



SENSORES Y ACONDICIONADORES

TEMA 7

SENSORES INDUCTIVOS

[PALL 98 pag 187] [PERE pag 305]

**Profesores: Enrique Mandado Pérez
Antonio Murillo Roldan**



SENSORES INDUCTIVOS

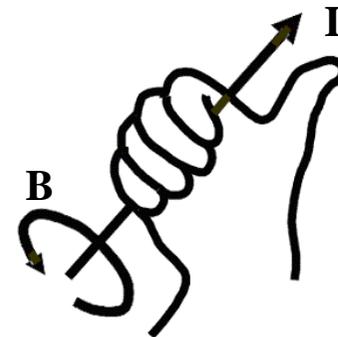
FUNDAMENTOS (I)

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 \emptyset** al número total de líneas que atraviesa una superficie A:

$$\emptyset = B \cdot A$$





SENSORES INDUCTIVOS

FUNDAMENTOS (II)

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:

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



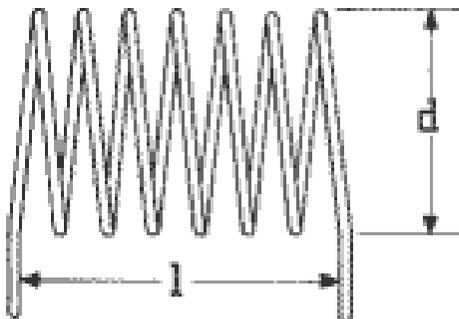
SENSORES INDUCTIVOS

FUNDAMENTOS (III)

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

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

$$B l = \mu I N$$



B : densidad de flujo magnético
 I : intensidad de corriente
 μ : $\mu_r \mu_0$: permeabilidad magnética
 l : longitud de la bobina



SENSORES INDUCTIVOS

FUNDAMENTOS (IV)

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

$$\frac{\Phi l}{A} = N \mu I \quad \left\{ \begin{array}{l} \Phi: \text{flujo magnético} \\ A: \text{área} \end{array} \right.$$

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

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



SENSORES INDUCTIVOS

DEFINICIÓN

Sensores inductivos que están basados en la variación de alguno de los parámetros magnéticos.

CLASIFICACION

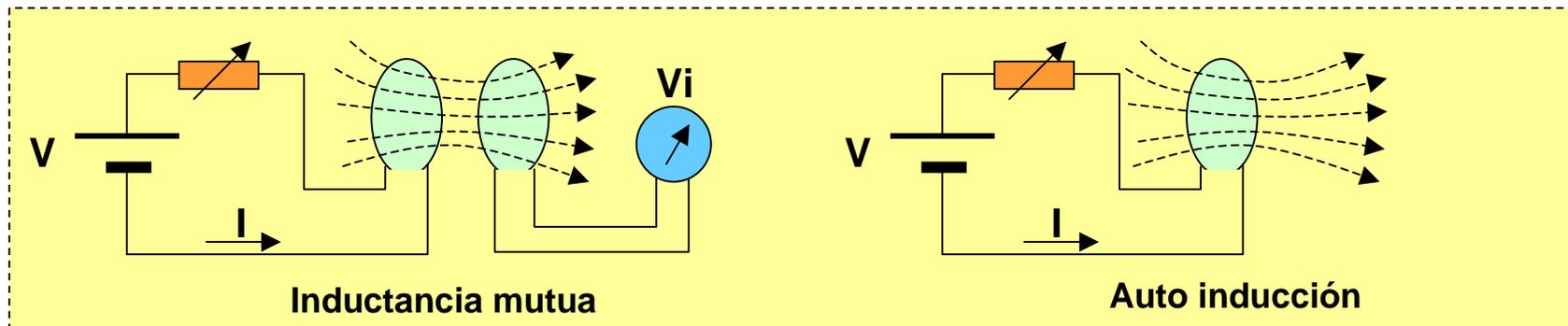
- Sensores de **reluctancia variable** (*Variable reluctance*)
 - Basados en la **variación de la autoinducción** (*Self-inductance*)
 - Basados en la **variación de la inductancia mutua** (*Mutual inductance*)
 - LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*)
 - Transformadores variables (*Variable transformers*)
- Sensores **magnetoelásticos**.
- Sensores basados en el efecto **Wiegand**.
- Sensores basados en las **corrientes de Foucault**.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

INDUCTANCIA DE UN CIRCUITO

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 INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

INDUCTANCIA DE UN CIRCUITO

De la propia definición de L se obtiene:

$$L = N \frac{\phi}{I} = \frac{N^2 \mu A}{l} \quad \longrightarrow \quad \phi = \frac{N I}{\frac{l}{\mu A}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{\phi = \frac{M}{R}} \quad \text{Ley de Ohm del circuito magnético}$$

en la que $M = N I$ se denomina fuerza magnetomotriz

Se denomina reluctancia a:

$$R = \frac{l}{\mu A} \quad \longrightarrow \quad L = \frac{N^2}{R}$$

Cualquier modificación de N , μ , l o A puede utilizarse para variar la inductancia.



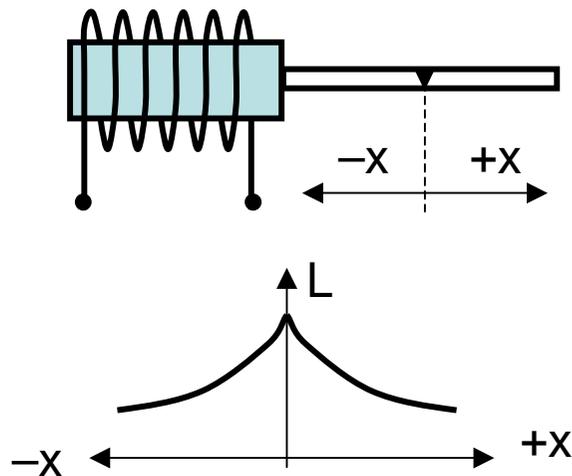
SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE VARIACIÓN DE LA AUTOINDUCCIÓN

SENSORES NO DIFERENCIALES

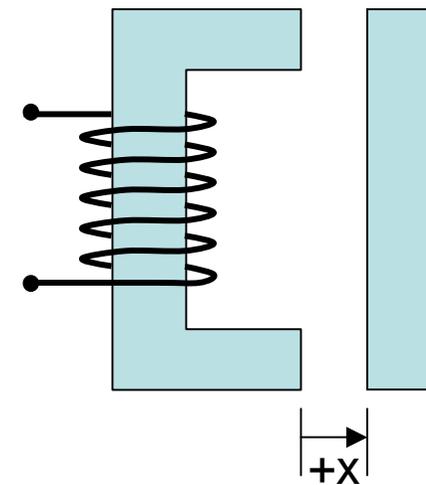
El desplazamiento es la variable más utilizada para variar una autoinducción:

- Sensores de núcleo móvil: Se modifica μ .
- 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 de núcleo móvil

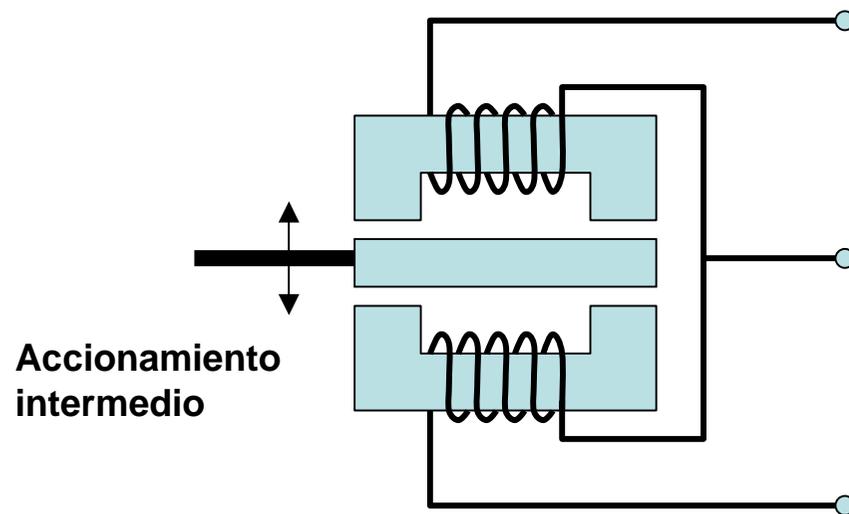


Sensor de entrehierro variable

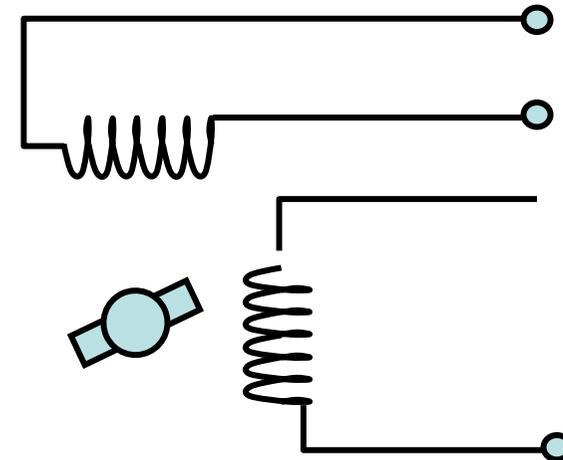


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE VARIACIÓN DE LA AUTOINDUCCIÓN

SENSORES DIFERENCIALES



(a)



(b)



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE VARIACIÓN DE LA AUTOINDUCCIÓN

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).



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA AUTOINDUCCIÓN

VENTAJAS

- **Muy estables en entornos hostiles (por ejemplo entornos húmedos)**
- **Alta sensibilidad**

APLICACIONES

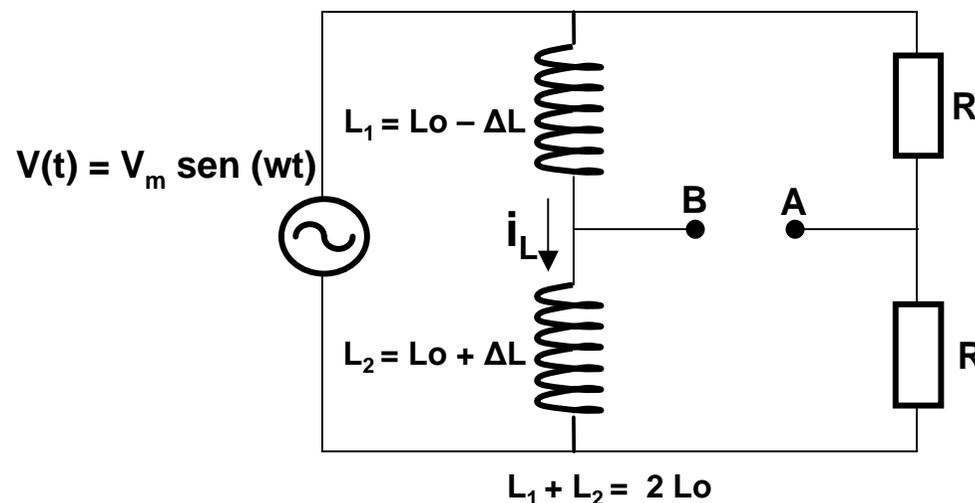
Se utilizan en ambiente industrial para medir desplazamientos u otras variables que se puedan convertir en un desplazamiento (fuerza, presión, etc.), posición, proximidad de objetos metálicos férricos, etc.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE VARIACIÓN DE LA AUTOINDUCCIÓN

CIRCUITOS BÁSICOS DE ACONDICIONAMIENTO MEDIANTE SEÑALES SENOIDALES DE FRECUENCIA CONSTANTE

- **Divisores de tensión:** medida de tensión en un sistema excitado por corriente o de corriente en un sistema excitado por tensión).
- **Puentes de alterna:** es el más adecuado cuando se utilizan topologías diferenciales.
- En ambos casos la salida que se obtiene no suele ser lineal.



$$V_B - V_A = \frac{\Delta L}{2L_0} V_m \text{sen}(\omega t)$$



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

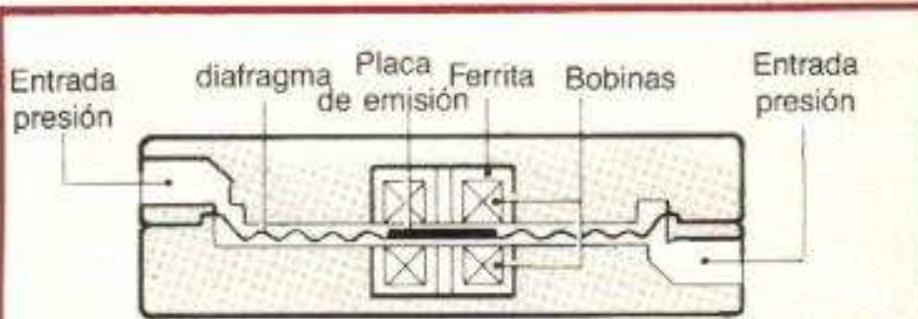


Series FA75, FA63, FA76 y FA64 SENSORES DE PRESION



INDUCTIVO

- Presiones diferenciales o relativas
- Ambitos de medición $\pm 0,5\text{mbar}$ a $\pm 2\text{bar}$
- Salidas de alto nivel en tensión o en corriente.
- Transducción: Corrientes de Foucault
- Precisión 0,2%
- Derivada térmica muy baja
- Diafragmas de cobre-berilio o de X750 Inconel



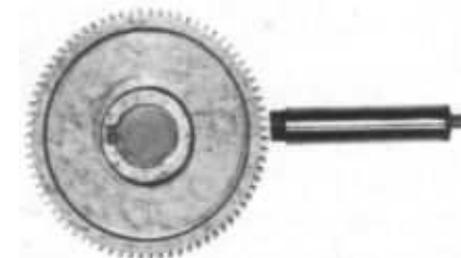
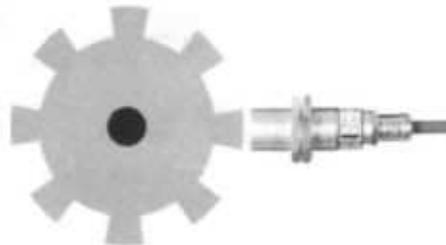
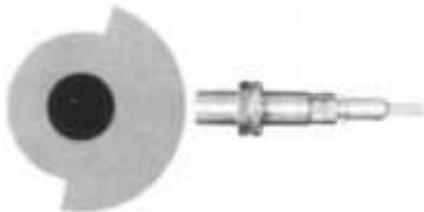


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA AUTOINDUCCIÓN

SENSORES INDUCTIVOS INDUSTRIALES TODO-NADA

Los sensores inductivos basados en la variación de la autoinducción se pueden utilizar como sensores todo-nada (detectores) de proximidad de objetos férricos.





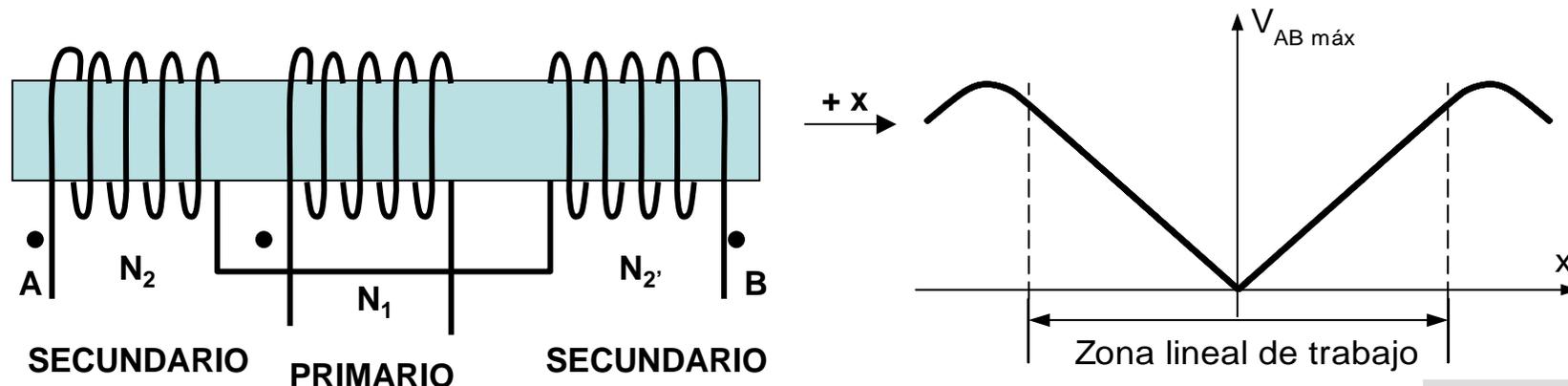
SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL VARIABLE LINEAL (LVDT)

Se basa en la variación de la inductancia mutua entre un primario y cada uno de los dos secundarios conectados en oposición ($M_2 - M_2'$), debida al desplazamiento, a lo largo de su interior, de un núcleo de material ferromagnético que está unido a la pieza cuya posición se quiere medir.

El primario está alimentado por una tensión alterna y los secundarios están situados simétricamente con respecto a él. En cada secundario se inducen tensiones iguales cuando el núcleo está situado en su posición central. Al desplazarse el núcleo una de las tensiones crece y la otra se reduce en la misma magnitud.





SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL VARIABLE LINEAL (LVDT) (*Linear Voltage Differential Transformer*)

FUNCIONAMIENTO

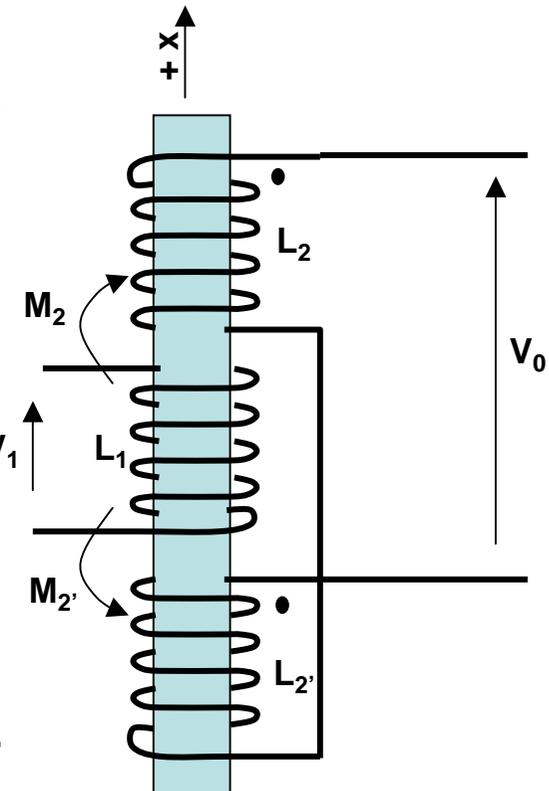
Si el secundario no tiene carga, la tensión V_0 es proporcional a $(M_2 - M_2')$ y por lo tanto al desplazamiento del vástago (δ) y está desfasada 90° con respecto a la corriente que atraviesa el primario.

El desfase entre V_0 y V_1 depende de la frecuencia.

Además, la relación (V_0/V_1) aumenta al elevar la frecuencia de alimentación (la sensibilidad aumenta con la frecuencia).

$$V_0 = (M_2 - M_2') * S * I_1 = \kappa * \delta * V_1$$

en la que κ es una constante específica de cada LVDT

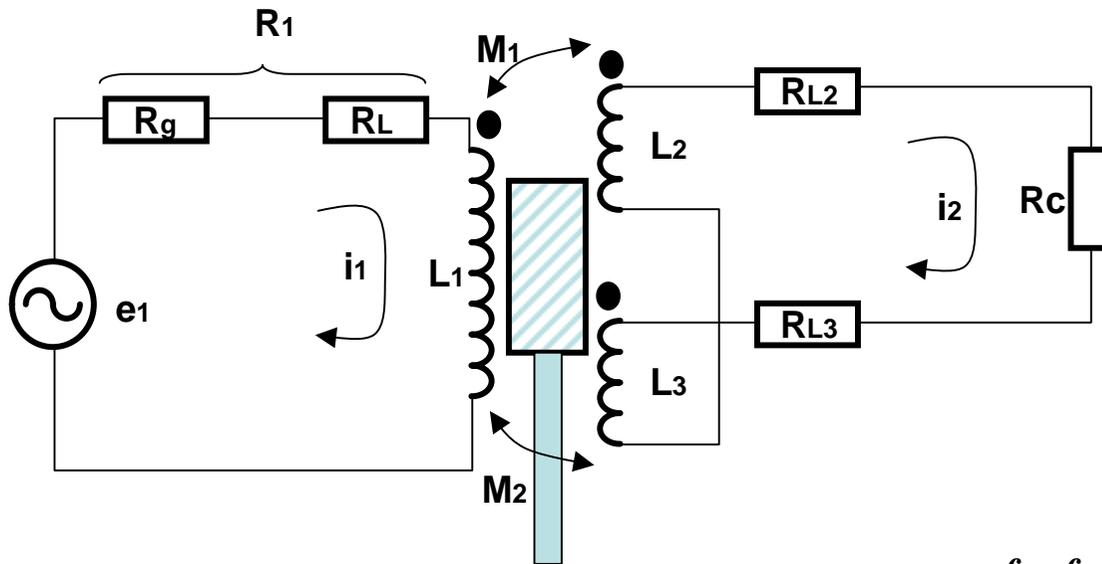




SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL VARIABLE LINEAL (LVDT)

Si el secundario está cargado, la sensibilidad aumenta al hacerlo la resistencia de carga. También aumenta inicialmente con la frecuencia, pero disminuye a partir de una determinada frecuencia f_n , a la cual el desfase entre e_0 y e_1 es nulo.

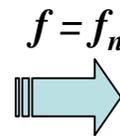


$$R_1 = R_g + R_{L1}$$

$$R_2 = R_{b_2} + R'_{b_2} + R_c$$

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{R_1 R_2}{2L_1 L_2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$e_0 = \frac{s(M_1 - M_2)R_c e_1}{s^2 2L_1 L_2 + s(R_2 L_1 + 2R_1 L_2) + R_1 R_2}$$



$$e_0 = \frac{(M_1 - M_2)R_c e_1}{R_2 L_1 + 2R_1 L_2}$$

La sensibilidad $S = \frac{e_0}{e_1}$



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL VARIABLE LINEAL (LVDT)

CONSIDERACIONES IMPORTANTES

- Debido a las capacidades parásitas entre el primario y los secundarios (que no dependen de la posición del vástago) y a la falta de simetría de los bobinados, la tensión de salida en la posición central no es cero.
- Dichas capacidades hacen que se generen armónicos en la salida que se eliminan con un filtro paso bajo.
- Al aumentar la temperatura se eleva la resistencia eléctrica del primario y si se alimenta a tensión constante disminuye la corriente y con ella la tensión de salida. Por ello es mejor alimentar con corriente constante.
- Se construye con núcleos de aleación de hierro y níquel, y se lamina longitudinalmente para reducir las corrientes de Foucault. El vástago no debe ser magnético y todo el conjunto se apantalla magnéticamente para hacerlo inmune a campos externos.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL VARIABLE LINEAL (LVDT)

Características

- Resolución teórica infinita, alta repetibilidad y linealidad
- Vida ilimitada y alta fiabilidad debidas al reducido rozamiento entre núcleo y los devanados
- Aislamiento entre el elemento sensor (vástago) y el circuito eléctrico

Circuito de acondicionamiento

Generador de alterna, demodulador y filtro paso-bajo (Tema 14).

Aplicaciones

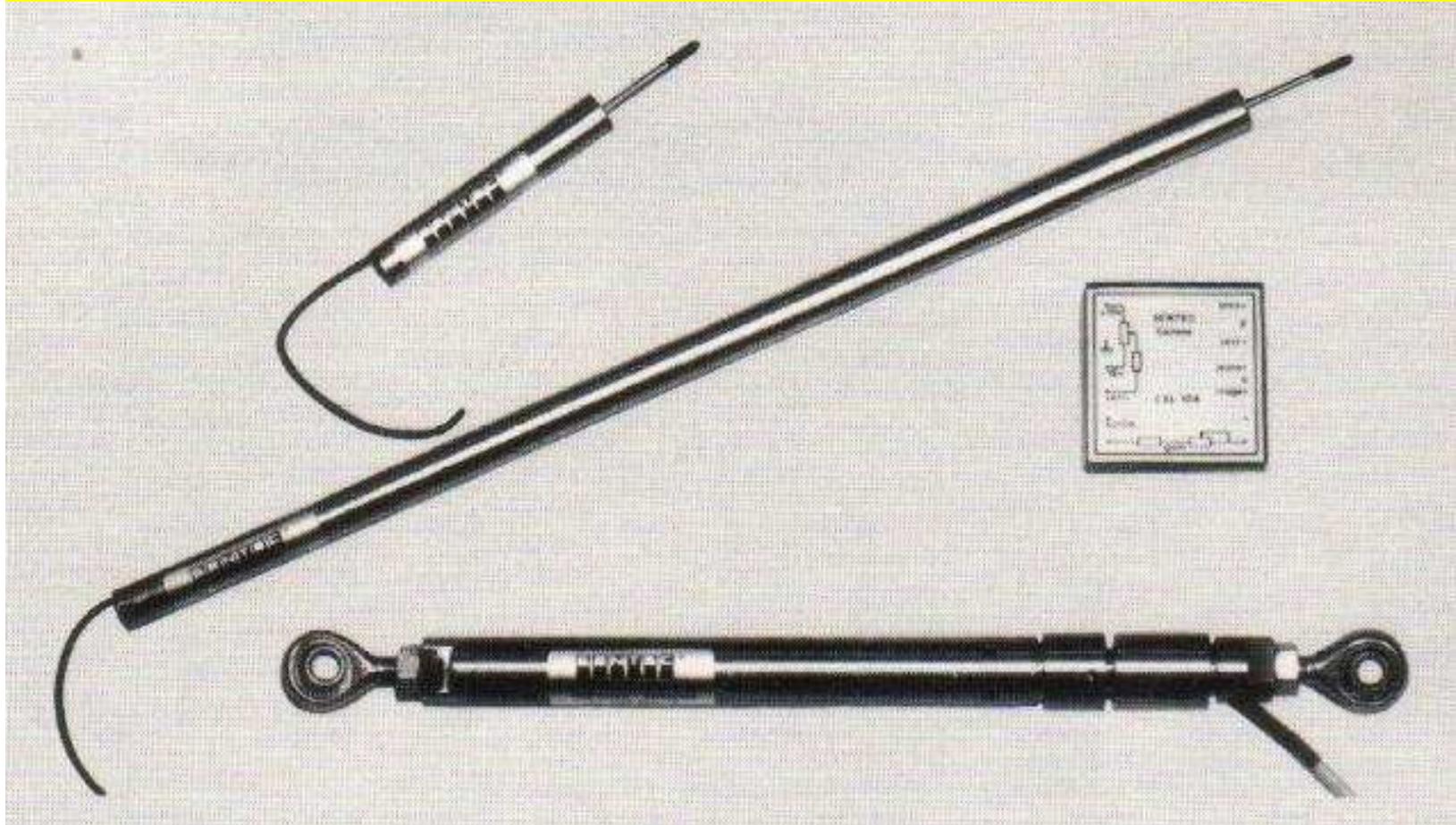
- Se utiliza para realizar medidas de desplazamiento así como de otras variables, por ejemplo presión, etc., que provocan el movimiento del núcleo.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

TRANSFORMADOR DIFERENCIAL VARIABLE LINEAL (LVDT)





SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformadores variables

Fundamento

Están basados en la variación de la inductancia mutua entre uno o varios devanados, mediante el desplazamiento lineal o angular de alguno de ellos. A uno de los devanados considerado primario se le aplica una tensión alterna senoidal y la variación de la inductancia mutua hace que varíe la tensión inducida en todos los secundarios.

Tipos de transformadores variables

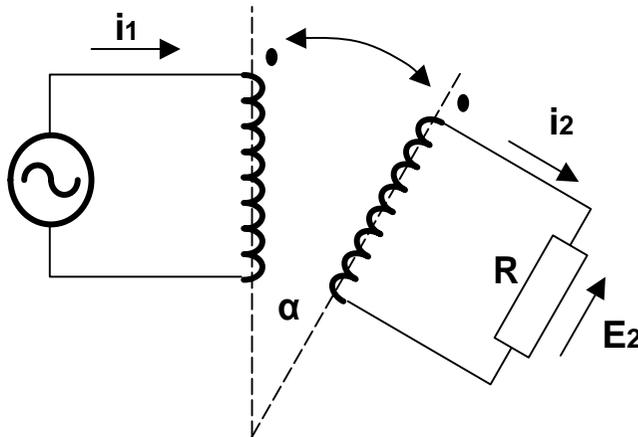
- De 1 primario y 1 secundario.
- Síncronos trifásicos (*Syncros*).
- Resolucionadores (*Resolvers*).
- Inductosyn



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

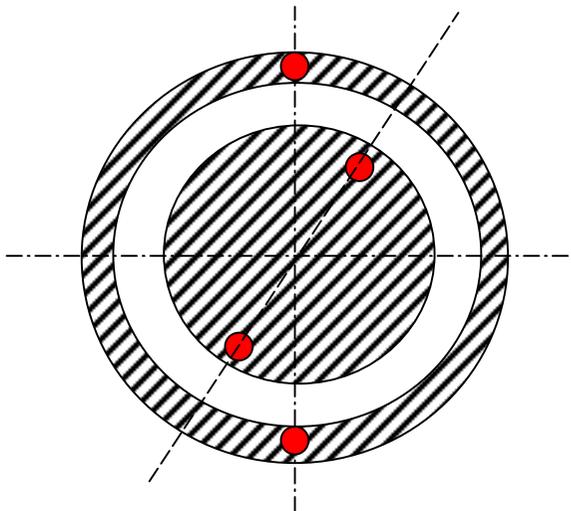
Transformador variable monofásico



$$I_1 = I_p \cos \omega t$$

$$E_2 = j\omega I_p M_{12} \cos \alpha \cos \omega t$$

La salida tiene la misma frecuencia que la entrada y su amplitud varía de forma no lineal en función del ángulo α



Ejemplo: Potenciómetro de inducción

Dos devanados concéntricos: uno fijo (estator) y otro móvil (rotor)

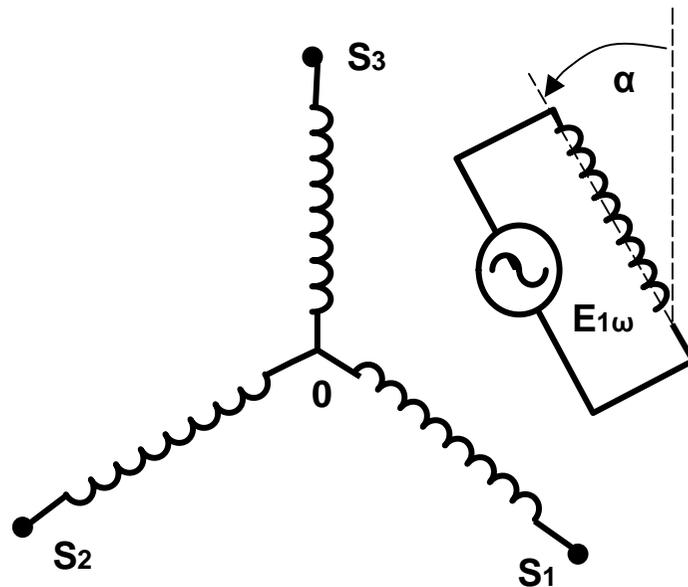


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable trifásico síncrono

Transformador que consta de un estator cilíndrico de material ferromagnético, que tiene tres devanados dispuestos a 120° conectados en estrella, y un rotor en forma de H también de material ferromagnético, con uno (o tres) devanados que gira solidariamente con el eje cuya rotación se quiere medir.



Las tensiones S_1 , S_2 y S_3 están en fase y sólo cambia la envolvente, cuya amplitud es proporcional al seno del ángulo “ α ” más o menos 120° .

Las tres tensiones representan el ángulo α en formato sincro.

Sincro con rotor de un devanado



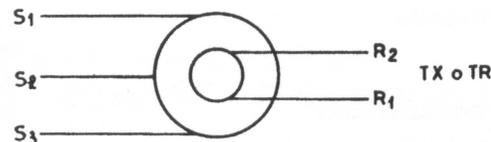
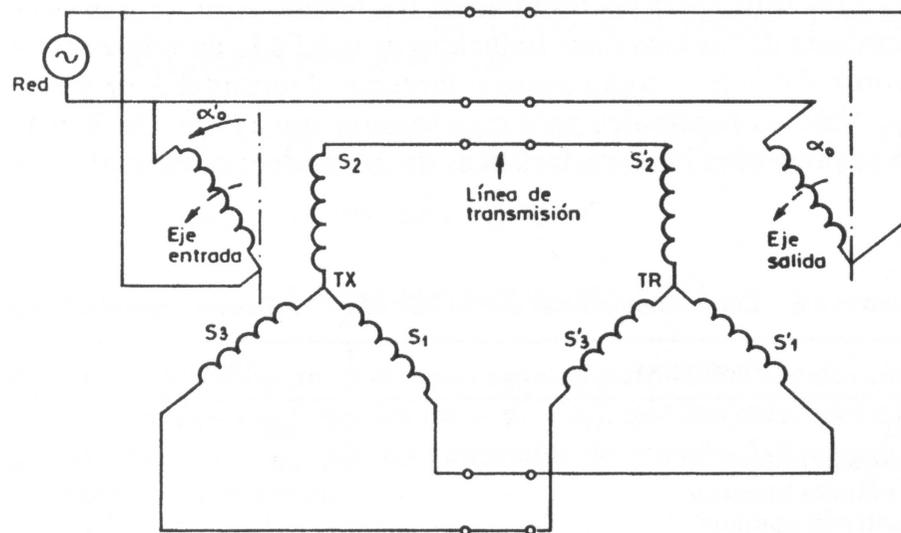
SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable trifásico síncrono

Aplicaciones

Se utilizan en servosistemas de posición angular en sistemas de radar, robótica, posicionamiento de placas solares. etc.



El rotor del transmisor TX se pone en una posición y el rotor del receptor TR está libre. Si las posiciones de ambos son diferentes se crea un par sobre el rotor de TR que le hace girar hasta que se anulan las corrientes a través de su estator.



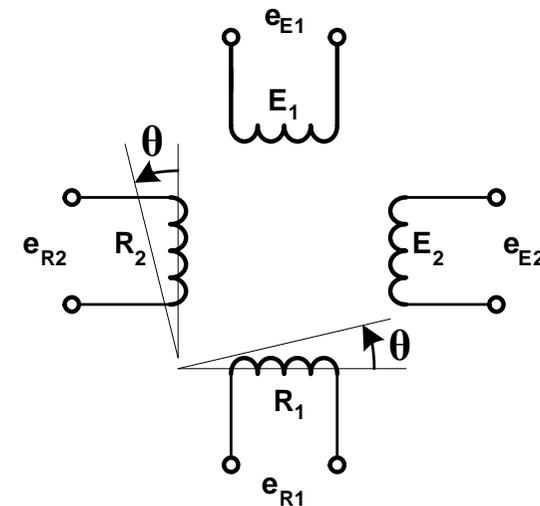
SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable resolucionador (*Resolver*)

Transformadores variables cuyo estator y rotor están constituidos por dos devanados que forman un ángulo de 90° entre ellos. El ángulo se representa con el valor de dos tensiones. La conexión y la denominación dependen de la aplicación.

En el resolucionador se disponen dos devanados en el rotor (R_1 y R_2) a 90° y dos devanados en el estator (E_1 y E_2) también a 90° . Normalmente se cortocircuita un devanado del estator y se obtiene el ángulo en los dos devanados del rotor.

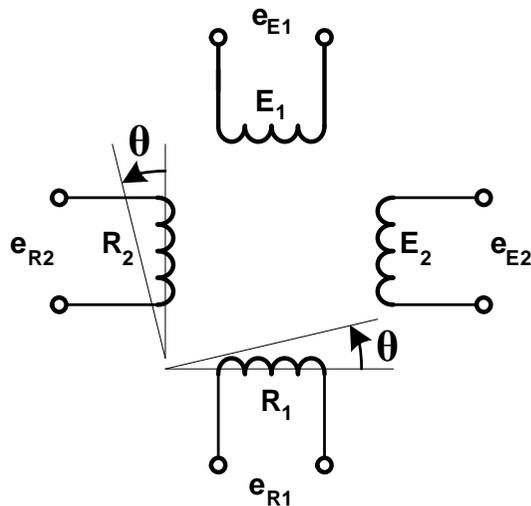




SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable resolucionador (*Resolver*)

Si E_1 se excita con una señal senoidal y E_2 no se alimenta o se cortocircuita, al desplazarse el rotor varían las tensiones inducidas en los secundarios:



$$e_{R_1} = e_{E_1} \cos \theta$$

$$e_{R_2} = e_{E_1} \sin \theta$$

Se utilizan para medir ángulos y transformar coordenadas
(Apartado 4.2.4.2-Pallás)

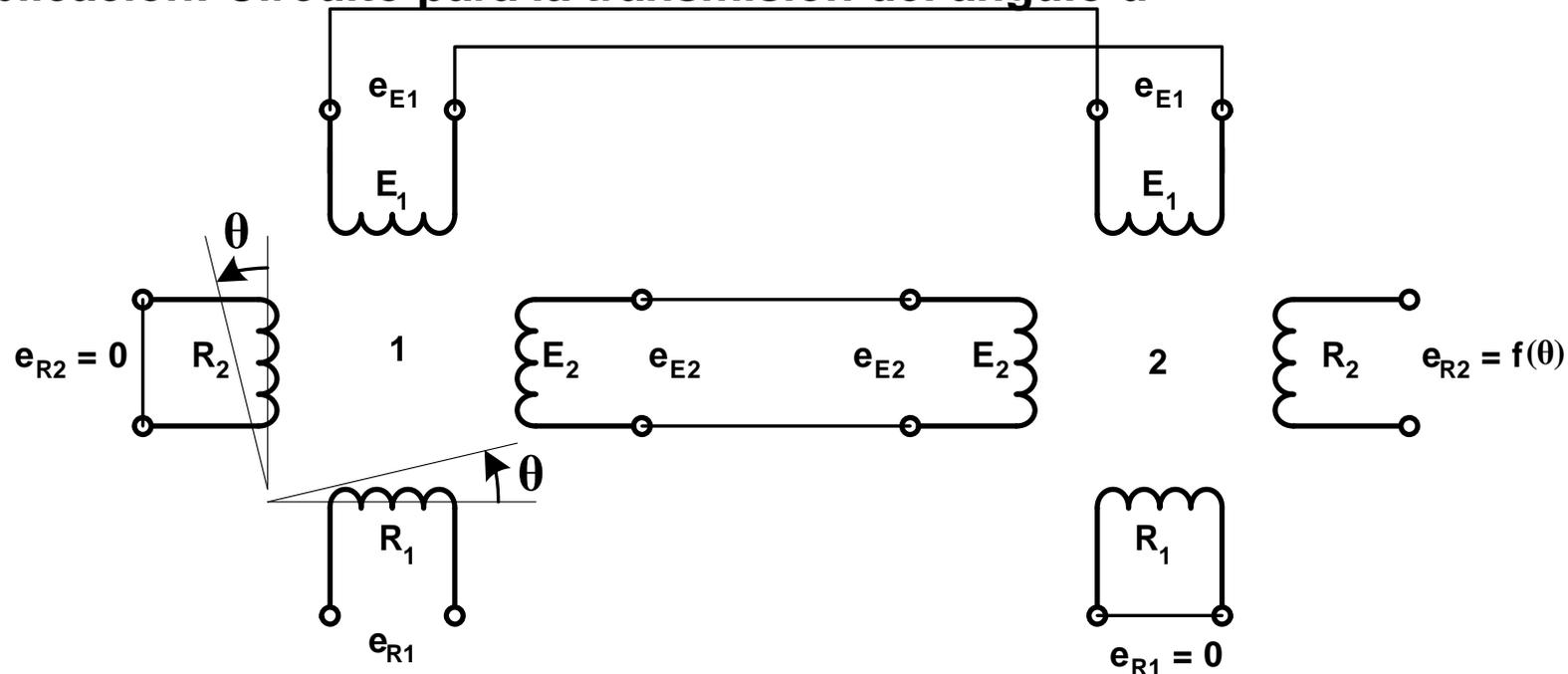


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable resolucionador (*Resolver*)

Aplicación: Circuito para la transmisión del ángulo α



El rotor se alimenta con una señal senoidal de frecuencia ω y el eje gira con una velocidad angular ω_R .

Si $\omega \gg \omega_R$, la señal de salida está modulada en amplitud por ω_R

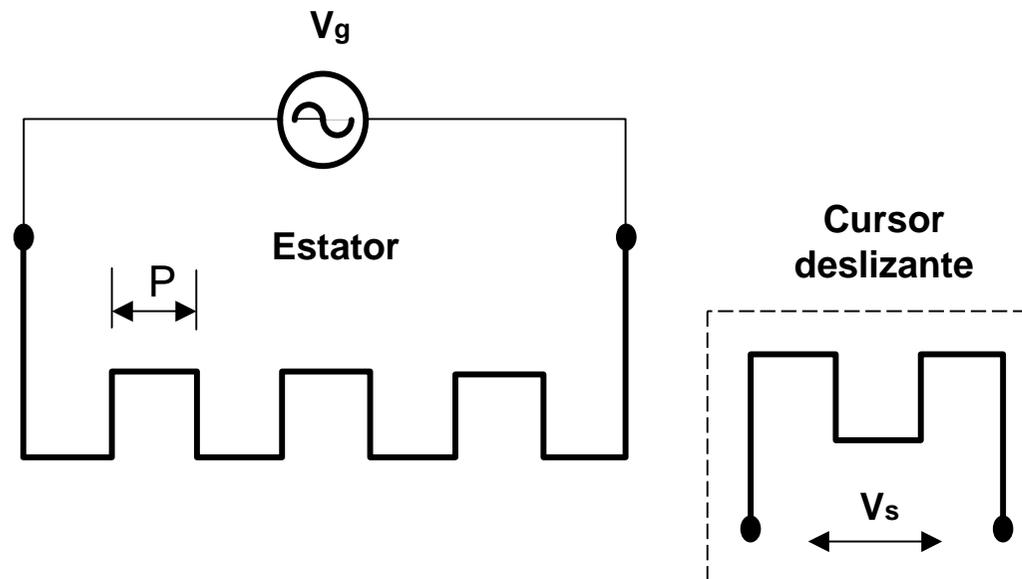


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable inductosyn

Marca registrada (Farrand Industries Inc.) de un transformador que se puede implementar con desplazamientos angulares y lineales. Consiste en un estator rectangular sobre acero inoxidable y un elemento móvil de la misma forma que se desliza sobre él.



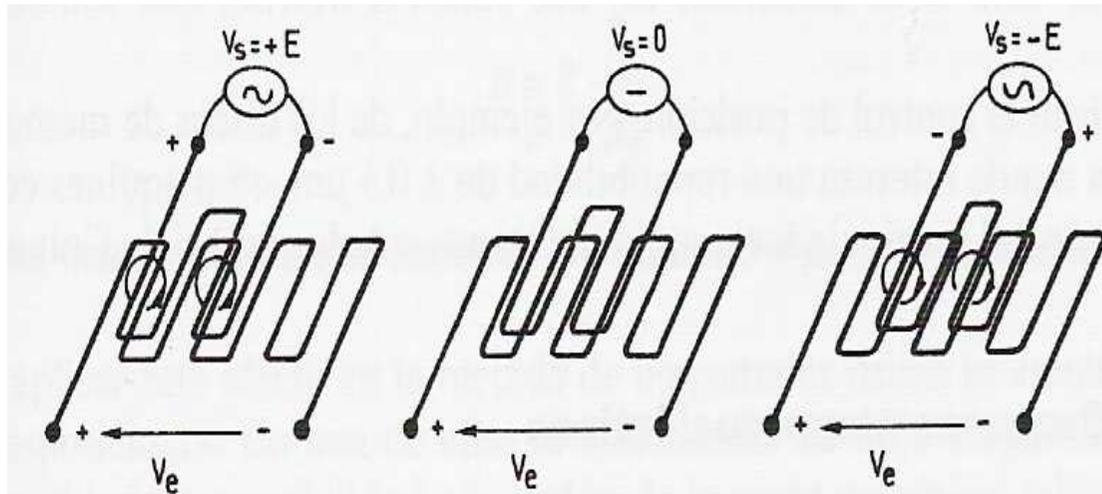


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA MUTUA

Transformador variable resolver

La tensión inducida V_s en el elemento móvil depende de su posición en relación con el estator. La expresión de V_s en el Inductosyn lineal es:



$$V_s = kV \cos\left(2\pi \frac{x}{P}\right)$$

en la que P es el paso cuyo valor suele ser de 2mm.

La tensión inducida V_s es máxima cuando la posición del estator y el elemento móvil coinciden. El flujo inducido y V_s son nulos cuando la diferencia es $P/4$. V_s es mínima cuando la diferencia es $P/2$.

Aplicación

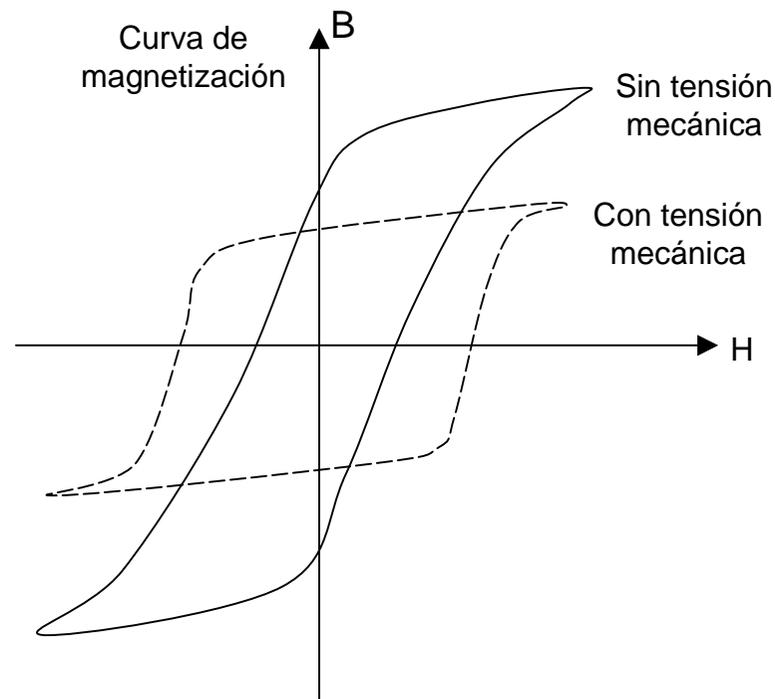
Se utiliza para controlar la posición de los discos de un computador y la posición de la herramienta de un sistema de control numérico.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES MAGNETOELÁSTICOS

Elementos sensores basados en la variación de la inductancia por efecto Villari, que establece que cuando se aplica un esfuerzo a un material ferromagnético se producen cambios reversibles de sus curvas de magnetización. De la misma forma, durante la magnetización se producen cambios de forma y de volumen del material.





SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES MAGNETOELÁSTICOS

CARACTERÍSTICAS

En algunos materiales la dependencia entre la tensión mecánica σ y la curva de magnetización es lineal cuando se les somete a compresión o a tracción:

$$\sigma = k \frac{1}{\mu_r}$$

APLICACIONES

La variación de la permeabilidad relativa provoca un cambio de la inductancia.

Se fabrican células de carga en las que hay una bobina cerrada sometida a compresión, tracción o ambas a la vez. Se utilizan para la medida de fuerza, par y presión en automóviles e industrias mecánicas.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

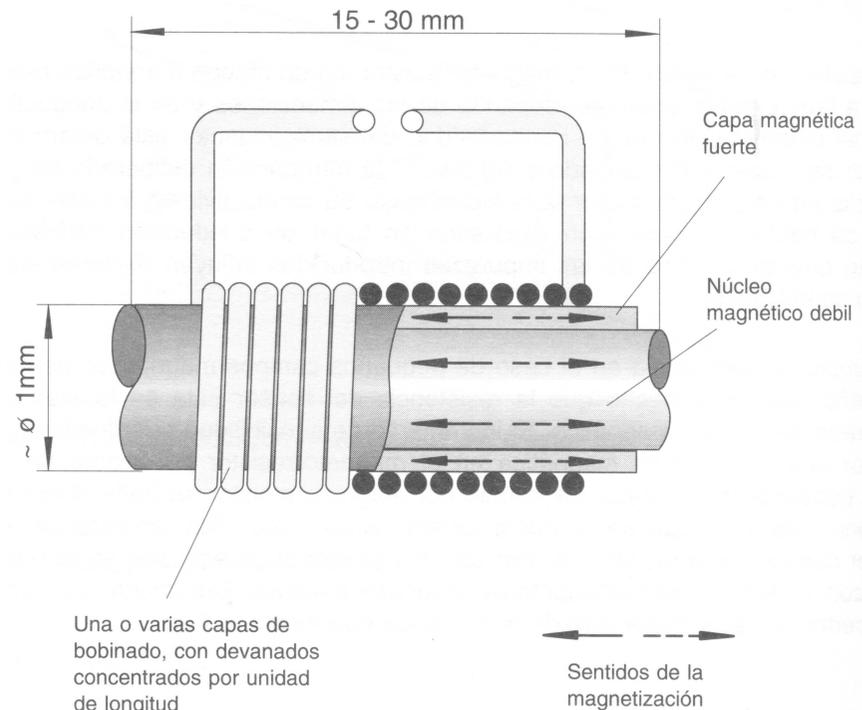
SENSORES DE EFECTO WIEGANG

FUNDAMENTOS (I)

Consiste en la conmutación de la magnetización (inversión de polaridad) de la zona central (núcleo) de un material ferromagnético (Vicalloy) cilíndrico cuando se le somete a un campo magnético intenso.

Para que el material conmute en su zona central, se somete el cilindro a un proceso de torsión con tensión mecánica y alta temperatura mediante el cual se obtiene un cilindro cuyo núcleo es magnéticamente blando y cuya zona externa (cubierta) es magnéticamente dura.

En consecuencia si se somete el hilo a un campo magnético longitudinal, el núcleo experimenta inversiones de polaridad para intensidades de campo magnético distintas (histéresis).





SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

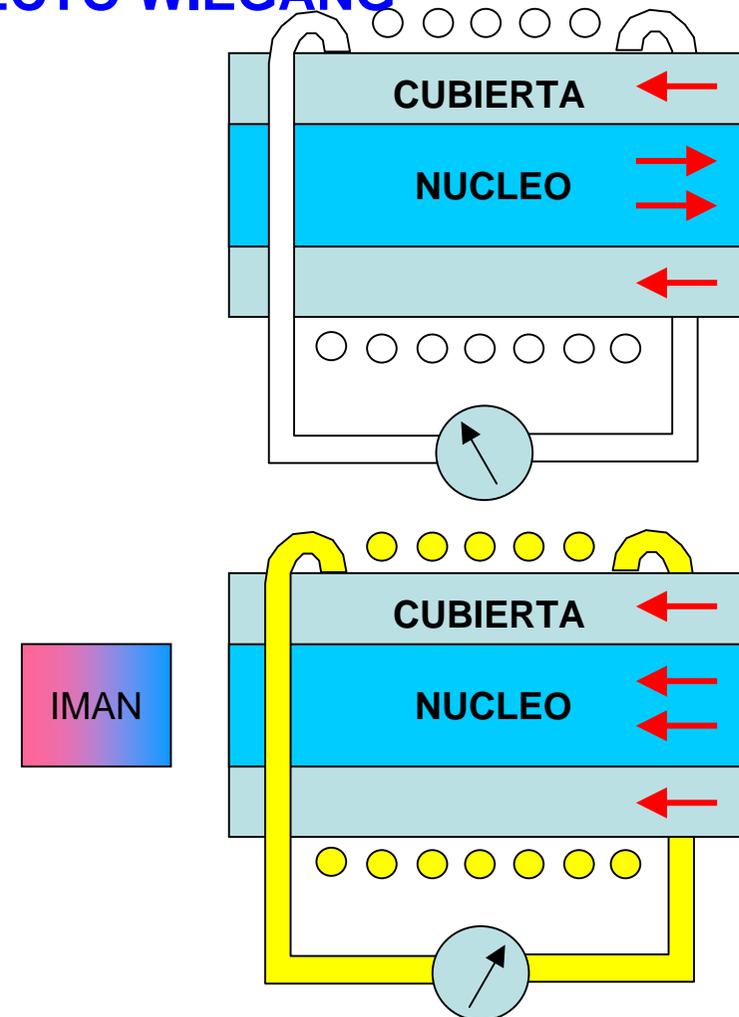
SENSORES DE EFECTO WIEGANG

FUNDAMENTOS (II)

Inicialmente el núcleo y la cubierta están magnetizados en direcciones diferentes y al aplicarle un campo magnético (por ejemplo mediante un imán) que alcanza un valor determinado, se produce un cambio brusco de la polaridad del núcleo y tanto éste como la cubierta quedan magnetizados en la misma dirección.

Si se dispone una bobina alrededor del cilindro o en sus proximidades, se genera en ella un impulso de tensión que es independiente de la velocidad del campo magnético aplicado.

La magnetización del núcleo se invierte sucesivamente.





SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES DE EFECTO WIEGANG

Características

- Genera tensiones elevadas sin necesidad de alimentación
- La tensión de salida no depende de la velocidad de variación del campo magnético
- Amplio margen de temperaturas (entre $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+260\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Consideraciones importantes

- Su sensibilidad decrece al aumentar la temperatura
- El diseño de los imanes debe ser cuidadoso
- Se trabaja a una temperatura inferior a la de Curie
- La relación entre la inductancia L y la reluctancia R es constante en todo el dispositivo (el flujo magnético no es disperso)



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES DE EFECTO WIEGANG

Aplicaciones

Se utilizan para detectar (sin contacto) campos magnéticos así como magnitudes que los pueden hacer variar, por ejemplo, el movimiento y la posición del cigüeñal de un automóvil, teclados sin rebotes.

También se utilizan en sistemas antirrobo y tarjetas de identificación (un hilo por bit).



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

CORRIENTES DE FOUCAULT

Son las corrientes que aparecen en los materiales conductores que están próximos a campos magnéticos variables, como son los núcleos de los transformadores, carcassas de protección, hierros del estator o rotor de los motores, etc.

Si se introduce un material conductor dentro del campo magnético de una bobina por la que circula una corriente alterna, se modifica su impedancia debido a que se inducen corrientes de Foucault en el material que crean un campo magnético opuesto al de la bobina. Cuanto más cerca están la bobina y la superficie, mayor es el cambio de impedancia.



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

En inglés las corrientes de Foucault se denominan corrientes de Eddy y los sensores que aprovechan este fenómeno se llaman *Eddy current sensors*.

Para poder utilizar este método de medida el espesor del material en el que se inducen las corrientes debe ser grande comparado con la profundidad de penetración de aquéllas, que viene dada por la expresión:

$$\delta = (\pi f \mu \sigma)^{-1/2}$$

En la cual:

σ : conductividad

μ : permeabilidad

f : frec. de la corriente

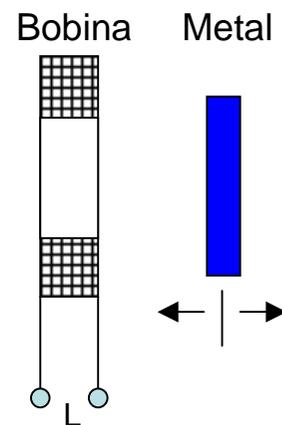


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

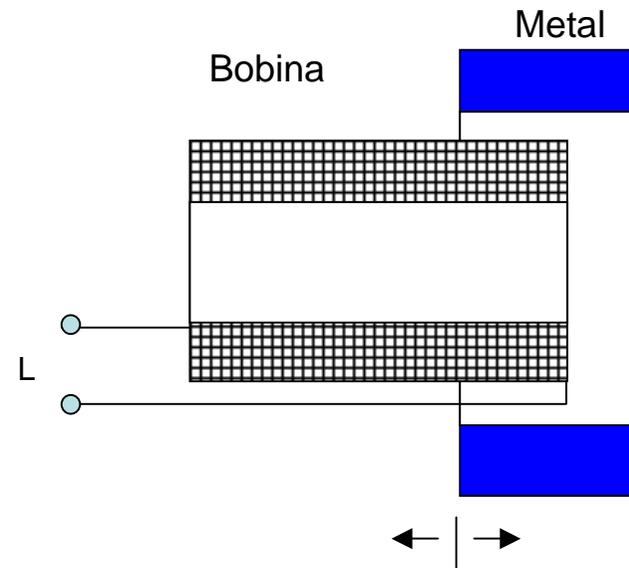
SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

La relación entre la impedancia de la bobina y la distancia a la que está situado el conductor no es lineal, pero pueden utilizarse a temperaturas superiores a la de Curie. Se utilizan para la medida de espesores y para la detección de objetos metálicos.

Ejemplos



a) Sensor de proximidad



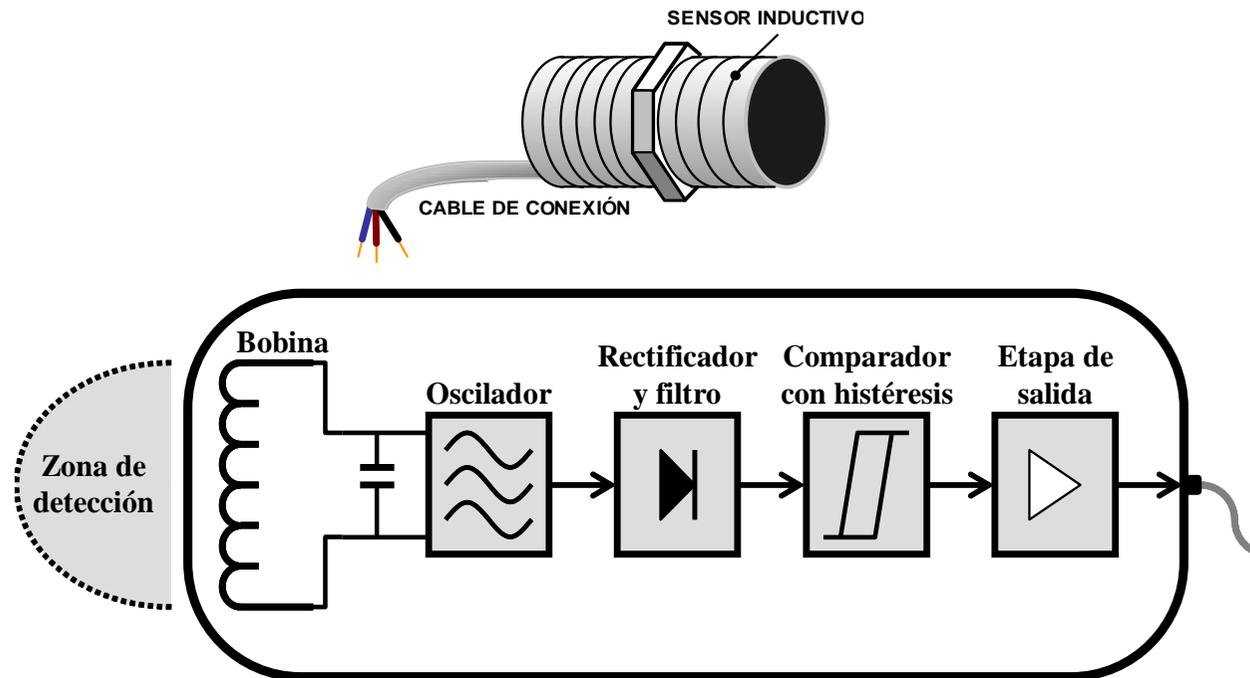
b) Sensor de desplazamiento



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD (INDUCTIVE PROXIMITY DETECTORS)



Detectan objetos metálicos

La distancia de detección depende del tamaño, del material del objeto y si la bobina está o no apantallada



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD

(*INDUCTIVE PROXIMITY DETECTORS*)

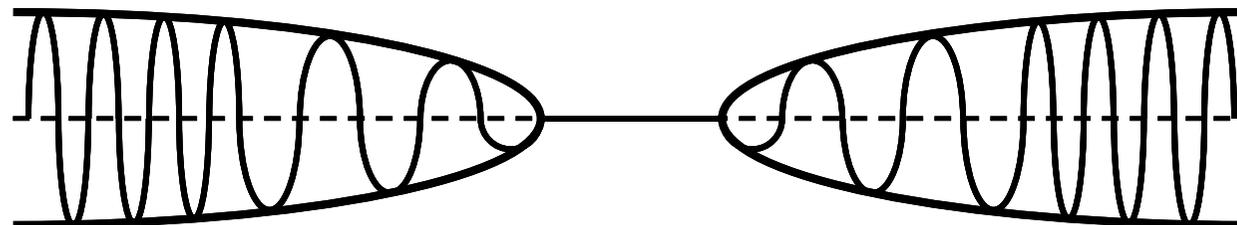
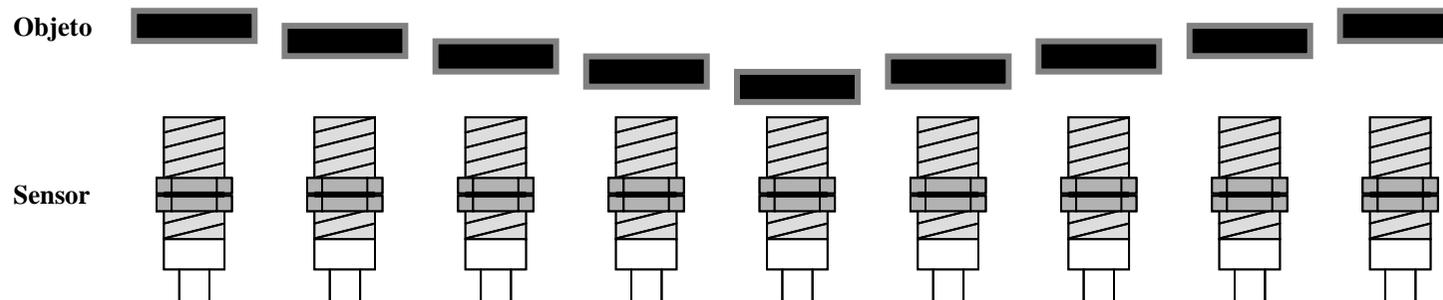




SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR INDUCTIVO DE PROXIMIDAD



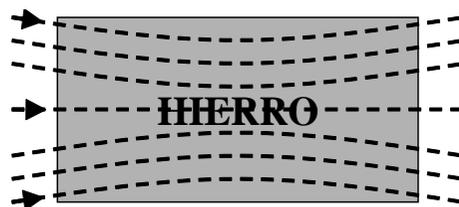
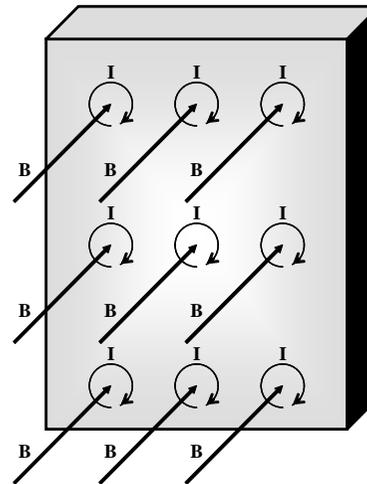


SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD (INDUCTIVE PROXIMITY DETECTORS)

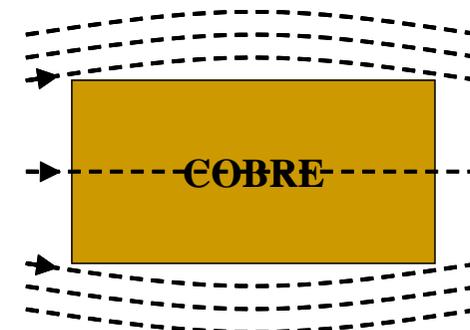
Corrientes de Foucault



Ferromagnético



Paramagnético



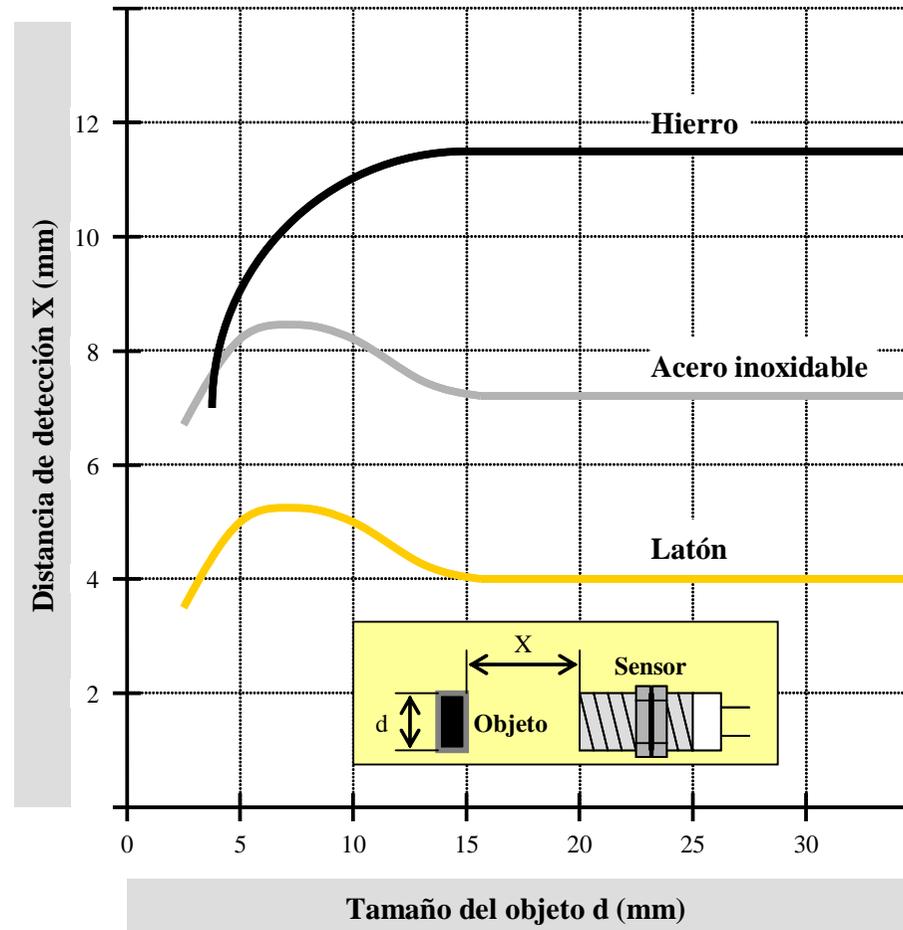
Diamagnético



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD



Relación entre el tamaño del objeto y la distancia de detección para distintos materiales



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD

Los sensores de proximidad inductivos pueden ser de dos tipos:

- Sensores enrasables
- Sensores no enrasables



SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

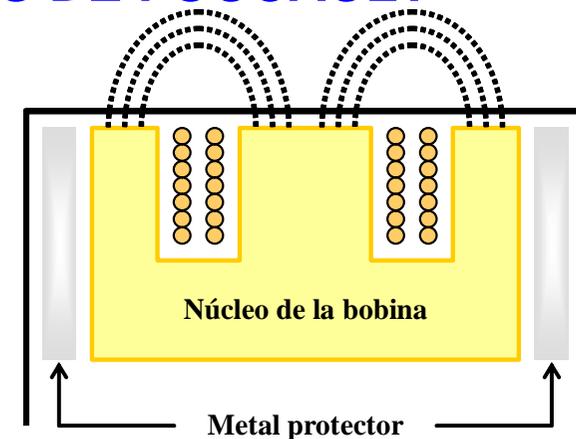
SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD

Sensores enrasables

Los sensores enrasables o apantallados (*Shielded*) son sensores de proximidad inductivos en los que el cuerpo metálico que rodea a los distintos bloques que constituyen el sensor, se prolonga hasta la bobina sensora. Esto evita la dispersión del flujo electro-magnético y lo concentra en la parte frontal tal como se indica en la figura. De esta forma se anula prácticamente el efecto de los metales circundantes y las interferencias mutuas cuando se instalan varios sensores inductivos con-tiguos.

La fotografía muestra un sensor de este tipo





SENSORES INDUCTIVOS DE RELUCTANCIA VARIABLE

SENSORES INDUCTIVOS DE CORRIENTES DE FOUCAULT

SENSORES INDUCTIVOS DE PROXIMIDAD

Sensores no enrasables

Los sensores no enrasables son sensores cuyo recubrimiento metálico externo no llega hasta el borde de la cabeza sensora, es decir no están apantallados (*Unshielded*), lo que hace que el flujo se disperse por los laterales de la misma tal como se indica en la figura. Debido a ello el sensor no se puede enrasar con el soporte metálico que lo sustenta porque estaría siempre activado.

La fotografía muestra un sensor de este tipo

