



## **SENSORES INDUCTIVOS**

### **PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO**

El objetivo de esta sección es conocer que son los sensores de Proximidad Inductivos y cuál es su principio de funcionamiento.

## OBJETIVO

Al término de esta sección, el alumno podrá:

- Ser capaz de describir los principios de funcionamiento de sensores inductivos.
- Desarrollar un criterio de selección y reemplazo de sensores y sus accesorios.
- Ser capaz de identificar aplicaciones en industrias típicas.

## NOMENCLATURA UTILIZADA

En este documento utilizaremos esta orientación para determinar los conceptos centrales y la ampliación de los principios físicos:



### CONCEPTO CENTRAL

Explicaciones de los conceptos básicos para comprender el funcionamiento y uso de la tecnología.



### CONCEPTO AMPLIADO

Se amplían los conceptos centrales con los principios de físicos que ayudan en la comprensión del comportamiento del sensor.



## ¿QUÉ SON LOS SENSORES DE PROXIMIDAD?

Cuando se habla de "**Sensores de Proximidad**" se incluye a todos los sensores que hacen la detección sin contacto, en comparación con los sensores, tales como límites de carrera e interruptores, que detectan los objetos por contacto físico.

Los sensores de proximidad convierten la información sobre el movimiento o la presencia de un objeto en una señal eléctrica.

Durante este curso veremos 2 tipos de sistemas de detección de proximidad:



### INDUCTIVOS

Sensores que detectan **METALES**, ferrosos o no ferrosos, y utilizan inducción electromagnética para generar y detectar las corrientes de pérdidas o de Foucault que se generan.



### CAPACITIVOS

Sensores que detectan **CUALQUIER TIPO DE MATERIAL**, mediante la detección de los cambios en la capacidad eléctrica cuando se aproxima el objeto a detectar.



## TIPOS DE SENSORES INDUCTIVOS

Cuando trabajamos con sensores inductivos, y teniendo en cuenta el tipo de aplicación, existen dos variantes:

| BLINDADOS<br>O PROTEGIDOS  | NO BLINDADOS<br>O NO PROTEGIDOS  |
|--|--|
|   |    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo está dirigido hacia el frente.</li> <li>• <b>Se pueden colocar al RAS del metal.</b></li> <li>• Más precisos: Uso en <b>posicionamiento</b>.</li> <li>• Las <b>distancias de detección son más cortas</b> que en los No Blindados.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo de detección más abierto.</li> <li>• <b>No puede montarse al RAS del metal.</b></li> <li>• <b>Detección de presencia de objetos.</b></li> <li>• <b>Distancias más grandes.</b></li> </ul> |



## SENSORES BLINDADOS

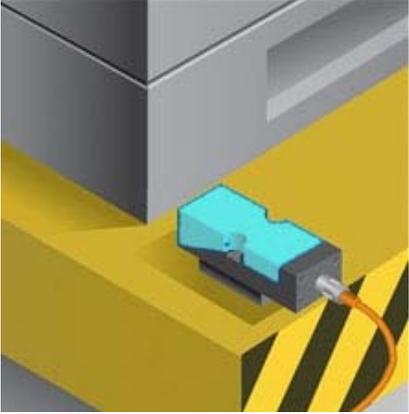
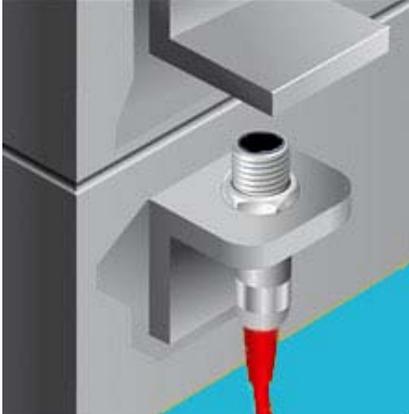


Los sensores de aplicación estándar pueden reconocerse fácilmente, **pues la tapa plástica está al ras del metal.**

Dado que su campo es bien controlado en el frente del sensor, permiten enviar una señal muy precisa y repetitiva de la posición en que se detecta el objeto.

Se usan para **posicionamiento**.

Como ejemplos de uso, los sensores blindados se utilizan en posicionamiento y detección precisa de piezas de máquina:

| APLICACIÓN 1  | APLICACIÓN 2   |
|---|--|
|  |  |
| <p>Posición de inicio de operaciones.</p>   | <p>Posición de apertura o cierre de una tapa.</p>                                  |



## SENSORES NO BLINDADOS



Los sensores de aplicación estándar pueden reconocerse fácilmente, pues la tapa plástica sobresale del metal.

- Estos sensores NO tienen blindaje extra, resultando en un área de sensado mayor.
- Pueden detectar aún de costado.
- **Más utilizados en la detección de presencia de objetos.**

Como los sensores no blindados tienen un área de detección más grande, su uso más frecuente es para la detección de piezas que no necesariamente van ordenadas frente al cabezal del sensor.

Como ejemplos de uso de los sensores no blindados:

| APLICACIÓN 1  | APLICACIÓN 2  | APLICACIÓN 3  |
|---|---|---|
|  |  |  |
| <p>Detección de presencia de banda de metal durante la fabricación.</p>           | <p>Detección de botellas metálicas en una embotelladora.</p>                      | <p>Detección de grandes piezas en industria pesada.</p>                             |



## FORMATO

### CILÍNDRICOS



- Es el estilo más frecuente.
- Se identifican por el diámetro en milímetros: **M5, M8, M12, M18, M30**. Pueden ser pre-cableados o tener un conector.
- Pueden tener **cuerpo roscado** - para colocar con tuercas en el soporte - o **cuerpo liso** - y montarlo dentro del metal.

### ESTILO LÍMITE DE CARRERA



- Este formato permite reemplazar uno a uno los límites de carrera mecánicos.
- El cuerpo tiene un formato estándar, utilizado por los límites de carrera, permitiendo un fácil reemplazo, con la ventaja de ser un sensor sin contacto.
- Existen del tipo blindado y no blindado (rasantes y no rasantes respectivamente).

## LARGO ALCANCE



- Para detección a de grandes piezas.
- En ciertas aplicaciones en que se deben detectar movimientos de grandes piezas o grandes movimientos.
- Normalmente son no blindados, para lograr mayor rango de alcance.

## RECTANGULARES

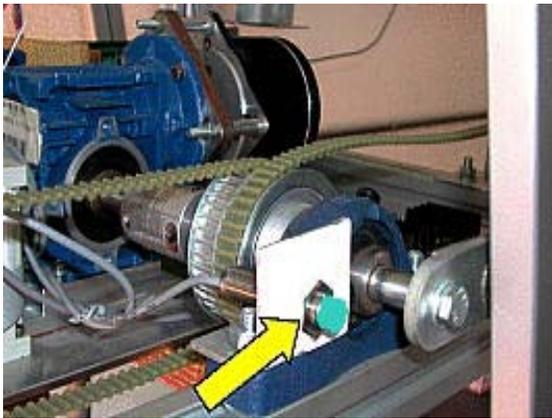


- Sensores rectangulares y planos para adaptarlos a espacios reducidos.
- Ciertas aplicaciones requieren de sensores inductivos para espacios estrechos, y el uso de sensores de formato rectangular permite ubicar la cara de detección del mismo en diversas posiciones.
- Es habitual encontrarlos dentro de mecanismos de precisión.



## APLICACIONES

Describimos aquí algunas aplicaciones típicas



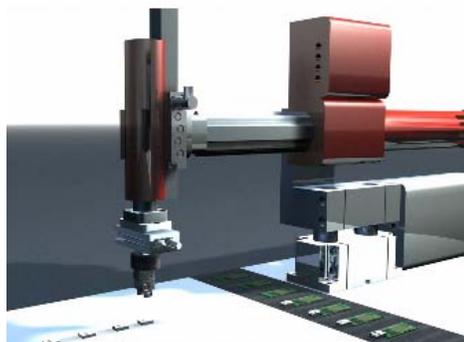
**Medición de velocidad**



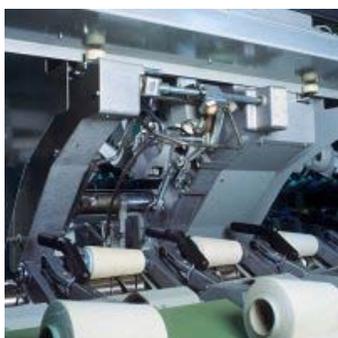
**Detección de movimientos**



**Límite de posición de banda**



**Detección de posición**



**Confirmación cierre de tapas**



**Apertura de manipulador**

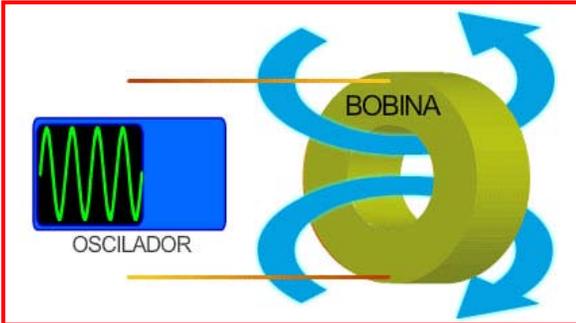
# SENSORES INDUCTIVOS





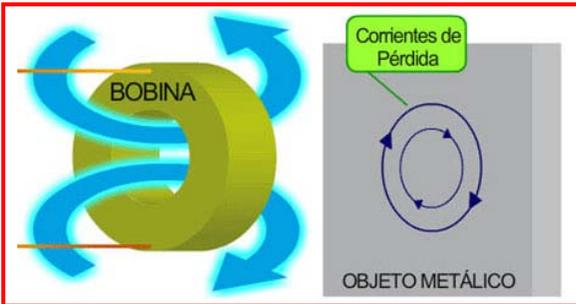
**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES INDUCTIVOS**

Permiten la detección de objetos de metal, ferroso o no-ferroso.



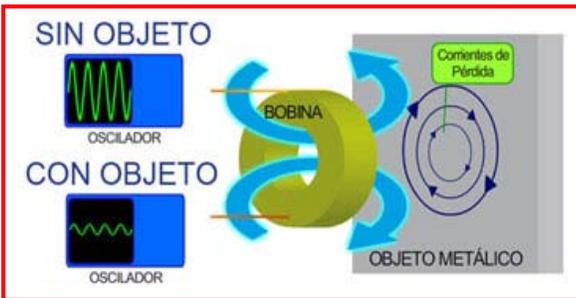
**CAMPO MAGNÉTICO**

Los sensores de proximidad inductivos emiten un campo magnético, generado desde una bobina en el frente del sensor mediante un circuito oscilador.



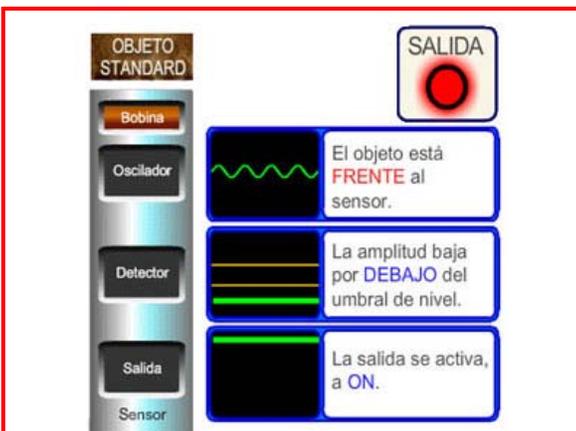
**CORRIENTES DE PÉRDIDA**

El campo magnético **INDUCE** corrientes parásitas – o de Foucault –, que se generan sobre la superficie conductora del metal.



**ENERGÍA ABSORBIDA**

Las corrientes parásitas **ABSORBEN** energía del circuito oscilador, bajando la amplitud de las ondas del campo magnético, y del circuito oscilador.



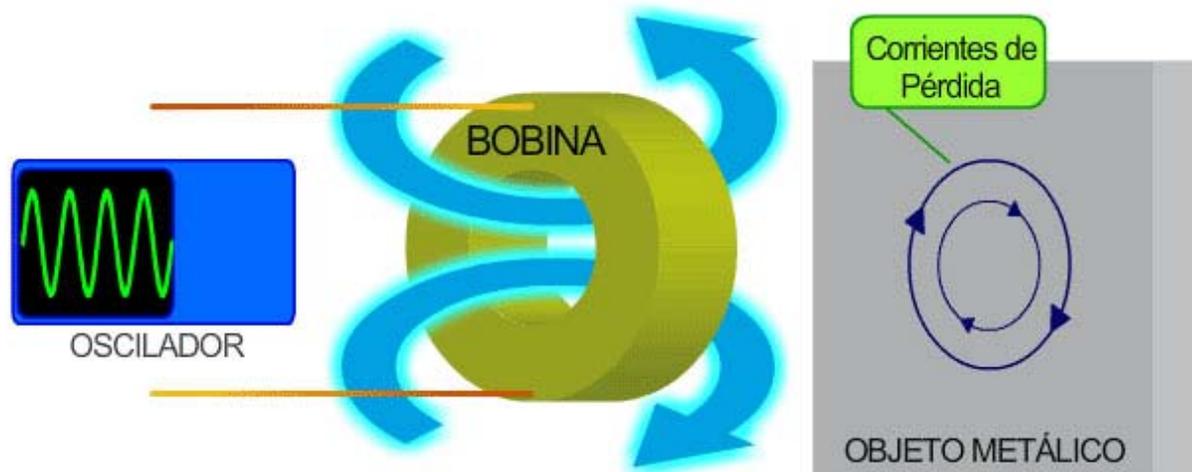
**DETECCIÓN Y SALIDA**

Cuando la amplitud de la oscilación baja lo suficiente, indicando la proximidad del metal al sensor, se emite una señal para ser utilizada por un sistema de control.

SABER  
MAS

## CORRIENTES DE PÉRDIDA

El fenómeno de las corrientes de pérdida de energía fue estudiado por Foucault, quién descubrió que cuando un material metálico entra en un campo magnético variable, aparecen pequeñas corrientes eléctricas en la superficie del metal. El término eléctrico le dá el nombre ya que se **INDUCEN CORRIENTES DE PÉRDIDA**.



Estas corrientes, llamadas **Corrientes de Foucault** o - Eddy currents -, circulan en el metal como si lo hicieran por una bobina.

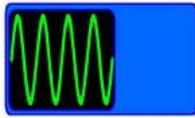
Es decir, que cuando se acerca el metal y empiezan a circular las corrientes de pérdida, comienza absorberse energía en el primario, es decir, de la bobina del cabezal.

Como todas corrientes son **Inducidas**, se lo ha dado por llama "Sensor Inductivo".



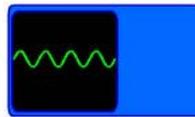
DETECCIÓN DE METAL

SIN OBJETO

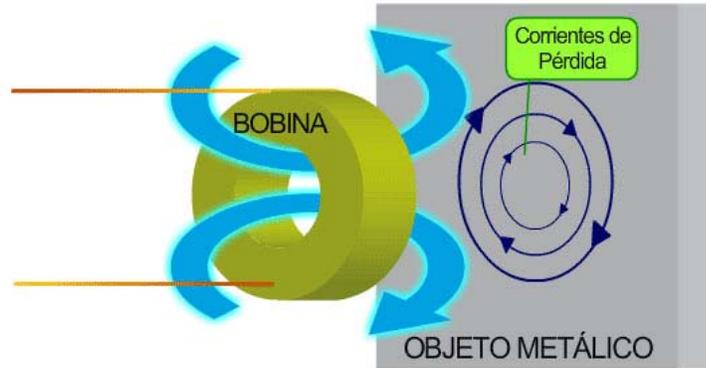


OSCILADOR

CON OBJETO



OSCILADOR



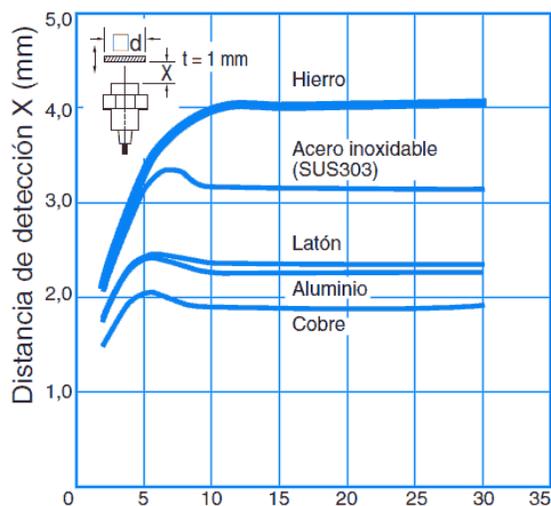
Podemos ver el diagrama y/o en la simulación que cuando el objeto metálico está lejos del campo magnético, no se producen corrientes de pérdida. Por lo tanto, no se absorbe energía y no se afecta al circuito oscilador. La amplitud, entonces, será la máxima.

Cuando el metal se acerca al sensor, el circuito electrónico mide como afecta el material cercano al campo magnético, que se traduce en que baja la amplitud de la onda senoidal del oscilador interno.



DISTANCIA DE DETECCIÓN EN FUNCIÓN DEL MATERIAL

Como vimos, cuando el campo magnético se acerca al metal, comienzan a generarse corrientes de pérdidas, las cuales absorben energía del campo.



La intensidad de las corrientes de pérdida depende del material metálico. Por ejemplo, para el mismo campo magnético y a la misma distancia del sensor, en el hierro se producen corrientes de pérdida mucho mayores que las producidas en el aluminio.

Eso se debe a que el aluminio es un material mucho más conductor que el hierro.

Por eso para detectar aluminio se requiere acercarse más al objeto, y así generar corrientes de pérdidas más grandes, para que se absorba más energía, y por lo tanto que la amplitud del oscilador baje lo suficiente como para ser detectado.



## SENSORES BLINDADOS

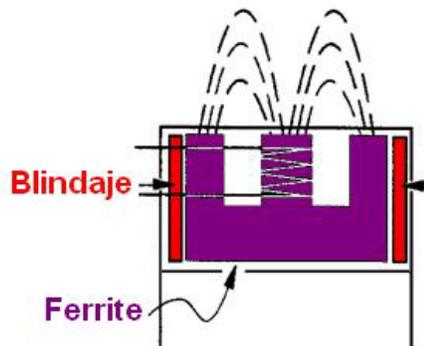


Los sensores de aplicación estándar pueden reconocerse fácilmente, **pues la tapa plástica está al ras del metal.**

En sensores de materiales especiales, como Teflón o Acero Inoxidable, debe conocerse si es blindado o no a partir de las hojas de datos.



## BLINDAJE



- Los sensores blindados tienen un agregado al núcleo, y un blindaje metálico que limita el campo magnético al frente del sensor.
- Las distancias de detección son más cortas que en los No Blindados.

Dado que su campo es bien controlado en el frente del sensor, permiten enviar una señal muy precisa y repetitiva de la posición en que se detecta el objeto. Se usan para **posicionamiento**.



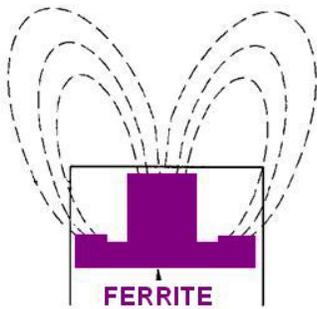
## SENSORES NO BLINDADOS



Los sensores de aplicación estándar pueden reconocerse fácilmente, pues la tapa plástica sobresale del metal.



## CAMPO AMPLIO



- Estos sensores NO tienen blindaje extra, resultando en un área de sensado mayor.
- Pueden detectar aún de costado.

Más utilizados en la **detección de presencia de objetos**.

Como los sensores no blindados tienen un área de detección más grande, su uso más frecuente es para la detección de piezas que no necesariamente van ordenadas frente al cabezal del sensor.



## SOLUCIÓN DE APLICACIONES

Ante cada aplicación es recomendable hacer el ejercicio de repasar los distintos parámetros que se especifican para un sensor:

### DISTANCIA DE SENSADO

Distancia del sensor al objeto \_\_\_\_\_ mm

### TIPO DE DETECCIÓN

\_\_\_\_ Presencia/Ausencia  
\_\_\_\_ Medición

### TIPO DE APLICACIÓN

\_\_\_\_ Posicionamiento (Precisa)  
\_\_\_\_ Detección (Amplia)

### TAMAÑO DEL OBJETO

Diámetro \_\_\_\_\_  
Alto x Ancho \_\_\_\_\_

### TIPO DE METAL DEL OBJETO

\_\_\_\_ Ferroso \_\_\_\_ No Ferroso  
Tiene que detectar todos los metales a la misma distancia  
\_\_\_\_ Si \_\_\_\_ No

### TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

Continúa \_\_\_\_\_ VDC  
Alterna \_\_\_\_\_ VAC

### TIPO DE SALIDA

Transistor \_\_\_\_ NPN \_\_\_\_ PNP  
2 Hilos \_\_\_\_ DC \_\_\_\_ AC

### TIPO DE OPERACIÓN

\_\_\_\_ NA \_\_\_\_ NC \_\_\_\_ NA+NC

### REQUERIMIENTOS DE CARGA

\_\_\_\_ miliamperes  
Corriente de Pérdida \_\_\_\_\_  
Caída de tensión \_\_\_\_\_

### PROTECCIÓN DE CIRCUITOS

\_\_\_\_ Cortocircuitos  
\_\_\_\_ Inversión de polaridad

### FORMATO DEL SENSOR

\_\_\_\_ Cilíndrico  
Cuerpo \_\_\_\_ Corto \_\_\_\_ Largo  
Diámetro \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_ Rectangular  
\_\_\_\_ Límite de carrera

### MOVIMIENTO DEL OBJETO

¿Cómo se acerca el objeto al área de sensado?  
\_\_\_\_ Atravesando el área del sensor  
\_\_\_\_ Hacia el sensor

### CONEXIONES ELÉCTRICAS

\_\_\_\_ Precableado  
\_\_\_\_ Conector para servicio rápido  
\_\_\_\_ Agujero de conexión eléctrica

### TIEMPO DE RESPUESTA

\_\_\_\_ Operaciones por seg

### INTERFERENCIA MUTUA

¿Hay otros sensores en la cercanía?  
Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_  
Distancia al otro sensor \_\_\_\_\_

### REQUERIMIENTOS DE MONTAJE

Tipo de soporte requerido \_\_\_\_\_  
Espacio para montar el sensor \_\_\_\_\_

### TEMPERATURA AMBIENTE

Temp \_\_\_\_\_

### AMBIENTE

¿Está el ambiente sucio con:  
\_\_\_\_ Polvo \_\_\_\_ Aceite  
\_\_\_\_ Condensación/Humedad  
Grado Protección IP \_\_\_\_\_