



# Cómo funciona un Transductor

---

Un **transductor** es un dispositivo básico en los sistemas de controles de dispositivos electrónicos o eléctricos. Convierte una manifestación de energía de entrada en otra distinta de salida.

## ¿Qué se entiende por transductor?

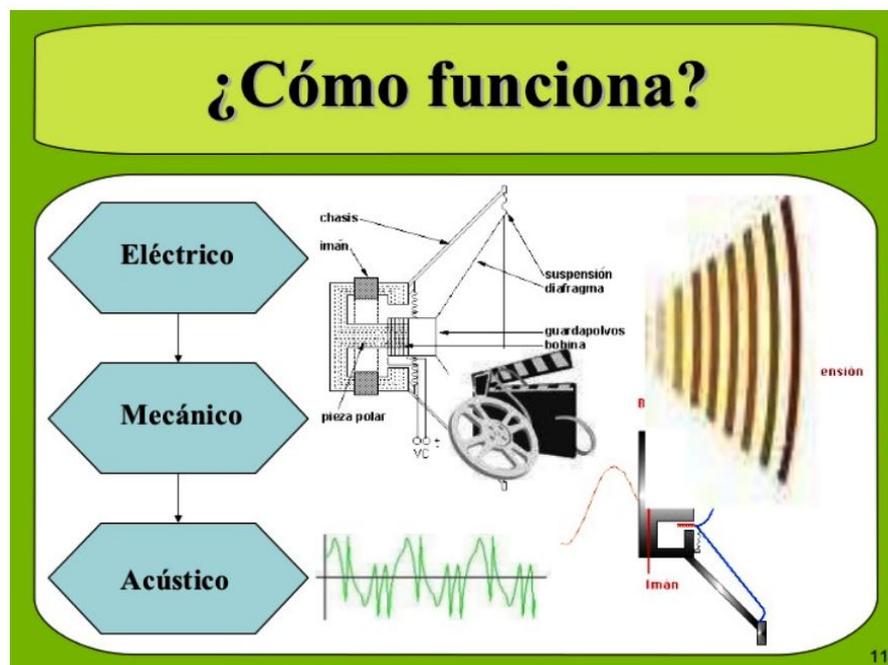
Los **transductores** son dispositivos capaces de transformar o convertir un tipo de energía entrante en un tipo distinto de energía a la salida. Las energías de entradas más generales son luz, sonido, calor y las convierte en una energía adecuada para poder ser trabajada en el sistema.

El objetivo principal de un transductor es **convertir una manifestación de energía entrante en otro tipo de energía de salida**. Por lo tanto, según sea el **tipo de transductor** se va a lograr un determinado cambio en la energía con la que se trabaja, proceso que será de utilidad de acuerdo con el tipo de objetivo o dispositivo en el que se incorpora el transductor.

En términos generales, el **transductor** se usa principalmente en la medicina, industria, agricultura, aeronáutica y robótica. Con su acción se obtienen datos de entornos físicos y químicos para acceder a señales o impulsos eléctricos.

## Funcionamiento de un transductor

De acuerdo con el **tipo de transductor** se explica el funcionamiento de este dispositivo, ya que puede ser electromecánico, transformar las señales eléctricas en mecánicas o viceversa.



En ese orden de ideas, lo que hace el transductor es transformar o convertir alguna manifestación de energía de entrada, para que al momento en que se dé su salida, esa energía sea diferente, pero útil para algún fin. Los valores son muy pequeños si se piensa en términos relativos y en comparación con un generador.

## Parámetros de funcionamiento del transductor

- ❖ **Exactitud** – Debe ser tan alta como sea posible. En otras palabras, alude al valor verdadero de la variable que se va a detectar sin errores sistemáticos en la medición (negativos o positivos).
- ❖ **Precisión** – Tiene que ser tan alta como sea posible. Se refiere a que hay o no una variación aleatoria pequeña al medir una variable.
- ❖ **Rango de funcionamiento** – El sensor debe contar con un rango amplio, ser exacto y preciso.
- ❖ **Velocidad de respuesta** – El transductor tiene que ser capaz de responder a los cambios en la variable que se detecta por un tiempo mínimo. Si se trata de algo ideal, la respuesta tiene que ser instantánea.
- ❖ **Calibración** – Debe ser muy fácil de calibrar, tanto porque sean fáciles los pasos por aplicar, como ser pocas las veces que requiera de calibración.
- ❖ **Fiabilidad** – Lograr una alta fiabilidad y no estar sujeto a fallos frecuentes.

## Clases de transductores

La clasificación general de estos dispositivos permite identificar dos grandes grupos:

- **Sensores** – Son los que detectan formas de energía como el caso de la luz o fuerza, para convertirlas en una salida con datos legibles para un sistema electrónico. De este modo, transforman un impacto físico en una señal de salida. Por ejemplo, un termistor opera como un **sensor de la temperatura** por resistencia, son dispositivos utilizados para medir temperatura. Otro ejemplo son los **sensores de velocidad** que se encargan de la medición de la corriente generada por una bobina, que es proporcional a la velocidad del movimiento.
- **Actuadores** – Reciben también una entrada y generan una salida, pero en este caso funcionan en el sentido opuesto de un sensor. En otras palabras, un actuador es un transductor que recibe información y produce una salida, que es consistente con una forma de energía física.

# Tipos de transductores

Estos se clasifican según la energía de entrada y de salida:

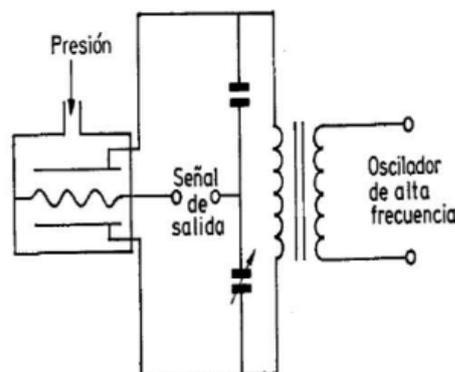
- ❖ **Transductor electromagnético** – Transforma energía eléctrica en energía magnética o viceversa. Ejemplos: un electroimán.
- ❖ **Transductores capacitivos** – Se usan como un elemento de medición en la industria, para así medir la presión con una alta precisión. Generalmente se emplean en tuberías y tanques.

El **transductor capacitivo** es un dispositivo en el que se hace que la capacitancia cambie si se aplica un estímulo. Los transductores capacitivos son instrumentos utilizados para medir la presión que existe tanto en tuberías como tanques. Son elementos electromecánicos, es decir, están compuestos por una parte eléctrica y otra mecánica.

La parte mecánica utiliza la presión para generar un desplazamiento de un elemento elástico. Este desplazamiento es utilizado por algún elemento para generar cambios en energía eléctrica proporcionales a la presión.

## Transductores Capacitivos

- Se basan en la variación de capacidad que se produce en un condensador al desplazarse una de sus placas por la aplicación de presión. La placa móvil tiene forma de diafragma y se encuentra situada entre dos placas fijas.
- Pueden ser de dos tipos:
  - Capacidad fija
  - Capacidad variable



Con frecuencia los **transductores capacitivos** se usan para la detección de desplazamientos mecánicos si se mueve una o ambas placas del capacitor. En caso todas las variedades, va a usar una placa fija y una móvil, que va a cambiar la posición según la influencia del estímulo.

Los **capacitores** están compuestos de dos placas. Dependiendo el tamaño, y lo que haya entre ellos y la distancia entre placas, dependerá la capacidad de almacenamiento de ambos. Por lo que, si se produce un desplazamiento entre ambas placas, la capacidad variará. Este desplazamiento entre las distancias se puede producir por el movimiento del elemento elástico que se generara por la presión.

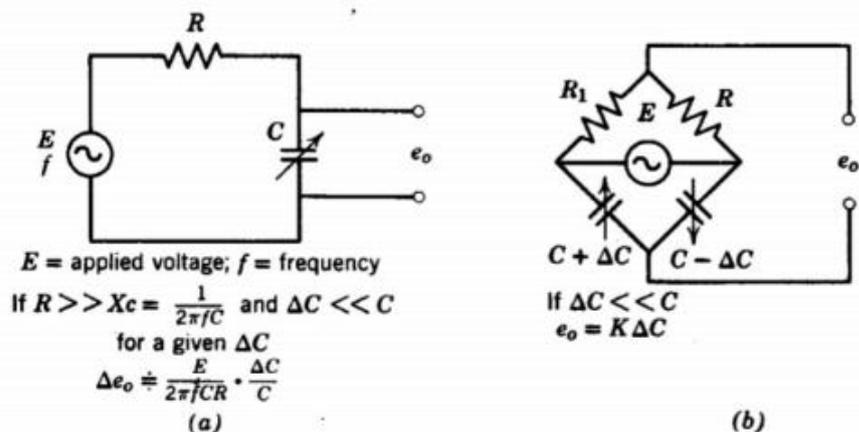
Luego esta variación en la capacidad del capacitor será proporcional a la presión medida.

El **funcionamiento del transductor capacitivo** se centra en la medición de la presión a través de un diafragma metálico para constituir una de las armaduras de un condensador. Todo cambio en la presión ocasiona que varíe la separación entre el diafragma y la otra placa, por tanto, se va a dar una modificación de la forma y capacidad del condensador, la cual es posible medir con un montaje tipo puente de Wheatstone.

A partir de lo anterior, se entiende que son un dispositivo capaz de detectar cambios en las dimensiones sin estar en contacto con el objeto que está en movimiento. Por tal motivo, un transductor capacitivo se emplea con frecuencia en los detectores de proximidad, están libres de fricciones, cargas y errores de histéresis.

Finalmente, el **transductor capacitivo** no va a depender de la conductividad de las placas, razón por la que los errores a causa de la temperatura son pequeños o ausentes, pues las dimensiones de las placas casi que no dependen de la temperatura o variación constante dieléctrica del aire como consecuencia de la temperatura, pues es muy pequeña.

En un **transductor capacitivo** se usa el siguiente circuito para la detección de cambio en su capacitancia.



Las características de los **transductores capacitivos** es que son elementos con la capacidad de detectar los cambios en las dimensiones sin que sea necesario estar en contacto con el elemento que se encuentre en movimiento. Por ese motivo, los transductores capacitivos se llaman con frecuencia **detectores de proximidad**, resaltando que van a estar libres de cargas, fricciones o errores de histéresis.

Además de lo anterior, la **capacitancia** no va a depender de la conductividad de las placas. Por ende, los errores como consecuencia de la temperatura son pequeños en extremo o no existen, pues las dimensiones de las placas no van a depender de la temperatura y de la variación de la constante dieléctrica del aire si la temperatura es muy pequeña.

Entre las aplicaciones de los **transductores capacitivos** se encuentran:

- Su uso para la medición de eventos fisiológicos, en particular la medición de la presión sanguínea.
  - Determinar el volumen de un impulso que es generado por el corazón en el fluido sanguíneo.
  - Es poco usual, pero se emplea el principio de cambio en la capacitancia del transductor en su propiedad dieléctrica de los tejidos para que sean, en sí mismos, un capacitor.
- ❖ **Transductores de temperatura** – Transforma una medición de temperatura en corriente eléctrica. Generalmente son resistencias que varían con la temperatura.
- ❖ **Transductores magnéticos** – Son un dispositivo electromecánico con el que se mide la presión que está contenido en cualquier lugar. Tienen una parte mecánica elástica y un transductor eléctrico para generar una señal.

Los **transductores magnéticos** son un tipo de dispositivos **electromecánico** que cuenta con la capacidad de medir la presión que en un lugar se contiene. Los elementos electromecánicos tienen una parte mecánica elástica y un transductor eléctrico que genera la señal correspondiente. La parte mecánica puede ser un espiral, un tubo de Bourdon, que transforman la presión en un mecanismo de fuerza.

La parte del **transductor eléctrico** depende del instrumento que sea. Entre estos encontramos el **transductor magnético**. Existen además dos tipos de transductores magnéticos según el funcionamiento.

Su objetivo principal es la **detección de las variaciones en un campo magnético como respuesta para un cambio de magnitud física**. Por lo general son dispositivos que se usan como sensores de velocidad, posición y corriente eléctrica. Finalmente, se caracterizan por su posibilidad para una conmutación a distancias grandes, pero con equipos de una dimensión pequeña.

Un **transductor magnético** tiene por función detectar las variaciones en un campo magnético como respuesta a una variación en una magnitud física. Su principio de funcionamiento se da con base en el efecto **Hall**, así que también se conocen como sensores de **Efecto Hall**.

Para su funcionamiento se requiere que sean dispositivos de estado sólido, sin partes móviles, compatibles con circuitos analógicos y digitales, con un margen de temperatura amplio, gran repetibilidad y una frecuencia de funcionamiento que es relativamente alta.

Respecto al **Efecto Hall**, se describe como una consecuencia de la fuerza ejercida en una carga eléctrica en movimiento si s está sometida a una acción de un campo eléctrico y un campo magnético. En caso de que por muestra semiconductor circule una densidad de corriente  $J$  en perpendicular al campo magnético  $B$ , se va a dar una aparición de un campo eléctrico normal según el plano determinado por  $B$  y  $J$ . La conclusión principal del **efecto Hall es que se puede utilizar para determinar características del semiconductor**.

Los transductores magnéticos pueden tener dos tipos de funcionamientos distintos, pero los dos funcionan a base del movimiento del elemento mecánico haciendo variar un campo magnético.

- Transductores de inductancia variable.
- Transductores de reluctancia variable.

Los **transductores de inductancia variables** funcionan con el desplazamiento del elemento mecánico que hace que se introduzca en una bobina un núcleo que aumentara de forma proporcional la inductancia de la bobina con respecto a la presión.

Este presenta algunas ventajas como ser:

- En la medición no se producen pérdidas por rozamiento.
- Se obtiene una respuesta lineal.
- Son pequeños y de construcción robusta.

Los **transductores de reluctancia variable** consisten en un imán permanente que crea un campo magnético constante. El movimiento del elemento mecánico hace mover una armadura que están en el trayecto del campo magnético. El movimiento de esta armadura hace variar el flujo magnético, lo que produce una tensión en una bobina, proporcional al desplazamiento de la armadura y por lo tanto a la presión. Las ventajas de este instrumento son:

- No existen pérdidas por rozamientos.
- Son sensibles a las vibraciones.
- Sensibles a temperaturas.

Las **ventajas** de esta clase de dispositivo son:

- Su salida alta.
- Baja histéresis porque no hay roce.
- Respuesta lineal.
- No requieren de ajustes críticos para el montaje.
- Construcción robusta.

Las **desventajas** son:

- Se van a excitar tan sólo con corriente alterna, así que el receptor debe funcionar con corriente alterna.
- Necesitan de un gran desplazamiento del núcleo magnético.
- Son sensibles a choques y vibraciones.

Los **transductores magnéticos** sus aplicaciones se encuentran en las áreas de producción o en la industria y por lo tanto son necesarios.

- Se pueden incorporar en un tractor para trabajar en conjunto con un sensor de flujo, sensor de humedad, radas y sensor de altura de cabezal.
- En la industria automotriz para medir velocidades de rotación o para la detección de la posición de un elemento determinado.
- En las alarmas para mantener vigilada una zona. Se emplean en especial en ventanas o puertas.

❖ **Transductores fotoeléctricos** – Transforman luz en energía eléctrica o viceversa.

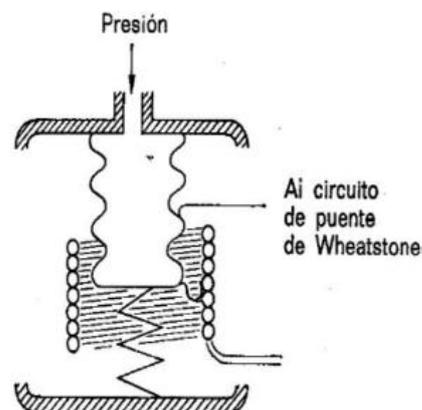
❖ **Transductores resistivos o de presión** – Se diseñan para transmitir a través de corrientes con voltaje fijado, un valor de presión que se mide por sensor, el cual casi siempre es un elemento elástico. Es resistivo porque el valor de la resistencia varía. Son muy útiles en los sistemas de controles automáticos.

Los **transductores resistivos o de presión** se utilizan para medir presiones, tanto bajas como altas y son descritos como los más sencillos y su principio de funcionamiento se da con base a la variación de la resistencia que se produce en una resistencia bobinada según sea la posición de un cursor, que va desplazándose a modo de **potenciómetro** de acuerdo con la presión aplicada.

De este modo, mediante corrientes con un voltaje determinado el valor de presión medido por el sensor, que generalmente es un elemento elástico, se calcula el valor de la presión. Es resistivo ya que se varía el valor de una resistencia.

## Transductores Resistivos

- En este tipo de Transductores se aprovecha un cambio de resistencia (del sensor o del circuito en que esta) para medir la presión del sistema.
- Para esto el puente de Wheatstone es muy utilizado.



En el caso de un **transductor resistivo de presión** permite **medir la presión que tiene determinado fluido** que puede estar en un tanque o pasar por una tubería. Además con este dispositivo tenemos la posibilidad de transmitir el valor a largas distancias mediante **corriente eléctrica**.

El **transductor resistivo de presión** es uno de los transmisores eléctricos más sencillos tanto en su composición como su funcionamiento. Consiste en un **elemento elástico**, que puede ser un tubo bourdon o cápsula, que al desplazarse debido a la presión que se mide, hace variar la resistencia óhmica de un **potenciómetro**.

Existen varios tipos de **potenciómetros** dependiendo del material y cómo sea la resistencia. Pueden ser de grafito, de resistencia bobinada, de película mecánica y de plástico moldeado.

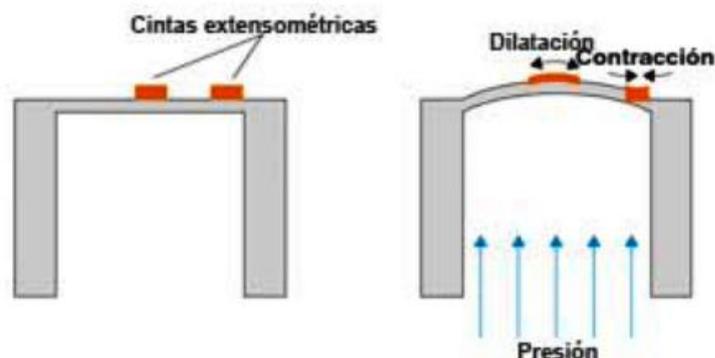
En cuanto a la señal de salida del transductor resistivo hay que mencionar que es muy potente, razón por la que no se requiere de una etapa de amplificación en su salida. De todos modos, son insensibles a variaciones pequeñas del cursor y son sensibles a las vibraciones. No suelen ser muy estables.

En cuanto al principio de medida del **transductor resistivo o de presión** ocurre a partir de la resistencia inducida por una deformación según la presión. Esa resistencia del conductor eléctrico se define por la ecuación:

$$R = p \cdot \frac{l}{A}$$

$R$  = resistencia eléctrica  
 $p$  = resistencia específica  
 $l$  = longitud  
 $A$  = superficie de sección

Respecto a la tracción del conductor, va a ir aumentando la longitud y reducir la superficie de sección con una consecuencia que aumenta la resistencia eléctrica, pues la resistencia específica va a permanecer constante. Con una deformación que se provoca por contracción se presenta un efecto contrario. Para que se dé el principio se usa un cuerpo base el cual se deforma de modo controlado al ser sometido a presión.



Entre las aplicaciones del transductor resistivos se encuentran:

- Para solucionar problemas de medida, en particular de presión.
- Medidas de posición y de desplazamientos.
- Medidas de otras magnitudes físicas: aceleración, fuerzas, velocidad angular o presión.
- En procedimientos o investigaciones biomédicas.

❖ **Transductores de fuerza** – Perciben una deformación causada por una fuerza y la transforman en una señal eléctrica.

## Partes del transductor

En los casos que un **transductor** proporciona una señal eléctrica en su salida, las partes son:

- El sensor que está en contacto con la magnitud física.
- Mecanismos auxiliares.
- El captador para proporcionar una señal eléctrica determinada.
- El preamplificador o acondicionador de la señal.

## Aplicaciones de los transductores

La **rama de aplicación** de los **transductores** es extremadamente amplia. Desde medicina, por ejemplo en máquinas sonogramas, hasta en música, como en micrófonos o amplificadores de sonido.

Al poder transformar una energía en otra, es posible **acoplar sistemas de distintos tipos de energía**. Por ejemplo asociar un circuito eléctrico con sonido a un micrófono.

- En un micrófono al usar un transductor electroacústicos con el que se convierte la energía acústica en energía eléctrica.
- En un altavoz con un transductor electroacústicos.
- Una cámara digital como un transductor fotoeléctrico.
- Una pantalla de ordenador con un transductor fotoeléctrico.
- Los teclados más comunes al transformar los impulsos de los dedos en un código.
- El sistema de alamar de un automóvil.
- Un ventilador que convierte la energía eléctrica en mecánica.
- Una estufa doméstica que transforma la energía eléctrica en térmica.

## Ejemplos de cómo funciona un transductor

- **Bombilla de luz** – Requiere de energía eléctrica, la cual convierte en luz y calor como energía.
- **Calentador eléctrico** – Funciona con el agua que se distribuye en el baño y en este caso según sea el modelo, va a convertir la energía eléctrica en térmica.
- **Termopar** – Convierte la energía térmica en energía eléctrica gracias a la unión de dos alambres que son de distinto material.