

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

Sensores

En las Aplicaciones automatizadas, en común tener la necesidad de detección de un objeto o sustancia y medición de magnitudes Físicas, para poder introducir esa información en un sistema que pueda tomar decisiones, en base a una determinada lógica creada para resolver la aplicación.

Los Sensores son los encargados de proveer las detecciones o mediciones, mediante distintos principios de funcionamientos internos de cada uno.

Sensores en el campo Digital

Estos Sensores aplican una tensión constante sobre el sistema que toma decisiones, en cuanto se produce la detección de un objeto o sustancia.

Dentro de la diversidad de sensores que existen en la práctica, podemos mencionar algunos en orden creciente de dificultad de sensado y de aplicación, tomando en cuenta los siguientes aspectos :

- Descripción física
- Principio de funcionamiento
- Conexionado
- Introducción en lógica cableada y programada

Finales de carrera

- Descripción física

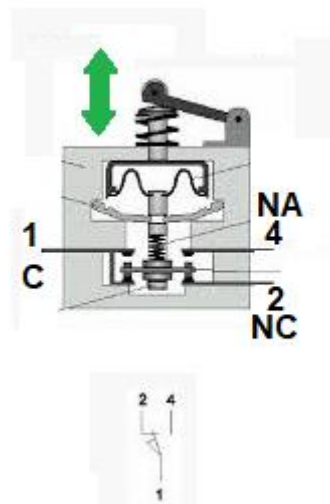
Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



- **Principio de funcionamiento y Conexionado**

La acción de una fuerza provocada por el desplazamiento de un objeto físico, mueve un eje que cambia de estado contactos eléctricos

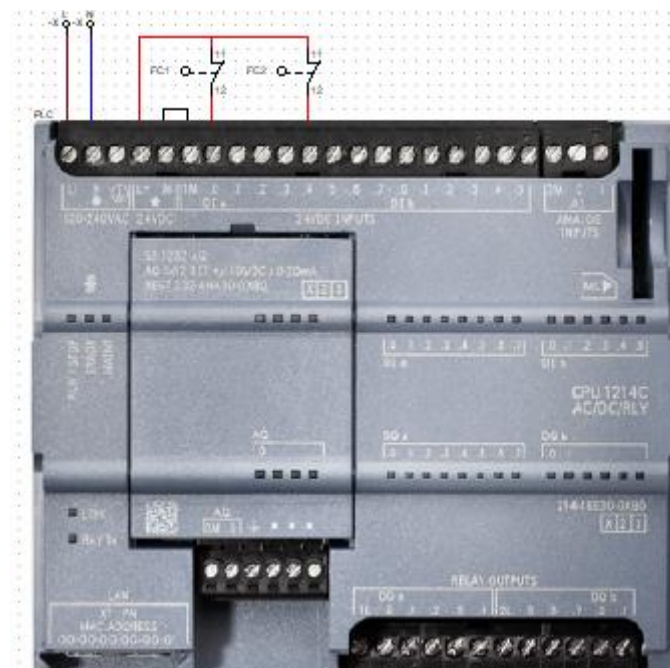
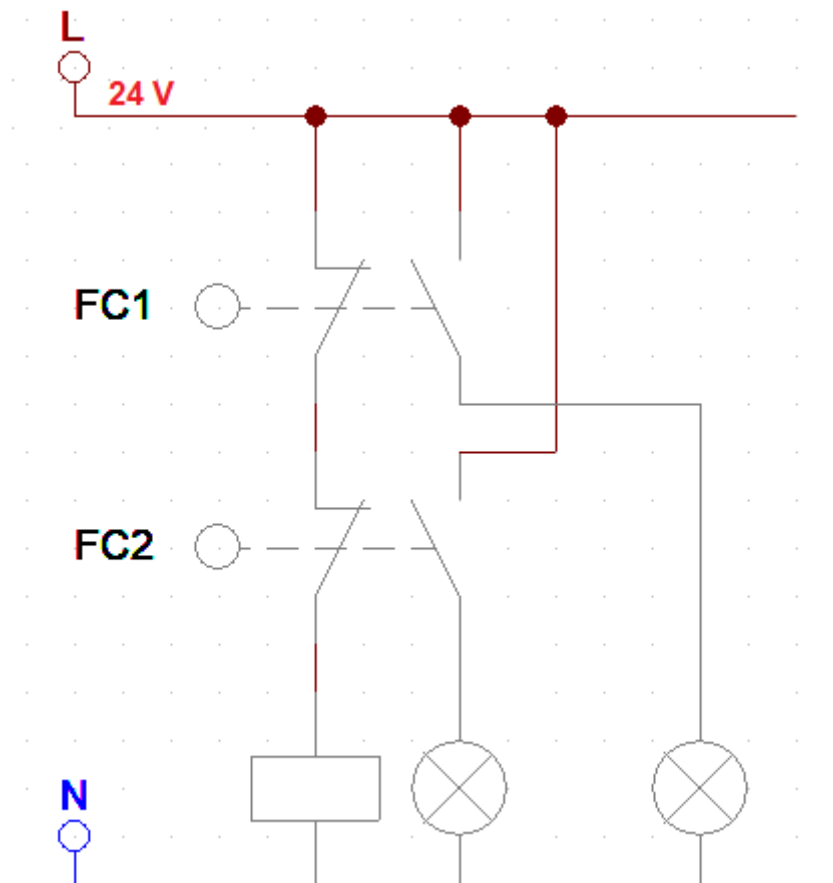


- **Introducción en lógica cableada y programada**

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

Se los vincula directamente en una rama de la lógica cableada en serie o paralelo o bien se lo vincula en un dispositivo con programación para la activación de una entrada digital.

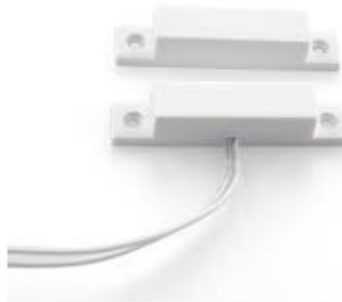


Interruptor Magnético

Introducción a los Sensores

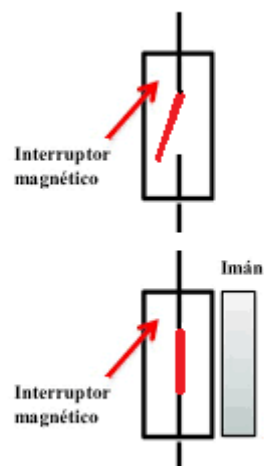
Profesor José Gabriele

- **Descripción física**

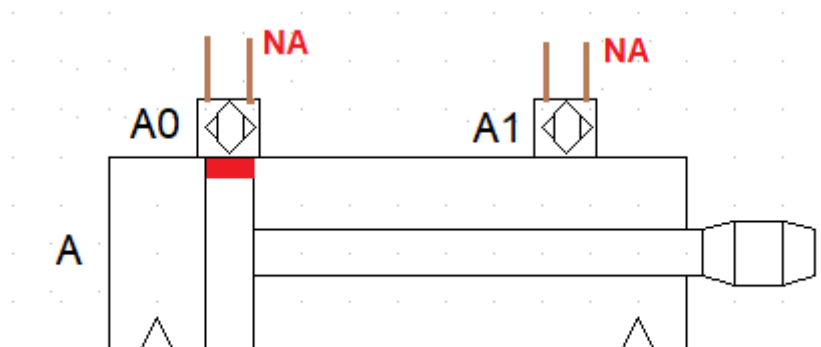


- **Principio de funcionamiento y Conexionado**

La Acción de un imán permanente, atrae a un eje, que logra cambiar el estado de contactos eléctricos.

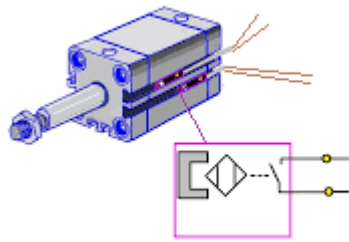


Pueden estar aplicados a piezas que se desplazan en un recorrido y en ese desplazamiento cierran o abren contactos magnéticamente, como por ejemplo en los recorridos de los cilindros neumáticos

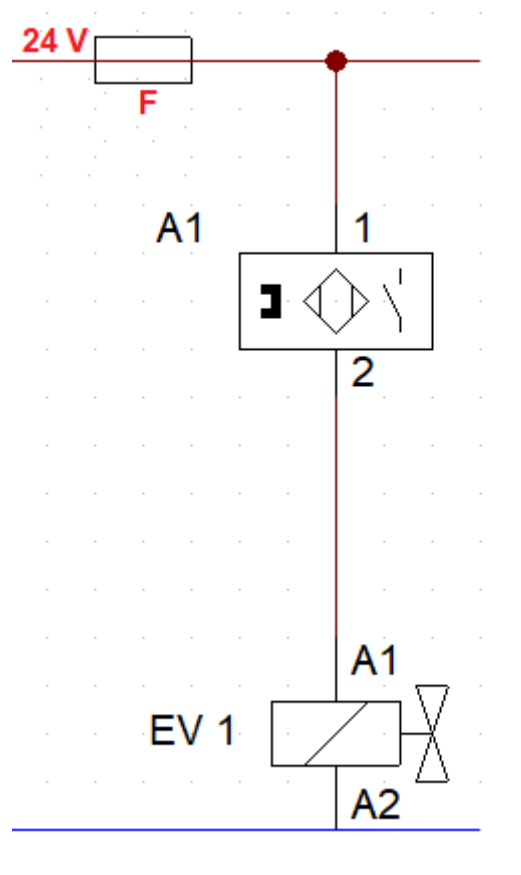


Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

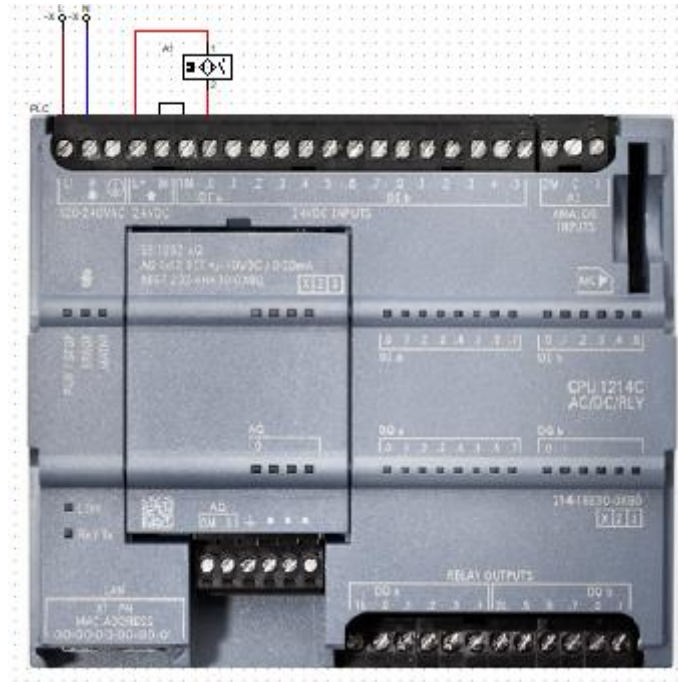


- Introducción en lógica cableada y programada



Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



Sensor Inductivo

- Descripción física

Su Cuerpo esta roscado , típicamente con un diámetro que puede variar entre los 6 y los 20 mm, con dos tuercas de fijación.



Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

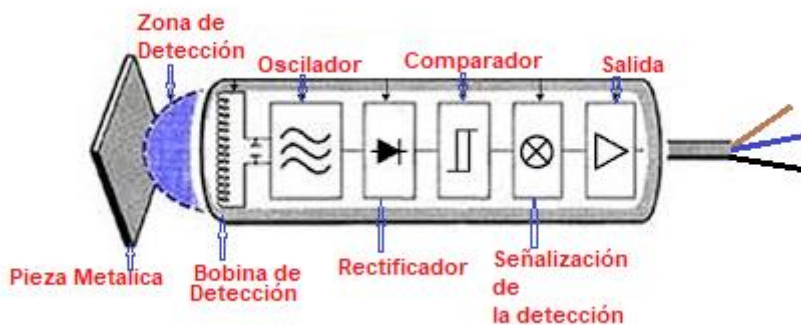
- **Principio de funcionamiento**

Una bobina de detección es conectada a un circuito interno, que consume cierta corriente. Esa corriente está determinada por la Impedancia de la Bobina, que por Ley de Ohm, es el cociente entre la tensión de aplicación de la bobina y dicha Impedancia.

Como la impedancia depende de la resistencia y de la Reactancia inductiva (XL), al acercar una pieza metálica a la zona de detección, esta logra variar la reluctancia del arrollamiento, en ese momento aumenta la reluctancia, lo que logra una disminución en la Inductancia (L) del conjunto bobina y núcleo, esto disminuye la reactancia y la impedancia, aumentando la corriente en el circuito que alimenta la bobina de detección

$$R_T = R_l + R_e \rightarrow L = \frac{N^2}{R_T} \rightarrow X_L = \omega L \rightarrow Z \sim X_L \rightarrow I = \frac{U}{Z}$$

Mediante un comparador, se registra ese nivel de aumento y polariza un transistor en la etapa de salida del sensor. Este puede ser de Tipo PNP o bien del tipo NPN.



Como la reluctancia es

$$R = \frac{L}{\mu S}$$

L es la longitud total del circuito magnético (Bobina de detección+ entrehierro + pieza metálica detectada), S es la sección de detección del sensor y en el la región de aire en el

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

entrehierro tenemos la permeabilidad del aire (1 Wb/Am) y en la pieza metálica la permeabilidad del material a sensor.

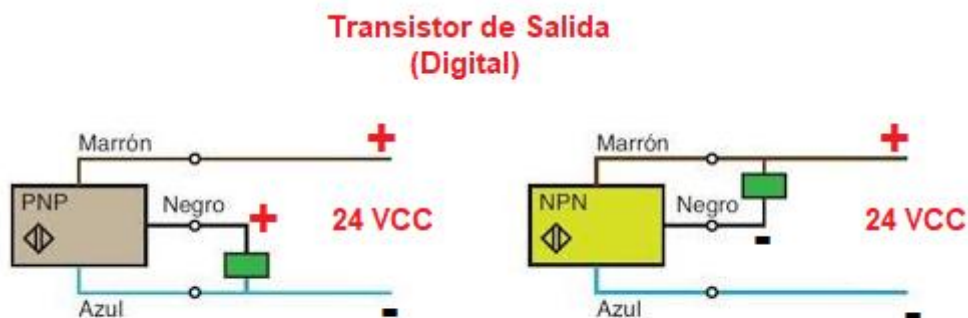
Entonces hay sumatoria de dos permeabilidades (la del aire más la de la pieza metálica a sensor), cuando la distancia es apta para la detección, se logra el valor de reluctancia total para disparar el sensor.

Entonces la detección depende de la distancia y de la permeabilidad magnética de la pieza metálica a sensor. En el acero por ejemplo la distancia de detección es de 6 mm. En líneas generales las distancias de detección o Conmutación van de 0,5 a 50 mm.

La frecuencia de conmutación suele ser alta, para detectan piezas que pasan por la detección , desde varios cientos hasta varios miles de veces por segundo.

Si los sensores inductivos son enrazados, la pantalla de protección exterior se extiende hasta la finalización de la bobina de detección, permitiendo que no haya influencia de reluctancia de piezas metálicas del entorno adyacente que rodea al sensor. Si no es enrazado, los metales que rodean al sensor deben estar a un mínimo de 3 veces la distancia de detección.

- **Conexionado**

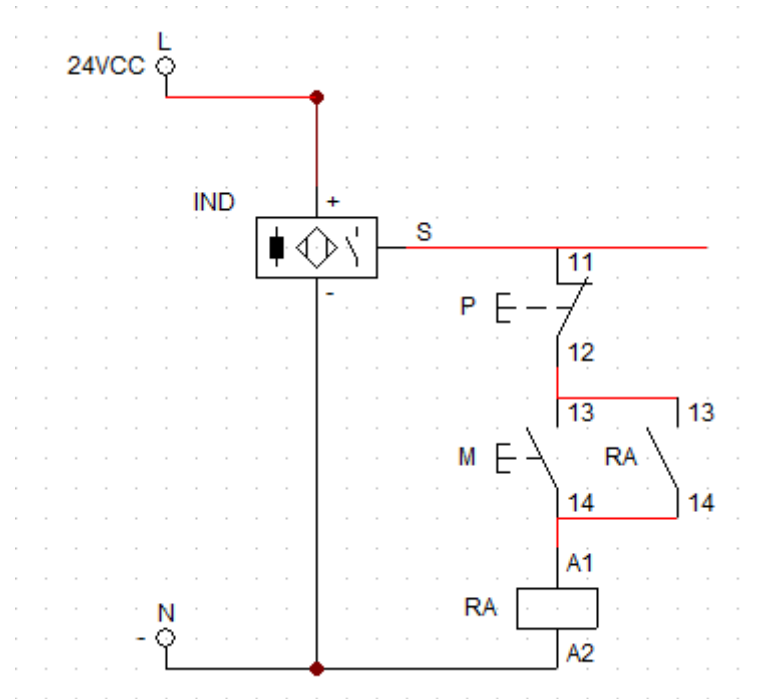


- **Introducción en lógica cableada y programada**

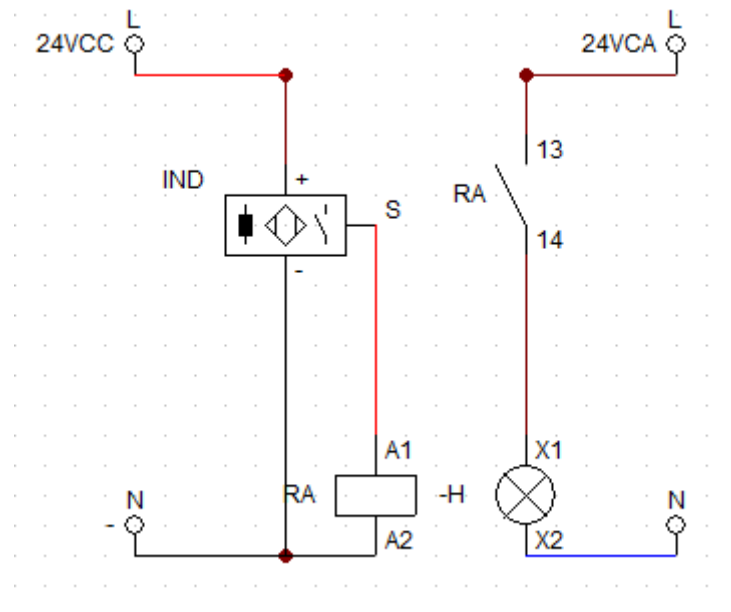
Con Lógica Cableada en 24 VCC , el sensor se puede integrar en la lógica general del esquema de mando o comando

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



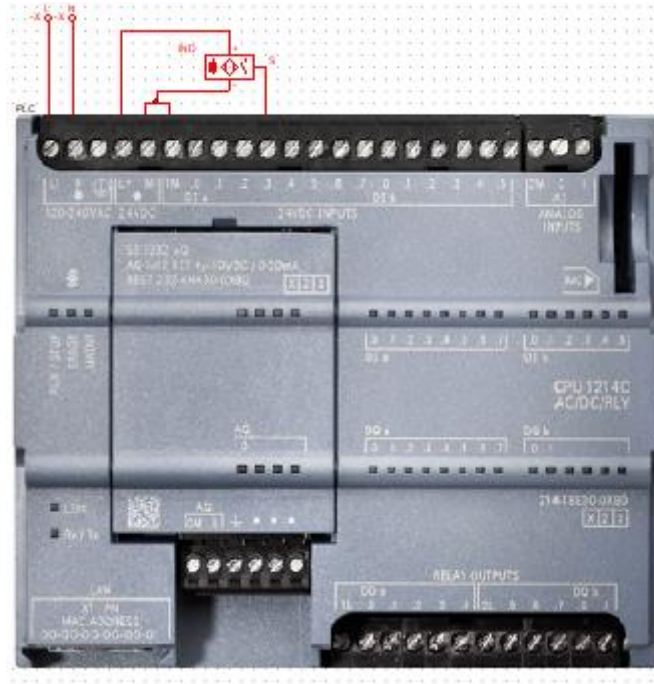
Con Lógica Cableada en 24 VCA , el sensor habilita un relé auxiliar de 24 VCC y los contactos libre de potencial de este relé , se introducen en la lógica de control cableada.



En el cableado de una entrada digital de un dispositivo programable, se toma la alimentación de 24 VCC que provea el dispositivo para alimentación de sensores o bien se usa una fuente de 24 VCC externa (con las masa vinculada a la del sistema programable) y luego la salida de detección se la conecta a una entrada digital. Hay que indicar en el dispositivo programable, que configuración de entradas necesitamos, de acuerdo a las salidas de los sensores (PNP o NPN)

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

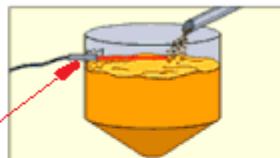


Sensor Capacitivo

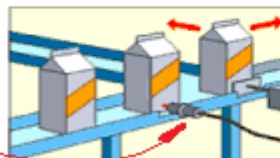
- Descripción física



Sensor Capacitivo



Control de nivel de
llenado de sólidos
en un recipiente



Detección de
fluidos en
contenedores

- Principio de funcionamiento

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

Un sensor capacitivo está compuesto por dos placas que proporciona el sensor dentro de su cuerpo, con una electrónica interna que permite el funcionamiento. En las placas se genera una acumulación de cargas (Q) que tiene como región de separación un material dieléctrico con cierta constante (e)

La capacidad (C) del sensor depende del área de las placas (A), de la constante dieléctrica de la región entre placas (e) y de la distancia entre placas (d)

$$C = \frac{e A}{d}$$

La tensión (U) entre las placas depende de las cargas en las placas y de la capacidad

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{C}$$

y toda vez que un material o sustancia , ingresa en la zona de detección (entre placas) , modifica el valor de la constante dieléctrica (e), este aumento , logra incrementar la capacidad , con la consecuente disminución de tensión, lo cual dispara o acciona en detección.

El sensor no reacciona en aire o vacío, en los cuales, en forma simplificada, podemos asumir una constante dieléctrica $e = 1$ (Vacío 1 y aire 1.00059)

Cuanto mayor sea el valor de la Cte. Dieléctrica (e), mejor será la detección, contrariamente, si se acerca a 1, la detección será más difícil e improbable con un sensor estándar.

Por ejemplo, la detección de alcohol, que tiene una cte. e de 20 aproximadamente, se hace satisfactoriamente, pero en papel o cartón fino la Cte. e es de 1,1 aproximadamente, con lo cual la detección es nula prácticamente con sensores estándar.

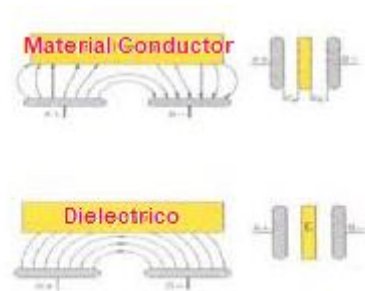
La inversa de la resistividad es la conductividad. En términos de conductividad, los sensores capacitivos reaccionan positivamente con

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

buena detección, en materiales o sustancias con valores menores a $20 \mu\text{S}/\text{cm}$.

De acuerdo a la distancia (d) que vaya adoptando la sustancia de medición o detección, también varía la Capacidad (C), logrando disparar el sensor más rápida y eficientemente, entonces cuanto menor sea la distancia (Objeto acercándose) aumenta la Capacidad, disminuyendo la Tensión (U) y accionando la salida del sensor.



- **Conexionado**

Ídem sensor Inductivo

- **Introducción en lógica cableada y programada**

Ídem sensor Inductivo

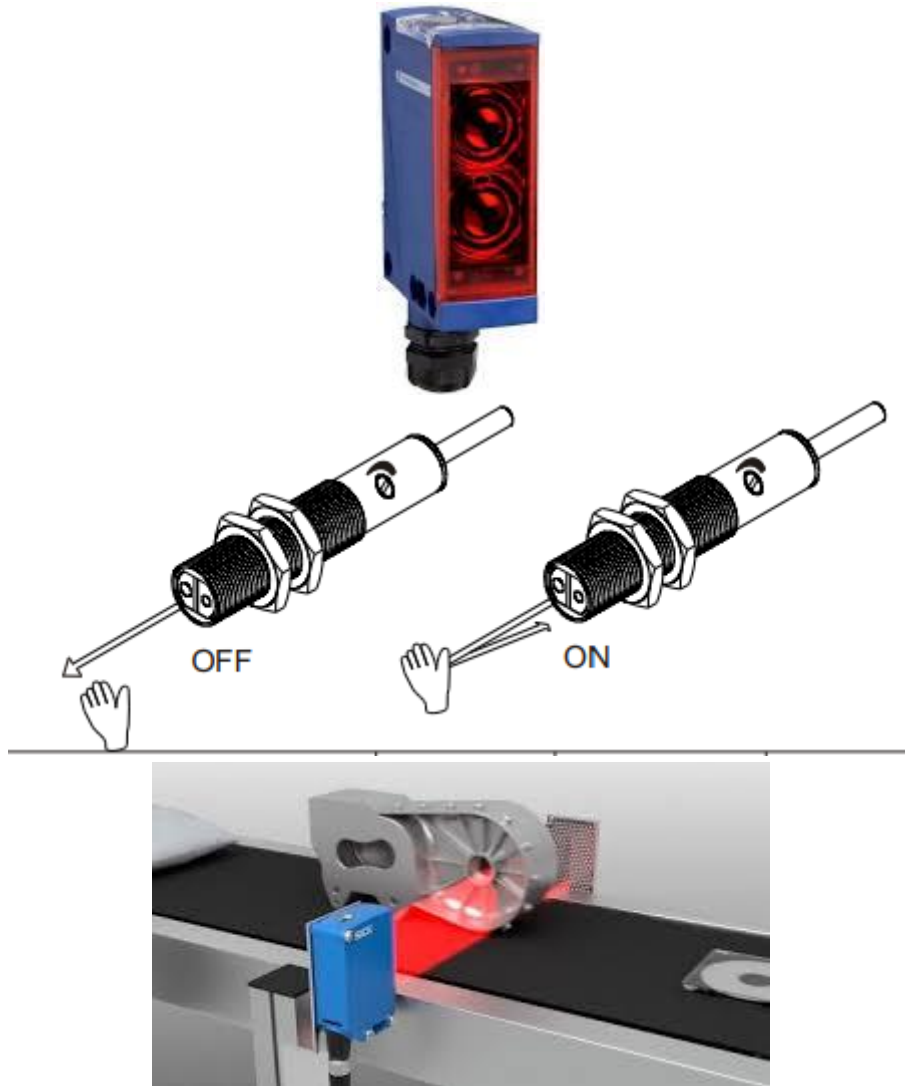
Sensores Foto Eléctricos

- **Descripción física**

Están compuestos por un dispositivo emisor y receptor de luz, dentro de una carcasa.

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



- **Principio de funcionamiento**

Estos sensores tienen un principio de funcionamiento basado en un haz de luz que puede ser visible o Infrarrojo, continuo para indicar la presencia o no de un objeto en la región delantera del sensor.

El emisor genera un el haz de luz , el cual puede actuar sobre el objeto a detectar o bien sobre una superficie de reflexión, dispuesta geométrica y estratégicamente.

El sensor registra los cambios en la cantidad de luz sobre el receptor, causada por la presencia o no del objeto a detectar.

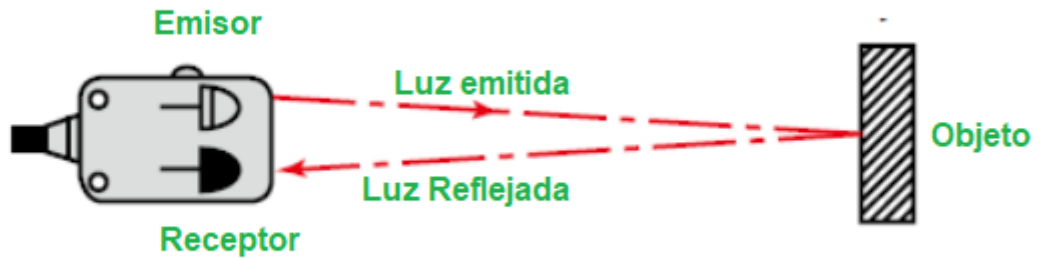
Tipos

Reflectivo

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

El Emisor y el Receptor están en la misma carcasa. El receptor registra la luz reflejada por el objeto.



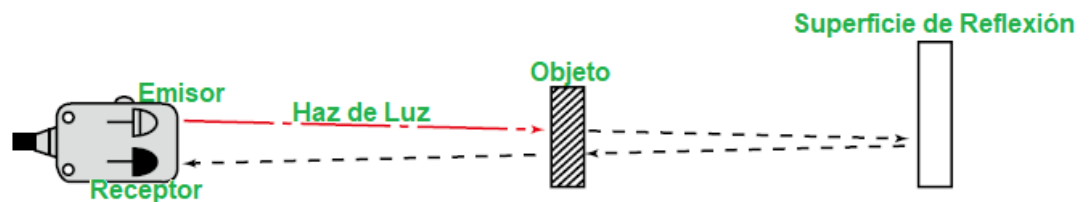
Barrera

El Emisor y el Receptor se encuentran separados y enfrentados, de tal forma que el objeto a sensor interrumpe el haz de luz entre ellos



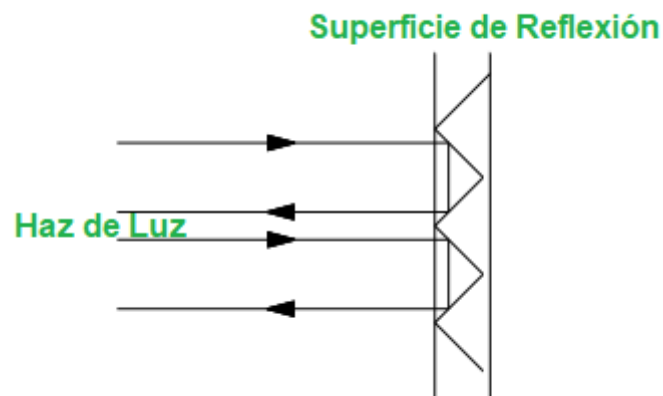
Retroreflectivo

El Emisor y el Receptor están en la misma carcasa. Sin la presencia de un objeto, el haz es devuelto al receptor, si un objeto se posiciona entre el Emisor y la superficie de reflexión dispuesta geométrica y estratégicamente, el haz se interrumpe y el sensor actúa.



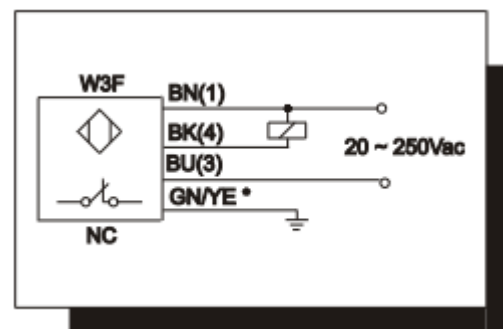
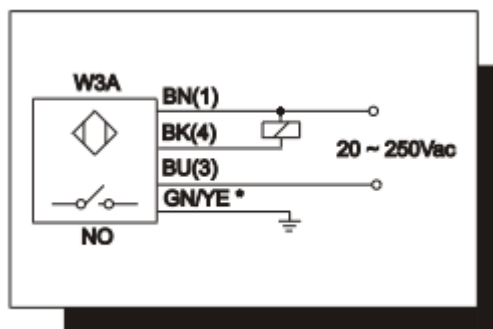
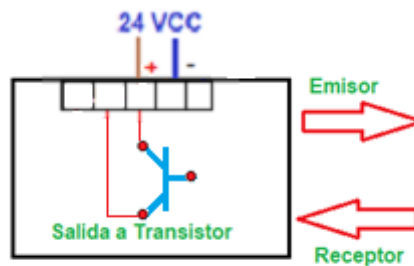
Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



- **Conexionado**

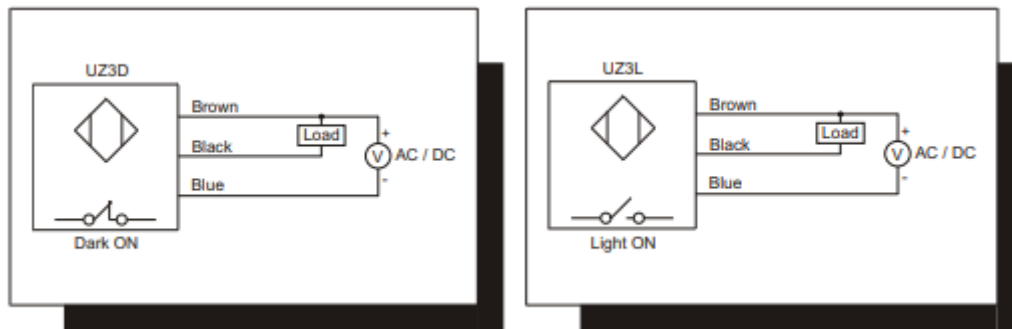
Ante el sensado de un objeto, el dispositivo actúa polarizando un transistor de salida, para dar lugar a una señal positiva o negativa, típicamente de 24 VCC. Existen también sensores para alimentación de Corriente alterna (VCA).



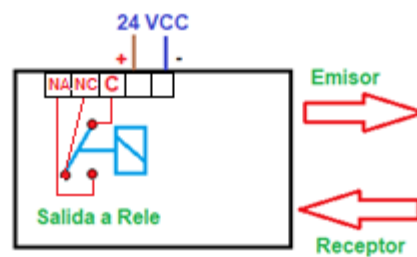
Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

3 Hilos - Salida NPN

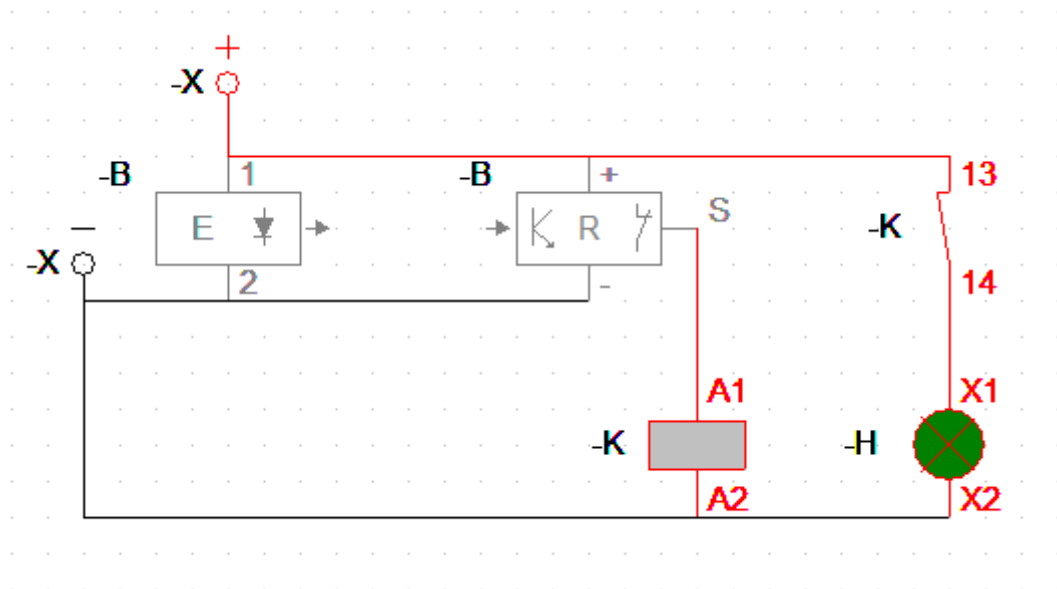
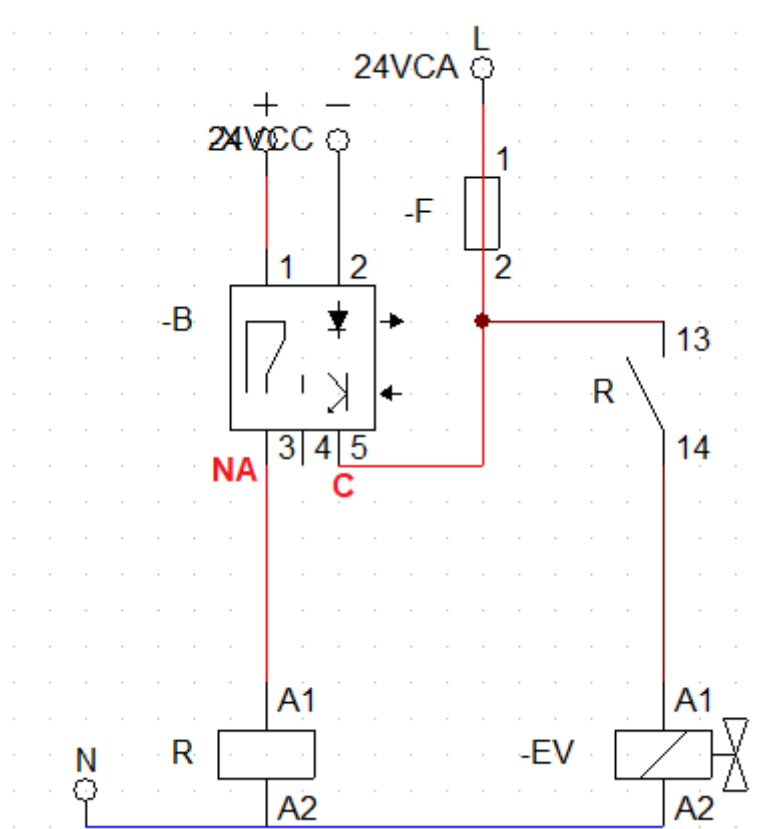


Si la electrónica interna contiene un relé de salida, podría tener un contacto seco o libre de potencial.



- Introducción en lógica cableada

Normal Abierto (NA) – Salida a Relé

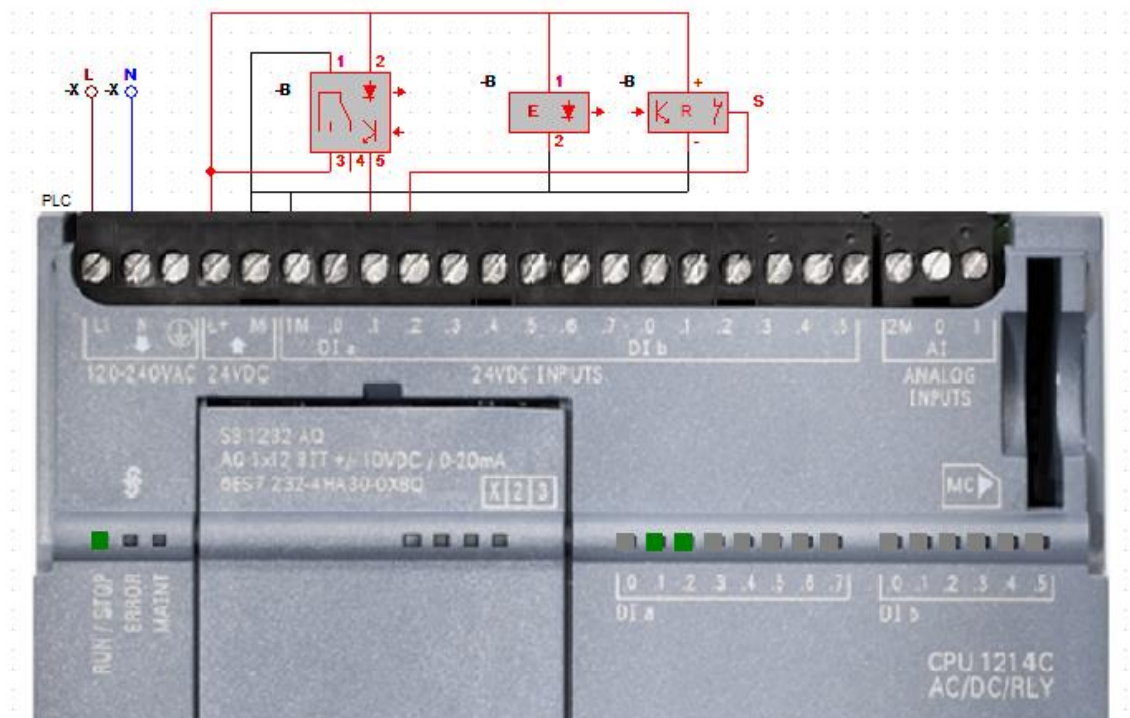


- Introducción en lógica programada

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

Normal Abierto (NA) – Salida a Relé y Normal Abierto (NA) 3 Hilos – Salida a Transistor



Sensores de color de una superficie

- Descripción física



- Principio de funcionamiento

Los sensores de Color se Utilizan para determinar colores de superficies sensadas, para separación /Selección de objetos o bien para control de calidad.

Existen dos tipos

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

- Los que emiten un Haz de luz de longitud de onda amplia
- Los que emiten tres tipos de Luz, Roja, Azul y Verde (RGB)

Las superficies se comportan absorbiendo una gama amplia de longitudes de onda (Colores) y reflejando una, ese es su color (longitud de onda reflejada visible por el ojo Humano). El blanco combinación simultanea de todos los colores reflejados por la superficie y el negro es producto de que la superficie absorbe todos los colores emitidos y no refleja ninguna longitud de onda, prácticamente.

El sensor **Emite el Haz y luego capta la luz / Longitud de onda reflejada por el objeto, y la compara con un registro que tiene guardado en su memoria** para definir el color de la superficie sensada.

Estos Sensores pueden trabajar en el **campo digital, accionando una salida a relé o a transistor**, según el color memorizado previamente a detectar o bien en el **campo Analógico entregando tensión variable según el color sensado, debido a la variación de ancho de pulso en un modulador...**

- **Conexionado digital**

Salida a Relé (NA o NC) o salida a Transistor (PNP o NPN) , igual al sensor Fotoeléctrico

- **Introducción en lógica cableada y programada**

Idem Sensor Fotoeléctrico.

Sensor Volumétrico

- **Descripción física**

Mediante Infrarrojo

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



Mediante Ultrasonido



- **Principio de funcionamiento**

Infrarrojo

Se basa en la detección de la diferencia de temperatura entre el ambiente y el cuerpo humano. Una vez cruzado un nivel determinado por la electrónica del sensor, se activa una salida digital a relé o a transistor.

Ultrasonido

Se basa en la emisión de una señal con una determinada frecuencia, en el espectro de las microondas, y la detección de la frecuencia reflejada sobre el receptor, para indicar presencia de un objeto

Mixto

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

Combina ambas tecnologías para hacer más precisa la detección y evitar falsas detecciones.

- **Conexionado**

Idem sensores digitales con salida a relé o a transistor

- **Introducción en lógica cableada y programada**

Idem sensores digitales con salida a relé o a transistor

Sensores en el campo Analógico

Estos sensores se utilizan para **medición de magnitudes físicas**, tales como por ejemplo, caudal, presión, distancia, temperatura, Etc.

En líneas generales entregan **una tensión o corriente lineal** estándar, en función de la magnitud que están midiendo.

Los valores mas comunes de salida de un sensor con respuesta analógica esta en valores de tensión de 0 a 10 V o en corriente de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA.

Los sensores con producción de tensión variable a la salida, Si contienen electrónica interna, puede **adaptar la salida para trabajar sobre una resistencia interna** de la entrada analógica con valores altos (en el orden de varias decenas de Kilo Ohm) aplicando tensiones variables entre 0 y 10 V; o bien adaptar la salida para valores de resistencia interna de una entrada analógica de bajo valor (algunas decenas o hasta pocas centenas de Ohm), para registrar corrientes circulando entre 0 y 20 mA.

Existen diversos sensores para todo tipo de mediciones ya resueltos, a modo de ejemplo veamos Algunos:

Celda de carga

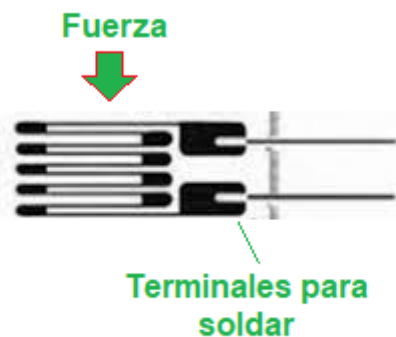
- Descripción física



- Principio de funcionamiento

Su funcionamiento se basa en la deformación de una membrana o celda con resistencias inyectadas sobre ella, cuyos valores de resistencia se modifican en función de la deformación producida por un objeto, sustancia o peso.

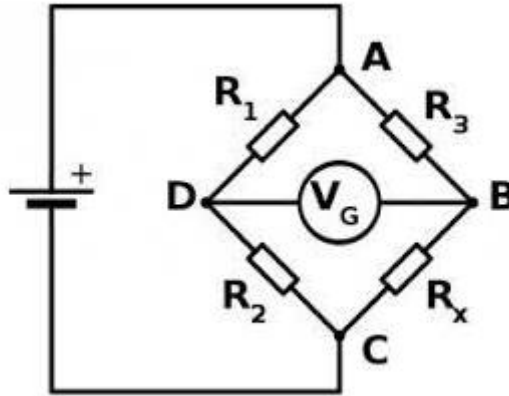
Estas membranas o celdas son galgas extensiométricas, que justamente contienen esa resistencia variable en función de la deformación.



Introducción a los Sensores

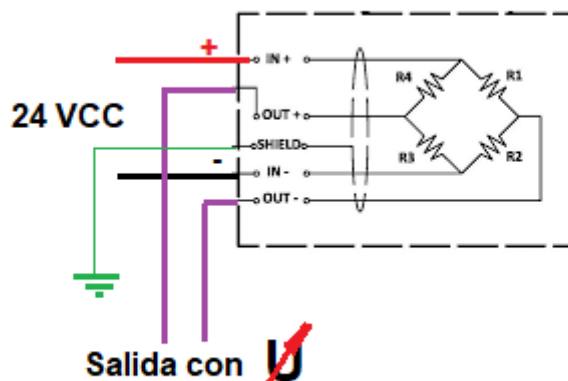
Profesor José Gabriele

Por lo general estas resistencias se incorporan en un circuito eléctrico / Electrónico como parte de un puente Wheatstone , o potenciómetro , el cual emite una tensión variable, en función del valor de resistencia, es decir en función de la deformación.



Se introduce Rx como parte del sistema de deformación con las galgas extensiométricas. Se produce una $U_g=0$ cuando el puente está en equilibrio $R_3/R_1 = R_x/R_2$ en un valor conocido estable de Rx. Al producirse deformación de la celda, se modifica el valor de la tensión de salida, que es aportado a un circuito de amplificación con el cual se aporta señal de salida del sensor.

- **Conexionado**

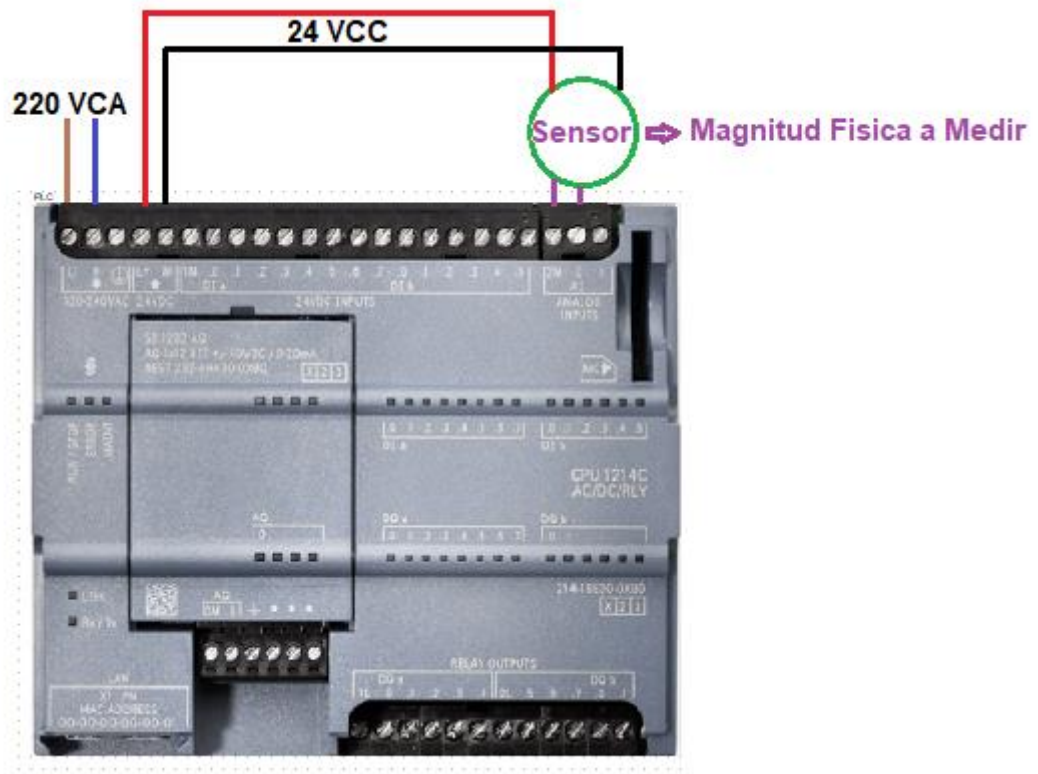


La tensión variable, por lo general, se aplica en una entrada analógica de un dispositivo que puede tomar decisiones en función del valor medido o a un circuito de control o de visualización del valor medido.

- **Introducción en lógica programada**

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



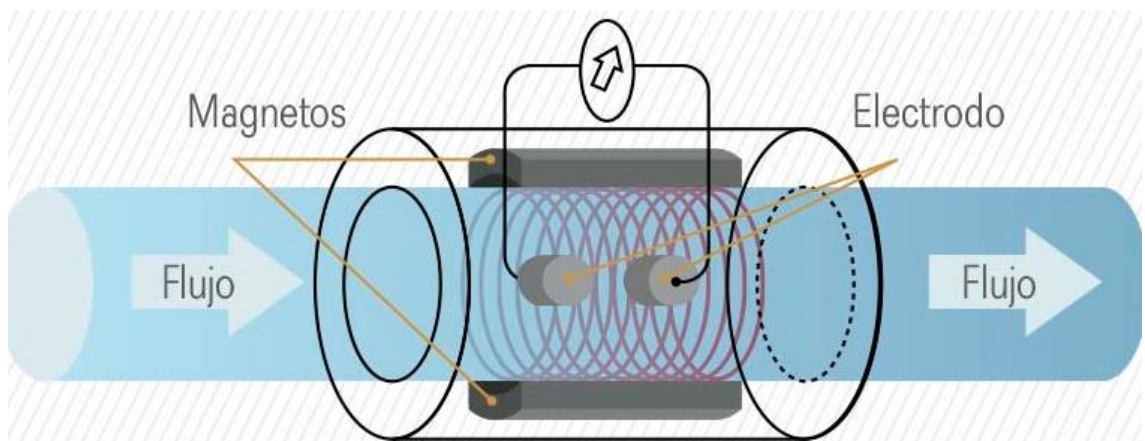
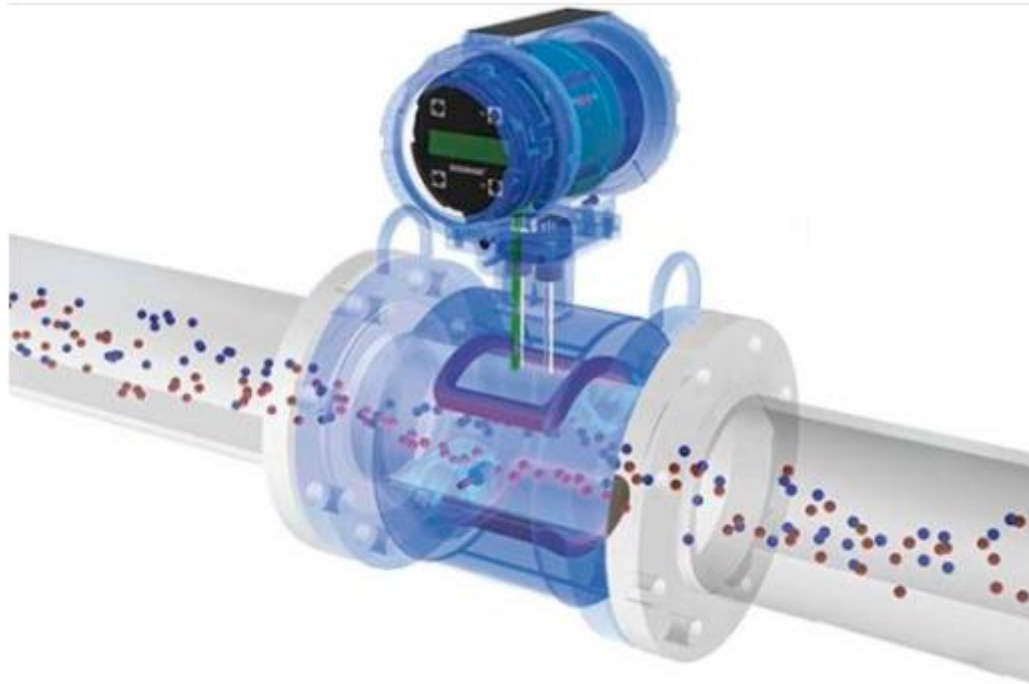
Sensor de Caudal

- Descripción física



Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele



- **Principio de funcionamiento**

Un grupo de sensores tiene su funcionamiento basado en la acción de una **presión diferencial que ejerce el fluido circulante, sobre una membrana**, que está dada en función de la velocidad del fluido en litros por minuto o múltiplo de esa unidad.

Otro grupo de sensores, que se utiliza en fluidos con características conductivas, trabajan en función del valor **de tensión medida por dos electrodos en dos puntos específicos del fluido circulante. Para esto se utiliza dos bobinas dispuestas diametralmente opuestas en el cuerpo que es aislante, para generar campo magnético de forma transversal en el fluido**. La Tensión medida depende de la velocidad del fluido. Esto es propicio para valores de conductividad **superiores a 20 uS/Cm**. (Como referencia : agua destilada 0,5 uS/Cm ; Agua potable 50 uS/Cm ; Agua salada 50.000 uS/cm).

Introducción a los Sensores

Profesor José Gabriele

Los electrodos deben ser estables de acuerdo al tipo de característica química del fluido en contacto con ellos, pueden ser de acero inoxidable no magnético, platino, titanio, circonio etc.

La tensión obtenida está en mili volt, con lo cual es tomada por la electrónica del sensor , para **amplificar, de forma de introducirla en una entrada analógica**, por ejemplo , o bien se puede **generar pulsos en función de la caudal**, para introducirlo en una entrada digital para ser contados.

- **Conexionado en lógica programada**

