



## Ingeniería en Computación.

Semestre: Noveno

Unidad de aprendizaje: Robótica Avanzada (*L41087*)

Unidad de Competencia: *Unidad 4*

**TEMA:** *Identificar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil.*

Docente: M. en C. Valentín Trujillo Mora

Zumpango de Ocampo, Septiembre de 2016.



Se presentan un material de proyección visual para introducir con una mejor perspectiva al alumno, en los temas de la UA de **Robótica Avanzada**, del noveno semestre de la Licenciatura en Ingeniero en Computación. Con este material se busca que el alumno **Identifique los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil.**



La elaboración de este material es para apoyar más en la recopilación de conceptos, ideas y teorías del tema **Identificar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil** de la Unidad de Aprendizaje de: **Robótica Avanzada.**

El presente material es de apoyo tanto para el profesor como para el alumno.



El alumno conocerá los conceptos relacionados con la robótica móvil, teniendo así un panorama global de esta área.

## Competencias Genéricas

- Modelado Matemático, Diseño y Programación de Robots.



**Unidad de competencia 1.** Comprender los conceptos básicos de robótica móvil identificando los conceptos importantes.

• **Unidad de competencia 2.** Entender los diferentes tipos de locomoción de los robots móviles.

• **Unidad de competencia 3.** Entender los modelos cinemáticos de los robots móviles con llantas.



• **Unidad de competencia 4.** Identificar los tipos de sensores utilizados en la robótica móvil.

• **Unidad de competencia 5.** Conocer los métodos de localización y construcción de mapas.

• **Unidad de competencia 5.** Conocer los métodos de planificación y navegación para los robots móviles.



## Unidad de Competencia 4.

### Habilidades.

- Psicomotrices: Se necesitan para armar robots
- Mentales: Como la deducción, la intuición, el análisis, la síntesis, la observación

### Actitudes / Valores.

- Tolerancia a las opiniones de otros
- Participación crítica y argumentativa
- Mostrar una actitud propositiva
- Responsabilidad en el cumplimiento de las tareas asignadas



## Conocimientos

- Clasificación de sensores
- Características de los sensores (respuesta, resolución, ancho de banda, etc.)
- Tipos de sensores (encoders, giroscopios, cámaras, etc.)

## Criterios de Desempeño

Los alumnos conocerán los diferentes tipos de sensores e identificarán como son utilizados en robótica móvil.





**Sensor (RAE).** Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

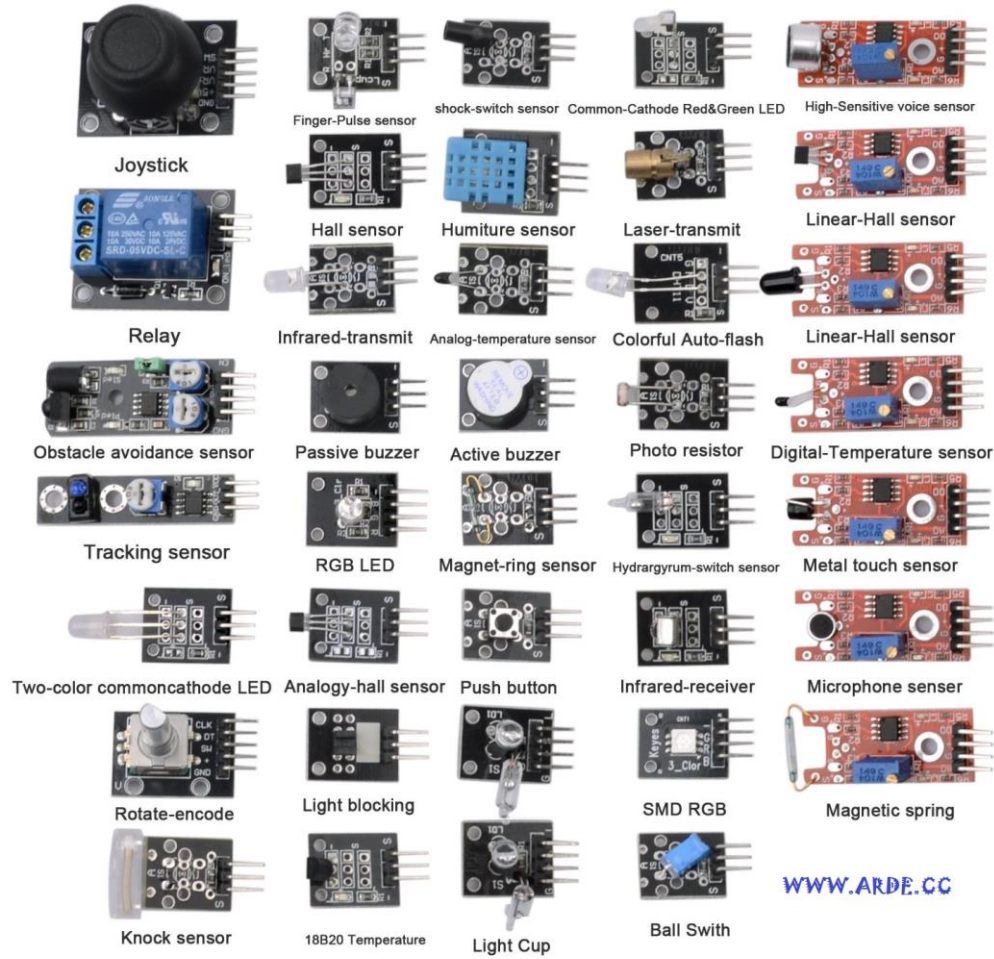
**Sensor .** Es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas

**Transductor.** Es en general, un dispositivo que convierte una señal de un tipo de energía en otro.

# Introducción a los sensores y Clasificación



Humanismo que transforma



[WWW.ARDE.CC](http://WWW.ARDE.CC)



Dado que hay seis tipos de señales: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y moleculares (químicas), cualquier dispositivo que convierta una señal de un tipo en una señal de otro tipo debería considerarse un transductor.

En robótica móvil un sensor utiliza un transductor que capta información del entorno para ser utilizada por el robot.



En general, la estructura de un sensor completo se compone de lo siguiente:

- Controlador del transductor. Si existe, es el elemento interfaz entre el usuario del sensor y el transductor. Por ejemplo, hay circuitos controladores que indican cuándo y cómo se debe hacer una medida, etc...
- Transductor. Convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica (señal).



- Acondicionamiento de la señal. Si existe, realiza la función de modificar la señal entregada por el transductor para obtener una señal adecuada (amplificación, linealización, etc.). Con el avance de la electrónica digital, cada vez los circuitos acondicionadores son más sencillos.
- Por otro lado, un actuador utiliza un transductor que a partir de una señal eléctrica es capaz de modificar el entorno.



Los sensores se pueden clasificar de muchas maneras, pero una de las más comunes es:

**Sensores propioceptivos y exteroceptivos:** es la clasificación más utilizada en robótica móvil. La propiocepción se refiere a la percepción del estado interno del robot; por ejemplo, medidas de carga de baterías, posición del robot, etc. La exterocepción se refiere a la percepción de aspectos externos al robot; por ejemplo, temperatura, presión, localización de objetos.

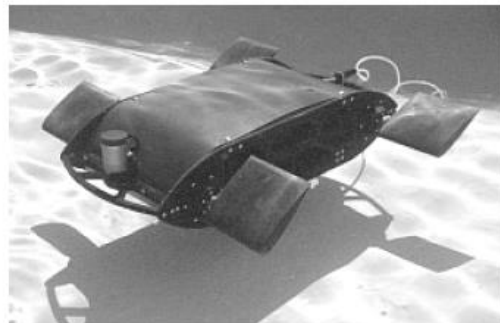


Los sensores tienen unas propiedades que se deben tener en cuenta en cualquier desarrollo robótico, y son:

- **La velocidad de operación.** Se refiere a la velocidad a la que el sensor genera nuevas medidas. Esto hace que unos sensores sean apropiados para trabajar en tiempo real y en continuo, y otros sólo se usen en momentos muy específicos.
- **El costo.** Es una barrera a la hora de fabricar un robot, ya que el costo de los sensores repercute muy directamente en el coste del robot. Hay sensores que cuestan más de 3000 euros, como el escáner láser, mientras que otros pueden llegar mucho menos, alrededor de 1 euro.



- **Tasa de error.** Incluye el número de medidas espúreas que da un sensor, el error medio de medida y el número medio de medidas perdidas.
- **Robustez.** Se refiere a la tolerancia que tiene un sensor a cambios en el medio de funcionamiento.







- **Requerimientos computacionales.** Este aspecto es otra barrera a la hora de fabricar un robot, ya que los sensores que requieren gran capacidad computacional obligan a unas prestaciones mínimas en el robot, de las que puede no disponer. Este aspecto suele ir unido al coste y la velocidad de operación.
- **Potencia, peso y tamaño.** Son aspectos muy importantes a tener en cuenta, ya que influyen en la autonomía y el tamaño del robot.



## Encoders absolutos

El funcionamiento básico de los codificadores o encoders absolutos es similar al de los incrementales. Se tiene una fuente de luz con las lentes de adaptación correspondientes, un disco graduado y unos fotorreceptores. En este caso, el disco transparente se divide en un número determinado de sectores (potencia de 2), codificándose cada uno de ellos según un código binario cíclico (normalmente código de Gray) que queda representado por zonas transparentes y opacas dispuestas radialmente.

# Tipos de Sensores



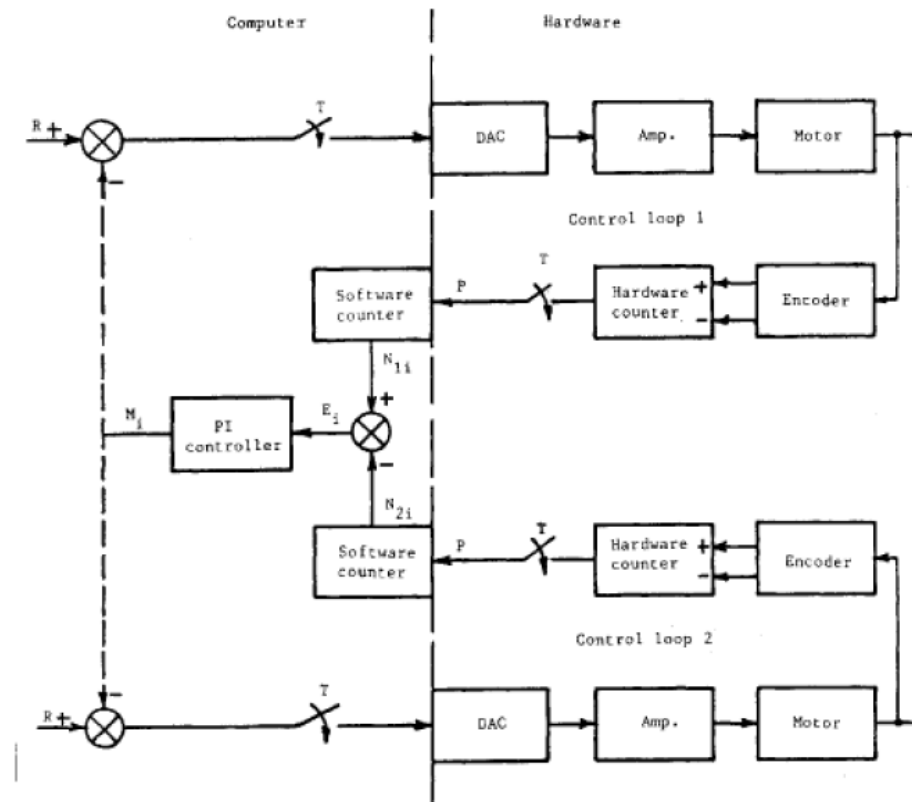
Humanismo que transforma



# Tipos de Sensores



Humanismo que transforma



Control de dirección con encoders



## Giroscopio

Son brújulas de medida incremental; es decir, miden cambios en la orientación del robot. Se basan en medir la aceleración usando las leyes de newton. Tienen varias limitaciones:

- Acumulan el error con el paso del tiempo
- Si se quieren tener precisiones aceptables (de décima de grado por segundo) son muy caros (6000-60000 euros).
- Los giroscopios baratos (80-300 euros) tienen errores mayores de un grado por minuto.

# Tipos de Sensores



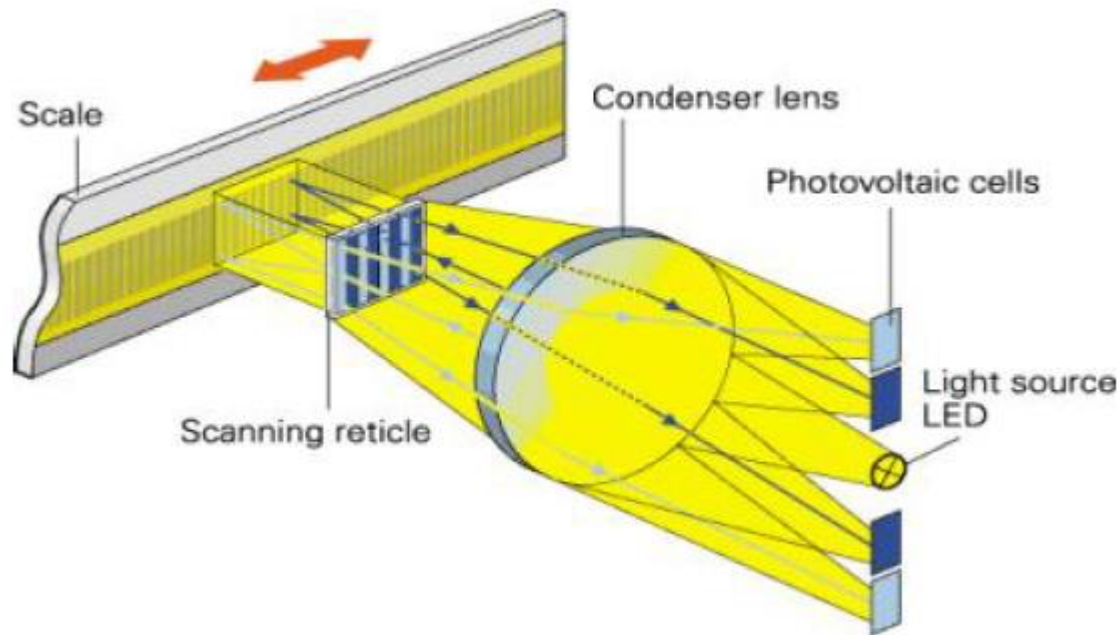
Humanismo que transforma





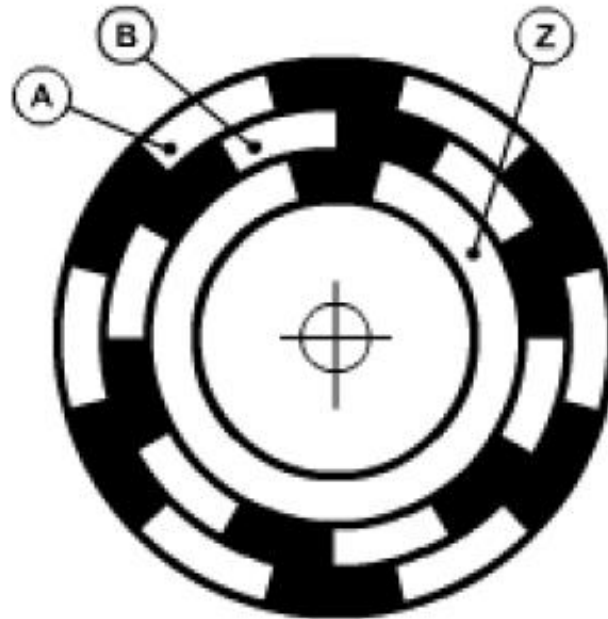
## Shaft Encoder incremental

Los codificadores ópticos o encoders incrementales constan, en su forma más simple, de un disco transparente con una serie de marcas opacas colocadas radialmente y equidistantes entre sí, de un sistema de iluminación en el que la luz es colimada de forma adecuada, y de un elemento fotorreceptor.



*Esquema de funcionamiento del codificador angular de posición encoder*



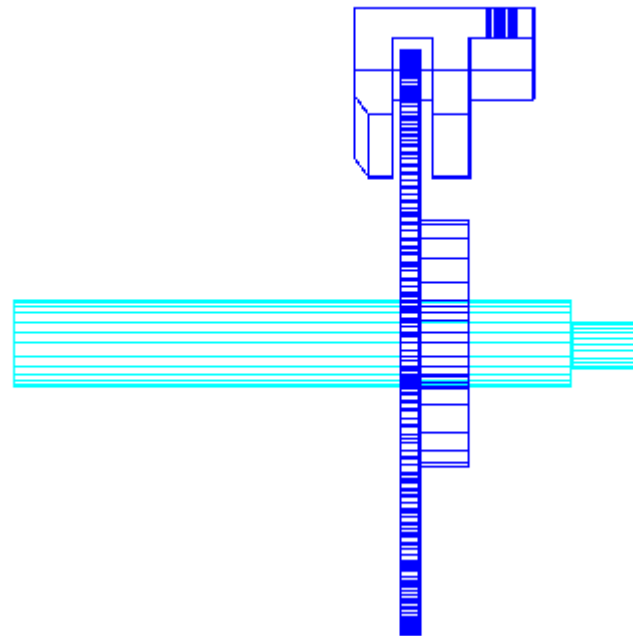


*Representación de las señales incrementales A,B y Z en disco óptico*

# Tipos de Sensores



Humanismo que transforma



*El disco dentado acoplado al eje gira libremente entre las ranuras del switch optoelectrónico*



## Encoders absolutos

El funcionamiento básico de los codificadores o encoders absolutos es similar al de los incrementales. Se tiene una fuente de luz con las lentes de adaptación correspondientes, un disco graduado y unos fotorreceptores. En este caso, el disco transparente se divide en un número determinado de sectores (potencia de 2), codificándose cada uno de ellos según un código binario cíclico (normalmente código de Gray) que queda representado por zonas transparentes y opacas dispuestas radialmente.



## Sensores de velocidad

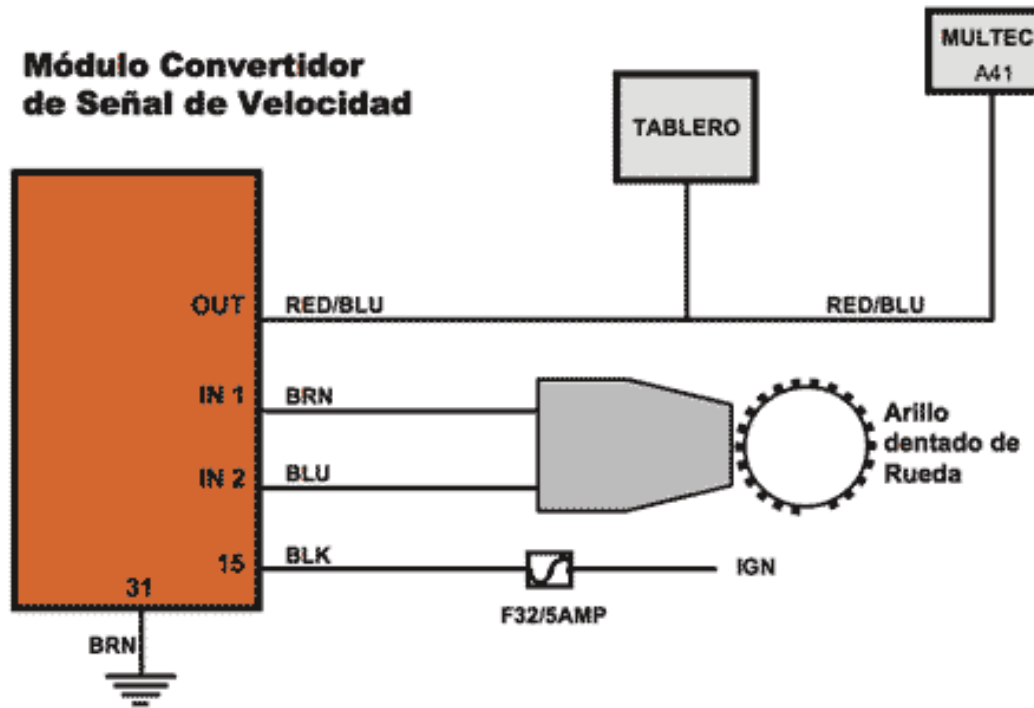
La captación de la velocidad se hace necesaria para mejorar el comportamiento dinámico de los actuadores del robot. La información de la velocidad de movimiento de cada actuador se realimenta normalmente a un bucle de control analógico implementado en el propio accionador del elemento motor. No obstante, en las ocasiones en las que el sistema de control del robot lo exija, la velocidad de giro de cada actuador es llevada hasta la unidad de control del robot.

# Tipos de Sensores



Humanismo que transforma

**Módulo Convertidor de Señal de Velocidad**



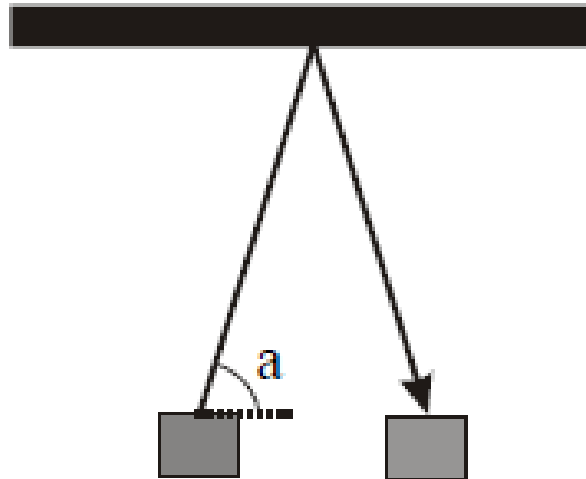


## **Sensores para medir distancias que funcionan en el espectro infrarrojo**

Se incluyen en esta sección los sensores de infrarrojo y láser. A través de estos sensores se pueden estimar las distancias a las que se encuentran los objetos en el entorno.

Hay diferentes métodos para medir la distancia a un objeto:

- **Triangulación:** usa relaciones geométricas entre el rayo de salida, el de entrada y la posición del sensor.



*Medida de infrarrojos por triangulación*



**Tiempo de vuelo:** Mide el tiempo que transcurre desde que sale el rayo de luz hasta que se recibe, después de haber rebotado en un objeto.

La precisión que se obtiene con estos sensores es muy elevada, debido a que son muy direccionales al ser muy pequeña su longitud de onda. La distancia máxima de medida depende de la potencia que se aplica al rayo de salida.





## Las ventajas de este tipo de sensores se pueden resumir en:

- El láser puede generar un millón de medidas en un segundo [Everet95], con una precisión de milímetros en medidas de 30 metros.
- Son sensores ideales para medidas de profundidad, ya que el ángulo de medida es infinitesimal en un láser y muy pequeño en los sensores de infrarrojo.



## Por otro lado existen un conjunto de desventajas muy importantes:

- En el caso del láser el precio es muy elevado (3000-10000 euros).
- El consumo del láser es elevado para llegar a obtener medidas de 30m.
- Al ser tan direccionales no detectan obstáculos ni por encima, ni por debajo del plano horizontal de medida, por tanto no son buenos para evitar obstáculos.
- En el caso de los sensores de infrarrojo las medidas de profundidad son muy limitadas (típicamente  $< 80\text{cm}$ ).



1. Chow W. W., Geo-Banacloche J., Pedrotti L. M., Sanders V. E., Schleich W., Scully M. O., *“The Ring Laser Gyro”*. Reviews of Modern Physics, 57(1):61-104, 1985.
2. Autonomous Mobile Robots: Sensing, Control, Decision Making and Applications, Control Engineering, Shuzhi Sam Ge, Frank L. Lewis, CRC 2006.
3. Introduction to Autonomous Mobile Robots, Roland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh, MIT Press 2004.
4. Springer Handbook of Robotics, Bruno Siciliano, Oussama Khatib, Springer, 2008.
5. Everet H. R., *“Sensors for Mobile Robots: Theory and Application”*. A K Peters Ltd. 1995.