



2.2 SENSORES

2.2.1. Tipos de Sensores.

2.2.2. Medidas de Desplazamientos y Giros.

2.2.3 Sensores Inerciales

2.2.4. Sensores de Tacto, Presencia y Proximidad

2.2.5. Sensores de Posicionamiento Global

2.2.6. Sensores de Fuerza-Par

2.2.7. Sensores de Velocidad

2.2.8. Cámaras





2.2.1. TIPOS DE SENSORES: Clasificación

What?:

Proprioceptive sensors

- measure values internally to the system (robot),
- e.g. motor speed, wheel load, heading of the robot, battery status

Exteroceptive sensors

- information from the robot's environment
- distances to objects, intensity of the ambient light, unique features.

How?:

Passive sensors

- energy coming from the environment

Active sensors

- emit their proper energy and measure the reaction
- better performance, but some influence on environment



Universidad
de Huelva

SENSORES: Características:

Rango.- Valores mínimos y máximos que son posibles medir

Linealidad.- Relación lineal entre entrada y salida

Exactitud.- Se suele definir como el mayor error esperado entre la señal real y la medida.

Histéresis.- La salida del sensor para una determinada entrada varía dependiendo de que la entrada esté aumentando o disminuyendo

Repetitividad.- Es la variación de la salida ante una misma entrada

Resolución.- Unidad más pequeña que puede medir el sensor.

Saturación.- Una vez pasado un determinado valor de entrada, la salida deja de aumentar para estacionarse en un valor fijo.

Zona Muerta.- Rango de entrada en la que el sensor no es capaz de apreciar medida.

Sensibilidad.- Relación entre el cambio de valor en la salida producido por un cambio de valor en la entrada.

Ruido.- El nivel de señal espúrea que no corresponde a un cambio en la entrada.

2.2.2 MEDIDAS DE DESPLAZAMIENTOS LINEALES Y GIROS

Potenciómetros

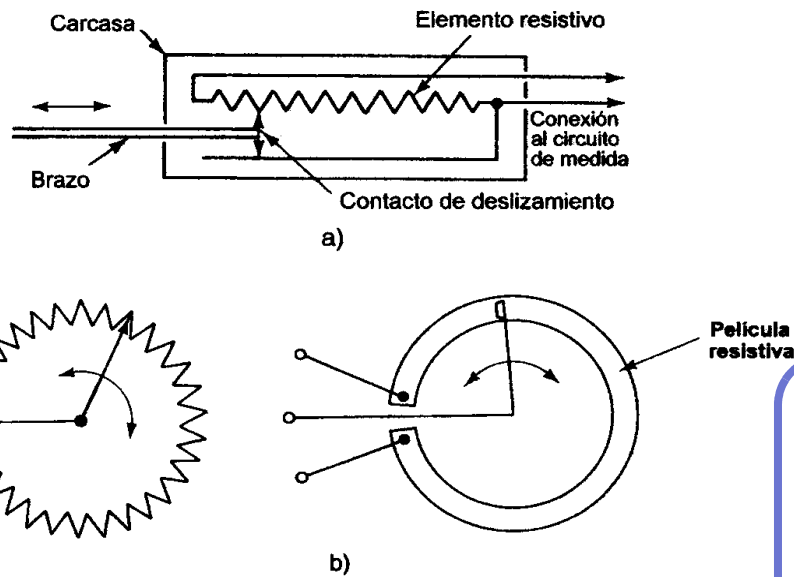


Figura 7.1: Potenciómetro: a) lineal; b) giratorio.

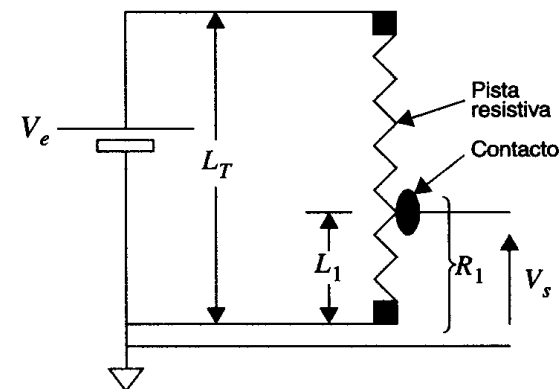


Figura 7.2: Potenciómetro lineal.



Codificadores Ópticos

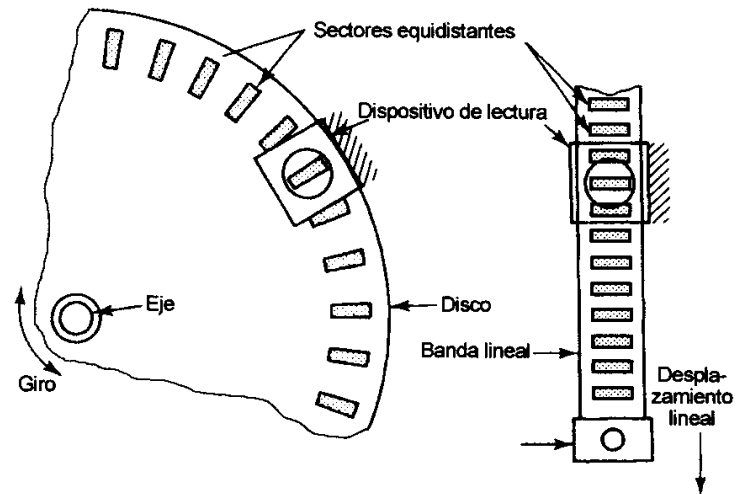


Figura 7.4: Codificadores ópticos rotacionales y lineales.

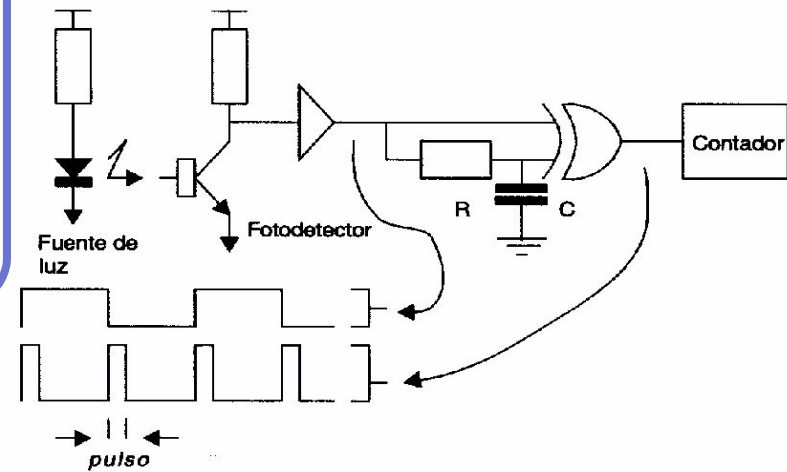


Figura 7.5: Circuito para codificador óptico de ranura.



Universidad
de Huelva

Codificadores Ópticos con información del sentido de giro

Codificador Absoluto

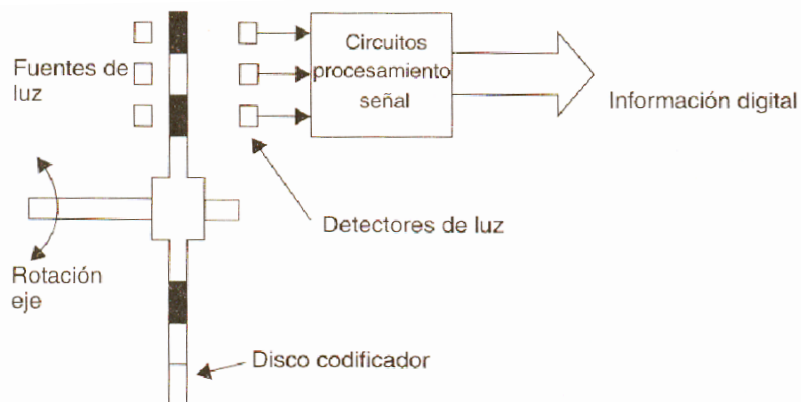


Figura 7.6: Principio del codificador óptico.

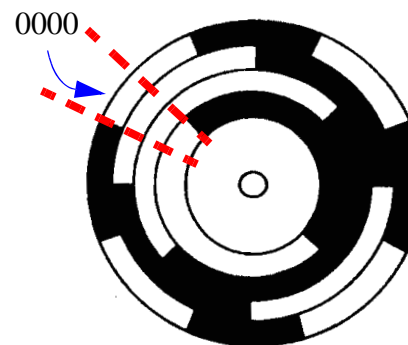


Figura 7.7: Codificador absoluto.

Tabla 7.1: Codificación Gray.

Número decimal	Codificación binaria	Código Gray	Número decimal	Codificación binaria	Código Gray
0	0000	0000	8	1000	1100
1	0001	0001	9	1001	1101
2	0010	0011	10	1010	1111
3	0011	0010	11	1011	1110
4	0100	0110	12	1100	1010
5	0101	0111	13	1101	1011
6	0110	0101	14	1110	1001
7	0111	0100	15	1111	1000

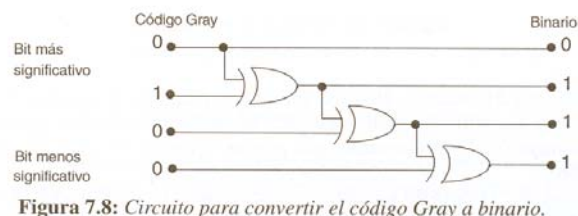


Figura 7.8: Circuito para convertir el código Gray a binario.

Codificador relativo

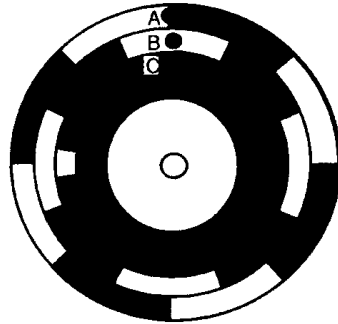


Figura 7.9: Codificador incremental.

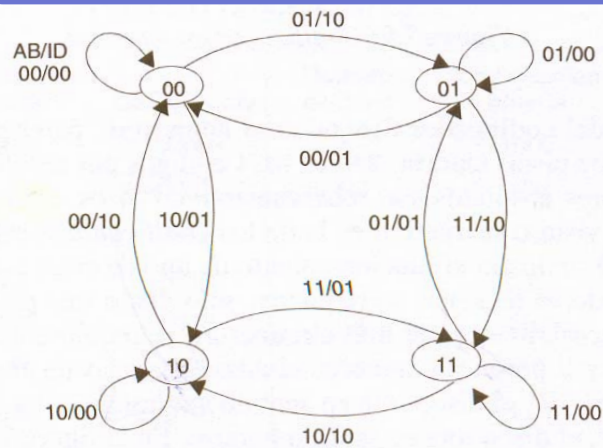


Figura 7.11: Circuito secuencial asíncrono del codificador.

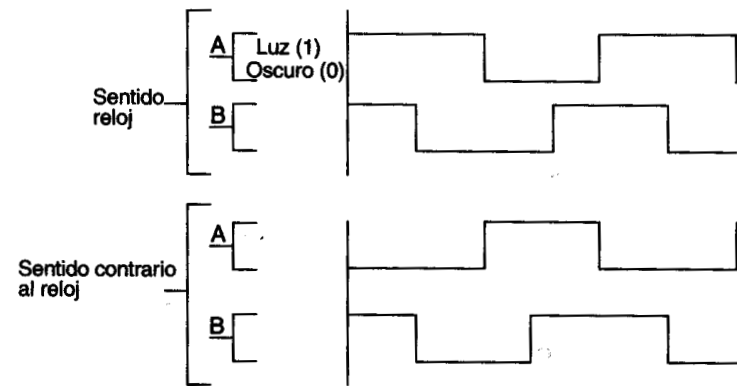


Figura 7.10: Señales en el codificador.



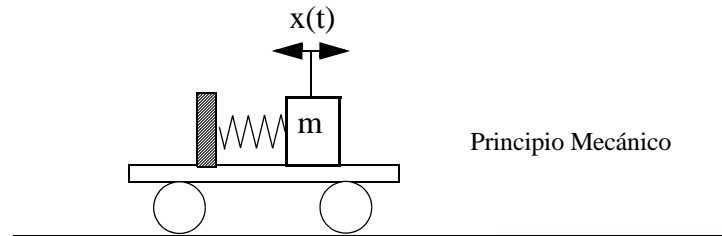
2.2.3 SENSORES INERCIALES

Acelerómetros

- Miden las aceleraciones: se basan en la medida de la fuerza de inercia generada cuando una masa es afectada por un cambio de velocidad

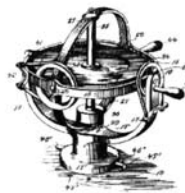
Distintos Principios:

- * La deformación de un elemento
- * Cambio de características eléctricas (piezoresistivos, capacitivos)



Giróscopos

- * Miden la velocidad de rotación
- * Devuelven una señal proporcional a la velocidad de rotación
- * Hay una gran variedad basados en diferentes principios: Mecánicos y Electrónico



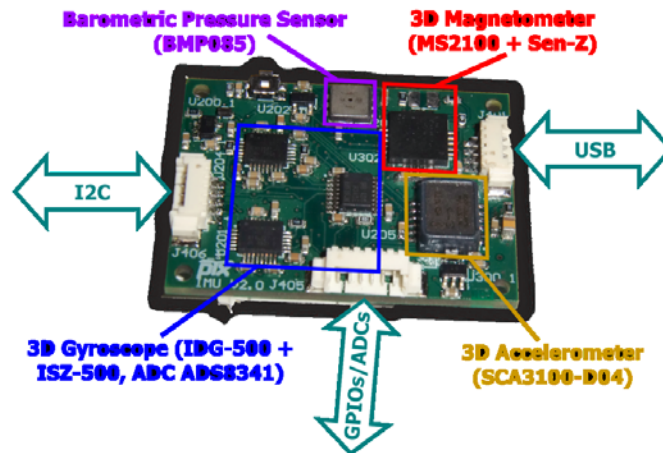


IMU (Inertial Measurement Unit)

Es un dispositivo electrónico que mide e informa acerca de la velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales de un aparato, usando una combinación de acelerómetros y giróscopos.

Normalmente están compuesta por un sistema de acelerómetros que miden las componentes de la velocidad en tres ejes ortogonales y un sistema de giróscopos que miden la velocidad angular en esos mismos tres ejes.

En un sistema de navegación, los datos informados por la IMU son alimentados en un sistema de computación que calcula la posición del sistema en base a la velocidad, direcciones viajadas y tiempo (Filtro de Kalman, Filtro de Partículas etc.)





2.2.4 SENSORES DE TACTO, PRESENCIA Y PROXIMIDAD

TIME OF FLIGHT

- Large range distance measurement -> called range sensors
- Range information:
 - key element for localization and environment modeling
- Ultrasonic sensors as well as laser range sensors make use of propagation speed of sound or electromagnetic waves respectively. The traveled distance of a sound or electromagnetic wave is given by:

$$d = c \cdot t$$

Where

- d = distance traveled (usually round-trip)
- c = speed of wave propagation
- t = time of flight.



TIME OF FLIGHT

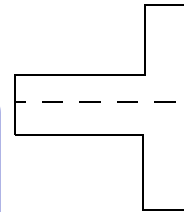
- It is important to point out
 - Propagation speed v of sound: 0.3 m/ms
 - Propagation speed v of electromagnetic signals: 0.3 m/ns,: one million times faster.
 - 3 meters
 - is 10 ms for an ultrasonic system
 - only 10 ns for a laser range sensor
 - time of flight with electromagnetic signals is not an easy task
 - laser range sensors expensive and delicate
- The quality of time of flight range sensors mainly depends on:
 - Uncertainties about the exact time of arrival of the reflected signal
 - Inaccuracies in the time of flight measure (laser range sensors)
 - Opening angle of transmitted beam (especially ultrasonic range sensors)
 - Interaction with the target (surface, specular reflections)
 - Variation of propagation speed (sound)

ULTRASONIC SENSOR (TIME OF FLIGHT, SOUND) (1)Universidad
de Huelva

TEMA II: ACTUADORES Y SENSORES



Sonar de Baumer Electric

**ULTRASONIDOS**

- Transmit a packet of (ultrasonic) pressure waves



- Distance d of the echoing object can be calculated based on the propagation speed of sound c and the time of flight t .

$$d = \frac{c \cdot t}{2}$$

- The speed of sound c (340 m/s) in air is given by

$$c = \sqrt{\gamma \cdot R \cdot T}$$

Where:

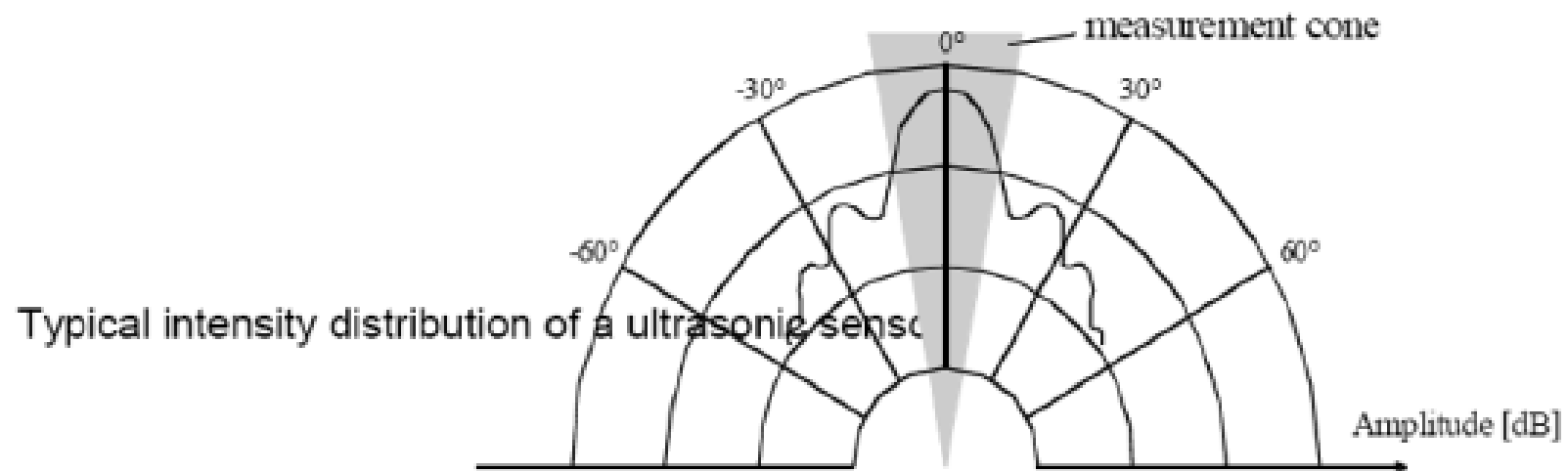
- γ : adiabatic index (isentropic expansion factor) - ratio of specific heats of a gas
- R : gas constant
- T : temperature in degree Kelvin



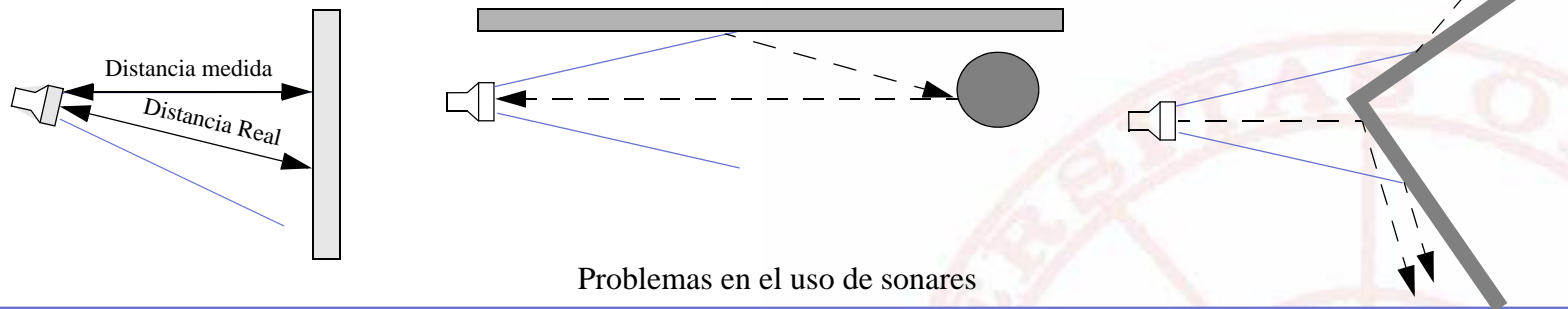
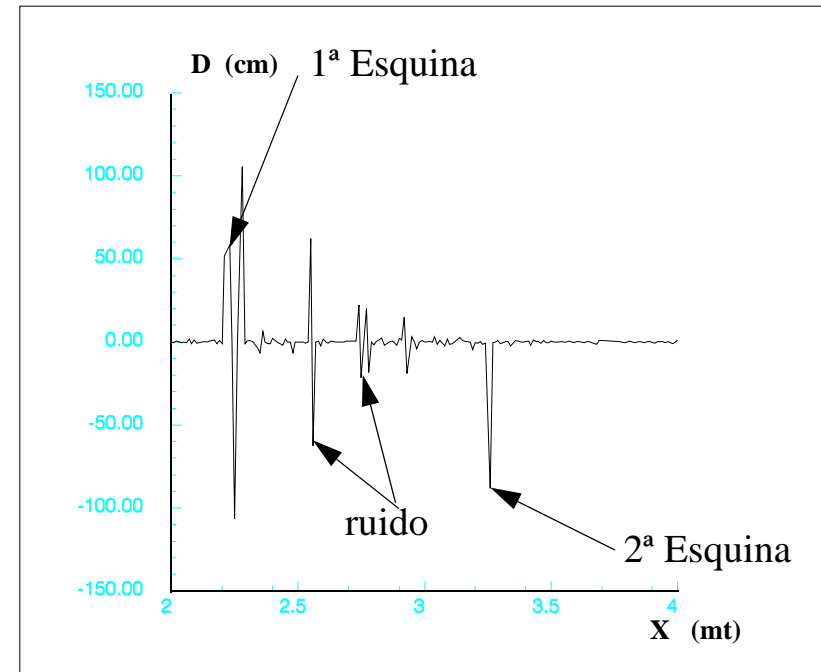
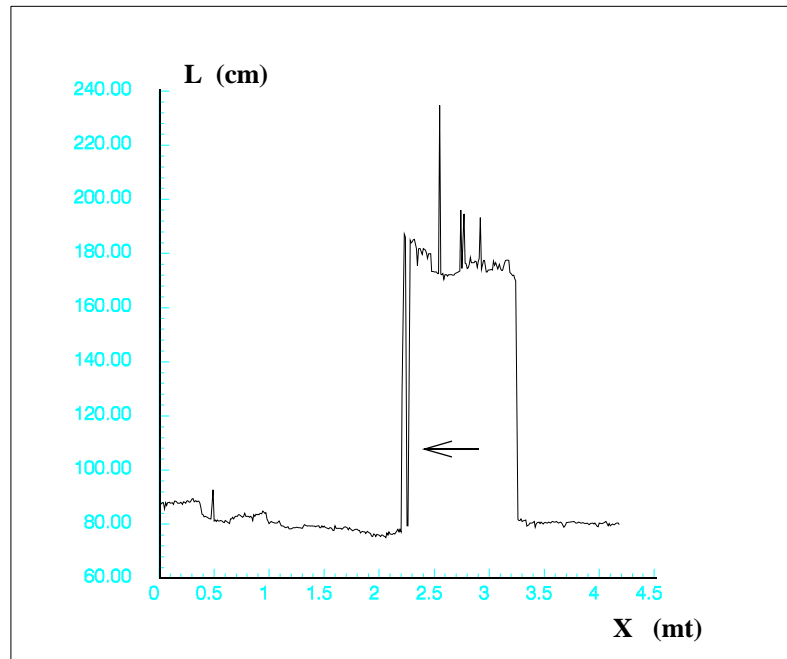


Características medidas sonar

- Typical frequency: 40 - 180 kHz
- Teneration of sound wave: piezo transducer
 - transmitter and receiver separated or not separated
- Sound beam propagates in a cone (*approx.*)
 - opening angles around 20 to 40 degrees
 - regions of constant depth
 - segments of an arc (sphere for 3D)

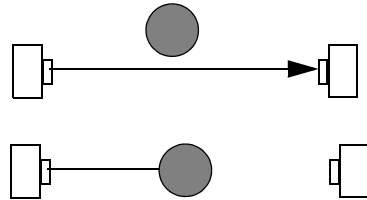


Características medidas sonar



SENSORES DE INFRAROJO

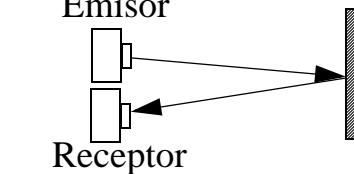
Emisor Receptor



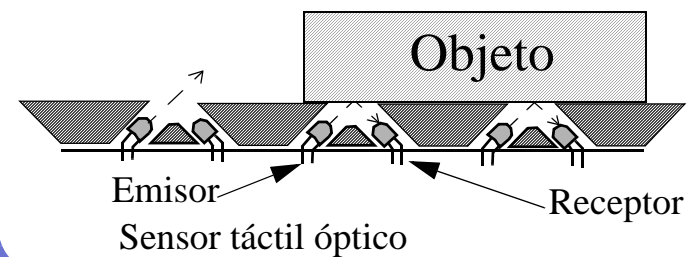
Sensor óptico tipo Barrera

Emisor

Receptor



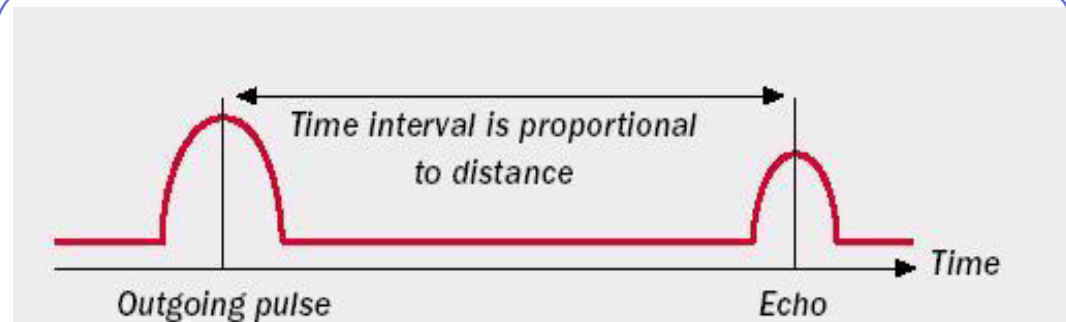
Sensor óptico de reflexión



SENSORES LASER

Universidad
de Huelva

TEMA II: ACTUADORES Y SENSORES

LMS Outdoor
Laser Measurement
SystemLMS Indoor
Laser Measurement
System

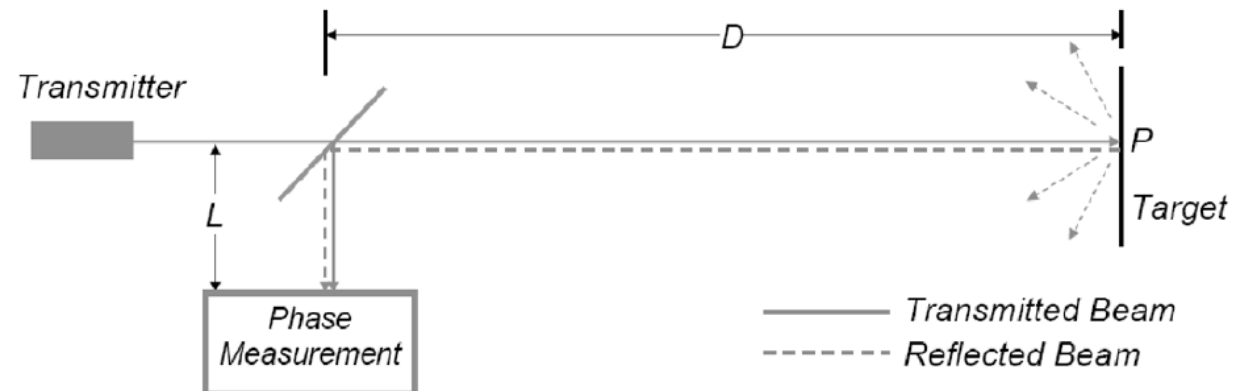
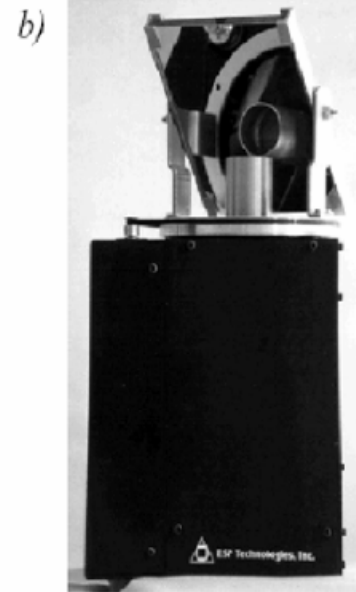
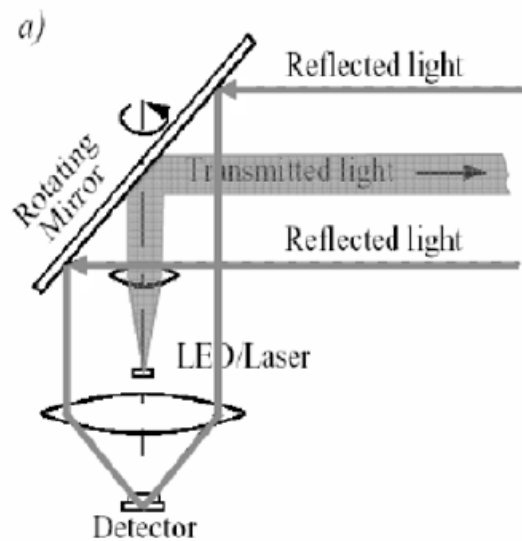
THE PULSE TIME-OF- FLIGHT PROCESS

The distance between the sensor and an object is calculated by measuring the time interval between an emitted laser pulse and reception of the reflected pulse. The amplitude of this signal is used to determine the reflectivity of the object surface.

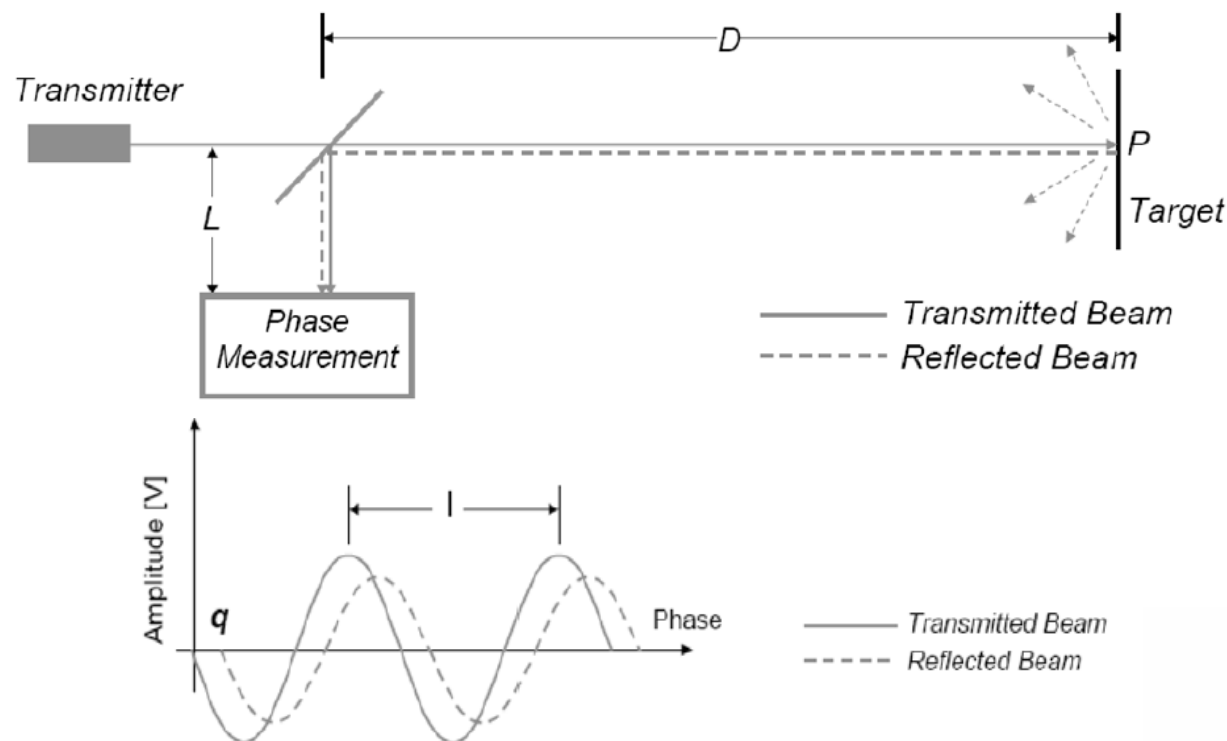


Universidad
de Huelva

TEMA II: ACTUADORES Y SENSORES



Phase-Shift Measurement



$$D' = L + 2D = L + \frac{\theta}{2\pi} \lambda \quad \lambda = \frac{c}{f} \text{ where:}$$

c : is the speed of light; f the modulating frequency; D' the distance covered by the emitted light.

Universidad
de Huelva

- For $f = 5$ MHz (as in the A.T&T. sensor), $\lambda = 60$ meters
- Distance D , between the beam splitter and the target

$$D = \frac{\lambda}{4\pi} \theta$$

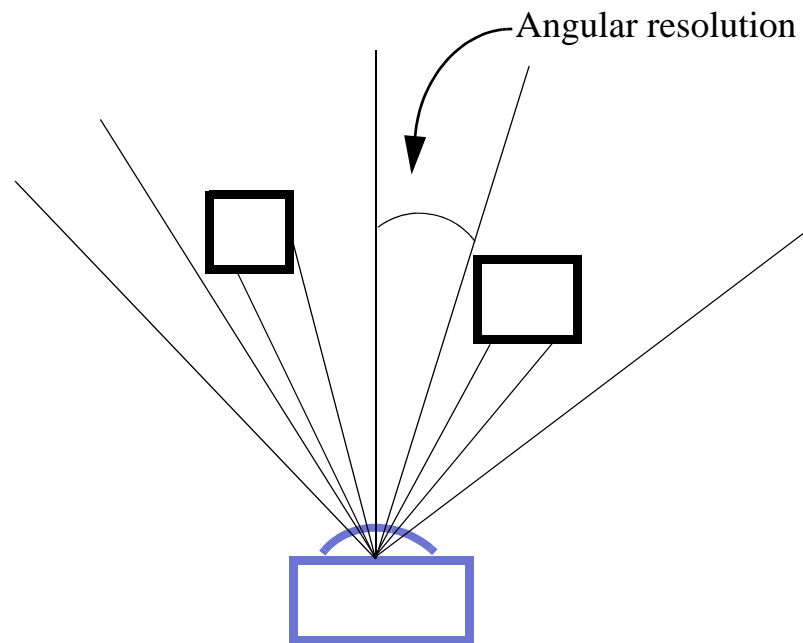
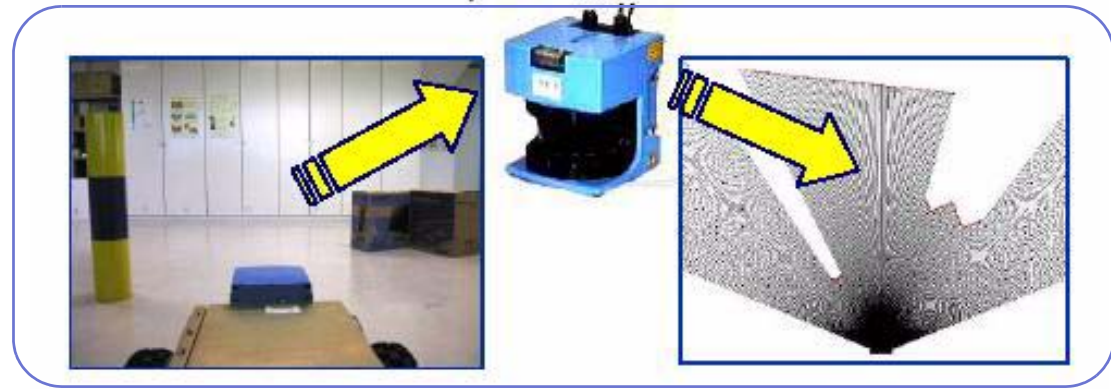
where

- θ : phase difference between transmitted and reflected beam
- Theoretically ambiguous range estimates
 - since for example if $\lambda = 60$ meters, a target at a range of 5 meters = target at 35 meters.



Universidad
de Huelva

TEMA II: ACTUADORES Y SENSORES





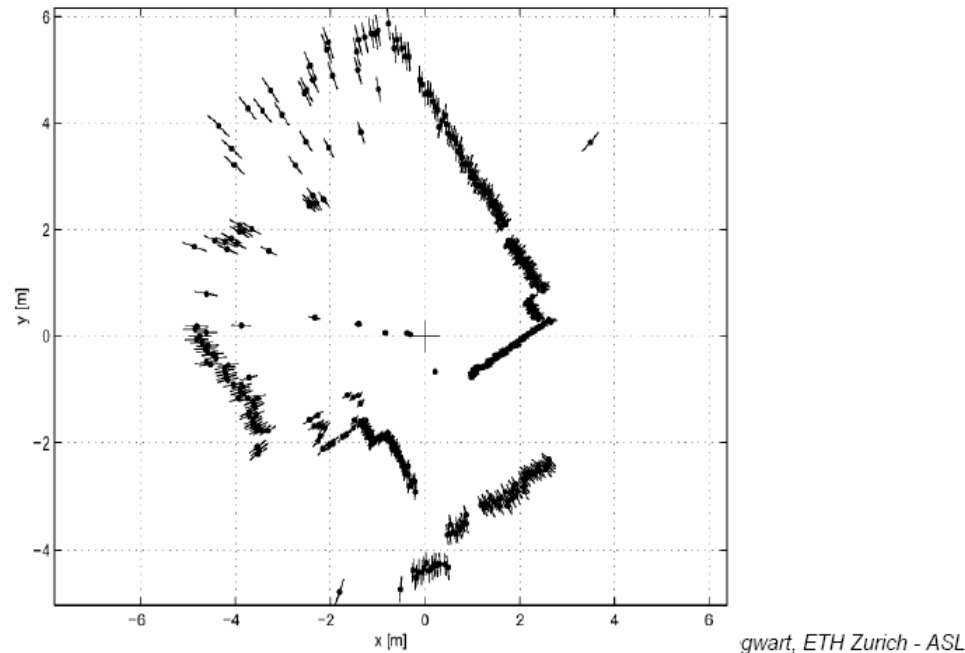
LMS Outdoor/Indoor

Max. range (with 10% reflectivity)	80 m (30 m Outdoor/10 m Indoor)
Angular resolution	1°/0.5°/0.25°
Scanning angle	90°/100°/180°
Response time	13/26/53 ms
Interfaces	RS 232/422
Dimensions in mm (W x H x D)	352 x 266 x 236 with heating, 155 x 210 x 156 without heating
Laser protection class	1 (eye-safe)
Switching outputs	3 x PNP
	2 x relay / 1 x PNP
Ambient operating temperature	-30 ... +50 °C (0 ... +50 °C Indoor)

Universidad
de Huelva

Laser Range Sensor (time of flight, electromagnetic)

- Typical range image of a 2D laser range sensor with a rotating mirror. The length of the lines through the measurement points indicate the uncertainties.



2.2.5 SENSORES DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

Navegación Interior : Sistema laser para detectar balizas

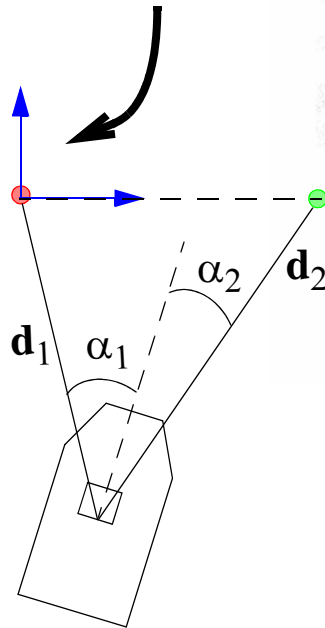
NAV 200

The NAV 200 positioning system is a laser scanner with integrated evaluation. The laser scanner's measurement system scans its surroundings two-dimensionally over 360°, whereby it detects fixed defined reflector marks and transfers their positions to the internal evaluation system.

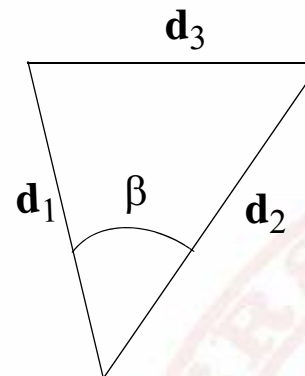
Typical areas of use for the NAV 200 positioning system are shuttle systems, free-moving stackers, and automated guided vehicles in general.



Sistema de
Referencia Global



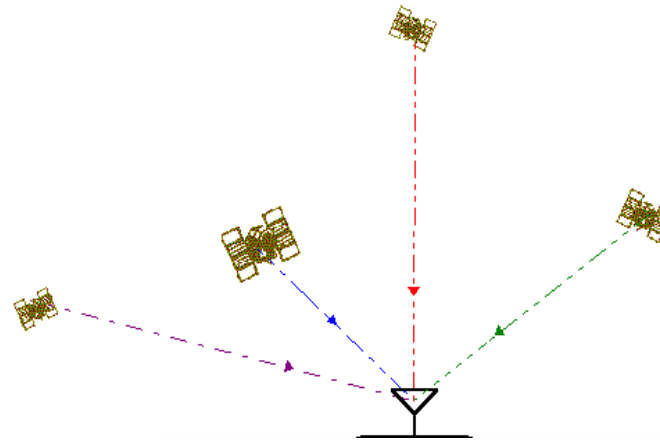
Triangulación



Universidad
de Huelva

Navegación en Exteriores: GPS

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites (21 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo a 20.200 km con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra.

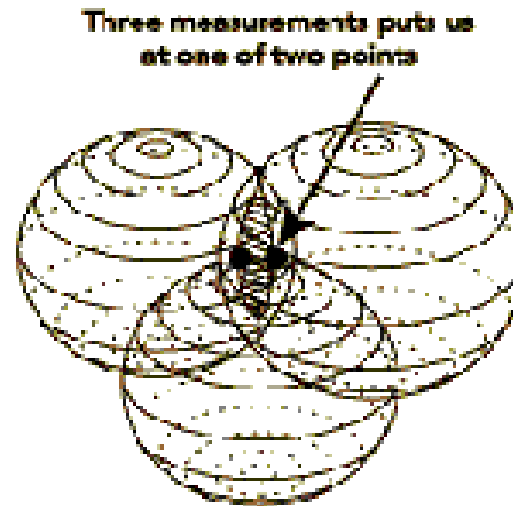


El receptor recibe de los satélites unas señales indicando la posición de los mismos y el reloj de cada uno de ellos. En base a estos datos, calcula la distancia al satélite.



Universidad
de Huelva

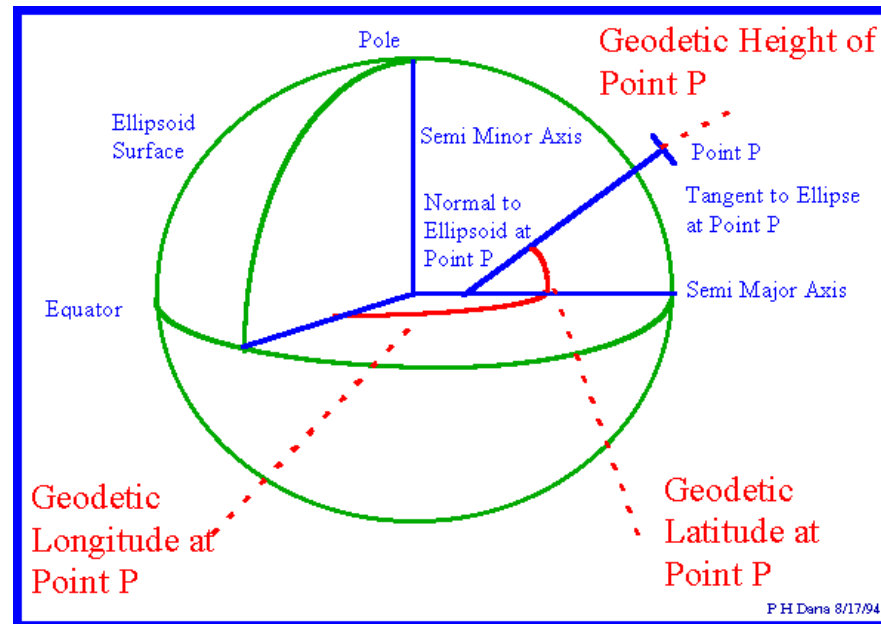
Obteniendo información de tres satélites se obtiene la posición 3-D mediante la intersección de tres esferas.



Sin embargo, dado que el reloj que incorporan los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, dicha determinación no es precisa.

Universidad
de Huelva

Teniendo información de un cuarto satélite, es posible eliminar el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3-D exacta (latitud, longitud y altitud).



Universidad
de Huelva

DGPS (Differential GPS)

Es un sistema que proporciona a los receptores de GPS correcciones a los datos recibidos de los satélites GPS.

El sistema de correcciones funciona de la siguiente manera:

- Una estación base en tierra, con coordenadas muy bien definidas, escucha los satélites GPS.
- Calcula su posición por los datos recibidos de los satélites.
- Dado que su posición está bien definida, calcula el error entre su posición verdadera y la calculada, estimando el error en cada satélite.
- Se envía estas correcciones al receptor a través de algún medio: RDS

La precisión lograda puede ser de unos dos metros en latitud y longitud, y unos 3 m en altitud.

Universidad
de Huelva**NMEA:**

El protocolo NMEA 0183 es un medio a través del cual los instrumentos marítimos y también la mayoría de los receptores GPS pueden comunicarse los unos con los otros. Ha sido definido, y está controlado, por la organización estadounidense **National Marine Electronics Association**

Otros Sistemas :

- **GLONASS** (antigua URSS, se espera que la constelación vuelva a estar operativa completamente antes de 2010)
- **Galileo** (Unión Europea el sistema funcionará, bajo control civil, a partir de 2010)
- **Beidou** (China)



Universidad
de Huelva

Más Información sobre GPS:

<http://www.elgps.com/>

http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

Información sobre NMEA

<http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>

2.2.6 SENSORES DE FUERZA-PAR

Permiten medir las 3 fuerzas y 3 momentos de torsión que están actuando en cada momento sobre el punto a estudiar. Aplicaciones típicas: medida de esfuerzos en la Industria del Automóvil, Aeronáutica, bancos de ensayo y Máquina Herramienta





2.2.7 SENSORES DE VELOCIDAD

SENSORES DE EFECTO DOPPLER

- * Se basan en la emisión de una señal, luminosa (láser), hiperfrecuencia (radar) o sonora (ultrasonidos) y medir el cambio de frecuencia de la señal reflejada en el elemento móvil con la señal emitida.

TACODINAMO Ó DINAMO TACOMÉTRICA

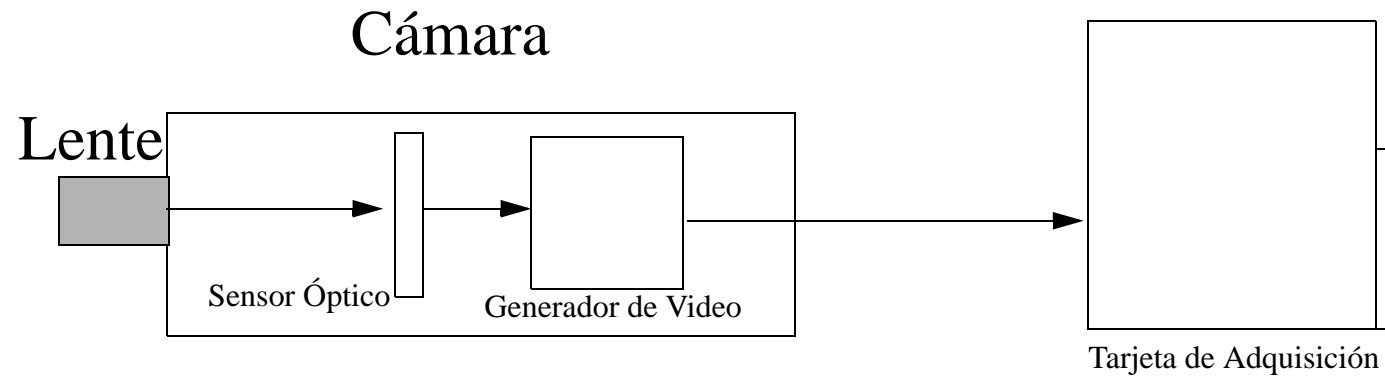
- * Son sensores de velocidad angular los cuales entregan una tensión continua analógica proporcional a la velocidad angular del objeto que gira, o sea que entregan una tensión proporcional a la velocidad. “Su funcionamiento es similar al de la bicicleta con luz”.

TACOALTERNADOR

- * Su principio de funcionamiento es similar que el de la dinamo con la diferencia que trabaja con alterna.



2.2.8 CÁMARAS



Tipos de sensores: Los sensores **CCD** (siglas en inglés del charge-coupled device: ‘dispositivo de cargas [eléctricas] interconectadas’) son circuitos integrados que contienen un número determinado de condensadores enlazados o acoplados. Bajo el control de un circuito interno, cada condensador puede transferir su carga eléctrica a uno o a varios de los condensadores que estén a su lado en el circuito impreso. La alternativa digital a los CCD son los dispositivos **CMOS** (complementary metal oxide semiconductor) utilizados en algunas cámaras digitales y en numerosas Webcam.

Tipos de generación de video: ENTRELAZADO, PROGRESIVO

Tipos de cámaras: Cámaras Matriciales vs cámaras lineales

Calibración de la cámara: Proceso que permite establecer la relación entre coordenadas tridimensionales de los objetos del entorno con sus correspondientes proyecciones bidimensionales en la imagen plana capturada por la cámara.