

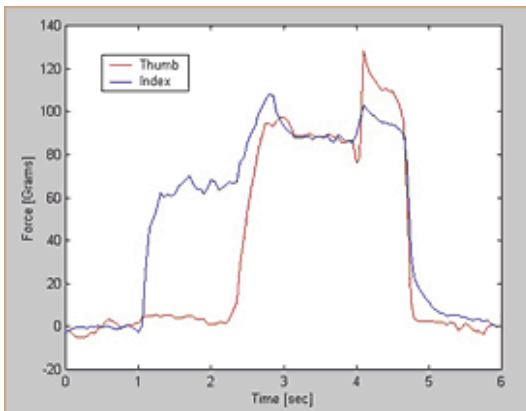
Sensores tactiles



Examinar mamas de forma remota

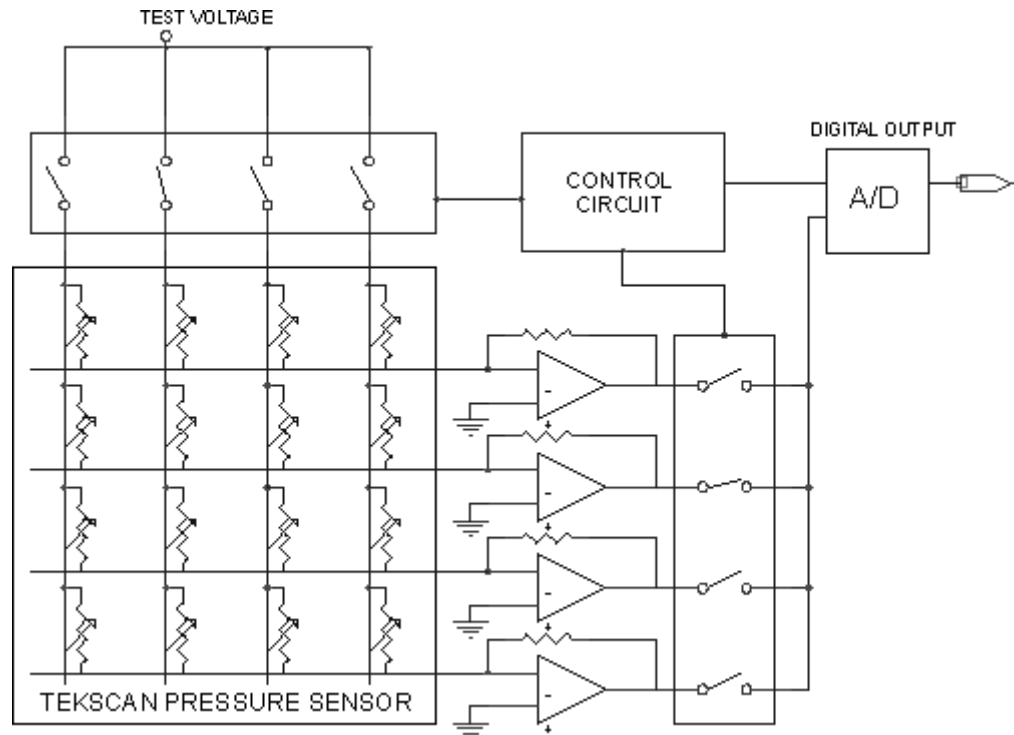


Romper huevos

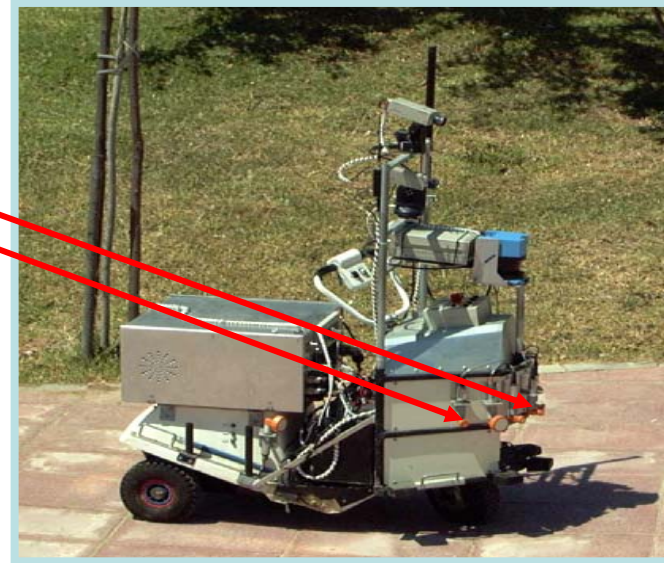
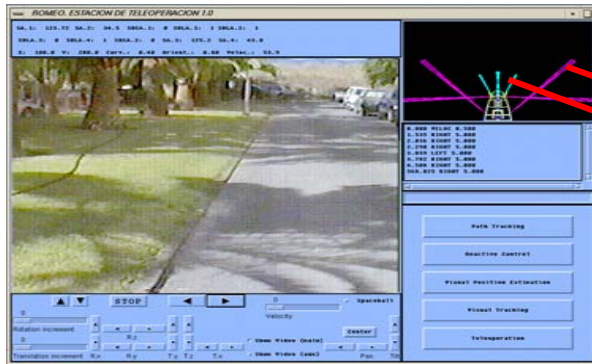


Arreglo de sensores tactiles

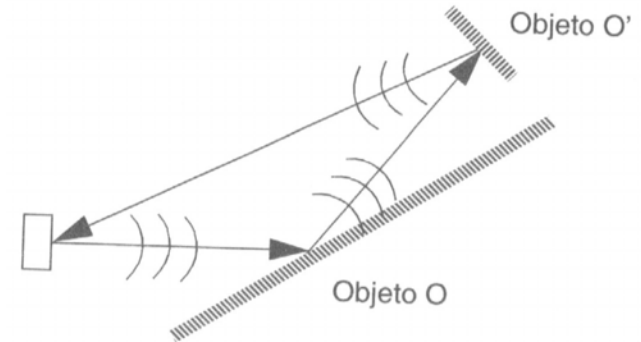
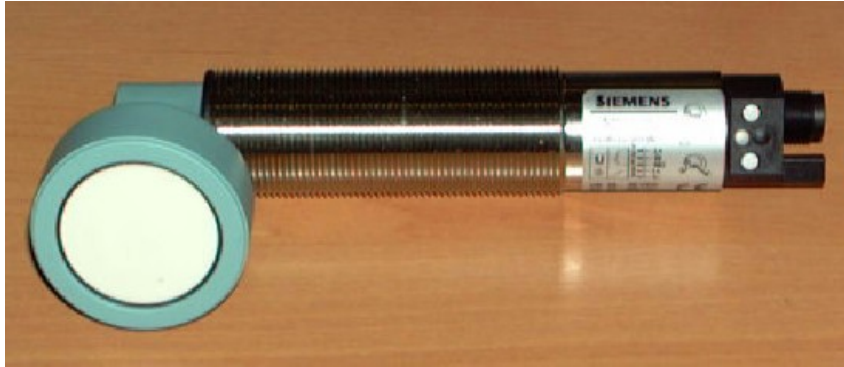
Atención multiplexada a cada sensor



Sónares en Robots

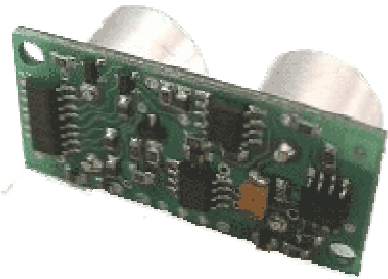


Sónares



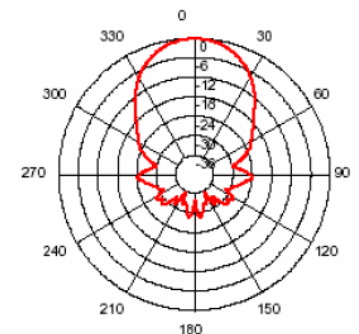
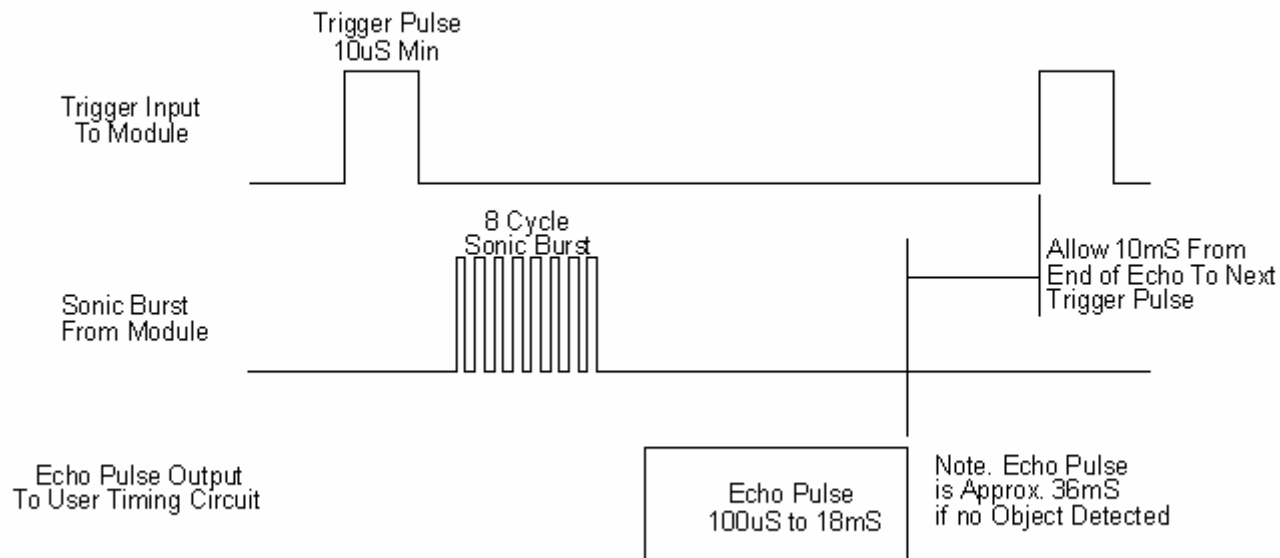
- Mide distancia calculando el tiempo de rebote de la onda
- Utilizados en cámaras para autofocus al objeto más próximo
- Frecuencia de 50kHz, no le afecta el ruido ambiente.
- Genera corriente (4-20mA): 4mA distancias más cortas.
- Distancias aproximadas (Siemens):
 - Corto alcance: 400-3000 milímetros (*3RG6125-3BF00*)
 - Largo alcance: 600-6000 milímetros (*3RG6124-3BF00*)
- Se combinan de corto y largo alcance

Sónar SRF-04



- Se le genera un pulso de disparo
- El sensor genera 8 períodos con frecuencia de 40 KHz
- Se devuelve el **Eco**, su ancho es proporcional a la distancia del obstáculo (distancias de hasta 10m)

SRF04 Timing Diagram



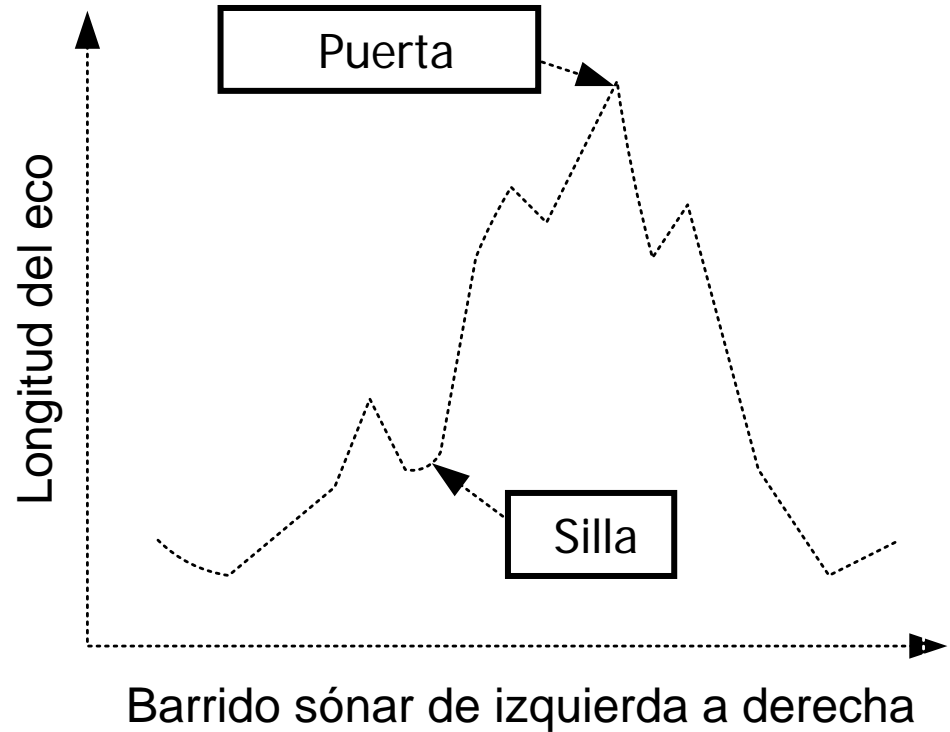
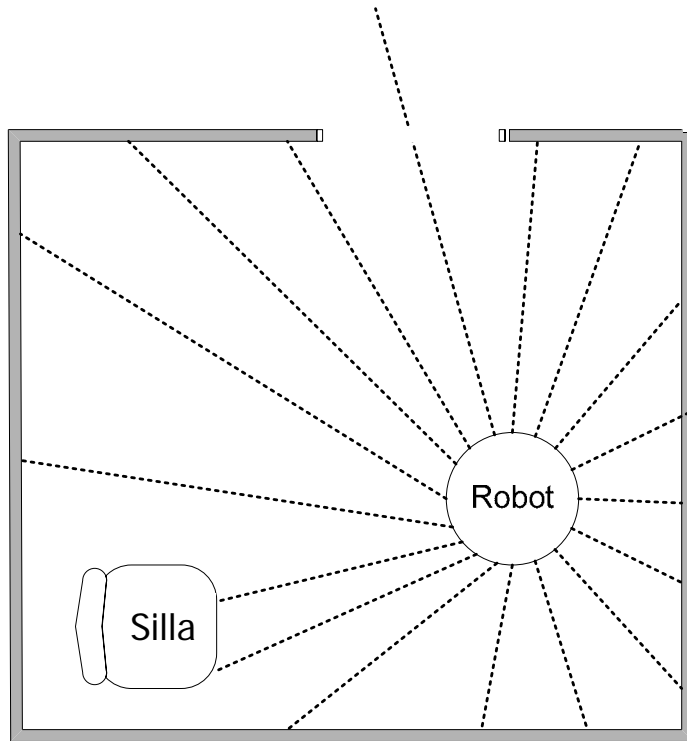
Fusión sensorial de sónares

B21



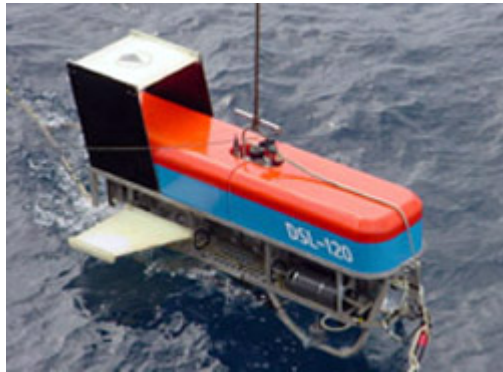
- Empresa: RWI
- 48 Sensores sónar
- 24 Sensores IR
- 56 Sensores Táctiles
- Alto: 106 cm.
- Diámetro: 52 cm.
- Autonomía: 6h
- CPU: Pentium
- WaveLAN opcional
- 4 servo motores
- Precio: ?? (20.000 Euros)

Creación de mapas usando sensores ultrasónicos



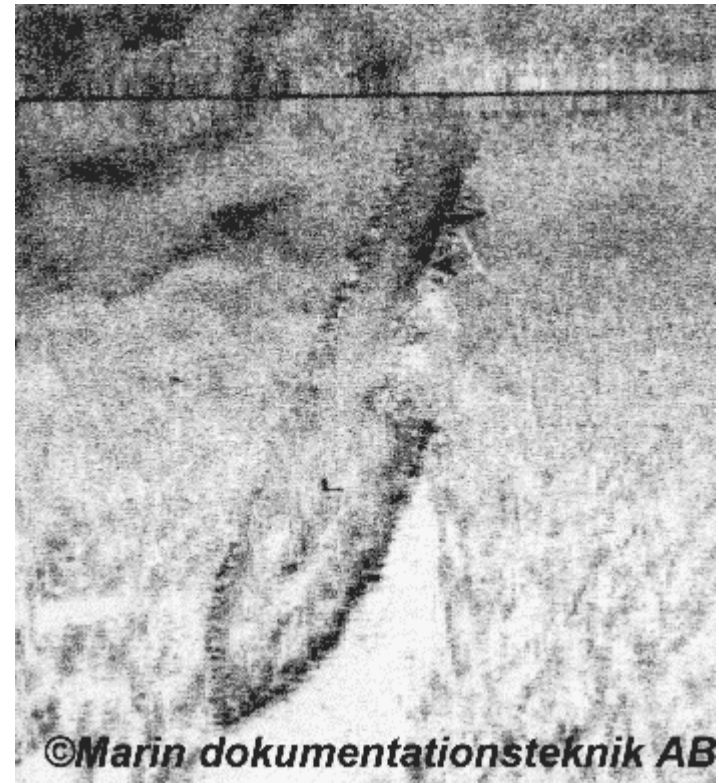
Sónares en aplicaciones marinas

Vehículo marino: DSL-120A

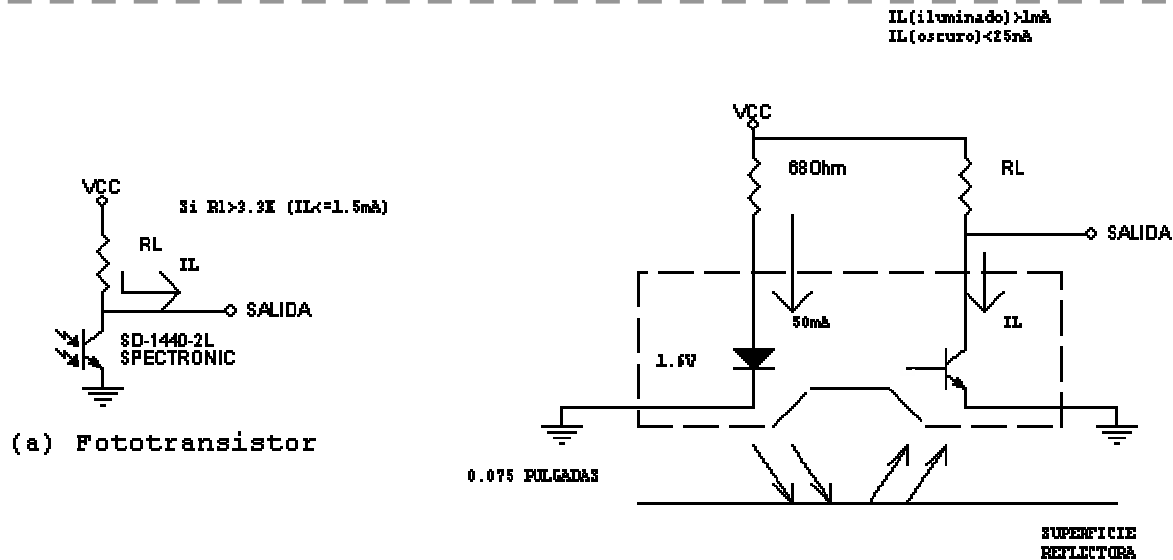


Dos sónares:

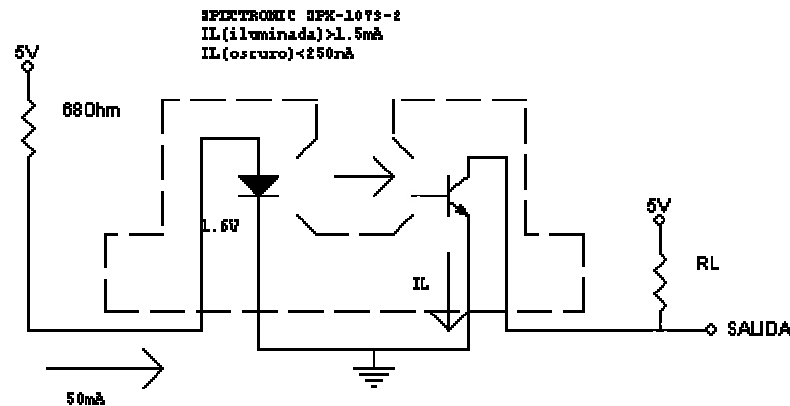
- Se mide profundidad a partir de la intensidad de la señal recibida
- Se dibujan contornos de superficies a partir de diferencia entre las señales recibidas por los dos sónares



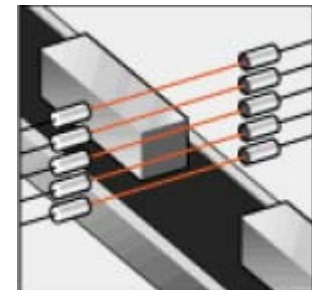
Sensores infrarrojos basados en intensidad



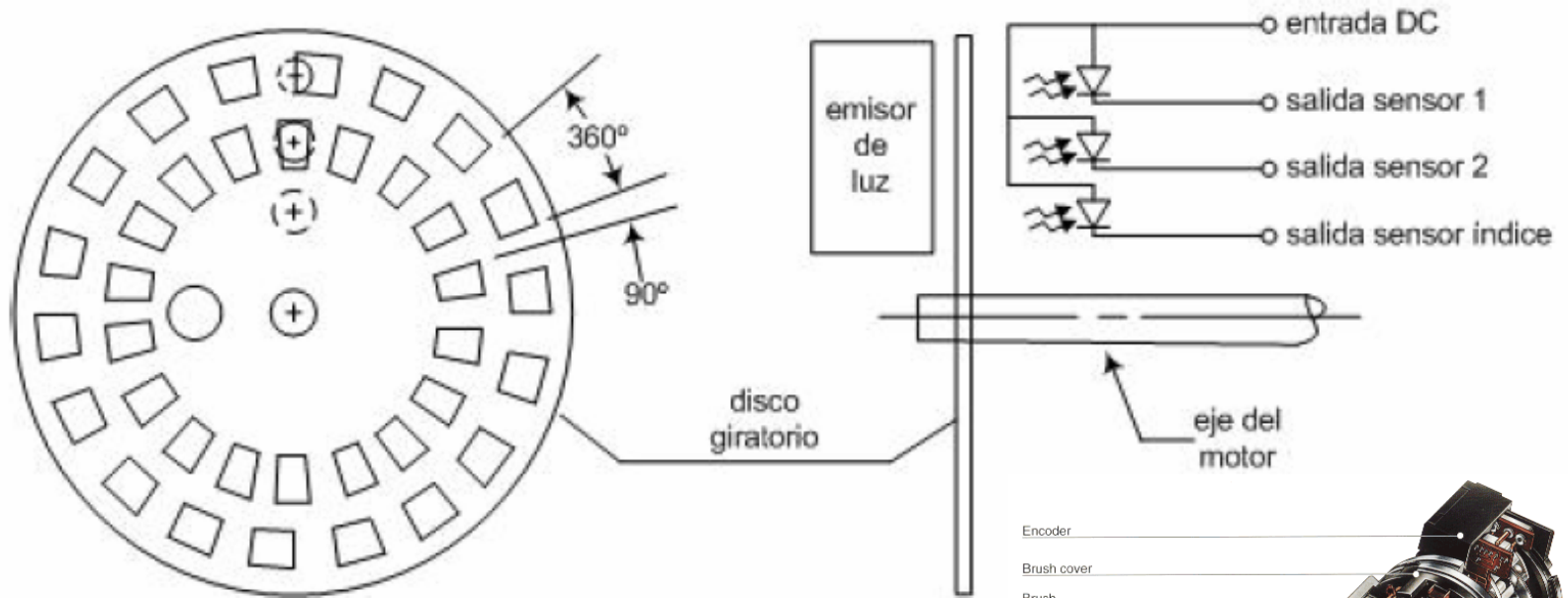
(b) Dispositivo fotoelectronico reflector



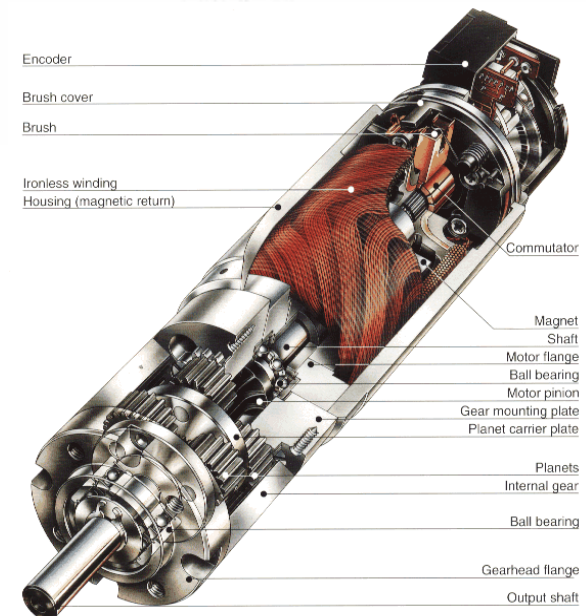
(c) Conmutador optoelectronico



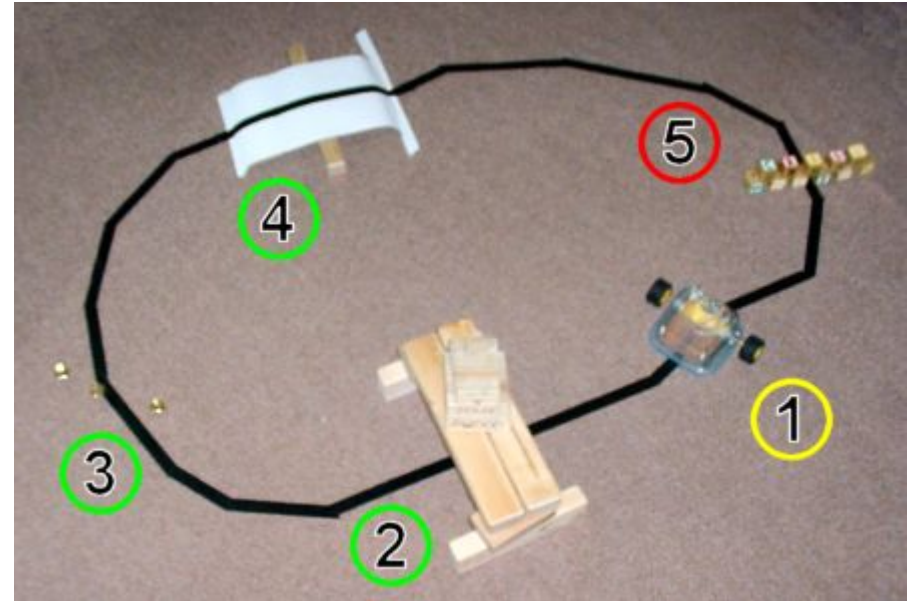
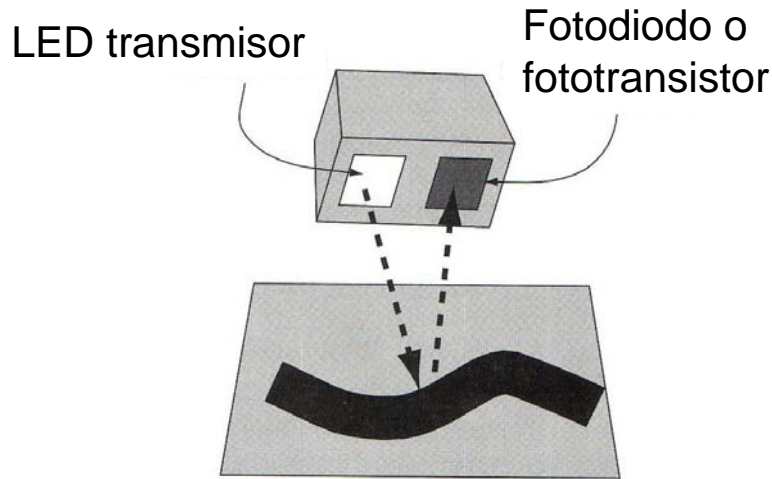
Aplicaciones del conmutador optoelectrónico



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



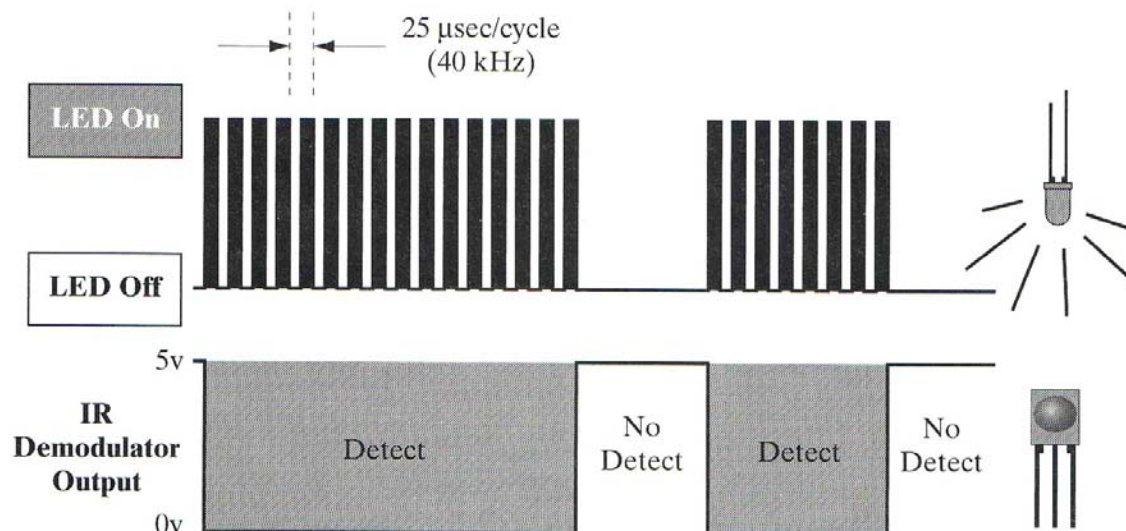
Sensores infrarrojos reflexivos



- Luz emitida es infrarroja (no visible)
- Aplicaciones : Detección de obstáculos,
Seguimiento de líneas,
Seguimiento de paredes
- Desventajas: Sensibles a luz ambiente y reflectividad de objetos

Sensores infrarrojos modulados

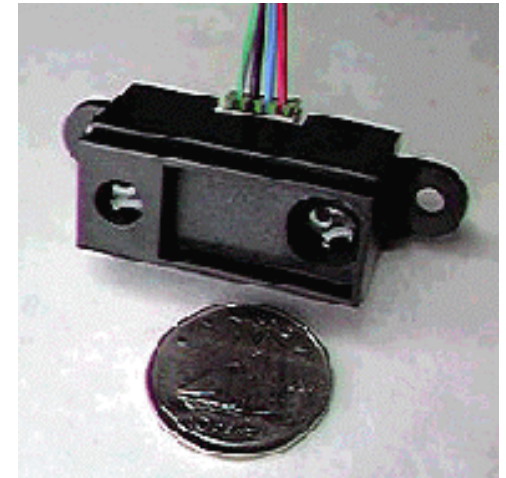
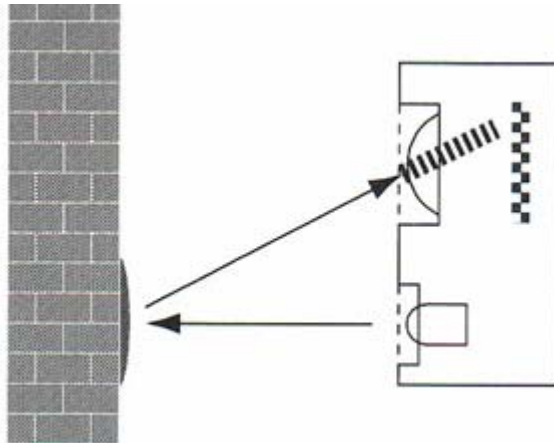
- **Modulación y Demodulación**
 - Fuente intermitente de luz a determinada frecuencia
 - Un demodulador sintonizado a la frecuencia de intermitencia (32kHz~45kHz)
 - Menos susceptible a la luz ambiente y reflexibilidad de los objetos
 - Usados en la mayoría de sensores de proximidad



Sensores infrarrojos (distancia)

Sensor infrarrojo Sharp GP2D02

- Alcance: 10cm ~ 80cm
- Immune a la luz ambiente
- Resistente a cambios de colores y reflectividad



Estimación de posición relativa

Se necesitan, para controlar el robot, estimar su posición

- Posición relativa (Odometría): Se calcula el desplazamiento a partir de condiciones iniciales, midiendo el desplazamiento de las ruedas
- Establece la posición con sensores internos:
 - Encoders
 - Potenciómetros
 - Tacómetros (primera derivada de la posición)
 - Giróscopos
 - Acelerómetros (segunda derivada de la posición)

Ejemplo de posicionamiento por odometría

Modelo diferencial

Para condiciones iniciales:

$$\theta = 0 \quad (x, y) = (0, 0) \quad \longrightarrow \quad v_i = 2v_r$$

$$\dot{x} = \cos(\theta) \left(\frac{v_r + v_i}{2} \right)$$

Y una frecuencia de muestreo lo suficientemente pequeña

$$\dot{y} = \sin(\theta) \left(\frac{v_r + v_i}{2} \right)$$

$$\Delta x = \frac{3v_r}{2}$$

$$\dot{\theta} = \frac{v_r - v_i}{L}$$

$$\Delta \theta = \frac{-v_r}{L}$$

Y una frecuencia de muestreo lo suficientemente pequeña

$$v = \frac{v_R + v_i}{2}$$

$$x(k) + \Delta x = x(k+1) = \frac{3v_r}{2}$$

$$w = \frac{v_R - v_i}{L}$$

$$\theta(k) + \Delta \theta = \theta(k+1) = \frac{-v_r}{L}$$

$$y(k+1) = 0$$

Errores de posicionamiento acumulativos

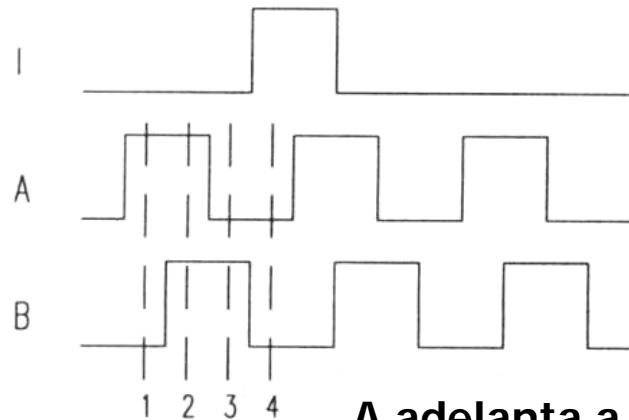
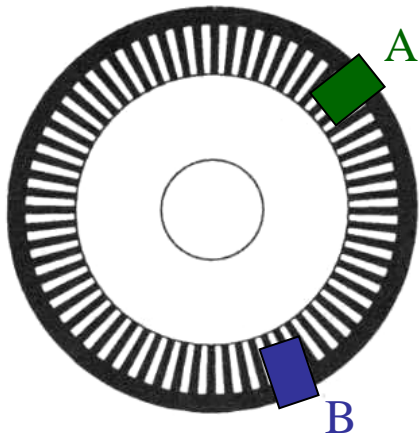
- Errores sistémicos:
 - Desigual diámetro de las ruedas
 - El promedio del diámetro de ambas ruedas difieren del diámetro nominal
 - Desalineación de las ruedas
- Errores no sistémicos:
 - Desplazamiento sobre suelos irregulares
 - Encuentros con objetos no esperados
 - Derrape de las ruedas: Aceleración, rápidos giros...

Estimación de posición absoluta

- Requiere de información exterior, adquirida por sensores:
 - Compases magnéticos
 - Referencias absolutas: Paredes, esquinas, puertas, objetos...
 - Balizas activas
 - Sistema de posicionamiento global
 - Mapas para la navegación (láser, sónares..)
 - Sistemas de visión (cámaras..)

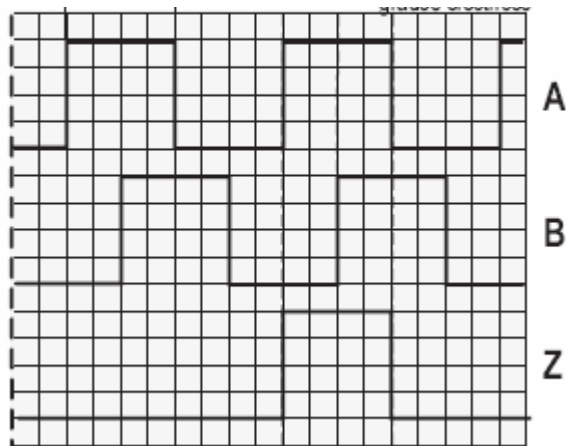
Sensores para odometría

Encoder incrementales

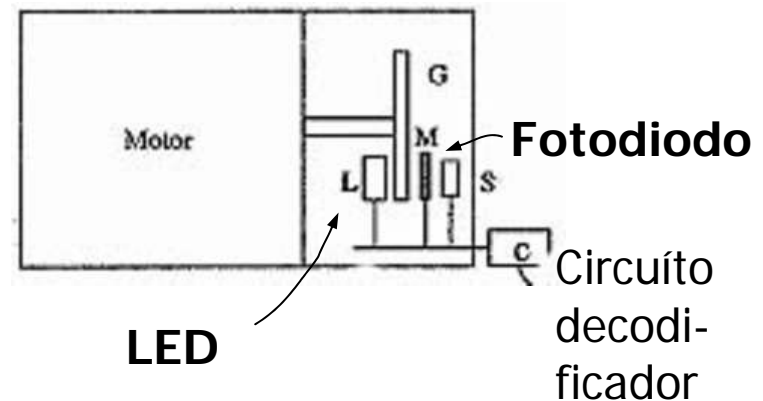


A adelanta a B

State	Ch A	Ch B
S1	High	Low
S2	High	High
S3	Low	High
S4	Low	Low







Representación gráfica de las señales incrementales A,B, y Z.



Encoder incrementales

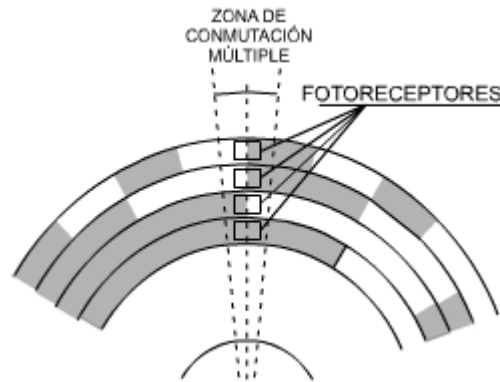
- Características:
 - A adelanta a B en sentido horario
 - Z indicador absoluto de una revolución
 - Pulsos por revolución: Número de pulsos que genera un canal para girar 360 grados
 - Resolución real: $360/(4PPR)$, dos canales

Optical Encoders

Metric		English					
Series	PDF	Dimensions (mm)	Number of Channels	Pulses / Revolution / Channel	Signal Output	Works with	
HEDL5540		30 x 41 x 18.3	2 + 1	500	Digital (with Line Driver)		
HED...5500, HED...5540		30 x 41,1 x 18,3	2 + 1	100, 500, 1000, 1024	Digital		

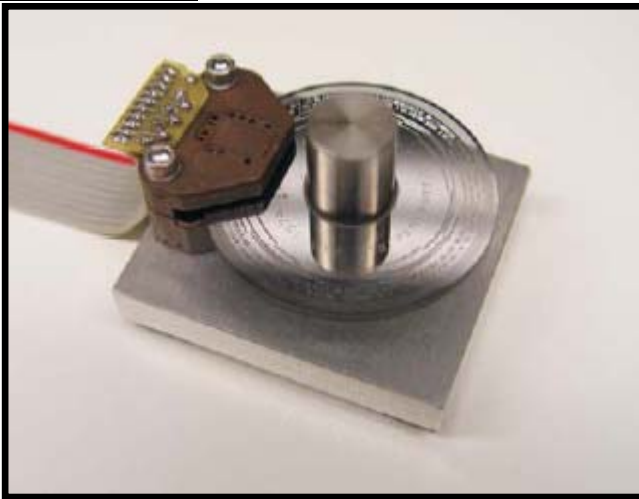
Encoder absoluto

DECIMAL	BINARIO	GRAY
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000



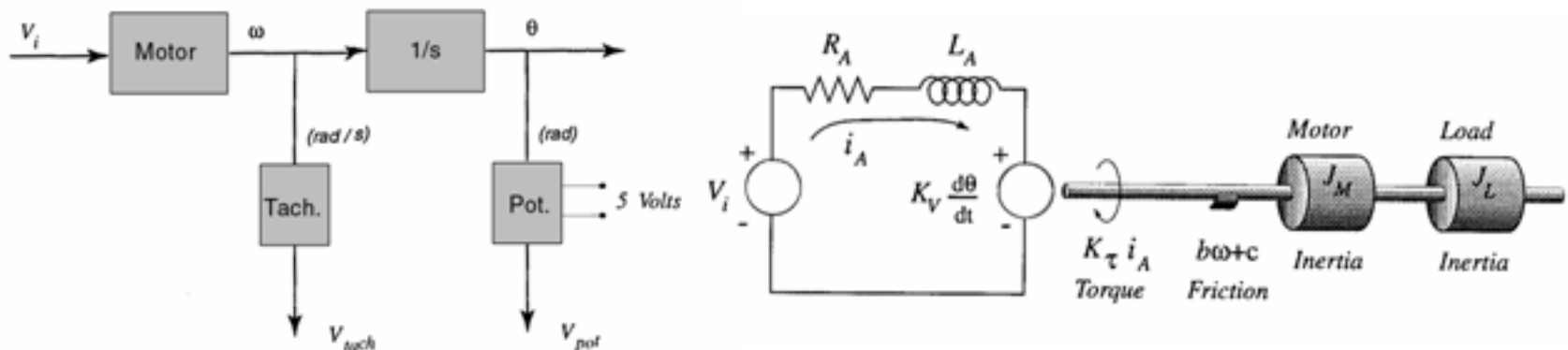
Codificadores absolutos:

- Posición determinada por lectura del código, que es única
- No pierden la posición cuando se corta la alimentación
- Problemática captación de un código a otro en código binario:
0111-1000
- Código Gray: Sólo un bit cambia de estado de uno a otro código

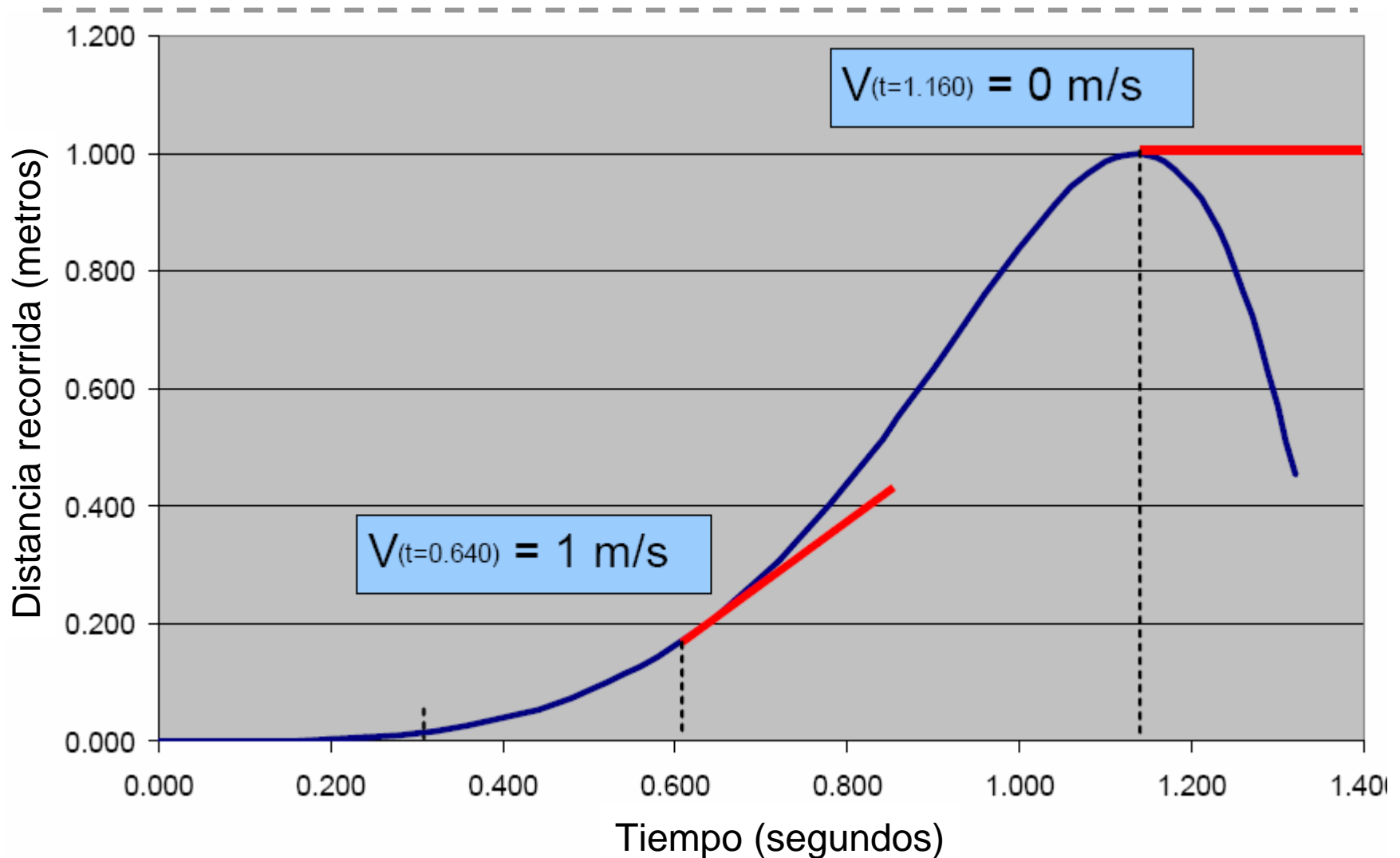


Tacómetros

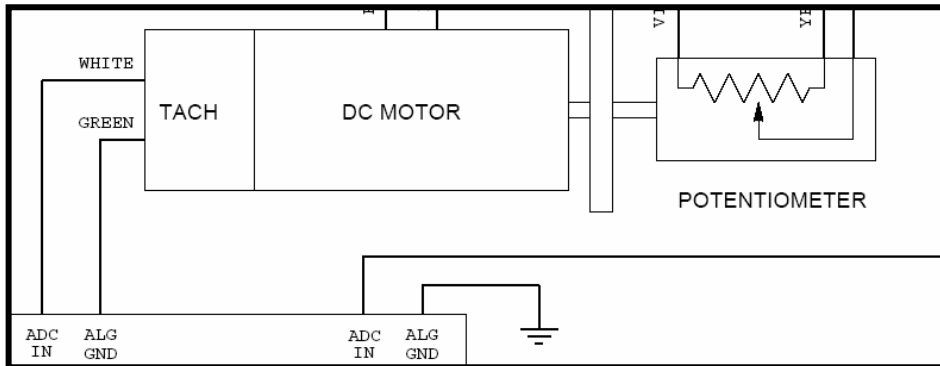
- El PUMA 560 no tiene tacómetros, la velocidad se calcula como incrementos de posición
- **Tacómetro:** Mide la velocidad rotacional del motor, a través de convertidor frecuencia a voltaje



Velocidad y posición



Ejemplo de tacómetro y configuración básica



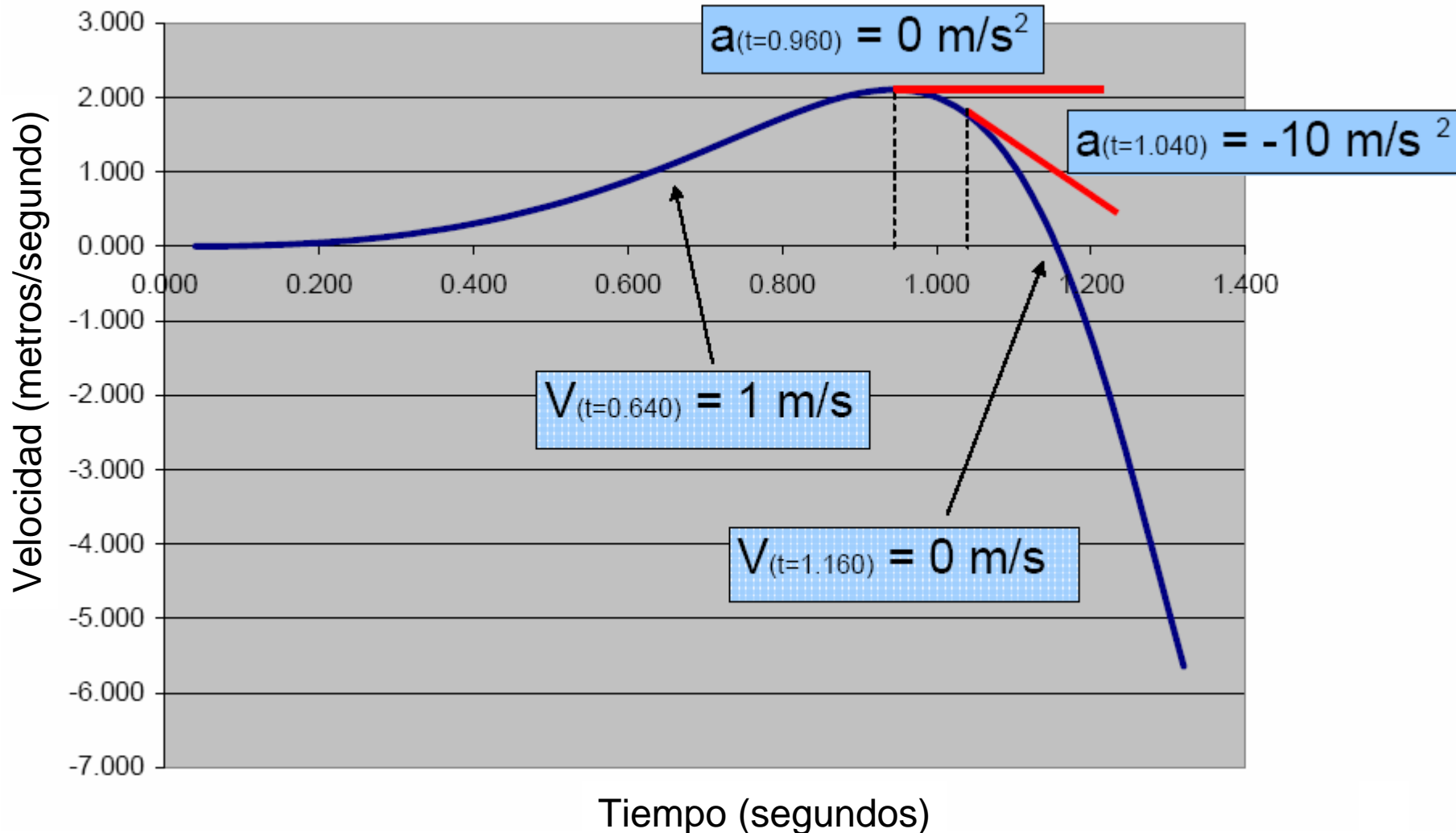
Aceleración

- Concepto: Variación de velocidad con respecto al tiempo

$$a = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$$

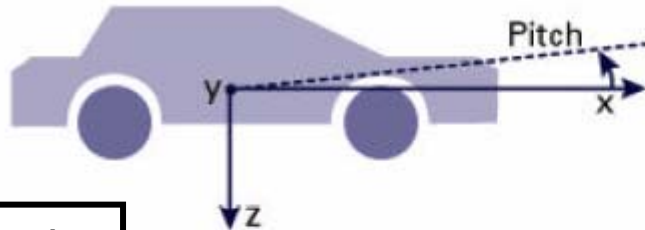
- Unidades: (m/s)/s=m/s²
- “g”: Unidad de aceleración, corresponde a la gravedad de la tierra al nivel del mar
- **1g=9.81m/s²**

Aceleración y velocidad

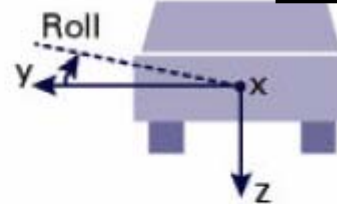


Acelerómetros angulares

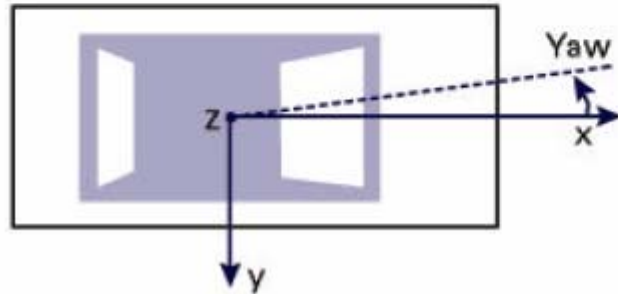
Lateral



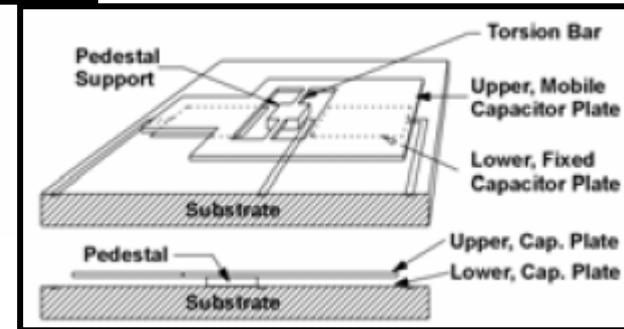
Frontal



Superior



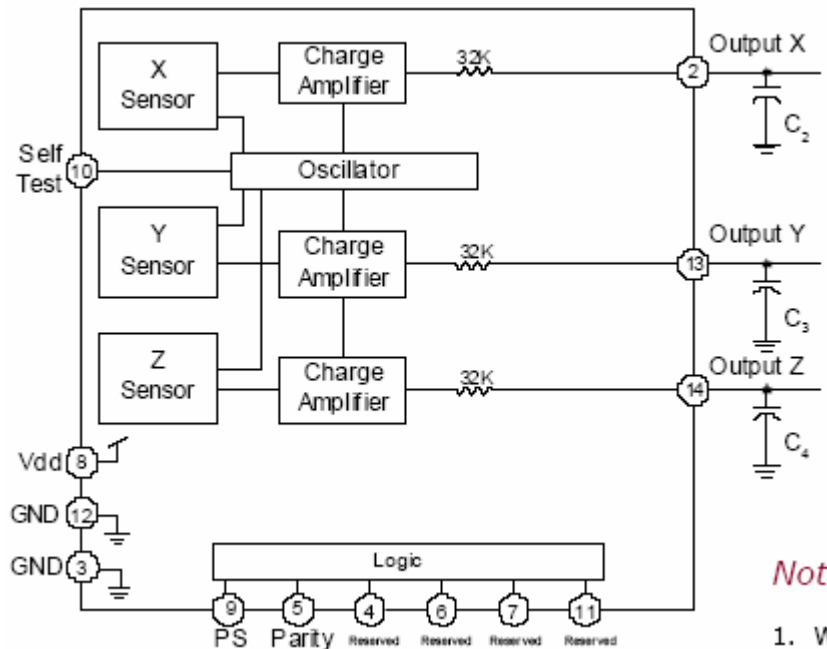
Cada eje (x, y, z) tiene un acelerómetro



Principio de funcionamiento: Se basan en la **capacidad diferencial**, la aceleración provoca el desplazamiento de una estructura de silicio, cambiando la capacidad, **los cambios de capacidad se convierten en cambios de voltaje, proporcionales a la aceleración**

Acelerómetro de tres ejes

- Giróscopo TriRATE

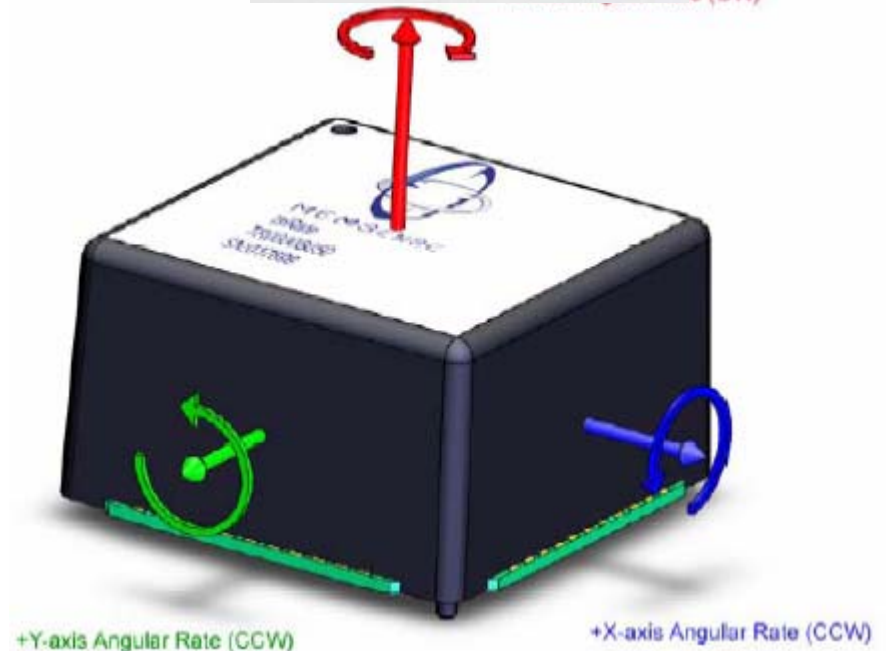


Not

1. V



e (CW)

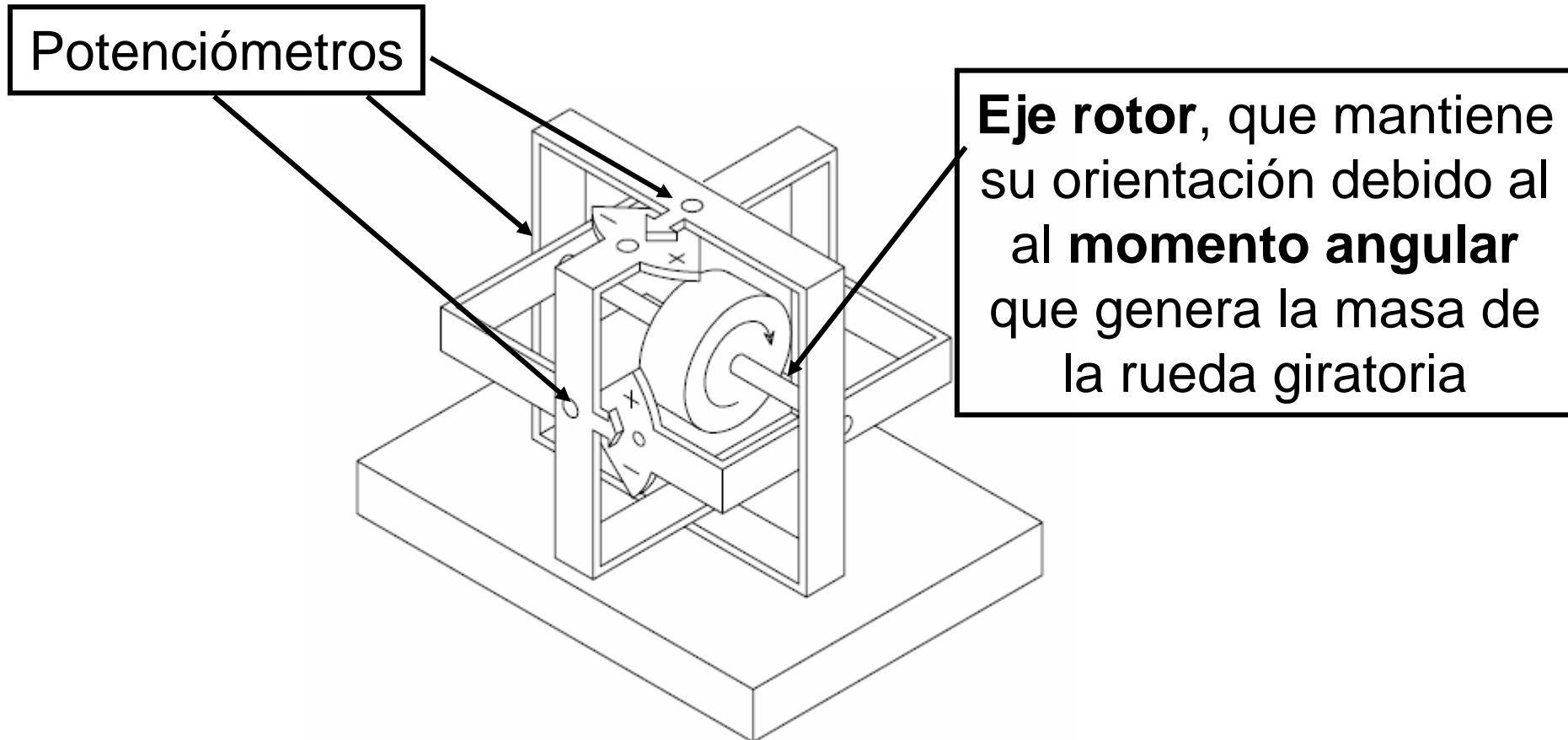


+Y-axis Angular Rate (CCW)

+X-axis Angular Rate (CCW)

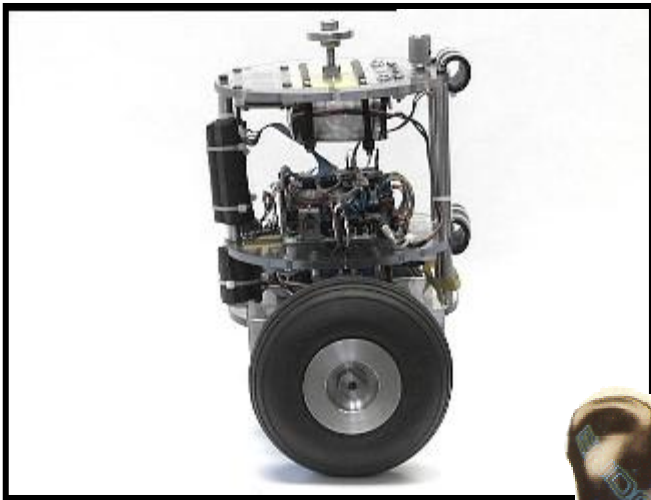
Giróscopos

Miden la velocidad angular (rad/s)



Aplicaciones de acelerómetros y giróscopos

- Mantener balanceado un robot, prótesis



Honda ASIMO

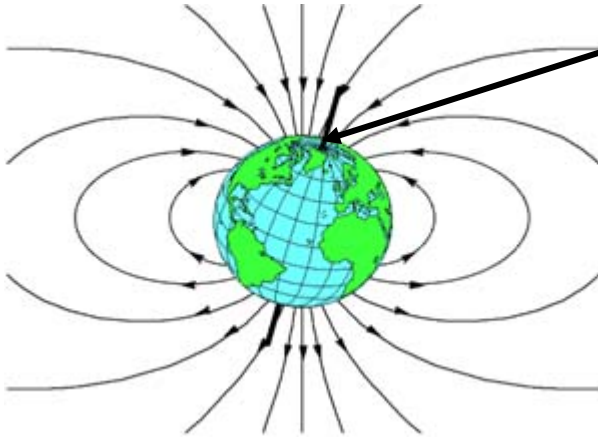
- Empresa Honda
- Disponible Japón (Nov 2001)
- Peso: 130Kg (P3)
- Alto 130 cm
- 32 DOFs:
 - 7 Cada brazo
 - 6 Cada pierna
 - 3 cada mano
- Cámara de vídeo
- Baterías Ni-Zn (138V)
- Velocidad 2Km/h

GPS

- Longitud, latitud y altitud (precision de 4-20 metros)
- GPS diferencial: 1-3 metros (referencia adicional en tierra)
- Poco útiles en robótica móvil por su precisión
- Son los únicos que brindan la **posición absoluta**



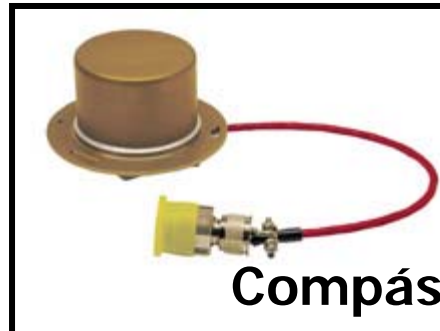
Sensores de orientación: Compás



Esencia de la orientación por compás magnético: Se miden las componentes del vector que apunta al campo magnético terrestre (x,y).

Existe un campo magnético terrestre de 0.6 Gauss al aire libre, del polo sur al norte magnético

El vector de orientación al polo norte es totalmente horizontal sólo en el ecuador



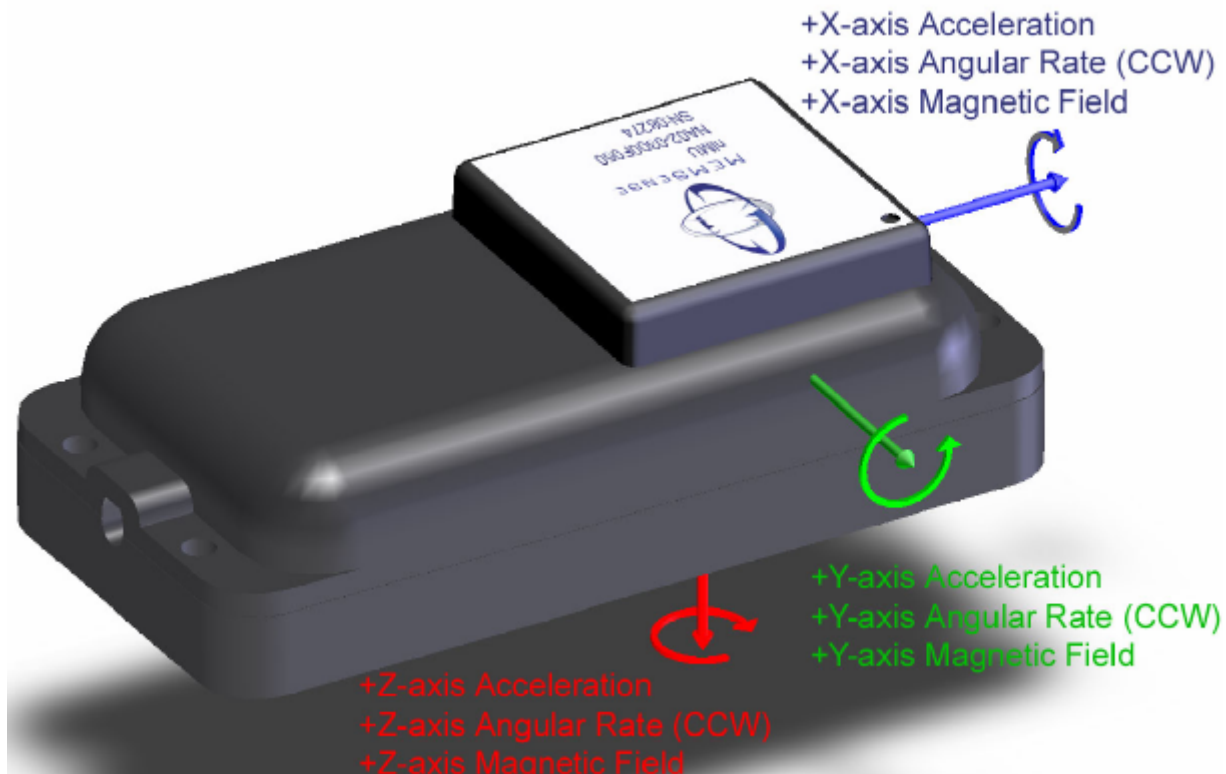
Compás magnético de tres ejes

Unidades de medida inercial (IMU) y Sistemas de navegación inercial (INS)

- Unen la **aceleración** (acelerómetros) y los cambios de **velocidad** angular (giróscopos) para establecer la **posición** en el espacio, a partir de la **solución** de un conjunto de **ecuaciones diferenciales**
- Dan medida de posición relativa
- Errores acumulativos (igual que odometría)
- Pueden unirse a otros sensores (GPS, compases..) para corregir desviaciones en la posición estimada

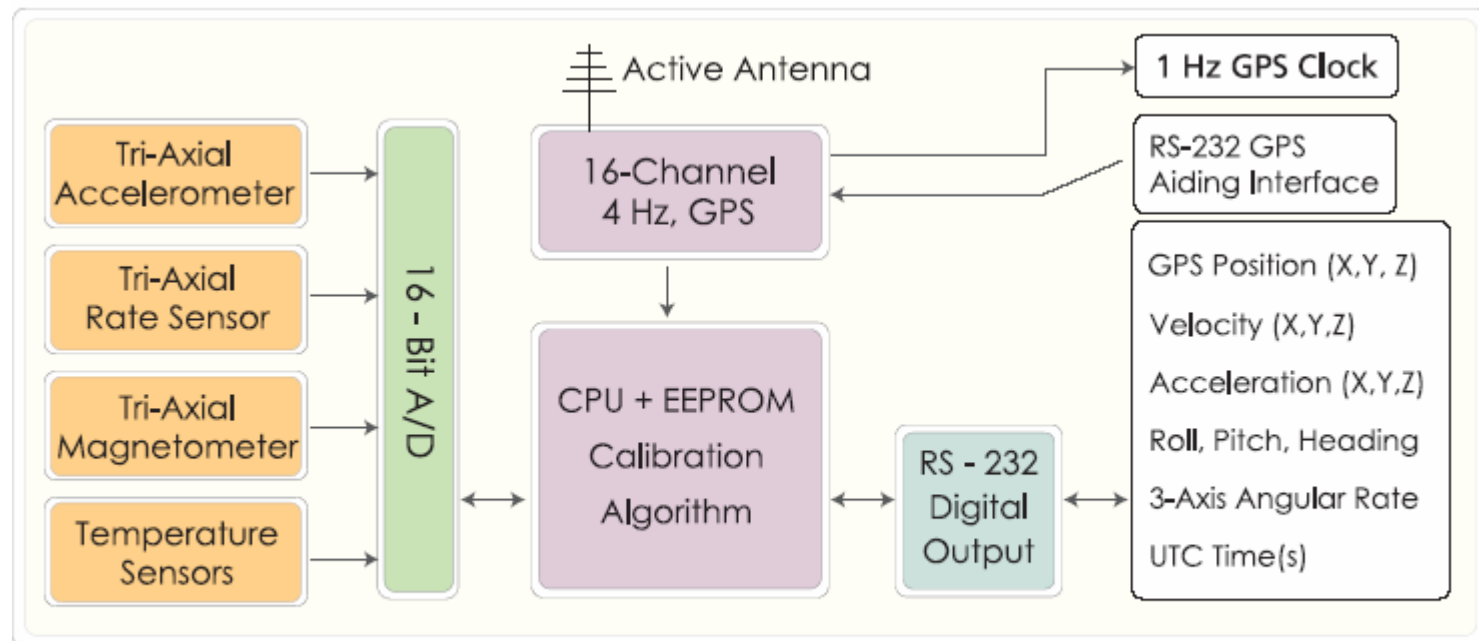
Procesador de unidad de medida inercial

MEMSense: nIMU



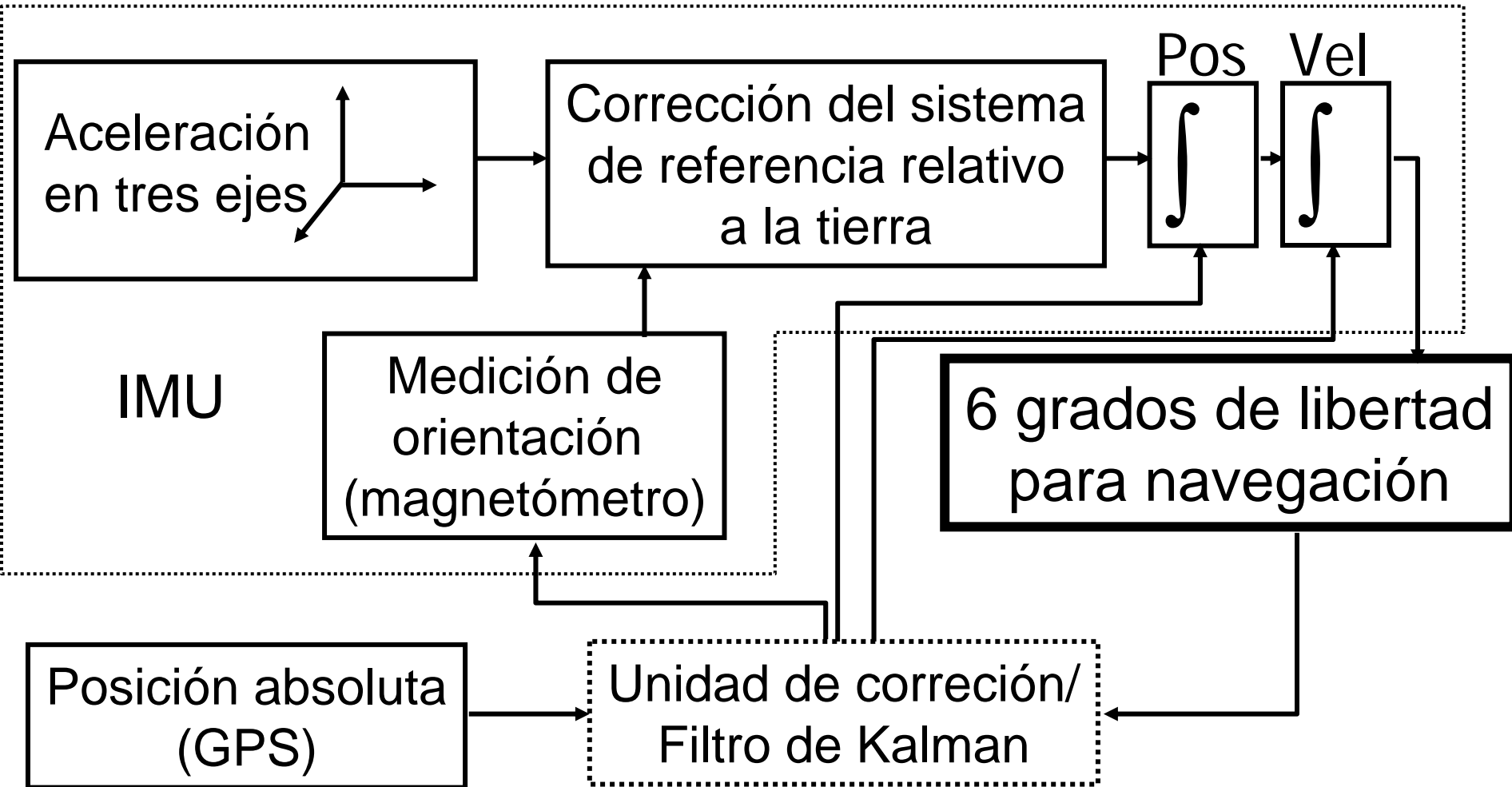
GPS + IMU

Crossbow NAV420



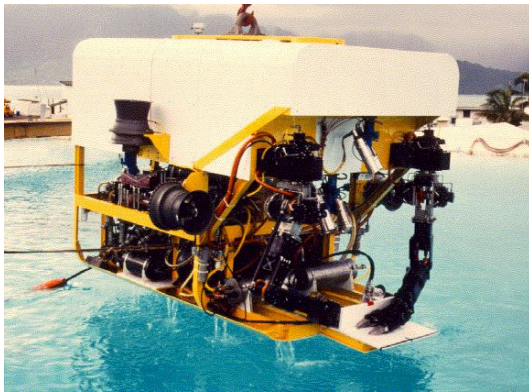
NAV420 Block Diagram

Estimación de los seis grados de libertad con la IMU



Aplicaciones: Navegación en vehículos no tripulados

UUV



UAV



UGV



Advanced Unmanned Search System Testbed (AUSS)

