



Universidad Autónoma del Estado de México
Dirección General de Centros Universitarios
y Unidades Académicas Profesionales

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 2017

Descripción del Material

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.**

Justificación

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.

Propósito de la Unidad de Aprendizaje

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

Propósito de la Unidad de Competencia

Entender los diferentes tipos de locomoción que pueden tener los robots móviles.

Estructura de la Unidad de Aprendizaje

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.

Estructura de la Unidad de Aprendizaje

• **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.

Estructura de la Unidad de Aprendizaje

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

Estructura de la Unidad de Aprendizaje

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.

Conceptos Básicos

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

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.

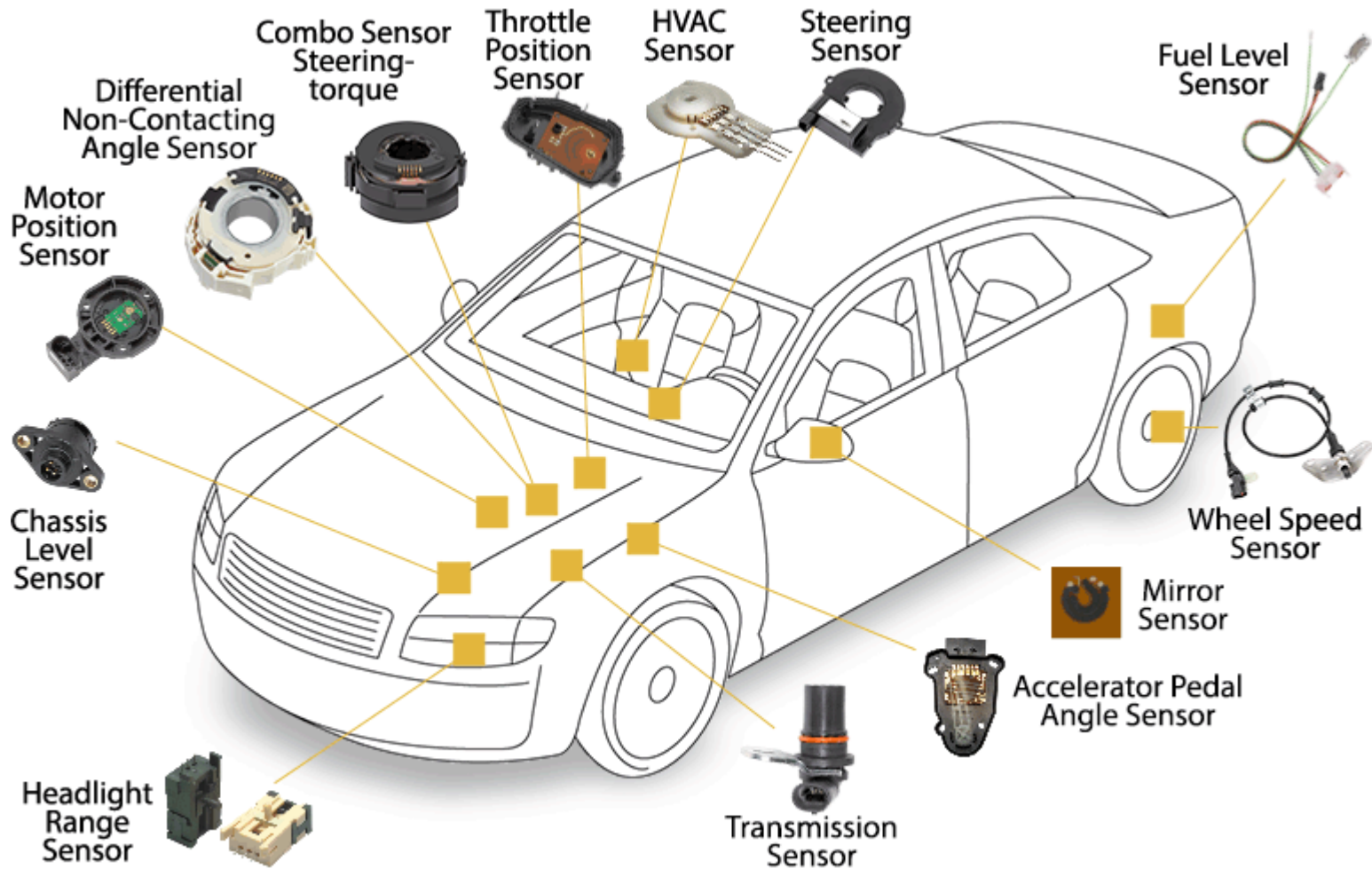
En robótica móvil un sensor utiliza un transductor que capta información del entorno para ser utilizada por el robot.

Introducción a los Sensores y Clasificación

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).

Introducción a los Sensores y Clasificación



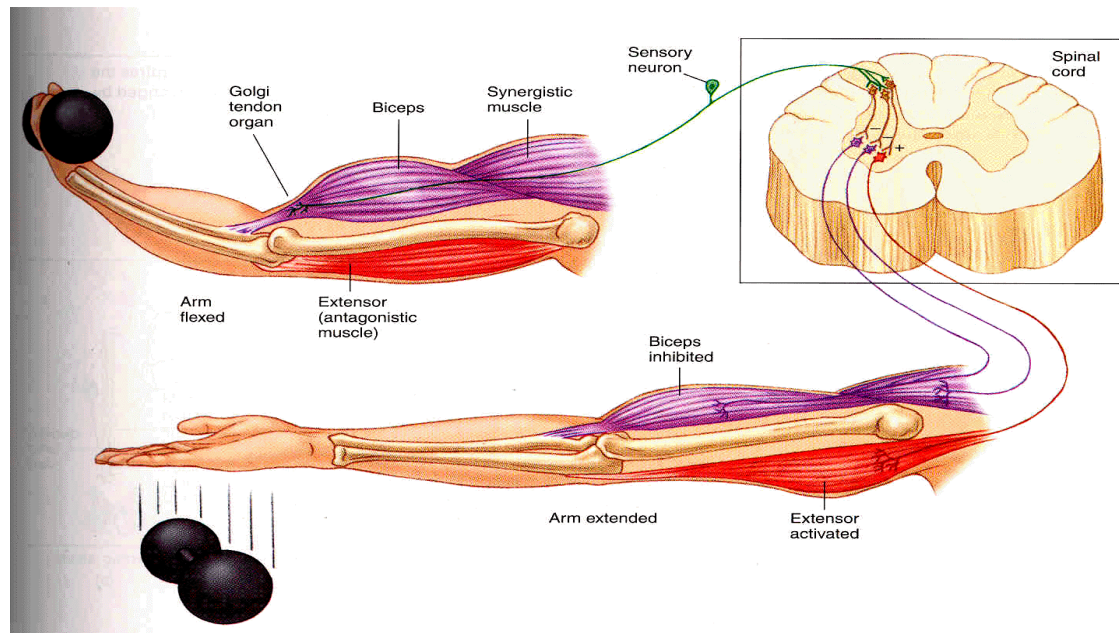
Introducción a los Sensores y Clasificación

- 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.

Clasificación

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.



Clasificación

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.



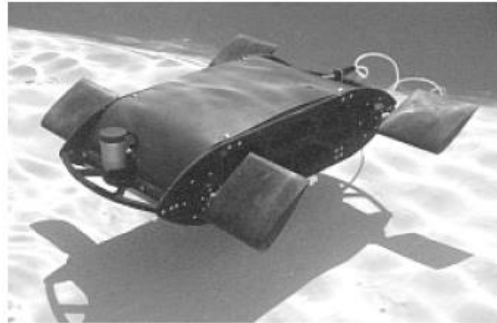
Características

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.

Características

- **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.



Características

- **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.

Tipos de Sensores

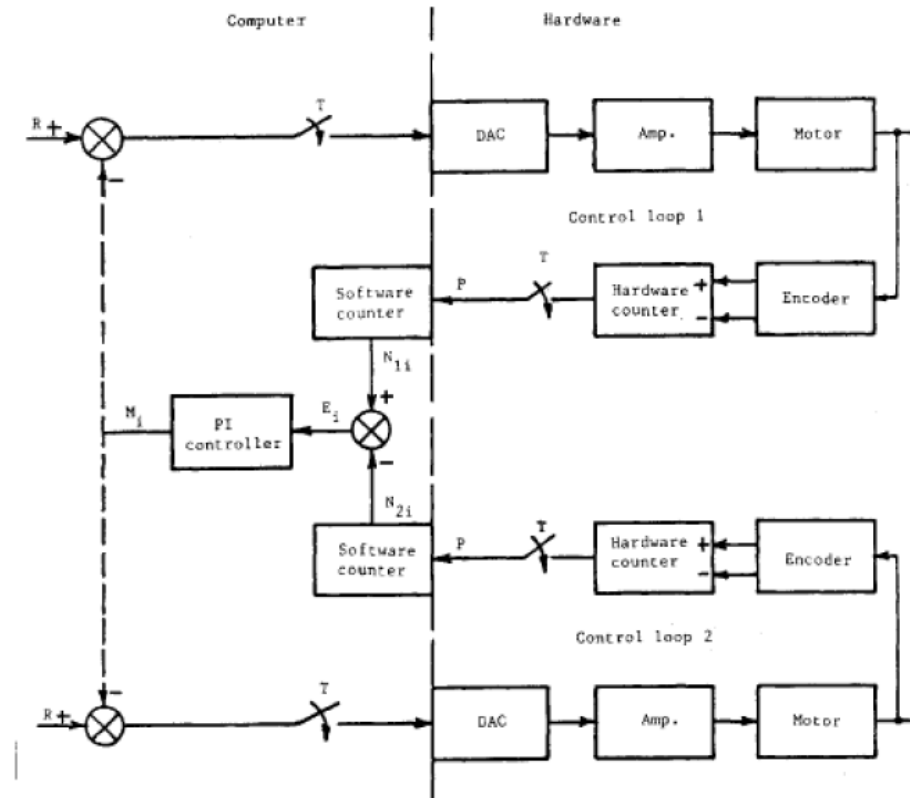
Encoders absolutos

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



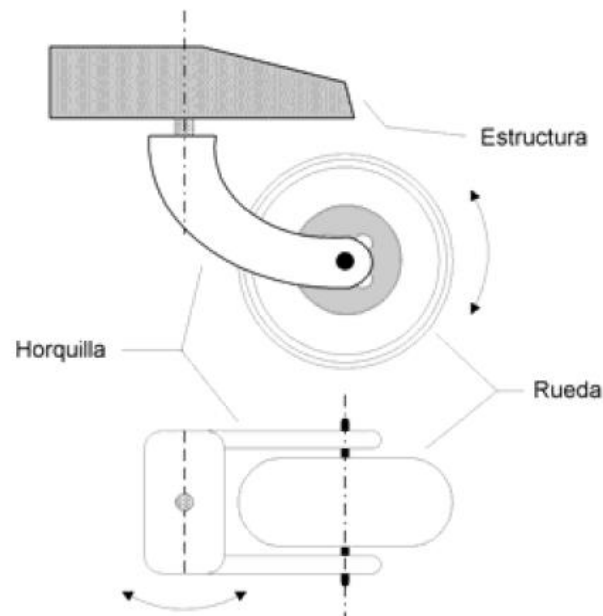
Tipos de Sensores



Control de dirección con encoders

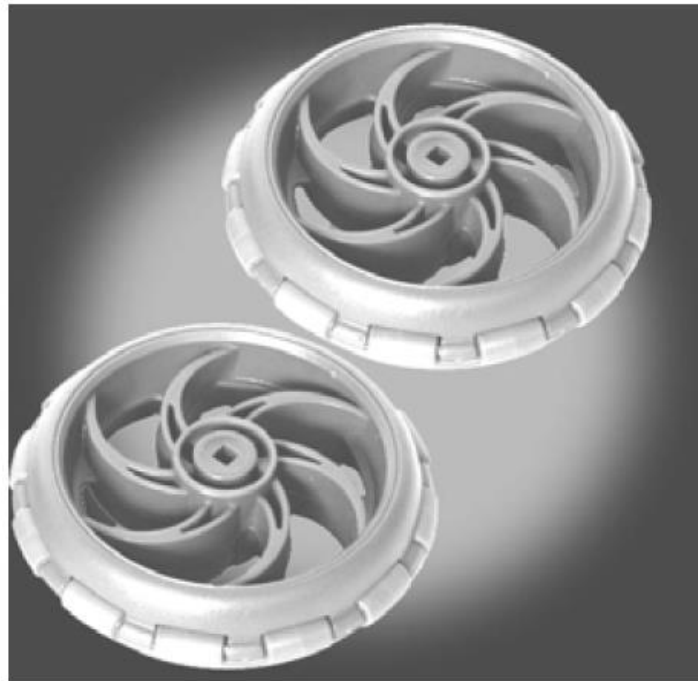
Tipos de Ruedas

Rueda orientable no-centrada (rueda loca): También conocida como rueda castor (castor wheel) es una rueda orientable con respecto a la estructura, tal que la rotación del plano de la rueda es alrededor de un eje vertical el cual no pasa a través del centro de la rueda. Su principal función es la de dar estabilidad a la estructura mecánica del robot como rueda de dirección.



Tipos de Ruedas

Para una *rueda sueca* (swedish wheel), solo una componente de la velocidad del punto de contacto de la rueda con el terreno se supone igual a cero a lo largo del movimiento . Esto le permite, gracias a los rodamientos montados en la superficie de la rueda, desplazarse en dirección perpendicular al plano de la rueda.



Ruedas

Ventajas

- Mecánicamente simple y fácil de construir
- Capacidad de cargar peso
- Los juguetes pueden ser modificados para uso robot

Desventajas

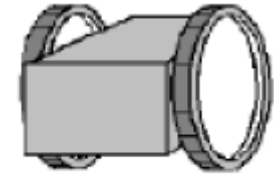
- En un terreno desigual funcionan mal, si la altura del objeto que debe superar el radio de las ruedas
- Solución: Rueda grande (no siempre).

Ejemplos de Ruedas en Robots Móviles

Movimiento suave

Riesgo de deslizamiento

Algunas veces usan rodillo-bola para hacer el balance

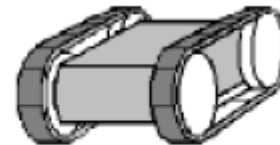


Bi-wheel type robot

Movimiento en línea recta exacto

Robusto al deslizamiento

Inexacto modelado de convertir



Caterpillar type robot

Movimiento libre

Estructura compleja

La debilidad del marco

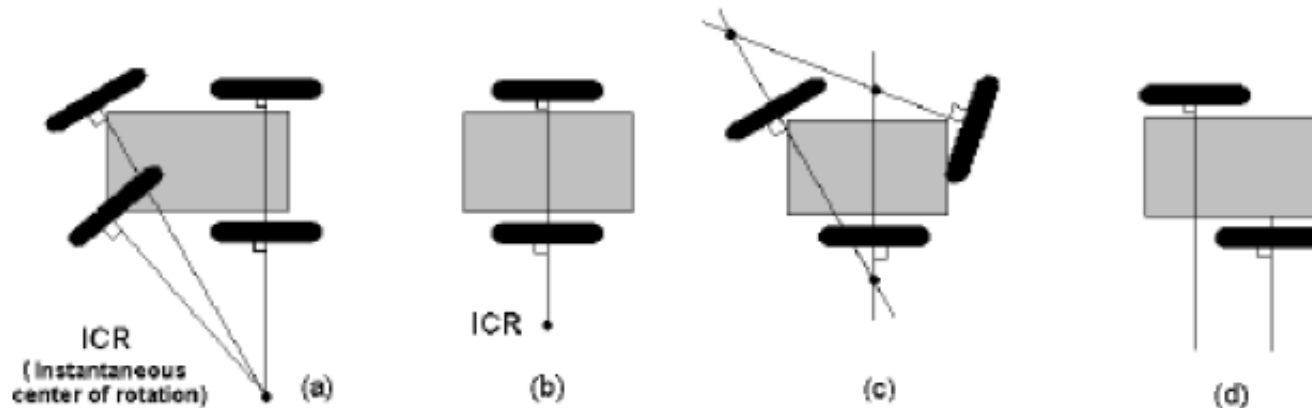


Omnidirectional robot

Locomoción en Robots Móviles

Centro instantáneo de rotación (ICR) o el centro instantáneo de curvatura (ICC).

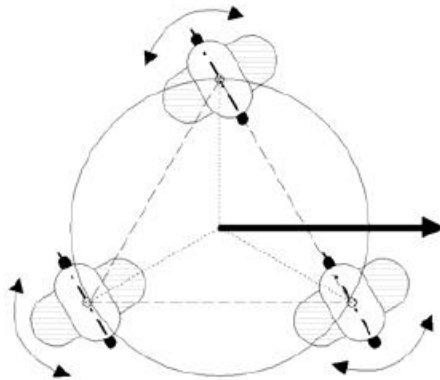
Un punto de cruce de los ejes de las ruedas.



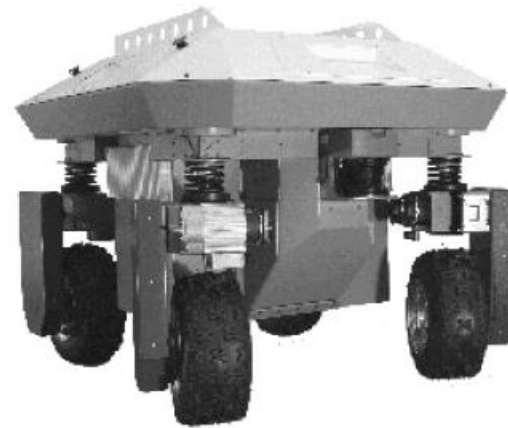
Disposición de las Ruedas

Robot omnidireccional

Estos robots tienen máxima maniobrabilidad en el plano; esto significa que ellos pueden moverse en cualquier dirección sin necesidad de reorientarse. En contraste, los otros tipos de robots tienen una maniobrabilidad restringida.



(a)



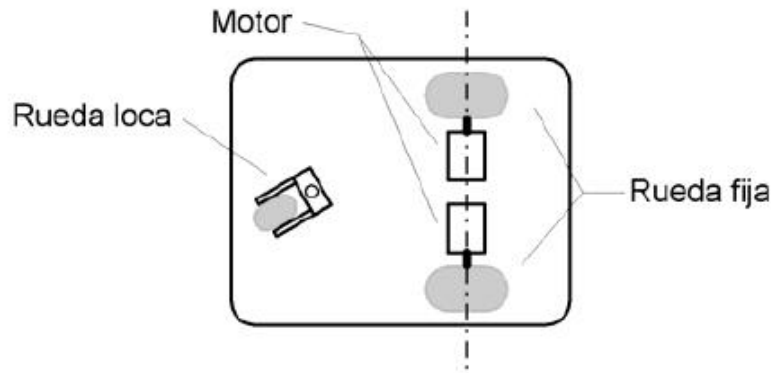
(b)

(a) Disposición sobre una estructura mecánica, (b) Robot Seekur

Disposición de las Ruedas

Uniciclo

El robot tipo uniciclo es, en general, el elegido por los investigadores a la hora de probar nuevas estrategias de control por tener una cinemática sencilla. Es una estructura que consta de dos ruedas fijas convencionales sobre el mismo eje, controladas de manera independiente y una rueda loca que le confiere estabilidad

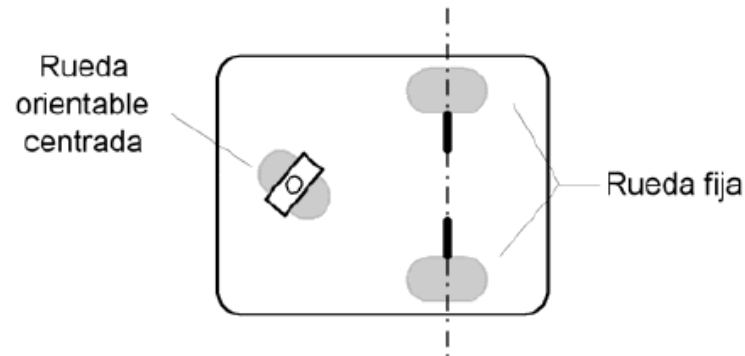


Uniciclo: (a) Estructura, (b) Robot Pioneer

Disposición de las Ruedas

Triciclo:

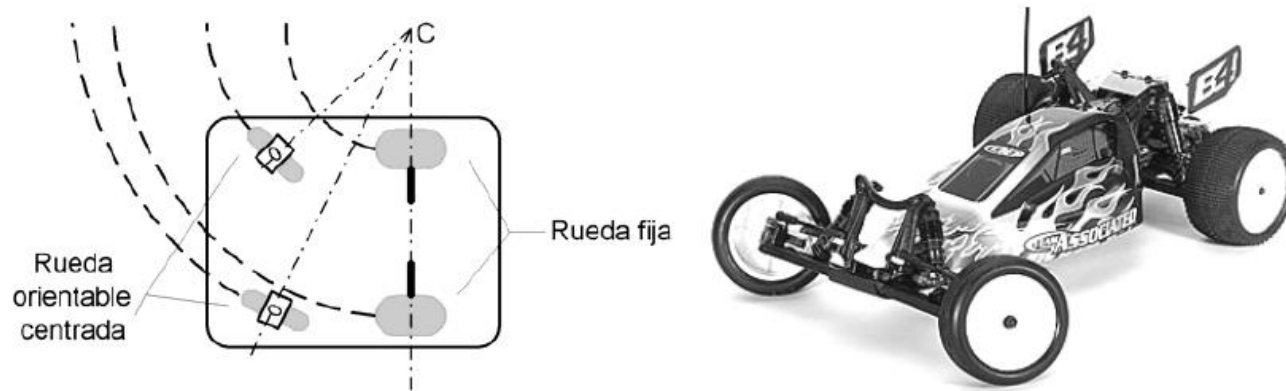
- Volante con dos ruedas traseras.
- No puede girar $\pm 90^\circ$.
- Limitado radio de curvatura.
- Tres ruedas: dos ruedas traseras y una rueda delantera.
- Volante y potencia se proporcionan a través de la rueda delantera.
- Variables de control: sentido de la dirección $\alpha(t)$, la velocidad angular del volante $\omega_s(t)$



Disposición de las Ruedas

Cuatriciclo

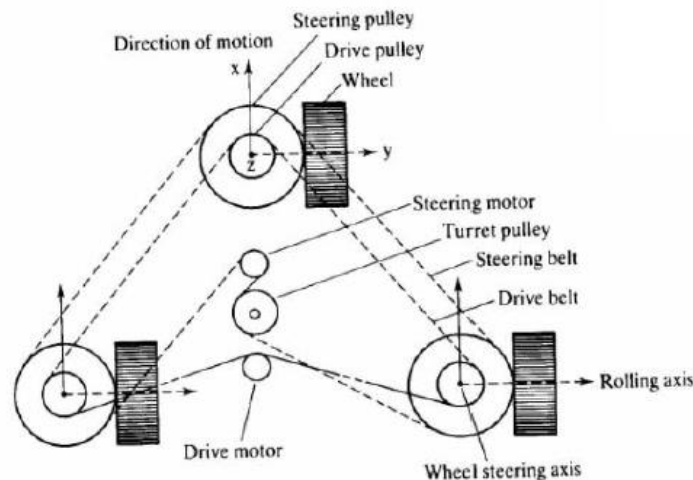
Un problema asociado con la configuración tipo triciclo es que el centro de gravedad del vehículo se posiciona, en algunas ocasiones, en los límites de la superficie de equilibrio, definida por las tres ruedas, cuando el vehículo está en movimiento. Esto produce una pérdida de tracción en el vehículo y es fuente de error a la hora de estimar la posición del robot



Modelos cinemáticos de algunas configuraciones

a) Locomoción Síncrona

Las ruedas se mueven sincrónicamente en velocidad y orientación por lo que el modelo es idéntico al del monociclo



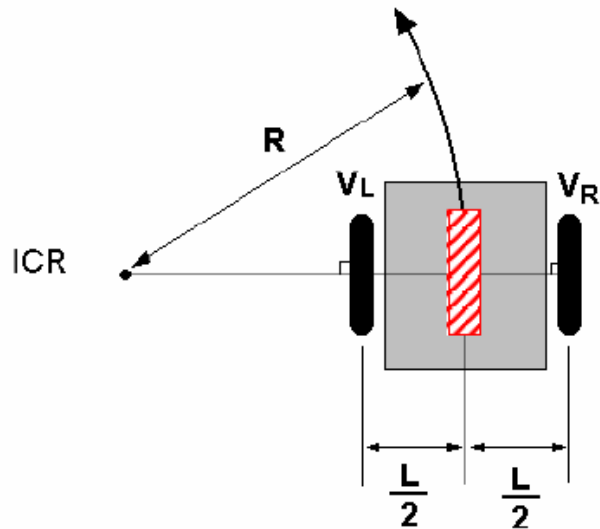
$$\dot{x} = -v \sin \phi$$

$$\dot{y} = v \cos \phi$$

$$\dot{\phi} = \omega$$

b) Locomoción Diferencial

El modelo se reduce al del monociclo

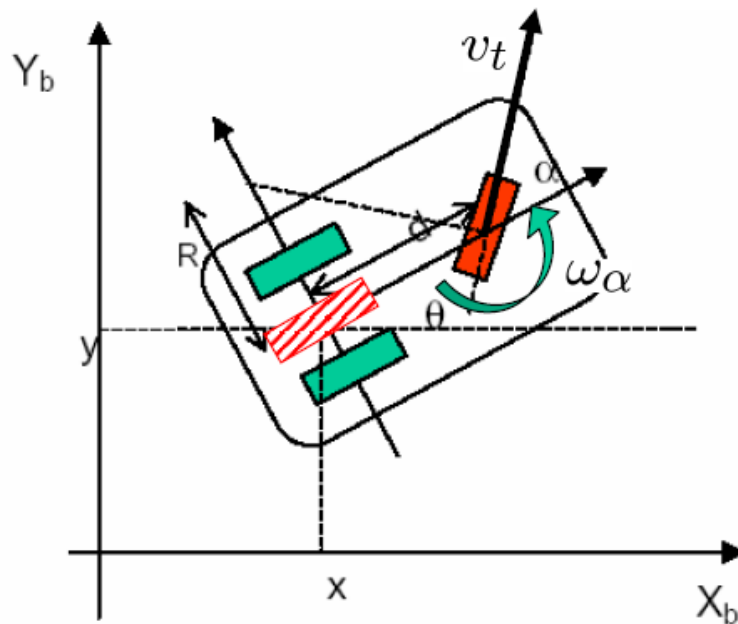


$$v = \frac{v_L + v_R}{2} = \frac{R(\omega_L + \omega_R)}{2}$$
$$\omega = \frac{v_R - v_L}{L} = \frac{R(\omega_L - \omega_R)}{L}$$

Cinemática de los Robots Móviles

c) Triciclo/Bicicleta

El modelo se reduce al del monociclo con



$$v = v_t \cos \alpha$$

$$\dot{\alpha} = \omega_\alpha$$

Y el cambio de orientación del vehículo

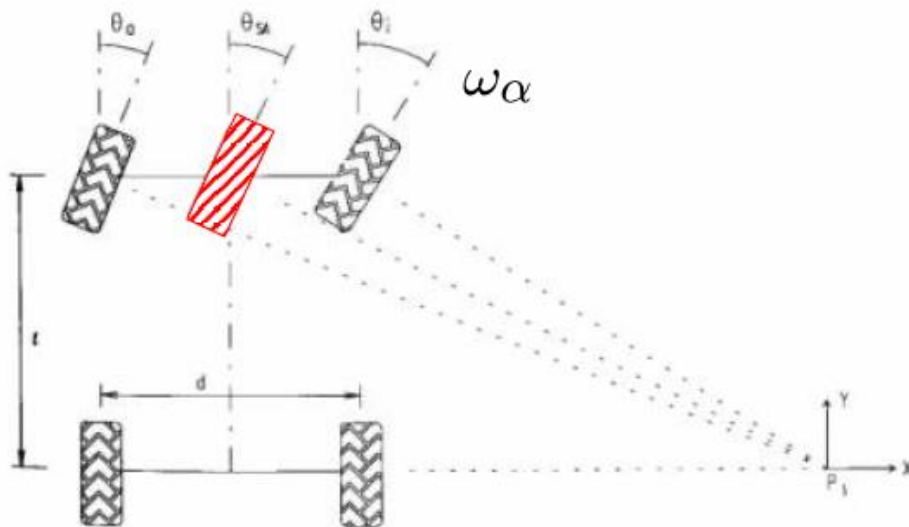
$$\dot{\phi} = \frac{v_t}{d} \sin \alpha$$

Cinemática de los Robots Móviles

d) Ackerman

El modelo se reduce al del triciclo con

$$\cot\theta_i - \cot\theta_d = \frac{d}{l}$$



Y para la rueda directriz

$$\cot\theta_{sa} = \cot\theta_i + \frac{d}{2l}$$

o

$$\cot\theta_{sa} = \cot\theta_d - \frac{d}{2l}$$

Referencias

1. Diccionario de la Real Academia Española
<http://lema.rae.es/drae/?val=locomoci%C3%B3n>
2. Fu, K.S.; González, R.C. y Lee, C.S.G. Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence. McGraw-Hill. 1987.
3. Tesis Doctoral, Robótica modular y Locomoción: Aplicación a Robots ápodos, Universidad Autónoma de Madrid, Juan González Gómez, 2008.



UAEM