

Centro universitario UAEM Zumpango.



Humanismo que transforma

Ingeniería en Computación.

Semestre: Noveno

Unidad de aprendizaje: Robótica Avanzada (L41087)

Unidad de Competencia: *Unidad 2*

TEMA: *Entender los diferentes tipos de locomoción de los robots móviles (Locomoción con Ruedas).*

Docente: M. en C. Valentín Trujillo Mora

Zumpango de Ocampo, Septiembre de 2015.

Descripción del material



Humanismo que transforma

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 **entienda los diferentes tipos de locomoción de los robots móviles.**

Justificación



Humanismo que transforma

La elaboración de este material es para apoyar más en la recopilación de conceptos, ideas y teorías del tema de **Locomoción con Ruedas** 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



Humanismo que transforma

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.

Cabe mencionar que aquí analizaremos la locomoción con ruedas únicamente, después veremos los demás tipos de locomoción de los robots móviles.

Estructura de la Unidad de Aprendizaje



Humanismo que transforma

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



Humanismo que transforma

• **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 2.

Habilidades.

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



Conocimientos

- Conceptos básicos
- Locomoción con patas
- **Locomoción con ruedas**
- Otros tipos de locomoción

Criterios de Desempeño

Los alumnos conocerán los diferentes dispositivos tipos de locomoción utilizados en la robótica y sabrán cómo funcionan.

Conceptos Básicos



Humanismo que transforma

Locomoción. Traslación de un lugar a otro.

Robot. Máquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas.

Móvil. Que puede moverse o se mueve por sí mismo. Escultura articulada cuyas partes pueden ser móviles.

Articulación. Unión entre dos piezas rígidas que permite el movimiento relativo entre ellas

Consideraciones de diseño para el proyecto final



Humanismo que transforma

Consideraciones de diseño para un robot móvil (para el proyecto)

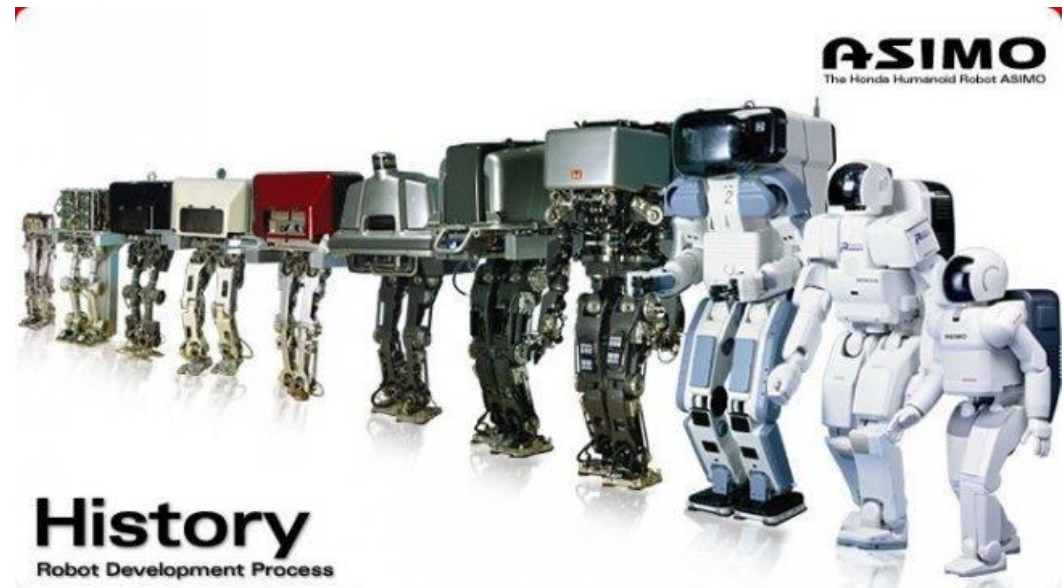
- Maniobrabilidad, que pueda cambiar de rumbo
- Controlabilidad, que se pueda controlar
- Tracción, para moverse en superficies diferentes
- Capacidad de subir pendientes, analizar la potencia
- Estabilidad, sin peligro de cambiar, caer o desaparecer

Consideraciones de diseño para el proyecto final



Humanismo que transforma

- Eficiencia, capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función
- Mantenimiento, Conservación del una cosa (robot) en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación
- Impacto ambiental, no producir efectos sobre el medio ambiente
- Consideraciones de 'Navegabilidad'



Locomoción



Humanismo que transforma

La locomoción es la capacidad que tienen los seres vivos pertenecientes al reino animal que les permite trasladarse voluntariamente de un lugar a otro. Es una de las características diferenciadoras de los animales con respecto a las plantas. Hay dos aspectos importantes a tener en cuenta: el **control** y la **voluntariedad**.

El estudio de la locomoción se divide en dos niveles, que denominaremos nivel inferior y superior.

Algunas Definiciones



Humanismo que transforma

El **nivel inferior** es el encargado del control y la coordinación de los músculos (o actuadores en el caso de los robots) para que el individuo pueda desplazarse. Engloba también los diferentes tipos de maneras de desplazarse que se pueden lograr (giros, desplazamiento en línea recta, desplazamiento lateral, etc). Las preguntas que se resuelven en este nivel son: ¿Cómo me desplazo? ¿Cómo coordino todos los músculos (actuadores) para lograr la locomoción?

El **nivel superior** se encarga de la planificación de trayectorias, navegación y otras tareas de mayor nivel. Está relacionado con la voluntad. Las preguntas que definen este nivel son: ¿Dónde quiero ir? ¿Qué camino seguir?

Tipos de Locomoción

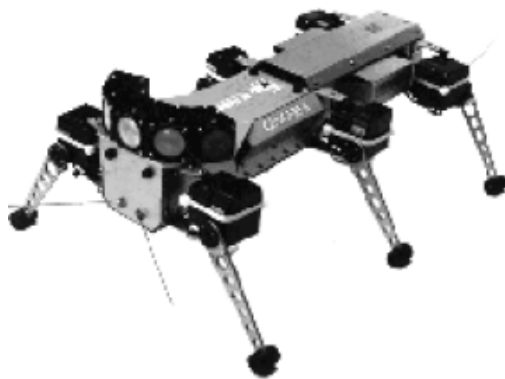


Humanismo que transforma

El sistema de locomoción es una de las primeras características de un robot que esta condicionada por su entorno.

De acuerdo a las características del mismo el robot puede ser terrestre:

- con patas
- con ruedas
- con cadenas



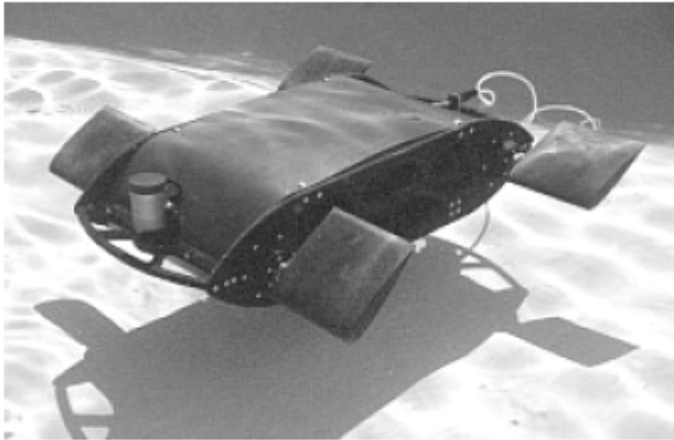
Algunas Definiciones



Humanismo que transforma

O también:

- acuático (UUV)
- flotante
- submarino
- aéreo (UAV)



Tipos de ruedas



Humanismo que transforma

Se distinguen entre dos clases básicas de ruedas: la *rueda convencional* y la *rueda sueca* (swedish wheel). En ambos casos, se supone que el contacto entre la rueda y el terreno se reduce a un único punto del plano

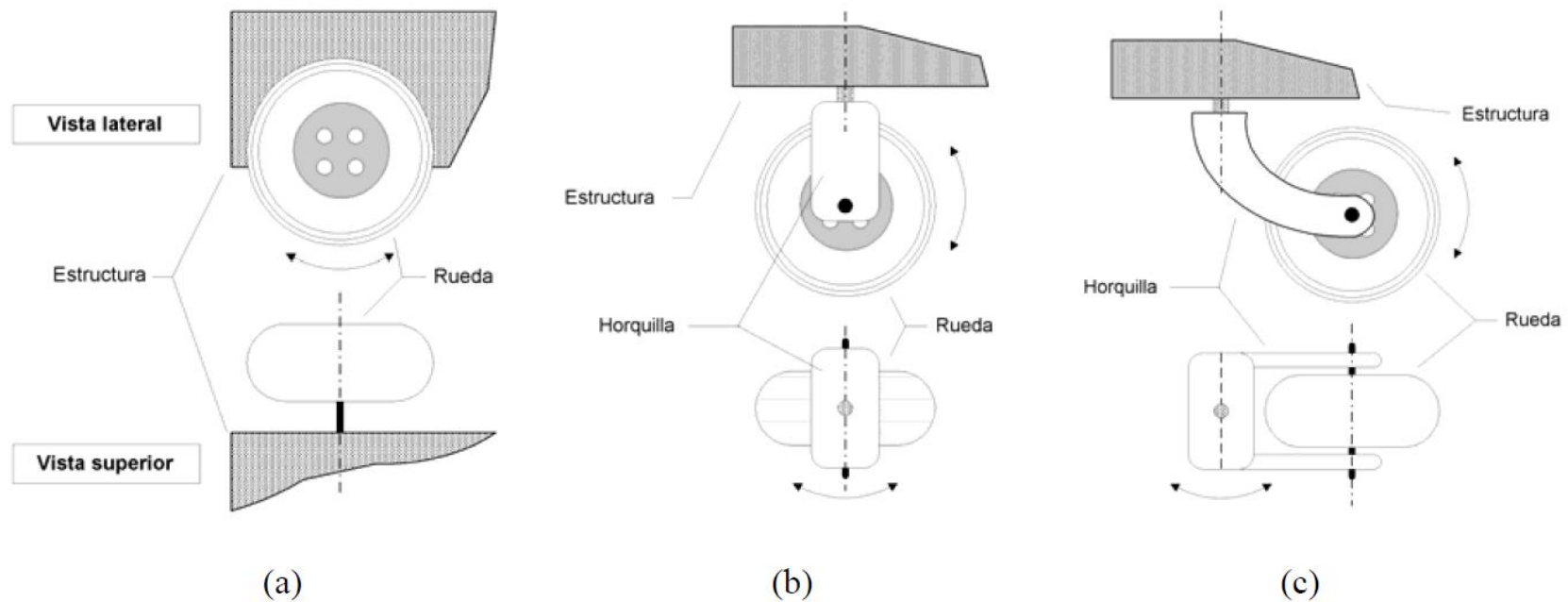
Para una rueda convencional el contacto entre la rueda y el terreno se supone que satisface la rotación pura sin resbalamiento. Esto significa que la velocidad del punto de contacto es igual a cero (tanto la componente paralela como la componente perpendicular al plano de la rueda).

Tipos de ruedas



Humanismo que transforma

A su vez entre las ruedas convencionales se distinguen tres tipos:



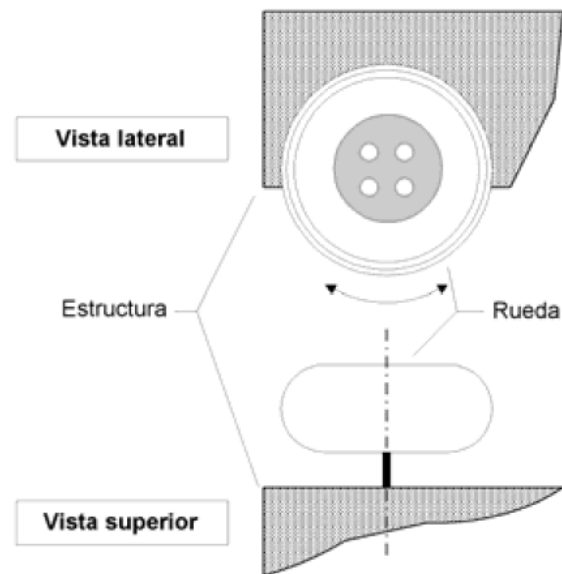
Tipos de ruedas: (a) Rueda fija, (b) Rueda orientable centrada, (c) Rueda loca.

Tipos de ruedas



Humanismo que transforma

Rueda fija: El eje de la rueda está fijo a la estructura del robot. En general está asociada al sistema de tracción del robot.

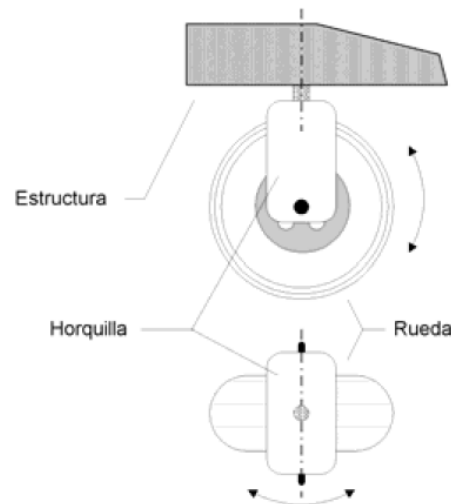


Tipos de ruedas



Humanismo que transforma

Rueda orientable centrada: Es aquella en la que el movimiento del plano de la rueda con respecto a la estructura es una rotación alrededor de un eje vertical que pasa a través del centro de la rueda. Suele cumplir funciones como rueda de dirección o como rueda de tracción-dirección.

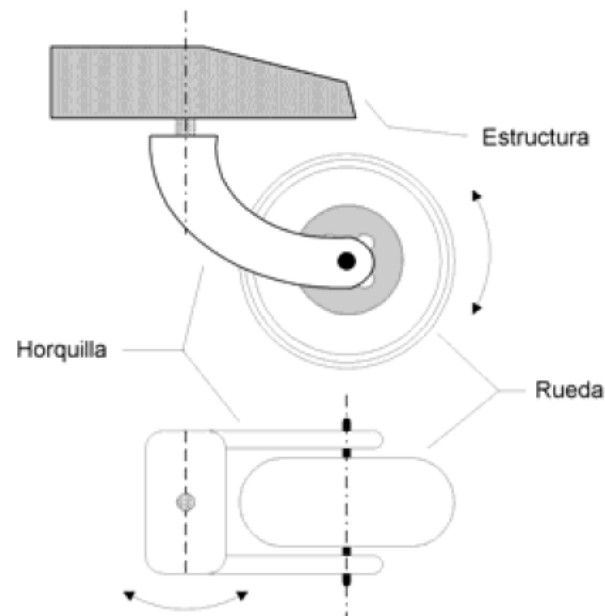


Tipos de ruedas



Humanismo que transforma

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.

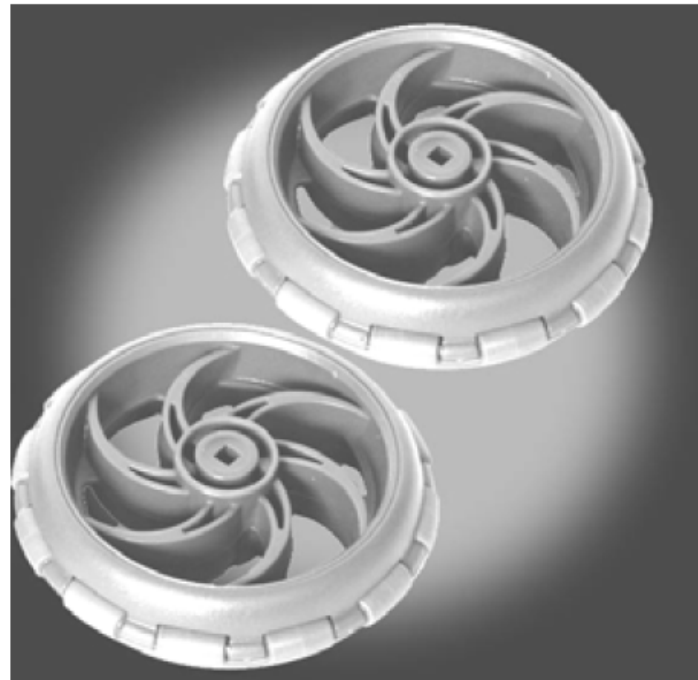


Tipos de ruedas



Humanismo que transforma

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



Humanismo que transforma

Ventajas

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

Desventajas

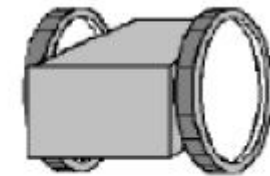
- En un terreno desigual funcionan mal, si la altura del objeto que debe superar el radio de las ruedas
- Solución: Rueda grande (no siempre).

Ejemplos de Ruedas en robots móviles



Humanismo que transforma

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

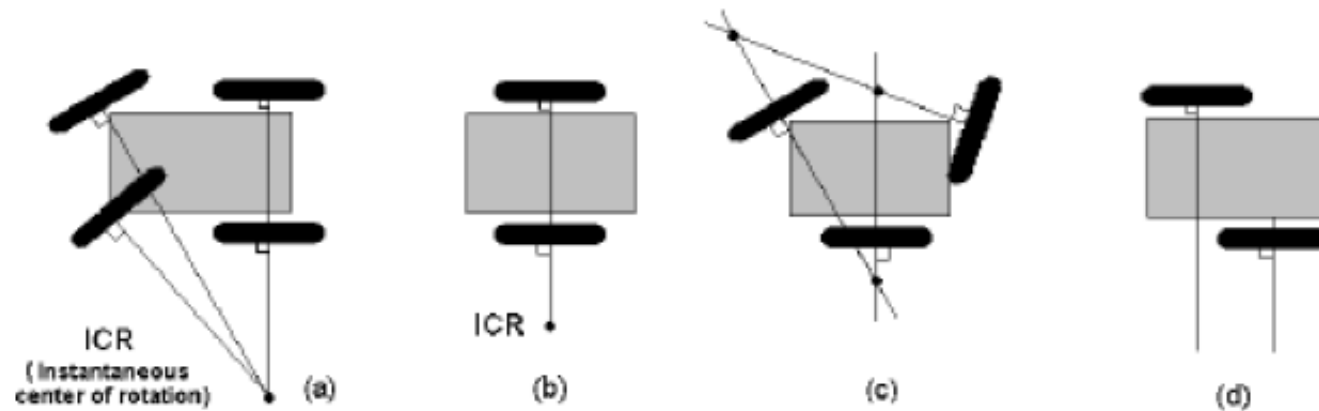
Locomoción del robot móvil



Humanismo que transforma

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

Un punto de cruce de los ejes de las ruedas.



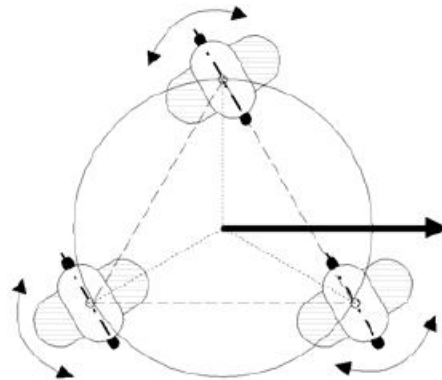
Disposición de las Ruedas



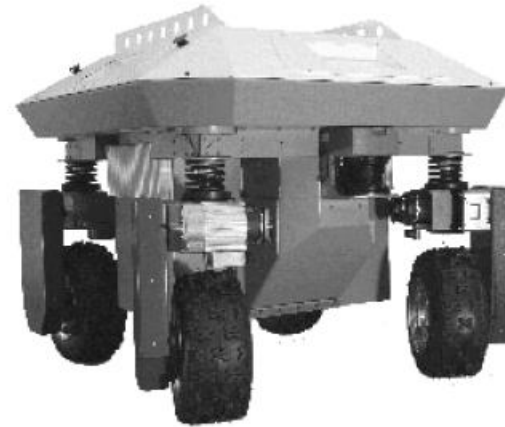
Humanismo que transforma

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

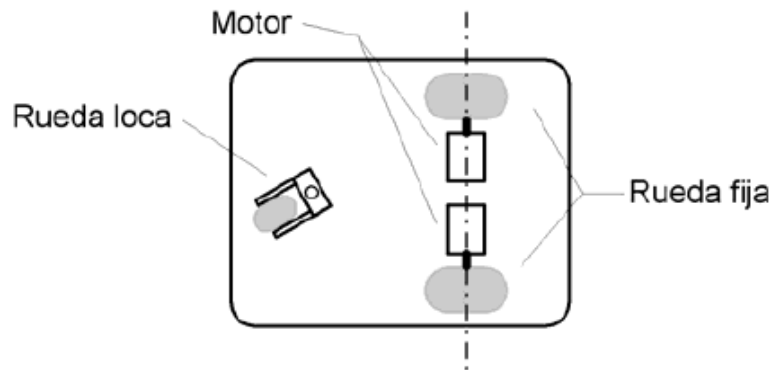
Disposición de las Ruedas



Humanismo que transforma

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

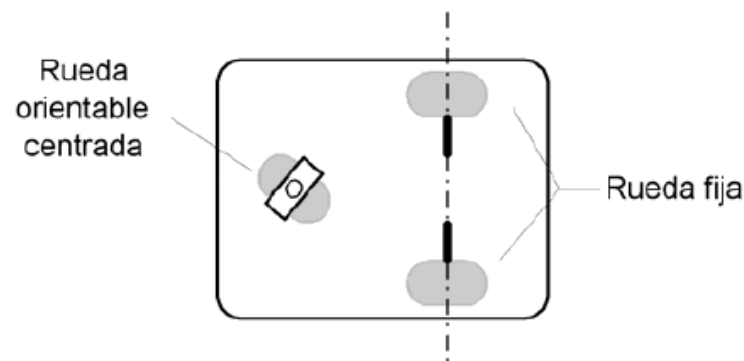
Disposición de las Ruedas



Humanismo que transforma

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 $\omega_s(t)$



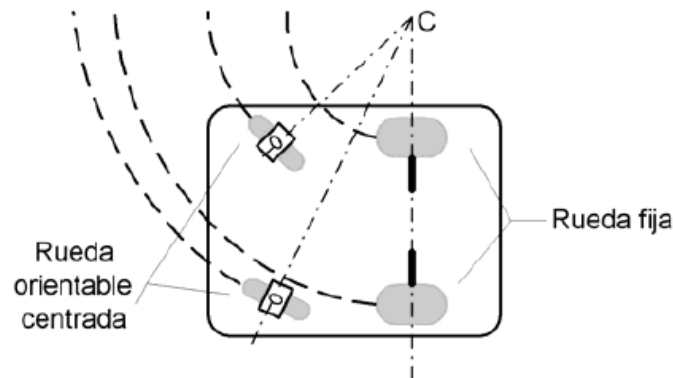
Disposición de las Ruedas



Humanismo que transforma

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

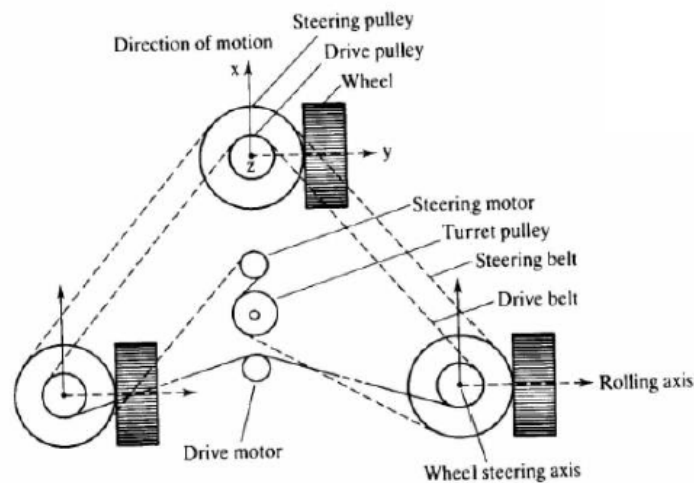




Modelos cinemáticos de algunas configuraciones

a) Locomoción Síncrona

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



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

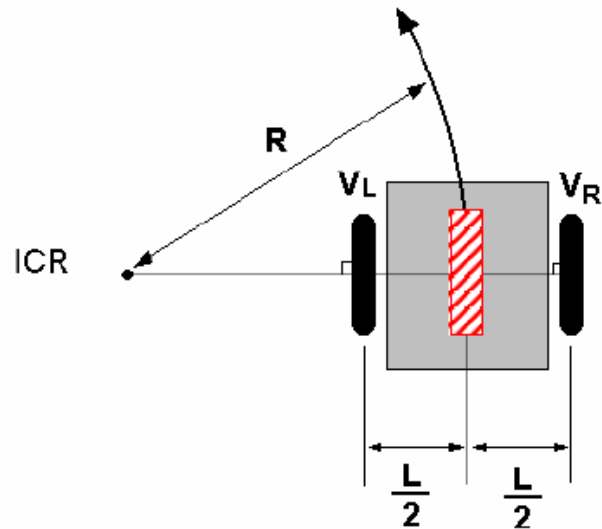
$$\dot{y} = v \cos \phi$$

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



b) Locomoción Diferencial

El modelo se reduce al del monociclo

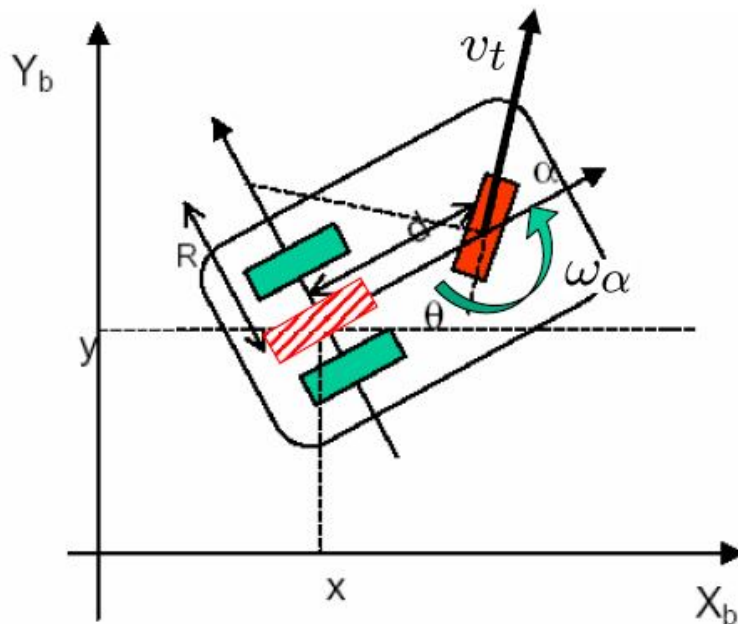


$$v = \frac{v_L + v_R}{2} = \frac{R(\omega_L + \omega_R)}{2}$$
$$\omega = \frac{v_R - v_L}{L} = \frac{R(\omega_L - \omega_R)}{L}$$



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

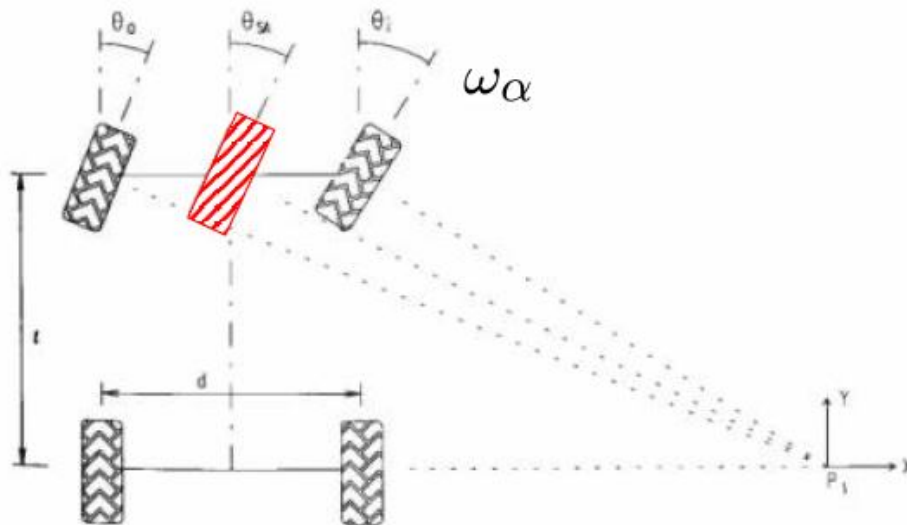
$$\dot{\phi} = \frac{v_t}{d} \sin \alpha$$



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

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

Bibliografía



Humanismo que transforma

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.