

# Robots móviles



Escuela de  
Ingeniería  
Informática  
Universidad de Oviedo



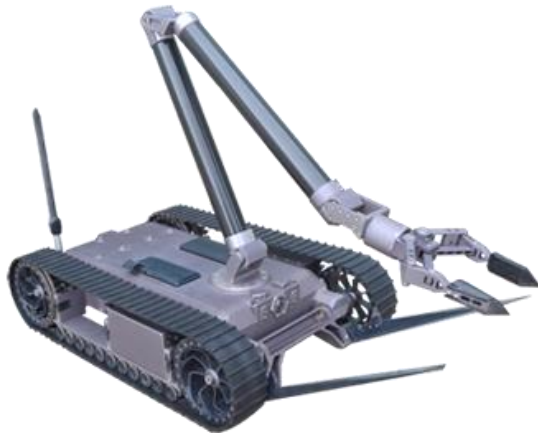
Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

[Cristian González García](mailto:gonzalezcristian@uniovi.es)  
[gonzalezcristian@uniovi.es](mailto:gonzalezcristian@uniovi.es)

Material original de Jordán Pascual  
Espada

v 1.3.3 Noviembre 2022

# Robots móviles



# Arduino Compatible

- Arduino – Compatible (Chasis, motores, etc.).

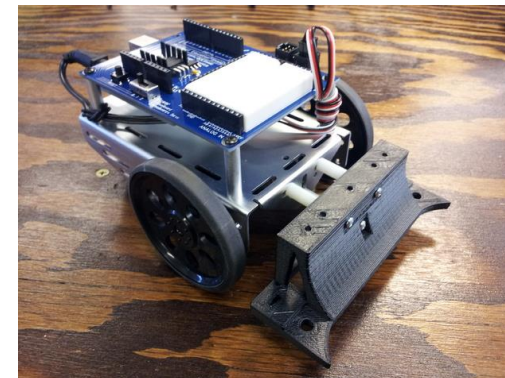
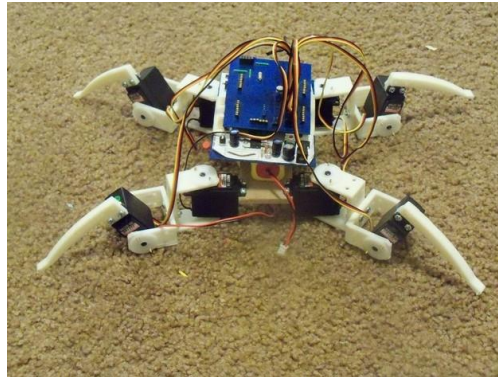
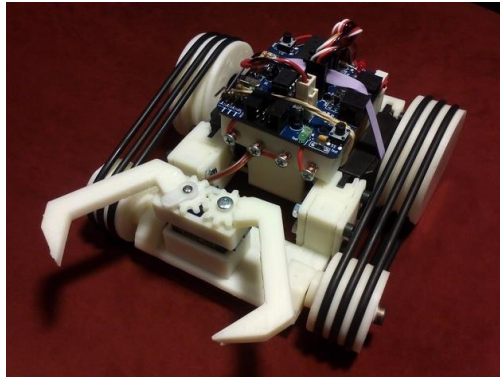
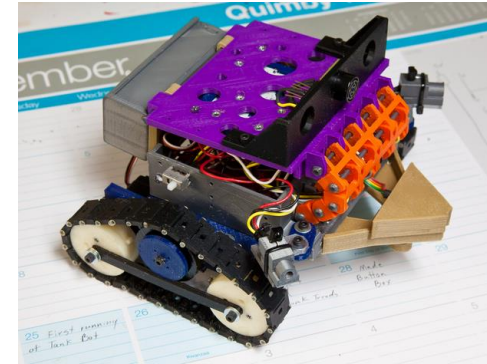
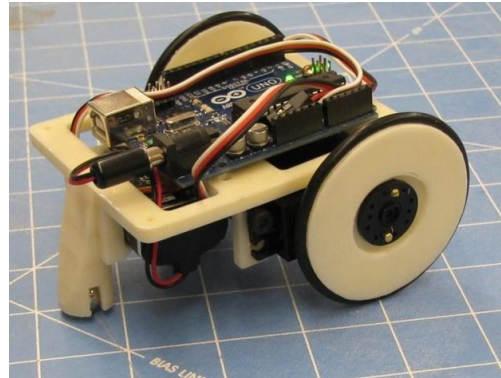


<http://www.robotshop.com>



# Thingiverse

- Modelos para Arduino en Thingiverse



Usos comunes

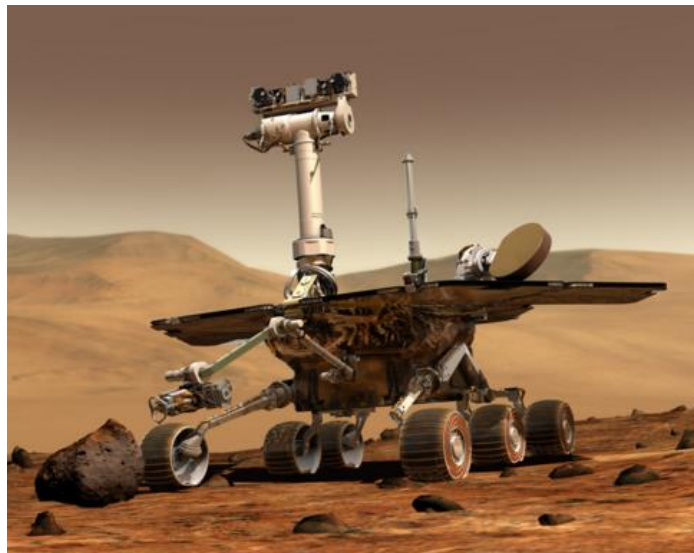
# Usos comunes I – Limpieza

- Limpieza
  - Hogar (LG - LrV5900)
    - <https://youtu.be/SvHQAMY5ws4>
- Inspección y mantenimiento
  - Tuberías (Clean Bot)
    - <https://youtu.be/2qrOUYe3vel>
  - Piscinas (Verro iRobot)
    - <https://youtu.be/1dHDOOYbTT8>



## Usos comunes II

- Exploración espacial
  - Mars Rover
    - <https://youtu.be/p83pSCm5ZMU>
- Logística
  - Montacargas guiados para gestión de almacén (Amazon, HUCA, etc.)
    - Amazon: [https://youtu.be/16WH-0\\_xCU](https://youtu.be/16WH-0_xCU)





## Usos comunes III – Agricultura

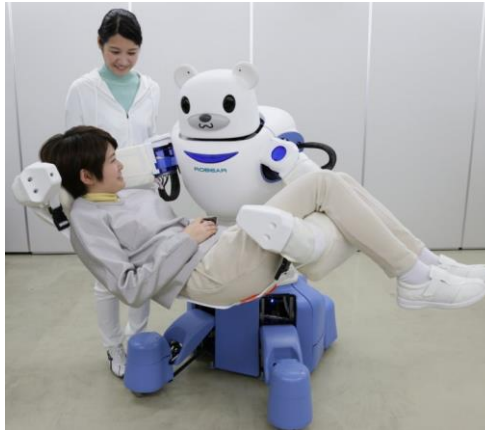
- Plataforma robótica autónoma para realizar tareas
  - Prototipo: [https://youtu.be/qR34\\_vWCtc](https://youtu.be/qR34_vWCtc)
  - Robot SITIA: <https://youtu.be/dmWz6mvF6Ck>
    - <http://www.sitia.fr/en/solution-innovation-en/systems-innovative/platform-pumagri/>
  - Universidad de Sídney: <https://youtu.be/NO8PmqEI0cc>
- Tractor autónomo
  - <https://youtu.be/nXO6b1ypZMc>
- Varios
  - <https://youtu.be/bpa1iiJmR3Q>





## Usos comunes IV

- Hospitales
  - Matsushita (transportador autónomo no controlado)
    - <https://youtu.be/-LHvnkOXN88>
- Militar, vigilancia, ataque y defensa
  - <https://youtu.be/hR2Sy29k7U0>



## Usos comunes V

- Transporte autónomo
  - <https://youtu.be/trNhTNRatk8>
  - Robotnik: <https://youtu.be/X9qRKgUY>



# Introducción

# Introducción I

- La mayor parte **se mueven en ambientes no estructurados**
- **No está «totalmente claro» como moverse de un punto a otro**
  - Desconocimiento del mapa
  - Posibles obstáculos
  - Falta de precisión
  - Otros...
- **Importancia de la información sensorial**
  - Hardware
    - Laser, ultrasonidos, infrarrojos, cámaras, etc.
  - Software
    - Visión por computador, detección de obstáculos y objetos, creación del mapa, ...
    - <https://youtu.be/pQuUW3Jp8ic>
- **Sistemas de localización**
  - GPS, triangulación, etc.





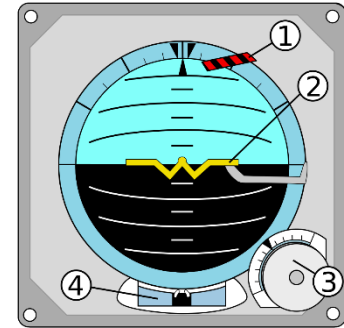
# Introducción II

- Importancia del **control de la trayectorias**

- En que posición se encuentra usando su dirección y velocidad
  - Giroscopio, inclinómetro, brújula, etc.

- Computación y control**

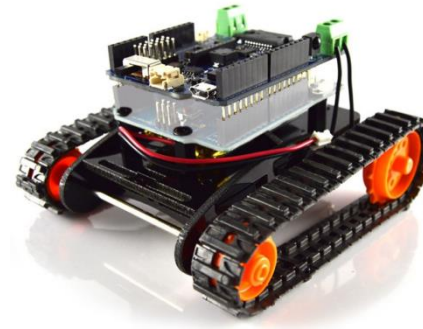
- Seguir objetivos/reglas
    - Ej.: seguir la línea o la luz, detectar obstáculos, hacer X trayectoria, ...
  - Elaboración de mapas
    - Información sensorial, odometría (estudio de posición según su navegación), visión por computador, etc.
      - Odometría visual: [https://youtu.be/xe\\_k6zRe65Y](https://youtu.be/xe_k6zRe65Y)
  - Generación de trayectorias globales (GGT)
    - Desde la base hasta el objetivo
  - Generación de trayectorias locales (GLT)
    - Adaptación dinámica entorno
      - Ej.: esquivar obstáculos
  - Otros
    - Camino más corto o menos transitado, etc.



[https://es.wikipedia.org/wiki/Inclin%C3%B3metro#/media/Archivo:Artificial\\_horizon.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Inclin%C3%B3metro#/media/Archivo:Artificial_horizon.svg)

# Morfología

- Clasificación (muchas posibles)
  - Área de trabajo: interior y exterior
    - Agarre del suelo, pavimento irregular, viento/brisas, ...
- Locomoción
  - Ruedas
  - Cadenas
  - Patas/Piernas
  - Aéreos
  - Acuáticos



# Robots con ruedas

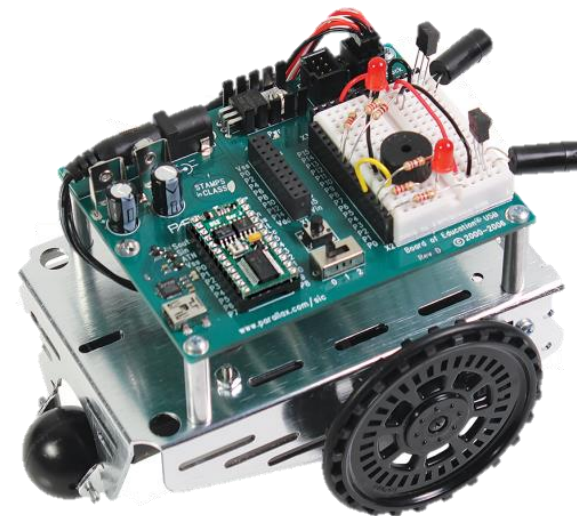
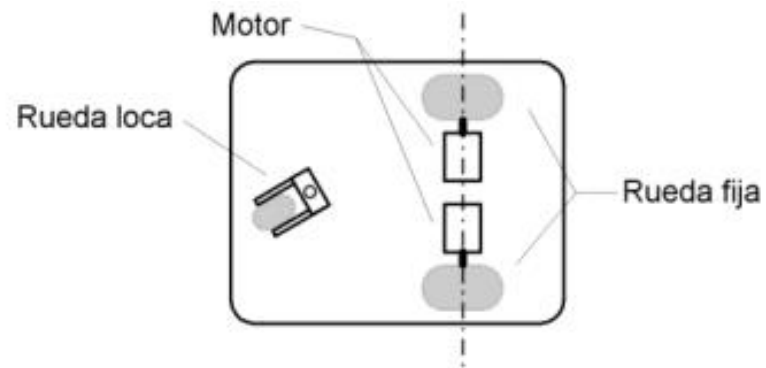
# Robots con ruedas I

- Algunas **características** son importantes y depende de la tarea
  - Capacidad de maniobrabilidad
  - Tracción
  - Capacidad de subir pendientes
  - Estabilidad
  - Otras...
- **Tipos de ruedas**
  - Motriz: proporciona la tracción, es la que da potencia
  - Directriz: proporciona orientación controlable, permite girar
  - Fija: gira en su eje, pero no tiene tracción propia
  - Locas: tiene un eje orientable no controlado
- **Tipos**
  - Uniciclo, triciclo, cuatriciclo y omnidireccionales



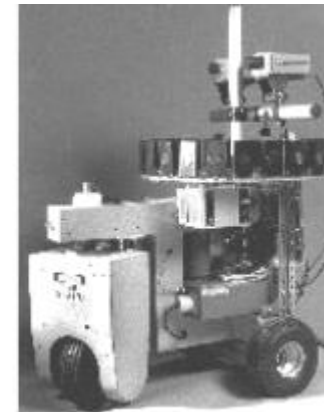
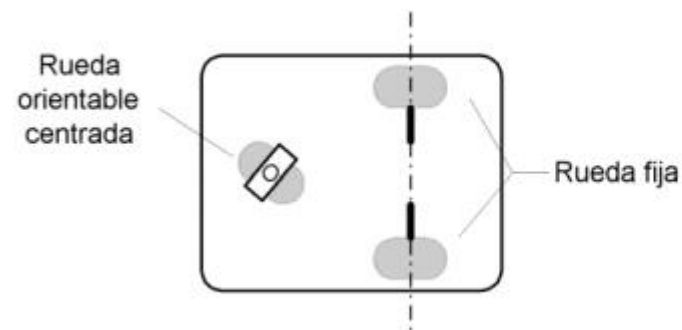
## Robots con ruedas II – Uniciclo

- **Dos ruedas motoras** sobre el mismo eje
- **Una rueda loca**
  - En ocasiones no tienen rueda loca, o tienen varias
- **Cinemática sencilla**
  - Elegido por investigadores
- **Estructura mecánica y de control sencillas**



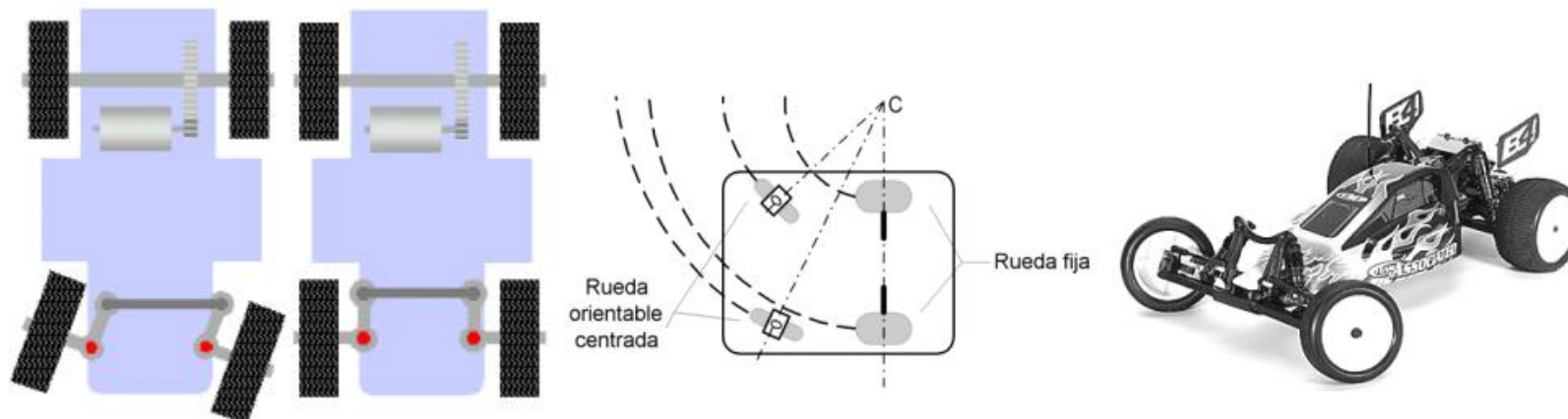
## Robots con ruedas III – Triciclo

- Normalmente, **la rueda central hace de tracción y dirección**
- **Dos ruedas fijas**
- El **centro de gravedad** está **al límite** de la superficie de equilibrio
  - **Pérdida de tracción y errores** de posicionamiento del robot
- **Estructura mecánica y de control sencillas**
- Apto para el **transporte de cargas pesadas a baja velocidad**



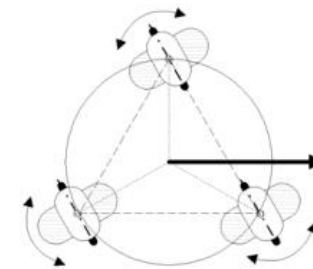
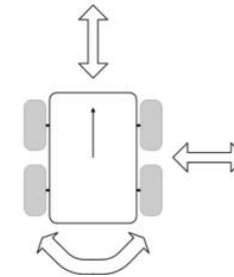
## Robots con ruedas IV – Cuatriciclo (Ackerman)

- Dos ruedas directrices delanteras
- Dos ruedas motoras traseras
- Mayor estabilidad, evita el **deslizamiento** en la ruedas y por lo tanto **reduce los errores de odometría**
- Cinemática, estructura mecánica y electrónica de control **no tan sencillas**
- **Son robots todoterreno** que sirven para recolectar datos y reconstruir el entorno por el que andan



# Robots con ruedas V – Omnidireccionales (Omniwheels)

- Se **pueden mover en cualquier dirección sin reorientarse**
- Las «**omniwheels**» son unas ruedas especiales
  - <https://youtu.be/b9ZpRqaRR6k> y <https://youtu.be/8T1zuztp5lQ>
- Suelen **utilizar modelos complejos de ruedas**
  - <https://youtu.be/5vJCucpVdX0>
- Permiten **reducir las restricciones cinemáticas**
- Tienen una **movilidad menos restringida**
- En algunos casos el movimiento en línea recta no es posible**
- Las ventajas se ven disminuidas por la **complejidad mecánica y electrónica** necesarias para conservar una buena coordinación entre las ruedas
- Robocup: <https://youtu.be/uEW1PX8BmRI>
- Arduino e impresión 3D: <https://blog.arduino.cc/2022/03/16/can-a-triangle-of-tank-tracks-outperform-omni-wheels/> y <https://youtu.be/LqetZP7QTN8?t=660>
- Casos reales
  - Aparcamiento de coches «similan»: <https://youtu.be/yqXyvDe1wvA>
  - KUKA: <https://youtu.be/L7Z8iToCOd8> y <https://youtu.be/2O8Cj0XiRIM>
  - Carretilla elevadora (<https://ieeexplore.ieee.org/document/4694434>)
  - Espacios reducidos (<https://www.mdpi.com/1424-8220/17/9/2073>)

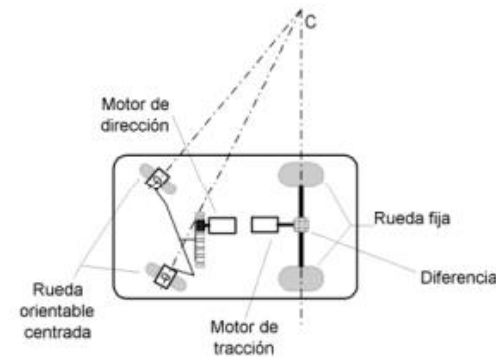




## Robots con ruedas – Tracción y dirección

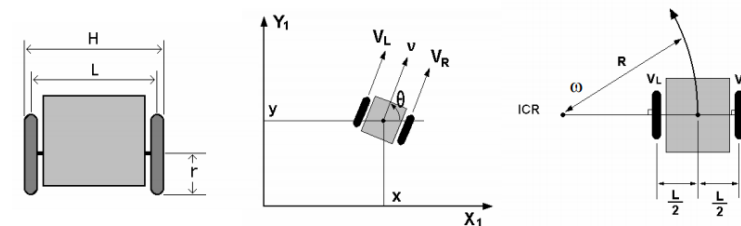
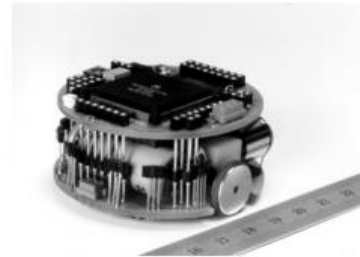
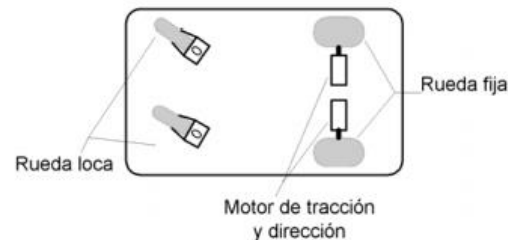
# Tracción y dirección en ejes independientes

- Opción 1: TT
  - **Tracción** en las ruedas **traseras**
  - **Dirección** en ruedas **delanteras**
- Opción 2: TD
  - **Dirección** en las ruedas **traseras**
  - **Tracción** en ruedas **delanteras**
- **Características**
  - ✓ ○ Control de dirección más sencillo
  - ✗ ○ Precisión depende de la adherencia de las ruedas
  - ✗ ○ Radio de giro muy elevado ( $TD > TT$ )
    - Uniciclo y Omniwheels sobre sí mismos



# Tracción y dirección en el mismo eje

- Conocida como **tracción diferencial** o **locomoción diferencial**
- La **dirección** y la **tracción** están **en el mismo eje** (mismas ruedas)
  - La dirección se cambia usando la potencia de las ruedas motrices
- Usa**
  - Motores independientes en cada rueda motora en el mismo eje
  - [0 | 1 | 2] ruedas locas en los otros ejes
- Características**
  - ✓ Construcción sencilla y barato
  - ✓ Giros de radio en base al tamaño del vehículo
  - ✗ Necesita motores idénticos para simplificar el control



# Tracción y dirección sobre todos los ejes

- **Destinado a terrenos hostiles**

- La velocidad es menos importante
- La adherencia es muy importante

- **Sistema odométrico (hardware) muy complejo** debido a la incertidumbre

- **Características**

- ✓ ○ Todoterreno

- ✗ ○ Incertidumbre en radios de giro

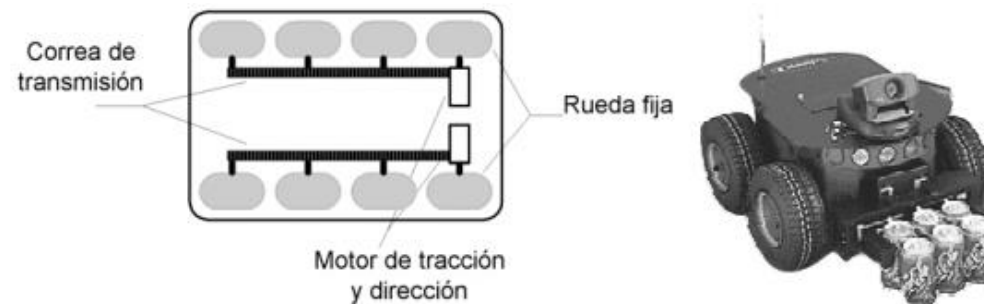
- ✗ ○ Odometría compleja

- **Ejemplo real**

- Mercedes AVTR

- <https://youtu.be/ChqM3zqTREQ>

- <https://youtu.be/ekgUjyWe1Yc>





## Preguntas tema 5

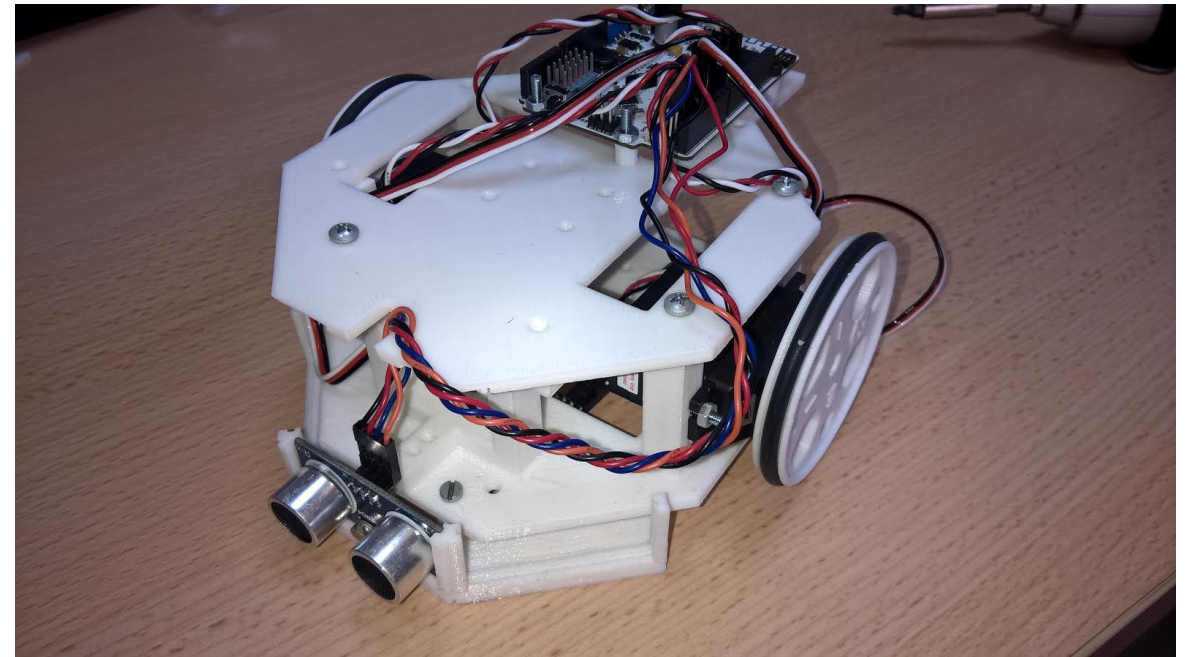
○ <https://forms.office.com/r/MTnykzbmQy>



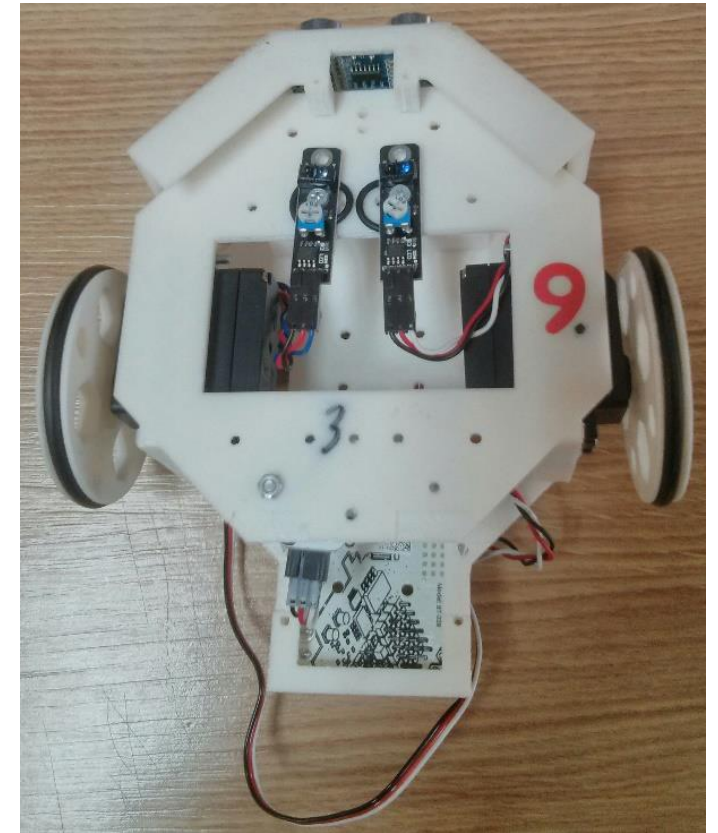
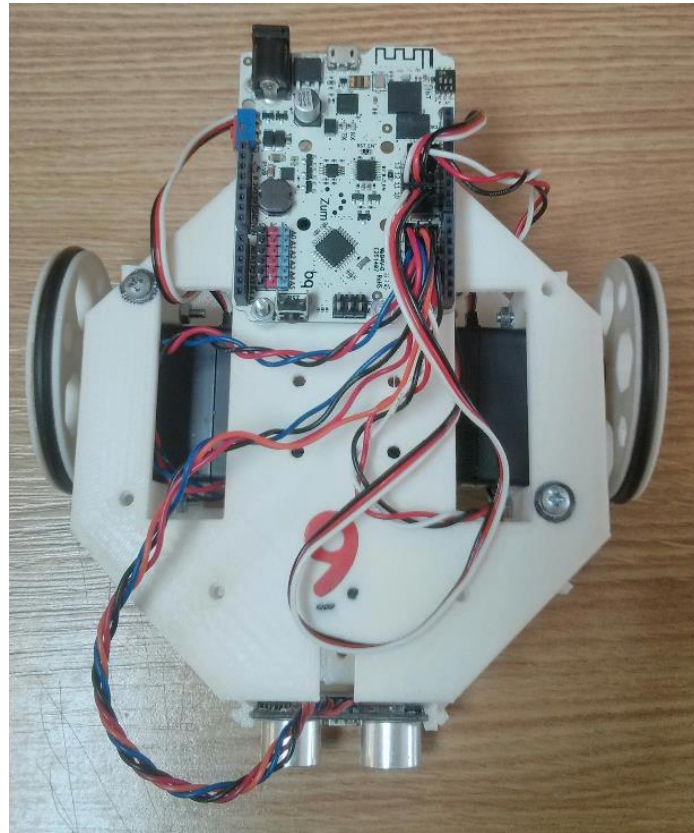
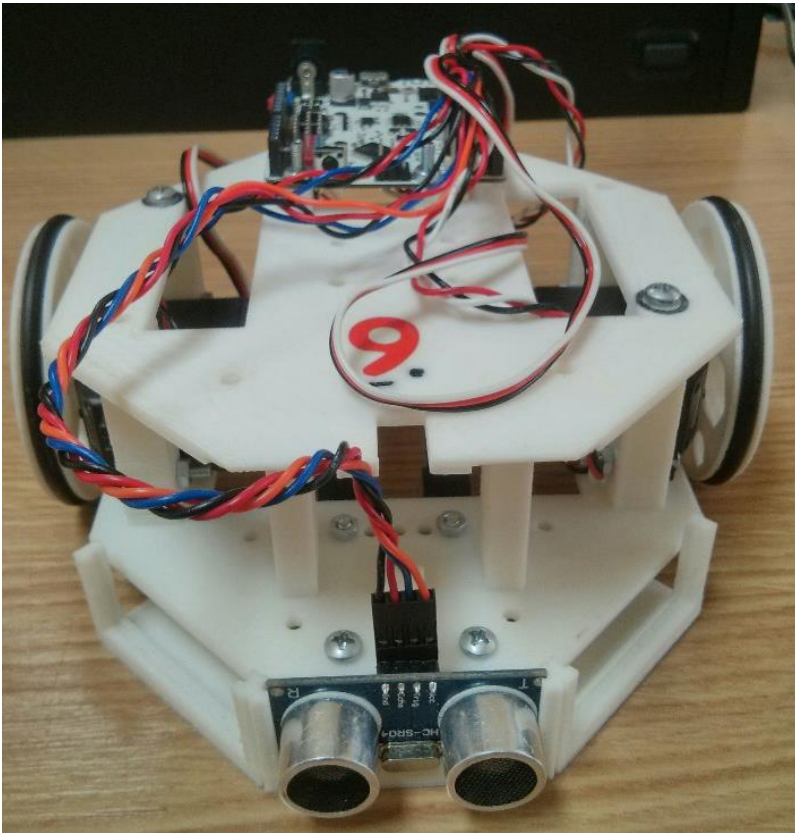
## Ejemplo básico

# Componentes

- 2 sensores sigue líneas
- 2 servomotores para las Ruedas
- 1 sensor de ultrasonidos
- Batería
- Placa ZUM BT-328
  - Basada en Arduino BT
- Descripción
  - <https://youtu.be/qjHe129UpXk>

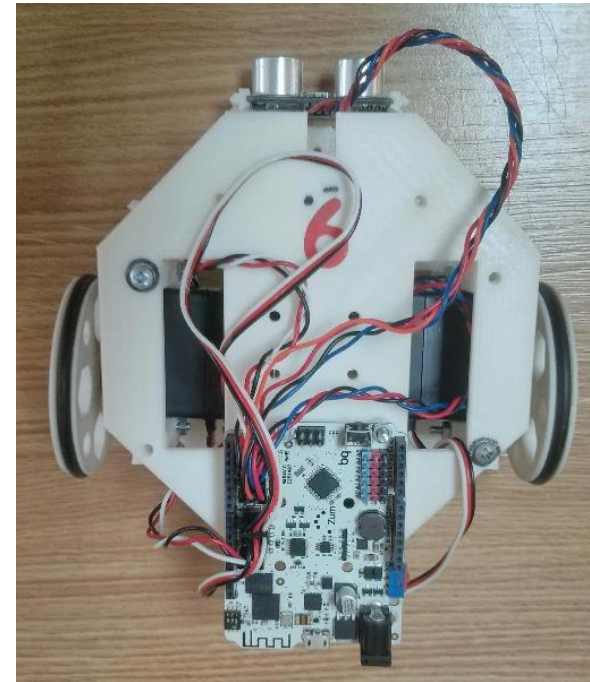


## Fotos del robot



# Control de ruedas

- **Control de las ruedas** (tracción y control en el mismo eje)
  - Girar **sobre una rueda** (Avanza una rueda)
    - Rueda 1: bloqueada
    - Rueda 2: girar (horario / anti horario)
  - Girar **sobre su propio eje** (No avanza)
    - Rueda 1: girar (horario / anti horario)
    - Rueda 2: girar en sentido contrario
  - Girar **levemente** (Avanza)
    - Rueda 1: girar lento (horario / anti horario)
    - Rueda 2: girar en el mismo sentido, pero más rápido
- **Avanzar / Retroceder**
  - Girar rueda 1 y rueda 2 en el mismo sentido
  - Para que avance en línea recta, **los servomotores deben estar bien calibrados**



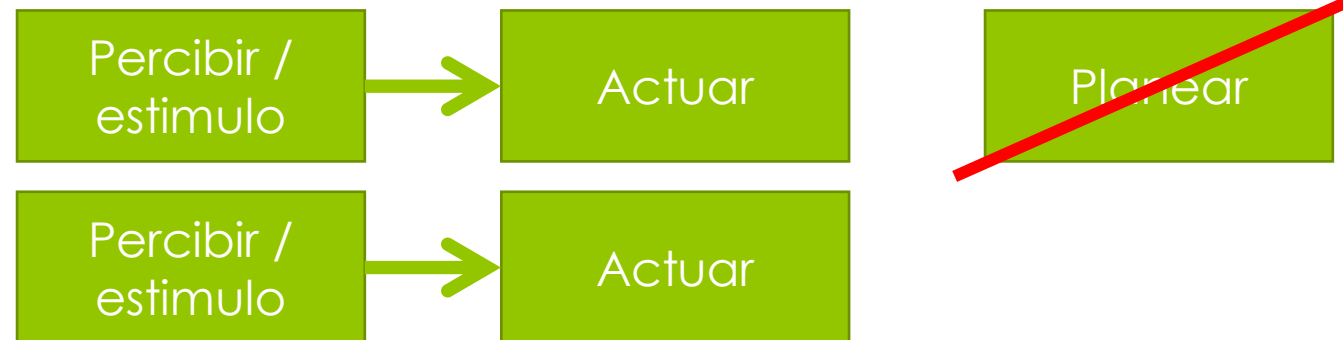


## Controlador reactivo simple I – Caminar sin pisar las líneas I



# Controlador reactivo simple I – Caminar sin pisar las líneas II

- Algoritmo reactivo simple: **caminar sin pisar las líneas**
  - **Detecta: línea - nada**
    - Girar ligeramente a la derecha, girando el motor de la izquierda más
  - **Detecta: nada - línea**
    - Girar ligeramente a la izquierda, girando el motor de la derecha más
  - **Detecta: nada - nada**
    - Avanzar , girando ambos motores a la misma velocidad



# Controlador reactivo simple II – Seguir la luz I

- Algoritmo reactivo simple: **seguir la luz**
  - **Detecta: luz más potente a la derecha**
    - Girar ligeramente a la derecha, girando el motor de la izquierda más
  - **Detecta: luz más potente a la izquierda**
    - Girar ligeramente a la izquierda, girando el motor de la derecha más
  - **Detecta: nada de luz**
    - Movimiento aleatorio
    - Movimiento predefinido: de frente hasta encontrar algo, etc.
    - Memoria: ir al último punto donde se encontró luz
    - Movimiento espiral
      - Ir moviéndose en espiral circular hacia el exterior hasta encontrar luz
      - Ir moviéndose en espiral cuadrada hacia el exterior hasta encontrar luz
    - Etc.

# Robots móviles



Escuela de  
Ingeniería  
Informática  
Universidad de Oviedo



Universidad de Oviedo  
*Universidá d'Uviéu*  
*University of Oviedo*

Cristian González García  
gonzalezcristian@uniovi.es

Material original de Jordán Pascual  
Espada

v 1.3.3 Noviembre 2022