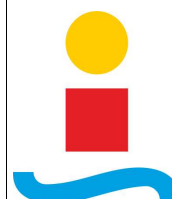


LABORATORIO DE ROBÓTICA ROBOTS MÓVILES

Prof. Dr. Federico Cuesta

4º GIERM Curso 2021/22
Universidad de Sevilla



1. OBJETIVOS

- Construcción y control de un robot móvil sencillo mediante realimentación sensorial:
 - Búsqueda de información/especificaciones técnicas
 - Trabajo en equipo.
 - Componentes básicos y montaje de un robot móvil
 - Modelos cinemáticos de vehículos
 - Diseño, programación y análisis de sistemas de control para robots móviles
 - Influencia de no linealidades en sensores y actuadores
 - Influencia del tiempo de procesado en el bucle de control
 - Sistemas de comunicaciones



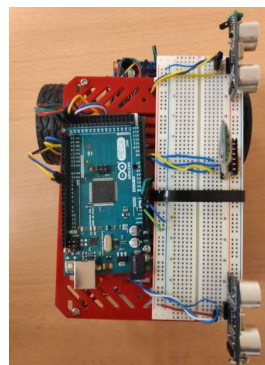
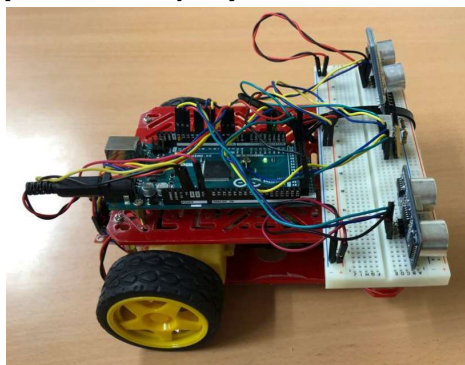
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



2. MONTAJES



- Sensores Frontales (Modos 1 y 2) o Laterales (Modos 3 y 4)



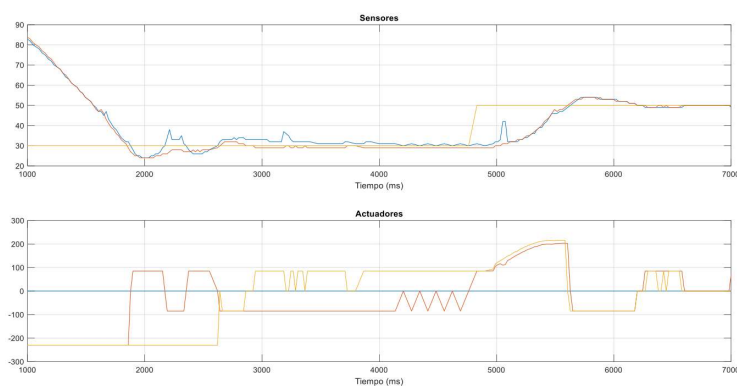
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



3. TELEMETRÍA



- Transmitida por Bluetooth
- Función Matlab "Telemetría.m":



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



3. TELEMETRÍA



- La telemetría será un archivo de texto separado por espacios, importable desde Matlab, con los siguientes campos en cada fila:
 - Tiempo transcurrido desde la lectura anterior (milisegundos),
 - Distancia medida por sensor Izq/Frontal (cm),
 - Distancia medida por sensor Dch/Trasero(cm),
 - Referencia de control (cm),
 - Modo activo (0: Parado, 1: Control frontal, ... 4),
 - Velocidad PWM motor Izq (+/-255, negativo indica marcha atrás),
 - Velocidad PWM motor Dch (+/-255, negativo indica marcha atrás).
- Se recomienda utilizar el programa **PuTTY** para obtener el archivo de texto como log automático de la comunicación serie por Bluetooth.



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (I)



- 1) Montar y programar el robot para realizar los movimientos básicos de una configuración diferencial:
 - Avanzar en línea recta
 - Retroceder
 - Rotar en sentido horario
 - Rotar en sentido antihorario
 - Girar Izquierda (hacia adelante y atrás)
 - Girar Derecha (hacia adelante y atrás)



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (II)



2) Control realimentado con sensores frontales:

- Realizar un programa (**MODO 1**) que permita que el robot se **pare frente a una pared**, a las distancias que se le vayan indicando como referencia, con la mayor precisión posible.
- Realizar TEST: Situar inicialmente el robot a 1 metro de la pared, indicarle que se coloque a 30 cm y, una vez alcanzado, que se posicione a 50 cm. Telemetría ("P4GxxMODO1.txt").
- Modificar control (**MODO 2**) para que, además de situarse a la distancia de referencia, lo haga con una **orientación lo más perpendicular posible a la pared**.
- Realizar el TEST en MODO 2. Telemetría ("P4GxxMODO2.txt").



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (II)



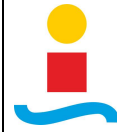
- Ejemplo de Robot en MODO 2:



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (III)



3) Control realimentado con sensores laterales:

- Realizar un programa (**MODO 3**) que permita que el robot **se desplace paralelo a una pared**.
- Realizar TEST: Situar inicialmente el robot a 50 cm de la pared y comprobar que navega paralelo. Telemetría ("P4GxxMODO3.txt").
- Realizar un programa (**MODO 4**) que permita que el robot se desplace **paralelo a una pared a la distancia que se le vaya indicando** con la mayor precisión posible.
- Realizar TEST: Situar inicialmente el robot a 50 cm de la pared, indicarle que se coloque a 30 cm y, una vez alcanzado, que se posicione a 40 cm. Telemetría ("P4GxxMODO4.txt").



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (III)



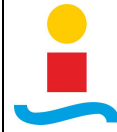
- Ejemplo de Robot en MODO 4:



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (IV)



4) Control con sensor de velocidad:

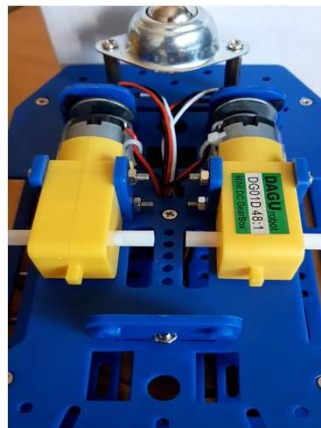
- Instalar sensores de velocidad en el vehículo.
- Realizar control de velocidad angular de cada rueda
- Ampliar el archivo de telemetría para incluir las lecturas del sensor y acciones de control
- Realizar un TEST que muestre la respuesta ante escalones de velocidad (**MODO 5**). Telemetría ("P4GxxMOD05.txt").
- Realizar un TEST que muestre la respuesta moviéndose en línea recta (**MODO 6**). Telemetría ("P4GxxMOD06.txt").



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (IV)



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

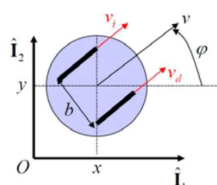


4. TAREAS A REALIZAR (V)



5) Estimación de posición:

- Realizar estimación de posición basada en odometría teniendo en cuenta el modelo cinemático del vehículo:



$$\begin{aligned}\dot{x} &= v(t) \cos(\theta(t)) \\ \dot{y} &= v(t) \sin(\theta(t)) \\ \dot{\phi}(t) &= \omega(t) \\ \dot{x} &= \frac{R}{2} \cdot (\omega_l \cdot \cos \varphi + \omega_d \cdot \cos \varphi) \\ \dot{y} &= \frac{R}{2} \cdot (\omega_l \cdot \sin \varphi + \omega_d \cdot \sin \varphi) \\ \dot{\phi} &= -\frac{R}{b} \cdot \omega_l + \frac{R}{b} \cdot \omega_d\end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} v_l \\ v_d \end{pmatrix} = R \cdot \begin{pmatrix} \omega_l \\ \omega_d \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} v \\ \varphi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{v_d + v_l}{2} \\ \frac{v_d - v_l}{b} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{R}{2} & \frac{R}{2} \\ -\frac{R}{b} & \frac{R}{b} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \omega_l \\ \omega_d \end{pmatrix}$$

- Realizar un TEST que muestre la respuesta moviéndose realizando un cuadrado de 1 metro de lado (**MODO 7**). Telemetría ("P4GxxMODO7.txt").



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



4. TAREAS A REALIZAR (VI)



6) Proyecto libre:

- Cada equipo podrá realizar un proyecto libre (**MODO 8**) en el que se realice un control más avanzado, como seguimiento de trayectorias con detección de obstáculos, incorporar sensores diferentes, aparcamiento autónomo, combinación de controladores...



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



5. ASPECTOS IMPORTANTES



- Se prestará especial atención al conexionado y montaje.
- Se valorará que los controladores sean de aplicación a distintos escenarios.
- Utilizar las baterías únicamente durante las pruebas.
- Quitar una pila central antes de guardar el portapilas.
- Al terminar, desmontar los sensores y Bluetooth, y guardarlos en la bolsa.



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla



6. DOCUMENTACIÓN



- Cada estudiante deberá entregar una memoria individual descriptiva del conexionado, algoritmos de control utilizados y resultados experimentales ("P4GxxApellidosNombre.pdf"), donde xx será el equipo de trabajo: 01, 02, ..., 16.
- Un estudiante por grupo deberá entregar también la información común ("P4Gxx.rar"):
 - Vídeos de los experimentos.
 - Códigos fuentes de los programas realizados.
 - Telemetría de los test realizados.



Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

