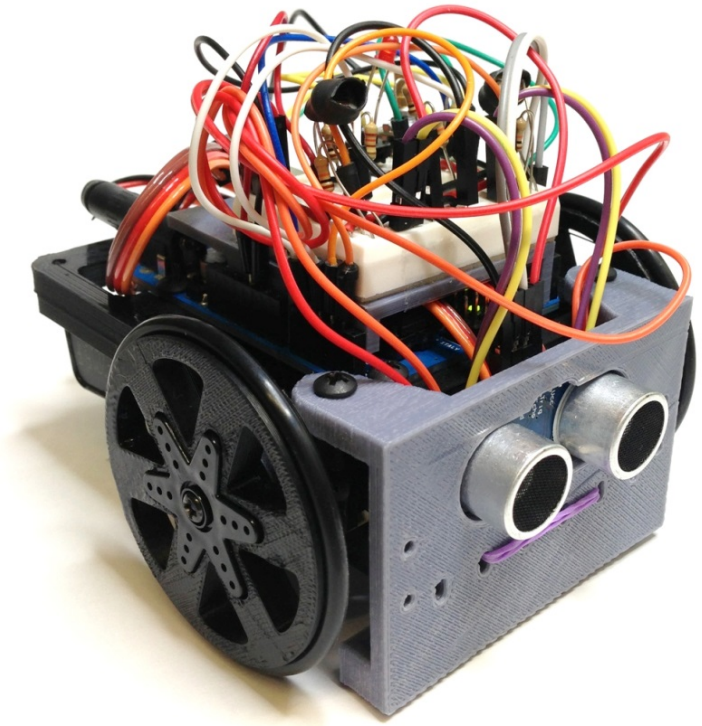
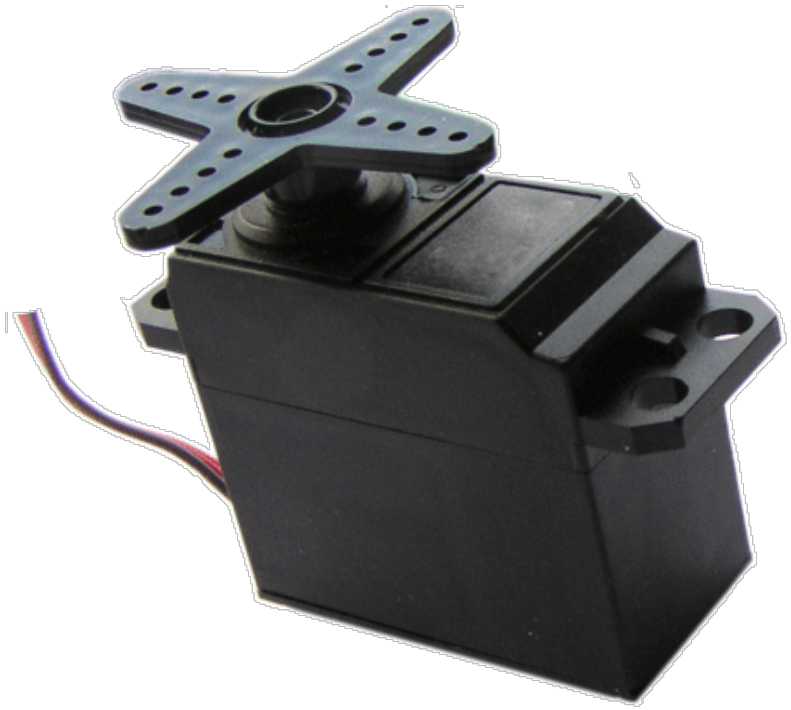
TuBot 2016

GUIA DE MONTAJE Y PROGRAMACIÓN

MOTORES

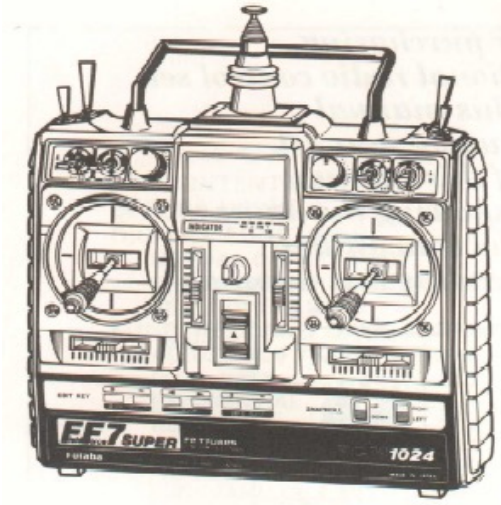


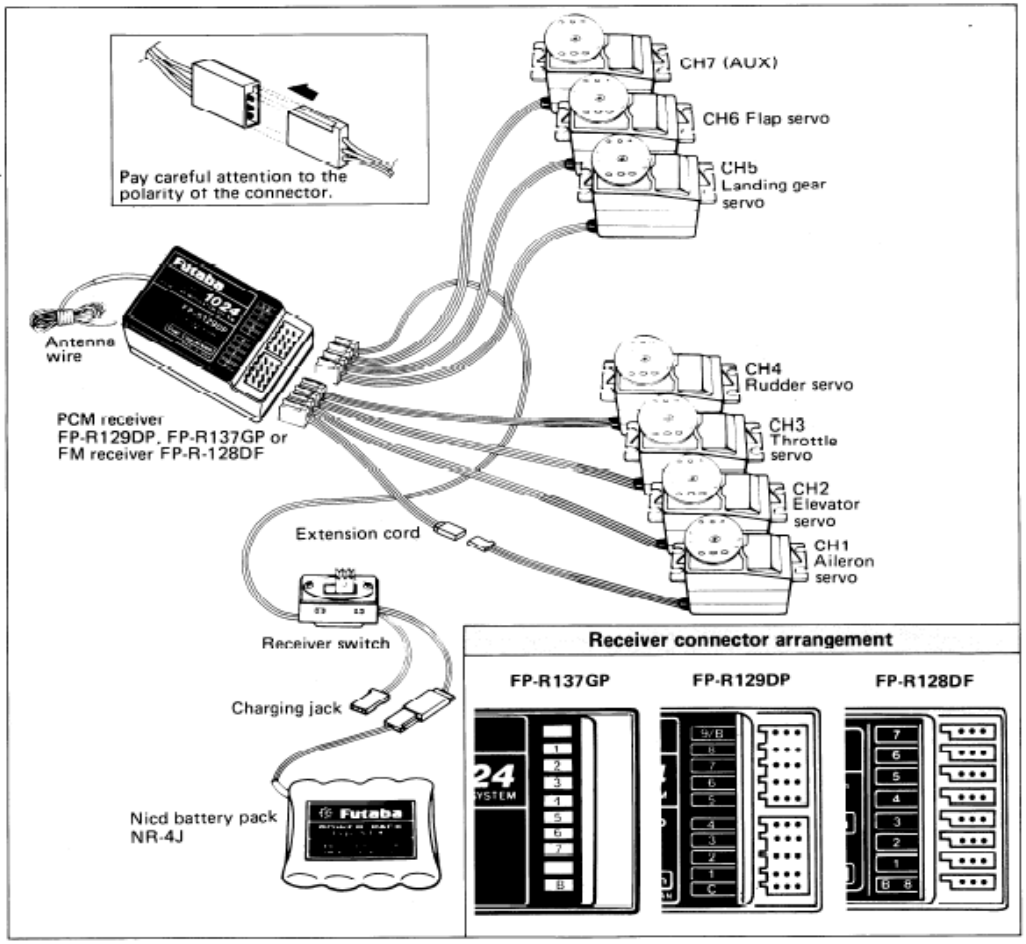
Conectamos los motores



Servomotores de radiocontrol (RC-Servos)

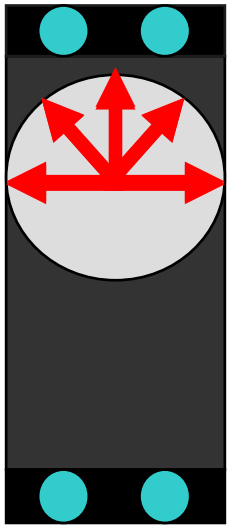
- El robot TuBot utiliza como motores dos servomotores de radiocontrol modificados.
  - Son utilizados normalmente en coches y aviones de radiocontrol

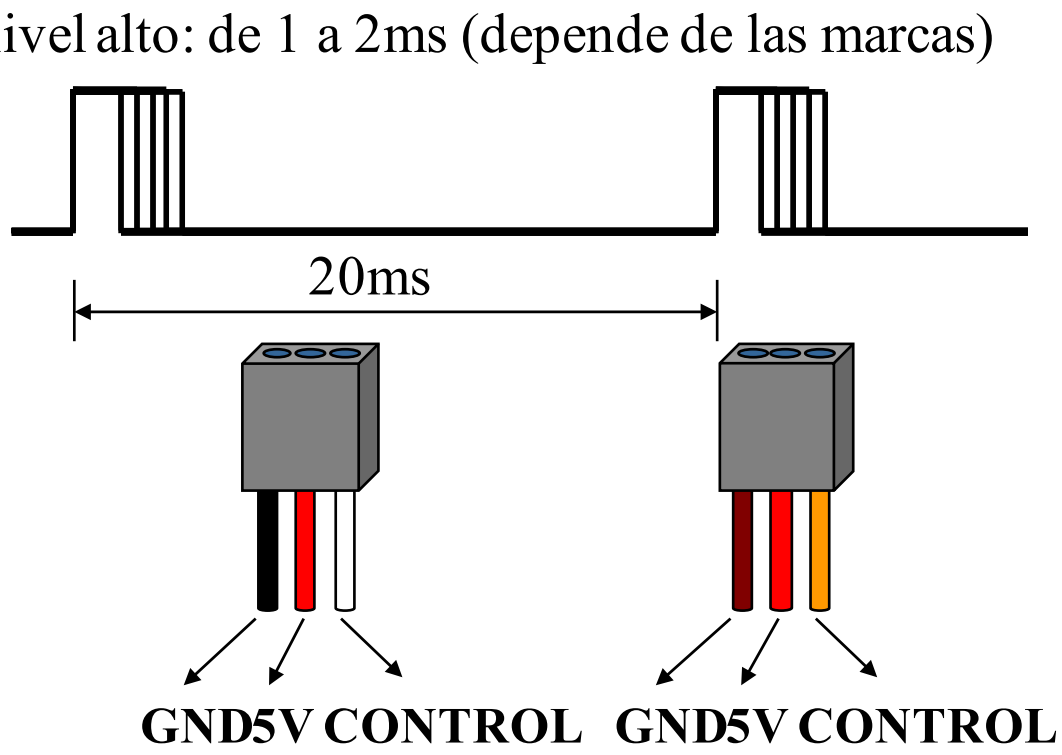




Servomotores de radiocontrol (RC-Servos)

- Funcionamiento de un servomotor de radiocontrol
  - El servomotor está diseñado para mantener una posición. No para girar continuamente.
  - Utiliza 3 cables: 5V, 0V y señal de control.
  - Se controla con una señal periódica como la de la figura
    - La posición del eje del servomotor depende del ancho del pulso.

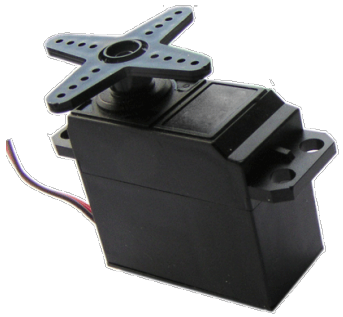




Servomotores de radiocontrol (RC-Servos)

- Librería Servo de Arduino para controlar servomotores
  - Enlace a la documentación original de la librería servo
    - https://www.arduino.cc/en/Reference/Servo
  - Para utilizar la librería hay que crear un objeto Servo

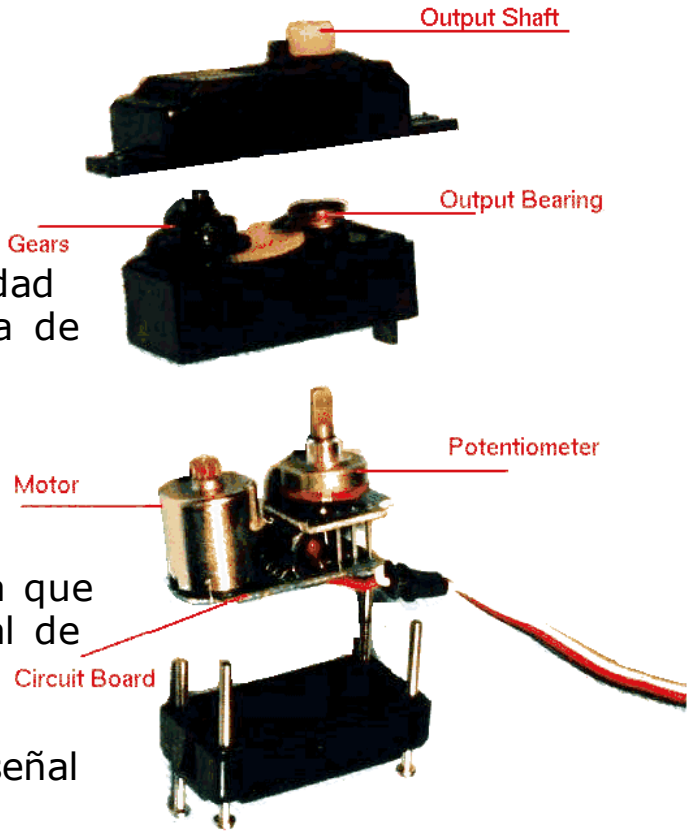
    ```
    Servo  miServo;
    ```
  - Hay tres métodos que destacar:
    - miServo.attach(pin);
      - Sirve para relacionar el objeto Servo con un pin concreto por que que genera la señal de control
    - miServo.write(grados)
      - Mueve el servo a una posición determinada en grados de 0º a 180º
      - Genera una señal periódica como la de la figura variando el ancho del pulso dependiendo del ángulo deseado.
    - miServo.writeMicroseconds(tiempo)
      - Genera una señal periódica de 20ms de periodo con un ancho de pulso de "tiempo" microsegundos.



  - Con estas funciones se puede controlar la posición de un servomotor de radiocontrol.

Servomotores de radiocontrol (RC-Servos)

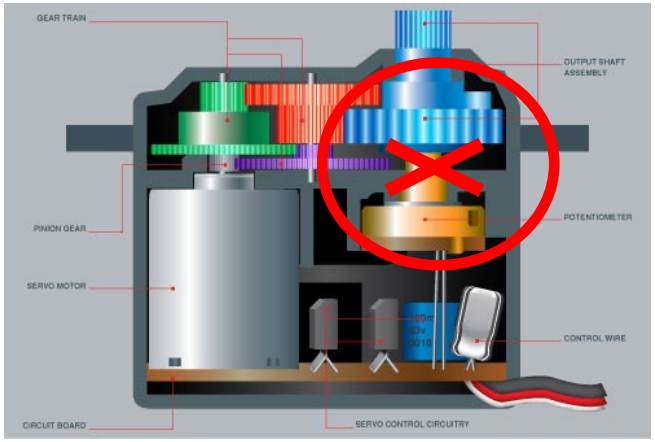
- Elementos internos de un servomotor de radiocontrol
  - El servomotor internamente tiene cuatro partes:
    - Motor de corriente continua
      - Es el causante del movimiento
    - Reductora
      - Conjunto de engranajes que reduce la velocidad de giro del eje a la vez que aumenta la fuerza de giro (par)
    - Potenciómetro
      - Mide la colocación del eje en cada momento.
    - Electrónica de control y potencia
      - Da las órdenes a los motores necesarias para que el eje alcance la posición indicada por la señal de control de entrada.
      - Da orden de girar a derecha o izquierda dependiendo de dónde se le dice que vaya (señal de control) y dónde está (potenciómetro)
      - Para evitar pasarse al alcanzar la posición, cuanto más cerca está de su objetivo más despacio va.



http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=1733618

Servomotores de radiocontrol (RC-Servos)

- Forma de convertir un servomotor de radiocontrol en un motor de corriente continua de rotación libre
  - Pasos
    - Se elimina un tetón que limita el movimiento sobre de los engranajes
      - Con esto permite girar al servo 360º
    - Se desconecta el potenciómetro del eje de salida
      - Para que no gire con el movimiento del eje
    - Se coloca el potenciómetro en el centro
      - Para que el sistema de control interno piense que siempre está en 90º
  - ¿Qué conseguimos con esto?
    - Que el motor se pare cuando le decimos que vaya a 90º
      - Porque el cree que ya está ahí
    - Que gire en un sentido cuando se le dice que vaya a un ángulo mayor que 90º y en el otro cuando le decimos que vaya a una posición menor de 90º
      - El control cree que siempre está en 90º y da orden girar a un lado o a otro.
    - Cuanto más lejos estamos de 90º, más rápido gira

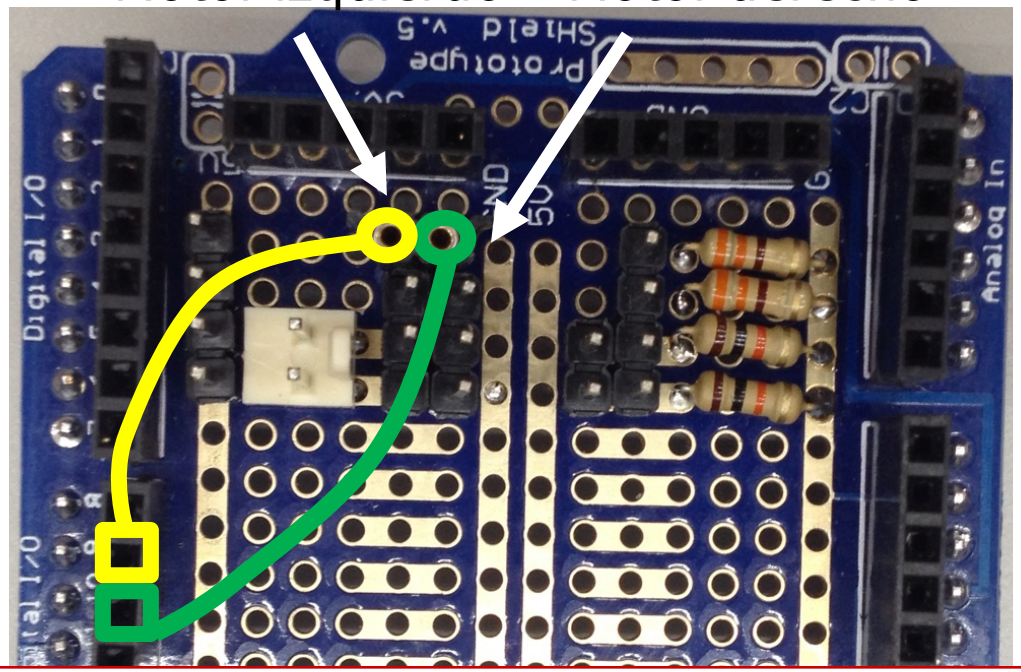


http://www.flyfreak.net/pocetnici/modelarstvo-kako-poceti/

Conectamos los motores

- Conecta las señales de control de los motores a la tarjeta de control.
  - Conecta motor derecho al pin 10 de la tarjeta de control
    - Conecta el cable **verde** macho-macho desde los conectores hembra marcados en la imagen con círculos el pin 10 marcado con cuadrado
  - Conecta el motor izquierdo al pin 9 de la tarjeta de control
    - Conecta el cable **amarillo** macho - macho

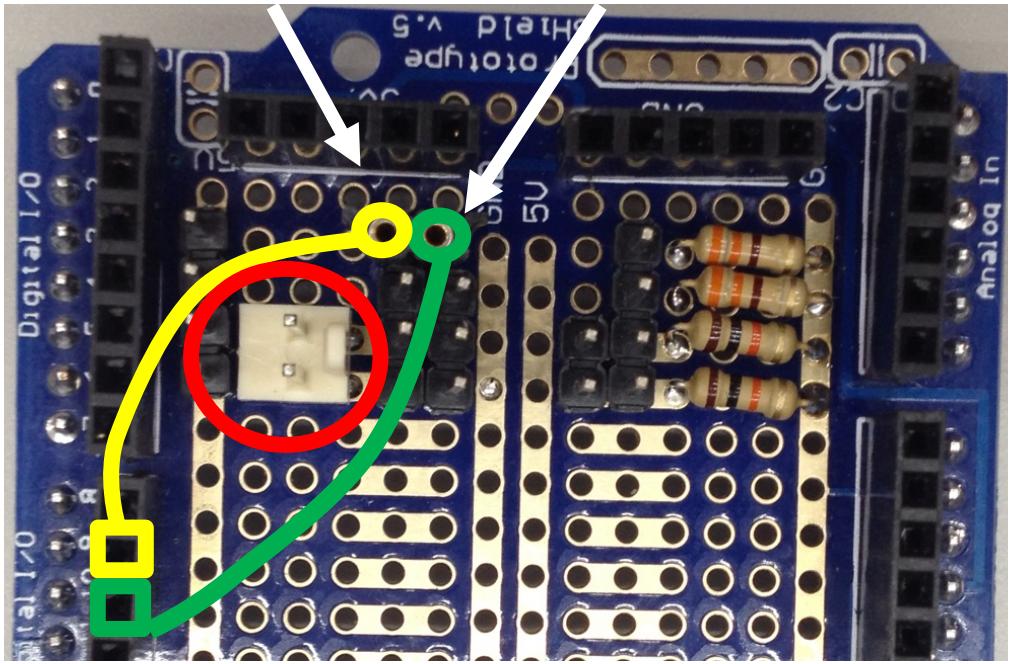
Motor izquierdo Motor derecho

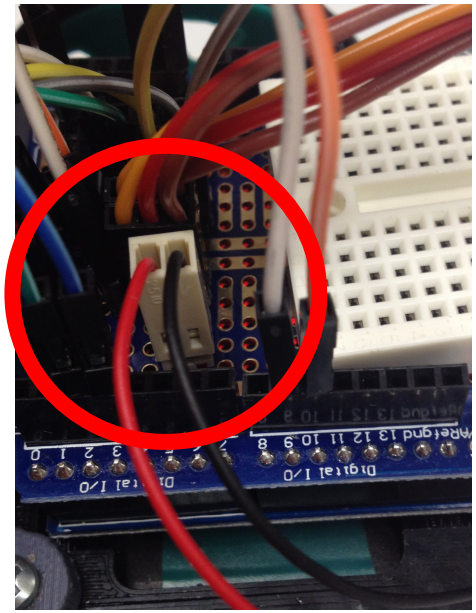


Conectamos los motores

- Conecta las baterías de los motores (pilas AAA) a la tarjeta de expansión.
  - **¡CUIDADO CON LA COLOCACIÓN! Solo debe encajar en una posición.**
- No pongas las pilas hasta que no programes los motores. Pueden descargarse.

Motor izquierdo Motor derecho



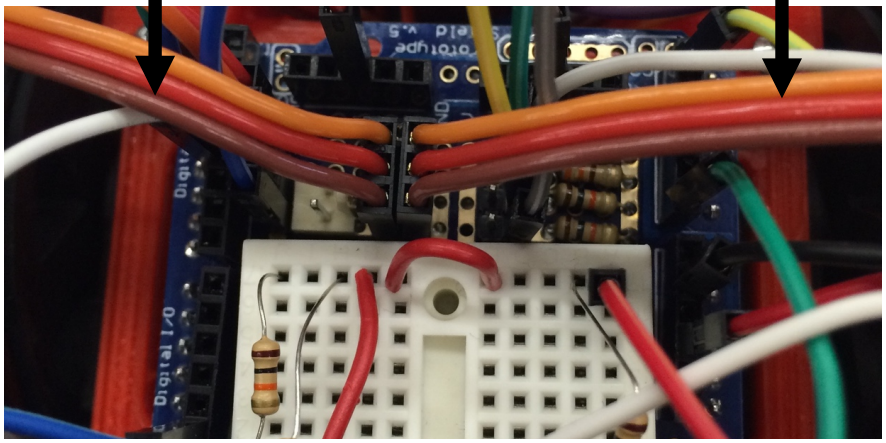


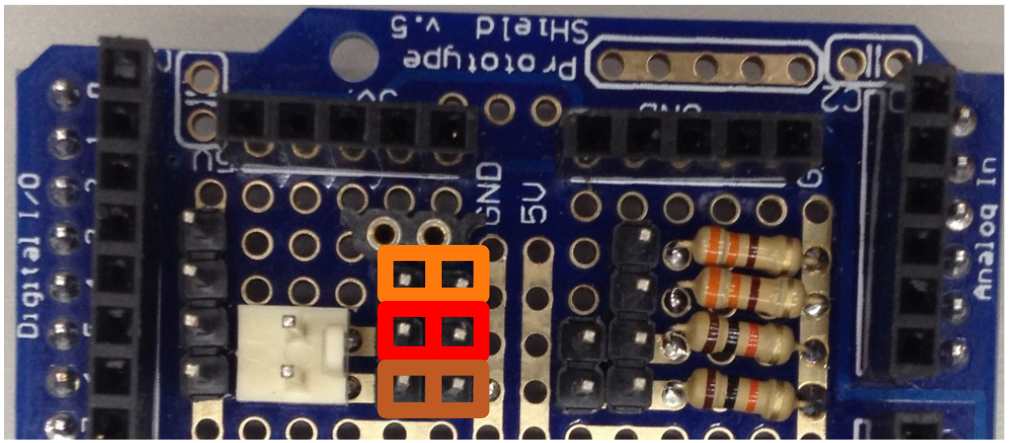
Conectamos los motores

- Conecta los cables que vienen de los motores a la tarjeta de conexiones.
  - **¡CUIDADO CON LA COLOCACIÓN! Podemos romper los motores.**
  - Los cables **marrón**, **rojo** y **negro** de los motores deben colocarse como se indica en las figuras.

Motor izquierdo

Motor derecho





Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)
  - Abre el ejemplo del botón que se llama PulsadorLED.
    - Archivo->Ejemplos->Tubot2016Lib->7_Motor->MotorPotenciometroGrados
  - Verifica y carga el programa en la tarjeta de control
  - Abre el Monitor Serie
  - Mueve el potenciómetro y comprobarás cómo cambia la velocidad de uno de los motores.

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica
```

```
void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}
```

```
void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // Envá el valor enviado al motor
  delay(15);                           // Espera un poco a que el servomotor alcance la posición
}
```

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica
```

Es necesario indicar que se va a usar la librería Servo.h

```
void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}
```

```
void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // Envá el valor enviado al motor
  delay(15);                           // Espera un poco a que el servomotor alcance la posición
}
```

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;   // Indica el pin analóg
int pinServo = 10;   // Indica el pin digit
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica

void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}

void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // Envá el valor enviado al motor
  delay(15);                           // Espera un poco a que el servomotor alcance la posición
}
```

Configuración de los pines donde están conectados el potenciómetro y el motor

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica

void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relacion
  Serial.begin(19200);       // Se configur
}

void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // Envá el valor enviado al motor
  delay(15);                           // Espera un poco a que el servomotor alcance la posición
}
```

Se conecta el objeto Servo al pin correspondiente

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica
```

```
void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}
```

```
void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciometro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // Envá el valor enviado al motor
  delay(15);                           // Espera un poco a que el servomotor alcance la posición
}
```

Se lee el valor del potenciómetro

Puedes encontrar más información sobre la sentencia la función map en https://www.arduino.cc/en/Reference/Map

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica
```

```
void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}
```

```
void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // C
  Serial.println(val);                 //
  delay(15);                           //
}
```

La función "**map**" realiza una especie de regla de tres. Calcula la proporción de "val" en el rango de 0 a 1023 y devuelve el valor proporcional en el rango de 0 a 180

Puedes encontrar más información sobre la sentencia la función map en https://www.arduino.cc/en/Reference/Map

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica
```

```
void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}
```

```
void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);
  myservo.write(val);
  Serial.println(val);
  delay(15);
}
```

Configura el valor del motor de 0 a 180.

Puedes encontrar más información sobre la sentencia la función map en https://www.arduino.cc/en/Reference/Map

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroGrados)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int pinPot = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int pinServo = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almacenará el valor de entrada analógica
```

```
void setup()
{
  myservo.attach(pinServo);  // Se relaciona el objeto Servo con el pin al que está conectado
  Serial.begin(19200);       // Se configura la comunicación serie a 19200 bits por segundo
}
```

```
void loop()
{
  val = analogRead(pinPot);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.write(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // E
  delay(15);                           // E
}
```

Configura el pulso de control del servo y envía el valor por el puerto serie

Puedes encontrar más información sobre la sentencia la función map en https://www.arduino.cc/en/Reference/Map

Moviendo los motores

- **Ejercicios**:
  1. Mueve el potenciómetro y apunta los valores entre los que el motor está parado. Calcula el valor medio.
     - Este valor corresponde con el valor en el que servomotor está parado.
  2. Haz lo mismo con el otro motor.
     - Escribe, verifica el programa y cárgalo en la placa

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometroMicros)
  - Abre el ejemplo del botón que se llama PulsadorLED.
    - Archivo->Ejemplos->Tubot2016Lib->7_Motor->MotorPotenciometroMicros
  - Verifica y carga el programa en la tarjeta de control
  - Abre el Monitor Serie
  - Mueve el potenciómetro y comprobarás cómo cambia la velocidad de uno de los motores.
  - Este programa deja es muy parecido al anterior. La diferencia es que el control de la señal de control del servo se hace directamente con los microsegundos de nivel alto.

Moviendo los motores

- Ejemplo: Moviendo los motores como si fueran servomotores (MotorPotenciometro)

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;  // Crea un objeto de tipo Servo

int potPin = 0;     // Indica el pin analógico donde va conectado el potenciómetro
int servoPin = 10;   // Indica el pin digital donde va conectado el servomotor
int val;         // Variable donde se almace

void setup()
{
  myservo.attach(servoPin);  // Se relacio
  Serial.begin(19200);       // Se configura
}

void loop()
{
  val = analogRead(potPin);            // Lee valor del potenciómetro de 0 a 1023
  val = map(val, 0, 1023, MIN_PULSE_WIDTH, MAX_PULSE_WIDTH);     // Realiza un escalado para que de valores de 0 a 180
  myservo.writeMicroseconds(val);                  // Configura la posición del servo
  Serial.println(val);                 // Envá e
  delay(15);                           // Espera
}
```

La función "**map**" realiza una especie de regla de tres. Calcula la proporción de "val" en el rango de 0 a 1023 y devuelve el valor proporcional en el rango de MIN_... A MAX_...

Utiliza la función **Servo.writeMicroseconds()**

Puedes encontrar más información sobre la sentencia la función map en https://www.arduino.cc/en/Reference/Map

Moviendo los motores

- **Ejercicios**:
  1. Repite lo que hiciste en el ejercicio anterior. Mueve el potenciómetro y apunta los valores entre los que el motor está parado. Calcula el valor medio.
     - Este valor corresponde con el valor en el que servomotor está parado. Este valor se utilizará para calibrar el motor más adelante.
  2. Haz lo mismo con el otro motor.
     - Escribe, verifica el programa y cárgalo en la placa

Objeto MotorTubot

- En la librería se define el objeto "MotorTubot" que tiene, entre otros, los siguientes métodos:
  - MotorTuBot.begin(pinMotor)
    - Indicar dónde se conecta el motor
  - MotorTuBot.setZero(zeroValue)
    - Permite introducir el valor en microsegundos para el que el motor está parado
  - MotorTubot.setSpeed(velocidad)
    - Configurar la velocidad de giro del motor entre -100 y 100
    - El motor se para con MotorTubot.setSpeed(0)

Moviendo el Robot

- Ejemplo: Programa que mueve un motor (PruebaMotor)
  - Como siempre el programa tiene tres partes

Es necesario ponerlo para poder utilizar las librerías de los motores

```
#include <Servo.h>
#include <MotorTubot.h>

// Pines que controlan los motore
 int pinMotorIzda = 9;
 int pinMotorDcha = 10;
 int pinLed = 13;

// Declaración del objeto motor
 MotorTubot motor;
```

Configuración de los pines donde están conectados los motores y el LED

Es necesario definir un objeto de tipo "MotorTubot"

```
 void setup(){
  // Inicializa el pin digital como salida.
  pinMode(pinLed, OUTPUT);

  // Inicializa el objeto motor
  motor.begin(pinMotorDcha);
}
```

Moviendo el Robot

- Ejemplo: Programa que mueve un motor (PruebaMotor)
  - Esta vez el programa tiene cuatro partes

```
#include <Servo.h>
#include <MotorTubot.h>

// Pines que controlan los motores.
 int pinMotorIzda = 9;
 int pinMotorDcha = 10;
 int pinLed = 13;

// Declaración del objeto motor
 MotorTubot motor;
```

```
 void setup(){
  // Inicializa el pin digital como salida.
  pinMode(pinLed, OUTPUT);

  // Inicializa el objeto motor
  motor.begin(pinMotorDcha);
}
```

Conecta el objeto "MotorTubot" con un pin concreto.

Moviendo el Robot

- Ejemplo: Programa que mueve un motor (PruebaMotor)
  - Hay una función declarada en una zona para funciones
  - Las funciones pueden ser llamadas desde varios sitios diferentes del programa.
  - Las funciones pueden tener parámetros y devolver valores de retorno.
  - Más información sobre funciones puede encontrarse en:
    - Puedes encontrar más información sobre funciones en este enlace:
      - https://es.wikibooks.org/wiki/Programaci%C3%B3n_en_C/Uso_de_funciones

```
void pulso(void){  // Esta función genera un pulso corto en el led conectado a pinLed
   digitalWrite(pinLed, HIGH);   // Enciende el LED
   delay(20);
   digitalWrite(pinLed, LOW);    // Apaga el LED
}
```

Moviendo el Robot

- Ejemplo: Programa que mueve un motor (PruebaMotor)
  - Analiza en detalle el movimiento que debería hacer el motor

```
void loop(){
  digitalWrite(pinLed, HIGH);   //
  motor.setSpeed(0);            //
  delay(2000);
  digitalWrite(pinLed, LOW);
  motor.setSpeed(50);           // Configura el motor a 50 y hace parpadear el LED
  delay(2000);
  pulso();
  motor.setSpeed(100);           // Configura el motor a 100 y hace parpadear el LED
  delay(2000);

  digitalWrite(pinLed, HIGH);  //
  motor.setSpeed(0);
  delay(2000);
  digitalWrite(pinLed, LOW);

  motor.setSpeed(-50);          // Configura el motor a -50 y hace parpadear el LED
  delay(2000);
  pulso();
  motor.setSpeed(-100);         // Configura el motor a 100 y hace parpadear el LED
  delay(2000);
  motor.setSpeed(0);
}
```

Motor parado incrementando la velocidad cada 2 segundos

Motor parado incrementando la velocidad cada 2 segundos en sentido contrario

Moviendo los motores

- **Ejercicios**:
  1. Cambia los valores de velocidad del motor para que se aprecien tres velocidades diferentes.
     - Escribe, verifica el programa y cárgalo en la placa
  2. Haz un programa con dos objetos del tipo MotorTubot diferentes y haz que el robot avance durante 2 segundos.
     - Escribe, verifica el programa y cárgalo en la placa
  3. Realiza un programa que haga avanzar al robot hasta que se encuentra con un obstáculo, momento en que gira en el sitio durante un rato y sigue avanzando..
     - Escribe, verifica el programa y cárgalo en la placa

Objeto MoverRobot

- En la librería se define el objeto "MoverTubot" que tiene, entre otros, los siguientes métodos:
  - MoverTubot.begin(int pin1, int pin2);
    - Indicar dónde se conectan los dos motores
  - MoverTubot.setZero(int zeroValue1, int zeroValue2);
    - Permite introducir el valor en microsegundos para el que los motores están parados
  - MoverTubot.recto(int speedo);
    - Mueve el robot recto a la velocidad indicada (+100 a -100)
  - MoverTubot.para(void);
    - Detiene los motores configurándolos a los valores zeroValue correspondientes.
  - MoverTubot.dcha(int giro); MoverTubot.izda(int giro)
    - Realiza un giro en el sitio.
    - Puede introducirse un valor entre +100 y -100
  - MoverTubot.izda(int giro, int speed);
  - MoverTubot.izda(int giro, int speed);
    - Permite configurar giros y rotaciones

Moviendo el Robot

- Ejemplo: Programa que mueve un motor (MueveTubot)
  - Como siempre el programa tiene tres partes

Es necesario ponerlo para poder utilizar las librerías de los motores

```
//ejemplo que mueve el robot en varias direcciones
#include <Servo.h>
#include <MotorTubot.h>

//Pines de conexion de los motores
int pinmotorIzda =     9;
int pinmotorDcha =    10;
MoverTubot tubot;

void setup(){
  // Configuramos los motores y su
  // pin motor izq || pin motor dr
  tubot.begin(pinmotorIzda , pinmotorDcha);
}
```

Configuración de los pines donde están conectados los motores

Es necesario definir un objeto de tipo "MoverTubot"

Conecta el objeto a los pines correspondientes

Moviendo el Robot

- Ejemplo: Programa que mueve un motor (MueveTubot)
  - Proporciona órdenes de movimiento del robot

```
void loop(){

  tubot.para();  // Parar robot
  delay(1000);   // El robot estara parado 1s

  tubot.recto(50); // Mover robot hacia delante
  delay(1000);     // Durante 1s

  tubot.dcha(20);  // Girar el robot hacia la dcha
  delay(700);      // Durante 0.7s

  tubot.recto(-20); // Mover robot hacia atras
  delay(1500);      // Durante 1.5s

  tubot.izda(40);  // Girar el robot hacia la izda
  delay(500);      // Durante 0.5s

}
```

Moviendo el Robot

- **Ejercicios**:
  1. Realiza un programa que haga que el robot realice un cuadrado de unos 30cm
     - Escribe, verifica el programa y cárgalo en la placa

Calibración de motores

- Ejecuta el programa de calibración (GetMotorsZero)
  - Abre el monitor serie de Arduino
  - Pulsando las teclas A y D para el motor izquierdo y J y L para el motor derecho, ajusta los motores hasta que se paren.
  - Apunta los valores que se muestran en pantalla cuando estén los motores completamente parados. Estos son los valores de calibración.
  - Vuelve a cargar el ejemplo (motorSimple → motorLeft) añadiendo el método motorLeft.setZero(valorZero) sieno valorZero el valor obtenido en la calibración.
    - Por ejemplo: **motorLeft.setZero(1250);**
  - Ejecuta el programa y mira a ver si se comporta de una manera más lógica que antes.
    - Pregunta al profesor si tienes dudas.

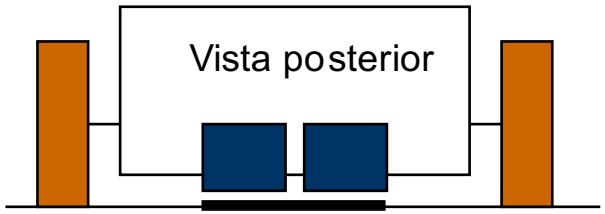
Haciendo que el robot siga una línea

RASTREADORES

- Hay varias formas de hacer que un robot siga una línea. En las siguientes transparencias se presenta la más sencilla.
  - Realiza un programa que haga que el robot se comporte igual
  - Mejora el programa para que siga la línea lo mejor posible

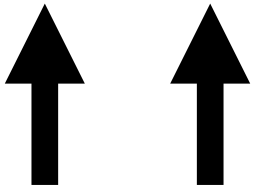
Haciendo que el robot siga una línea

- ¿Cómo seguir una línea?

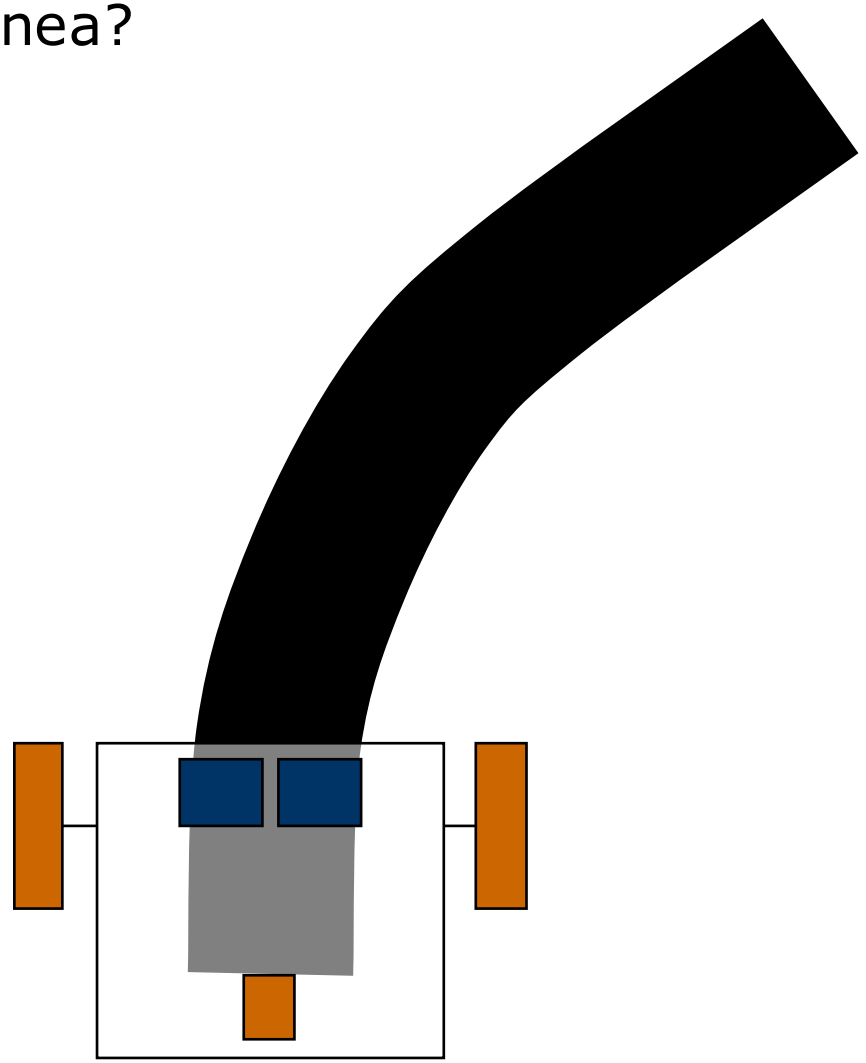


Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores

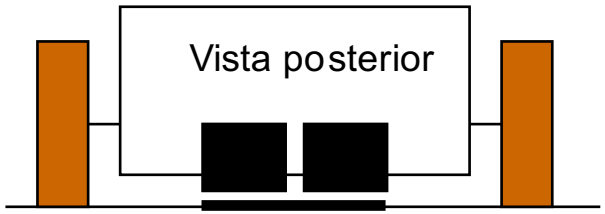


Izquierdo Derecho



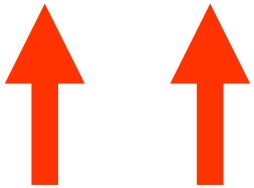
Haciendo que el robot siga una línea

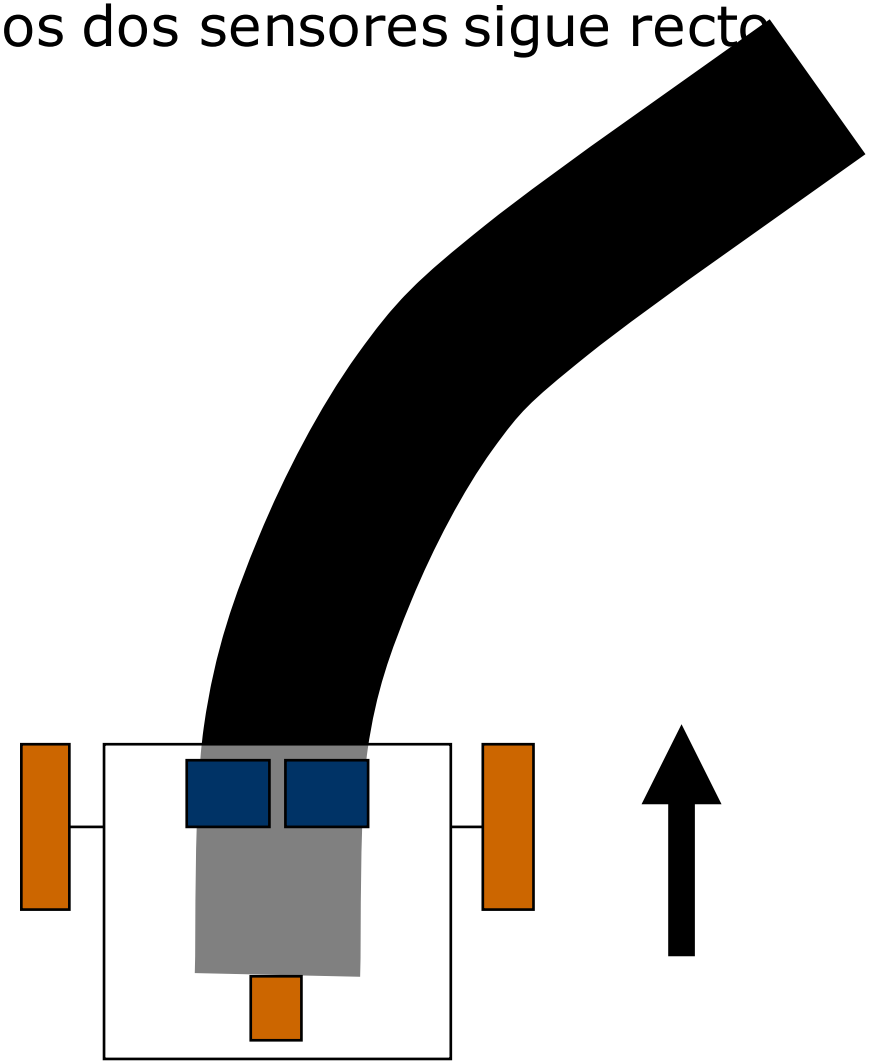
- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto



Lo que ve el robot

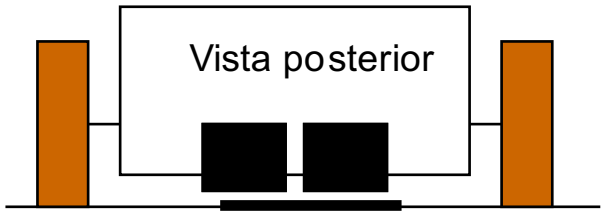
Las órdenes para los motores





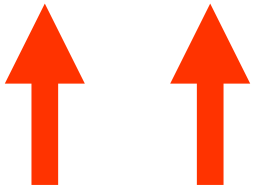
Haciendo que el robot siga una línea

- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto

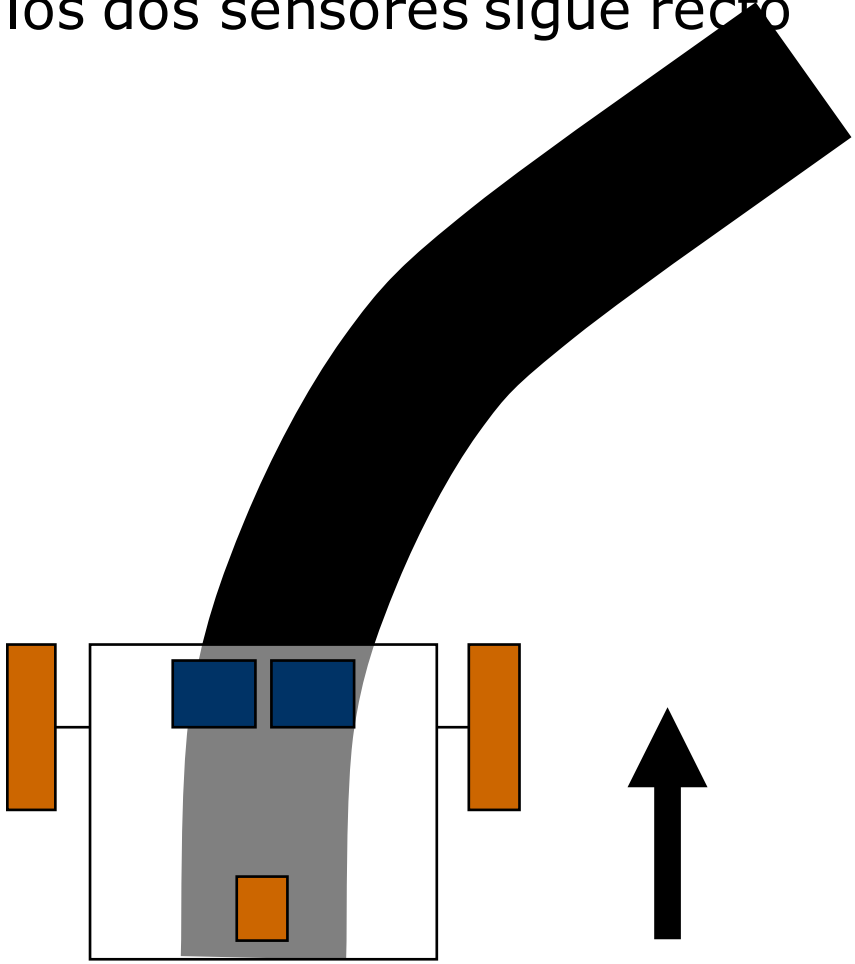


Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores



Izquierdo Derecho

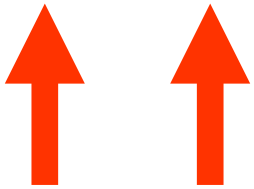


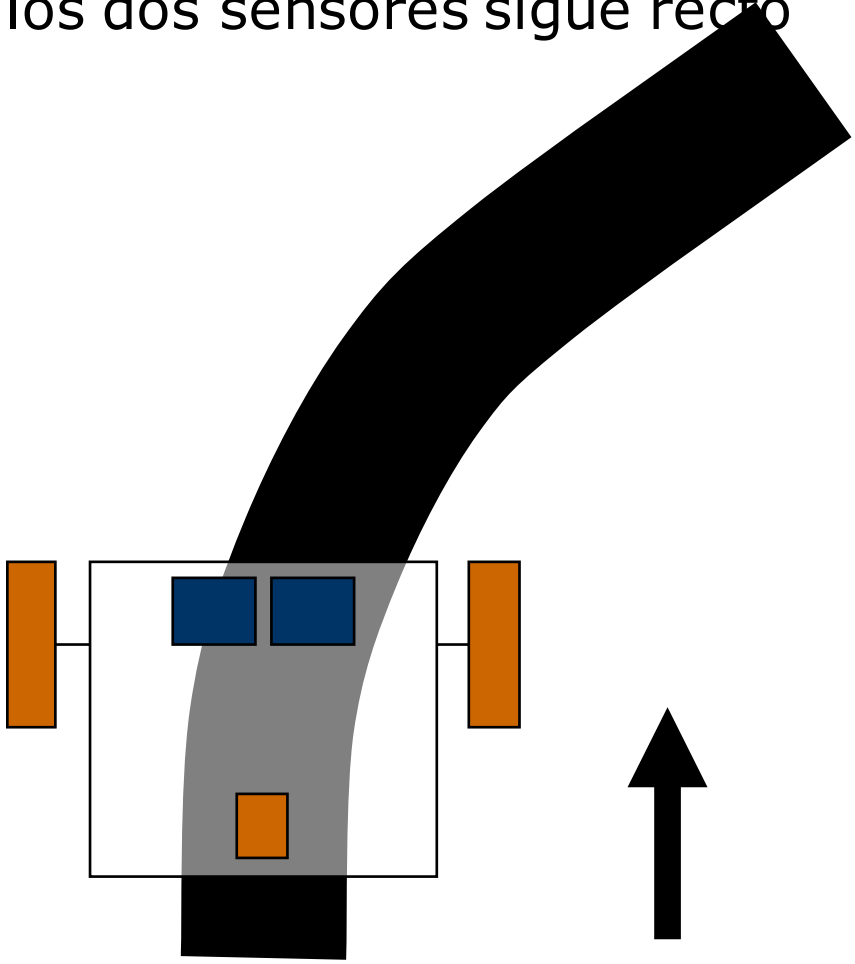
Haciendo que el robot siga una línea

- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto

Lo que ve el robot

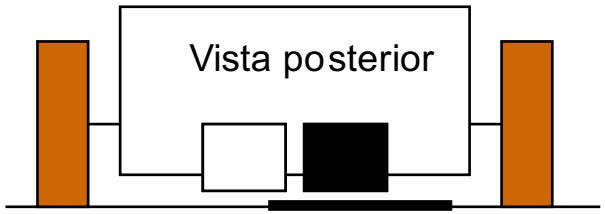
Las órdenes para los motores





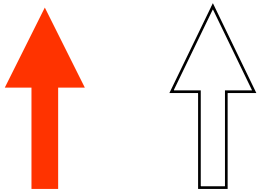
Haciendo que el robot siga una línea

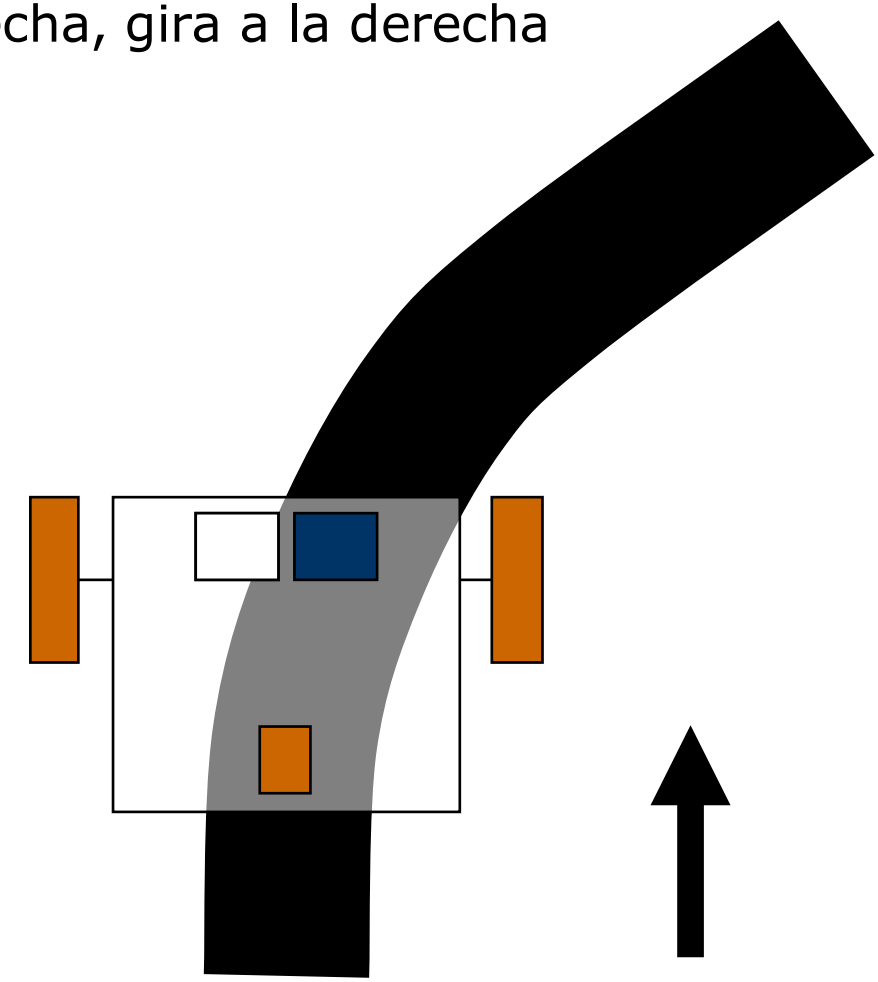
- Si línea sólo a la derecha, gira a la derecha



Lo que ve el robot

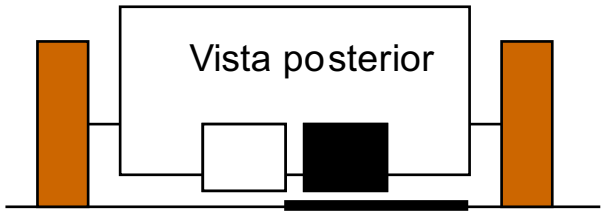
Las órdenes para los motores





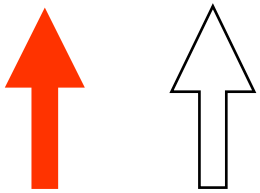
Haciendo que el robot siga una línea

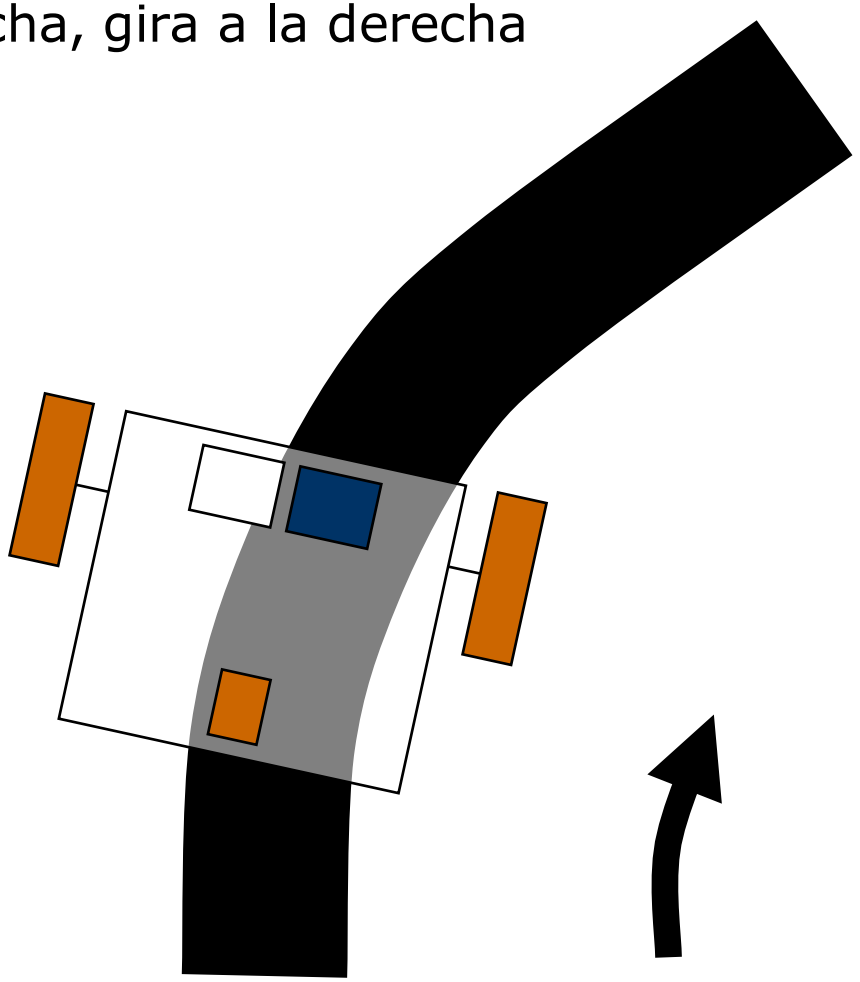
- Si línea sólo a la derecha, gira a la derecha



Lo que ve el robot

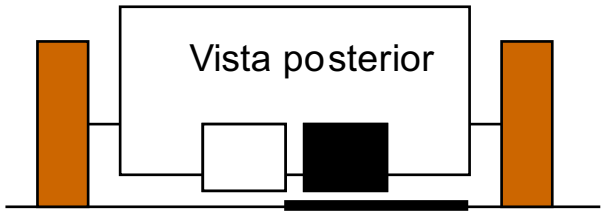
Las órdenes para los motores





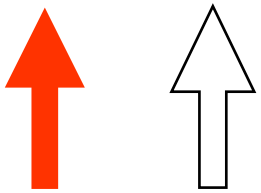
Haciendo que el robot siga una línea

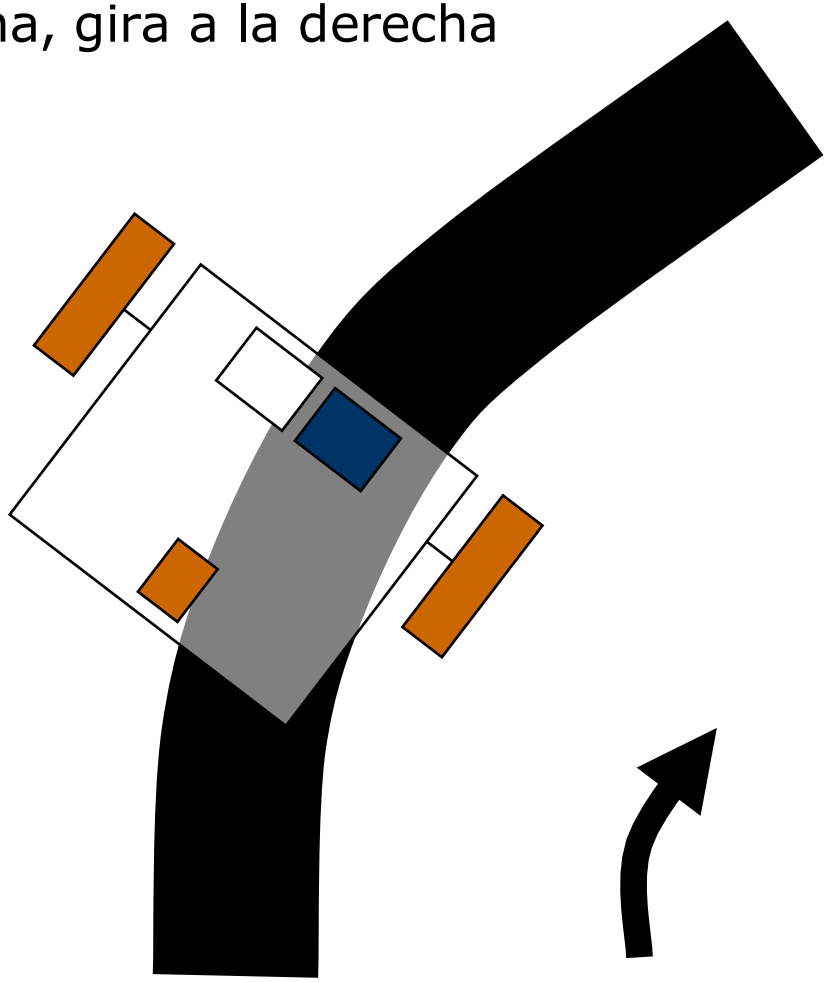
- Si línea sólo a la derecha, gira a la derecha



Lo que ve el robot

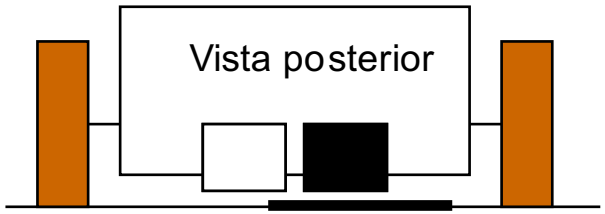
Las órdenes para los motores





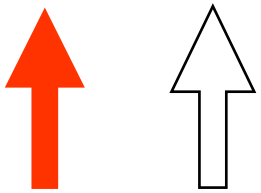
Haciendo que el robot siga una línea

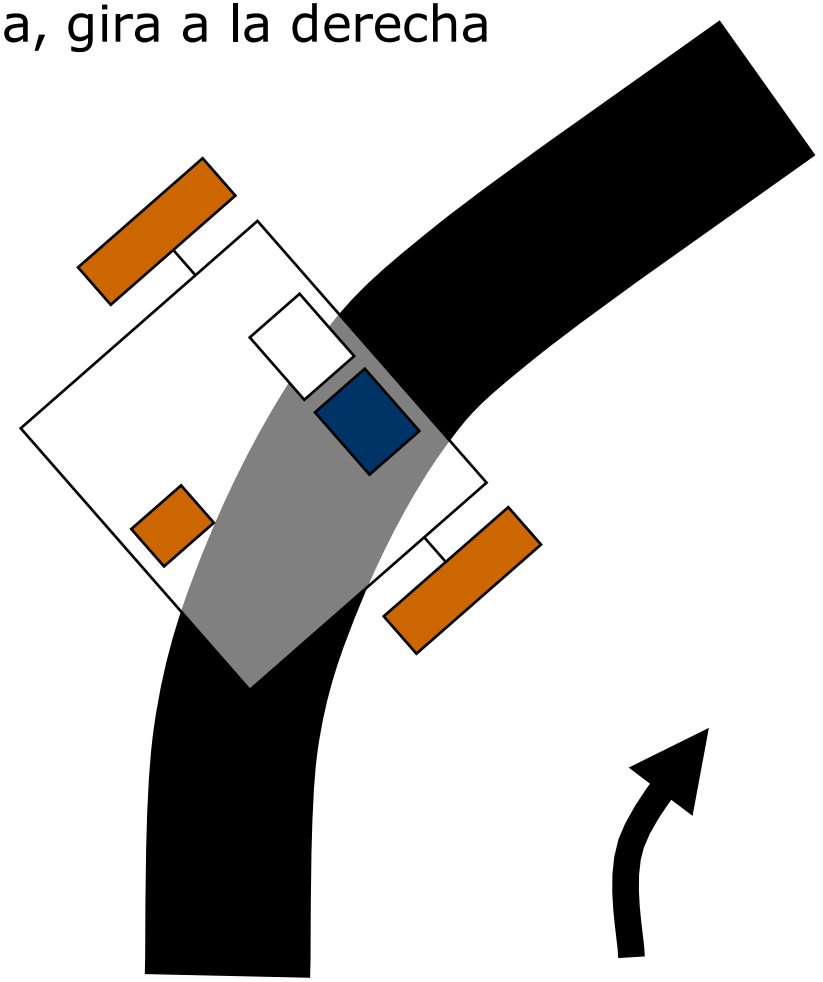
- Si línea sólo a la derecha, gira a la derecha



Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores



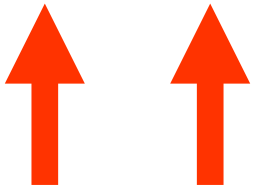


Haciendo que el robot siga una línea

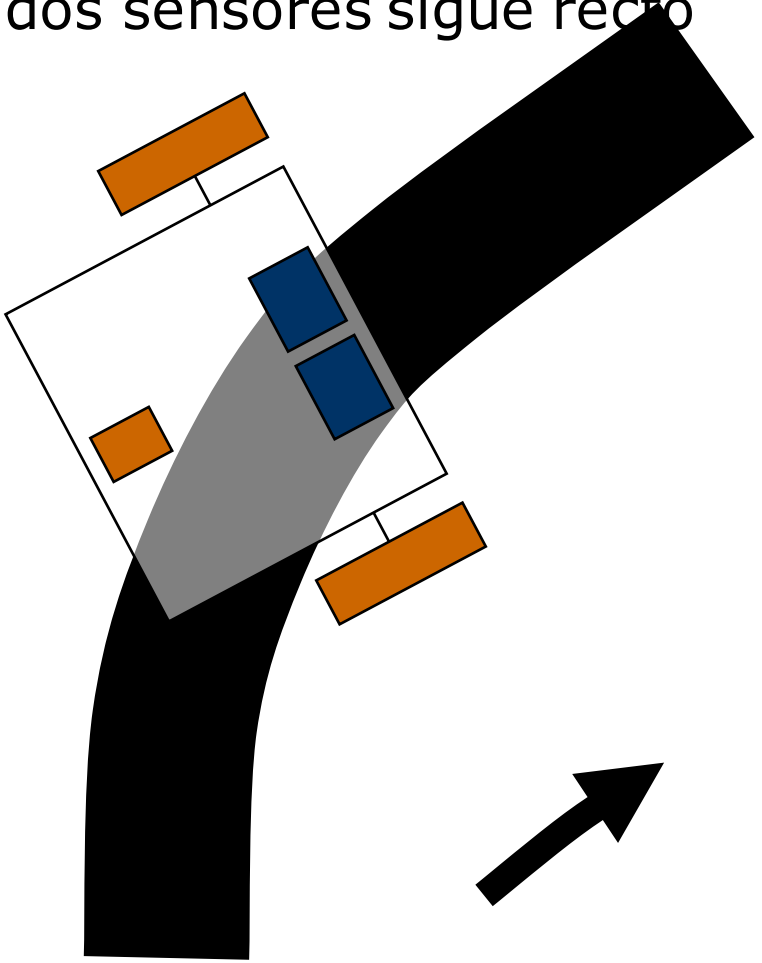
- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto

Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores

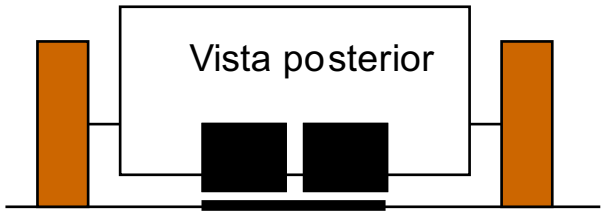


Izquierdo Derecho



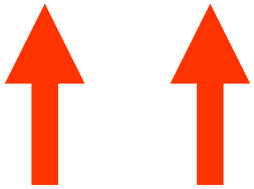
Haciendo que el robot siga una línea

- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto

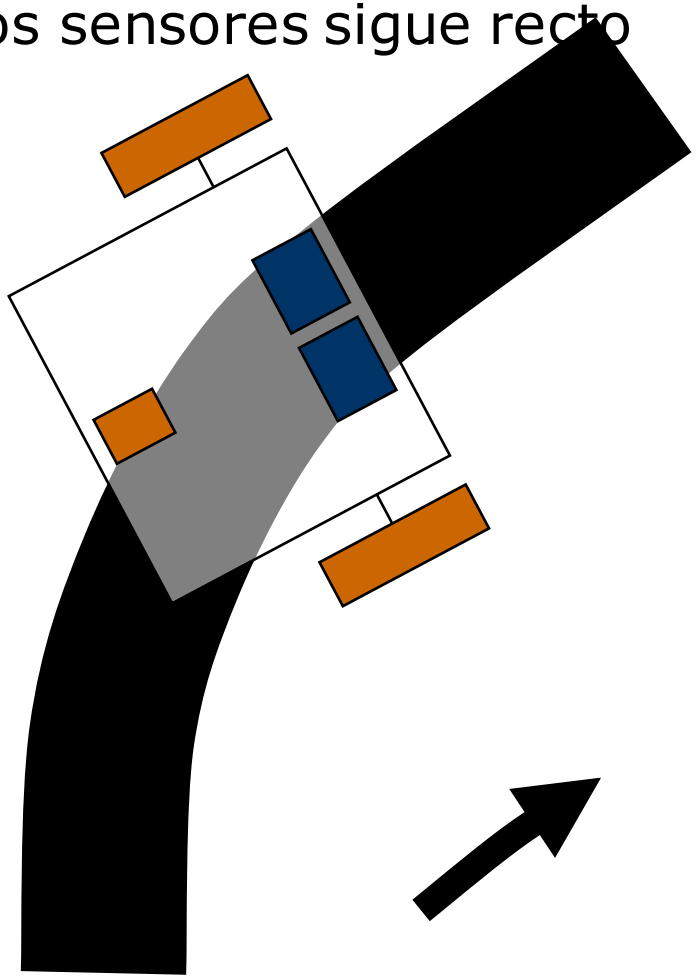


Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores



Izquierdo Derecho

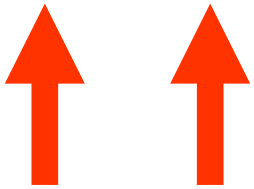


Haciendo que el robot siga una línea

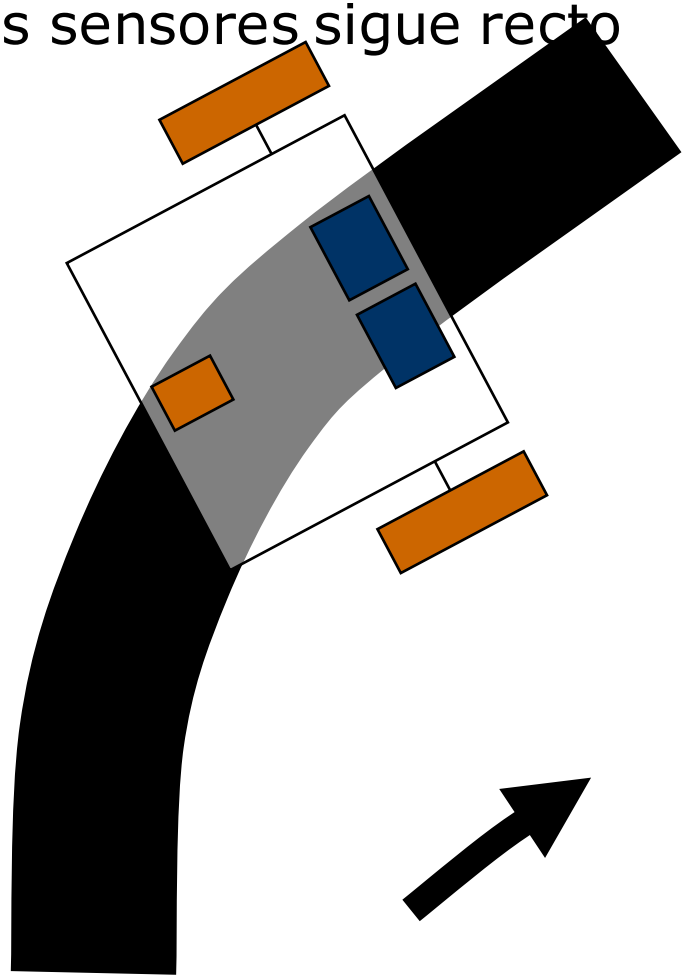
- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto

Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores



Izquierdo Derecho

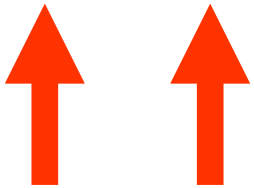


Haciendo que el robot siga una línea

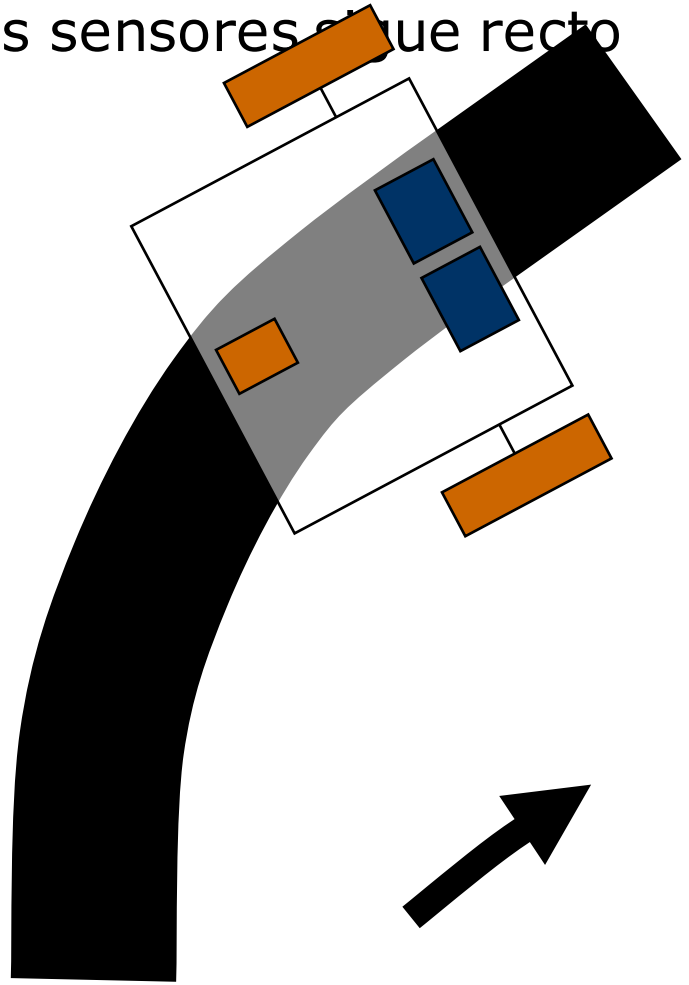
- Si detecta línea con los dos sensores sigue recto

Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores

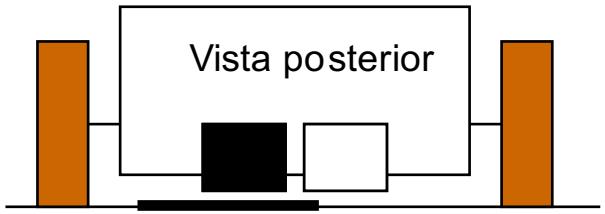


Izquierdo Derecho



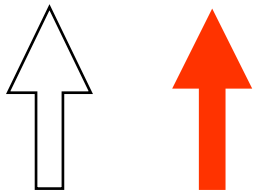
Haciendo que el robot siga una línea

- Si línea sólo a la izquierda, gira a la izquierda

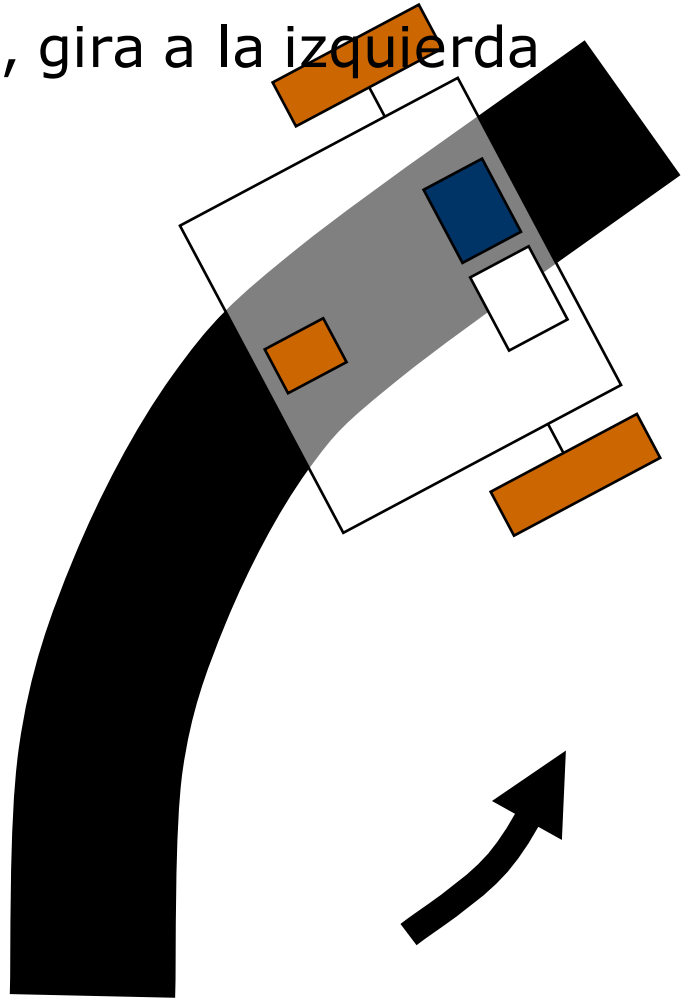


Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores

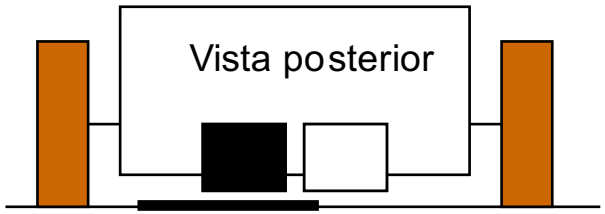


Izquierdo Derecho



Haciendo que el robot siga una línea

- Si línea sólo a la izquierda, gira a la izquierda



Lo que ve el robot

Las órdenes para los motores