

Sensores y actuadores



Escuela de
Ingeniería
Informática
Universidad de Oviedo



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Cristian González García
gonzalezcristian@uniovi.es

Basado en el material original de Jordán Pascual
Espada

v 1.4.2 Septiembre 2022

Actuadores

Actuadores I

- **Actuador:** dispositivo capaz de transformar energía (eléctrica, hidráulica, neumática) en un proceso
 - Ejemplo: motores, bombas de aire, ventiladores, luces, encender/apagar herramientas, etc.
 - Aplicaciones en: industria, robótica, medicina, transporte, casas, ciudades, etc.
- Estos dispositivos **se conectan a una fuente de alimentación** eléctrica (placa de Arduino 5V)
 - A veces necesitan de una fuente externa de mayor potencia
- Dependiendo del tipo **se manejan de diferentes formas**
 - Pin de escritura en el actuador
 - Algunos pueden también enviar información al Arduino
 - Relés u otros componentes como drivers/controladores
 - Algunos drivers/controladores vienen en formato *Shield*

Actuadores II

- Existen **cientos de tipos de actuadores** diferentes compatibles con Arduino y de coste razonable
- Hay varias **características** importantes relativos a un actuador
 - Alimentación** 3.3V, 5V, 9V, etc.
 - Algunos necesitan un sistema de potencia propio: algunos motores
 - Pines** de conexión que utiliza (número y tipo de entradas / salidas)
 - Analógico, digital, o digital PWM (simular salida analógica)
 - Nº de pines necesarios para conectarlo
 - Dimensiones**
 - Para embeberlo en alguna estructura
 - Modo de **funcionamiento/especificación**
 - Que recibe, en que rango, tipo de movimientos, etc.
 - Librerías**
 - Para facilitar su programación (Arduino, de terceros, C/C++, etc.)
 - Shields, drivers, otras interfaces hardware/software, etc.

Motores de corriente continua

- Motor que va en un sentido u otro y no se controla velocidad ni aceleración
- Se conectan a los polos positivo y negativo
 - A la placa Arduino
 - Tal vez también a una fuente externa (depende del voltaje)
- En función de la polaridad giran a un lado u otro
- Dependiendo del voltaje giran a más o menos velocidad



Motor DC 5V-12V



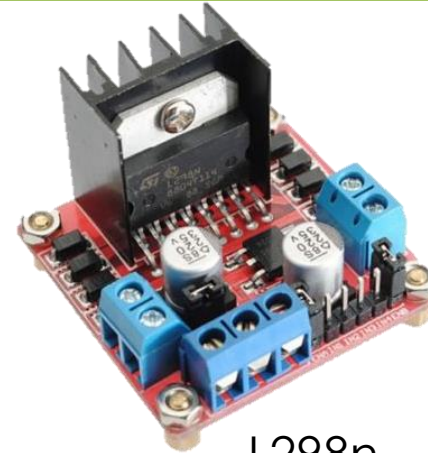
Mini motor DC 3V-6V



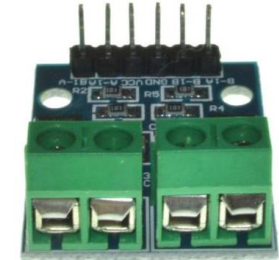
Motor para rueda

Drivers

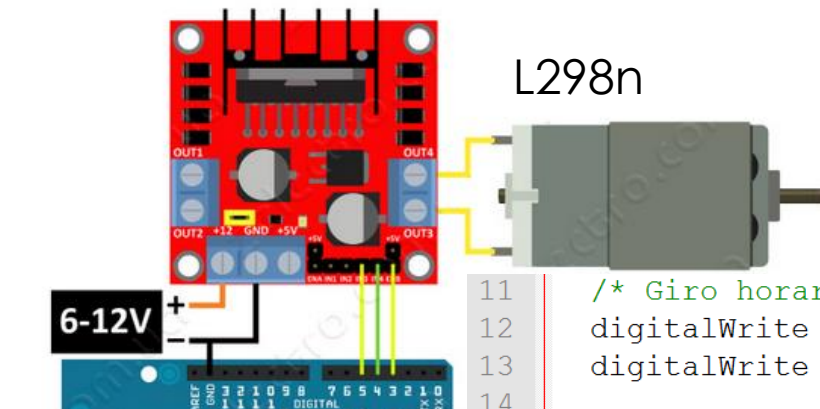
- **Permiten** (no siempre todas ellas a la vez: y/o)
 - Gestionar **varios motores**
 - A veces, usar **menos pines**
 - **Cambiar polaridades** sin tocar el circuito
 - Conectar **potencia adicional** si el Arduino no la admite
 - **Ahorrar tiempo** de desarrollo/montaje
- Utilizar un **Motor Driver**
 - Ejemplo: L298n, L9110s, etc.
- **Se conecta al driver**
 - Los motores (normalmente admiten varios motores)
 - La fuente de alimentación
 - Placa Arduino, batería de 12V, etc.
 - Salidas digitales para controlar los motores
- **Salidas digitales**
 - 2 pines
 - Para detener, y giro horario o antihorario
 - (Opcional) 1 pin PWM
 - Si se quiere especificar la velocidad de giro



L298n



L9110s



L298n

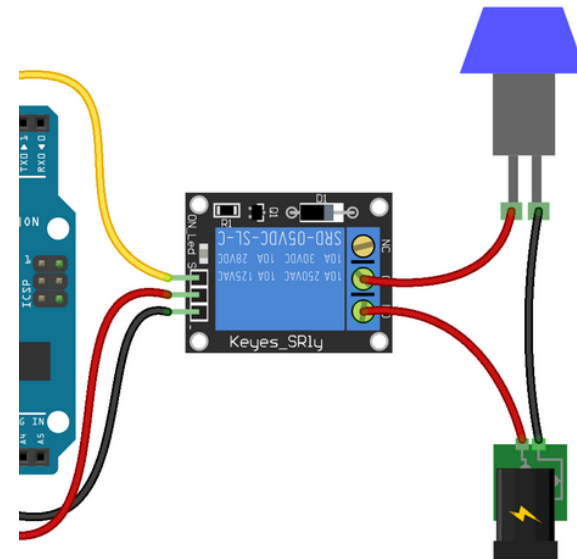
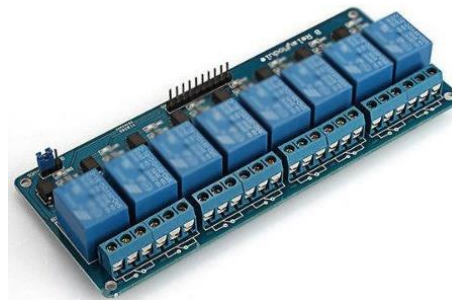
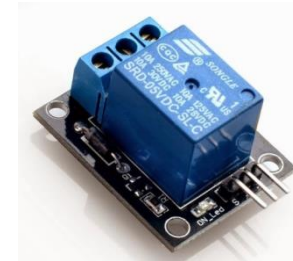
23
24

```
/* 0-255 velocidad PWM */
analogWrite(ENB, 55);
```

```
11 /* Giro horario */
12 digitalWrite (IN1, HIGH);
13 digitalWrite (IN2, LOW);
14
15 /* Giro antihorario */
16 digitalWrite (IN1, LOW);
17 digitalWrite (IN2, HIGH);
18
19 /* Detenido */
20 digitalWrite (IN1, LOW);
21 digitalWrite (IN2, LOW);
```

Relés

- Es un **interruptor controlado por un circuito eléctrico**
 - Encender/apagar programáticamente un componente
 - Motores (Girar y parar), electrodomésticos/herramientas (encender/apagar)
 - Manejar grandes corrientes/potencias usando una mucho más pequeña
 - 220v de entrada o más al relé-> electrodoméstico, desde un Arduino de 5v
- Varios modelos de Relé
 - 1 – N, canales
- Podemos abrir / cerrar el paso de corriente
 - Controlado con 1 salida digital
 - Enciende / apaga el motor



```

12  /* Encender */
13  digitalWrite (RELE1, HIGH);
14  /* Apagar */
15  digitalWrite (RELE1, LOW);

```

Servomotores

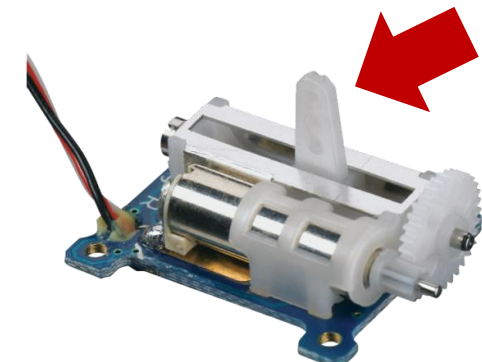
- Similar a los motores de corriente continua
 - Pero permite controlar **con precisión** la rotación/ángulo/aceleración
- Capacidad de **ubicarse en cualquier posición**
 - Dentro de su rango: 180°, 270°, 360°, etc.
- Capacidad de **mantener la posición**
- **Permiten controlar la orientación** de giro / posición / velocidad
 - Mediante un **pin digital PWM**
 - Suelen tener una **librería** que gestiona todo
- Velocidad e inercia más baja que los motores tradicionales



Micro servo 180°



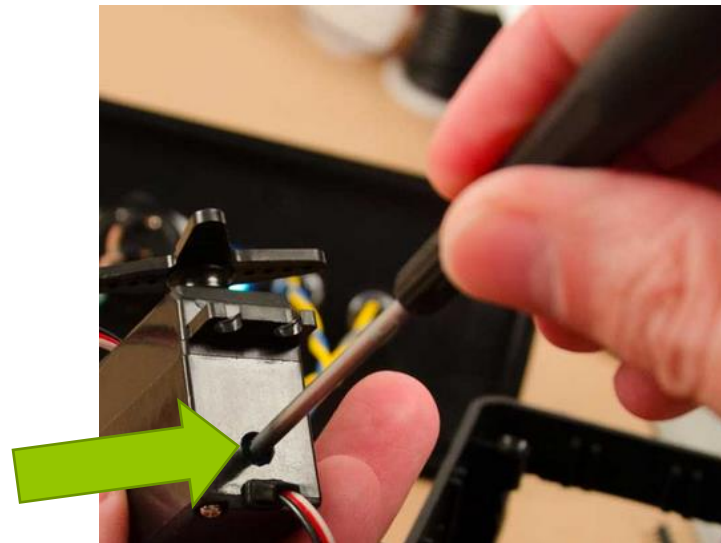
Servo de rotación continua



Linear Servo

Calibración: servo 360° rotación continua

- o **Algunos** actuadores como los Servos 360° **requieren calibración**
- o Si en el estado parado (`write(90)`) no se detiene... entonces hay que calibrarlo
 - o Si hace ruido significa que se quiere mover pero no tiene potencia suficiente
- o Girar el tornillo hasta que se detenga
 - o En ocasiones pierden la calibración solos (por el uso)



SM-S4306R

Servo de rotación continua

Motores paso a paso (Steppers)

- Dispositivos electromecánicos que **convierten un impulso eléctrico recibido en desplazamientos angulares**
- El impulso eléctrico **indica los pasos** (grados) que debe moverse
- Se consigue **más precisión** de posicionamiento
- **Se indica el paso mediante entradas digitales**
- Se suelen **manejar con librerías**
 - Suelen ser bastante sencillas
- Los podemos ver en
 - Impresoras 3D
 - Actuadores lineales que necesiten precisión



Motor Nema 17
12V- 36V



Motor Paso a Paso 5V
+ Driver ULN2003

Otros actuadores eléctricos

- Gran parte de ellos se basan en motores o en principios similares



Bomba de aire



Bomba de agua



Actuador lineal

Sensores

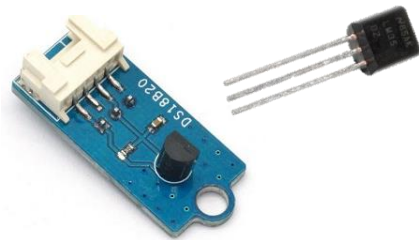
Sensores I

- Es un dispositivo capaz de **detectar magnitudes físicas o químicas y transformarlas en variables eléctricas**
 - Ejemplos: temperatura, nivel de agua, humedad, presión, etc.
 - Aplicaciones en: industria, robótica, medicina, transporte, casa, etc.
- La señal o señales emitidas por el sensor **las captamos mediante una o varias entradas**
 - Digitales: true/false, high/low, 0/1
 - Vibración, distancia, movimiento, ...
 - Analógicas: 0-1023
 - Temperatura, humedad, fotorresistor, ...
- Algunos sensores son configurables, o **necesitan** algún tipo de **información para funcionar**, en este caso reciben la información de una o varias salidas
 - Ultrasonidos

Sensores II

- **Existen cientos de tipos de sensores** diferentes compatibles con Arduino y de coste razonable
- Hay varias **características** importantes relativos a un sensor
 - **Alimentación** 3.3V, 5V, 9V, 12V, etc.
 - Algunos necesitan un sistema de potencia propio: CO2
 - **Pines** de conexión que utiliza (número y tipo de entradas / salidas)
 - Analógico o digital
 - N° de pines necesarios para conectarlo
 - **Dimensiones**
 - Para embeberlo en alguna estructura
 - Modo de **funcionamiento/especificación**
 - Que valores retorna, en que rango, con que frecuencia, etc.
 - **Librerías**
 - Para facilitar su programación (Arduino, de terceros, C/C++, etc.)
 - Shields

Sensores de ambiente



Temperatura



Humedad relativa y temperatura



Nivel de Luz



Campo magnético



Presión barométrica



Calidad de aire: NH₃, CO₂, Humo...



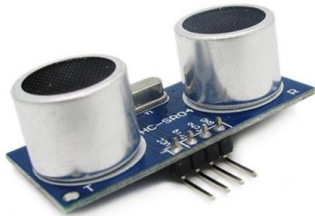
Detector de llamas/fuego



Partículas de polvo

Movimiento / presencia e Imagen y sonido

● Movimiento / presencia



Ultrasonidos:
distancia



Infrarrojo de
barrera



Receptor y
emisor Laser



Sensor Infrarrojos
pasivo (PIR):
movimiento

● Imagen y sonido



Cámara



Cámara Infrarroja



Sonido

Movimiento de objetos



Brújula



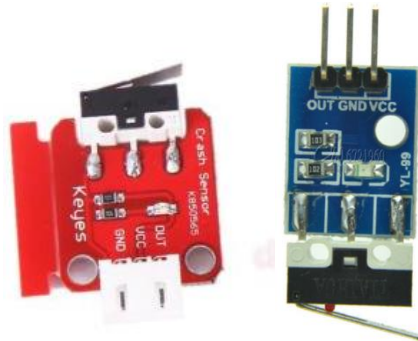
Acelerómetro (X,Y,Z)



Vibración



Inclinación



Colisión



Giroscopio



Velocidad/Posición
(Optointerruptor)

Líquido



Nivel



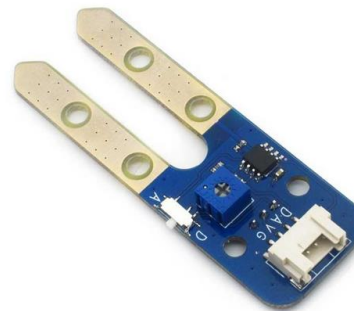
Sensor de goteo



Caudalímetro



Turbiedad
Falta de transparencia



Humedad en
tierra



pH

Otros



Color



Color blanco / negro:
Sigue líneas



Peso



Aire: alcohol, etanol



Nivel de corriente



Efecto Hall
(Campo
eléctrico)



Detector de
metal



Pulso cardiaco

Medicina

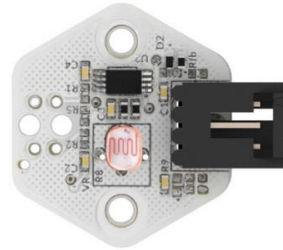
- ◉ <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>
- ◉ Posición de paciente
 - ◉ Cinta con acelerómetros
- ◉ Temperatura corporal
- ◉ Presión sanguínea
- ◉ Pulso y oxígeno en sangre
- ◉ Flujo de respiración
- ◉ Electrocardiograma
- ◉ Electromiografía
 - ◉ Músculos y neuronas
- ◉ Sensor de respuesta galvánica
 - ◉ Resistencia eléctrica en la piel
- ◉ Glucómetro



e-Health Kit V2.0

Tipos de entradas en los sensores

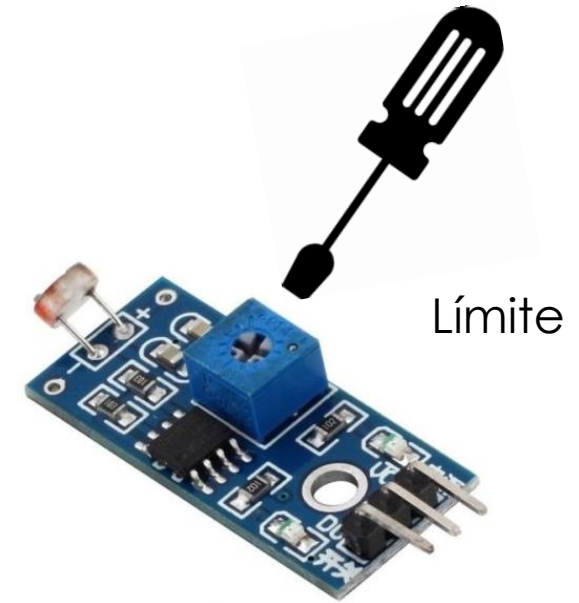
- Desde el punto de vista de la conexión y la programación
 - Sensor de luz analógico BQ (1 salida)
 - Sensor ultrasónico de distancia SR04 (1 salida / 1 entrada)
 - Trigger (LOW | HIGH) y Echo
 - Sensor de detección de color TCS230 (1 salida / 4 entradas)
 - ...



- Existen diferentes modelos de sensores similares a estos
 - Diferentes características técnicas
 - Ej. rango de valores a medir
 - Diferente mecanismo de conexión
 - Diferente programación
 - Diferente margen de error, etc.

Calibración

- Muchos modelos **se pueden y/o deben calibrar**
 - Devuelven unos valores u otros
 - Sensibilidad: hace que «salten/toleren» hasta X valor límite
 - Luz/vibración deseada/permitida, ...
 - Detectan solo sí alguno ocurre o no...
 - Configurar: valor 0, precisión, tiempos de actualización, etc.
 - Tasa de refresco de datos
- Un **precalentamiento** en los sensores de gases
 - Un tiempo encendidos la primera vez (48h)
 - Sucesivas veces 3 minutos de precalentamiento
- Calibración con sustancias calibradoras
 - Sustancia que tiene exactamente un valor
 - PH, gases, líquidos, etc.



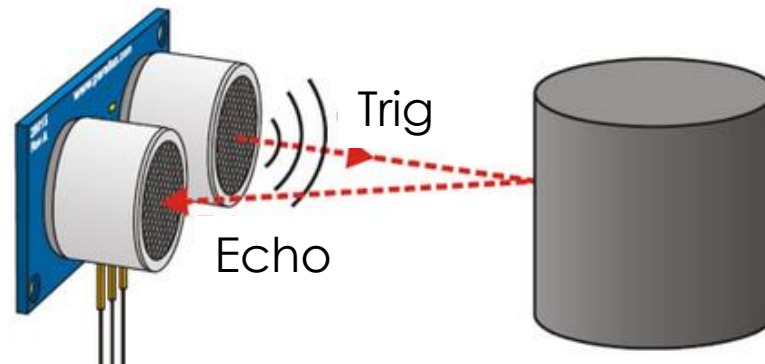
Especiales: sensor ultrasónico de distancia SR04

o Calulo de la distancia

- o A partir del tiempo calculamos la distancia
- o El ultrasonido se mueve a 0,034 cm/microsegundo
 - o **Vsonido**: $343,2 \text{ m/s} \rightarrow 343 \text{ m/s} * 100\text{cm/m} * 1\text{s}/1000000 \text{ ms} = 0,03432 \text{ cm/ms}$
- o La onda va y vuelve (realmente ha recorrido el doble de distancia)
 - o Dividimos entre 2: **0,01716**

```
21 | long tiempoRespuesta = pulseIn(pinEcho, HIGH);  
22 | long distancia= int(0.017*tiempoRespuesta);
```

- o Dependiendo del ángulo y del objeto a veces la onda no rebota como esperamos



Interfaz de usuario: sensores y actuadores

Componentes de interfaz de usuario

- Permiten la comunicación entre la persona y el dispositivo
- Encontramos componentes de muchos tipos



Joystick



Pantalla LCD



Mando IR



Teclado

- Utilizan las entradas y salidas de la placa para realizar la comunicación

Pantallas y sonido



Pantallas LED



Pantalla LCD - 4 líneas



Pantallas TFT
Táctil



Pantalla de tinta electrónica



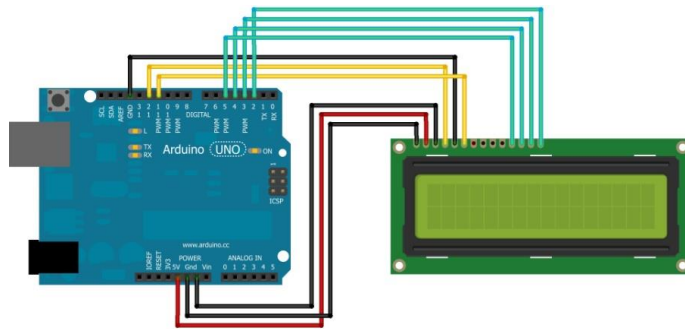
MicroVGA



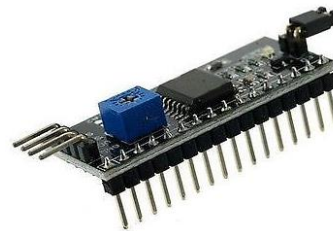
Altavoz

Conexiones

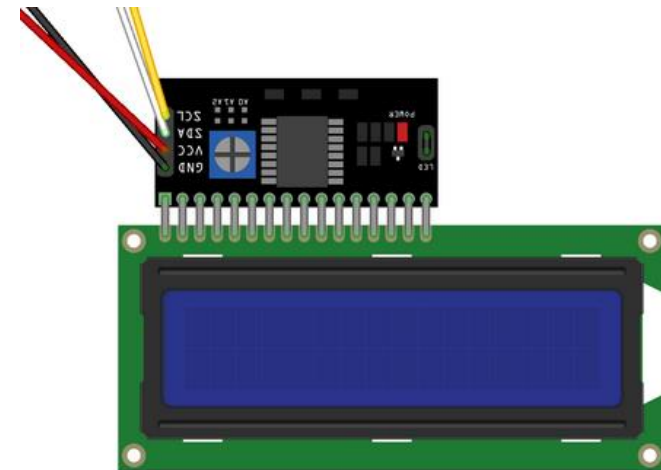
- Algunos componentes pueden requerir muchas salidas
 - Ej: pantallas
 - En ese caso se suelen utilizar un modulo Interfaz (I2C/IIC/TWI) + Librerías
 - Permite usar menos pines para controlarlo
 - Interfaz maestro-esclavo
 - Es «plug-and-play»



10 conexiones



I2C –
Conector de periféricos
4 conexiones



4 conexiones

Mecanismos de entrada



Botón



Potenciómetro



Botón táctil



Mando IR



Game Pad



Joystick



Teclado /
ratón PS2



Teclado de
membrana

Calibración software: Joystick X Y + Botón Pulsador

- Se conecta
 - 5V, GND
 - Eje X y Eje Y: vrX (a un pin analógico), vrY (a un pin analógico)
 - Es un balancín con dos potenciómetros
 - Botón: SW (a un pin digital)
 - Es un botón (**Requiere una resistencia** para el correcto funcionamiento)
- Sistema de coordenadas
 - ¿Reposo en (500, 500)?
 - El reposo puede variar entre 450-550, depende del Joystick



	(X, Y)	(X, Y)	(X, Y)
(X, Y)	0, 0	500, 0	1024, 0
(X, Y)	0, 500	500, 500 (Reposo)	1024, 500
(X, Y)	0, 1024	500, 1024	1024, 1024

Accesorios extra: Joystick X Y + Botón Pulsador II

- Viene en una placa integrado
 - Pero **necesita una resistencia** para usar su botón
- Se puede utilizar
 - **Una resistencia externa** (recomendado)
 - Utilizar una resistencia que tiene el Arduino incorporada





vevox
Audience Engagement

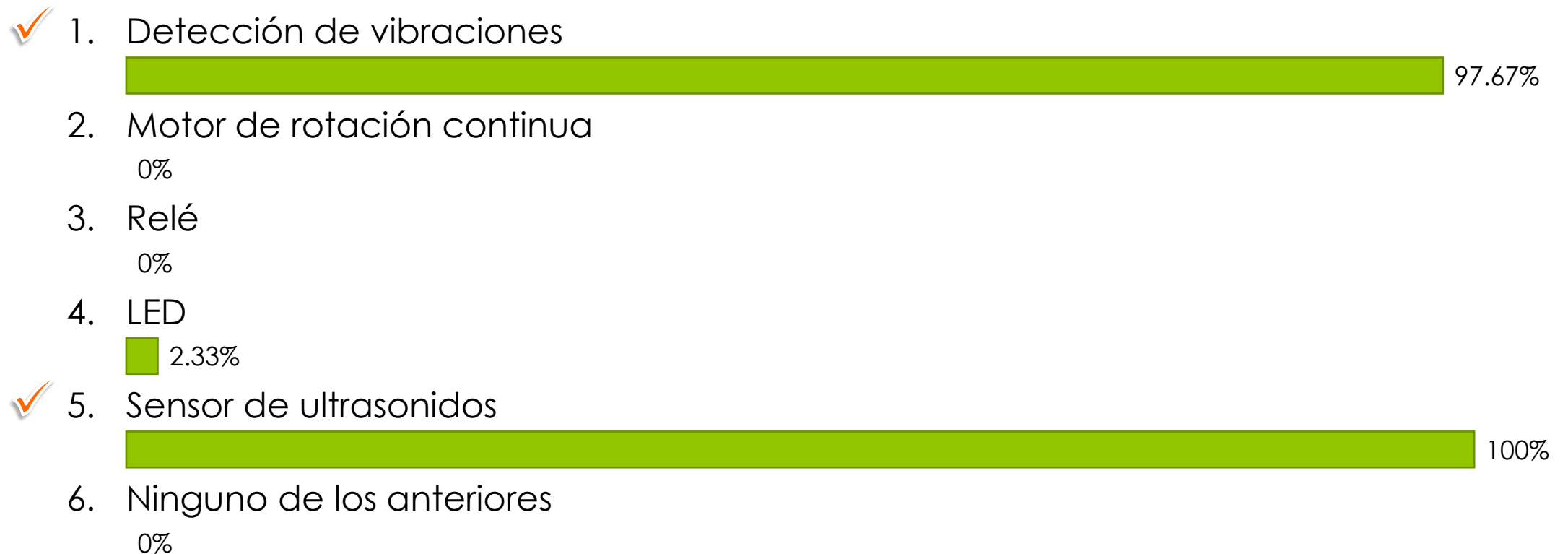
Join at vevox.app

Or search **Vevox** in the app store

ID: 183-409-206



¿Cuáles son sensores?







(% = Percentage of Voters)

¿Cuáles son actuadores?



(% = Percentage of Voters)

Un relé permite:

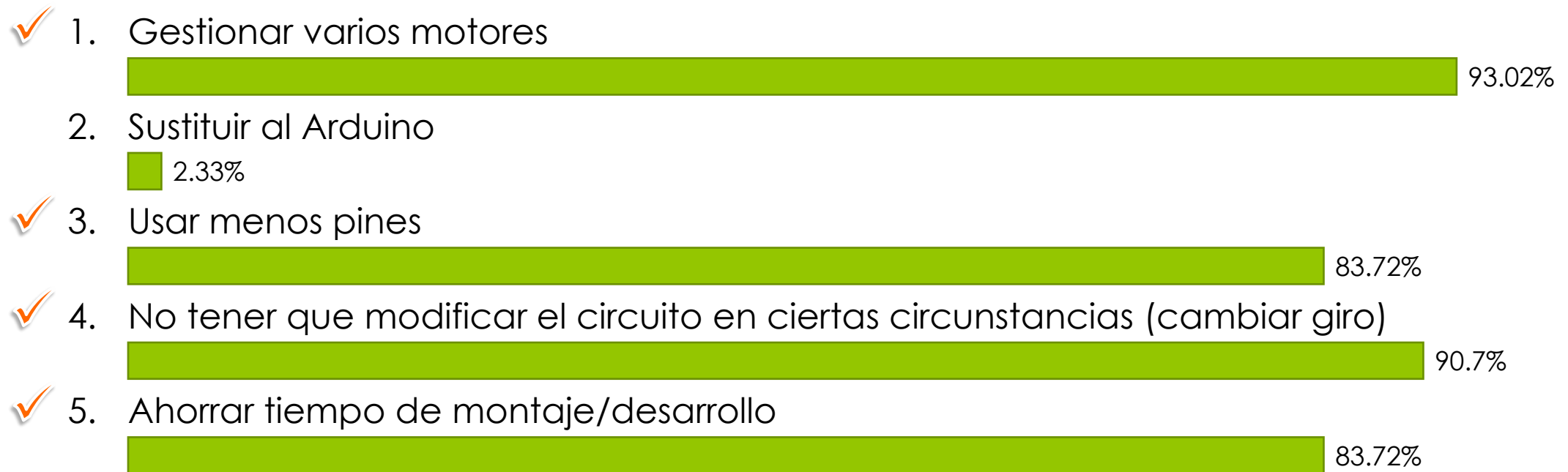
- ✓ 1. Cortar la electricidad
 86.05%
- ✓ 2. Ser un switch controlado electrónicamente
 95.35%
- ✓ 3. Crear objetos inteligentes
 39.53%
- 4. Obtener datos del objeto
 9.3%

(% = Percentage of Voters)

¿Qué motores NO permiten fijar la posición en un determinado ángulo?



Un driver puede permitir...



(% = Percentage of Voters)

Marca las declaraciones que sean verdaderas:

1. Los sensores y actuadores vienen siempre regulados, solo que con el tiempo hay que ajustarlo



2. El sensor de ultrasonidos permite detectar sonidos



- ✓ 3. Siempre tiene que haber una resistencia antes del botón para evitar cortocircuitos



4. El joystick comienza siempre por defecto en 500, 500 exactamente



5. Ninguna de las anteriores



Leaderboard

Position	Participants	Score
=1	UO276803, Uo282790	6/6
=3	UO265373, UO277189, UO277878, UO282394	5/6
=7	UO 277172, UO259893, UO269745, UO269855, UO276244, UO276264, UO276396, UO276818, UO277084, UO277418, UO278290, UO281956, UO285267, Uo271447, Uo271723, Uo277955	4/6
=23	UO269450, UO269727, UO270762, UO276220, UO276406, UO277303, UO277414, UO277653, UO277891, UO278968, UO282834, UO284163, UO285176, Uo276341, Uo278485, Uo283204, Uo281860	3/6
=40	UO269871, UO271432, UO276967, UO282337, Uo277346 Uo277346	2/6
=45	UO282337, UO283055	1/6
47	UO246711	0/6

Total Participants: 47

Average Score:3,4

Sensores y actuadores



Escuela de
Ingeniería
Informática
Universidad de Oviedo



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Cristian González García
gonzalezcristian@uniovi.es

Basado en el material original de Jordán Pascual
Espada

v 1.4.2 Septiembre 2022