



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Integración de un sistema de detección de focos de incendio en
un robot para buques de la Armada*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Pedro Ruiz Villalta

DIRECTOR: Rafael Asorey Cacheda

CURSO ACADÉMICO: 2014-2015

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Integración de un sistema de detección de focos de incendio en
un robot para buques de la Armada*

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Cuerpo General

UniversidadeVigo

RESUMEN

En este Trabajo Fin de Grado (TFG) se presenta el desarrollo de un dispositivo para que los diferentes trozos de Seguridad Interior de los buques de la Armada dispongan de otro medio para atacar y combatir incendios. Para ello se ha utilizado la plataforma Arduino Robot, en el que se han integrado diferentes sensores que dotan al sistema con la capacidad de análisis de su entorno.

El desarrollado ha consistido en acoplar una serie de sensores a la plataforma robótica y el desarrollo en C++ de un programa que controle la lógica de actuación para la detección de focos de incendio o de calor. De esta manera, incluso en zonas de visibilidad reducida por culpa del humo o falta de luz es posible avisar al personal correspondiente, que será el que tomará las medidas oportunas para combatir el incendio en el lugar donde se esté produciendo.

Los objetivos marcados se han cumplido exitosamente, ya que el robot detecta rápidamente el foco del incendio y genera una alerta cuando se superan ciertos valores umbrales preestablecidos en el código.

PALABRAS CLAVE

Arduino, Microcontrolador, Incendio, Infrarrojos, Robot, Sensor.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer al Centro Universitario de la Defensa de Marín por facilitarme los medios para la realización del trabajo, así como al profesor Rafael Asorey Cacheda, quien me orientó para la consecución de este trabajo disponiendo de los materiales necesarios.

A la Escuela Naval Militar, por acogerme como alumno y darme una enseñanza de calidad en estos tiempos tan difíciles.

A mis padres y hermana, porque son un apoyo vital en la consecución de mis objetivos, y siempre están y estarán ahí cuando los necesite.

Y por último, pero no menos importante, a mi novia María, por animarme y facilitarme la investigación en el campo de sensores y Arduino.

Contenido

Contenido	3
Índice de Figuras	5
Índice de Tablas.....	7
1 Introducción y objetivos	8
1.1 Contextualización.....	8
2 Estado del arte	9
2.1 Mundo Arduino.....	9
2.1.1 Introducción a Arduino.....	9
2.1.2 Proyecto Arduino	9
2.1.3 Proyectos con Arduino	10
2.2 Plataformas Arduino	14
2.2.1 Arduino Uno	14
2.2.2 Arduino Mega 2560.....	15
2.2.3 Arduino Ethernet	15
2.2.4 Arduino Nano	16
2.2.5 Arduino Lilypad.....	16
2.2.6 Arduino Leonardo.....	17
2.2.7 Arduino Due	17
2.2.8 Arduino Robot	18
2.3 “Shields” Arduino	20
2.3.1 Arduino Ethernet Shield	20
2.3.2 Arduino WiFi Shield.....	21
2.3.3 Arduino Motor Shield.....	21
2.4 Sensores	22
2.4.1 Sensor de temperatura LM-35	22
2.4.2 Sensor de ultrasonidos HC-SR04	22
2.4.3 Sensor de llamas	23
2.4.4 Fotorresistores.....	23
2.4.5 Cables	24
3 Desarrollo del TFG.....	25
3.1 Objeto del proyecto	25
3.2 Desarrollo del proyecto	26
3.2.1 Materiales utilizados, despiece y presupuesto	26

3.2.2 Montaje del Robot	27
4 Resultados / Validación / Prueba.....	29
4.1 Puesta en marcha del Robot.....	29
4.1.1 Conectando Arduino al ordenador.....	29
4.1.2 Carga del código	30
4.1.3 Primeras pruebas.....	30
4.1.4 Pruebas finales	31
4.1.5 Obtención y análisis de los resultados obtenidos por los sensores	32
5 Conclusiones y líneas futuras	33
5.1 Conclusiones	33
5.2 Líneas futuras	34
6 Bibliografía.....	35
Anexo I: Procedimiento D-CP-01	36
Anexo II: Guía montaje robot	38

Índice de Figuras

Figura 2.1.1 Impresora 3D (http://www.instructables.com/id/eWaste-60-3DPrinter/?ALLSTEPS)	11
Figura 2.1.2 Drone Arduino (http://arstechnica.com/information-technology/2013/03/beware-the-drones-of-march-fbi-investigates-quadcopter-that-buzzed-airliner/)	11
Figura 2.1.3 Minitanque Arduino (http://www.instructables.com/id/Epic-Robots/)	12
Figura 2.1.4 Araña Arduino (http://www.robotshop.com/forum/quadru-pet-1-arduino-ssc32-robot-t5639)	12
Figura 2.1.5 Robot Navy (http://edition.cnn.com/2015/02/12/tech/mci-saffir-robot/)	13
Figura 2.1.6 Robot Navy II (http://inhabitat.com/navy-laboratory-develops-firefighting-robots-with-creepy-faces/darpa-lasr-fire-fighting-robot-5/)	13
Figura 2.2.1 Arduino UNO	14
Figura 2.2.2 Arduino Mega 2560 (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560)	15
Figura 2.2.3 Arduino Ethernet (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEthernet)	15
Figura 2.2.4 Arduino Nano (http://arduino.cc/en/Main/rduinoBoardNano)	16
Figura 2.2.5 Arduino Mini (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMini)	16
Figura 2.2.6 Arduino Lilypad (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPadSimple)	16
Figura 2.2.7 Arduino Leonardo (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo)	17
Figura 2.2.8 Arduino Due (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue)	17
Figura 2.2.9 Arduino Robot (http://www.robotshop.com/en/arduino-2wd-robot-us.html)	18
Figura 2.2.10 Entradas Sensores Placa Superior (http://arduino.cc/en/Main/Robot)	19
Figura 2.2.11 Elementos Placa Superior (http://arduino.cc/en/Main/Robot)	19
Figura 2.2.12 Entradas Sensores Placa Inferior (http://arduino.cc/en/Main/Robot)	19
Figura 2.2.13 Elementos Placa Inferior (http://arduino.cc/en/Main/Robot)	19
Figura 2.3.1 Arduino Ethernet Shield (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield)	20
Figura 2.3.2 Arduino WiFi Shield (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoWiFiShield)	21
Figura 2.3.3 Arduino Motor Shield (http://arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3)	21
Figura 2.4.1 Sensor de temperatura LM-35 (http://listado.mercadolibre.com.mx/lm35-sensores-de-temperatura-par)	22
Figura 2.4.2 Sensor de ultrasonidos (http://www.upgradeindustries.com/product/62/Ultrasonic-Distance-Sensor-(HC-SR04))	22
Figura 2.4.3 Sensor de llamas (http://www.dx.com/es/p/flame-sensor-for-arduino-red-302342#.VNyhUvmG-So)	23
Figura 2.4.4 (http://computointegradoits.blogspot.com.es/2012/05/sensores.html)	23
Figura 2.4.5 Diferentes tipos de cables (Fuente propia)	24
Figura 3.2.1 Detalle de colocación Sensor Ultrasonidos	27

Figura 3.2.2 Colocación Sensores IR 28

Figura 4.1.1 Selección del tipo de placa.....29

Figura 4.1.2 Botones principales 30

Figura 4.1.3 Primer prototipo 30

Figura 4.1.4 Resultado final 31

Figura 4.1.5 Valores de los sensores 32

Índice de Tablas

Tabla 3.2-1 Presupuesto del proyecto 26

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Contextualización

Desde hace mucho tiempo, la prevención de incendios en los buques de la Armada y civiles ha sido el principal objetivo de cada dotación. Por este motivo, se han desarrollado muchos sistemas contraincendios con el fin de salvar vidas humanas. Hay diferentes tipos de sistemas contraincendios, como detectores de humos y temperatura que activan un circuito húmedo contraincendios, o que activen el rociado de agua en aquellos compartimentos en los que se haya detectado el incendio. También se han desarrollado diferentes tipos de estrategias para combatir el incendio, en el que hay que tener en cuenta el factor humano. El grado de adiestramiento y la experiencia puede hacer que un incendio se apague en más o menos tiempo. Es por ello que un sistema robotizado puede minimizar el factor humano, ya que trabajará de forma sistemática y siguiendo siempre una serie de pasos preprogramados que activan ciertas alarmas en caso de que los sensores den lecturas positivas.

Por tanto, el fin de este trabajo es el desarrollo de un **sistema de alerta temprana** ante un foco de calor potencialmente peligroso y **avisar y localizar** donde se encuentra dicho foco de calor una vez se produzca el incendio.

Todos los cuerpos y objetos materiales radian en el espectro infrarrojo cercano a la luz visible debido a que tienen una determinada temperatura. En esta afirmación se basa nuestro trabajo: conseguir un dispositivo que sea capaz de diferenciar qué objeto irradia más en el espectro infrarrojo y dar una alarma temprana para evitar un posible incendio.

Para ello hemos utilizado la plataforma “Arduino Robot” explicada con más detalle en 2.2.8. En ella hemos instalado una serie de sensores que miden dicha radiación. Con el programa desarrollado en el entorno C++ con el *software* Arduino, hemos conseguido que el robot se guíe por el gradiente de radiación, así como evitar objetos y obstáculos que puedan interferir en el desarrollo de la misión del robot.

El robot se podría utilizar en diversas aplicaciones, como por ejemplo alerta temprana, detección del foco de calor principal en un incendio ya descubierto, y evitar exposición de vidas humanas cara a cara con el fuego. Más adelante, en el apartado 5.2 se ampliarán las aplicaciones a las que se pudiera someter dicho robot en un futuro con la introducción de nuevas mejoras.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Mundo Arduino

2.1.1 Introducción a Arduino

El Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea en Italia creó Arduino en el año 2005. En este centro, los estudiantes hacían experimentos e interacciones entre diferentes dispositivos basados en microcontroladores. Arduino surgió como idea para uso interno del instituto ya que se necesitaba contar con un dispositivo que fuese capaz de trabajar con cualquier sistema operativo a un precio económico y con la suficiente documentación adaptada a aquellos que quisieran iniciarse y empezar de cero.

En el mismo año 2005, el instituto cerró y, ante la posibilidad de perder todo el desarrollo del proyecto “Arduino”, se decidió liberarlo y abrirlo a la comunidad para que todo el mundo pudiera contribuir a su desarrollo.

2.1.2 Proyecto Arduino

El proyecto Arduino está basado en microcontroladores. Según [1], un microcontrolador es un dispositivo que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes, es decir, un microcontrolador es un circuito integrado o “chip”. Estos “chips” tienen en común tres elementos básicos:

- **CPU:** Es la parte que se encarga de ejecutar cada instrucción dada previamente y de controlar que esta instrucción se realice correctamente. Estas instrucciones se generan y ejecutan mediante el uso de datos de entrada que generan otros datos de salida.
- **Memorias:** Se encargan de alojar las instrucciones y códigos previamente realizados en el ordenador. Posibilitan el acceso de la CPU al código en cualquier momento. Por lo general, existen dos tipos de memorias, las “persistentes”, que almacenan el contenido de forma permanente, y las “volátiles”, cuyo contenido se pierde al dejar de recibir alimentación.
- **Patillas E/S:** Se encargan de comunicar al microcontrolador con el mundo físico exterior. En estas patillas se pueden conectar sensores para recibir datos del entorno y para que el dispositivo interactúe con el exterior.

A modo de resumen, un microcontrolador es un pequeño ordenador completo en un *chip* especializado en ejecutar reiteradamente un conjunto de órdenes o instrucciones predefinidas. Estas órdenes son tomadas en cuenta en cada momento debido a las lecturas obtenidas de los sensores, y el dispositivo reaccionará de una forma u otra según la lógica predefinida en ellas.

Arduino realmente son tres elementos:

- Una placa de **hardware libre**, que lleva un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra/entradas, que permiten conectar de una forma fácil y sencilla los diferentes tipos de sensores que tengamos.
- Un **software** o entorno de desarrollo **gratis, libre y multiplataforma**, ya que trabaja con Linux, Windows y MacOS, que se instala en nuestro ordenador y permite desarrollar el código o programa, compilarlo y guardarlo/cargarlo en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino. Es decir, nos permite programar el microcontrolador. La forma de transferencia de datos a la placa Arduino es mediante un cable USB.
- **Un lenguaje de programación libre**. Por lenguaje de programación se entiende aquel idioma artificial diseñado para transmitir ideas o instrucciones que puedan ser interpretadas por máquinas. Arduino, por ejemplo, cuenta con estructuras y elementos muy similares al más que conocido lenguaje de programación en C/C++.

2.1.3 Proyectos con Arduino

Con el desarrollo de la placa Arduino, se pueden hacer infinidad de proyectos con diferentes fines tales como domótica, robótica, controladores de dispositivos electrónicos, monitorización del medioambiente, incluso impresoras 3D.

Existen proyectos en los que se han desarrollado programas capaces de monitorizar el estado de determinadas plantas y que son capaces de enviar “tuits” a Internet a través de la librería y placa Ethernet 2.2.3. Para hacer esto, según el libro “Arduino curso práctico de formación” de Óscar Torrente Artero [1], necesitamos crear una cuenta para nuestra placa en www.twitter.com. También deberemos bajarnos la librería “Arduino Tweet” para que los mensajes se envíen a una tercera página, que será realmente quien reenvíe los mensajes. Esto es así porque Twitter.com utiliza un mecanismo de autenticación complejo y esta librería opta por delegar a una web auxiliar todo el proceso necesario de intercambio de credenciales de concesión de acceso a una cuenta, en vez de que recaiga todo en la propia placa Arduino.

Aun así, si queremos que nuestros mensajes no pasen por una tercera página, sino que todo el proceso del envío del mensaje recaiga sobre la propia placa Arduino, existe otra librería con el soporte de autenticación que utiliza Twitter.com, pero el proceso de uso e instalación es mucho más complejo.

Una vez tengamos instalada la librería, se necesitaría coger un “token”. Un “token” es simplemente un conjunto de caracteres que sirven para autorizar a esta tercera página el acceso a la cuenta de Twitter.com de nuestra placa Arduino y así poder enviar los mensajes. Este “token” se deberá incluir en nuestro código desarrollado (también llamado en el lenguaje de programación “*sketch*”) para que funcione.

Este proceso de poder enviar mensajes remotamente, tiene una aplicación muy importante, ya que no solo se puede monitorizar el estado de una planta, sino que podemos utilizar este sistema para que nos alerte por una posible intromisión en nuestro domicilio configurando una serie de sensores y cargando en nuestro “*sketch*” el mensaje que queremos que nos aparezca. Así, podemos tener un sistema de alarma casero por menos de 50 euros, precio que ronda una suscripción mensual a una empresa privada de seguridad.

Otros proyectos destacados con Arduino y con mucho futuro es la creación de impresoras 3D. El proceso de construcción y desarrollo es mucho más complejo que el previamente descrito. Pero se ha conseguido construir dicha impresora por menos de 100 Euros. En ciertas páginas de Internet, como por ejemplo en [2] tenemos una guía completa paso a paso de cómo construir nuestra impresora. Actualmente estas impresoras tienen un valor aproximado de 700-1000 Euros en el mercado.

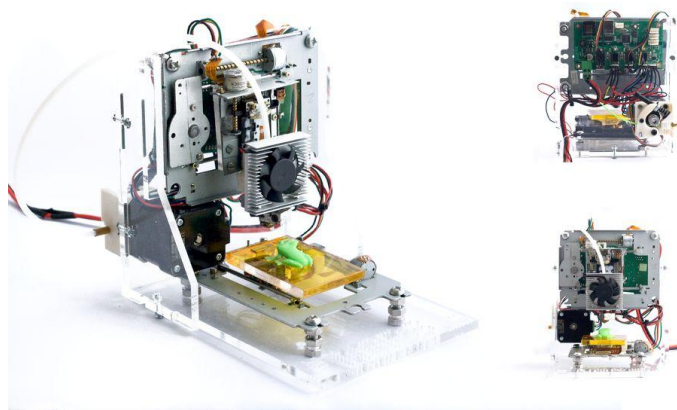


Figura 2.1.1 Impresora 3D

(<http://www.instructables.com/id/eWaste-60-3DPrinter/?ALLSTEPS>)

También destaca el campo de los drones con Arduino. Se ha conseguido implementar una placa Arduino con su correspondiente fuente de alimentación y receptor de señal en un tetracóptero. Pese a que se necesita cierta ligereza en los materiales para que consiga volar, esto no ha sido problema para Arduino, que es capaz de soportar incluso el peso de pequeñas cámaras de video. Con este conjunto, se puede construir un dron para revisar el estado de antenas y radares en un barco de la Armada, por ejemplo.



Figura 2.1.2 Drone Arduino

(<http://arstechnica.com/information-technology/2013/03/beware-the-drones-of-march-fbi-investigates-quadcopter-that-buzzed-airliner/>)

Y ya para terminar, el uso principal y motivo de este trabajo, es el uso de la placa Arduino en la robótica. Existen infinidad de ámbitos y situaciones en los que puede trabajar un robot a partir de sistemas Arduino. En este trabajo se integra en un robot un sistema capaz de detectar focos potenciales de incendio, pero también existen otros robots guiados por Bluetooth, Wi-Fi, infrarrojos, incluso ondas de radio. En el ámbito de defensa, los robots juegan un papel muy importante en el campo de la manipulación de explosivos. Es por ello que cada vez se utiliza más esta tecnología a la hora de desactivar minas o artefactos explosivos para evitar la exposición y salvar vidas humanas. Se pueden encontrar varios ejemplos en el libro [3].

A continuación vemos dos de robots interesantes:

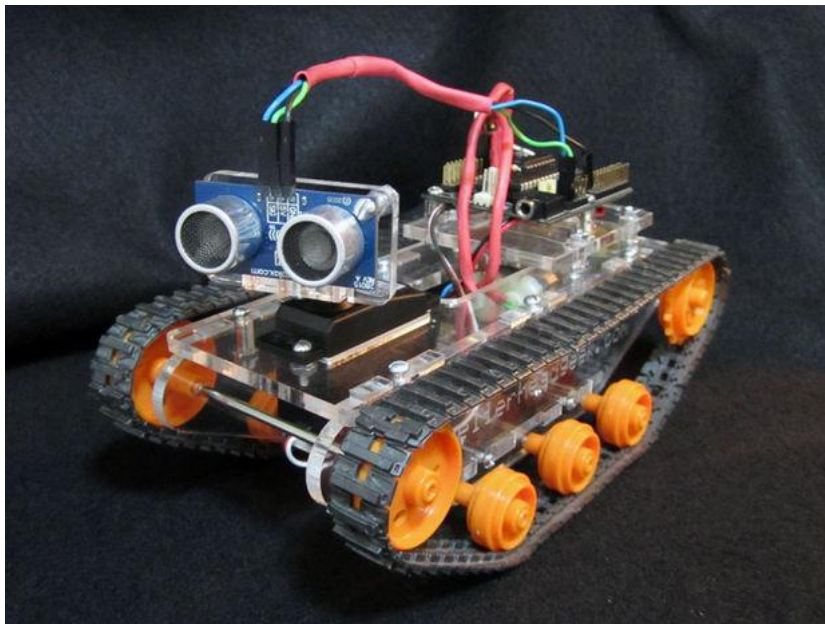


Figura 2.1.3 Minitanque Arduino
(<http://www.instructables.com/id/Epic-Robots/>)

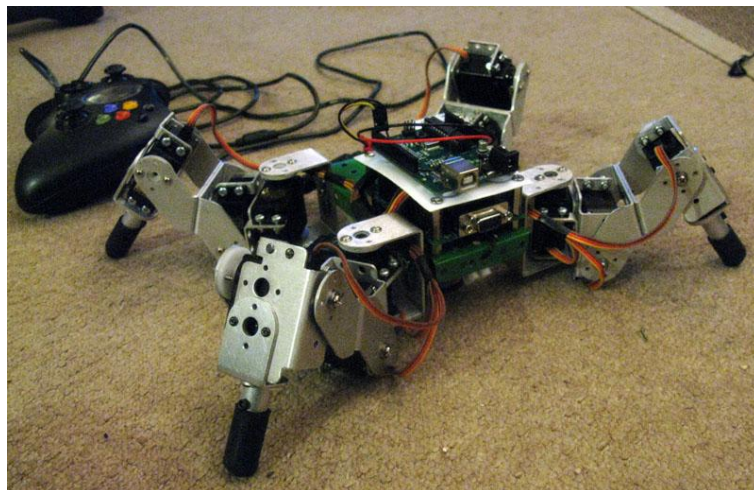


Figura 2.1.4 Araña Arduino
(<http://www.robotshop.com/forum/quadrupet-1-arduino-ssc32-robot-t5639>)

Existen ciertos prototipos que se están desarrollando en la actualidad con el fin de extinguir un incendio de forma autónoma y de forma remota. La Navy de los Estados Unidos son los que están haciendo estos prototipos antropomorfos, pero son muy grandes, lentos y muy costosos, y lo que nosotros buscamos es algo bastante ágil y económico, cosa que con el prototipo realizado en este proyecto se ha conseguido. A continuación veremos dos imágenes de los robots desarrollados por la Navy.



Figura 2.1.5 Robot Navy
(<http://edition.cnn.com/2015/02/12/tech/mci-saffir-robot/>)



Figura 2.1.6 Robot Navy II
(<http://inhabitat.com/navy-laboratory-develops-firefighting-robots-with-creepy-faces/darpa-lasr-fire-fighting-robot-5/>)

2.2 Plataformas Arduino

Arduino tiene distintas variantes en función del uso y aplicación que querramos desarrollar en nuestros proyectos. Por ello, hay placas con diferentes tamaños y utilidades. Hay placas con más entradas para sensores, otras con menos, otras con con más memoria, otras con un procesador más rápido, otras con un adaptador de corriente diferente, etc. En este apartado, resumiremos de una forma clara y concisa los diferentes tipos de placas Arduino que nos podremos encontrar en el mercado. Si se quiere profundizar en este campo, en la página *web* hay más información de las mismas: [4]

2.2.1 Arduino Uno

Esta placa es la que más se utiliza por su polivalencia en todos los campos. Esta placa ha sufrido diferentes revisiones desde que salió al mercado en 2010.

Entrando más en detalle, esta placa cuenta con un microcontrolador de la casa Atmel, modelo ATmega328P con 28 patillas de E/S en los que se incluye alimentación y tierra. Tiene una memoria *flash* persistente de 32 KB, que es donde se almacena el programa ejecutado por el microcontrolador, así como otra memoria volátil SRAM de 2 KB donde se alojan los datos que necesita la placa para que el programa se ejecute correctamente. Tiene una tercera memoria persistente donde se almacenan los datos que se desea que permanezcan grabados una vez apagado el microcontrolador para poder usarlos en los siguientes reinicios. La alimentación necesaria para la placa Arduino es de 5V. Se puede suministrar esta corriente a través de una fuente externa como por ejemplo una pila o desde el propio ordenador a través de un cable USB. La intensidad de corriente ha de ser por lo menos de 250 mA. Arduino Uno trae 14 entradas/salidas digitales y analógicas, numeradas desde 0 hasta 13 en las que podremos conectar nuestros sensores para poder interactuar con el medio físico. También dispone de un botón de reinicio “reset” que envía una señal LOW a la placa para parar y volver a arrancar el microcontrolador.



Figura 2.2.1 Arduino UNO

(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>)

2.2.2 Arduino Mega 2560

Esta placa tiene como microcontrolador el ATmega2560, con un diseño más grande que Arduino Uno que le permite tener 54 pines de entrada/salida, así como unas memorias persistentes y volátiles de más capacidad. Sin embargo, el voltaje de trabajo necesario sigue siendo el mismo, 5V.



Figura 2.2.2 Arduino Mega 2560
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>)

2.2.3 Arduino Ethernet

Esta placa tiene el mismo microcontrolador que el modelo Uno, y por tanto, cuenta con la misma memoria. El uso principal de esta placa radica en la posibilidad de conexión a una red LAN ya que tiene un puerto tipo RJ-45 por el que se puede conectar el cable correspondiente para la red. Con esta conexión podemos transferir datos entre la placa y cualquier dispositivo conectado a su misma red LAN. También se puede comunicar nuestra placa Ethernet a cualquier red del mundo exterior fuera de nuestra red LAN con el establecimiento de un encaminamiento de paquetes mediante protocolo TCP/IP.

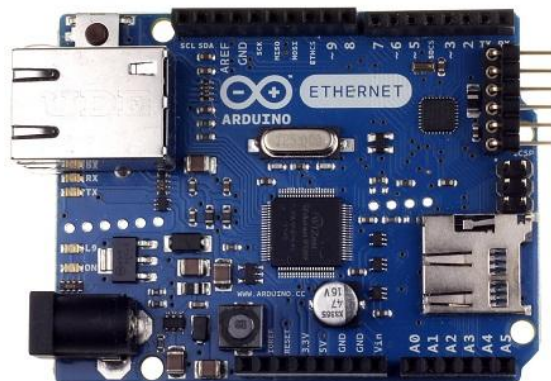


Figura 2.2.3 Arduino Ethernet
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEthernet>)

2.2.4 Arduino Nano

A pesar de su reducido tamaño, esta placa ofrece las mismas entradas/salidas digitales y analógicas que la placa Arduino Uno. Sin embargo, la conexión al ordenador se hace a través de un cable USB-mini. Existe otra placa similar a la Nano, llamada Arduino Mini cuya finalidad es la misma: facilitar la conexión a placas *breadboard* mediante las patillas posteriores.



Figura 2.2.4 Arduino Nano
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>)

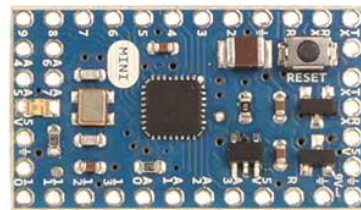


Figura 2.2.5 Arduino Mini
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMini>)

2.2.5 Arduino Lilypad

Esta placa ha sido creada con el propósito de tener una placa que se pueda coser a material textil. Permite conectarle, mediante hilo conductor, fuentes de alimentación y sensores de tal forma que se puedan llevar puestos. De aquí surge la ropa inteligente. Esta placa incluso se puede lavar. Cuenta con el mismo microcontrolador que la placa Arduino Uno, pero con una versión que reduce el consumo de energía de la misma.

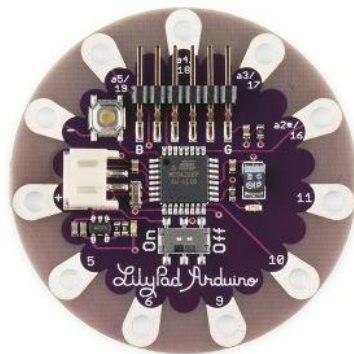


Figura 2.2.6 Arduino Lilypad
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilypadSimple>)

2.2.6 Arduino Leonardo

La principal diferencia con respecto a nuestra placa de referencia, Arduino Uno, es el cambio de microcontrolador. Esta placa utiliza el ATmega32U4, con las mismas funcionalidades que el ATmega328P de Uno, pero con un poco más de memoria y pudiendo soportar directamente conexiones USB, sin la necesidad de utilizar otro *chip* para comunicarse con el ordenador a través de USB. Es decir, la conexión e intercambio de datos es entre el propio microcontrolador y el ordenador, sin pasar por otros *chips* como por ejemplo el FTDI. A parte de esta diferencia, esta placa también trae un pin de entrada/salida más.

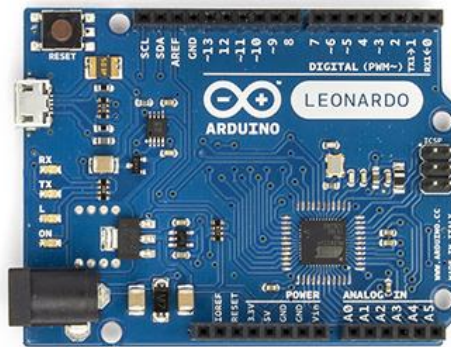


Figura 2.2.7 Arduino Leonardo
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>)

2.2.7 Arduino Due

Esta placa es totalmente distinta al resto. Consta de un microcontrolador de diferente familia, el SAM3X8E, pero sigue perteneciendo a la misma casa, Atmel. Consta de muchísima más memoria Flash y SRAM. Con esta placa podemos realizar proyectos en los que se necesite un procesamiento importante de datos. Otro aspecto reseñable es que cuenta con 54 pines entrada/salida, en los que tenemos 2 convertidores digitales-analógicos como novedad importante. Como diferencia reseñable también respecto a la Uno, es que el voltaje de trabajo necesario es de 3,3V. Debido a estos cambios que posibilitan la creación de proyectos mucho más complicados en los que se procesan más datos, el precio de venta de esta placa es superior al resto.

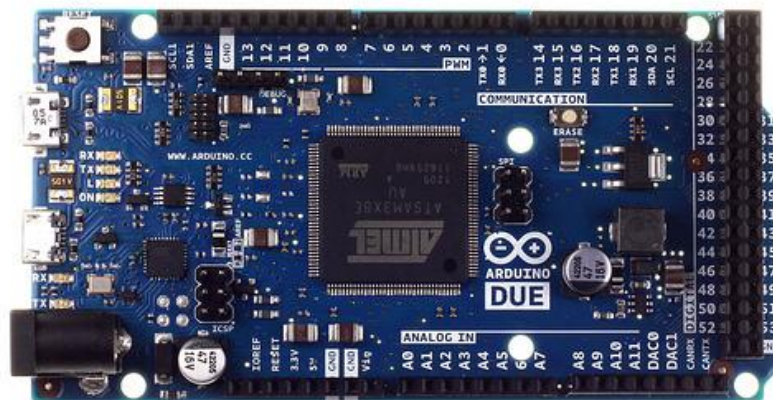


Figura 2.2.8 Arduino Due
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue>)

2.2.8 Arduino Robot

Es necesario hacer una mención especial a esta placa, puesto que es con la que se ha trabajado para desarrollar nuestro proyecto. A continuación explicaremos con detenimiento esta nueva placa desarrollada por un laboratorio de investigación en robótica español, Complubot.

Arduino Robot es la primera placa Arduino con ruedas. Tiene dos placas, una encima de otra unidas por cuatro pilares de plástico. La superior es la Arduino “Robot Control Board”, que es donde se cargan los programas, y la inferior es la Arduino “Robot Motor Board”, que sirve para controlar los parámetros del motor, que no utilizaremos ya que se usan los parámetros por defecto.

Estas dos placas están intercomunicadas por un cable de datos. Cada placa tiene su correspondiente microcontrolador, el ATmega32U4, con 32 KB de memoria Flash, 2,5KB de memoria SRAM y 1 KB de memoria EEPROM, como otras placas de Arduino. Como pasa con la placa Arduino Leonardo, esta placa no necesita un segundo microcontrolador que adapte el puerto USB para poder conectarse al ordenador, sino que la comunicación es directa entre el ordenador y el microcontrolador principal. El voltaje de trabajo es de 5V, que puede suministrar el propio ordenador a través de un adaptador de corriente o la propia batería integrada en la placa inferior. Esta batería está compuesta por cuatro pilas AA que se cargan con un adaptador de corriente.

La placa superior cuenta con una pantalla LCD a color, cinco botones a modo de teclado, un altavoz y una brújula, así como 8 diferentes entradas para los sensores que utilicemos.

En la placa inferior tenemos los 2 motores de corriente continua, el alojamiento para las pilas que conforman la batería, una serie de sensores infrarrojos, la alimentación de corriente, otra serie de conexiones para sensores y el botón de encendido/apagado.

A continuación se muestra una serie de fotos que esquematizan y sitúan los componentes que trae el robot. Estas imágenes están sacadas de la propia *web* de Arduino [4] y en ella podremos encontrar más detalle de lo que ofrece esta plataforma.



Figura 2.2.9 Arduino Robot
(<http://www.robotshop.com/en/arduino-2wd-robot-us.html>)

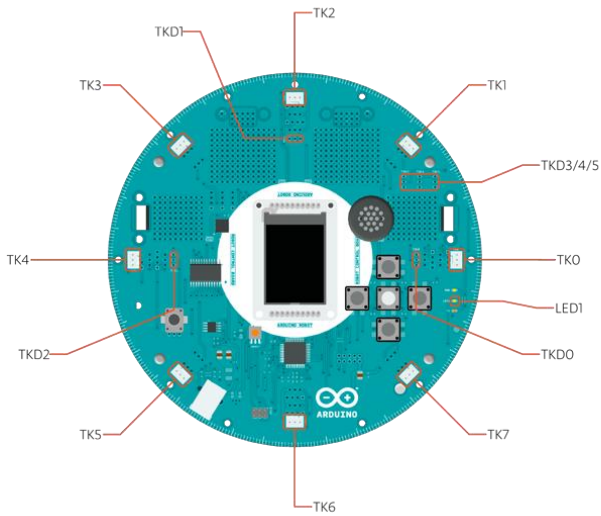


Figura 2.2.10 Entradas Sensores Placa Superior
(<http://arduino.cc/en/Main/Robot>)

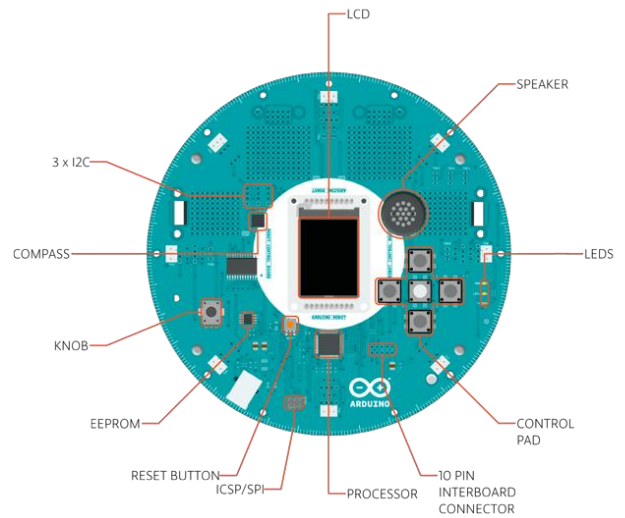


Figura 2.2.11 Elementos Placa Superior
(<http://arduino.cc/en/Main/Robot>)

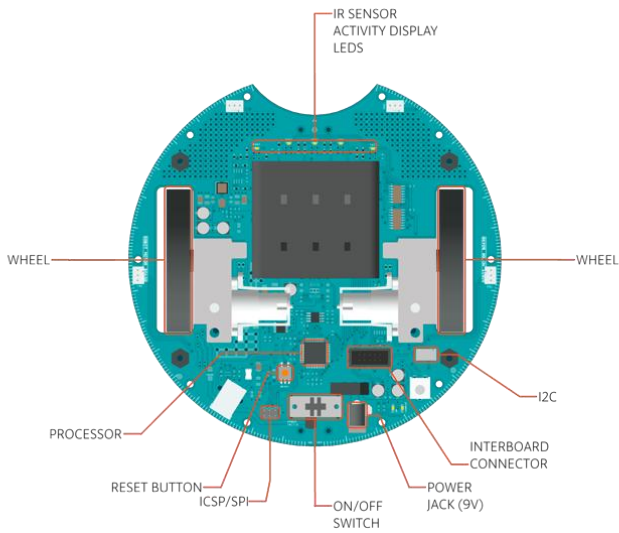


Figura 2.2.13 Elementos Placa Inferior
(<http://arduino.cc/en/Main/Robot>)

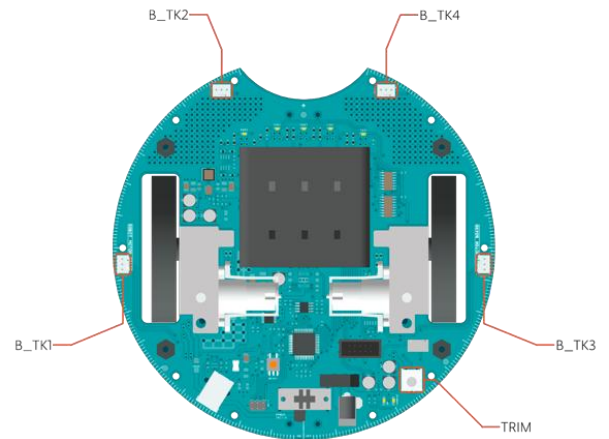


Figura 2.2.12 Entradas Sensores Placa Inferior
(<http://arduino.cc/en/Main/Robot>)

2.3 “Shields” Arduino

Por “*shield*” Arduino entendemos aquellas placas que complementan otra placa Arduino y la dotan con nuevas funcionalidades. Es decir, estos “*shields*” son placas de circuito impreso que se colocan encima de la placa Arduino Uno. Se acoplan a ella mediante los pines macho que encajan perfectamente en los pines hembra de la placa Arduino sin necesidad de cables. A continuación vamos a hablar sobre los shields más importantes de Arduino.

2.3.1 Arduino Ethernet Shield

Con este *shield*, se puede dotar a la placa Arduino Uno con una conexión a una red LAN con el protocolo TCP/IP. Dota a la placa Arduino Uno de la misma funcionalidad que la placa Arduino Ethernet ya descrita previamente en 2.2.3. Los programas se cargan a la placa Arduino Uno como se haría normalmente. Después se puede conectar un cable de red por el puerto RJ-45 que tiene para que se pueda comunicar con un encaminador o con un ordenador. Como curiosidad, también trae un puerto para tarjetas microSD. La idea de este puerto para tarjetas microSD es poder contar con memoria para almacenar carpetas y que puedan estar disponibles en la red.

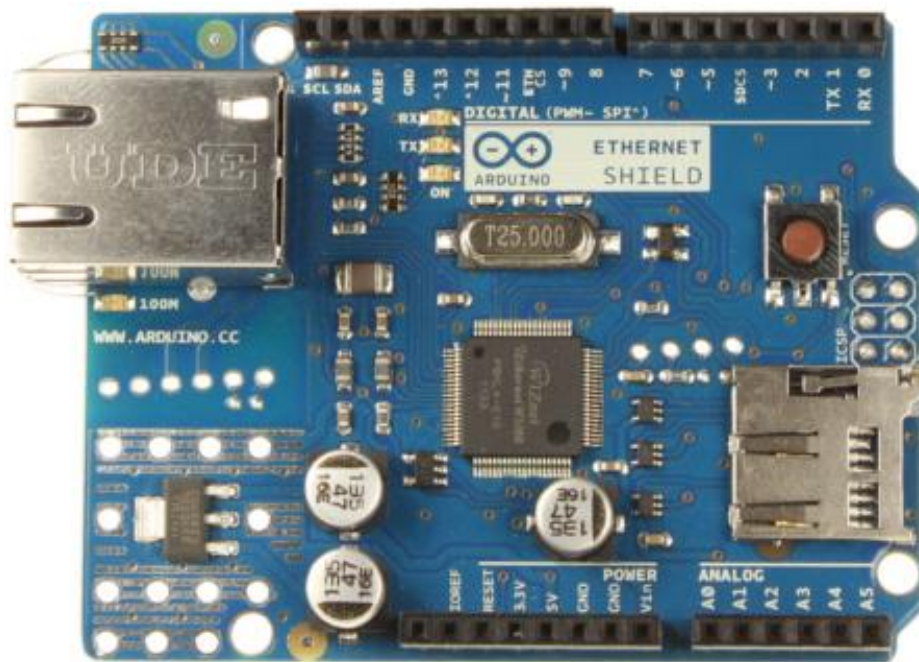


Figura 2.3.1 Arduino Ethernet Shield
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>)

2.3.2 Arduino WiFi Shield

En la sección anterior hemos descrito el *shield* que necesitaríamos para conectarnos a una red LAN con protocolo TCP/IP. Con este *shield* podríamos hacer lo mismo pero sin cables para conectarnos a redes WiFi. Se puede conectar a redes tanto abiertas como redes cifradas con el uso de la biblioteca correspondiente de la API de Arduino. También trae un puerto para tarjetas microSD. En el enlace de la foto tendremos más información acerca de las funcionalidades de este *shield*.

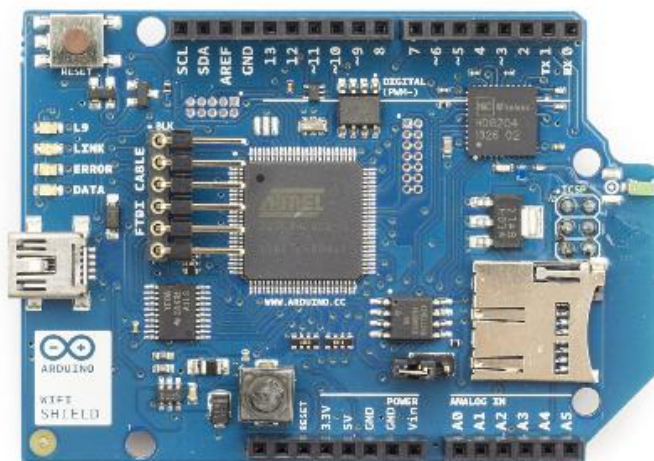


Figura 2.3.2 Arduino WiFi Shield
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoWiFiShield>)

2.3.3 Arduino Motor Shield

Con este *shield* se pueden controlar diferentes componentes que contengan inductores o bobinas en su interior. Se pueden controlar por ejemplo relés, motores de corriente continua o solenoides. Con su *chip* L298P es posible controlar la velocidad y el sentido de giro de hasta dos motores de corriente continua.

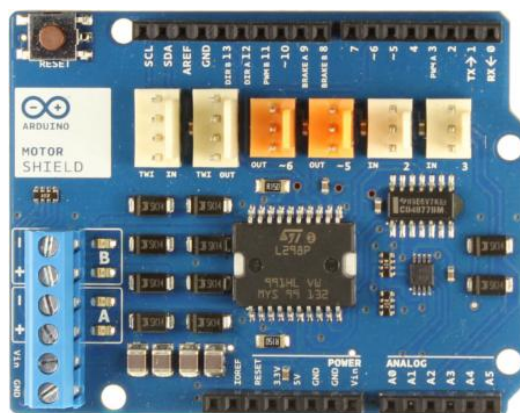


Figura 2.3.3 Arduino Motor Shield
(<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3>)

2.4 Sensores

Por sensor entendemos cualquier dispositivo que sea capaz de obtener información acerca de alguna magnitud física del mundo exterior. Existen una infinidad de sensores para medir distancias, humedad, temperaturas, campo magnético, vibraciones, movimiento o el índice de radiación de infrarrojos que emiten los cuerpos. Este TFG se basa en este último tipo de sensor, así como de otros que se describirán más adelante. En esta sección se da una visión general sobre los sensores más importantes con los que nos podremos encontrar.

2.4.1 Sensor de temperatura LM-35

El LM-35 es un sensor de circuito integrado que se utiliza para medir temperaturas de una forma bastante precisa, ya que proporciona una señal o salida electrónica, en voltios, directamente proporcional a la temperatura. La relación es un aumento de 0,01V por cada grado centígrado. Tiene tres pines, el primero es para alimentación de 5V, el pin del medio es la salida de datos del sensor y el que nos da la lectura de la temperatura, y el tercer pin es el de tierra. En el siguiente enlace hay un documento donde se puede encontrar más información de este sensor, así como sus características y gráficas de trabajo: [5].



Figura 2.4.1 Sensor de temperatura LM-35

(<http://listado.mercadolibre.com.mx/lm35-sensores-de-temperatura-par>)

2.4.2 Sensor de ultrasonidos HC-SR04

Este sensor es digital y cuenta el tiempo transcurrido entre el envío de una señal ultrasónica y su correspondiente recepción para medir distancias comprendidas entre 3 centímetros y 3 metros. Este sensor tiene cuatro pines, uno para alimentación de 5V que los recibe de la propia placa a la que esté conectado, otro llamado “Trig” que es el encargado de emitir el pulso ultrasónico, otro llamado “Echo” que es el que recibe dicho pulso y un pin final para conectarlo a tierra. El funcionamiento es muy intuitivo: el pin “Trig” emite una señal de 10 μ s y posteriormente “Echo” la recibe. El tiempo que transcurre entre la emisión y recepción se puede convertir fácilmente a espacio a través de la fórmula $S = V \times T$, ya que conocemos la velocidad de propagación del sonido en el aire en condiciones normales.



Figura 2.4.2 Sensor de ultrasonidos

([http://www.upgradeindustries.com/product/62/Ultrasonic-Distance-Sensor-\(HC-SR04\)](http://www.upgradeindustries.com/product/62/Ultrasonic-Distance-Sensor-(HC-SR04)))

2.4.3 Sensor de llamas

Con este sensor podemos medir la radiación de infrarrojos que tiene así como fuentes de luz con un rango de longitud de onda comprendido entre los 760 y 1100 nanómetros. Por lo tanto, estos sensores son simples detectores de infrarrojo y luz. La ignición de una llama provoca una ionización de gases que generan un patrón típico en ultravioleta. Cuando dicha llama se estabiliza es fácil medir su espectro infrarrojo con una fotorresistencia diseñada para este propósito. Los sensores que están empleados en el proyecto responden ante una determinada longitud de onda característica de las llamas, cercana a los 760 nm antes mencionado. Estos sensores tienen 4 pines, de los cuales solo utilizaremos 3. El primer pin es de entrada de datos analógicos, por el cual el sensor envía los datos a la placa. El segundo pin es el de alimentación a 5V, suministrado por la propia placa Arduino en cuestión, y el tercer pin es el de tierra. Existe un cuarto pin que es para entradas digitales, pero que no se ha usado en el proyecto. Así mismo, este dispositivo está integrado en un soporte con un potenciómetro que regula la sensibilidad del mismo.



Figura 2.4.3 Sensor de llamas
(<http://www.dx.com/es/p/flame-sensor-for-arduino-red-302342#.VNyhUvmG-So>)

2.4.4 Fotorresistores

Este sensor es simplemente una resistencia variable, fabricados con sulfuro de cadmio, cuyo valor depende de la cantidad lumínica que recibe su superficie, siendo menor dicha resistencia cuanto más luz reciba. La principal misión de este tipo de sensor es detectar la existencia de luz en el medio. Al ser baratos, fáciles de usar y pequeños, están en muchos elementos de la vida cotidiana. Se puede conseguir más información en el siguiente enlace: [6].

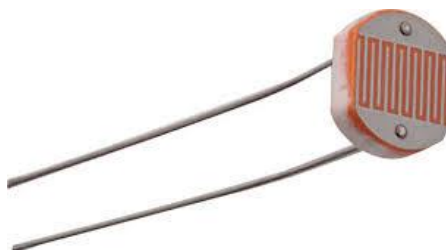


Figura 2.4.4
(<http://computointegradoits.blogspot.com.es/2012/05/sensores.html>)

2.4.5 Cables

Aunque los cables no son sensores, forman parte crucial en la comunicación entre el sensor y la placa. Aunque hay ciertos sensores que pueden conectarse directamente a la placa Arduino, a menudo es necesario contar con cables para conectar las diferentes partes que integran nuestros proyectos. Es por ello que aquí se explica rápidamente los diferentes tipos de cable que existen para este tipo de proyectos.

Para empezar, tenemos el cable macho-macho. Este cable es el más común puesto que por ambos extremos tiene la terminación para poder conectarlo a cualquier clavija o pin que tenga nuestro proyecto. Después encontramos el hembra-hembra, que es un cable en cuyos extremos se puede conectar los pines de los sensores. También tenemos el macho-hembra, que por un extremo tiene la terminación para conectar y en el otro extremo tiene la terminación para ser conectado. Y para terminar, el tipo de cable que más utilizaremos en nuestro proyecto es el cable trenzado. Este cable consiste en 3 cables hembras trenzados conformando uno solo. Este cable es muy útil debido a las terminaciones que tiene, que encajan perfectamente en las salidas de la placa Arduino así como en los propios sensores. Para aclarar conceptos, a continuación se exponen una serie de imágenes con dichos cables.

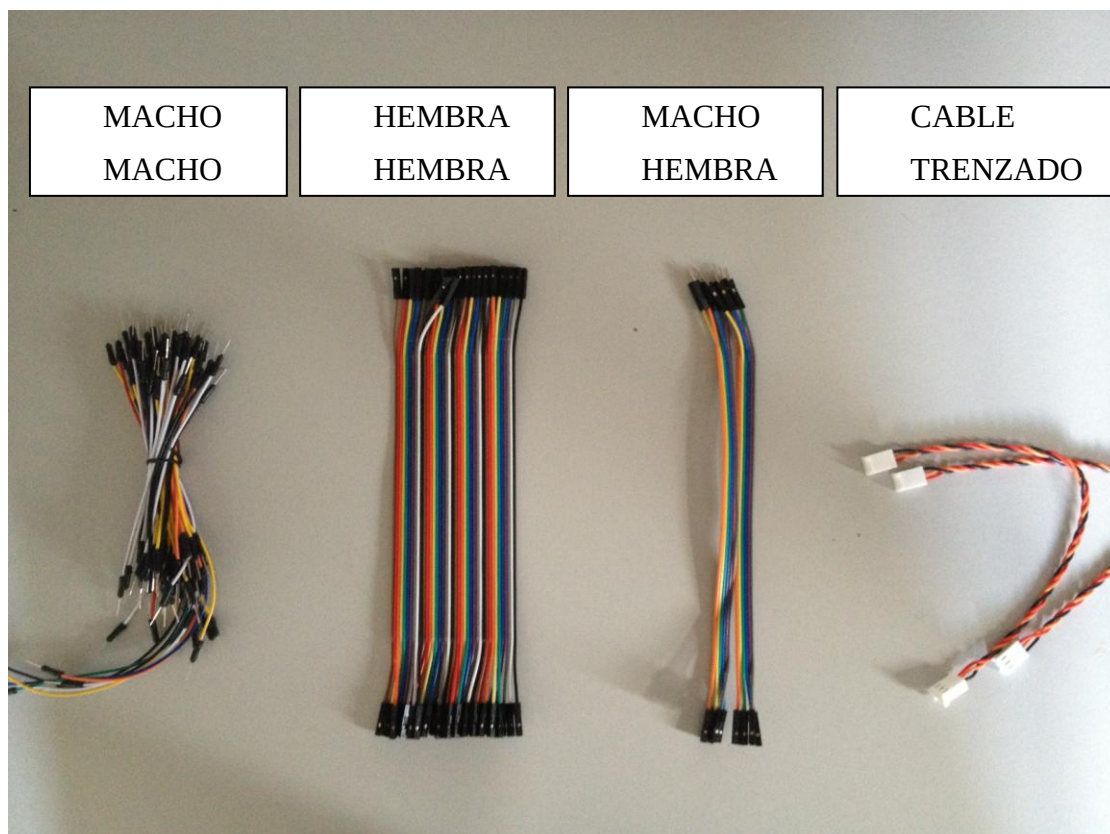


Figura 2.4.5 Diferentes tipos de cables (Fuente propia)

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Objeto del proyecto

Como anteriormente comentamos en la sección 1.1, la principal motivación del presente trabajo es contar con un dispositivo que sea capaz de localizar y analizar un posible incendio en un barco.

A bordo existen muchos factores que influyen en la posible ignición de ciertos materiales y esto puede desembocar en un incendio en el que se pondrían vidas humanas en juego. Para evitar esta situación, lo ideal sería que todo el mundo fuera consciente de que cualquier pequeña acción puede provocar un incendio y que cada uno tomara y extremara las precauciones para que no sea así. Por ejemplo, una mala conexión de dispositivos que requieran alimentación eléctrica o un cable pelado pueden provocar un cortocircuito en el que salten chispas y prendan en algún material inflamable como una cortina o colchón.

Como no se puede controlar todas las acciones de cada individuo, es necesario contar con dispositivos que sepan analizar y alertar donde puede tener lugar un incendio o, si este incendio ya se ha producido, determinar su foco principal para poder avisar y que el Trozo de Seguridad Interior sepa exactamente donde actuar.

El método que describe la D-CP-01, detallado en el Anexo I: Procedimiento D-CP-01 permite mucho tiempo entre el descubrimiento del incendio y la toma de acciones por parte del Trozo de Seguridad Interior. Además una vez en la zona de acción, el Trozo puede no saber donde se localiza el incendio debido al humo, aturdimiento, miedo o nerviosismo. Por este motivo, si el descubridor del incendio da la voz de alarma y activa el robot en el compartimento para que localice el incendio y, a la vez el descubridor hace estanqueidad en dicho compartimento, el equipo contraindencios puede extinguirlo con más precisión, rebajando los tiempos, tan vitales en estas situaciones.

3.2 Desarrollo del proyecto

Una vez visto el objetivo principal de este proyecto, que no es la extinción de incendios sino **localizar y alertar** la situación de un incendio, vamos a ver qué elementos son necesarios para implementar dicho dispositivo. El montaje en sí no es complejo, puesto que el robot trae de fábrica una serie de pines a los que se pueden conectar los sensores que se deseen instalar. Lo más costoso y laborioso fue el desarrollo del código implementado en la plataforma. Este montaje está explicado en el Anexo II: Guía montaje robot.

3.2.1 Materiales utilizados, despiece y presupuesto

Para el desarrollo del proyecto, hemos utilizado la plataforma Arduino Robot, (sección 2.2.8), cuatro sensores de llamas, (sección 2.4.3) y dos sensores de ultrasonidos para medir distancias y esquivar obstáculos (sección 2.4.2). El desarrollo del código se ha hecho en un ordenador con sistema operativo Windows 7.

Inicialmente se incluyeron sensores de temperatura (sección 2.4.1) pero se eliminaron debido a su ineficacia para obtener lecturas instantáneas. A continuación se muestra una tabla con el desglose y despiece de los materiales utilizados así como el presupuesto parcial de cada pieza, y total del conjunto y puesta en marcha.

Elemento	Unidades necesarias	Precio por unidad	Precio total
Arduino Robot	1	199€	199€
Sensor ultrasonidos	2	2,37€	4,74€
Sensor de llamas	4	3,12€	12,48€
Cable	20	0,2€	4€
Precio total			220,22€

Tabla 3.2-1 Presupuesto del proyecto

Se puede observar que en el proyecto se han utilizado pocos elementos, puesto que el robot integra todos los componentes para la gestión del movimiento. Así mismo, su reducido coste convierte a este sistema en una solución atractiva para emplear en los buques de la Armada.

3.2.2 Montaje del Robot

En este apartado describiremos el proceso de integración del primer prototipo del robot, así como la metodología empleada. En el Anexo II: Guía montaje robot hay una guía en la que se detalla paso a paso el ensamblaje de los componentes.

Para la integración de los sensores en la plataforma, se ha utilizado la propia estructura de Arduino Robot. Al tener practicados una serie de agujeros en la placa superior, éstos se aprovecharon para servir de alojamiento a unos tornillos que pasarían por ellos a la vez que por una estructura de plástico, la cual albergaría los sensores de ultrasonidos. Entrando en detalles técnicos, dichos sensores tienen cuatro salidas, como se explicó en 2.4.2, y el robot solo cuenta con tres entradas por cada alojamiento para sensores. Por tanto, para cada sensor ultrasonidos tuvimos que emplear una celda para sensores y una entrada digital adicional para la recepción de la señal del sensor. Queda detallado cual es la celda del sensor y la entrada digital para cada sensor en el documento anexo a la memoria, donde se explica el código del robot.

A continuación se muestra una foto del resultado final tras la instalación del sensor de ultrasonidos en dicho dispositivo.

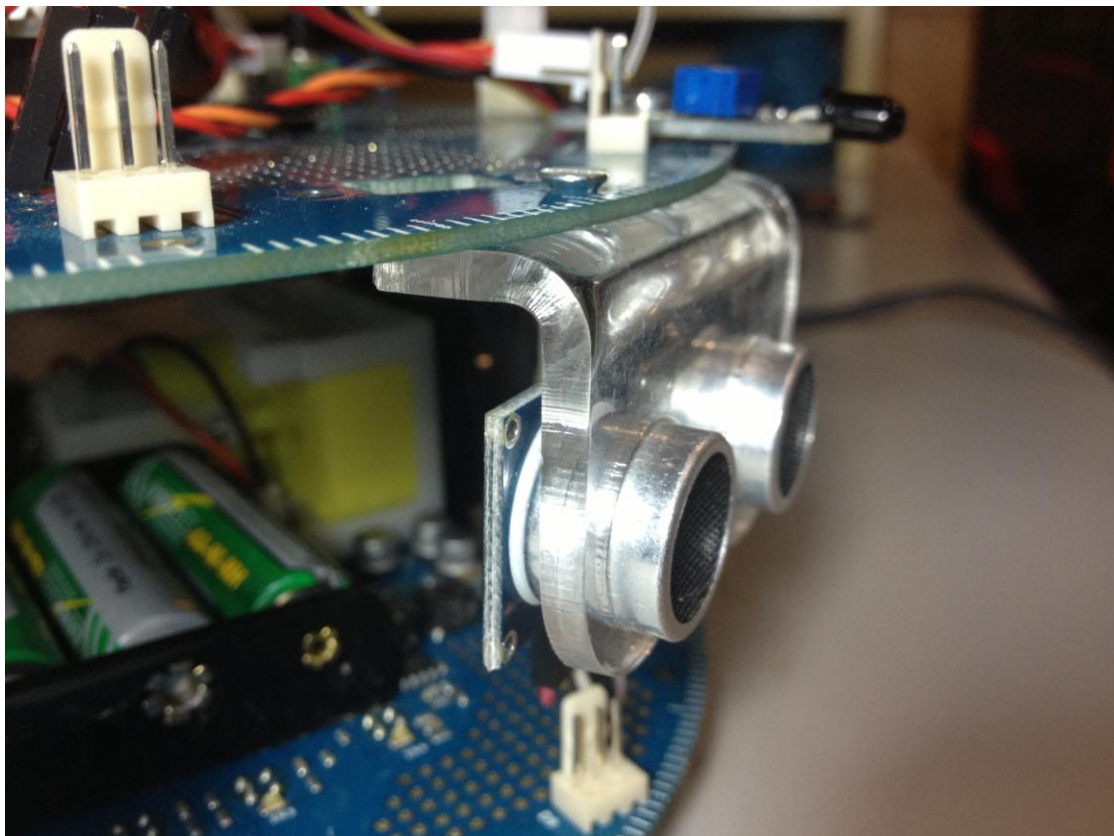


Figura 3.2.1 Detalle de colocación Sensor Ultrasonidos

Posteriormente se colocaron 4 sensores de llamas espaciados 90 grados entre ellos. Se fijaron a la placa utilizando la propia estructura, ya que la placa de arriba y la de abajo están atornilladas a 4 barras de plástico. Se desatornillaron estos tornillos y se pusieron los sensores para ser atornillados nuevamente a la placa. A continuación vemos una imagen de como fue el resultado final.

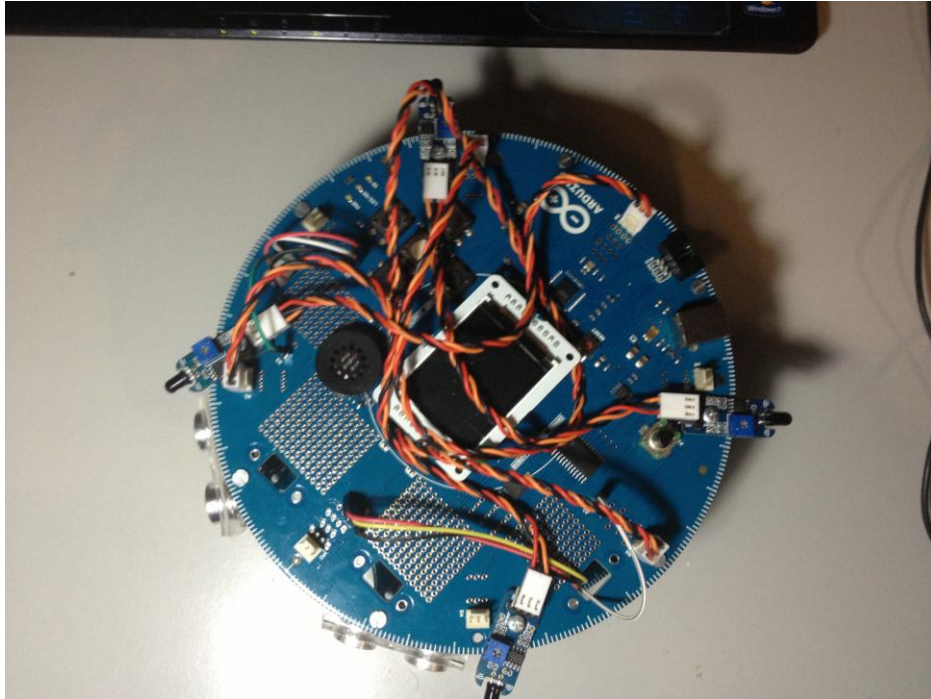


Figura 3.2.2 Colocación Sensores IR

En un principio, también se instalaron 2 sensores de temperatura. Al comprobar experimentalmente que los resultados no eran satisfactorios, porque apenas detectaba variaciones de temperatura en distancias largas, se desechó la instalación de estos sensores en la plataforma.

A la hora de programar, se desarrollaron varias funciones para ajustar diferentes parámetros de los sensores, así como varias estructuras internas del bucle de ejecución en lazo. En el documento complementado a la memoria, se detalla y explica el código.

4 RESULTADOS / VALIDACIÓN / PRUEBA

4.1 Puesta en marcha del Robot

En esta sección reflejaremos el procedimiento de carga del código y los primeros pasos para poner el robot en el suelo para que empiece a trabajar. Resulta muy intuitivo si anteriormente se ha trabajado con otras placas Arduino, ya que sigue los mismos pasos.

4.1.1 Conectando Arduino al ordenador.

Para conectar el dispositivo al ordenador, necesitamos un cable USB. Al estar conectados ambos dispositivos, aparecerá la solicitud de conexión e instalación de los *drivers* necesarios para el manejo de la plataforma desde el ordenador. El propio sistema operativo descarga dichos *drivers* y los instala automáticamente en cuestión de minutos. Una vez tenemos conectado el dispositivo al ordenador, hay que abrir el programa de desarrollo de Arduino y desplegar el menú de herramientas para seleccionar el puerto en el que está conectado así como el tipo de placa Arduino con la que trabajaremos. Se muestra a continuación:

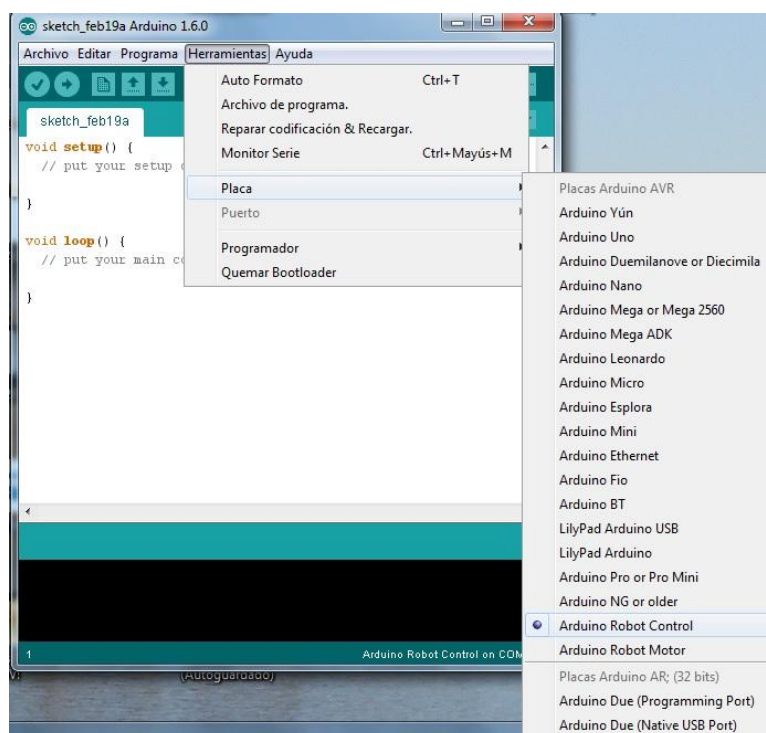


Figura 4.1.1 Selección del tipo de placa

Una vez hecho esto, ya tenemos perfectamente configurado tanto el terminal como el dispositivo y ya podemos empezar a cargar código al robot.

4.1.2 Carga del código

Una vez desarrollado el código, tenemos que cargarlo al dispositivo. Esto es bastante fácil, ya que solo necesitamos pulsar un botón de los cinco principales.



Figura 4.1.2 Botones principales

El primero de todos, “*verificar*”, sirve para comprobar que no hay ningún tipo de error en el código. Básicamente lo que hace es compilar el código. Si tenemos conectado el dispositivo al ordenador, podemos pulsar sobre el segundo botón, “*subir*”, y automáticamente compilará el código y lo cargará a la plataforma. Una vez hecho esto, ya está el código en la plataforma Arduino. Este procedimiento es igual para la mayoría de placas Arduino. Ahora solo queda desconectar el dispositivo del ordenador, retirar el cable USB y colocarlo en el suelo para la prueba.

4.1.3 Primeras pruebas

Durante las primeras fases se han hecho bastantes programas para configurar correctamente los sensores e integrarlos poco a poco en la plataforma. Cada programa se comprobaba con el robot experimentalmente para ver los resultados.

Así pues, conseguimos guiar en un primer momento al robot con dos sensores de llama, uno en oposición al otro. Sin embargo, esta configuración hacía que el robot se bloqueara con objetos que estuviesen situados al frente. Es por esto que se decidió instalar un sensor de ultrasonidos para detectar objetos.

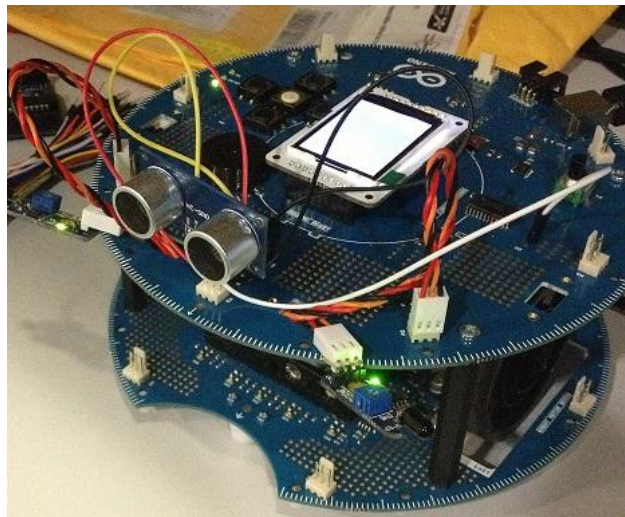


Figura 4.1.3 Primer prototipo

4.1.4 Pruebas finales

A partir de las pruebas iniciales, las prestaciones mejoraron, pero no lo suficiente, porque seguía atascándose y colisionando con objetos en los que la superficie no era perpendicular al sensor ultrasonidos. Es por ello que se instaló otro sensor ultrasonidos. Con esto se conseguían dos cosas: detectar mejor los objetos y superficies para esquivarlas mejor y, al estar los sensores espaciados acimutalmente, evitar interferencias entre sensores.

A posteriori, se consideró la posibilidad de que el foco principal del incendio podría estar en la parte trasera del robot. Así que se colocaron otros dos sensores de llama en la parte trasera para que proporcionasen las lecturas correspondientes y se comparasen con los sensores de la parte frontal. Si estas lecturas fuesen más fuertes en la parte trasera que en la frontal, el robot giraría media vuelta.

A continuación vemos una imagen del resultado de dichas modificaciones, así como su geometría final

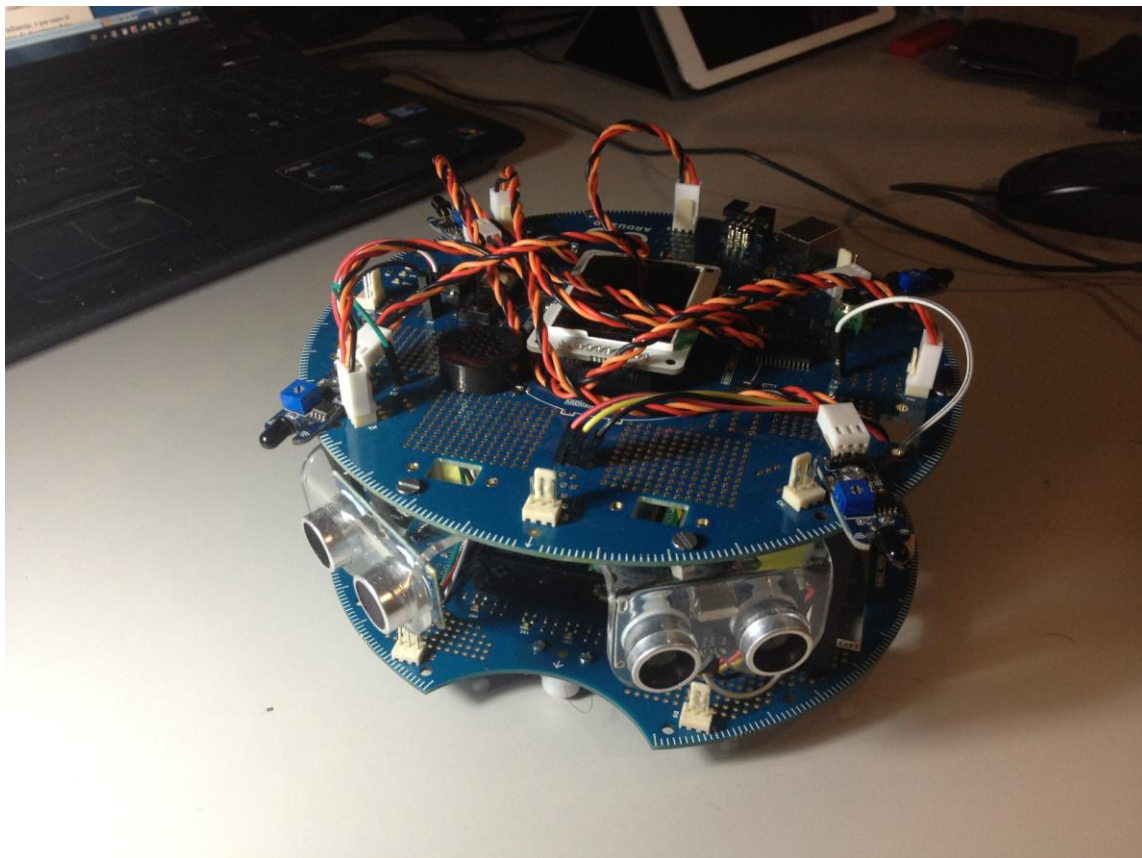


Figura 4.1.4 Resultado final

4.1.5 Obtención y análisis de los resultados obtenidos por los sensores

Como se ha comentado en apartados anteriores, para la elaboración del proyecto se han utilizado dos sensores, uno de detección de radiación de infrarrojos y otro de emisión de ultrasonidos. Se explicarán los resultados obtenidos por cada sensor para interpretar variaciones de las condiciones de trabajo o exposición a mayor o menor radiación IR. Lo primero de todo es decir que para los sensores de llamas, hemos cogido directamente el valor analógico que el sensor nos da. Este valor oscila entre 0 y 1023. El máximo valor de este rango significa una radiación nula, es decir, no existe radiación infrarroja. Para el valor 0, todo lo contrario, el nivel de radiación es igual o mayor al máximo que puede recibir el sensor.

Hay que reseñar que la luz que emite el Sol, también contiene radiación infrarroja, y por tanto si queremos que el robot la deseche, necesitamos meter un filtro que sea capaz de desestimar dicha radiación. Este filtro se pone colocando el umbral de detección de la radiación de la llama más bajo. En el código del programa, se explica cómo modificar este filtro.

La segunda parte es la del Sensor de ultrasonidos HC-SR04, con el que podemos detectar objetos a tres metros de distancia. Como ya se explicó, convierte el tiempo entre transmisión y recepción de una señal, en distancia. Dicho esto, en el código hemos metido la mínima distancia a la que puede estar un objeto para que el robot lo detecte y lo evite, maniobrando en el propio sitio y buscando otra ruta.

A continuación se muestra una captura de pantalla en la que se muestran los diferentes valores de las lecturas de los sensores, así como una breve explicación de los mismos.

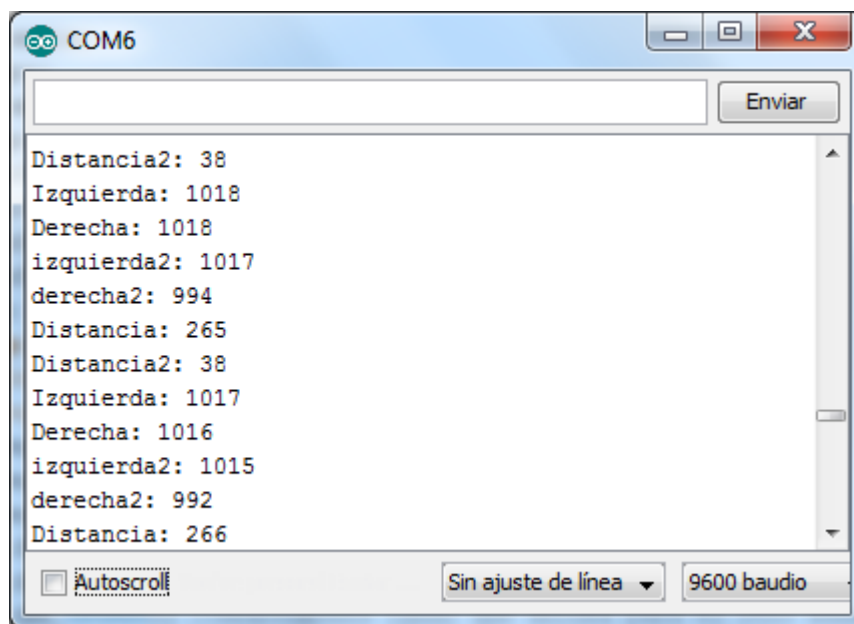


Figura 4.1.5 Valores de los sensores

Como se ve, hay diferentes lecturas, tenemos un valor de 38 cms en “Distancia 2” y, sin embargo, una lectura de 265 cms para el otro sensor. Esto quiere decir que el objeto que detecta el sensor de “Distancia 2” está más cerca que el que detecta el sensor de “Distancia”. Pasa lo mismo con los sensores IR, en este caso el que tiene menor lectura es el de “Derecha2”. Esto quiere decir que recibe más IR por este sensor ya que la lectura es inversamente proporcional a la cantidad de radiación que dicho sensor recibe.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

Las conclusiones a las que hemos llegado al final de este proyecto se pueden resumir en la consecución del problema planteado. Hemos sido capaces de desarrollar un dispositivo autónomo que se guíe por fuentes de radiación en infrarrojo características de las llamas. A continuación vemos cuales han sido los objetivos cumplidos:

- **Evaluación, análisis y detección** del foco principal del incendio. Este era el principal objetivo del trabajo y mediante los sensores instalados en el dispositivo, se consigue la entrada de datos y el consiguiente procesamiento para interpretar lo que está sucediendo.
- Dar voz de **alarma**. Incorporando un altavoz, el dispositivo da el aviso al comprobar que todos los parámetros especificados en el código se cumplen.
- **Patrullar** las zonas con riesgo. Se puede dejar el dispositivo en el suelo patrullando los compartimentos sensibles en los que no haya tránsito frecuente de personas, como por ejemplo un pañol de servidores, un pañol de municiones o alguna cámara de máquinas.
- **Esquivar** los **obstáculos** en el camino del Robot. El dispositivo automáticamente detecta si hay algún objeto al frente que le pueda impedir el paso. Si es afirmativo, el Robot automáticamente cambia el rumbo y busca otro mejor para esquivar el objeto y continuar con su cometido.

A la conclusión del proyecto podemos decir que se han cumplido los objetivos planteados, que era contar con un dispositivo capaz de detectar un foco de calor, como por ejemplo, una llama para evitar la exposición de vidas humanas en incendios a bordo de buques.

5.2 Líneas futuras

Con este primer prototipo autónomo detector de incendios se abre otra vía en el ámbito contraincendios en la Armada.

La primera mejora que se puede hacer, es una modificación de la estructura y cambio de los materiales empleados, puesto que en un habitáculo donde haya un incendio, las temperaturas serán elevadas. Sería necesario contar con una estructura resistente a altas temperaturas, o dotar a la estructura ya existente de cierta protección anti-incendios, como pudiera ser materiales aislantes o forrar toda la estructura con materiales reflectantes como pudieran ser el aluminio. También se pueden sustituir las ruedas por unas orugas para que sea capaz de atravesar o sobrepasar cualquier obstáculo u objeto. Así mismo se podría aumentar la duración de la batería, sustituyéndola por otras con diferentes tipos de elementos. La batería se cargaría mediante la colocación del dispositivo en la pared, donde tendría contacto con dos electrodos, al estilo de los *walkie-talkie*.

Una vez mejorados los componentes o la estructura, podemos dotar al robot con comunicación a la central de Seguridad Interior de los buques, o directamente al Sistema Integrado de Control de Plataforma (SICP) que integran los buques más modernos de la Armada, como por ejemplo la serie F-100. Esto se podría conseguir dotando al robot con una conexión de datos inalámbrica, al estilo de la sección 2.3.2, para transmitir datos a distancia. Así se podría evaluar el riesgo y magnitud del incendio de forma remota. También se puede dotar al Robot de una cámara de vídeo para enviar imágenes de situación en tiempo real.

Otra mejora sería el desarrollo de un dispositivo que pudiera guiarse por control remoto y equipado con sistemas de extinción para extinguir el incendio sin necesidad de involucrar a personal en estas tareas.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ó. T. Artero, ARDUINO curso práctico de formación, RC Libros, 2013.
- [2] "Instructables," [Online]. Available: <http://www.instructables.com/id/eWaste-60-3DPrinter/?ALLSTEPS>.
- [3] M. Margolis, Arduino CookBook, O'REILLY, 2013.
- [4] «Arduino,» [En línea]. Available: www.arduino.cc.
- [5] «LM-35,» [En línea]. Available: <http://www.facstaff.bucknell.edu/mastascu/elessonsHTML/Sensors/LM35.pdf>.
- [6] "Unicrom," [Online]. Available: http://www.unicrom.com/Tut_ldr.asp.

ANEXO I: PROCEDIMIENTO D-CP-01

SINCLAS

D-CP-01

SECCIÓN IV - CONTRAINCENDIOS.

1441 Básico de Contraincendios.

1. Objeto. Establecer una serie de reacciones básicas en caso de incendio, tanto en la mar como en puerto, que sea referencia de actuación para cualquier miembro de la dotación, y específicamente, de los Trozos de Reparaciones, Trozos de las Vigilancias y Trozos de Emergencia en Puerto. Del mismo modo, este Procedimiento establece la línea de actuación a seguir por cualquier miembro de la dotación a la hora de reaccionar eficazmente ante un incendio que descubra, independientemente de la Situación en la que se encuentre el buque, ejecutando unas reacciones iniciales correctas y eficaces hasta ser relevado por los componentes del Trozo, que tomaran la dirección de las acciones ante la incidencia.

2. Ejecución. En caso de alistamiento para el combate, el buque debe tomar todas las medidas de preparación de personal y material necesarias (Procedimiento Alistamiento de Personal y Material para el Combate).

En cualquier otro caso, se debe comprobar la disponibilidad y operatividad, para uso inmediato, de todos los medios para hacer frente a una emergencia.

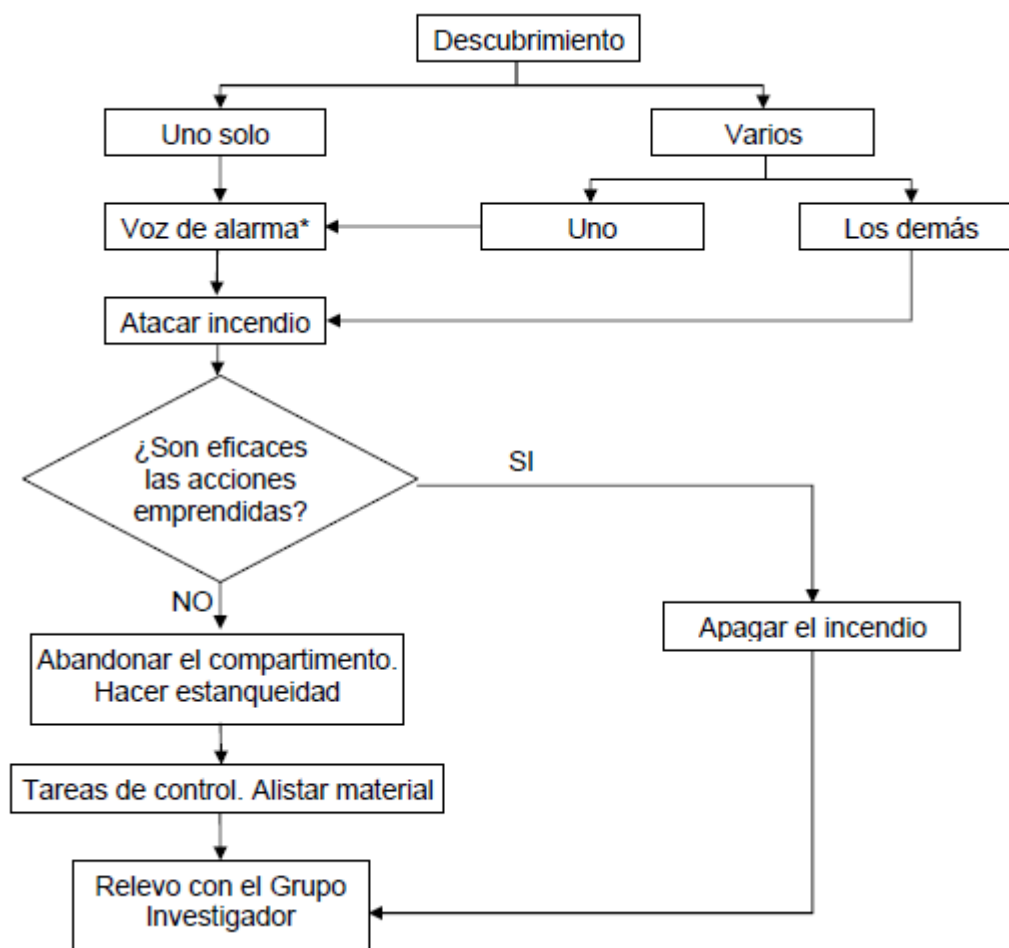
a. Acciones iniciales al descubrirse una emergencia.

(1) Descubierta una emergencia (humo, incendio) por algún miembro de la dotación, se procederá, en primer lugar, a dar la voz de alarma de forma enérgica, repetida y concisa.

(2) Se asegurará que la voz de alarma llegue al Jefe de Trozo, Central de Seguridad Interior, o Cuerpo de Guardia, según sea la Condición en la que se encuentre el buque, de forma que sea lo más completa posible en cuanto a tipo de incidencia, clase y dimensiones del incendio, compartimentos afectados, etc. Utilizará para ello, si fuera necesario, el medio de comunicación que se considere más rápido y eficaz (incluso la red de órdenes generales).

(3) A continuación se atacará la emergencia con los medios disponibles más eficaces – generalmente medios portátiles (extintores) –. El ataque a la incidencia será continuado hasta ser relevado el descubridor por el Grupo Investigador. Si la magnitud de la emergencia o el humo generado fueran de unas proporciones tales que resultase imposible o ineficaz el ataque a la incidencia, se abandonará el compartimento, se realizará la completa estanqueidad del mismo y se iniciarán aquellas acciones que contribuyan al control del incendio: retirada del material combustible de mamparos adyacentes y alistado de al menos una línea de defensa / refresco en el compartimento más peligroso adyacente al compartimento afectado. Caso de no existir compartimentos peligrosos, se permanecerá en las inmediaciones del compartimento, refrescando el acceso al mismo. De existir más de un acceso al compartimento, el refresco se mantendrá sobre el más adecuado para el ataque a la incidencia o el que se prevea que atacará el Grupo C.I. Este refresco se mantendrá hasta que se produzca el relevo por parte del Grupo Investigador, a los que se informará de lo acontecido y de las acciones emprendidas, sin obviar ningún aspecto que posteriormente pueda resultar importante

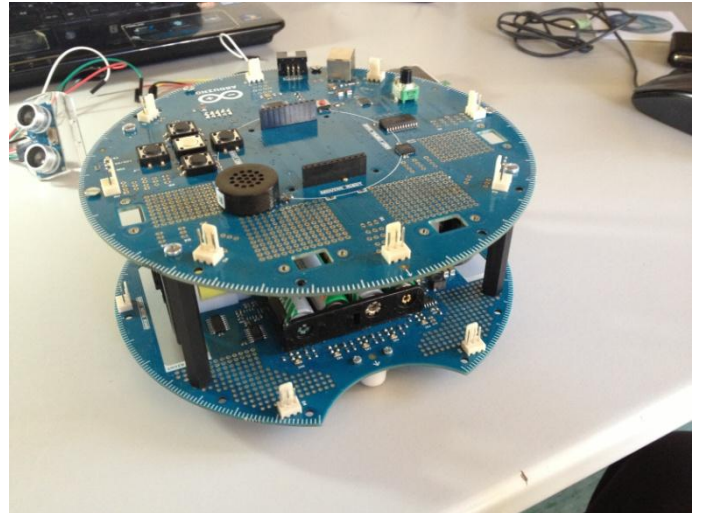
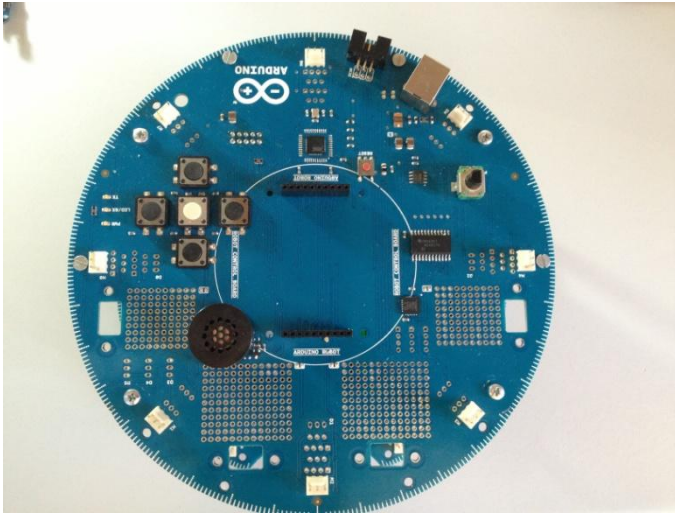
(4) Si la emergencia es descubierta por más de un componente de la dotación, uno de ellos se encargará de dar la voz de alarma, mientras el resto acometen las tareas de extinción y / o control del incendio. Esto incluirá establecer la adecuada estanqueidad en la zona afectada, hacer acopio de extintores, alistar refrescos necesarios en compartimentos peligrosos adyacentes o accesos al compartimento afectado, alistado de una adecuada maniobra emplear por el Grupo C.I. o cualquier otro material que pueda ser necesario para combatir la incidencia.



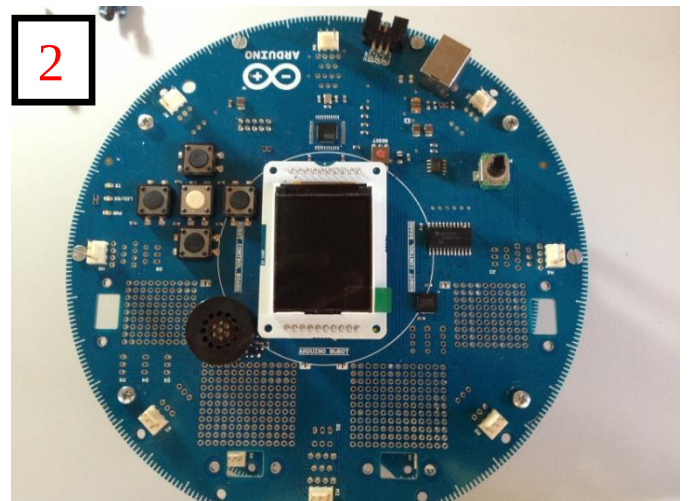
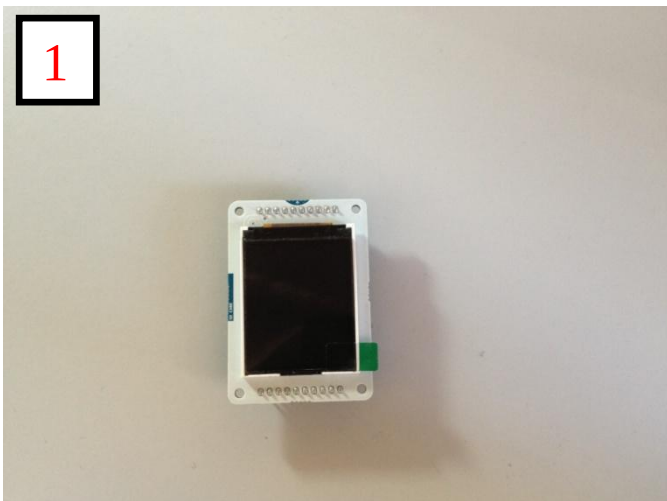
Esquema actuación S.I. D-CP-01

ANEXO II: GUÍA MONTAJE ROBOT

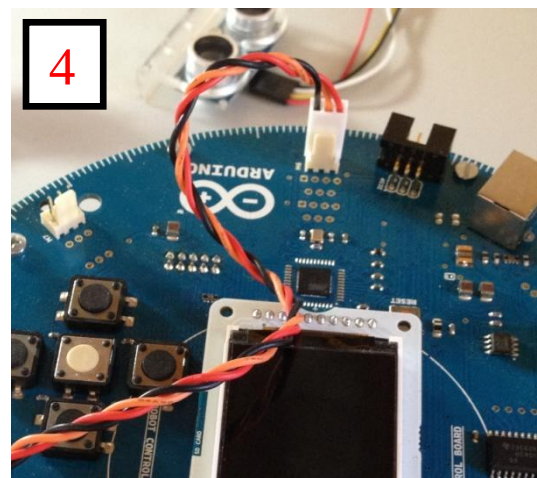
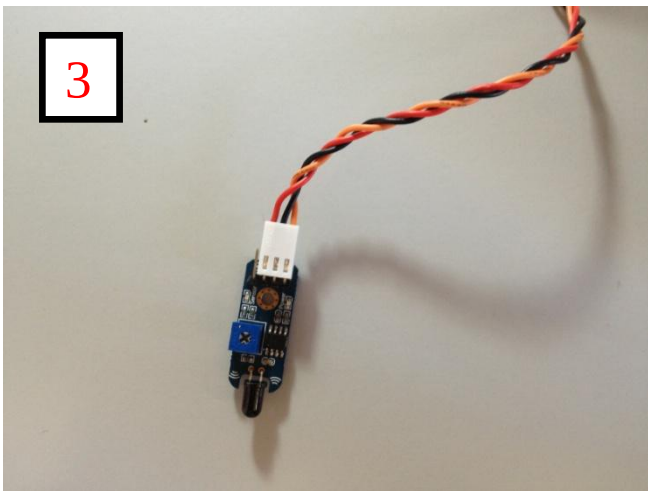
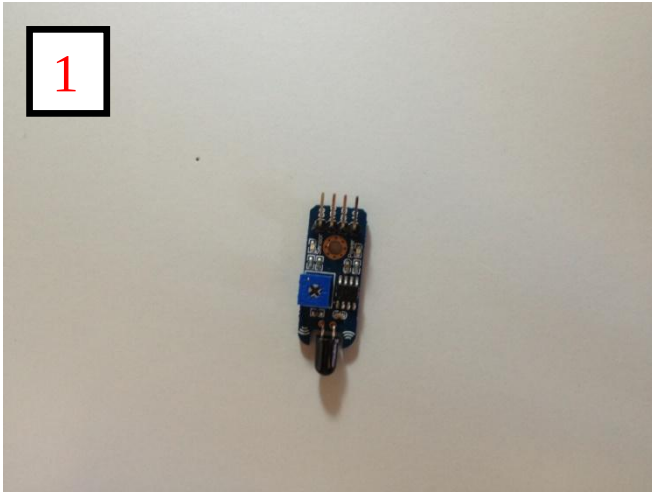
En esta guía vamos a explicar paso a paso cómo se desarrolla e integra el sistema contraincendios, detallando gráficamente como se ha realizado.



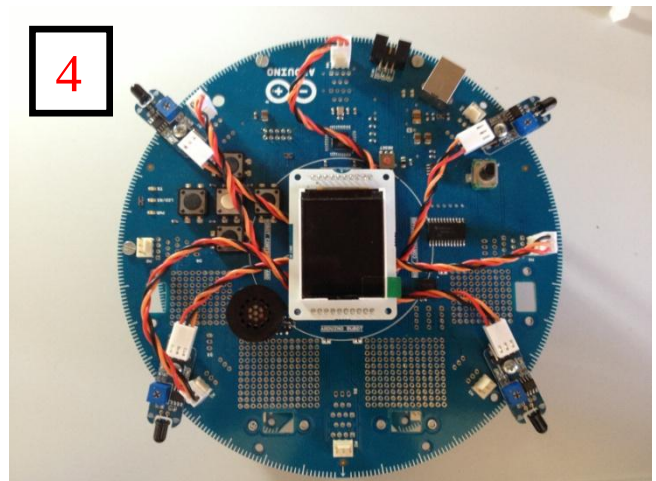
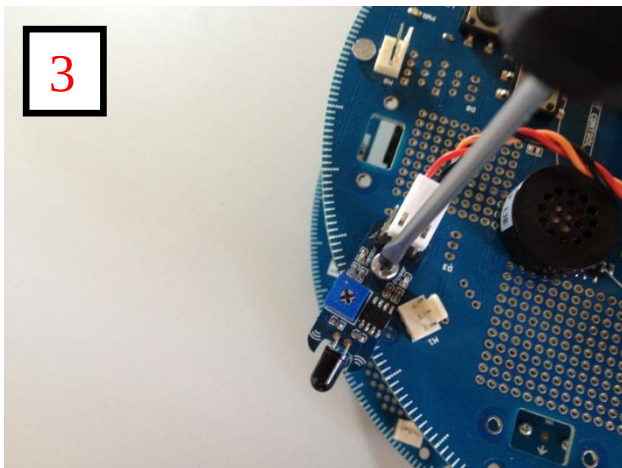
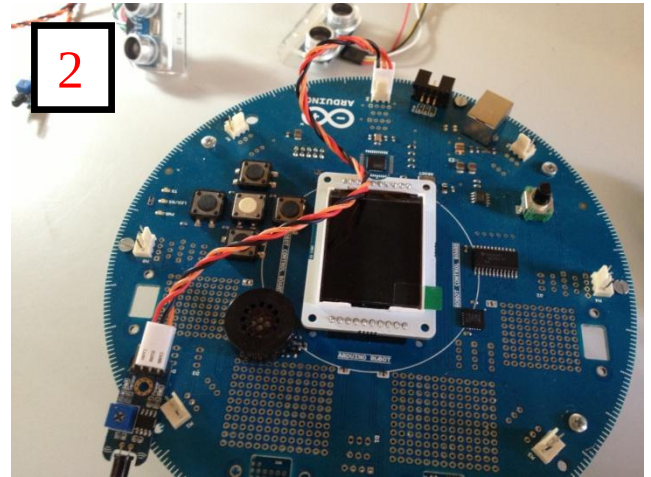
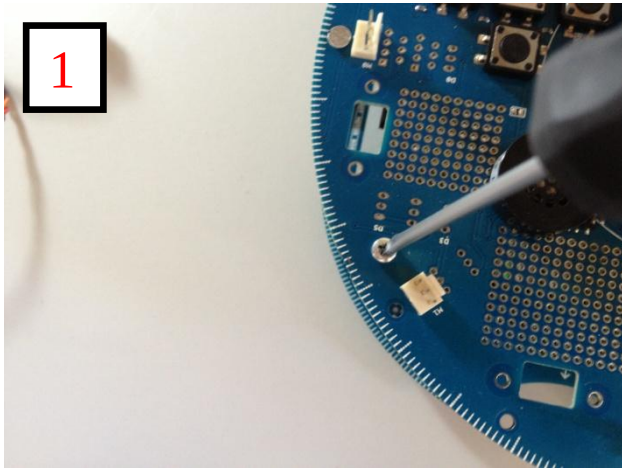
1. Partiendo de la base de la plataforma “Arduino Robot” se coloca la pantalla LCD en los pines que encajan perfectamente.



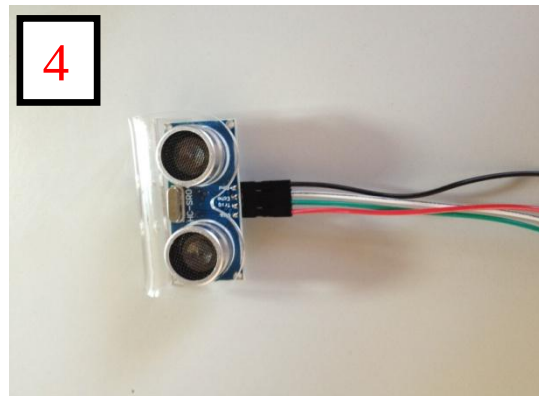
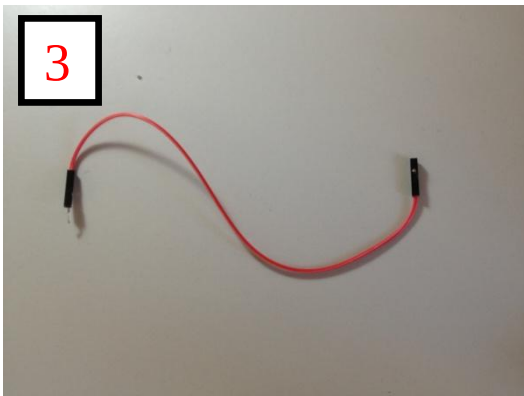
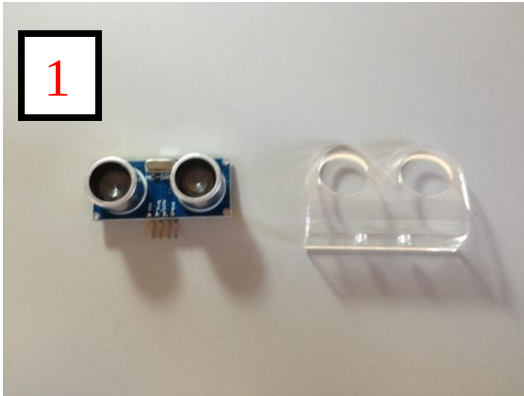
2. A continuación, cogemos los sensores Infrarrojos y se conectan mediante un cable al alojamiento destinado a los sensores.



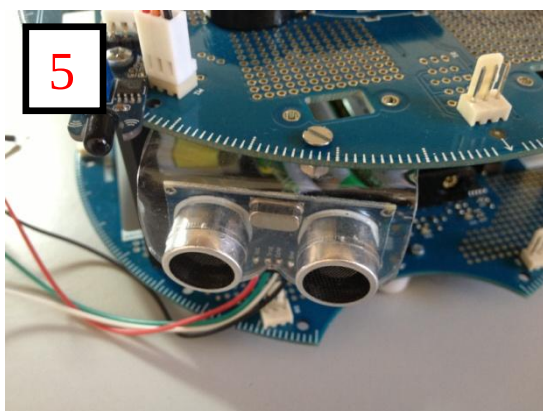
3. Posteriormente se desatornilla un tornillo de la estructura de la plataforma para colocar los sensores como vemos a continuación:



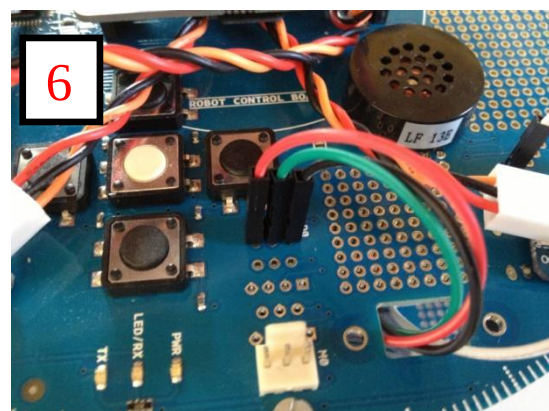
4. Ahora procederemos a colocar los sensores ultrasonidos en la plataforma. Para ello, necesitaremos cables macho-hembra y seleccionar las entradas correspondientes en el robot.



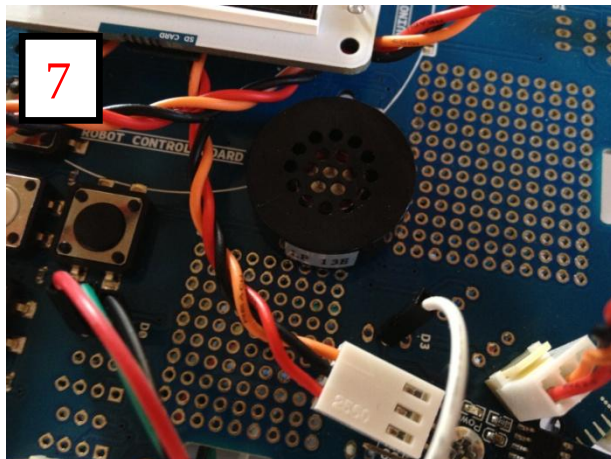
Se fija mediante un tornillo



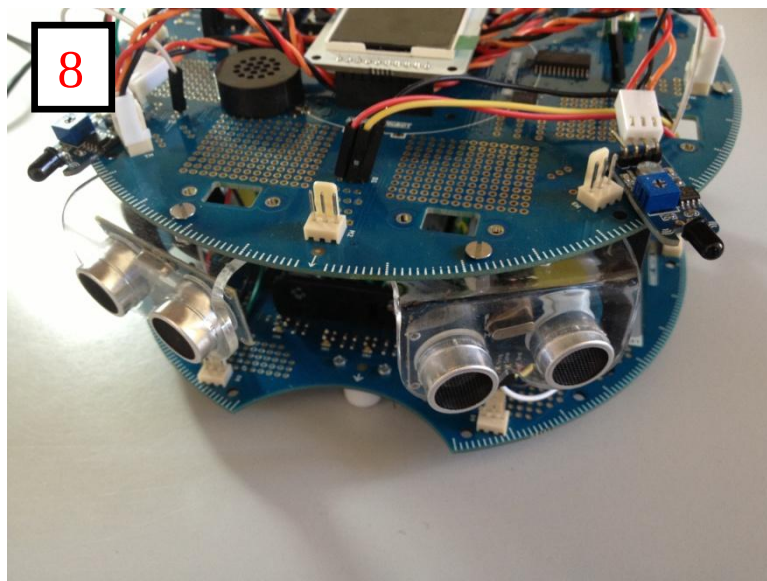
Se conecta a la placa en D0 así



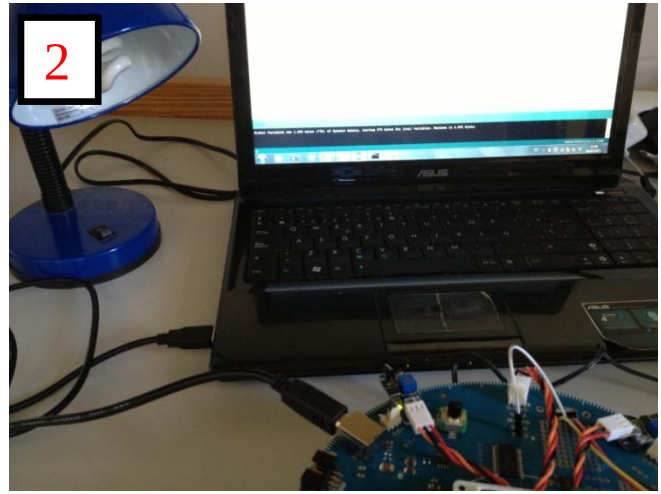
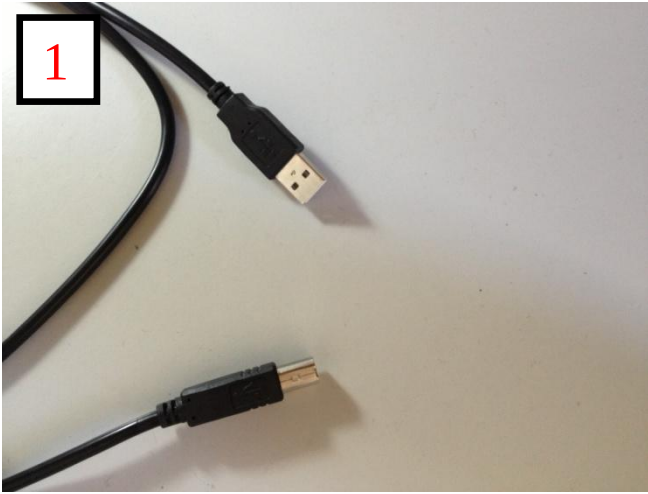
Se conecta el cable de recepción de la señal de ultrasonidos en la entrada del medio del puerto D3



El resultado final de la instalación de los sensores ultrasonidos queda así:



5. Ahora solo falta conectar el robot al ordenador para cargar el código anexado en documento que se encuentra en el CD. Se procede a cargarlo de la siguiente manera:



Y ya tenemos montado el robot y listo para funcionar.