



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE NAÚTICA Y MÁQUINAS

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

# “XIBASEA: BOYA GPS PARA LA LOCALIZACIÓN DE APAREJOS DE PESCA”

---

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS  
OFICIAL ELECTROTÉCNICO (ETO)

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NAÚTICA Y  
MÁQUINAS.

FEBRERO - 2023

AUTOR: FERNANDO PAZOS CASTRO

DIRECTOR: JOSÉ MANUEL ANDIÓN FERNÁNDEZ



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE NAÚTICA Y MÁQUINAS

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

---

# “XIBASEA: BOYA GPS PARA LA LOCALIZACIÓN DE APAREJOS DE PESCA”

---

**GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS**  
OFICIAL ELECTROTÉCNICO (ETO)

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NAÚTICA Y MÁQUINAS**

FEBRERO - 2023

FDO. EI ALUMNO

FDO. EL DIRECTOR

FERNANDO PAZOS CASTRO

J. MANUEL ANDIÓN FERNÁNDEZ

## RESUMEN

El presente proyecto está dedicado al diseño y fabricación de “Xibasea”, una radio boya GPS para la rápida localización de los aparejos de artes de pesca artesanal como el trasmallo, el palangre o la nasa.

La solución propuesta nos permite una localización más eficiente en cuanto al tiempo de detección del aparejo en la mar con el consiguiente ahorro de combustible derivado de la actividad pesquera. “Xibasea” se presenta como una alternativa con un bajo coste comparado con otras radio boyas existentes en el mercado.

La permanente interconexión de “Xibasea” mediante su módulo de Bluetooth nos permite enmarcar este proyecto en el denominado “Internet de las Cosas” (IoT). La recepción de la posición puede realizarse por medio de un Smartphone, Tablet o cualquier ordenador personal en donde monitorizaremos la posición de la radio boya mediante una aplicación.

Se decidió montar en la radio boya una placa Arduino; debido a que es una plataforma computacional física “open-source” (código abierto), por lo cual nos permite utilizar esta plataforma en cualquier proyecto que realicemos sin necesidad de adquirir ninguna licencia y emplear placas de desarrollo compatibles entre sí. Además se ha elegido esta placa de desarrollo debido a las siguientes características:

- Fácil utilización para proyectos con microcontroladores.
- Tiene un coste menor comparado con otras alternativas como Raspberry Pi.
- La placa dispone de varias entradas analógicas y varias entradas y salidas digitales, suficientes para “Xibasea”.
- Por su bajo consumo energético, aspecto de especial importancia al tener que estar alimentada por baterías y placas solares de reducido tamaño.

## RESUMO

O presente proxecto está dedicado ó deseño e fabricación de “Xibasea”, unha radioboia GPS para a rápida localización dos aparellos das artes de pesca artesanal coma o trasmallo, o palangre ou a nasa.

A solución proposta permítenos unha localización máis eficiente en canto ó tempo de detección do aparello no mar co conseguinte aforro de combustible derivado da actividade pesqueira. “Xibasea” preséntase coma unha alternativa cun baixo custe comparado con outras radioboias existentes no mercado.

A permanente interconexión de “Xibasea” mediante o seu módulo de Bluetooth permítenos enmarcar este proxecto no denominado “Internet das Cousas” (IoT). A recepción da posición pode realizarse por medio de un Smartphone, Tablet ou calquera ordenador persoal onde monitorizaremos a posición da radioboia mediante unha aplicación.

Decidiuse montar unha placa Arduino na radioboia; Debido ao feito de ser unha plataforma informática física "de código aberto" (open source), permítenos utilizar esta plataforma en calquera proxecto que levemos a cabo sen necesidade de adquirir ningunha licenza e utilizar placas de desenvolvemento compatibles con entre sí.

Ademais, escolleuse esta placa de desenvolvemento polas seguintes características:

- Fácil uso para proxectos con microcontroladores.
- Ten un menor custo en comparación con outras alternativas como Raspberry Pi.
- A placa ten varias entradas analóxicas e varias entradas e saídas dixitais,

suficientes para Xibasea.

- Polo seu baixo consumo enerxético, un aspecto de especial importancia xa que ten que alimentarse con baterías e pequenas placas solares.

## ABSTRACT

The present project is dedicated to the design and manufacture of "Xibasea", a GPS radio buoy for the rapid localization of small-scale fishing gear such as trammel nets, longlines or nets.

The proposed solution allows us a more efficient location in terms of detection time of the gear at sea with the consequent saving of fuel derived from the fishing activity, "Xibasea" is presented as an alternative with a low cost compared to other radio buoy on the market.

The permanent interconnection of "Xibasea" through its Bluetooth module allows us to frame this project in the so-called "Internet of Things" (IoT). The reception of the position can be done by means of a Smartphone, Tablet or any personal computer where we will monitor the position of the radio buoy by means of an application.

It was decided to mount an Arduino board in the radio buoy; because it is an "open-source" physical computing platform, which allows us to use this platform in any project we carry out without the need to acquire any licence and to use development boards that are compatible with each other. In addition, this development board has been chosen due to the following characteristics:

- Easy to use for projects with microcontrollers.
- It has a lower cost compared to other alternatives such as Raspberry Pi.
- The board has several analogue inputs and several digital inputs and outputs, sufficient for "Xibasea".
- Due to its low energy consumption, an aspect of special importance as it has to be powered by batteries and small solar panels.

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	3
3. RADIO BOYAS COMERCIALES.....	8
4. COMPONENTES ELECTRÓNICOS DE LA RADIO BOYA.....	10
4.1. Placa de circuito impreso “SMRAZA UNO R3”.....	11
4.2. Módulo GPS.....	16
4.2.1. Pinout del módulo GY-NEO6MV2.....	18
4.2.2. La tecnología GPS.....	22
4.2.3. Código para poder visualizar sentencias NMEA en el monitor serial.....	23
4.2.4. Librería TINYGPS para Arduino.....	24
4.3. Módulo Bluetooth.....	24
4.4. Fuente de alimentación y cargador solar.....	29
4.5. Panel solar fotovoltaico.....	33
4.5.1. Energía solar fotovoltaica.....	34
4.6. Batería de polímero de iones de Litio (Polymer lithium-ion battery, LiPo).....	35
4.6.1. Circuito de control de la batería.....	36
5. FABRICACIÓN DE LA RADIO BOYA.....	39
5.1. Material de fabricación de la radio boya.....	39
5.2. Impresora 3D.....	40
5.3. Plano de construcción de la boya.....	41
5.4. Radio boya ensamblada.....	45
6. COSTE ECONÓMICO DEL PROYECTO.....	48
7. CONCLUSIONES.....	48
8. BIBLIOGRAFÍA.....	50
9. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	51
10. INDICE DE TABLAS.....	52
11. INDICE DE FIGURAS.....	52
12. ANEXOS.....	54
12.1. Anexo: código Arduino.....	54
12.2. Anexo: documentación fuente de alimentación y cargador solar.....	55
12.3. Anexo: documentación módulo Bluetooth.....	67
12.4. Anexo: documentación batería.....	74

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad está muy presente el término Internet de las cosas “Internet of Things”, en adelante IoT. Hablar de Internet es hablar de la red de interconexión entre los ordenadores que existen en el mundo: lo que llamamos la red de redes. Pero ahora ya no es suficiente conectar los ordenadores, sino que queremos conectar todos los dispositivos a la red. Esto es lo que llamamos el Internet de las cosas, una red de interconexión digital entre dispositivos, personas y el propio internet que permite el intercambio de datos entre ellos (Gillis,2021).

Un ejemplo de IoT es la conexión entre tu Smartphone y los dispositivos Smart Home que tienes en casa, los sensores que detectan tu presencia para el encendido automático de la iluminación, los sensores de temperatura y humedad que arrancan el aire acondicionado o el aspirador que activas desde el teléfono móvil cuando no estás en casa.

Estos dispositivos se conectan entre sí máquina a máquina “machine to machine, M2M”. Bajo este paradigma dos dispositivos o máquinas se comunican mediante un protocolo inalámbrico (WiFi, Bluetooth...) o por cable, sin intervención humana, mediante chips o sensores implementados en los dispositivos.

Nótese que el uso del término “Internet” en “Internet de las cosas” también es considerado inapropiado porque los dispositivos no necesitan estar conectados a Internet “público”, sino que sólo necesitan estar conectados a una red de comunicación y ser direccionables individualmente.

“IoT” almacena datos del comportamiento humano, es decir, como interactuamos en el día a día; por ello tenemos cantidad de orejas y ojos que nos escuchan y observan para recopilar datos sobre nosotros, para que las máquinas aprendan nuestras rutinas y facilitarnos el día a día.

Por todo lo anteriormente hablado, y dado que durante el estudio para la obtención de la mención de Oficial Electrotécnico he recibido formación en materias de Programación, Electrónica Analógica y de Potencia, Electrónica Digital, Instrumentación, Redes he creído conveniente integrar todos estos conocimientos en la fabricación de “Xibasea”, una boya inteligente que facilite el oficio de nuestros compañeros en la mar, y sobre todo, en la pesca artesanal en Galicia.

## 2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La radio boya GPS “Xibasea” nace como un proyecto para facilitar las labores en la pesca artesanal susceptible de necesitar la localización precisa del aparejo en la mar. Este sistema nos permite una mejor toma de decisiones y una gestión eficiente de la actividad pesquera reduciendo tiempos de localización con el consiguiente ahorro de combustible de la embarcación.



Fig.2.1. “Xibasea” preparada para largar.  
(Fuente: original del autor)

La pesca artesanal en Galicia como hemos comentado es de las actividades económicas más importantes en las zonas costeras. Según la reconocida revista “Industrias Pesqueras” en el año 2021, el sector pesquero genera 9.000 millones, lo que supone un 4,8 % del producto interior bruto gallego. La actividad pesquera favorece la dinamización de las zonas costeras con la creación de puestos de trabajo directos e indirectos, sobre todo en puertos alejados de la influencia de las grandes ciudades y



además de ser una actividad respetuosa con el medio ambiente por su impacto en relación a otras actividades pesqueras.

Las artes de pesca utilizadas en la pesca artesanal hoy en día en Galicia para lo cual podremos emplear nuestra boya son:

- La nasa: es un arte de fondo, fabricada en acero o madera y cubierto por una malla de red, o de plástico en su totalidad que se emplea para la captura de pulpo, centolla, nécora, langosta y camarón. En la parte superior posee una abertura por la que el crustáceo entra, gracias a un cebo en su interior.

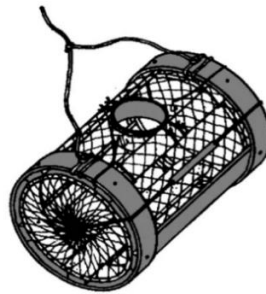


Fig.2.2. Nasa de nécora

(Fuente: [www.redeirasdegalicia.org](http://www.redeirasdegalicia.org) modificado por el autor)

- El enmalle: es un arte de pesca formada por redes verticales destinada a la captura de jibia, centolla, choco. Existen diferentes tipos de artes, denominadas Miños, Betas, Trasmallos, Rascos, Volantas. Diferentes entre ellas por su conformación.

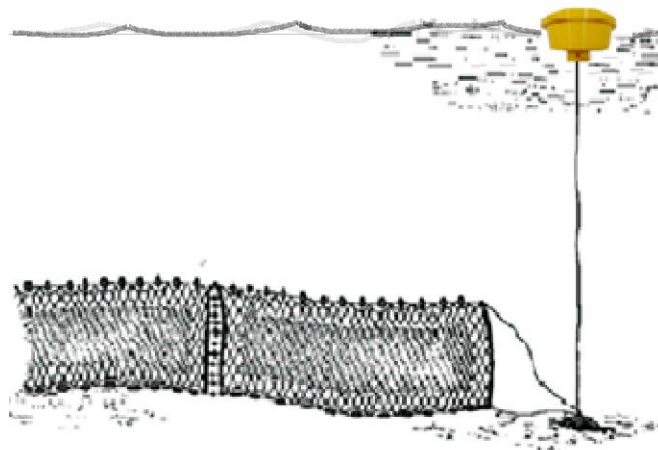


Fig.2.3. Trasmallo para Jibia.

(Fuente: [www.redeirasdegalicia.org](http://www.redeirasdegalicia.org) modificada por el autor)

- El palangre: es un arte de pesca formado por un cabo de fibra que es la línea madre de mayor sección de la cual salen otras líneas de menor sección donde se atan los anzuelos. Existen varios tipos según la especie a capturar:
  - Palangre de fondo (utilizado para capturar congrio, dorada, pescadilla, bertorella).
  - Palangre de superficie (para capturar pez espada, marrajo, atún).
  - Palangrillo (para capturar besugo, abadejo, rodaballo).

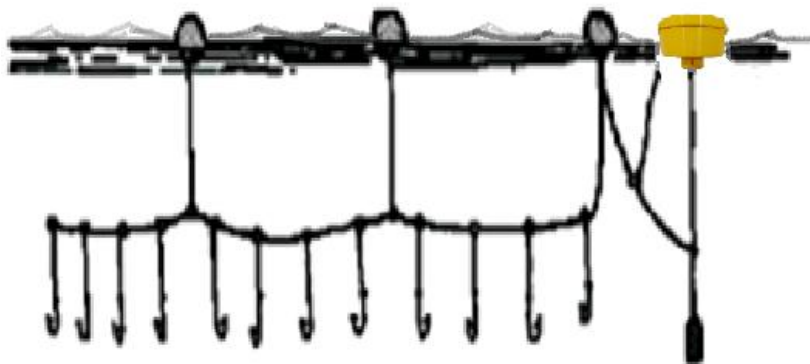


Fig.2.4. Palangre de superficie.

(Fuente: [www.redeirasdegalicia.org](http://www.redeirasdegalicia.org) modificada por el autor)

La radio boya GPS nos transmite automáticamente los datos cada cierto tiempo, este adaptado a las necesidades y requerimientos del patrón; (aunque es preciso remarcar que el consumo de la batería depende de los intervalos entre los envíos de datos); estas emisiones contienen datos con suposición; dependiendo de las necesidades del Patrón se pueden implementar otros sensores que nos proporcionen datos de temperatura. El alcance de esta boya ronda una milla de distancia y su autonomía supera cinco días gracias a su sistema de placas fotovoltaicas para la recarga de su batería; tiempo más que suficiente porque los aparejos no podrán estar largados en la mar más de un par de días.

Para enviar la información del GPS de la boya al buque se ha optado por un sistema de comunicación por radiofrecuencia (RF). Por radiofrecuencia se entiende la transmisión de señales a través del espacio, mediante ondas electromagnéticas, sin que haya conexión física entre transmisor y receptor. El medio de propagación de las ondas electromagnéticas es, en este caso, el aire.

Xibasea al transmitir por radiofrecuencia con lo que no tiene ningún coste de comunicación, ya que utilizamos el espectro de radio de la banda ISM, en concreto la radiofrecuencia de 2,4 GHz, más conocida como **Bluetooth**; se le denomina así al protocolo de comunicaciones diseñado para dispositivos de bajo consumo, que necesitan corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo coste. Las bandas de radio industriales, científicas y médicas (ISM) son bandas de radio reservadas internacionalmente para el uso de energía de radiofrecuencia (RF) para fines industriales, científicos y médicos distintos de las telecomunicaciones.

Para la recepción, decodificación y presentación de los datos únicamente es necesario disponer de un dispositivo capaz de recibir ondas electromagnéticas en la banda de los 2,4 GHz como cualquier Smartphone o tableta con Bluetooth. Conoceremos la posición al instante de nuestro aparejo en tiempo real y de una forma precisa. En las Figuras 2.5 y 2.6 se muestran, respectivamente, el icono y una captura de pantalla de la aplicación “Serial Bluetooth Terminal”. Esta sencilla aplicación los datos enviados por la radio boya: una posición de dos coordenadas (Latitud y Longitud).

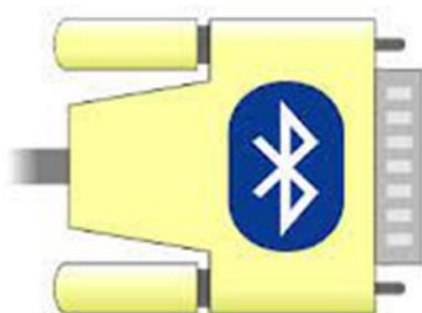


Fig.2.5. Símbolo de la aplicación.

(Fuente:

[https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kai\\_morich.serial\\_bluetooth\\_terminal&hl=es&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kai_morich.serial_bluetooth_terminal&hl=es&gl=US) )



Fig.2.6. Captura de pantalla del dispositivo con los datos recibidos.  
(Fuente: original del autor)

Para la alimentación de la radio boya GPS se va a emplear una batería recargable de polímero de Litio (LiPo). Hemos elegido esta batería porque no presenta Cadmio (Cd) en su composición, siendo este muy perjudicial para el medio ambiente. Además las baterías LiPo tienen una capacidad de carga mayor que las baterías recargables NiCd, siendo esta entre dos y tres veces mayor que les confiere mayor duración, fiabilidad y eficiencia. Las baterías LiPo llevan en su exterior perlititas de gel para evitar cualquier

posible deterioro debido a la humedad y como va a ser empleada en el medio marino es la mejor opción para emplear en este caso este tipo de batería. Para poder recargar la batería vamos a montar un sistema autónomo con un cargador solar que unido a cuatro placas solares fotovoltaicas nos permiten alimentar nuestro proyecto aun en condiciones climáticas desfavorables. Ya que en esta actividad pesquera los aparejos estarán calados en la mar no más de un par de días como máximo el sistema instalado de placas solares nos permitirán un autonomía total durante todo el tiempo que el aparejo esté calado en la mar.


Se ha creído conveniente que la radio boya monte una señal luminosa mediante un diodo emisor de luz de color azul de alta luminosidad; dado que las labores de pesca en ocasiones han de ser realizadas por la noche será de ayuda disponer de esta señal luminosa.


Asimismo, la resistencia a la intemperie y al medio marino de esta boya está garantizada. El material utilizado en la fabricación de esta boya (PLA, véase sección 5.1) le confiere una resistencia mecánica capaz de soportar las peores inclemencias de la mar.

Los sistemas destinados a otras pesquerías (como el atún, pez espada) necesitan cubrir grandes distancias y utilizan, por ello, antenas y terminales satelitales capaces de enviar (y no solo recibir como es nuestro GPS). Suponen un coste elevadísimo y no tienen sentido en la pesca artesanal que se realiza dentro de las Rías o cerca de la costa a unas pocas millas. Por ello están fuera de nuestro campo de trabajo.

### **3. RADIO BOYAS COMERCIALES.**

A continuación enumeraremos algunos modelos de radio boyas fabricados por distintas empresas; Existen variedad de fabricantes en Galicia, surgidos por la necesidad de nuestra flota pesquera en constante desarrollo tecnológico, por su potencial para conseguir una pesca más eficiente.

NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE	IMAGEN	FRECUENCIA TRASMISIÓN	ALCANCE	BATERÍA
"PICKPOINT"	KODEN		27 MHz	40M	LITIO

NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE	IMAGEN	FRECUENCIA TRASMISIÓN	ALCANCE	BATERÍA
"M3P"	Marine Instruments		26145KHz- 26175 KHz	50M	NiMH

NOMBRE COMERCIAL	FABRICANTE	IMAGEN	FRECUENCIA TRASMISIÓN	ALCANCE	BATERÍA
"GPS Eutimio"	Electrónica Eutimio		27MHz/SSB	50M	NiMH

Tabla 3.1. Tablas comparativas de radio boyas comerciales.  
(Fuente: elaboración propia)

Estos modelos de radio boyas son empleadas en alta mar, para la pesca de altura de especies como el pez espada, empleando el arte del palangre. En el análisis de mercado realizado no se ha encontrado ningún modelo que se adapte a la pesca artesanal, de ahí la necesidad de buscar una solución con este proyecto.

#### 4. COMPONENTES ELECTRÓNICOS DE LA RADIO BOYA.

A continuación, vamos a enumerar detalladamente cada componente que hemos empleado en la fabricación de la radio boya, describiendo técnicamente cada uno de ellos.

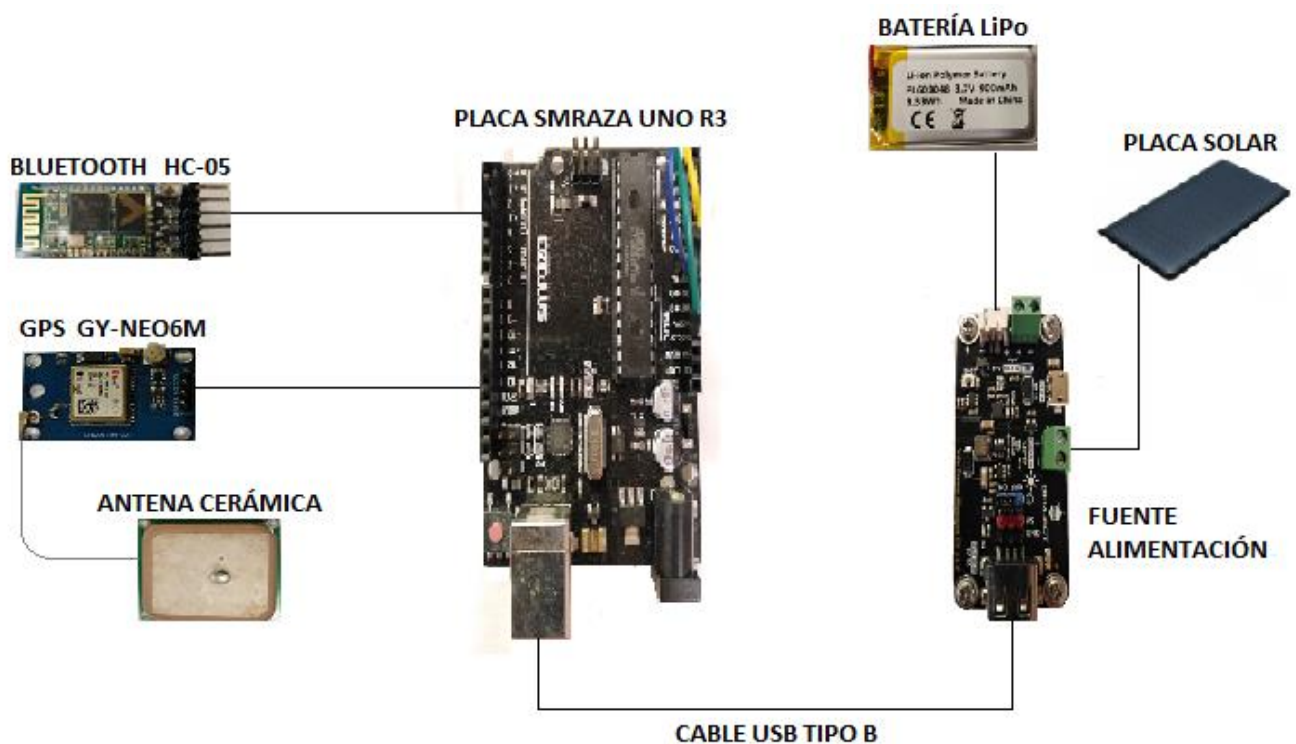


Figura 4.1. Componentes electrónicos de la radio boya.  
(Fuente: elaboración propia)

#### 4.1. Placa de circuito impreso “SMRAZA UNO R3”.

La placa de circuito impreso (más conocida por sus siglas en inglés, PCB-Printed Circuit Board) montada en la radio boya es de la marca “SMRAZA”, en concreto modelo “SMRAZA UNO R3”. Esta placa es compatible con el Arduino Uno.

Arduino es una plataforma computacional física open-source (código abierto), cualquiera puede crear placas compatibles con Arduino, como es nuestro caso con la placa Smraza, que es una placa de competencia que nos permite reducir el coste comparado con una placa original Arduino.

Para programar cualquiera de todas las placas compatibles con Arduino descargaremos su IDE (Integrated Development Environment, entorno de desarrollo integrado) disponible en la página web oficial de Arduino [<https://www.arduino.cc/en/software>].

En el IDE de Arduino escribiremos nuestro código, posteriormente lo compilamos, compilar consiste en que el código que hemos escrito se convierte en código máquina, este es el lenguaje binario que entiende la placa (el lenguaje que se utiliza para programar el microcontrolador se llama lenguaje “C”) una vez compilado el IDE nos informa del tamaño del SKETCH (programa en el lenguaje nativo de Arduino) y de esta manera ya está cargado nuestro programa en la placa.

Los principales componentes de la pequeña placa de desarrollo utilizada son un microcontrolador, un conector USB para programarla y alimentarla, y una serie de entradas y salidas tanto analógicas como digitales que permiten la interconexión con los sensores y actuadores.

##### Las características técnicas de la PCB son:

- Voltaje operativo: 5V.
- Voltaje de entrada: 7 - 12 V.
- Pines I/O digital: 14(de los cuales 6 son salidas PWM).
- Pines de entradas analógicas: 6.
- Corriente continua por pin I/O: 20mA.
- Corriente para el pin: 3.3V - 50mA
- Memoria Flash: 32KB de los cuales 0,5KB son usados por Bootloader<sup>1</sup>.
- SRAM: 2KB.



- Velocidad del reloj: 16MHz.

Si observamos la PCB más detenidamente en la Figura 4.1.1. podremos realizar una breve descripción de los componentes la placa.

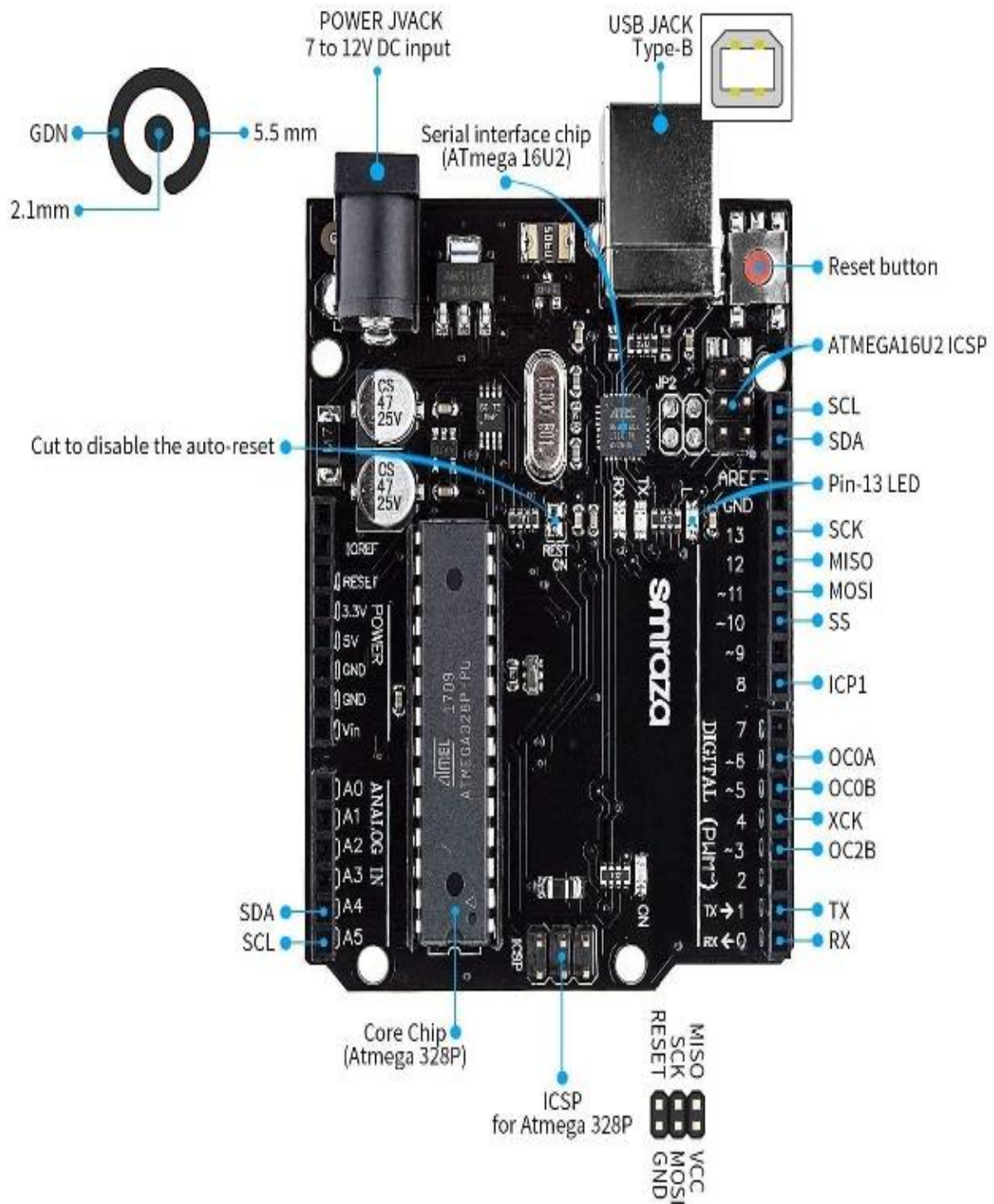


Figura 4.1.1. Placa SMRAZA UNO R3.  
(Fuente: <https://www.smraza.com/>)

- Fuente de alimentación: podemos alimentar la placa directamente mediante el conector USB tipo B o mediante un Jack que lleva montado en la placa si utilizamos pilas o una fuente DC, siempre utilizaremos DC a 5V, disponemos de un chip regulador de voltaje que se encarga de transformar cualquier entrada entre 7 y 12V. Está montada en superficie por el calor que puede llegar a disipar.
- El botón de RESET: al accionarlo se manda un pulso lógico al pin Reset del microcontrolador, lo cual hace que se inicie el programa de nuevo y limpie su memoria de un modo similar a reiniciar un ordenador.
- Pines que suministran distintos voltajes (3.3V- 5V) y pin GND (ground o tierra), que representa cero voltios, siendo el nivel de referencia de la placa.
- Pines de entradas analógicas (ANALOG IN): seis pines que van de A0 a A5. Estos pines permiten medir el voltaje (no la corriente), aunque estas conexiones pueden utilizarse también como entradas o salidas digitales.
- Pines digitales (DIGITAL) que van desde el 0 al 13: pueden utilizarse como entradas o salidas. Cuando se comportan como salidas suministran una tensión de 5V y hasta 40mA. Los pines (0 y 1) están etiquetados como RX (recepción) y TX (transmisión) y se reservan para la conexión del enlace USB con el ordenador.
- El oscilador de cristal de cuarzo: es un oscilador electrónico que se mueve 16 millones de veces por segundo. En cada uno de esos movimientos, el microcontrolador puede realizar una operación como sumar o restar.
- Conector de programación serie o ICSP: puede ser utilizado para programar la placa sin necesidad del USB. No ha sido utilizado en este proyecto.
- Chip de la interfaz USB: este chip convierte los niveles de la señal utilizados por el estándar USB en niveles utilizados por la placa.
- El microcontrolador, que comentamos a continuación.

La parte central de la placa es el microcontrolador ATmega 328, del fabricante Atmel. Este microcontrolador se encuentra encapsulado en un chip de 28 pines o patillas, y contienen en su interior (a semejanza de los primeros ordenadores domésticos, un procesador, memoria RAM, memoria EPROM y memoria flash). El empaquetado es de

tipo DIL (Dual In Line = caja de dos vías) ya que de esta manera puede reemplazarse fácilmente. Tendremos en cuenta que cualquier programa que carguemos se conservará aun no teniendo tensión eléctrica la placa por estar almacenado en la memoria flash.

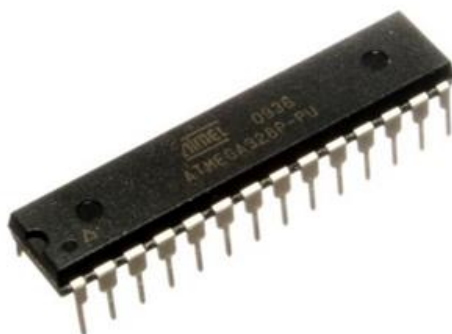


Figura 4.1.2. Atmega328p de ATMEL.

(Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ATMEGA328P-PU.jpg>)

El microcontrolador es el “cerebro” de la placa: obtiene las instrucciones del programa almacenadas en la memoria Flash y las ejecuta, puede recopilar datos desde la memoria RAM, modificarlos y almacenarlos de nuevo, y es el encargado de, por ejemplo (cambiar una salida digital de 0V a 5V). Hace, por tanto, las funciones de CPU (Central Processing Unit, unidad central de procesamiento).

Como se ha explicado a lo largo de esta sección, y a modo de resumen, las características que nos han hecho emplear esta placa son:

- Fácil utilización para proyectos con microcontroladores.
- Coste menor comparado con otras alternativas como Raspberry Pi.
- Disponibilidad de varias entradas analógicas y varias entradas y salidas digitales, suficientes para Xibasea.
- Bajo consumo energético, aspecto especial importancia al tener que estar alimentada por baterías y placas solares de reducido tamaño.

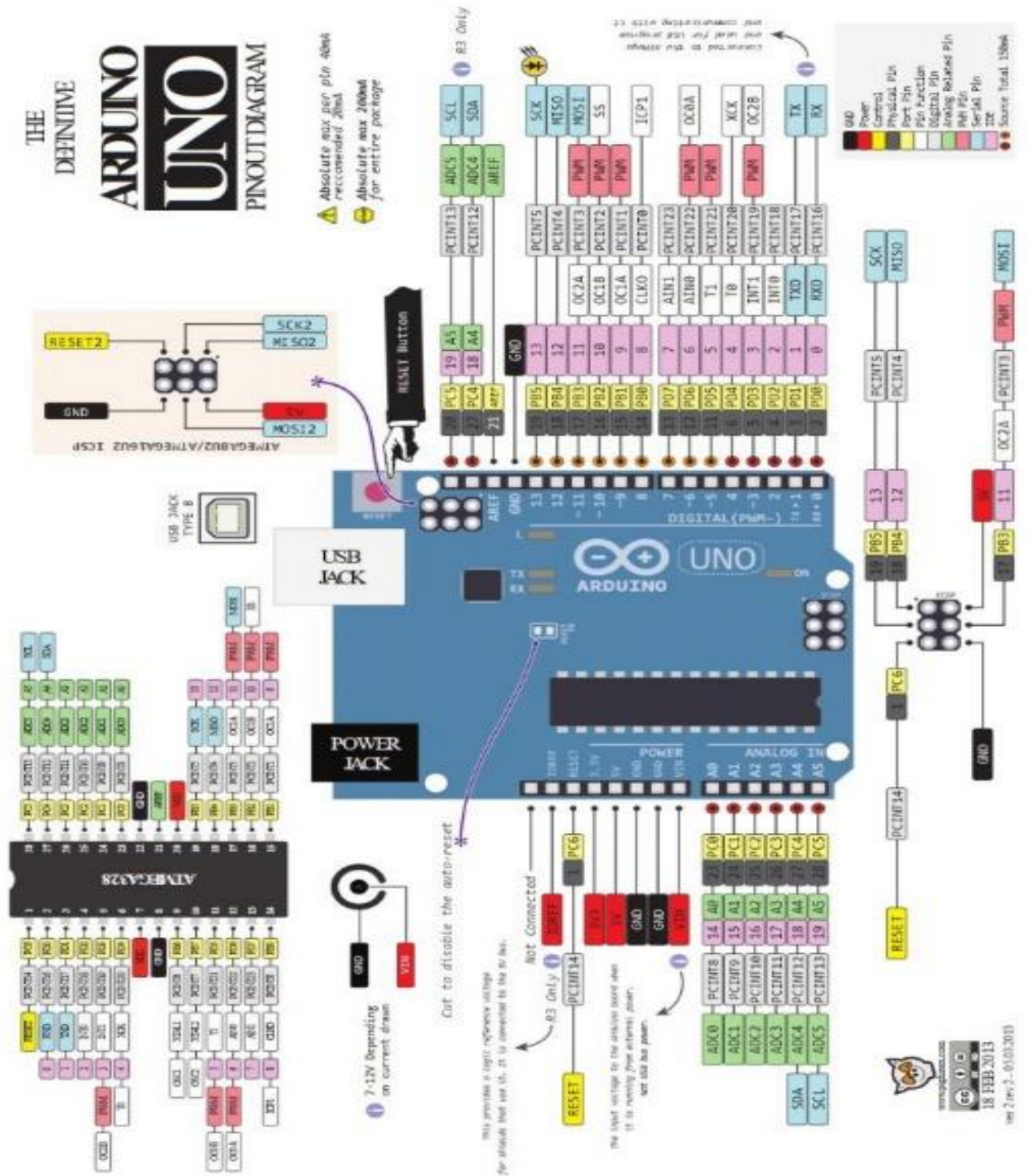


Figura 4.1.3. Pinout de la PCB.  
(Fuente: www.arduino.cc)

## 4.2. Módulo GPS.

Un módulo GPS nos permite conocer la posición exacta sobre la superficie terrestre. A nuestra PCB le podemos conectar varios tipos de GPS, tanto sobre una breakout board (un único componente con reducidas dimensiones que implementa componentes SMD) o como sobre una shield (placa que contiene circuitos completos con ciertas funciones, siendo normalmente de mayores dimensiones y con más componentes). En este caso, el módulo GPS que montamos en la radio boya lo elegimos por sus pequeñas dimensiones. En concreto, hemos elegido el modelo GY-NEO6MV2, que está montado en una breakout board, conectado a una antena cerámica, y pertenece al fabricante “U-BLOX”. U-BLOX es una compañía suiza que crea semiconductores inalámbricos y módulos, empleados en la actualidad en la electrónica de consumo, industria y automoción.

Este módulo GPS consta también de una memoria EEPROM interna donde se guardan todos los datos de configuración de fábrica; también lleva soldada a la placa una pila de botón de backup (modelo MS621FE), que se utiliza para mantener los datos de configuración de la memoria EEPROM; y un indicador LED que nos indica el estado de conexión del módulo GPS.

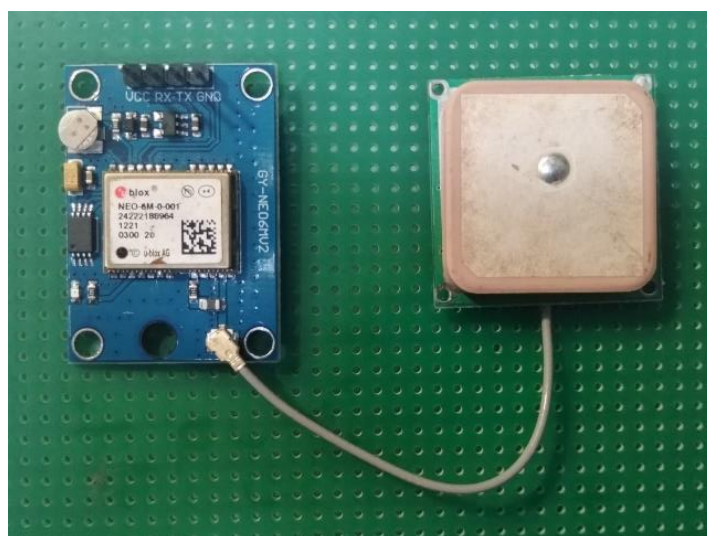


Figura 4.2. Módulo GPS GY-NEO6MV2 con antena cerámica.  
(Fuente: original del autor)

El módulo GPS ya cuenta con una función de bajo consumo que se activa por software. El tiempo de encendido del GPS GY-NEO6MV2 con la antena conectada y una buena visibilidad del cielo depende de la información que reciba. En encendido en frío (o Cold Start) el receptor tardará al menos 30 segundos. En encendido en caliente (o Warm Start) el receptor tarda sobre 1 segundo.

Las características técnicas del módulo GPS son:

- Ultra sensibilidad: - 165dBm.
- Tensión de alimentación: de 2.7 a 3.6V.
- La intensidad de corriente es de unos 37mA en modo de medición continuo.
- La precisión en posición es de 2.5m, en velocidad 0,1m/s y en orientación 0.5°.
- Frecuencia de refresco: 5Hz.
- Soporta los siguientes estándares: SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN).
- Velocidad de desplazamiento máxima: 500m/seg.
- Velocidad de transmisión por defecto (baudrate): 9600bps.
- Interfaz: Serial UART 5V.
- Rango de temperatura: - 40° + 85° C.
- Cumple estándar RoHS.
- Tamaño del módulo: 25 x 36 mm.
- Peso aproximado: 19g.

El módulo GPS irá situado en el nivel superior de la radio boya, ya que necesita tener visión clara del cielo para comunicarse de forma efectiva. Al estar toda la electrónica de control en el PCB del nivel inferior, se utilizará un cable de 4 hilos y un conector de 4 pines para comunicar este módulo con la placa de circuito impreso.

#### 4.2.1. Pinout del módulo GY-NEO6MV2.

El módulo debe conectarse, según la documentación del fabricante, al puerto serie de la placa, el cual envía la información mediante una secuencia de bits.

La comunicación del módulo GPS con la placa se realiza a través de la interfaz serial asíncrona, al tratarse de una comunicación UART (universally asynchronous receiver/transmitter). Este es el encargado de convertir los datos a una secuencia de bits y transmitirlos o recibirlos a una velocidad determinada. Para la comunicación de datos necesitamos al menos dos conectores, uno para la recepción designado como RX y otro para la transmisión designado como TX.

El módulo posee cuatro pines, que vienen designados como:

- **TX**: conexión necesaria = GPS TX → Arduino RX.
- **RX**: conexión opcional = GPS RX → Arduino TX.
- **VCC**: alimentación o positivo.
- **GND**: tierra o negativo.

En nuestro montaje usaremos el pin 4 del Arduino para RX y el pin 3 para TX. Tenemos que tener en cuenta, como hemos visto, que en la comunicación serial los pines se conectan con sus opuestos (véase Figura 4.2.1.1).

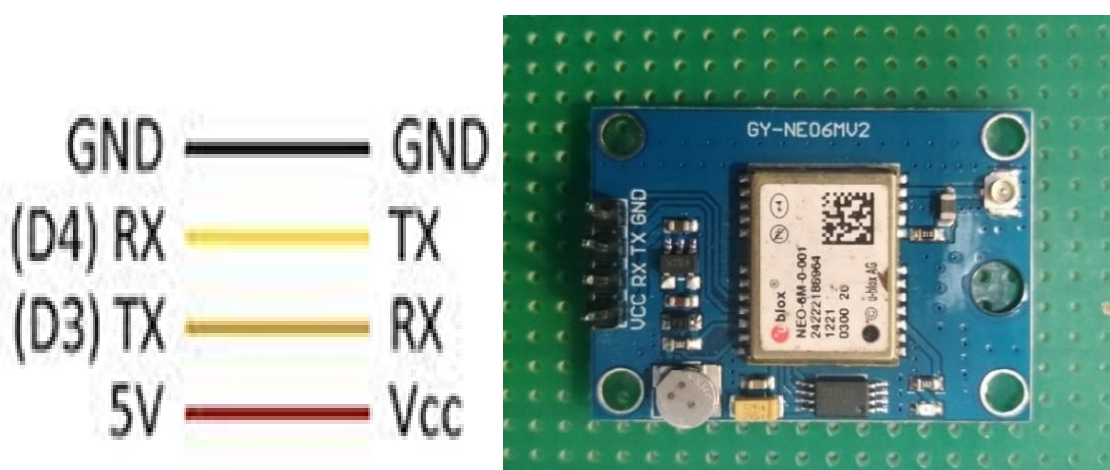


Figura 4.2.1.1. Pinout del módulo HC-05.  
(Fuente: original del autor)

El GPS nos va a transmitir datos NMEA por el pin TX (una trama, esto es un chorro de bits) continuamente a través de su puerto serie aunque aún no sea capaz de calcular su posición, conocida por GPS Fix.

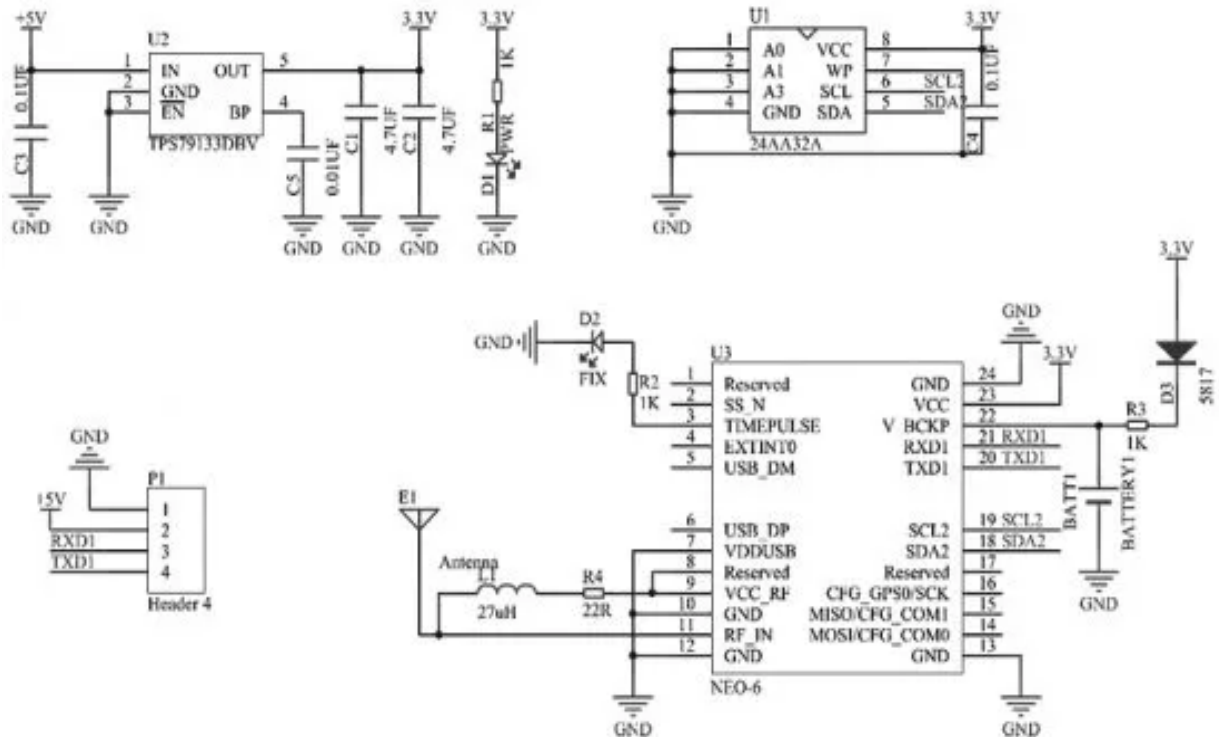


Figura 4.2.1.2. Diagrama esquemático del módulo.

(Fuente: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/gps-ublox-neo-6m-modulo-con->)

El módulo GPS dispone de dos Led indicadores en la PCB:

- Led verde: nos indica si el módulo tiene señal.
  - Parpadea = hay satélites disponibles.
  - Apagado = no hay satélites o no tiene buena señal.
- Led rojo: nos indica el estado del módulo.
  - Led rojo luciendo = encendido.
  - Led rojo apagado = no está alimentado.



La antena activa GPS que se ha seleccionado para el proyecto, se denomina “parche cerámico”. Es una antena de alta ganancia de 28dB, con un cable de 5cm de longitud tipo RG y un conector tipo 1,13 IPX U. FL IPEX. que conecta a la breakout board del GPS.



Figura 4.2.1.3. Antena activa cerámica.  
(Fuente: original del autor)

Las características técnicas de la antena activa son:

- Tipo de antena RF: antena de parche de cerámico.
- Modelo: CTRF-ANTENA-GPS-1575-2525-UFL120
- La frecuencia es de 1600 MHz (1575,42 MHz+3MH; 1561 MHz).
- Antena de alta ganancia: 28dB
- Factor de ruido < 1,5db
- VSWR:  $\leq 2.0$  V.S.W.R: < 2
- Impedancia = 50  $\Omega$
- Consumo de corriente continua: 10mA máximo
- Voltaje de alimentación de 3 a 5V
- Material: cerámico
- Temperatura de operación: - 40°C ~ + 85°C
- Temperatura de almacenamiento: -40°C ~ + 85°C
- Dimensiones: 28 x 28 x 7,2mm
- Peso Aproximado: 20g
- Enchufe IPX de antena activa GPS.
- Emisiones de seguridad y otros: RoHS.
- Pueden recibir señales de los satélite GPS, GLONASS, BeiDou.

Los datos que nos proporciona el GPS los recibimos en el protocolo NMEA (siglas de National Marine Electronics Association) en concreto el formato \$GPRMC. Se trata de un protocolo basado en líneas de texto, llamadas "sentencias", o líneas de texto delimitadas por saltos de línea. Existen varios tipos de sentencias pero todas tienen en común lo siguiente:

- La sentencia se inicia con el carácter "\$" (llamado talker) seguido del nombre de la sentencia (esto nos indica el tipo de datos que contiene).
- Los datos de cada sentencia, divididos en campos, están delimitados por comas.
- Al final de la sentencia NMEA se realiza el envío de checksum.

Describiremos la trama, mediante este ejemplo y basándonos en el protocolo NMEA, determinaremos las siguientes variables:

**\$GPRMC,062215.000,A,4294.3660,N,00917.9180W,0.41,64.36,191222,010.3,W\*33**

Latitud: 42° 94' 36,60 N

Longitud: 009° 17' 91,80 W

- 062215.000 representa la hora GMT (06:22:15).
- "A" es la indicación de que el dato de posición está fijado y es correcto.
- "V" sería no válido.
- 4294.3660 representa la Longitud (42° 94' 36,60).
- N representa el Norte.
- 00917.9180 representa la Latitud (009° 17' 91,80).
- W representa el Oeste.
- 0.41 representa la velocidad en nudos.
- 64.36 representa la orientación en grados.
- 191222 representa la fecha.

- 010.3, W representa la variación magnética (10.3° West).
- \*33 Checksum.

De todos estos datos mostrados, sólo se utilizará de forma práctica la Latitud y La Longitud para determinar la posición de la boya.

El protocolo NMEA es propietario y para obtener la especificación completa hace falta pagar por ello. Sin embargo, existe suficiente información en Internet para poder entender las tramas.

#### **4.2.2. La tecnología GPS.**

GPS son las siglas de “Global Positioning System” (Sistema de Posicionamiento Global). E.E.U.U comenzó a desarrollarlo en 1973 siendo el primer satélite lanzado en 1978 y el último en 1994. El sistema transmite información de navegación como la latitud, longitud, velocidad, rumbo, tiempo.

El Sistema de Posicionamiento Global consiste en una constelación de 24 satélites distribuidos en seis planos orbitales equidistantes, cuatro satélites en cada plano, que rodean la tierra. De esta manera se garantiza que un receptor “vea” al menos cuatro satélites desde cualquier posición del planeta.

Los satélites vuelan a una altitud de 20200Km conocida como órbita terrestre media (MEO). Rotando la Tierra cada 12 horas, a una velocidad de 7000 millas por hora.

Cada satélite GPS emite mensajes de navegación a 50 bits por segundo (cronometrada por el reloj atómico que lleva cada satélite) cada transmisión dura 30 segundos y lleva 1500 bits de datos codificados en la frecuencia transportadora de aproximadamente 1600 MHz. Esta pequeña cantidad de datos está codificada con una secuencia pseudoaleatoria (PRN) de alta velocidad que es diferente para cada satélite. Los receptores GPS ya que conocen los códigos (PRN), decodifican la señal de cada satélite y pueden distinguir entre los diferentes satélites.

Mediante la información transmitida por los satélites el receptor GPS es el encargado de calcular su posición mediante el método matemático conocido como trilateración. A medida que los satélites GPS transmiten su ubicación y hora, la trilateración mide

distancias para determinar con precisión su posición. Conocidas las distancias fácilmente podemos determinar la propia posición relativa respecto a los satélites.

El sistema de coordenadas geográficas de Latitud y Longitud utilizadas por el GPS podemos definir las como:

- **Latitud:** la latitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Ecuador, siendo este su línea de base, cuya latitud es de 0°. La latitud se mide de 0° a 90°, siendo representada en grados sexagesimales.

- **Longitud:** la longitud es la distancia que existe entre un punto cualquiera y el Meridiano de Greenwich, siendo este su línea de base, cuya longitud es de 0°. La longitud se mide de 0° a 180°, siendo representada en grados sexagesimales.

#### 4.2.3. Código para poder visualizar sentencias NMEA en el monitor serial.

Mediante el código que mostramos a continuación podemos visualizar la sentencia NMEA tal cual son enviadas por el puerto serie (UART) del GPS. Esto es muy útil para comprobar que nuestro módulo GPS funciona correctamente y no se encuentra quemado o en mal estado. Solamente tenemos que configurar el baudrate y los pines de Arduino que se comunicará el GPS.

En nuestro código vamos a emplear la librería “SoftSerial” para que la conexión no interfiera con el puerto serie normal; esta librería nos permite crear un puerto en cualquier de los pines. En nuestro montaje elegimos el pin 4 para RX y el pin 3 para TX como hemos comentado anteriormente.

```
#include <SoftwareSerial.h>
const int RX = 4;
const int TX = 3;
SoftwareSerial gps (RX, TX);
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  gps.begin(9600);
}
void loop()
{
  if (gps.available())
  {
    char data;
    data = gps.read();
    Serial.print(data);
  }
}
```

#### **4.2.4. Librería TINYGPS para Arduino.**

Disponemos de la librería TINYGPS que nos permite interpretar la sentencia \$GPRMC obtenida en protocolo NMEA y convertirla a coordenadas de latitud y longitud para poder mostrarlas en la pantalla. La librería TINYGPS la descargaremos de la página oficial (<http://arduiniiana.org/libraries/tinygps/>) y agregarla al IDE de nuestro ordenador.

Para que podamos visualizar información por el monitor serial deberemos de colocar el GPS cerca de una ventana donde pueda “ver” una porción de cielo, entonces podrá calcular nuestra posición y nos la mostrará en la pantalla gracias a este código que presentamos en a continuación.

#### **4.3. Módulo Bluetooth.**

En 1998 se creó un consorcio formado por cinco empresas (Ericsson, IBM, Intel, Nokia y Toshiba) con el propósito para desarrollar un estándar inalámbrico que pudiera interconectar dispositivos y accesorios (teléfonos móviles, ordenadores) a través de radiofrecuencia con bajo consumo de energía, corto alcance y que fuera económico. Al proyecto se le asignó el nombre Bluetooth, en honor de Harald Blaatand II (940-981), que fue un rey Vikingo que unificó Dinamarca y Noruega, sin necesidad de cables.

Bluetooth es un estándar de comunicación inalámbrica que permite la transmisión de datos a través de radiofrecuencia en la banda de 2,4 GHz. Bluetooth es un protocolo que permite a los dispositivos encontrarse y conectarse, esta acción la conocemos como emparejamiento o “pairing”, para posteriormente transferirse datos entre ellos.

El protocolo ha ido evolucionado, aumentando las tasas de datos. Inicialmente con Bluetooth 2.0 en 2004, posteriormente con la versión 3.0 en 2009. Bluetooth se puede usar para emparejar dispositivos junto con 802.11 y poder trasferir datos a velocidades altas. En diciembre de 2009 aparece la versión 4.0, caracterizada por su bajo consumo de energía.



Figura 4.3.1. Módulo de Bluetooth HC-05.  
(Fuente: original del autor)

La transmisión de información vía radio tiene algunas ventajas frente a las comunicaciones por cable:

- La movilidad: siendo esto imposible en las comunicaciones por cable.
- La accesibilidad: la comunicación por radio nos permite llegar a zonas poco accesibles mediante el uso de satélites o mediante la propagación a bajas frecuencias.
- No son necesarias obras para el canalizado de los cables, ni los permisos que conllevan las estas.

En el mercado existen varios modelos de módulos de Bluetooth pero los más utilizados son los módulos de la marca “JY-MCU”, ya que son muy económicos. Son módulos pequeños y con un consumo de energía muy bajo que nos permitirán utilizar Bluetooth en nuestro Arduino. Éstos módulos contienen el chip con una placa de desarrollo con los pines necesarios para la comunicación serie.

Los módulos Bluetooth utilizados con Arduino son el módulo HC - 05 y el módulo HC – 06. La diferencia entre ellos es que el módulo HC-05 puede ser utilizado como maestro/esclavo, por defecto viene configurado como esclavo. El módulo HC-06 sólo puede utilizarse como esclavo. La diferencia entre la configuración entre maestro y esclavo es que en modo esclavo es el dispositivo quien se conecta al módulo, mientras que en modo maestro es el módulo quien se conecta con un dispositivo.

A continuación en la Figura 4.3.2 mostramos una imagen de los componentes de la breakout board que lleva montado un transceptor inalámbrico tipo BC 417 Chip Master-Slave RF.

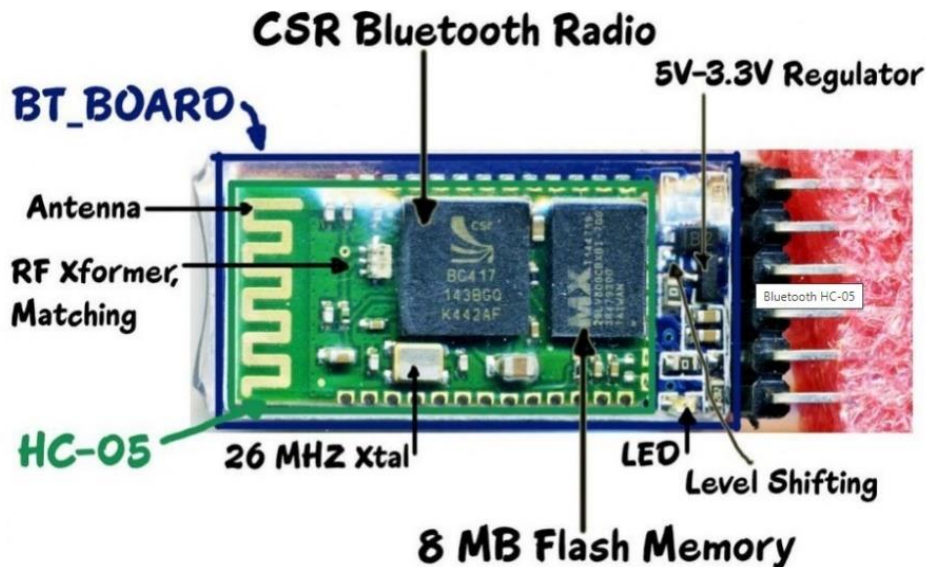


Figura 4.3.2. Componentes del módulo de Bluetooth HC-05.  
(Fuente: <https://Bricogeek.com/>)

#### Características técnicas del módulo Bluetooth "HC -05":

- Especificación Bluetooth v2.0 + EDR (Enhanced Data Rate).
- Voltaje de trabajo: 3.3 V a 6 V (normalmente 5 V).
- Consumo de corriente en emparejamiento: de 30 mA a 40 mA.
- El consumo de corriente en comunicación es de 8mA.
- Configuración: comandos AT.
- Chip de radio: CSR BC417143 Bluetooth technology.
- Baudios por defecto: 9600, 8, 1, n.
- Versión o firmware: 3.0-20170609.
- Modo: maestro/esclavo.
- Frecuencia: 2.4 GHz, banda ISM.
- Potencia de emisión: 4 dBm, clase 2.
- Tiene una memoria flash de 8Mbit.
- Modulación: GFSK.

- Antena: incorporada en PCB, de 2.4 GHz.
- Alcance: < 100 m.
- Sensibilidad:  $\leq -81$  dBm a 0.1% VER.
- Velocidad asincrónica: 2 Mbps (max)/160 kbps.
- Velocidad sincrónica: 1 Mbps/1 Mbps.
- Seguridad: autenticación y encriptación (password por defecto: 1234 o 0000).
- Perfiles: Puerto serial Bluetooth.
- Dimensiones: 15,2 mm x 35,7 mm x 2mm.
- Temperatura de operación (Max) 75°C y (Min) -25°C.
- Peso: 4 gramos.
- Por defecto esta es la configuración del módulo HC-05:
  - Nombre del Bluetooth por defecto: "HC -05"
  - Comunicación por defecto: Slave (esclavo).
  - Modo por defecto: modo datos.
  - En modo de datos la velocidad en baudios: 9600, 8, N, 1.
  - En modo comandos la velocidad en baudios: 38400, 8, N, 1.
  - Firmware por defecto: LINVOR.

#### 4.3.1. Pinout módulo HC-05.

El módulo HC-05 tiene seis pines, aunque en el montaje de Xibasea utilizaremos cuatro porque la configuración ha sido realizada en el montaje y no será necesario modificarla durante su funcionamiento en la mar. Los pines vienen designados como:

- **VCC** = es el voltaje positivo de alimentación, este módulo trabaja en el rango de 3.3V a 6V pero hay módulos de otros fabricantes que solo soportan voltajes de 3.3V, por ello hay que revisar los dato técnicos de módulo.
- **GND** = voltaje negativo de alimentación, se tienen que conectar al GND del Arduino.
- **TX** = pin de transmisión de datos, por este pin el HC-05 transmite los datos que le llegan desde el PC o Móvil mediante Bluetooth, este pin debe ir conectado al pin RX del Arduino.



- **RX** = pin de recepción de datos, a través de este pin el HC-05 recibirá los datos del Arduino los cuales se recibirán por Bluetooth, este pin va conectado al pin TX del Arduino.
- **EN** = este pin se utiliza sólo para entrar en la configuración, se pone a nivel alto para entrar en modo configuración.
- **STATE** = se utiliza este pin para conectar un led de salida y poder visualizar cuando se comuniquen datos.

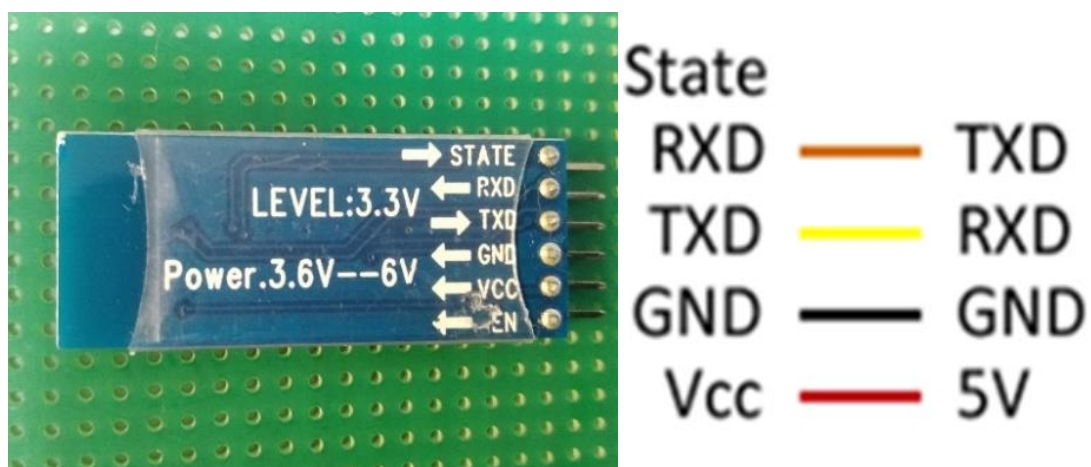


Figura 4.3.1.1. Pinout del módulo HC-05.  
(Fuente: original del autor)

La breakout board tiene montado un LED, el cual tiene una función indicadora para el usuario, este LED nos informará del estado de la conexión en función de la velocidad del parpadeo (blinking):

- Blinking repetidamente (esperando conexión de datos).
- Blinking dos veces en un segundo (significa una conexión correcta).
- Blinking una vez en dos segundos (el módulo ha entrado en el modo de comando).

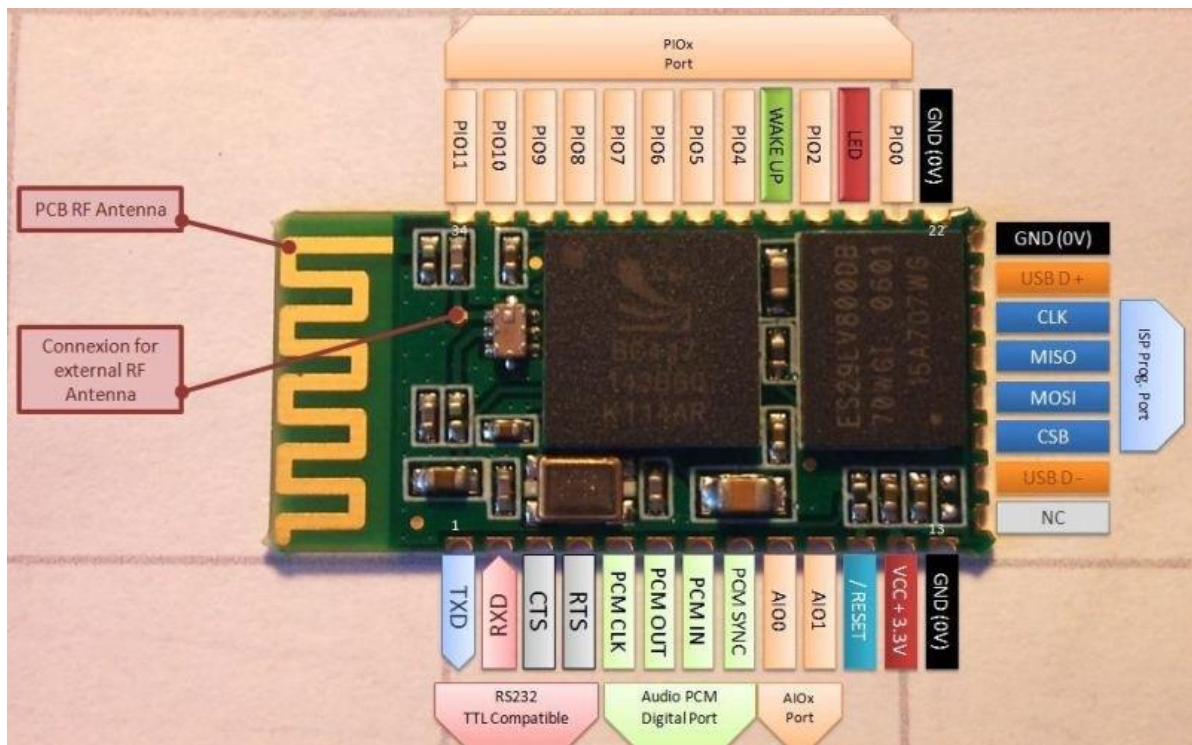


Figura 4.3.1.2. Pinout de los circuitos integrados del módulo HC-05.  
(Fuente: <https://mitxela.com>)

#### 4.4. Fuente de alimentación y cargador solar.

Por las características del proyecto, dado que es una radio boya autónoma, se ha decidido implementar un sistema de paneles solares que permitan alimentar Xibasea durante días con la energía más abundante que tenemos: es la energía solar.

El fabricante del cargador es “DFROBOT”, y el modelo que hemos empleado para este proyecto es el “Solar Power Manager 5V V1.1”.

Este es un módulo de administración de energía solar de pequeña potencia y alta eficiencia, y está especialmente diseñado para conectarlo a paneles solares que sean capaces de suministrar 5V. Dispone de la función “Maximum Power Point Tracking” (conocido por sus siglas en inglés como MPPT, el seguidor de punto de máxima potencia, a veces denominado seguidor de punto de potencia “Power Point Tracking o PPT”). Se utiliza en los sistemas fotovoltaicos para asegurar que la potencia de salida de los paneles sea la máxima bajo distintas condiciones de carga y luz solar, maximizando la eficiencia del panel y optimizando la carga.

El módulo puede proporcionar una corriente de carga de hasta 900 mA a una batería de 3.7 V LiPo con cargador USB o panel solar. El convertidor DC-DC tiene una salida de 5V a 1A para alimentar proyectos de energía solar y de bajo consumo. El módulo también emplea varias funciones de protección para la batería, el panel solar y la salida, que le confiere a nuestro proyecto de “IoT” seguridad y estabilidad.

Según el fabricante la batería máxima que se puede emplear es de 900mAh.



Figura 4.4.1. Fuente de alimentación-cargador.  
(Fuente: original del autor)

#### Características técnicas de la fuente de alimentación:

- Controlador: CN3065
- Entrada de panel solar: 4.5V a 6V
- Conexión de batería LiPo: 3.7V (Li-polymer/Li-Ion).
- Corriente de carga: 900mA; La carga se realiza en tres fases de carga: carga lenta y constante (Max trickle charging), después tenemos la fase de corriente constante (constant current), y a continuación, una fase de voltaje constante (constant voltage).
- Voltaje de corte (carga):  $4.2V \pm 1\%$
- Salida regulada: 5V
- Eficiencia de la salida: 86% (al 50% de carga).
- Eficiencia de carga: 73% (con batería LiPo de 3.7V 900mA conectada).

- Consumo residual: < 1 mA.
- Temperatura de funcionamiento: - 40°C a 85°C.
- Dimensiones: 33.0 x 63.0 mm.
- Protecciones:
  - Protecciones de la batería (marcada en la placa como BAT IN): protección contra sobrecarga/ sobredescarga/ sobrecorriente/ inversión de la conexión.
  - Protecciones de la salida USB 5 V (marcada en la placa como USB OUT 5V): sobrecalentamiento/ sobrecorriente/ protección contra cortocircuitos.
  - Protecciones de la placa solar (marcada en la placa como SOLAR IN): protección de conexión inversa.

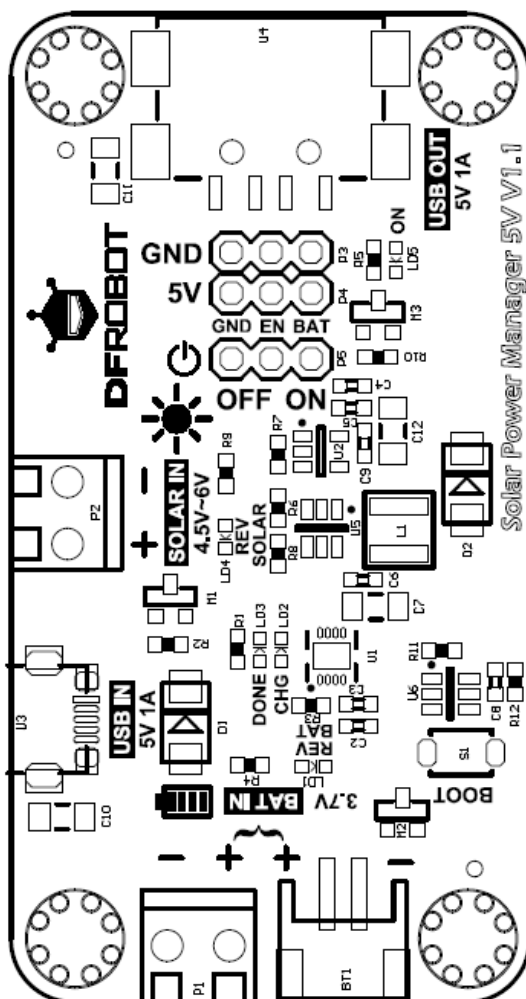
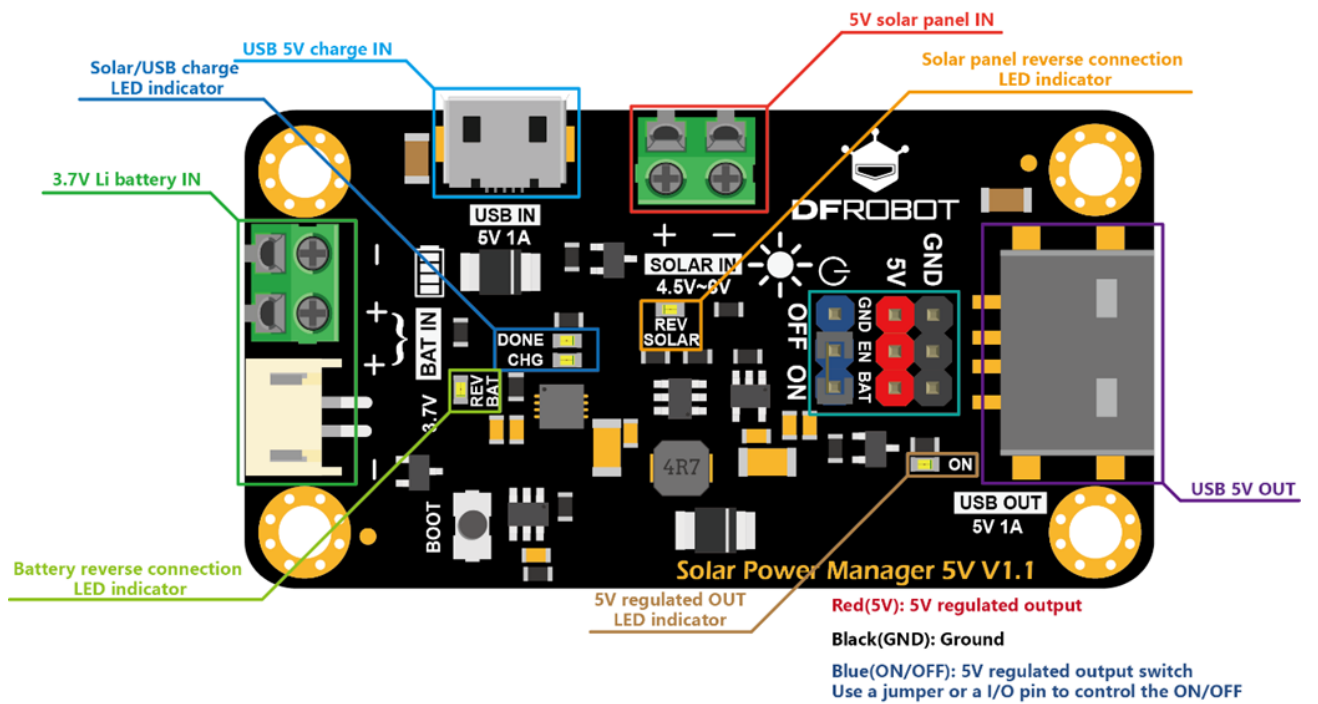
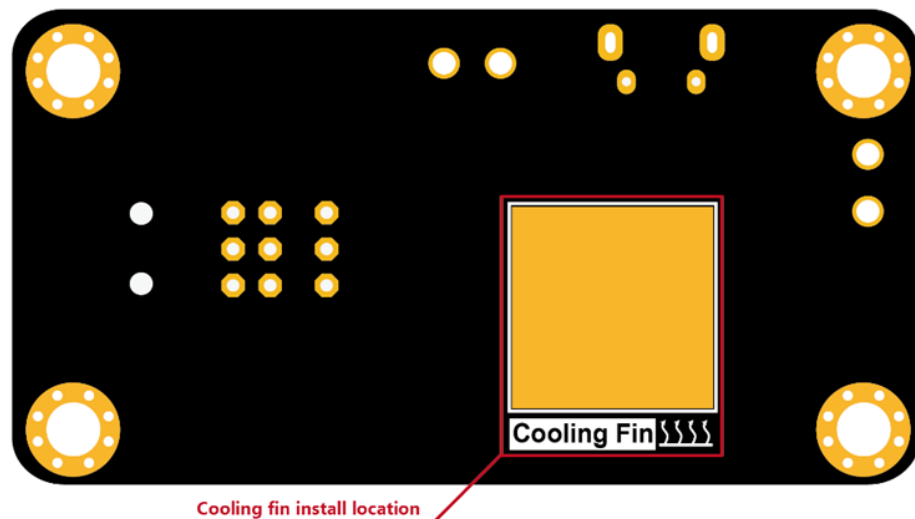


Figura 4.4.2. Diseño de la placa.  
(Fuente: <https://wiki.dfrobot.com/>)



## Front



## Back

Figura 4.4.3. Descripción de la placa.  
(Fuente: <https://wiki.dfrobot.com/>)

#### 4.5. Panel solar fotovoltaico.

Ya que la boya que hemos diseñado estará en la mar recibiendo grandes cantidades de radiación solar, hemos pensado en utilizar esta fuente de energía renovable e inagotable; mediante la utilización de los paneles solares para la producción de energía solar fotovoltaica.

Este proyecto está alimentado con cuatro paneles. En buenas condiciones solares, cada placa que hemos montado nos puede proporcionar 5V DC - 60mA - 300 mW. Así, conectados en paralelo nos proporcionarán una tensión de 5 V y una corriente pico de 240 mA. No generamos una corriente de gran intensidad pero, junto a una batería recargable, Xibasea podrá funcionar un tiempo más que suficiente hasta la retirada del aparejo.

De hecho ningún fabricante nos recomienda que alimentemos nuestro circuito directamente con la salida del panel solar. Las placas que montamos poseen células monocristalinas que destacan por estar fabricadas con silicio de muy alta pureza. Son de color oscuro y bordes redondeados. Este tipo de celdas de color negro son las más eficientes, también en términos de espacio, por ser de un tamaño pequeño.



Figura 4.5. Placa solar.  
(Fuente: <https://tienda.bricogeek.com/>)

#### Características técnicas de cada placa solar:

- Célula monocristalina (eficiencia entorno a un 19%).
- Voltaje de salida: 5V.
- Corriente pico: 60mA.
- Potencia máxima: 300mW.
- Dimensiones: 68 x 37mm.
- Resistente a la luz UV.

Dado que la boya estará sometida a las inclemencias de la mar, la placa solar tiene una delgada capa de fibra de epoxy aplicada en la fabricación, que le confiere mayor robustez y alarga su tiempo de vida.

#### **4.5.1. Energía solar fotovoltaica.**

Debido a la radiación solar, los fotones del sol inciden sobre los paneles solares (la fuerza con la cual debe de impactar la partícula de radiación es de 1,2 eV). Trasmitiendo su energía a los electrones de las células fotovoltaicas de los paneles (compuestas de Silicio). Por ello los electrones se liberan del átomo de Si, quedando el átomo incompleto, venciendo la energía que les atrae a su núcleo y transportándose por el material conductor, con la consiguiente generación de corriente eléctrica.

Debemos de considerar diferenciar el efecto fotoeléctrico y el efecto fotovoltaico. El efecto fotoeléctrico es el causante de la liberación de electrones de un material debido a la radiación electromagnética en cambio el efecto fotovoltaico produce la corriente eléctrica debido a los electrones libres.

El Silicio empleado en las células fotovoltaicas, es el resultado de un proceso industrial (fusión del material, eliminado de impurezas...) del cual obtenemos silicio monocristalino o silicio policristalino. El silicio obtenido se procesa desde lingotes a finas láminas que posteriormente serán ensambladas y conectadas entre sí conformando los paneles solares fotovoltaicos.

Por último, estos componentes se someten a varios procesos químicos para convertirse en células solares mucho más finas que se ensamblan y se conectan entre sí componiendo los paneles solares fotovoltaicos.

El silicio monocristalino en su composición química es cristal único Si o mono-Si. El silicio monocristalino es de elevada pureza, con un aspecto oscuro y bordes redondeados. Con una eficiencia del 20% y un coste de producción es más elevado.

El silicio multicristalino o policristalino, tiene los bordes cuadrados, los cantos forman ángulos de 90°. El silicio multicristalino se compone de pequeños cristales de silicio, su coloración es más clara, y muy similares a las escamas. Tiene una eficiencia del 16% y por consiguiente un coste de producción más reducido.

#### **4.6. Batería de polímero de iones de Litio (Polymer lithium-ion battery, LiPo).**

Montamos una batería de Polímero de Litio de capacidad 900mAh a 3.7V, modelo 603048. La batería está protegida con un circuito de control. Este tipo de baterías proporciona una fuente de alimentación muy eficiente, a la vez que son muy ligeras y soportan altos picos de corriente.

Incorpora un conector tipo JST para conectarlos directamente a un circuito. Este tipo de baterías no se pueden recargar con cargadores convencionales debido a su propio funcionamiento y debe usarse un cargador especial, que realice la carga lentamente y con poco amperaje, o de lo contrario podemos dañarla.



Figura 4.6. Batería LiPo.  
(Fuente: original del autor)



#### Características técnicas de la batería:

- Tipo: 1C (3.7V).
- Descarga: <8% por mes.
- Temperatura de funcionamiento: -25 a 60C.
- Dimensiones: 50mm (largo) x 30mm (ancho) x 6mm (espesor).
- Peso: 18.5g.

Según sus especificaciones esta batería LiPo es del tipo 1C. Éste dato nos da información del procedimiento de carga. Para determinar el valor en Amperios al cual tenemos que cargar nuestra batería, deberíamos de dividir los 900mAh que posee de capacidad entre 1000, obteniendo un valor de carga de 0.9A durante un período de tiempo de una hora. Pasado este tiempo tendríamos cargada nuestra batería.

#### **4.6.1. Circuito de control de la batería.**

El circuito de control de la batería es conocido por sus siglas en inglés como PCM (Protection Circuit Module) y, en nuestro caso, está fabricado por “Smartec”.

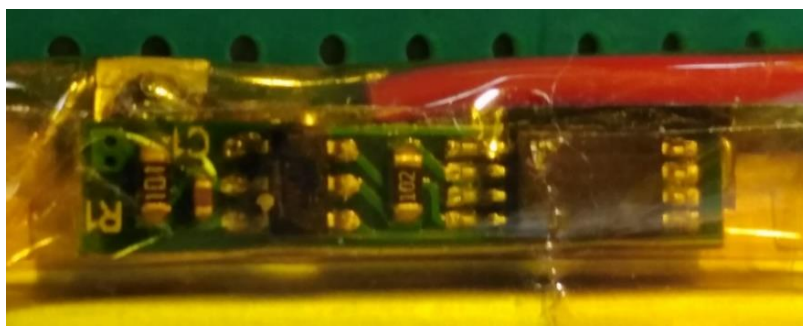


Figura 4.6.1.1. Circuito de control de la batería.  
(Fuente: original del autor)

Este pequeño circuito impreso tiene distintas funciones. El circuito de control es el encargado de admitir carga y permitir la descarga de la batería hasta un cierto valor. Para ello determina el momento en el cual ya no es capaz de descargarse, cortando para ello la tensión. Esto se produce cuando los valores disminuyen de 3.7V de cada célula.

Otra función del circuito de control está en la carga. Cuando la célula de 3.7V alcanza la tensión de 4.2V, el circuito corta la entrada de corriente. A partir de ese momento el circuito de protección nos permite la descarga, pero no la carga.

La tensión de cada célula se encuentra entre 2.5 a 4.2V. Fuera de esos valores, si la descargamos o sobrecargamos destruiremos la batería siendo irrecuperable.

En el esquema electrónico del circuito de control de la batería observamos los terminales que vienen marcados como:

P + = Conectado al + del cargador.

P - = Conectado al - del cargador.

B + = Conectado al + de la batería.

B - = Conectado al negativo de la batería.

NT = Resistencia de 10 K $\Omega$ .

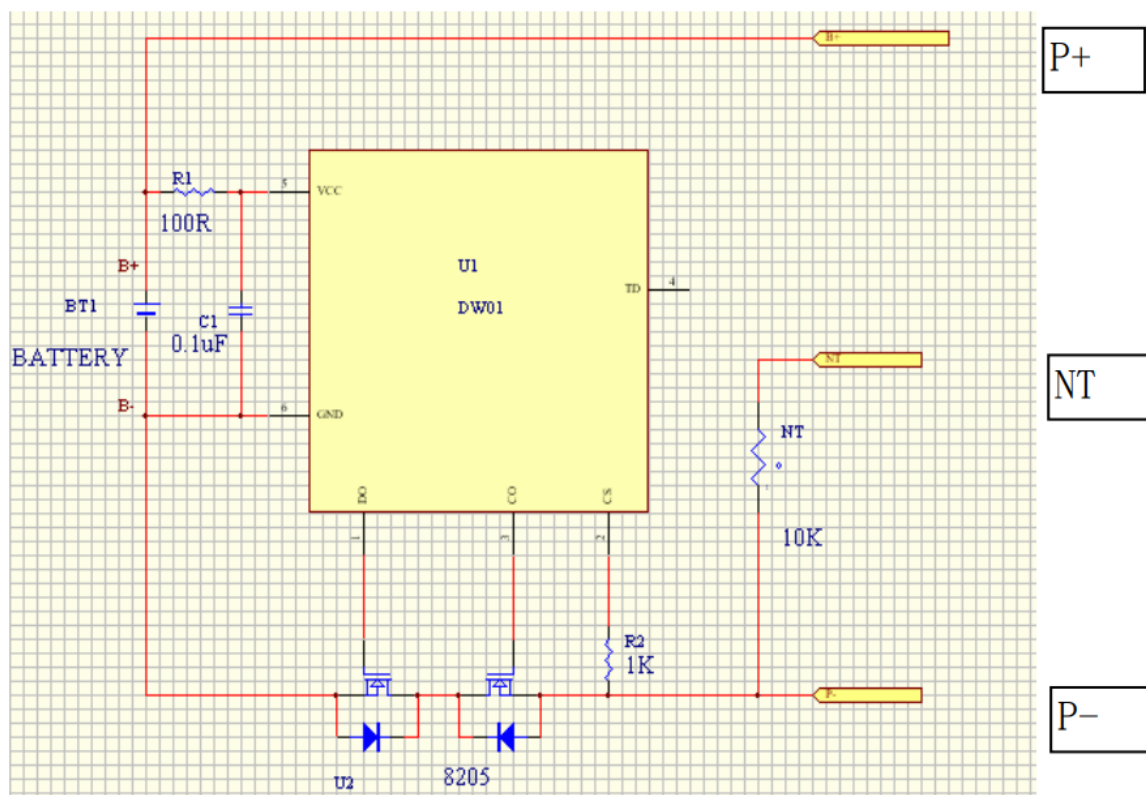


Figura 4.6.1.2. Pinout del circuito de control de la batería.  
(Fuente: documentación batería)

#### 4.7. Luz estroboscópica.

Dado que la actividad pesquera pueda ser realizada con poca luz o durante la noche, se ha decidido montar un diodo emisor de luz, conocido por su sigla en inglés LED (light emitting diode), que funcione como luz estroboscópica, y facilite la localización del aparejo en la mar, incluso a varias millas, pudiendo ser configurable los destellos por requerimiento del patrón. El patrón tiene la opción de activar los destellos desde su dispositivo mediante la aplicación.

El circuito está formado por un LED azul de alta luminosidad como podemos ver a continuación en la figura 4.7.

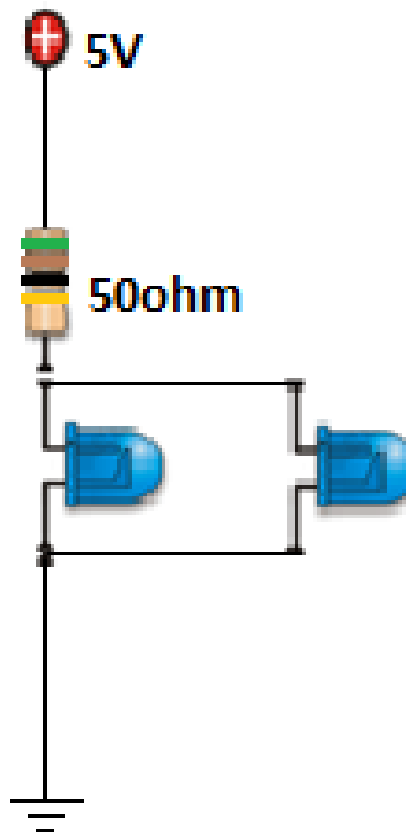


Figura 4.7: Circuito diodo emisor de luz.  
(Fuente: elaboración propia).

## 5.FABRICACIÓN DE LA RADIO BOYA.

### 5.1. Material de fabricación de la radio boya.

Para la fabricación de la boya se ha elegido un material biodegradable, llamado PLA. Este es un plástico biodegradable que se obtiene del almidón del trigo, remolacha y maíz.

El filamento utilizado es el modelo “PLA-HD WINKLE de 1.75 mm de diámetro” de fabricación española. El color elegido es el amarillo canario, para facilitar su visibilidad en la mar, y tiene un coste por bobina de 1Kg de 22,95€. La bobina viene envasada en una bolsa sellada para proteger el producto de la humedad y los rayos UV.

El PLA HD se presenta comercialmente en diámetros de 1.75mm o 2.85mm. Es un filamento que se emplea en impresoras 3D con tecnología (FFF, fused filament fabrication) o modelado por deposición fundida (MDF).



Figura 5.1. Bobina de PLA HD empleada.  
(Fuente: <https://winkle.shop/>)

## 5.2. Impresora 3D.

La impresora utilizada para la fabricación de la radio boya es el modelo “Creality CR -10S PRO”, fabricada por CREALITY, siendo la impresora de uso profesional. Como la que presentamos en la siguiente figura.

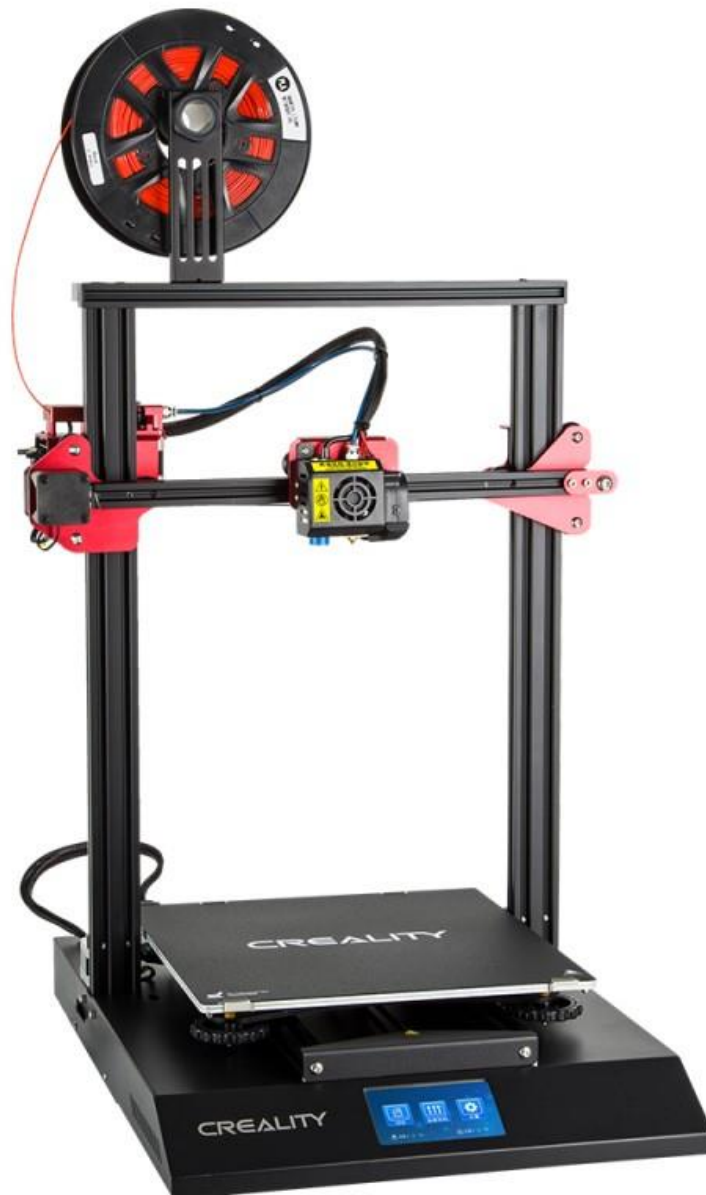


Figura 5.2. Impresora 3D utilizada.  
(Fuente: [www.creality3dofficial.eu](http://www.creality3dofficial.eu))

### Características técnicas de la impresora 3D:

- Voltaje: 24V.
- Voltaje de red compatible: 110/220V. Fuente de alimentación del fabricante MEAN WELL.
- Volumen de impresión: 300 x 300 x 400mm.
- Velocidad de impresión máxima: 70mm/s (aconsejable 50mm/s).
- Posee cama caliente.
- Filamento compatible: termoplásticos como PLA, PLA reforzado, PETG, TPU, ABS de 1.75mm y fibra de carbono.
- Altura mínima de capa: 0.1mm.
- Nº de extrusores: 1.  
Extrusador Bowden Dual Drive o de doble engranaje con más empuje.
- Diámetro de nozzle: 0.4mm.
- Formato de archivo compatible: STL, G-Code, OBJ.
- Conexión: la conectividad se realiza por USB o tarjeta Micro-SD.
- Sensor inductivo para la calibración.
- Es compatible con G-codes (Simplify 3D, Cura, Slic3r y Repetier).
- Tamaño de la impresora: 490 x 550 x 654mm.
- Peso neto de 13.1Kg.

### **5.3. Plano de construcción de la boya.**

La radio boya ha sido fabricada en varias impresiones, siendo la más compleja y costosa en tiempo de impresión la parte inferior por la forma y la fabricación de la rosca de cierre.

La tapa superior también ha sido roscada para permitir su cierre y dándole a la radio boya mediante una junta tórica la estanqueidad necesaria frente al agua.

El tiempo total empleado para la fabricación de la radio boya ha sido de 42 horas.

A continuación presentamos las Figuras 5.3.1., Figura 5.3.2. y Figura 5.3.3. del diseño de la radio boya en 3D.

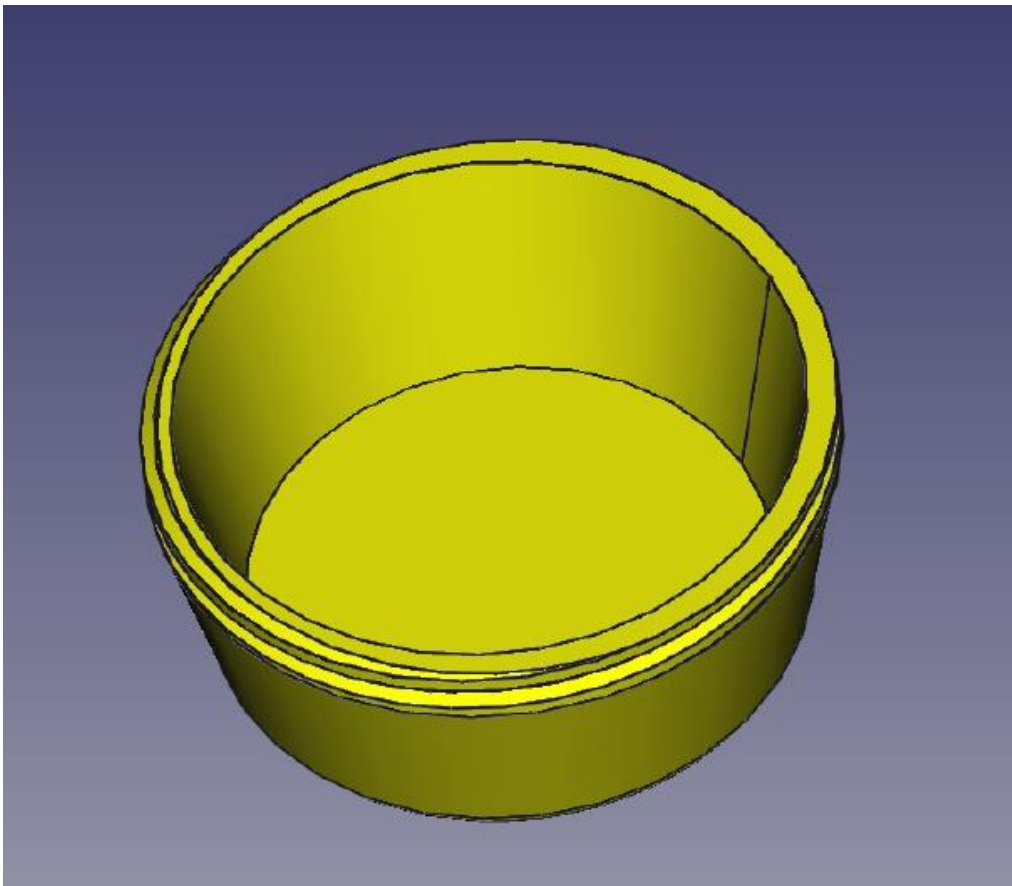


Figura 5.3.1. Vista interior radio boya 3D.  
(Fuente: original del autor)

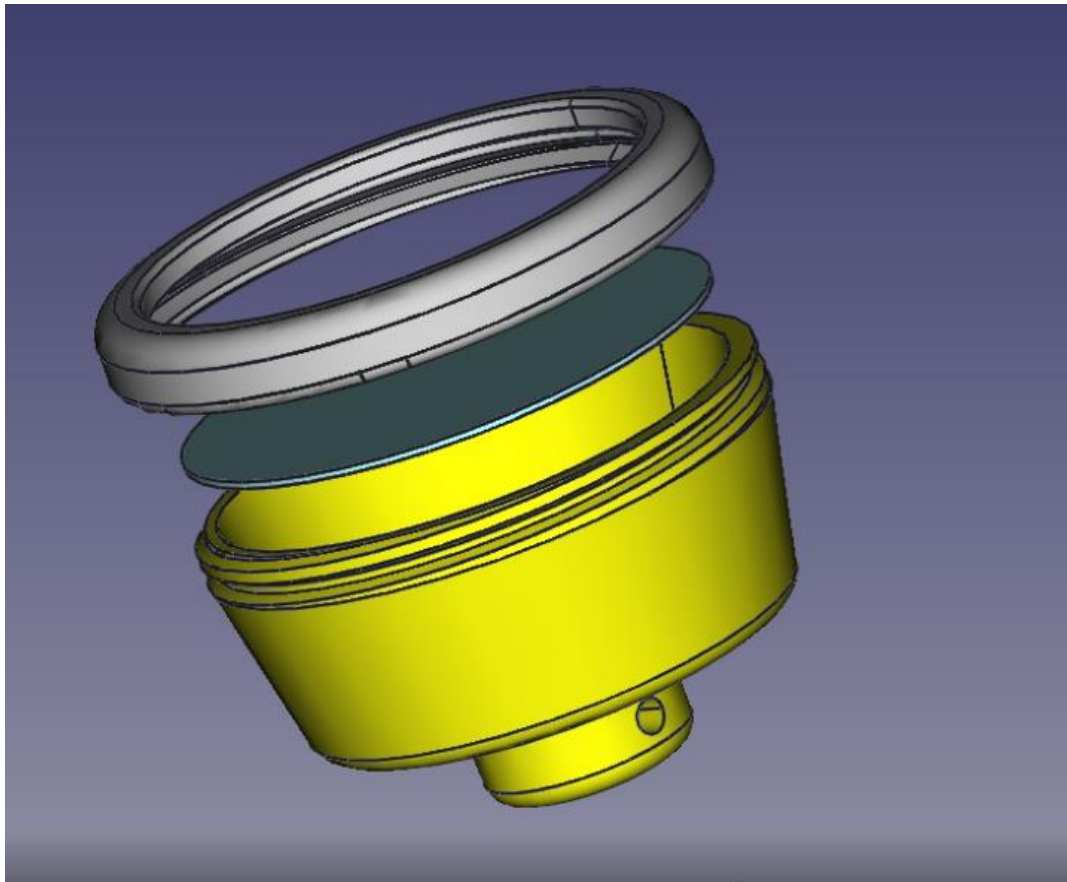


Figura 5.3.2. Vista componentes radio boya en 3D  
(Fuente: original del autor).

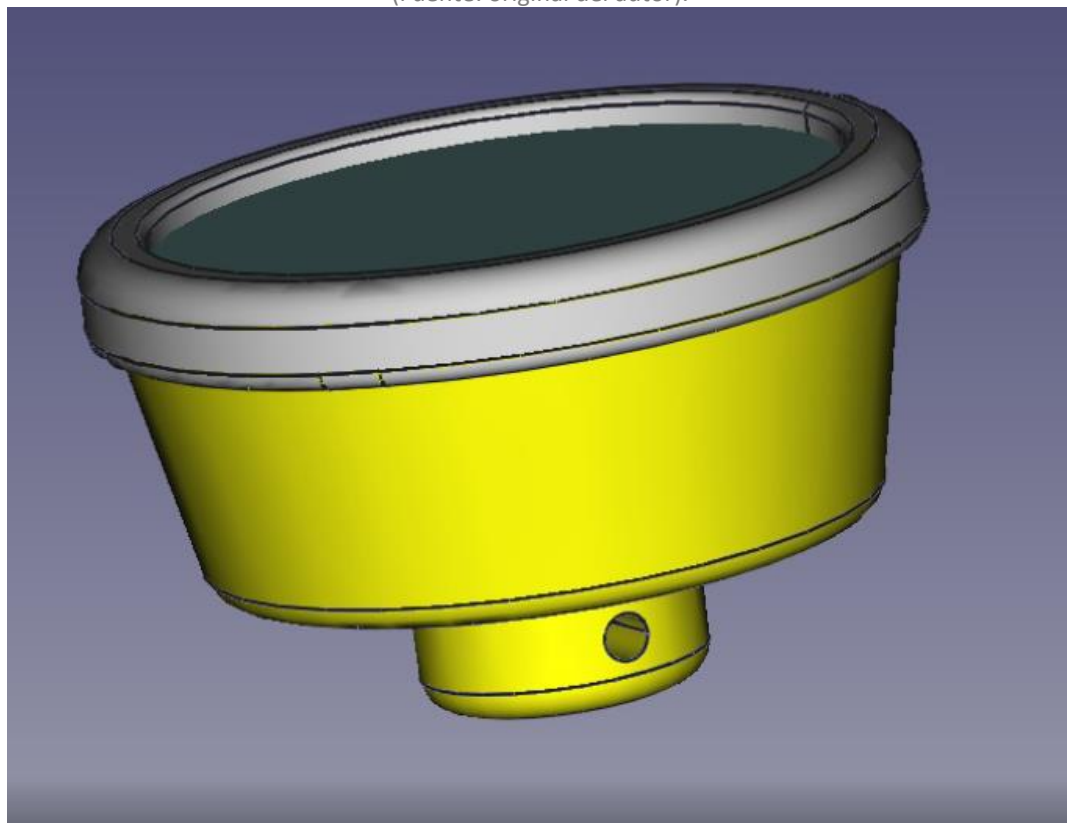


Figura 5.3.3. Vista radio boya en 3D.  
(Fuente: original del autor).



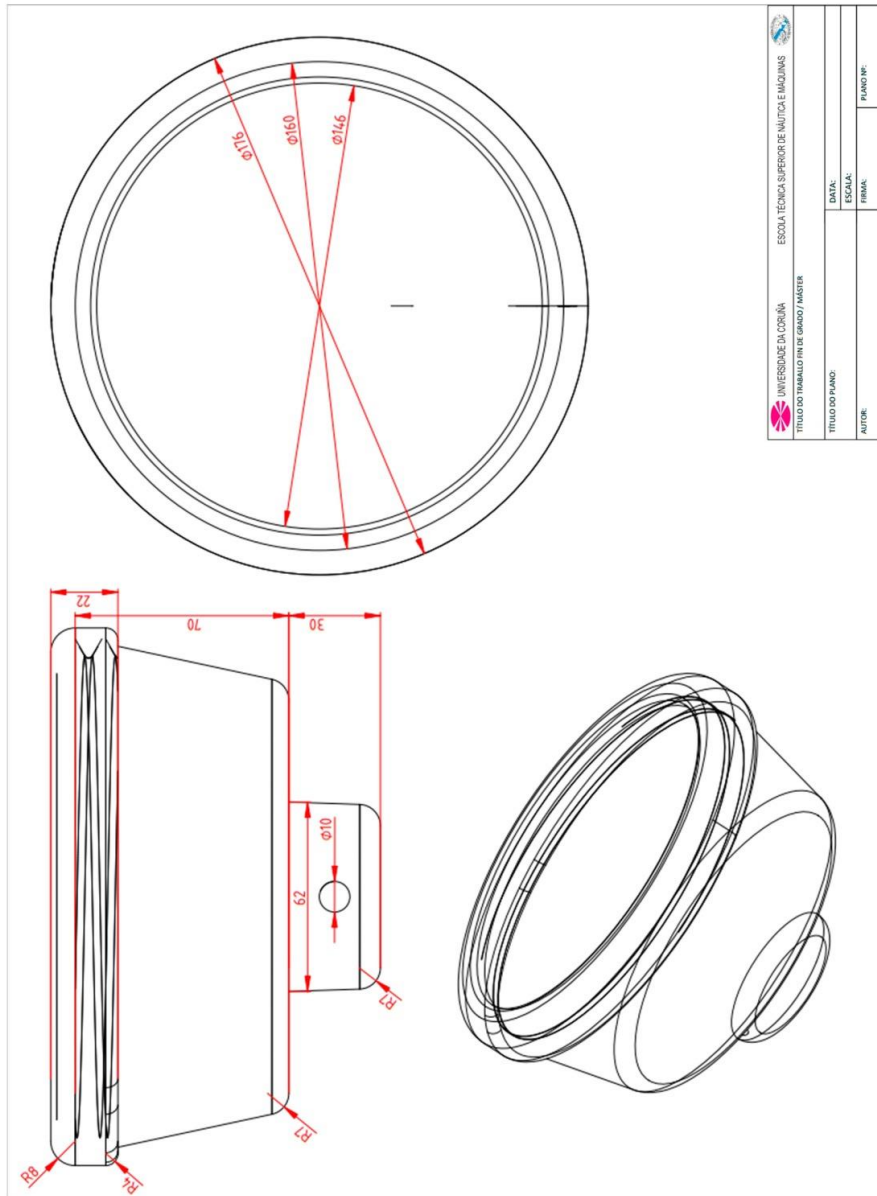


Figura 5.3.4. Plano con dimensiones de la boya.  
(Fuente: elaboración propia).

#### 5.4. Radio boya ensamblada.

A continuación presentamos distintas vistas de la radio boya.







Figura 5.4. Radio boya.  
(Fuente: elaboración propia)

## 6. COSTE ECONÓMICO DEL PROYECTO.

Presentamos una tabla resumen de los componentes con sus correspondientes costes derivados de la fabricación de una radio boya “Xibasea”.

COMPONENTES	ITEMS	COSTE EN €
PLACA CIRCUÍTO IMPRESO	1	10 €
GPS NEO 6 M	1	11 €
MÓDULO BLUETOOTH	1	22 €
FUENTE ALIMENTACIÓN /CARGADOR	1	12 €
PLACAS SOLARES	4	2.50 €
IMPRESIÓN EN 3D	32h	2€/h
COSTE TOTAL COMPONENTES		+----- 129 €

Tabla 6.1. Tabla de costes de la radio boya.  
(Fuente: elaboración propia)

## 7. CONCLUSIONES.

El proyecto presentado se ajusta a las necesidades identificadas en la elaboración del anteproyecto. Intentamos automatizar un proceso como es la maniobra de detección del aparejo en nuestra flota de bajura, mediante una radio boya que facilita el proceso, reduciendo los tiempos de detección y manteniendo localizado (“o plotado”, como comúnmente se dice en la jerga) el aparejo o los aparejos que tengamos largados en la mar.

Hemos manejado correctamente la información procedente de la instrumentación; en este caso, los datos procedentes de un GPS recibidos en tramas en formato NMEA. Hemos podido presentar esta información de una manera práctica y sencilla (en Latitud y Longitud).

Con este proyecto creo que hemos realizado una explotación óptima de la instalación marítimo-industrial, automatizando un proceso que antaño realizábamos de una forma artesanal.

En la actualidad cualquier embarcación de bajura dispone de GPS, radar, sonar..... aparatos de pesca que facilitan la actividad en la mar, y con ello la presencia de ordenadores para presentar toda esta información donde podremos presentar los datos de localización de Xibasea o monitorizarla mientras realizamos otras labores necesarias en la pesca. A bordo tenemos redes como la que emplea el GMDSS que utiliza NMEA para interconectar del GPS, VHF con distress.

Nos podemos proponer en una futura línea de mejora aumentar el alcance de la radio boya utilizando un sistema de radiofrecuencia como el sistema (LoRa). **LoRa** es una tecnología inalámbrica (al igual que WiFi, Bluetooth, LTE, SigFox o Zigbee) que emplea un tipo de modulación en radiofrecuencia patentado por Semtech, una importante empresa fabricante de chips de radio. La tecnología de modulación se denomina Chirp Spread Spectrum (o CSS) y se emplea en comunicaciones militares y espaciales desde hace décadas.

Otra línea de desarrollo de este proyecto sería el diseño y desarrollo de una aplicación propia para que el cliente disponga de la localización de Xibasea en su móvil o en su tableta. Esto nos permitiría mostrar dicha localización en una carta náutica.

También podríamos mejorar la transmisión de datos de nuestra radio boya mediante la encriptación de datos de la trama NMEA. De este modo, con un conjunto de claves exclusivo para cada armador, impediríamos que el resto de la flota dispusiera de la localización de nuestras boyas y evitaríamos la pérdida del aparejo y la radio boya por robo.

Otra línea interesante de estudio es la mejora en la producción de la radio boya realizando un estudio de la fabricación mediante el moldeo por inyección. Este método presente en la industria, consistente en inyectar a través de un orificio un metal, cerámico o un polímero en estado fundido en un molde frío y a presión. Nos permitiría obtener piezas moldeadas en grandes cantidades para nuestra radio boya "Xibasea".

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

- Doberstein, D. (2012). *Fundamentals of GPS Receivers, A Hardware Approach*. Edited by Springer.
- Monk, S. (2017). *Programación de Arduino, Introducción a sketches*. Editorial Anaya.
- Tanenbaum, A. y Wetherall, D. (2012). *Redes de computadoras*. Editorial Pearson Educación.
- Culkin, J. y Hagan, E. (2018). *Aprende electrónica con Arduino*. Editorial Marcombo.
- Aliverti, P. (2019). *Arduino trucos y secretos*. Editorial Marcombo.
- Banzi, M. (2012). *Introducción a Arduino*. Editorial Anaya.
- Eiroa del Río, F. (1986). *La pesca artesanal en Galicia*. Ediciós do Castro.
- “Manual Furuno GPS-32”. Edited by Furuno.
- (Gillis,2021). What is the internet of things (IoT)?.  
<https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>.
- Llamas, L. (27 de septiembre de 2016). *Localización GPS con Arduino y los módulos GPS NEO-6*. Luis Llamas. Ingeniería, informática y diseño.  
<https://www.luisllamas.es/localizacion-gps-con-arduino-y-los-modulos-gps-neo-6/>.
- Gobierno de los Estados Unidos. (1 de febrero de 2023). *Información oficial del Gobierno de los Estados Unidos relativo al Sistema de Posicionamiento Global y temas afines*. <https://www.gps.gov/spanish.php>.
- Miki. (1 de febrero de 2023). *Bluetooth en Arduino*. Tienda online de componentes electrónicos Miki.Pro. <https://www.miki.pro/bluetooth.html>.

- Shoptronica. (1 de febrero de 2023). *Que es el valor "C"?*.

<https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/3316-que-espcm-para-baterias-de-litio-li-po-0689593946102.l>

- Arduino (1 de febrero de 2023). *Arduino Uno Rev3*. <https://www.arduino.cc/>.

- Redeiras artesás. (1 de febrero de 2023). *Artes de pesca*. O peirao, redeiras artesás. <https://www.redeirasdegalicia.org/es/artes>.

- <https://www.dfrobot.com/>.

## 9. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

- IoT: Internet de las cosas.
- GPS: Sistema de Posicionamiento Global.
- PC: ordenador personal.
- LED: light emitting diode.
- PCB: placa de circuito impreso.
- IDE: entorno de desarrollo integrado.
- LiPo: polymer lithium.
- Polymer lithium-ion battery: batería de Polímero de iones de Litio.
- PCM: protection circuit module.
- LoRa: long range (largo alcance).
- NMEA: National Marine Electronics Association.
- PWM: pulse-width modulation (modulación por ancho de pulsos).
- RX (recepción) y TX (transmisión).
- UART: universally asynchronous receiver/transmitter.
- SBAS: Satellite Based Augmentation System (Sistema de Aumentación Basado en Satélites).
- WAAS: Wide Area Augmentation System.
- EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service.
- MSAS: Multi-Functional Satellite Augmentation System.
- GAGAN: GPS and GEO Augmented Navigation.



**10. ÍNDICE DE TABLAS.**

- Tabla 3.1. Tablas comparativas de radio boyas comerciales.....9
- Tabla 6.1. Tabla de costes radio boya “Xibasea” .....48

**11. ÍNDICE DE FIGURAS.**

- Figura 2.1. “Xibasea” preparada para largar.....3
- Figura 2.2. Nasa de nécora.....4
- Figura 2.3. Trasmallo para Jibia.....4
- Figura 2.4. Palangre de superficie.....5
- Figura 2.5. Símbolo de la aplicación.....6
- Figura 2.6. Captura de pantalla del dispositivo con los datos recibidos.....7
- Figura 4.1. Componentes electrónicos de la radio boya.....10
- Figura 4.1.1. Placa Arduino Uno.....12
- Figura 4.1.2. Atmega328p de ATMEL.....14
- Figura 4.1.3. Pinout de la PCB.....15
- Figura 4.2. Módulo GY-NEO6MV2 con antena cerámica.....16
- Figura 4.2.1.1. Pinout del módulo HC-05.....18
- Figura 4.2.1.2. Diagrama esquemático del módulo.....19
- Figura 4.2.1.3. Antena activa cerámica.....20
- Figura 4.3.1. Módulo de Bluetooth HC-05.....25
- Figura 4.3.2. Componentes del módulo de Bluetooth HC-05.....26
- Figura 4.3.1.1. Pinout del módulo HC-05.....28
- Figura 4.3.1.2. Pinout de los circuitos integrados del módulo HC-05.....29
- Figura 4.4.1. Fuente de alimentación-cargador.....30
- Figura 4.4.2. Diseño de la placa.....31
- Figura 4.4.3. Descripción de la placa.....32

- Figura 4.5. Placa solar.....	33
- Figura 4.6. Batería LiPo.....	35
- Figura 4.6.1.1. Circuito de control de la batería.....	36
- Figura 4.6.1.2. Pinout del circuito de control de la batería .....	37
- Figura 4.7. Circuito diodo emisor de luz.....	38
- Figura 5.1. Bobina de PLA HD empleada.....	39
- Figura 5.2. Impresora 3D utilizada.....	40
- Figura 5.3.1. Vista interior radio boya en 3D.....	42
- Figura 5.3.2. Vista componentes radio boya en 3D.....	43
- Figura 5.3.3. Vista radio boya en 3D.....	43
- Figura 5.3.4. Plano de dimensiones de la radio boya.....	44
- Figura 5.4. Radio boya.....	45-47

## 12. ANEXOS.

### 12.1. Anexo: código Arduino.

```

#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
int led12 = 12;
int estado = 0;
char caracter;
static const int RXPin = 4, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSTBaud = 9600;
// The TinyGPS++ object
TinyGPSPlus gps;
// The serial connection to the GPS device
SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin);
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led12, OUTPUT);
  ss.begin(GPSTBaud);
}
void loop(){
  // This sketch displays information every time a new sentence
  is correctly encoded.
  while (ss.available() > 0){
    gps.encode(ss.read());
    if (gps.location.isUpdated()){
      Serial.print("Latitude= ");
      Serial.print(gps.location.lat(), 6);
      Serial.print(" Longitude= ");
      Serial.println(gps.location.lng(), 6);
    }
  }
  if(Serial.available()>0){
    estado = Serial.read();
  }
  if(estado == '1'){
    digitalWrite(led12, HIGH);
    delay (500);
    digitalWrite(led12, LOW);
    delay (500);
    digitalWrite(led12, HIGH);
    delay (500);
    digitalWrite(led12, LOW);
    delay (500);
    digitalWrite(led12, HIGH);
    delay (500);
    digitalWrite(led12, LOW);
    delay (500);
    digitalWrite(led12, HIGH);
  }
  if(estado == '2'){
    digitalWrite(led12, LOW);
  }
}
}

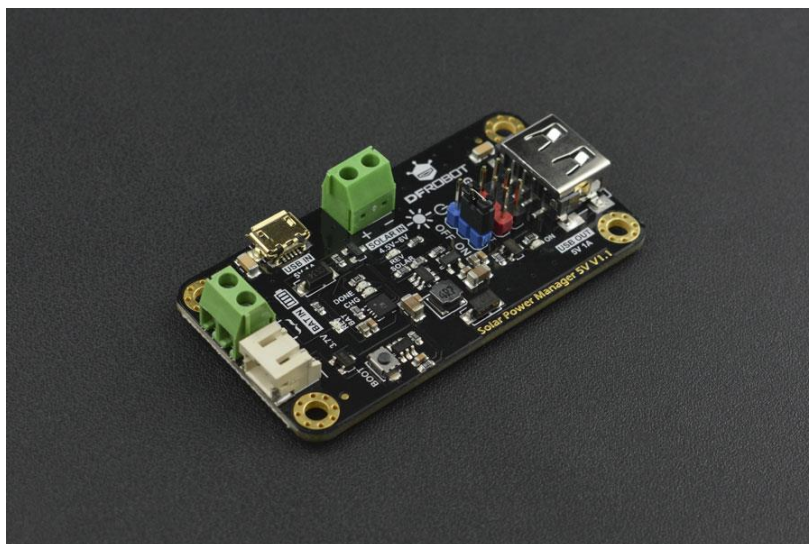
```

## 12.2. Anexo: documentación fuente de alimentación y cargador solar.

(Extraído de: [www.dfrobot.com](http://www.dfrobot.com))

### Solar Power Manager 5V V1.1

The DFRobot **Solar Power Manager** series are designed for IoT and renewable energy projects, providing safe and high-efficiency embedded solar power management modules for makers and application engineers. All modules in this series have MPPT (Maximum Power Point Tracking) to maximize solar energy conversion efficiency under various sunlight. A complete battery and power protection provides reliable power management for different types of solar projects.



### Introduction

**Solar Power Manager 5V** is a small power and high-efficiency solar power management module designed for 5V solar panel. It features as MPPT (Maximum Power Point Tracking) function, maximizing the efficiency of the solar panel. The module can provide up to 900mA charging current to 3.7V Li battery with USB charger or solar panel. The ON/OFF controllable DC-DC converters with 5V 1A output satisfies the needs of various solar power projects and low-power applications. The module also employs various protection functions for battery, solar panel and output, which greatly improves the stability and safety of your solar projects.

## Version History

- **V1.0:** It is highly recommended to use a 3.7V lipo battery with protection circuits to improve battery safety.
- **V1.1(Newest):** Battery (BAT IN) overcurrent and overdischarge protection is added to improve battery safety. It can be use for 3.7 lipo battery no matter it is packed with protection circuits or not.

## Features

- Constant Voltage MPPT Algorithm, Maximizing Solar Panel Efficiency
- Designed for 5V Solar Panel.
- Double Charging Mode: Solar/USB Charger (900mA Max Charge Current)
- 5V ON/OFF Controllable Regulated Power Supply for Low-Power Applications.
- Various Protection Functions.
- USB Connector with ESD Shell.

## Specifications

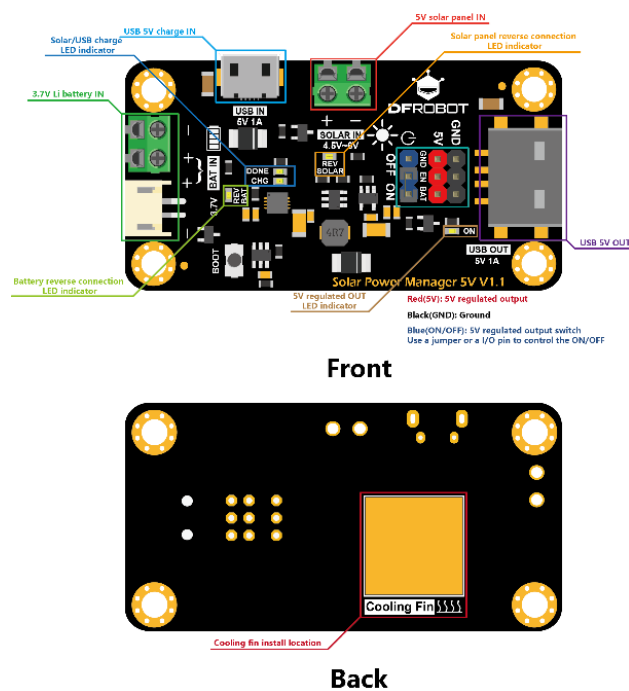
- Solar Power Management IC: CN3065
- Solar Input Voltage (SOLAR IN): 4.5V~6V
- Battery Input (BAT IN): 3.7V Li-Polymer/Li-ion Battery
- Charge Current (USB/SOLAR IN): 900mA Max Trickle Charging, Constant Current, Constant Voltage Three Phases Charging
- Charge Cutoff Voltage (USB/SOLAR IN): 4.2V±1%
- USB IN Voltage: 5V
- Regulated Power Supply: 5V 1A
- Regulated Power Supply Efficiency (3.7V Battery IN)
  - 5V/USB OUT: 89%@10%Load, 86%@50%Load, 83%@90%Load
- USB/Solar Charge Efficiency: 73%@3.7V 900mA BAT IN
- Maximum Quiescent Current: <1 mA
- Protection Functions
  - BAT IN: Over Charge Voltage (4.3V)/Over Discharge Voltage (2.4V) /Over Current (3A) /Reverse Connection Protection
  - 5V/USB OUT: Short Circuit/ Over Current/ Over Heat Protection
  - SOLAR IN: Reverse Connection Protection
- Operation Temperature: -40°C~85°C
- Dimension: 33×63 mm / 1.30×2.48 in

- Weight: 12 g

## Applications

- Smart Solar Powered Environment Monitor System
- Solar Powered Robots
- Small Solar Street Lamp
- Solar Power Bank

## Board Overview



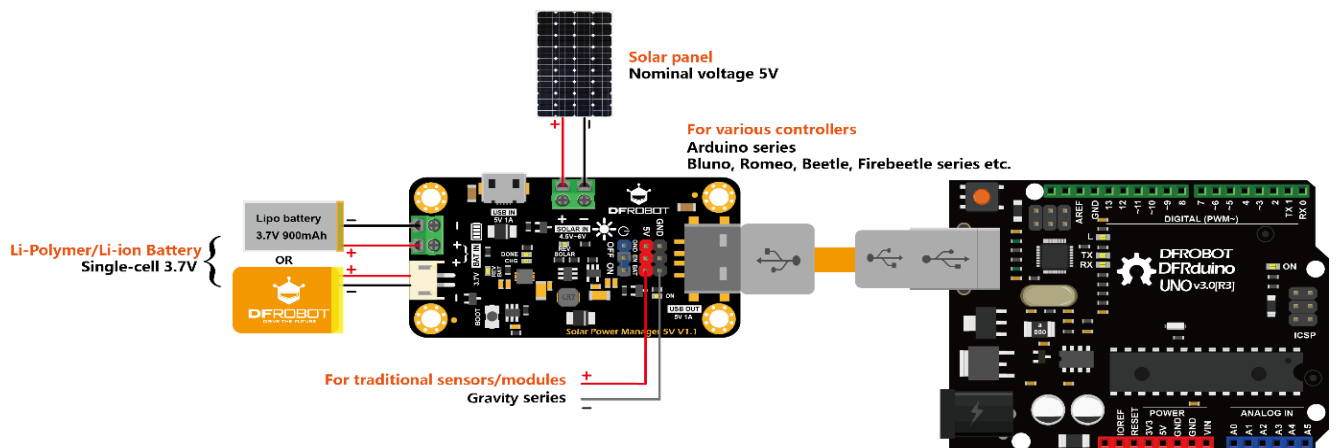
## Quick Start

### Build a solar powered system

- Connect the Li battery to BAT IN.
- Connect the solar panel to SOLAR IN.
- Connect USB OUT of the module to Arduino with USB cable.
- Connect all the VCC and GND pins of the peripherals to the regulated power supply headers 5V and GND.
- Insert the jumper on the ON of the blue header.

## Attention

- Each time the BAT IN terminal battery is replaced, the module USB OUT/5V pin header (red) does not output immediately due to the function of the lithium battery protection. The output can be restored by pressing the **BOOT button** or charging the battery in one of the USB/SOLAR IN ports.
- If a 5W (or above) solar panel or USB charger is used, the CN3065 may run in full load, trying to charge the battery at maximum 900mA. In order to improve the cooling of the IC, it is highly recommended to attach the **thermal conductive silicone pad** and **Aluminum cooling fin** (included in the kit) to the bottom of the module where the label "Cooling Fin" is located.

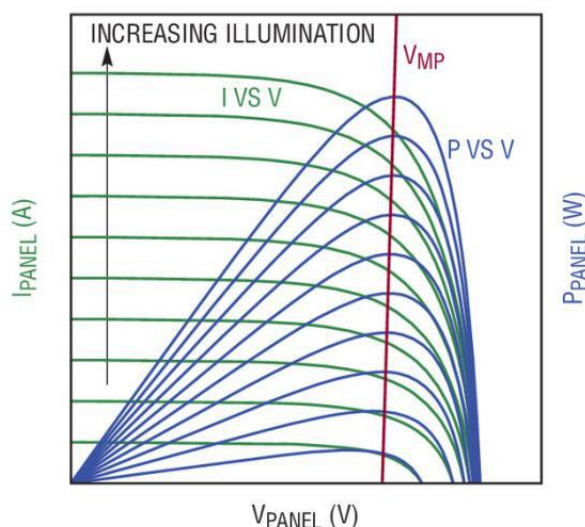


## Detailed Description

Maximum Power Point Tracking, MPPT

The **MPPT (Maximum Power Point Tracking)** can ensure the solar panel output power maintains at its maximum under different loads and sunlight, maximizing the conversion efficiency. We can identify the short circuit current  $I_{SC}$  and the open circuit voltage  $V_{OC}$  from the cross points of the I/V curve (green) with x and y axis respectively. The  $I_{SC}$  and  $V_{OC}$  grow larger with the illumination increasing. With the output voltage  $V_{PANEL}$  growing, the output current  $I_{PANEL}$  gradually decreases and then jumps down after crosses a special point  $V_{MP}$ , the maximum power voltage. By multiplying the voltage and current, which obviously results in power, and take the output voltage as the x axis, we obtain the P/V curve (blue). The output power  $P_{PANEL}$  reaches its peak when the output

voltage is at  $V_{MP}$ . Although the maximum power increases with illumination, the  $V_{MP}$  changes little. Therefore, we may approximately take the  $V_{MP}$  as a constant for a specific solar panel under different illumination.



"IV/PV characteristic curve of a typical solar panel (picture from Linear Technology)") Inspired by the observation above, the CN3065 solar power management IC (employed by this module) maximizes the output power by keeping the output voltage at the vicinity of  $V_{MP}$ , which is also called **constant voltage MPPT algorithm**. Benefited from this feature, the module has a better conversion efficiency compared to common linear battery charger.

## Charging Cycle

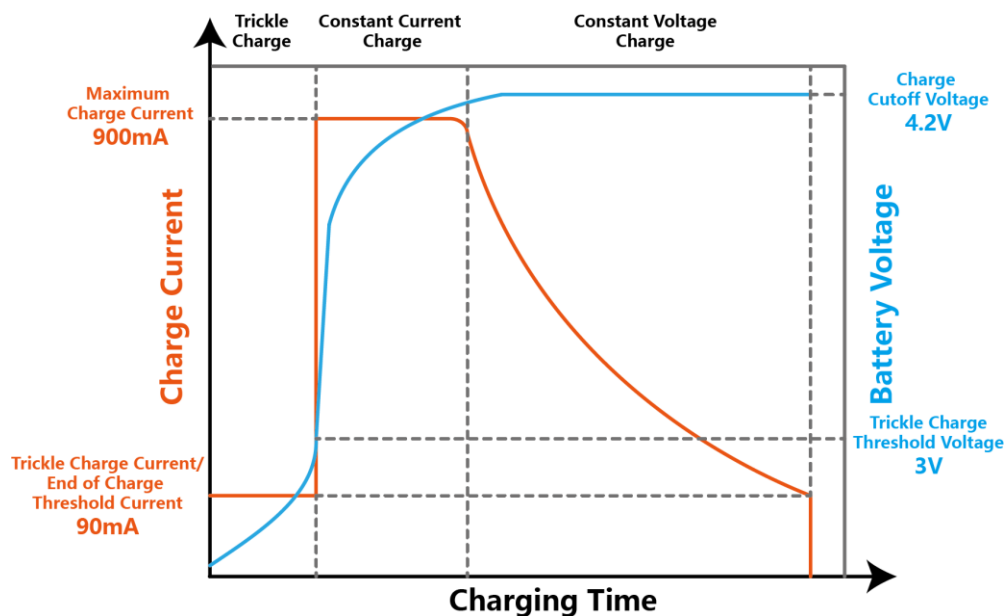
The module safely and quickly charges lithium battery through three phases: trickle charge, constant current charge, constant voltage charge.

- **Trickle charge:** Since the internal resistance of the lithium battery becomes high when the voltage is low, it is not a good manner to charge with large current at the beginning. Otherwise, the battery temperature rises and the battery life is lowered. When the battery voltage is lower than the trickle charge threshold voltage of 3V, the module enters the trickle charge phase, charging the battery at 10% of the maximum charge current up to 90mA, until the battery voltage is higher than 3V.
- **Constant current charge:** When the battery voltage is higher than 3V, the module enters the constant current charging phase, and the battery is charged with a constant current up to 900mA. During the phases of trickle and constant current charge, the CHG red LED turns ON and the DONE green LED turns OFF.
- **Constant voltage charge:** When the battery voltage is closing to the charge cut-off voltage of 4.2V, the module enters the constant voltage



charge phase. The module continues to charge the battery with a constant voltage, and the charging current gradually decreases. When the charging current drops to 10% of the maximum charging current of 90mA, the charging ends. The CHG red LED turns OFF and the DONE green LED turns ON.

- **Automatic recharge:** If the battery is fully charged (DONE ON), the module input source (SOLAR IN) not powered off and the battery voltage decreases due to self-discharge or load, when the battery voltage drops below 4.05V, a new charging cycle will automatically begin.



## Solar Panel Selection

The module is designed for 5V (nominal/maximum power voltage) solar panel. Any kinds of panel (monocrystal, polycrystal, thin flim) can be employed as long as the **open circuit voltage** is less than 6.5V. Taking the size, weight, price of the panel and the 900mA maximum charge current of the module all these factors into consideration, it is recommended to connect a solar panel with no more than 10W to the SOLAR IN terminal.



**NOTE:** The input voltage of **SOLAR IN** SHOULD NOT exceed 6.5V, or the module may be permanently damaged.

## Battery Selection

The battery input BAT IN provides two connectors JST PH2.0 and KF396 3.96mm 2P terminal, which directly connect each other internally. Usually, connect **one**

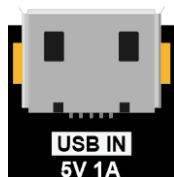
**3.7V Li-polymer/Li-ion battery (4.2V when fully charged)** to one of the connectors. The maximum charge current can be up to 900mA for both USB IN or SOLAR IN. Safety issue may arise if the charging current exceeds the nominal charge current of the battery, which is often determined by the capacity and charge rate of a battery. The maximum allowable charge current of a battery can be calculated with the equation: Maximum charge current(mA) = Capacity(mAH) \* Charge rate(C). Use this equation to check whether the battery is suitable. For commonly used 1C (charge rate) Li battery, the capacity should be at less 900mAh. For higher charge rate battery, smaller capacity can be used. Some Li batteries are packed with battery protection circuit to automatically limit the charge/discharge current. For such batteries, users are free of worrying about the charge current issue stated above.



**NOTE:** DO NOT use nonchargeable battery or chargeable battery not described above.

### USB Charge Requirement

The USB IN is only used for battery charging. It is recommended to use at less a 5V 1A AC adapter for battery charging.



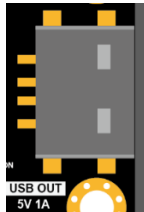
### USB/SOLAR IN Automatic Switching

Both the USB IN and SOLAR IN are capable of deliver 900mA max charge current. To prevent charge conflict caused by using both inputs, the USB charge has a higher priority. When the USB IN is powered on by AC adapter, the SOLAR IN will be automatically cut off. When the USB IN is powered down, the SOLAR IN resumes charging.

### Regulated Power Supply

The module provides a ON/OFF controllable 5V 1A regulated output. The 5V outputs of the header and USB OUT share the same output voltage and maximum current, however, USB OUT CAN NOT be shutdown.

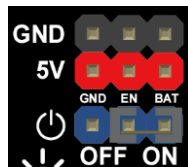
Most of the power banks available on the market has the automatic shutdown function to reduce the quiescent power under light loads. However, the automatic shutdown threshold is usually higher than many low power controllers, some even higher than the classical Arduino UNO (around 50mA). Such power banks will automatically shut itself down when the output current continues lower than some preset threshold after several seconds, which fails to apply to low power applications. The USB OUT employs the low quiescent power DC-DC boost converter and always remains ON to provide continuous power to low power controller.



Except from USB OUT, the header 5V output can be turned ON/OFF by all 3.3V and 5V controllers (such as Arduino, Fire Beetle or Raspberry Pi etc.). Pull out the jumper on the blue header, the output will be shutdown (LED indicator ON turns dark). Connect any IO and GND pin of the controller to the EN and GND pin of the blue header. When the IO pin is driven HIGH, the regulated output turns on. When driven LOW, the output turns OFF. This function is extremely useful in low power application. For example, connect all VCC and GND pins of the peripherals (sensors or other modules) to the 5V and GND pins. Turn on the regulated output and read all the data from the sensors. Turn off the output and put the controller into sleep mode for 1s (for example) until next wake up. By cycling the system into such discontinuous (or pulse) operation pattern, the average power consumption can be greatly reduced. Average power consumption and data acquisition interval are the trade off under such situation.

### Attention

- Turn off 5V header output will not turn off USB OUT 5V output, which CAN NOT be shutdown. The **total** output power of USB OUT and 5V header should not exceed  $5V \times 1.5A = 7.5W$ .
- Pay attention to the differences of the **GND** on the black header and blue header, though they share the same names. When the 5V output turns ON, the "GND" on the black header is connected to the system ground GND. When the 5V output turns OFF, they are disconnected. The GND on the blue header is the system ground GND.



## LED Indicators

There are three types of LED indicators indicating the operation status of different parts of the module:

- **Reverse connection LED indicators:** when the battery or solar panel are reverse connected at the BAT IN or SOLAR IN, the corresponding orange LEDs **REV BAT** or **REV SOLAR** turns ON, informing the user a reverse connection error.



- **Charge LED indicators:** when using the USB IN or SOLAR IN to charge the battery, the **CHG** LED (red) turns ON. If the battery is fully charged, the **CHG** LED turns OFF and the **DONE** LED (green) turns ON. If the battery is not connected, both CHG and DONE turn ON.



- **Regulated output LED indicator:** The ON LED (green) indicates the ON/OFF status of the 5V regulated output. The LED turns ON when the output turns ON and vice versa. Again, the USB OUT can not be shut down and has no LED indicator. Once one of the USB IN, BAT IN or SOLAR IN are available, the USB OUT outputs a 5V.



## Cooling Fin installation

If an USB AC adapter or a 10W (or above) solar panel is used, the solar power management IC CN3065 may run into full-load. The chip has over-temperature protection function, which will automatically limit the charge current, trying to protect the chip. To improve cooling and maximize charge current, which results in longer life-span and better performance, it is highly recommended to stick the **Aluminum cooling fin** with the **blue thermal conductive silica pad** to the bottom of the module, where the label "Cooling Fin" is located.



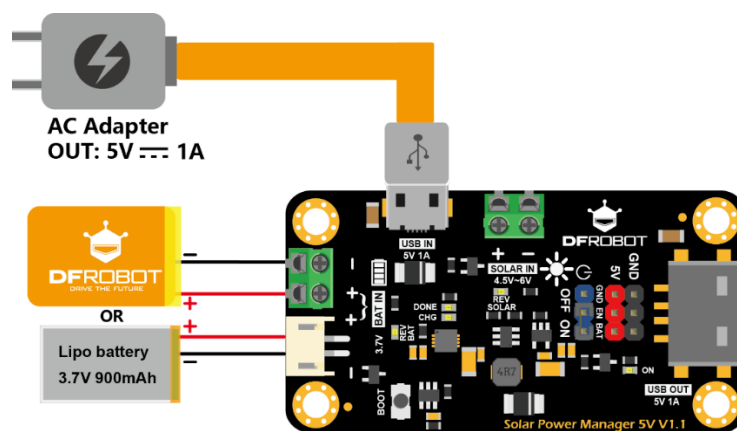
## Protection Functions

- **Reverse connection protection:** On the BAT IN and SOLAR IN, the reverse connection protection circuit prevents the reverse voltage from damaging the module and the corresponding LED will light up to inform the user.
- **Regulated output protection:** When the output are accidentally shorted or output current beyond 1A (over load), the output will be complete shutdown to protect the output regulator.
- **Li-battery protection:** The module employs a dedicated Li-battery protection chip to improve the life-span and safety of the battery. When the battery voltage exceeds 4.3V, the chip shut down the charge path to prevent it from further being charged (but still allow discharging). When the battery voltage drops below 2.4V, the output of the battery is shut down to prevent it from further being discharged. It is likely to cause permanent damage to the "fragile" battery, if it is extremely over discharge or charge. Most of the battery charger can prevent over charge by internally setting the cut off charge voltage to 4.2V for Li battery, but the over discharge situation can only be guaranteed by the battery protection IC packed inside the battery or on the power management module like this one. When the discharge current of the battery exceeds 3A, the discharge path of the battery is shut down.

## Application Examples

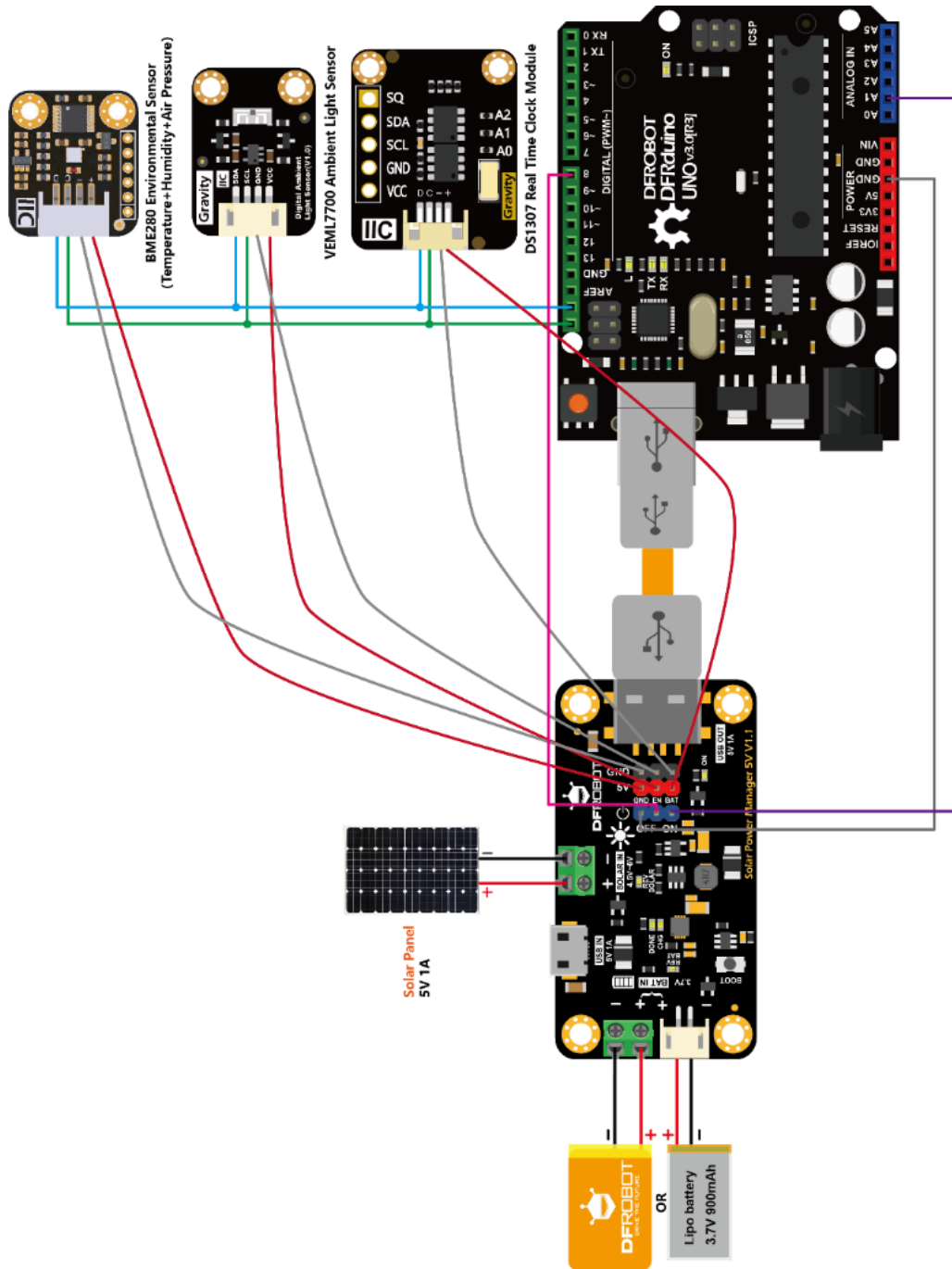
### Use the USB to charge battery

Utilize the USB charge function, the user can build a USB/solar power bank for outdoor sport application. Charge the battery with solar panel by daytime and USB at night with cell phone charger (if it is available). User can also charge small charge current, low power devices, such as smart band or Bluetooth headset with the USB OUT.



### Build a low power environment monitor station

This application example use the BME280 environmental sensor to record temperature, humidity and atmospheric pressure, VEML7700 ambient light sensor to record the the ambient illumination, and DS1307 RTC module to record time. Use the analog input A1 to monitor the battery voltage (equivalently the battery capacity). To achieve lower power consumption, use one Arduino digital IO pin to turn ON the power supply, read all the data from the sensors and turn them OFF. Cycle this pattern for a proper interval T to reduce the average power consumption. This can completely get rid of the quiescent power of the peripheral modules. Although single peripheral may consume little power, it can be considerable large for a number of them. This module provides users with effective methods to drive the peripheral modules into discontinuous (pulse) mode to achieve low power operation.



**12.3. Anexo: documentación módulo Bluetooth.**

(Extraído de: <https://core-electronics.com.au/bluetooth-module-hc-05.html>).

## Core Electronics User Guide

### JY-MCU Bluetooth to UART Wireless Serial Port Module for Arduino

**SKU: 010-JYMCUBLUETOOTH**



JY-MCU Bluetooth to UART Wireless Serial Port Module (SKU: 010-JYMCUBLUETOOTH)



## Table of Contents

1. Introduction .....	3
2. Technical Specification .....	3
3. Application Circuit .....	3
4. Getting Started .....	4
Getting Started With Arduino® Uno Board .....	4
Getting Started with Firewing® Board .....	5
Pairing your Bluetooth module with your computer/Laptop .....	5
Testing of sample code. ....	5
5. Example Code .....	6
Code Example for Arduino .....	6
Code Example for Firewing .....	7
6. Reader's	

## 1. Introduction

This is a Bluetooth Wireless module that provides a simple interface for connecting to Arduino®, Firewing and other microcontroller applications. The module provides a method to connect wirelessly with a PC or Bluetooth phone to transmit/receive embedded data such as GPS data, ADC voltage reading and other parameters.



## 2. Technical Specification

- JY-MCU Bluetooth Wireless Serial Port Module with free extension cable designed for easy use with Arduino® boards and Firewing® boards
- Supply voltage can be between 3.6 to 6V DC. IOs are 5V tolerant.
- Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps
- Bluetooth SPP (Serial Port Protocol)
- Easy to connect this module with any standard Bluetooth device, just search and key "1234" passcode.
- Baud rate: 38400 bps.
- Module requires no setup.
- Dimensions: 1.73 in x 0.63 in x 0.28 in (4.4 cm x 1.6 cm x 0.7 cm)

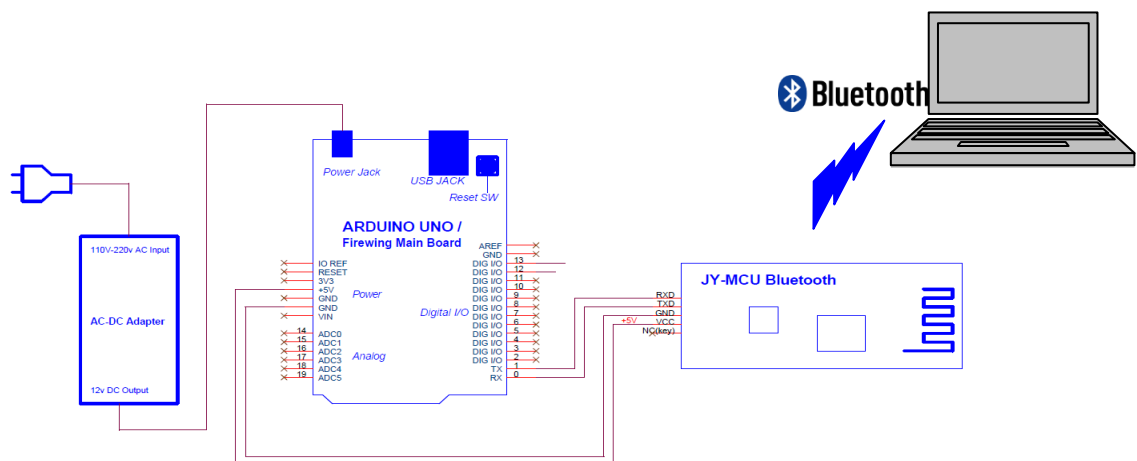
### 3. Application Circuit

JY-MCU Bluetooth Module Pinouts	
Pin No.	Signal Description
1	Key (No pin)
2	VCC +3.6v to +6v DC
3	GND- Ground Connection
4	TXD -Tx from module
5	RXD- Rx for the module

Pinouts of the module are given in the above table.  
Only 4 connections have to be made to the Arduino® or Firewing® boards.

The application circuit is shown below in Figure 3.1. This application drives a onboard LED connected to pin8, which starts blinking on the command given by the paired Bluetooth Laptop-pc or Phone.

If PC without Bluetooth wireless, an USB Bluetooth module can be used with PC.



This application is given above for use with Arduino® Uno Board. The same circuit can be used for Firewing® board also since both the boards have the same pin out.

### **Before connecting it to your Arduino® / Firewing® board**

Since programming port and JY-MCU-Bluetooth module share the same TX and RX pin on the Arduino®/Firewing® hardware, compile and load the program first and afterwards connect the Bluetooth Module.

## **4. Getting Started**

### ***Getting Started With Arduino® Uno Board***

This section explains how to connect your Arduino® board to the computer and upload your first sketch. Link is provided for detailed procedure of the Arduino® website as below.

- 1 Get an Arduino® board and USB cable
- 2 Download the Arduino® environment
- 3 Connect the Board as shown in the Application circuit
- 4 Install the drivers
- 5 Launch the Arduino® application
- 6 Open the code example (which is shown below)
- 7 Select your board
- 8 Select your serial port
- 9 Upload the program

### ***Getting Started with Firewing® Board***

Firewing® is a modular hardware and software development system based around a powerful Microchip 16bit microcontroller. With 128KB of ROM (program storage) and 8KB of working RAM, you will be able to realise many great projects using the free Firewing® compiler.

- Learning the Firewing® language is very easy, just [download the free compiler](#) and take a look at [some sample code](#) given in the sample code section of this manual
- The language reference guide can be found [here](#) and don't forget to take a look at some of the [built in libraries](#).
- If you have a Firewing® [main board](#) then here is some information on installing the [USB drivers](#). You will need to do this in order to program and communicate with your main board.

## Pairing your Bluetooth module with your Computer/Laptop

- Turn on you laptop Bluetooth Wireless or plug the Bluetooth USB module into your desktop PC.
- Task bar will show the connected status of the blue tooth device.
- Add Device by right click on the Bluetooth task bar icon.
- You will find a device named “LInvor”. Choose this and complete the installation until your board blue tooth module is paired with computer Bluetooth.
- Use the pass code or pin is 1234 for this connection if prompted.

### Testing of sample code.

- After successful pairing of the Bluetooth devices, find the Laptop or PC com port number to which the device is connected.
- Double Click on Bluetooth Taskbar and then right click on “LInvor” device.
- Select the properties and goto hardware tab. The com port number is mentioned here. Note-down the com port number. For Example it may show COMM9.
- Goto the Arduino program, click on "Tools" and then choose the serial port number which was noted down earlier.
- Click on the upper right hand corner to open the "Serial Monitor" and select the baudrate as 38400.
- Enter ‘B’ in the text box and press Send Button.
- This will switch on the LED on-board.
- Enter any other character, will switch off the LED.

## 5.Example Code

### Code Example for Arduino®

```

/*
JY-MCU Bluetooth Wireless Serial Port module for
Arduino®

ON and OFF Control of a LED thru Bluetooth .
The code example will switch ON or OFF on board LED by sending
command 'B' or any other character thru the Bluetooth paired PC or
Laptop.

The pins used are designed are for JY-MCU Bluetooth Wireless Serial
Port module with Arduino® Uno Board available from:
https://core-electronics.com.au/store/index.php/wireless/bluetooth/jy-
mcu- arduino-bluetooth-wireless-serial-port-module.html

This example code is in the public
domain.

*/
// Declaration of constants and variable to used by program

```

```
char recd_dat; // variable for receiving data from bluetooth serial
port
int on_brd_led = 8; // On-board LED pin detail
void setup()
{
// initialize the serial communications:
// serial communication is used to receive the data from
// Bluetooth module
Serial.begin(9600);

// Onboard LED pin as output
pinMode(on_brd_led, OUTPUT);

// The initial state of led is defined here.
// HIGH on PIN will switch on the LED
// LOW on PIN will switch off the LED
digitalWrite(on_brd_led, LOW);
}

void loop()
{
if( Serial.available() ) // if serial data is available to read
{
recd_dat = Serial.read(); //read data & store it in 'recd_dat'
}
if(recd_dat == 'B' ) // if 'B' was received
```

## 6.Reader's Feedback

Have a suggestion or discovered an error? Let us know and we will fix it! Please contact us via [manuals@core-electronics.com.au](mailto:manuals@core-electronics.com.au) and mention the product SKU and your feedback in the message.

## 7.Disclaimer

Although care has been taken to ensure the accuracy, completeness and reliability of the information provided, Core Electronics assumes no responsibility therefore. The user of the information agrees that the information is subject to change without notice. Core Electronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information, nor for any infringement of third party intellectual property rights which may result from its use. IN NO EVENT SHALL CORE ELECTRONICS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, SPECIAL OR INCIDENTAL DAMAGE RESULTING FROM, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OF THE INFORMATION.

Copyright © Core Electronics  
Core Electronics: [www.core-electronics.com.au](http://www.core-electronics.com.au) Email contact:  
[sales@core-electronics.com.au](mailto:sales@core-electronics.com.au)

## 8. Use of Trademarks

This Product User Guide is an independent publication and is not affiliated with, nor has it been authorized, sponsored, or otherwise approved by the owners of the below trademarks. The use of products associated to the below trademarks has been for demonstration purposes to assist with the promotion of sale.

“Arduino” is a registered trademark of MAGY Now Limited (the Arduino team) “Firewing” is a registered trademark of Mecanique

---

**12.4. Anexo: documentación batería.**

(Extraído de: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Batteries/063048%20Li-polymer.pdf>).

**063048**

LI-POLYMER BATTERY

**Specification**Type: 063048 860mAh

Prepared/Date	Auditing/Date	Approved/Date
WANG MAR 16, 2006	LI MAR 16, 2006	XIONG MAR 16, 2006

<b>UNIONFORTUNE</b> <b>PRODUCT SPECIFICATION</b>	Doc. No.	2006.3.16
	Edition No.	2.0
	Sheet	1/5

### 1. Scope

This product specification describes UNIONFORTUNE polymer lithium-ion battery. Please using the test methods that recommend in this specification. If you have any opinions or advices about the test items and methods, please contact us. Please read the cautions recommended in the specifications first, take the credibility measure of the cell's using.

### 2. Product Type, Model and Dimension

2.1 Type: Polymer lithium-ion battery

2.2 Model: 063048

2.3 Cell Dimension(Max, Thickness×Width×Length, mm<sup>3</sup>): 6×30×48

Pack Dimension(Max, Thickness×Width×Length, mm<sup>3</sup>): None

### 3. Specification

Item	Specifications	Remark	
Nominal Capacity	<u>860 mAh</u>	0.2C <sub>5</sub> A discharge	
Nominal Voltage	3.7V	Average Voltage at 0.2C <sub>5</sub> A discharge	
Charge Current	Standard: 0.2 C <sub>5</sub> A; Max: 1C <sub>5</sub> A	Working temperature: 0~40℃	
Charge cut-off Voltage	4.20±0.03V		
Standard Discharge Current	0.2C <sub>5</sub> A	Working temperature: -20~60℃	
Max Discharge Current	2.0C <sub>5</sub> A	Working temperature: 0~60℃	
Discharge cut-off Voltage	2.75 V		
Cell Voltage	3.7-3.9 V	When leave factory	
Impedance	≤ <u>300 mΩ</u>	AC 1KHz after 50% charge	
Weight	Approx: <u>15g</u>		
Storage temperature	≤1month	-20~45℃	Best 20±5℃ for long-time storage
	≤3month	0~30℃	
	≤6month	20±5℃	
Storage humidity	65±20% RH		

### 4. General Performance

**Definition of Standard charging method:** At 20±5℃, charging the cell initially with constant current 0.2C<sub>5</sub>A till voltage 4.2V, then with constant voltage 4.2V till current declines to 0.05C<sub>5</sub>A.

Item	Test Methods	Performance	
4.1	0.2C Capacity	After standard charging, laying the battery 0.5h, then discharging at 0.2C <sub>5</sub> A to voltage 2.75V, recording the discharging time.	≥300min
4.2	1C Capacity	After standard charging, laying the battery 0.5h, then discharging at 1C <sub>5</sub> A to voltage 2.75V, recording the discharging time.	≥51min
4.3	Cycle Life	Constant current 1C <sub>5</sub> A charge to 4.2V, then constant voltage charge to current declines to 0.05C <sub>5</sub> A, stay 5min. constant current 1C <sub>5</sub> A discharge to 2.75V, stay 5min. Repeat above steps till continuously discharging time less than 36min.	≥300times
4.4	Capability of keeping electricity	20±5℃, After standard charging, laying the battery 28days, discharging at 0.2C <sub>5</sub> A to voltage 2.75V, recording the discharging time.	≥240min



<b>UNIONFORTUNE PRODUCT SPECIFICATION</b>	Doc. No.	2006.3.16
	Edition No.	2.0
	Sheet	2/5

### 5. Environment Performance

Item	Test Methods	Performance
5.1	High temperature After standard charging, laying the battery 4h at 60°C, then discharging at 0.2C <sub>5</sub> A to voltage 2.75V, recording the discharging time.	≥270min
5.2	Low temperature After standard charging, laying the battery 4h at 0.2C <sub>5</sub> A, then discharging at 0.2C <sub>5</sub> A to voltage 2.75V, recording the discharging time.	≥210min
5.3	Constant humidity and temperature After standard charging, laying the battery 48h at 40±2 °C, RH 93±2%. Recording 0.2C <sub>5</sub> A discharging time	No distortion No electrolytes leakage ≥270 min
5.4	Temperature shock After standard charging, battery stored at -20°C for 2 hours, then stored at 50°C for 2 hours. Repeat 10 times.	No electrolytes leakage

### 6. Mechanical Performance

Item	Test Methods	Performance
6.1	Vibration After standard charging, put battery on the vibration table. 30 min experiment from X,Y,Z axis. Scan rate: 1 oct/min; Frequency 10-30Hz, Swing 0.38mm; Frequency 30-55Hz, Swing 0.19mm.	No influence to batteries' electrical performance and appearance.
6.2	Collision After vibration test, batteries were laying on the vibration table about X, Y, Z axis. Max frequency acceleration: 100m/s <sup>2</sup> ; collision times per minutes: 40-80; frequency keeping time 16ms; all collision times 1000±10.	No influence to batteries' electrical performance and appearance.
6.3	Drop Random drop the battery from 10m height onto concrete one times.	No explosion or fire

### 7. Safety Test

**Test conditions:** The following tests must be measured at flowing air and safety protection conditions. All batteries must standard charge and lay 24h.

Item	Test Methods	Performance
7.1	Over charge At 20±5°C, charging batteries with constant current 3C <sub>5</sub> A to voltage 4.8V, then with constant voltage 4.8V till current decline to 0. Stop test till batteries' temperature 10°C lower than max temperature.	No explosion or fire
7.2	Over discharge At 20 ± 5 °C , discharge battery with 0.2C <sub>5</sub> A continuously 12.5h.	No explosion or fire
7.3	Short-circuit At 20±5°C, connect batteries' anode and cathode by wire which impedance less than 50m Ω, keep 6h.	No explosion or fire
7.4	Extrusion At 20±5°C, put the battery in two parallel steel broad, add pressure 15kN.	No explosion or fire
7.5	Thermal shock Put the battery in the oven. The temperature of the oven is to be raised at 5±1°C per minute to a temperature of 130±2°C and remains 60 minutes.	No explosion or fire

<b>UNIONFORTUNE</b> <b>PRODUCT SPECIFICATION</b>	<b>Doc. No.</b>	2006.3.16
	<b>Edition No.</b>	2.0
	<b>Sheet</b>	3/5

## 8. Cautions

### 1. Cautions of batteries' operation

The batteries must be careful of proceed the operation for it's soft package.

#### 1. Aluminum packing materials

The aluminum packing material was easily damaged by the sharp edge part, such as nickel-tabs.

- (1) forbid to use the sharp part touching the battery;
- (2) should cleaning working condition, avoiding the sharp edge part existence;
- (3) forbid to pierce the battery with nail and other sharp items;
- (4) the battery was forbidden with metal, such as necklace, hairpin etc in transportation and storage.

#### 2. Sealed edge

Sealing edge is very easily damaged and don't bend it.

The Al interlayer of package has good electric performance. It's forbidden to connect with exterior component for preventing short-circuits.

#### 3. Folding edge

The folding edge is formed in batteries' processes and passed all hermetic tests, don't open or deform it. The Al interlayer of package has good electric performance. It's forbidden to connect with exterior component for preventing short-circuits.

#### 4. Tabs

The batteries' tabs are not so stubborn especially for aluminum tabs. Don't bend tabs.

#### 5. Mechanical shock

Don't fall, hit, bent the batteries' body.

#### 6. Short-circuit

Short-circuit is strictly prohibited. It should damage batteries badly.

### 2. Standard Test Environment for polymer lithium-ion batteries

Environment temperature:  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

Humidity: 45-85%

### 3. Cautions of charge & discharge

#### 1. charge

Charging current should be lower than values that recommend below. Higher current and voltage charging may cause damage to cell electrical, mechanical, safety performance and could lead heat generation or leakage.

- (1) Batteries charger should charging with constant current and constant voltage mode;
- (2) Charging current should be lower than (or equal to)  $1C_{5A}$ ;
- (3) Temperature  $0\sim 40^\circ\text{C}$  is preferred when charging;
- (4) Charging voltage must be lower than 4.25V.

<b>UNIONFORTUNE PRODUCT SPECIFICATION</b>	Doc. No.	2006.3.16
	Edition No.	2.0
	Sheet	4/5

### 2. discharge

- (1) Discharging current must be lower than (or equal to)  $2C_{5A}$ ;
- (2) Temperature  $0\sim 60^{\circ}\text{C}$  is preferred when discharging;
- (3) Discharging voltage must not be lower than 2.75V.

### 3. over-discharge

It should be noted that the cell would be at an over-discharge state by its self-discharge. In order to prevent over-discharge, the cell shall be charged periodically to keeping voltage between 3.6-3.9V. Over-discharge may cause loss of cell performance. It should be noted that the cell would not discharge till voltage lower than 2.5V.

### 4.Storage of polymer lithium-ion batteries

The environment of long-time storage:

Temperature:  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;

Humidity: 45-85%;

Batteries were 40~60% charged.

### 5.Transportation of polymer lithium-ion batteries

The batteries should transportation with 10~50% charged states.

### 6.Others

Please note cautions below to prevent cells' leakage, heat generation and explosion.

Prohibition of disassembly cells;

Prohibition of cells immersion into liquid such as water or seawater;

Prohibition of dumping cells into fire;

Prohibition of using damaged cells. The cells with a smell of electrolyte or leakage must be placed away from fire to avoid firing.

In case of electrolyte leakage contact with skin, eye, physicians shall flush the electrolyte immediately with fresh water and medical advise is to be sought.

## 9. Notice of Designing Battery Pack

### 9.1 Pack design

Battery pack should have sufficient strength and battery should be protected from mechanical shock. No sharp edge components should be inside the pack contain the battery.

### 9.2 PCM design

The overcharge threshold voltage should not be exceed 4.25V.

The over-discharge threshold voltage should not be lower than 2.75V.

The PCM should have short protection function built inside.

### 9.3 Tab connection

Ultrasonic welding or spot welding is recommended to connect battery with PCM or other parts.

If apply manual solder method to connect tab with PCM, the notice below is very important to ensure battery performance.

- (1) The electric iron should be temperature controlled and ESD safe;
- (2) Soldering temperature should not exceed  $350^{\circ}\text{C}$ ;
- (3) Soldering time should not be longer than 3s, keep battery tab cold down before next soldering;
- (4) Soldering times should not exceed 5 times;
- (5) Directly heat cell body is strictly prohibited, battery may be damaged by heat above approx.  $100^{\circ}\text{C}$ .

<b>UNIONFORTUNE PRODUCT SPECIFICATION</b>	Doc. No.	2006.3.16
	Edition No.	2.0
	Sheet	5/5

9.4 Cell fixing

The battery should be fixed to the battery pack by its large surface area. No cell movement in the battery pack should be allowed.

9.5 Cells replacement

The cell replacement should be done by professional people.

Prohibit short-circuit between cells' Al package and exterior component.

