



Universidad
Zaragoza

MEMORIA

**Diseño de una PCB para monitorización de ganado
mediante comunicación LoRa**

Autor/es

Fernando Ferrer de Gonzalo

Director/es

Miguel Ángel Torres Portero

Pablo Bosque Obón

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2022



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

DATOS DEL PROYECTO

Título del proyecto	PCB para monitorización de ganado
Código del proyecto	TFG2022
Documento	Memoria
Número de volumen	Volumen 1
Cliente	Universidad de Zaragoza
Autor	Fernando Ferrer de Gonzalo
Firma	
Autor:	Cliente: EINA - Universidad de Zaragoza
20/11/2022	



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

ÍNDICE

1. OBJETO	4
2. ALCANCE	4
3. ANTECEDENTES	5
4. NORMAS Y REFERENCIAS	6
4.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	6
4.2 PROGRAMAS DE CÁLCULO	7
4.3 GESTIÓN DE LA CALIDAD	7
4.4. BIBLIOGRAFÍA Y LINKOGRAFÍA	8
4.5. OTRAS REFERENCIAS	9
5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	9
5.1. DEFINICIONES	9
5.2. ABREVIATURAS	11
6. REQUISITOS DE DISEÑO	11
6.1. REQUISITOS POR PARTE DEL CLIENTE	11
6.2 EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTAL	12
6.3 ESTUDIOS REALIZADOS PARA LA SOLUCIÓN ADOPTADA	13
6.4. ELEMENTOS EXTERNOS AL PROYECTO	14
7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	15
7.1 ALIMENTACIÓN	17
7.2 UNIDAD DE CONTROL	18
7.3 MODULO LoRa	18
7.4 MODULO GNSS	19
7.5 ANTENA	20
7.6 SENSOR EFECTO HALL	20
8 PLANIFICACIÓN	21
9 RESULTADOS FINALES	22
10 ORDEN DE PRIORIDAD	24



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

1. El Objeto

El objetivo de este proyecto es la realización de una PCB capaz de controlar la posición del ganado mediante comunicación LoRaWan.

Esta PCB irá protegida en el interior de una caja resistente que evite que el animal en cuestión pueda golpearla.

El objetivo final es de esta manera, simplificar la labor de los ganaderos, pudiendo tener controlados a sus animales y saber en todo momento el lugar en el que se encuentran sus animales con una exactitud óptima, evitando tiempos de búsqueda o posibles extravíos del ganado.

2. Alcance

El escenario de esta placa electrónica es obviamente el campo/monte donde los animales que conforman el ganado pastan y pasan parte del día. De esta forma, será utilizado por ganaderos cuyos animales se muevan a lo largo de un determinado terreno y que necesitan tenerlos controlados en cualquier momento.

Una vez realizadas las pruebas pertinentes, se han recibido datos a una distancia de hasta 10km de este dispositivo en condiciones ideales de trabajo. Como una vez que el producto esté en funcionamiento realmente, podemos encontrarnos con montañas u otros obstáculos, para asegurar su correcto funcionamiento, delimitaremos un área de 50 km² para este sistema.

La Temperatura a la que podrá operar este producto es entre 60ºC y -20ºC.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

3. Antecedentes

Desde el inicio de la humanidad, el hombre ha tenido la necesidad de inventar sistemas que le permitieran volver a casa. Desde las señales de humo hasta la geolocalización, han pasado muchos años, pero la realidad es que siempre se ha perseguido el saber dónde estamos, ya fuera para volver a casa hace millones de años o como en la actualidad, para localizar lugares, personas u objetos.

Previamente a esto y como forma más habitual para localizar el ganado, los ganaderos situaban cascabeles o campanas en el cuello de los animales.

Esto ha ido evolucionando año tras año. Los primeros sistemas, similares al GPS, iniciaron sus pruebas en 1973 en el Pentágono, originalmente llamado el Sistema de Posicionamiento Global Navstar. El primer satélite GPS, fue lanzado en 1978.



Imagen Navstar 1, primer satélite GPS

De esta forma, el ser humano ha ido perfeccionando los sistemas para saber dónde localizar lo que desea (ganado en lo referente a esta ocasión) de forma concisa y rápida.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- UNE-EN ISO 9001:2015. Sistema de gestión de la Calidad
- UNE 157001:2014. Elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico
- UNE EN ISO 5457:2000 Dibujos técnicos: Formatos y elementos gráficos.
- UNE EN ISO 7200:2004 Dibujos técnicos: Cuadro de rotulación.
- UNE 1032 Dibujos técnicos: Principios generales de representación.
- UNE EN ISO 5455 Dibujos técnicos: Escalas
- UNE 1039 Dibujos técnicos: Acotación.
- Directiva 2011/65/UE. Directiva RoHS II
- Real Decreto 110/2015/UE. Sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
- Directiva 2006/95/CEE de Baja Tensión
- Real Decreto 7/1998. Directiva de Baja Tensión
- Real Decreto 154/1995. Directiva de Baja Tensión
- Norma UL1642. Baterías de litio
- UNE 20-501-86. Equipos electrónicos y sus componentes. Ensayos fundamentales climáticos y de robustez mecánica.
- UNE EN 602491-1. Materiales base para circuitos impresos. Parte 1: Métodos de ensayo.
- UNE 20-531-73 Series de valores nominales para resistencias y condensadores.
- UNE 20621-3:1984 Circuitos Impresos. Diseño y utilización de placas impresas.
- UNE 20-050-74(1). Código para las marcas de resistencias y condensadores. Valores y tolerancias.
- UNE 20-524-75. Técnica circuitos impresos. Parámetros fundamentales. Sistema de cuadrícula.



Memoria Vol.1	Fecha de revisión: 25/11/2022	Revisión nº1
---------------	----------------------------------	--------------

- UNE 20-524. Equipos electrónicos y sus componentes. Soldabilidad de circuitos impresos.
- UNE 20621-5:1985 Circuitos impresos. Especificación para placas impresas de simple y doble cara con agujeros metalizados. 3. Normas específicas para la Carcasa de equipos electrónicos.
- UNE 20324/1M; 2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes. Código IP. Se aplica para la clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes de equipos eléctricos, con una tensión nominal hasta 72,5 kV.
- UNE-EN 60917-1:2001 Orden modular para el desarrollo de las estructuras mecánicas para las infraestructuras electrónicas. Parte 1: Norma genérica.

4.2 Programas de cálculo

- KiCad V6.0 (KiCad)
- FreeCad 0.20.1

4.3 Gestión de la calidad

Este proyecto ha sido diseñado conforme a el sistema de calidad de la norma UNE-EN-ISO 9001:2015, con lo que el dispositivo cumple con los estándares de calidad reconocidos y es de una alta calidad para los clientes. Por otro lado, se han aplicado los estándares y requisitos relativos a esta electrónica.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

4.4 Bibliografía y Linkografía

<https://www.agenciasinc.es/Visual/Ilustraciones/GPS-la-tecnologia-de-localizacion-que-empezo-con-la-carrera-espacial#:~:text=Originalmente%20llamado%20el%20Sistema%20de,no%20fue%20lanzado%20hasta%201978.>

Esta web, llamada SINC, es una web de tecnología donde explican tanto los inicios como la evolución del GPS a lo largo de los años.

<https://sites.google.com/a/student.ie.edu/sistgeolocalizacion/historia>

Web análoga a la anterior para contrastar y completar el contexto y la historia del GPS desde sus inicios.

<https://alfaiot.com/tecnologias-iot/lora/>

En esta página web explican que es la tecnología LoRa y su funcionamiento

<https://signalsiot.com/los-diez-protocolos-mas-importantes-utilizados-para-iot/>

Esta web habla sobre los protocolos mas importantes de IoT y explica sus funcionamientos.

<https://www.molex.com/molex/products/part-detail/antennas/2067640100>

Web de molex donde podemos encontrar el datasheet e información sobre la antena seleccionada.

<https://www.quectel.com/product/gnss-l86>

Web de Quectel donde podemos encontrar el módulo GNSS/GPS utilizado en este proyecto.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

<https://resources.altium.com/es/p/mastering-magnetism-hall-effect-sensors-and-applications-pcb>

Página web donde se explica el funcionamiento y las posibles aplicaciones de los sensores de efecto Hall

<https://recoverit.wondershare.es/flashdrive-recovery/what-is-nor-flash-memory.html>

Web donde nos explican en que consisten y las características de las memorias NOR FLASH.

<https://www.microchip.com/en-us/product/WLR089U0>

Web de Microchip donde podemos encontrar el módulo LoRa utilizado para este proyecto.

4.5. Otras referencias

Para la realización de este proyecto, no se han utilizado otras referencias adicionales a las ya señaladas.

5. Definiciones y abreviaturas

5.1. Definiciones

ANTENA

Una antena es un dispositivo normalmente conductor metálico, diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

BATERÍA DE LITIO LTC

Una batería de litio es una celda galvánica primaria (desechable o no recargable) que tiene el ánodo de metal de litio o compuestos litio. Se distingue de otras baterías en su alta densidad de carga (larga vida) y el alto costo por unidad.

SENSOR MAGNÉTICO DE EFECTO HALL

El sensor de efecto Hall o simplemente sensor Hall o sonda Hall (denominado según Edwin Herbert Hall) se sirve del efecto Hall para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición en la que está. Se conoce como efecto Hall a la aparición de un campo eléctrico por separación de cargas en el interior de un conductor por el que circula una corriente en presencia de un campo magnético con componente perpendicular al movimiento de las cargas.

MEMORIA NOR FLASH

Una memoria nor flash es un tipo de memoria no volatil que se utiliza en dispositivos electrónicos. La memoria NOR FLASH posee muchas ventajas entre las que descacan su alta velocidad de lectura / escritura, su bajo consumo de energía y su tamaño compacto.

MÓDULO GPS

El GPS utiliza las señales enviadas por los satélites en las estaciones espaciales y terrestres de la Tierra para determinar con precisión su posición en la Tierra. El módulo receptor GPS, utiliza la comunicación USART para comunicarse con el microcontrolador o terminal.

MÓDULO LORAWAN

LoRa es una tecnología inalámbrica que emplea un tipo de modulación en radiofrecuencia patentado por Semtech, una importante empresa fabricante de chips de radio.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

FUSIBLE

Es un dispositivo de seguridad utilizado en el ambiente tanto electrónico como eléctrico. Este dispositivo de protección se funde cuando la corriente eléctrica sobrepasa un determinado valor protegiendo al circuito o instalación. Se conforman por una lámina o filamento que presenta un bajo punto de fusión el cual se alcanza cuando se sobrepasa una determinada corriente.

5.2 ABREVIATURAS

PCB	Printed Circuit Board
GPS	Global Positioning System
LTC	Lithium Thion Cloryde
MOQ	Minimum order quantity
SMD	SURFACE MOUNTED DEVICE
TH/THD	THROUGH HOLE / THROUGH HOLE DEVICE

6.0 Requisitos de diseño

6.1 Requisitos por parte del cliente

El cliente solicita como mínimo las siguientes características para el diseño de un prototipo de la PCB solicitada:

- Todos los terminales de los conectores externos deben estar protegidos contra descargas electrostáticas (ESD)
- La PCB debe estar diseñada para que tenga el menor consumo de energía posible y alcanzar la máxima duración de las pilas/batería.



Memoria Vol.1	Fecha de revisión: 25/11/2022	Revisión nº1
---------------	----------------------------------	--------------

- Los componentes elegidos deben ser del menor tamaño posible a fin de optimizar las dimensiones de la PCB.
- Los componentes SMD deberían tener prioridad sobre los THD con excepciones permitidas.
- Para reducir al mínimo el consumo de corriente, los componentes que sean de muy baja potencia, deberán tener prioridad.
- El diseño del dispositivo debe realizarse de manera que le permita pasar la prueba de EMC en un laboratorio externo.
- El producto debe estar diseñado de manera que pueda ser fácilmente reciclabl, y todos los componentes electrónicos utilizados en el equipo deberán cumplir la directiva RoHS.
- En la elección de componentes pasivos como condensadores, inductores y resistencias se escogerán los de menor peso.
- El tamaño de la PCB deberá ser el mínimo posible que permita su funcionalidad sin afectar la disipación de calor y la directiva de compatibilidad electromagnética.
- El dispositivo debe ser capaz de realizar todas sus funciones de carga entre 5º y 45º grados centígrados.
- El dispositivo debe tener una vida útil mínima de 5 años. Esto incluye el posible mantenimiento y el cambio de componentes, tales como condensadores electrolíticos y la posible batería

6.2 Emplazamiento y entorno socioeconómico y ambiental

El emplazamiento donde podremos ubicar nuestro producto será en aquellas zonas donde se realice la ganadería. Mediante nuestro dispositivo, los ganaderos podrán, además de saber cada poco tiempo dónde están exactamente sus animales, establecer patrones y rutas de cada animal.

Este dispositivo llega en el momento en el que la transición del campo y actualización del mismo a través de la tecnología es una tendencia. Actualmente la mayoría de granjas tienen sistemas de control de temperatura, gestión de comida etc..



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

Este dispositivo proporciona, además de un mayor control una mayor seguridad a los propietarios que podrán cerciorarse pronto de algún animal que se extravíe evitando su pérdida.

Además este dispositivo inicial, podrá mejorar con el tiempo, pudiendo realizarse entre otras cosas con él controles de temperatura del animal que nos permitirían saber entre otras cosas enfermedades o si el animal se encuentra en estado de gestación.

6.3 Estudios realizados para la solución adoptada

A continuación, haremos una breve descripción de cada uno de los protocolos de IoT más utilizados, de manera que podamos ir afinando el protocolo que deseamos implementar en nuestra PCB.

Bluetooth: En este caso, hablamos de una tecnología de comunicaciones de corto alcance. Concretamente, funciona a 2,4GHz. Dispone de dos variantes, Classic y Low Energy (BLE) orientada a productos con un menor consumo de datos.

WiFi: Este tipo de red, es el más utilizado en los hogares domésticos y es capaz de soportar varios dispositivos IoT. Sin embargo, aquí, los dispositivos IoT conectados consumen mucha más energía que con otros protocolos diferentes. Por otro lado, para conectar dispositivos que funcionen con batería, existe el WiFi HaLow, una versión de bajo consumo y largo alcance IEEE 802.11

Zigbee: Tiene similitudes con Bluetooth pero funciona creando una red de área local (LAN) de malla. Zigbee se basa en el protocolo IEEE802.15.4, una tecnología de redes inalámbricas a 2,4 GHz, que funciona bien para intercambios de datos poco frecuentes, a bajas velocidades y cortas distancias.

Z-Wave: En este caso, nos encontramos ante un protocolo de comunicaciones inalámbricas utilizado principalmente para domótica. Utilizando una red mallada que conecta los distintos dispositivos mediante una onda de radio de baja energía, permite el control inalámbrico de electrodomésticos e iluminación entre otros. Sus conexiones individuales son de mayor alcance que Zigbee pero con un mayor consumo.

Symphony Link: Es un estándar de red en estrella cuya ventaja es lograr un mayor alcance que Zigbee y Z-Wave. Suelen utilizarlo empresas que necesitan una conexión fiable.

RFID: es un protocolo de IoT donde el uso inalámbrico de campos electromagnéticos ayuda a identificar objetos. Se utiliza en peajes, tiendas, etc...



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

LoRa: Es un protocolo inalámbrico de larga distancia y baja velocidad, que permite la conexión de sensores y otros dispositivos que requieren un mantenimiento y gasto de energía mínimo, lo que permite una duración de las baterías de varios años.

Una vez vistos los distintos protocolos disponibles, describiremos brevemente el ambiente donde el producto desarrollará su actividad final.

El lugar, es los campos y montañas de ganadería extensiva. Lo que el cliente final busca es tener controlado su ganado y poder saber con un cierto rango de exactitud, dónde se sitúan sus piezas de ganado. Así pues, necesitamos un protocolo que consuma poca energía (Con enviar datos cada cierto periodo de tiempo es suficiente), que permita un envío y recepción de datos a varios kilómetros y en cuanto a la velocidad no es necesario que sea alta, basta con que recibamos la información de forma correcta.

Por otro lado, hay que exponer que la PCB, irá atada al cuello de los animales, protegida por una carcasa que evitará que esta sufra algún daño cuando el animal se rasque o la golpee contra alguna superficie.

De esta forma, una vez estudiadas las capacidades y ventajas de cada tecnología, nos decantamos por LoRa debido a que nos beneficia en todos los aspectos:

Su gasto de energía es mínimo (Cuantas menos reparaciones y cambios de baterías necesite el producto será mejor debido a que habrá que buscar al animal en cuestión, abrir la carcasa que protege la PCB, realizar el cambio de batería y volver a colocarla en la caja correspondiente y cuello del animal). La baja velocidad de este protocolo no es un impedimento, ya que no necesitamos un reporte de información instantáneo, sino más general que nos permita saber los patrones que sigue el animal y las zonas por las que se mueve.

También, es capaz de cubrir una amplia distancia lo cual es fundamental para garantizar que los datos pueden ser recepcionados aunque el animal se encuentre lejos del punto de control.

6.4. Elementos externos al proyecto

Para este proyecto, no se ha detectado ningún elemento externo que establezca algún requisito mínimo adicional.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

7. Análisis de soluciones

En este apartado se muestran y detallan las posibles alternativas estudiadas y los motivos de las distintas elecciones para realizar el proyecto:

Los criterios escogidos son:

- **Disponibilidad en mercado**

Para este proyecto, utilizaremos componentes electrónicos actuales y de calidad, tratando de evitar en la medida de lo posible, aquellos componentes antiguos que los fabricantes producen en cantidades escasas y evitando por completo aquellos componentes obsoletos o NRND (Not Recommended for New Designs)

- **Precio**

Trataremos de obtener la mejor calidad/precio para el producto final de forma que podamos tener un precio competitivo con relación a nuestros competidores.

- **Tamaño**

Con el fin de que el producto final sea lo más pequeño posible y lo menos incómodo para los animales, en la medida de lo posible, utilizaremos componentes electrónicos con encapsulados lo más pequeños que nos permitan.

- **Legislación reglamentación y normativa aplicable**

Para el posible comercio de nuestro producto en el mercado europeo es necesario la obtención del marcado CE, por lo que se han de considerar los requisitos que establecen algunas de las directivas que le son de aplicación.

A continuación, se hace referencia a los distintos requisitos de las distintas directivas para aplicar el marcado CE.

Requisitos derivados de la directiva RoHS

La cual nos restringe el uso de determinadas sustancias en la fabricación de nuestro medidor de presión arterial y ritmo cardíaco. Estas sustancias no deben superar un valor límite máximo de concentración en peso de los materiales homogéneos que componen el proyecto. A continuación, se exponen los límites para cada sustancia:



Memoria Vol.1	Fecha de revisión: 25/11/2022	Revisión nº1
---------------	----------------------------------	--------------

- Límite de 0,1% para plomo, mercurio, cromo VI, polibromobifenilos (PBB) y polibromodifenil eteres (PBDE).
- Límite de 0,01% de cadmio

Requisitos derivados de la Directiva RAEE

Para el diseño del producto se debe tener en cuenta el objetivo de facilitar la reutilización de todos los componentes, fomentando así una economía circular para nuestro proyecto. Requisitos de colocación y localización del marcado CE.

- El marcado CE debe fijarse de tal modo que resulte visible, legible e indeleble y siempre respetando las proporciones de las dos.
- Si el marcado CE no pudiera colocarse en el propio producto, se puede fijar en el embalaje (si el producto va embalado) o en cualquier documento que acompañe al producto.

Requisitos de colocación y localización del marcado CE.

- El marcado CE se deberá situar de tal forma que resulte visible y legible, y siempre respetando las proporciones.
- Si el marcado CE no se pudiera situar en el propio producto, se puede fijar en el embalaje (si el producto va embalado) o en cualquier documento que acompañe al producto.

Requisitos de la directiva de Compatibilidad electromagnética

- Se asegurará que las perturbaciones electromagnéticas generadas por el producto queden limitadas a un nivel suficientemente bajo para que no influya en el correcto funcionamiento de otros equipos del entorno (como equipos de radio, de telecomunicación,)
- También se asegurará un nivel suficiente de protección frente a las posibles perturbaciones electromagnéticas del entorno en el que se encuentre el producto, con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del producto.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

7.1 Alimentación

Para la alimentación se analizan 2 alternativas:

- El uso de baterías
- El uso de pilas

Necesitamos en este proyecto, una alimentación que minimice el número de veces que tengamos que sacar la PCB de la caja que la proteja. De esta forma, el uso de una batería recargable, haría que el trabajo de la PCB fuera muy ineficiente ya que habría que ir cada cierto tiempo sacando las PCB de cada animal una a una para extraer la batería, cargarla y volverla a colocar para alimentar la placa. Además, durante este rato, los animales tendrían que estar encerrados o limitados para volver a colocar la PCB en la caja que se le ata al cuello.

Ahora la elección se basará entre una pila y una batería no recargable. Entendemos que la segunda opción (Batería no recargable) es la que mejor se ajusta a nuestras necesidades ya que nos proporcionará un mayor tiempo de duración ya que nuestro equipo, solo emitirá señales cada varias horas (No continuamente) lo que permitirá que la batería no se descargue rápidamente. Así utilizaremos una con gran capacidad la cual nos dará una mayor duración sin recambio frente a una pila.

En este proyecto elegiremos la batería de Xeno de Lithium Thionyl Chloride XL-205F



Figura, Bateria XL-205F

Fuente: Xeno



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

7.2 Unidad de control

En este caso, al utilizar el módulo LoRa del fabricante Microchip technology, el mismo módulo independiente incluye un procesador ARM® Cortex®-M0+ de 32 bits y ofrece 256 KB de Flash y 40 KB de SRAM (8 KB con respaldo de batería) lo que nos facilita la elección de la unidad de control y simplifica el diseño al llevar el procesador incorporado.

7.3 Módulo LoRa

Uno de los componentes más importantes de esta tarjeta, sino el que más, es el módulo LoRa seleccionado, ya que el diseño, se guiará conforme a los requisitos de diseño que el fabricante nos indique.

En este caso, el módulo seleccionado es el WLR089U0 de Microchip, un fabricante muy conocido y que destaca por sus familias de microcontroladores y módulos (Wifi, Bluetooth y LoRa entre otros). Como hemos destacado en el apartado referente a la unidad de control, este módulo dispone de procesador incorporado con la garantía de Microchip. Otras especificaciones importantes y que convienen para esta aplicación son:

Es un módulo transceptor de largo alcance (Necesario para esta aplicación), optimizado para aplicaciones de muy baja potencia. Es ideal para sensores y controles remotos. Entre otras cosas, incluye USB por si en algún caso se desea utilizar.

La tensión a la que opera el módulo está en el rango 1,8-3,5 V. También tiene una cobertura de doble banda de 863 MHz a 928 MHz.



Figura, Módulo LoRa WLR089U0

Fuente: Microchip



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

7.4 Módulo GNSS

En este caso, el módulo de antena seleccionado es el L86-M33 del fabricante Quectel.

El L86 es un módulo GNSS POR (parche de antena en la cara superior) con una antena de parche integrada. El chipset GNSS que utiliza es de nueva generación MT3333 de MediaTek para conseguir un rendimiento óptimo. Su diseño, ahorra espacio y hace de él un módulo perfecto para dispositivos en miniatura. Utiliza un encapsulado LCC. Combina el avanzado AGPS llamado EASY (Sistema de Asistencia Integrado) y la tecnología AlwaysLocate, lo que hace que además de lograr un altísimo rendimiento, cumpla perfectamente el estándar industrial.

La tecnología EASY, le permite calcular y predecir las órbitas de forma automática utilizando los datos de las efemérides (hasta 3 días) almacenados en la memoria RAM interna. Con esto, es capaz de fijar la posición rápidamente incluso en niveles de señal en interiores con un bajo consumo de energía.

Con la tecnología AlwaysLocate, el L86 es capaz de ajustar de forma adaptativa el tiempo de encendido y apagado logrando así un equilibrio entre la precisión del posicionamiento y el consumo de energía.

Gracias a su diseño compacto, su alta precisión y sensibilidad, el L86 es perfectamente adecuado para una amplia gama de aplicaciones entre las que destaca el seguimiento de usuarios.

Por último, es importante subrayar que cumple con la normativa RoHS esencial para este proyecto.



Figura, Módulo de antena L86-M33

Fuente: Quectel



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

7.5 Antena

En este proyecto, la antena seleccionada será la 2067640100 de molex. Es una antena de montaje en superficie. Esta antena es válida para los protocolos Neul, SigFox, Z-Wave, Zigbee y LoRa. El cable de la antena tiene una longitud de 100mm y está preparada para trabajar en el rango de frecuencias de 868/915MHz lo que la hace idónea para nuestra aplicación.



Figura, Antena 2067640100

Fuente: Molex

7.6 Sensor efecto hall

Los sensores de efecto hall funcionan mediante la detección de un campo magnético. Al detectar un campo magnético de un valor determinado el sensor llega a su punto de operación cambiando su estado. Cuando el campo que mide disminuye, el sensor vuelve a su estado natural.

En este proyecto utilizaremos este sensor con una finalidad puramente reestablecedora. Es decir, al estar la PCB dentro de una caja que la protegerá, mediante la inclusión de un sensor efecto hall y su conexión al reseteado, podremos resetear el sistema mediante el



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

acercamiento de un imán capaz de crear un campo magnético determinado, a la zona de la placa donde esté situado el sensor



Figura sensor efecto hall Si7201-B-00-FV

Fuente Mouser

8. Planificación

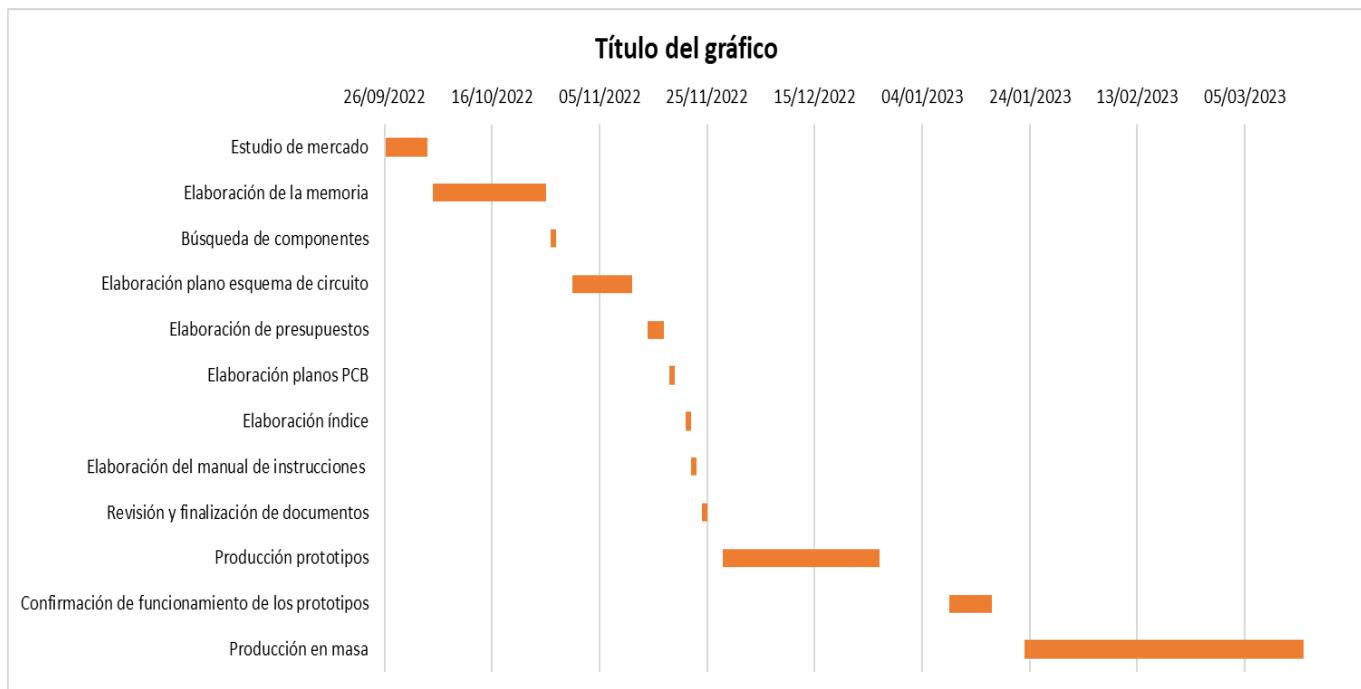
En este apartado, pondremos fechas y tiempos a las diferentes fases que tendrá este proyecto desde el inicio de diseño hasta recibir la primera fabricación en masa de 2500 unidades:

Nombre	Fecha inicio	Fecha fin
Estudio de mercado	26/9/22	4/10/22
Elaboración de la memoria	5/10/22	26/11/22
Búsqueda de componentes	27/10/22	28/10/22
Elaboración plano esquema de circuito	31/10/22	11/11/22
Elaboración de presupuestos	14/11/22	17/11/22
Elaboración planos PCB	18/11/22	18/11/22
Elaboración índice	21/11/22	21/11/22



Memoria Vol.1	Fecha de revisión: 25/11/2022	Revisión nº1
---------------	----------------------------------	--------------

Elaboración del manual de instrucciones	22/11/22	23/11/22
Revisión y finalización de documentos	24/11/22	24/11/22
Producción prototipos	28/11/22	27/12/22
Confirmación de funcionamiento de los prototipos	9/1/23	17/1/23
Producción en masa	23/1/23	16/16/23



9. Resultados finales

Una vez seleccionados los componentes que utilizaremos en este proyecto, en este apartado abordaremos la solución final explicando el funcionamiento electrónico del mismo. Para nombrar los componentes, se utilizará su identificación general seguido de la



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

identificación general salvo para los componentes más sencillos (“commodities”) que se utilizará únicamente su identificación general.

En primer lugar, puntualizamos que el tamaño de la PCB, se debe a la longitud de la pila, siendo la PCB algo superior al tamaño de la pila para evitar posibles golpes, o si en algún caso, algún cliente desea fijar la pila en la parte inferior de la misma.

En lo referente a la alimentación, se ha elegido un condensador de muy alta capacitancia (0,47F) que es **C12 SCMR14D474PRBB0** ya que como el circuito LoRa funciona por impulsos de unos centenares de milisegundos de duración frente al periodo total del orden de minutos a elección del cliente, la batería no es capaz de responder lo suficientemente rápido cuando se producen estos impulsos. De esta manera, el condensador es capaz de responder a dichos impulsos y aportar la corriente requerida. Entre pulsos, la batería carga de nuevo el condensador. Por otro lado, hemos integrado un divisor de tensión compuesto por R11 y R12 con valores muy altos (1M) para que no se consuma prácticamente nada de corriente en esa rama. El fusible **F1 MFU0805FF00500P100**, tiene la función de proteger la batería por si se produce algún fallo o error en la placa. De esta forma, si hay alguna sobrecorriente, el fusible protegerá la batería ya que si esta se sobrecalienta podría romper la placa.

La inclusión de R12, es simplemente para poder juntar los dos pines de la memoria e inhibir sus funciones. El valor escogido se puede cambiar sin problema. La memoria en este sistema tendrá un uso únicamente de actualización de firmware cuando sea necesario por una versión más actual.

En cuanto a C2 y C7 son dos condensadores de desacople utilizados para el funcionamiento del circuito digital.

En relación al diseño de la opción de reseteo, la inclusión de R1 y C1 en el sensor efecto hall **S1 Si7201-B-00-FV**, son para aumentar la constante de tiempo y que así, cuando el sensor detecta el imán y produzca una respuesta, esta no sea tan rápida y así el módulo LoRa pueda detectar la respuesta y resetear.

Por otro lado, el módulo LoRaWAN **U5 WLR089U0-I/RM** tendrá conectados directamente tanto el módulo GPS **U4 L86-M33** como la memoria **U1 W25Q80DVSNIG** en los pines correspondientes sin necesidad de ningún acoplamiento especial. Como hemos dicho, el módulo LoRaWAN trabaja mediante pulsos del orden de centenares de milisegundos de duración. Cada intervalo de tiempo (Sobre 15/30 minutos recomendado), el módulo LoRaWAN encenderá el módulo GPS el cual enviará la posición a través de la antena. Cuando esto no esté sucediendo, la batería estará en modo de bajo consumo, permitiendo así ahorro de batería y que esta pueda durar más evitando así tener que abrir el dispositivo en más ocasiones de las necesarias.



Memoria Vol.1

Fecha de revisión:
25/11/2022

Revisión nº1

Por último, cabe destacar que en este circuito no es necesario la inclusión de reguladores de tensión ya que todos los componentes del sistema, tienen su tensión de alimentación a 3,6V o su rango de tensión de alimentación incluye estos 3,6V, voltaje suministrado por nuestra batería.

10. Orden de prioridad

En este proyecto, el orden de prioridad de los documentos básicos está de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 157001:2014 por defecto