

ANEXO 1: DISEÑO DE HARDWARE

---

**SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO DE  
OBJETOS MEDIANTE LA TECNOLOGÍA  
BLUETOOTH LOW ENERGY, MODO  
BEACON**

---

27 de enero de 2021

Rubén Arce Domingo  
Máster en automatización y robótica  
industrial  
akimbo170@gmail.com



# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Emisor Beacon</b>	<b>5</b>
2.1	Aspectos a considerar . . . . .	5
2.2	Circuito eléctrico . . . . .	5
2.2.1	Microcontrolador . . . . .	5
2.2.2	Alimentación . . . . .	5
2.3	PCB de control . . . . .	6
2.4	Imágenes reales . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Receptor Beacon o gateway</b>	<b>7</b>
3.1	Aspectos a considerar . . . . .	7
3.2	Circuito eléctrico . . . . .	7
3.2.1	Microcontrolador . . . . .	7
3.2.2	Alimentación . . . . .	8
3.3	PCB de control . . . . .	8
3.4	Imágenes reales . . . . .	9
3.5	Conclusiones . . . . .	10

## Índice de figuras

1	Renderizado de PCB del Beacon. . . . .	6
2	PCB del Beacon obtenida con Kicad. . . . .	6
3	PCB real fabricada y soldada . . . . .	7
4	Fuentes de alimentación de la PCB master. . . . .	8
5	Renderizado de PCB del master o gateway. . . . .	9
6	Renderizado de PCB del master o gateway. . . . .	9
7	Imágenes reales de la PCB gateway. . . . .	10



### 1. Introducción

Los diseños eléctricos y el trazado de las pistas del circuito se han llevado a cabo con Kicad en su versión 5.1.6. Se ha empleado este programa debido a que, en primer lugar es de software libre y completamente gratuito y, en segundo lugar, debido a que puede funcionar en Linux. Además de que es capaz de llevar a cabo cualquier diseño profesional sin problema de licencias o versiones incompatibles.

Por otro lado, todas las PCBs se han fabricado en dos capas con un espesor estándar de 1,6mm y con acabado superficial HASH plomo estaño en los primeros prototipos. En la versión final se empleará el acabado ENIG, o de oro electrolítico, para mejorar las especificaciones y durabilidad de la misma.

Por último mencionar que se han empleado tanto componentes SMD como through hole y se ha priorizado el precio en la selección de los mismos.

### 2. Emisor Beacon

#### 2.1. Aspectos a considerar

Las premisas para seleccionar el mejor microcontrolador han sido las siguientes:

1. Bajo consumo.
2. Tamaño reducido.
3. Bluetooth y posibilidad de wifi en caso de eliminar el dispositivo emisor.
4. Precio muy competitivo.

#### 2.2. Circuito eléctrico

##### 2.2.1. Microcontrolador

En el caso del microcontrolador, se ha optado por un ESP32 de la empresa Espressif (<https://www.espressif.com/>) debido en gran medida a que dispone de wifi y bluetooth, así como de unas excelentes herramientas de desarrollo de software.

##### 2.2.2. Alimentación

Para llevar a cabo la alimentación del microcontrolador y, teniendo en cuenta que se han de garantizar los 3,3V en la entrada del micro, se ha optado por una batería de Ion-Litio de 1400mAh que además tiene un tamaño reducido. El rango de tensión de la tarjeta va de 12V a 3,6V en el caso de que se opte por otro método de alimentación.

### 2.3. PCB de control

Una vez tenidas en cuenta estas especificaciones, en el esquema eléctrico se ha llevado a cabo el ruteo de la tarjeta. Vemos que se ha elaborado el trazado de pistas con planos de masa para prevenir interferencias electromagnéticas y conseguir que no afecte demasiado a la electrónica. En las figuras 1 y 2 podemos ver imágenes de los renderizados y circuitos eléctricos.

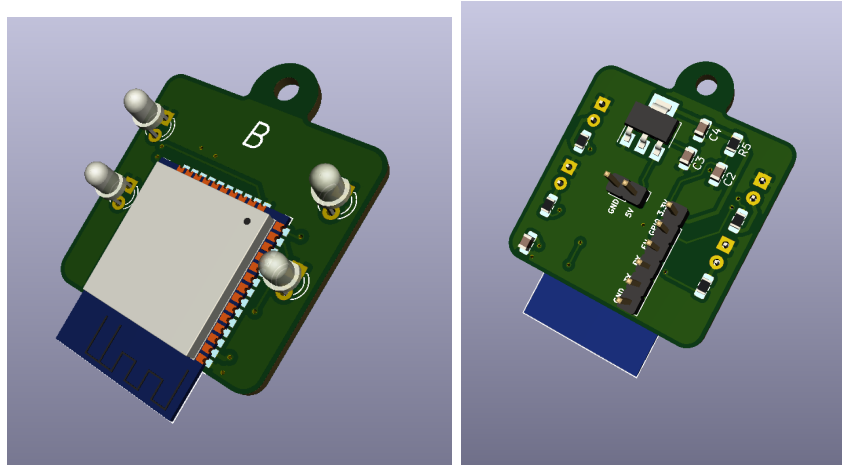


Figura 1: Renderizado de PCB del Beacon.

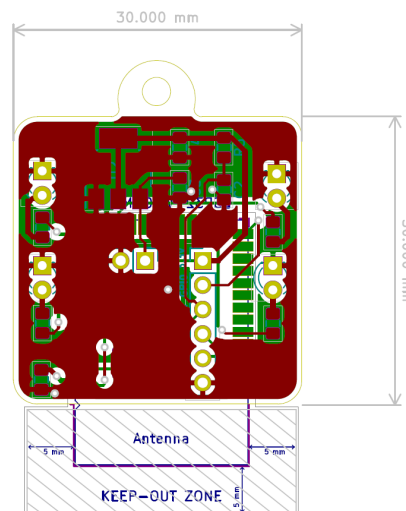


Figura 2: PCB del Beacon obtenida con Kicad.

Se ha dejado la zona de la antena despejada para mejor la ganancia de la misma y en consecuencia el alcance, en el caso del Beacon se usarán las antenas que integra el microcontrolador.

## 2.4. Imágenes reales

Tras llevar a cabo la fabricación de las tarjetas prototipo podemos ver los resultados en la figura 3.

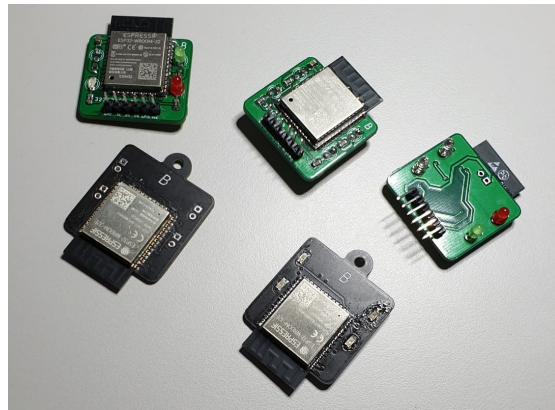


Figura 3: PCB real fabricada y soldada

## 3. Receptor Beacon o gateway

### 3.1. Aspectos a considerar

1. Velocidad de procesamiento: El número máximo de equipos a localizar puede ser superior a 500, es por ello por lo que quedan descartados los microcontroladores de 8 bits y cristales de menos de 16MHz.
2. Wifi/bluetooth: Ha de escuchar a los Beacons y subir los datos a internet, es por ello por lo que se hace indispensable que cuente con hardware que permita las dos acciones.

### 3.2. Circuito eléctrico

#### 3.2.1. Microcontrolador

Teniendo en cuenta estas condiciones previas y contando con procesadores ESP32 del diseño anterior, se ha optado por compartir el procesador para ambos equipos. Con esto

conseguimos que el software y librerías sean compatibles al 100 % y se ahorre tiempo de desarrollo.

### 3.2.2. Alimentación

En este caso puesto que la tarjeta se encontrará estática en un lugar cercano a un enchufe se brindan las siguientes opciones de alimentación:

1. 220 VAC.
2. 12 VDC.
3. 5 VDC, en el caso de que se disponga de un ordenador cerca se podría conectar por USB.

En la figura 4 podemos ver el circuito responsable, mediante un jumper. Se facilita el cambio de alimentación para las distintas necesidades de los clientes.

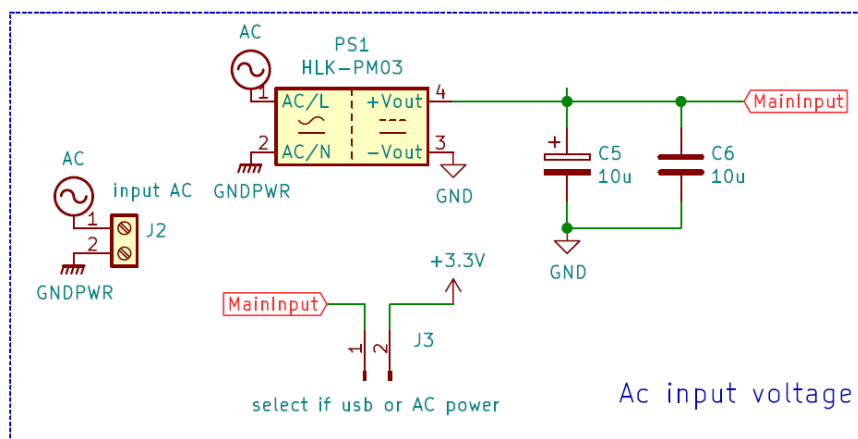


Figura 4: Fuentes de alimentación de la PCB master.

### 3.3. PCB de control

Se ha optado por llevar a cabo el trazado de pistas de alimentación por la cara top y las de señal por la bottom, vemos que hay dos conectores en los extremos de la tarjeta, uno con una UART para comunicarse con otros sistemas de la planta y otro conector para sensores i2c, pensado para la lectura de humedad y temperatura, así como para el envío de estos datos a la web de control. En la figura 5 se aprecia con mayor detalle la PCB del master en un renderizado obtenido con Kicad.

En el apartado de planos se puede ver con mayor detalle el esquema eléctrico y dimensiones de la tarjeta.



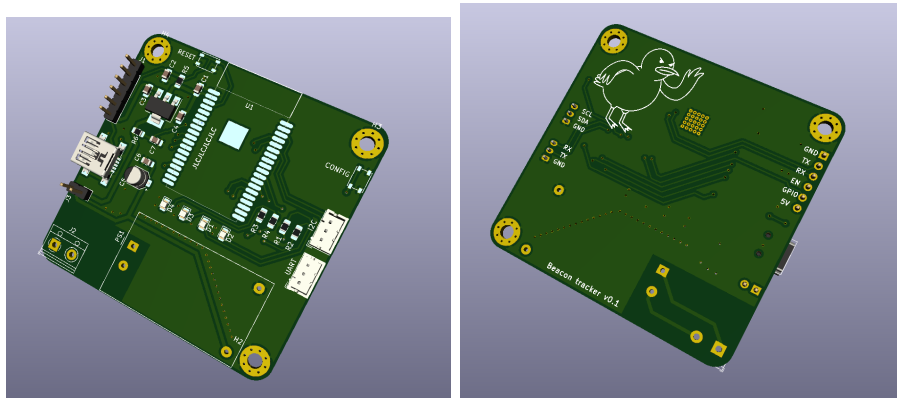


Figura 5: Renderizado de PCB del master o gateway.

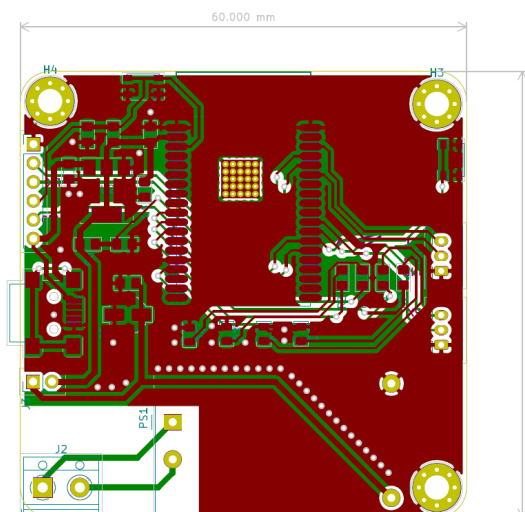


Figura 6: Renderizado de PCB del master o gateway.

### 3.4. Imágenes reales

Por último y tras fabricar las tarjetas e imprimir las cajas que lo contienen se obtiene el resultado de las figuras 6 y 7.

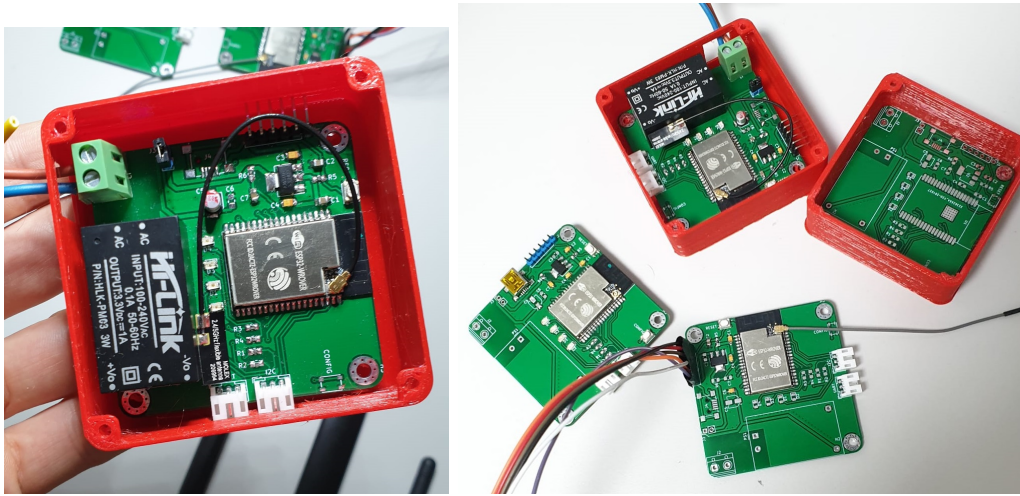


Figura 7: Imágenes reales de la PCB gateway.

### 3.5. Conclusiones

Una vez recibidas las PCBs se fueron ensamblando a mano sin mayor incidente que la confusión en la posición de un led que, por supuesto, tras cargar el firmware en la tarjeta, no se iluminó. Solucionado el incidente, la versión 1 de las tarjetas fue, por suerte, la definitiva.