

ANEXO DE DISEÑO DE HARDWARE

---

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

---

19 de diciembre de 2020

Rubén Arce Domingo  
Master 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 . . . . .	9

## Índice de figuras

1	Renderizado de PCB del Beacon . . . . .	6
2	PCB del Beacon obtenida con Kicad . . . . .	6
3	Renderizado de PCB del master o gateway . . . . .	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 . . . . .	10
7	Images reales de la PCB gateway . . . . .	10



## **1. Introducción**

Los diseños eléctricos y 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.

Todas las PCBs se han llevado a cabo 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 acabado ENIG, o de oro electrolítico para mejorar las especificaciones y durabilidad de la misma.

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 de 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 el 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 alimentarlo por otro método.

### 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 han llevado a cabo el trazado de pistas con planos de masa para prevenir interferencias electromagnéticas y conseguir que no afecte demasiado a la electrónica.

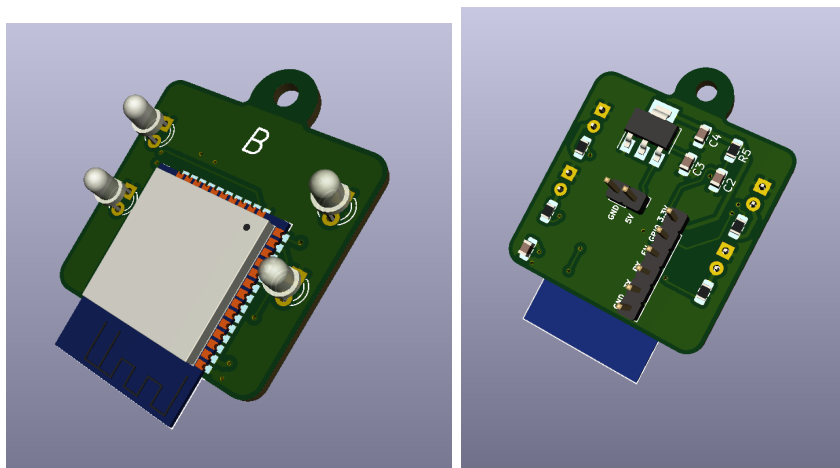


Figura 1: Renderizado de PCB del Beacon

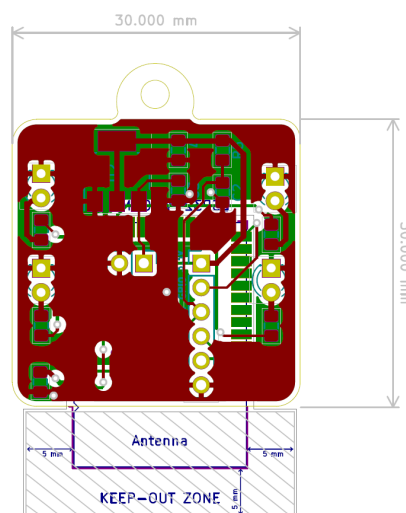


Figura 2: PCB del Beacon obtenida con Kicad

Dejando lo más despejada la zona de la antena para mejor la ganancia de la misma y en consecuencia el alcance, en el caso del beacon se usarán las antenas que integran los microcontroladores.

## 2.4. Imágenes reales

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

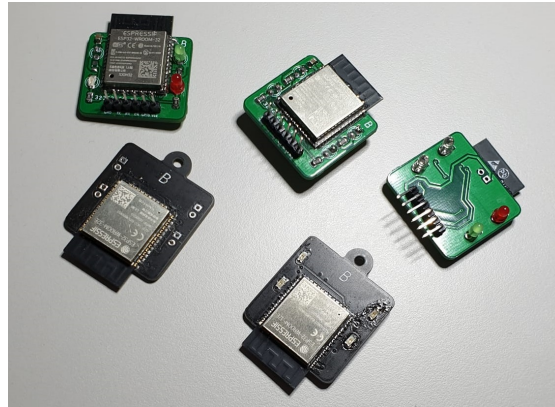


Figura 3: Renderizado de PCB del master o gateway

## 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 8bits 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 ahorre tiempo de desarrollo.

### 3.2.2. Alimentación

En este caso y 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.

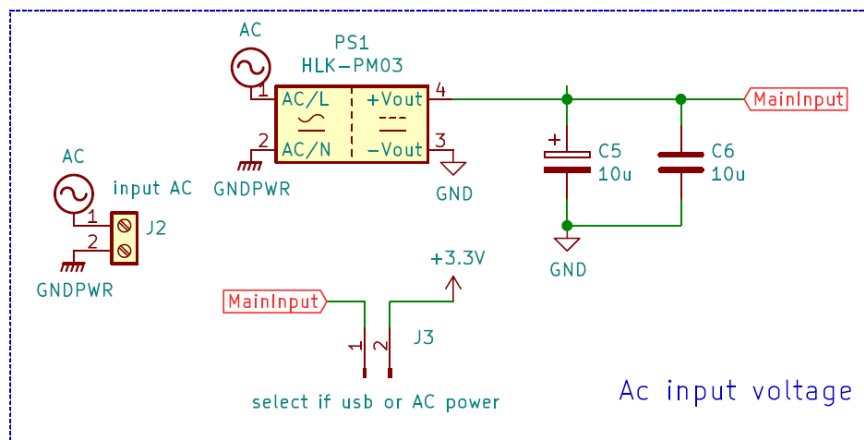


Figura 4: Fuentes de alimentación de la PCB master

### 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 el extremo 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 y envío de estos datos a la web de control.

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



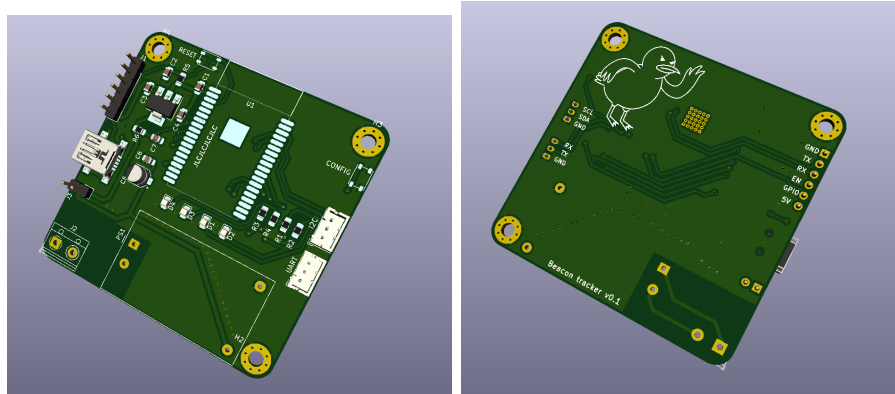


Figura 5: Renderizado de PCB del master o gateway

### 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.

### 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 y por suerte la versión 1 de las tarjetas fue la definitiva.

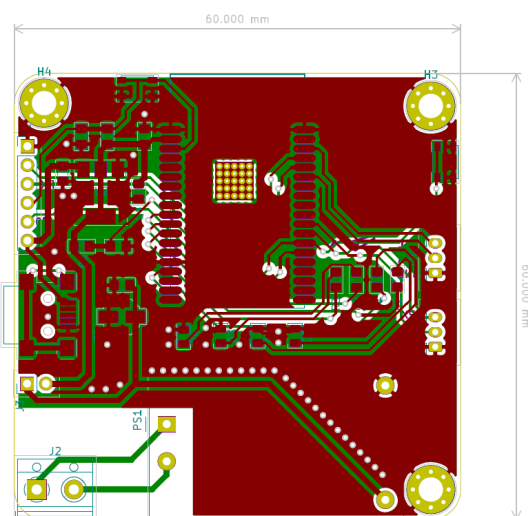


Figura 6: Renderizado de PCB del master o gateway

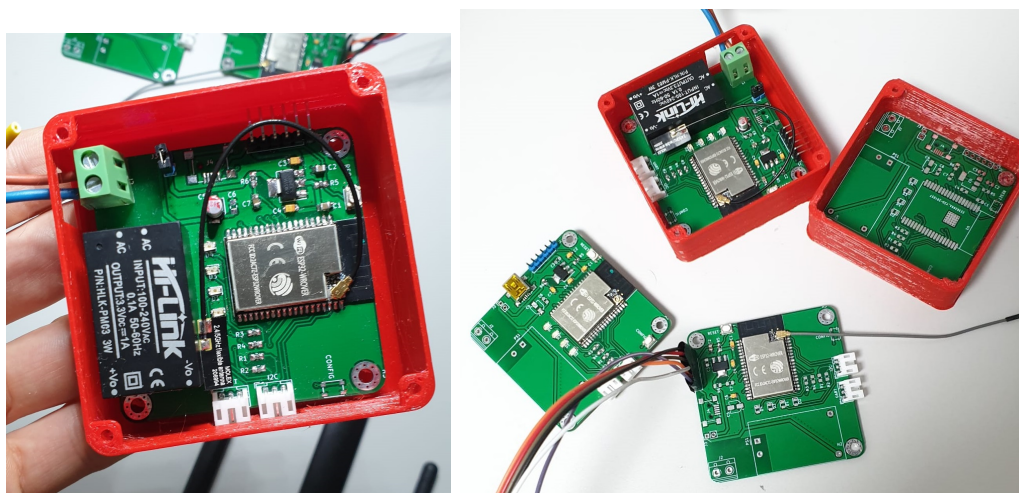


Figura 7: Images reales de la PCB gateway