

Memoria ELCO - Grupo 3 "LOCOLOCAS"
ALFINDER

Pablo de la Rosa, Carlos Gómez, Pablo López, Iris Rubio y Anna Verlanti

14 de mayo de 2020



Índice

1. Introducción	3
2. Idea de proyecto	3
3. Prototipo	3
3.1. Comparación de tecnologías	3
3.2. Funcionalidad	4
3.3. Funcionamiento	4
3.3.1. Transmisor	4
3.3.2. Receptor	5
3.4. Aspecto final	9
3.4.1. Transmisor	9
3.4.2. Receptor	10
3.5. Coste estimado	10
3.6. Precio de venta estimado	12
3.7. Canales de fabricación y venta	12
3.7.1. Proveedores	12
3.7.2. Página web	12
A. Apéndices	13
A.1. Datasheets	13
A.1.1. Soporte pilas	13
A.1.2. Pilas	13
A.1.3. N-Mosfet	13
A.1.4. Emisor y Receptor 433MHz	13
A.1.5. Puerta NOT	13
A.1.6. Puerta AND	13
A.1.7. Latch S-R	13
A.1.8. Puerta XNOR	13
A.1.9. Condensadores	13
A.1.10. LDO	13
A.1.11. Pines macho	13
A.1.12. Pines hembra	14
A.1.13. Buzzer	14
A.1.14. Registro de desplazamiento	14
A.1.15. 555	14
A.1.16. Resistencias	14
A.1.17. Botón	14
A.1.18. PLA	14
A.1.19. Botones del transmisor	14
A.1.20. STM32F072	14
A.2. Código utilizado para la simulación del transmisor	14
A.2.1. Código de atención a las interrupciones	15
A.2.2. Código de envío de datos por el transmisor de 433MHz con un timer de 1 ms	15
A.2.3. Código de recepción de los datos por el receptor de 433MHz y encendido de led	15
A.3. Placa para el soporte de las pilas de botón	15

1. Introducción

Este documento sirve como memoria del trabajo de la asignatura ELCO (Electrónica de Consumo) de la ETSIT UPM (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación). En el se presenta el desarrollo y prototipado de un proyecto realizado por 5 alumnos. En la memoria se presentarán las diferentes etapas del proyecto y se detallará toda la circuitería diseñada, así como un pequeño análisis del entorno y propuesta de producto de cara a una posible venta de este. Todo el código utilizado se encuentra subido a un repositorio de *GitHub*[1].

2. Idea de proyecto

La idea del proyecto se basa en la intención de facilitar la búsqueda de objetos perdidos dentro de una casa para personas mayores o con Alzheimer a través de una interfaz simple y centralizada que permita seleccionar el objeto perdido, y ayudar a su localización con receptores acoplables a objetos que estas personas pueden perder. Por ello la idea se centra en crear receptores pequeños y que no molesten en el uso normal de los objetos, con tecnología eficiente para evitar un coste elevado en pilas.

El nombre elegido para el producto es **ALFINDER**.

3. Prototipo

En esta sección se explicará todo el funcionamiento del prototipo realizado. Dicho prototipo se compone de un conjunto de receptores y un emisor que se comunican mediante tecnología a 433MHz (la utilizada en los mandos a distancia de coches), y permite seleccionar uno de entre los varios receptores y hacer que suene el *buzzer* del receptor. Esto se consigue a partir de una codificación con símbolos de 3 bits (de 000 a 111), permitiendo así seleccionar entre 8 diferentes receptores.

3.1. Comparación de tecnologías

Se ha elegido utilizar la tecnología de 433MHz tras realizar una comparación con otras tecnologías en cuanto a diferentes parámetros. Esta comparación se muestra en la siguiente figura

Tecnologías	Consumo	Velocidad	Tiempo de conexión	Alcance	Precio	Tamaño	Seguridad	Frecuencia	Facilidad de uso
Bluetooth	40 mA transmitiendo y 0,2 mA en reposo	3 Mbits/s	6 segundos	hasta 30 metros	0.60 €	25mmx13mm	Alta	2.4 GHz	Complejo
Wifi	200mA transmitiendo y 40mA en reposo	7 Mbits/s	10 segundos	hasta 300 metros	0.60 €	25mmx13mm	Alta	2.4/3.6/5 GHz	Complejo
Xbee	30 mA transmitiendo y 3 uA en reposo	250 kbits/s		10 m a 75 m	20.00 €	24mmx27mm	Alta	2.4 GHz 915 MHz y 868 MHz	Simple
433Mhz	5mA transmitiendo y 0,4uA en reposo	4kbits/s	0 segundos	20m a 200m	m	30mmx10mm	Media	433Mhz	Simple
NFC	Practicamente cero	424Kbits/s	1 segundo	20 cm				13.56 GHz	Simple

Figura 1: Comparación de tecnologías

Se ha decidido optimizar según consumo, puesto que se quería que los receptores pudiesen tener el mayor tiempo de vida posible con unas baterías pequeñas (puesto que se quería que el tamaño de los receptores fuese pequeño). Esta optimización por energía ha supuesto también la elección de realizar un receptor basado en hardware (sin microprocesador), eliminando así también tecnologías que necesitan de un microprocesador para recibir los datos . Esto ha acabado decantando la elección por la tecnología de 433MHz por su facilidad de uso y poco consumo en reposo.

3.2. Funcionalidad

El proyecto desarrollado permite, a partir de una interfaz física con botones, buscar diferentes objetos que puedan haberse perdido dentro de una casa. Para ello se sirve de un emisor y hasta 8 receptores que se acoplan a los objetos deseados, permitiendo así que cuando no se sabe el paradero de alguno de los objetos, baste con ir a la interfaz física, pulsar el botón correspondiente, y buscar el objeto perdido por la casa a partir de una señal sonora que emiten los receptores. Además, una vez encontrado el objeto, bastará con pulsar un botón para parar la señal sonora.

3.3. Funcionamiento

En esta sección se explica el funcionamiento de ambos elementos del proyecto (transmisor y receptor), su esquema eléctrico, y la simulación de su funcionamiento, por la imposibilidad de construir un prototipo por la crisis del COVID-19.

3.3.1. Transmisor

El transmisor esta compuesto por una interfaz física compuesta por 8 botones, conectados con un núcleo STM32, y conectado a un transmisor de 433MHz [A.1.4], que emite diferentes códigos según el botón pulsado.

3.3.1.1 Funcionamiento previsto del transmisor

El funcionamiento previsto del transmisor es el siguiente: el usuario pulsa uno de los 8 botones (correspondiente a uno de los 8 posibles receptores acoplados a diferentes objetos), este botón genera una interrupción en el pin al que está conectado de la STM32, que genera un código de 4 dígitos (el primero siempre es un '1', y el resto permiten seleccionar cada uno de los ocho dispositivos), que envía a una frecuencia de 1kHz los bits por el circuito transmisor de 433MHz.

3.3.1.2 Esquema eléctrico del transmisor

El esquema eléctrico utilizado es el mostrado en la siguiente figura [2], en el aparecen 8 botones conectados (con resistencias) a la placa STM32 en diferentes pines (configurados para generar interrupciones), y esta conectada el emisor de 433MHz, para enviar los datos a una frecuencia de 1kHz (cada 1 ms envía un bit):

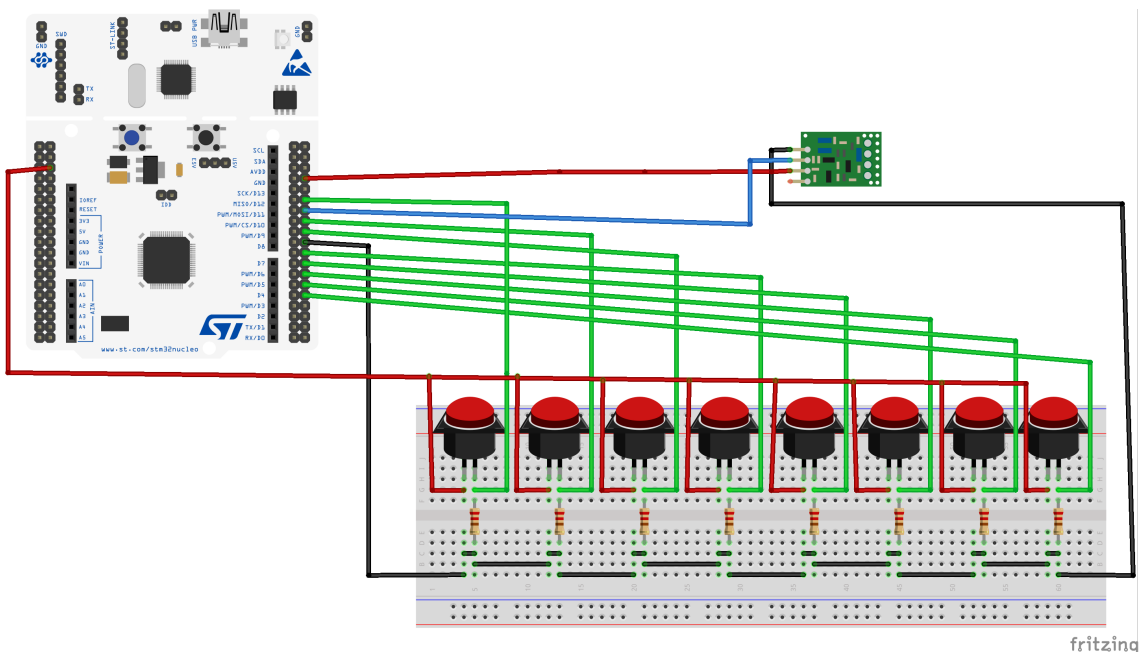


Figura 2: Esquema eléctrico del transmisor

3.3.1.3 Simulación del funcionamiento del transmisor

Para la simulación (por restricciones debidas a la crisis del COVID-19), se ha planteado un ejemplo con un solo botón (pues no disponíamos de más) conectado a la STM32, la cual está a su vez conectada tanto al transmisor como al receptor, consiguiendo así recibir los bits enviados. Para comprobar el funcionamiento, la STM32 enciende un led según el valor del bit recibido (reproduciendo así los códigos enviados). El esquema eléctrico utilizado para la simulación es el siguiente:

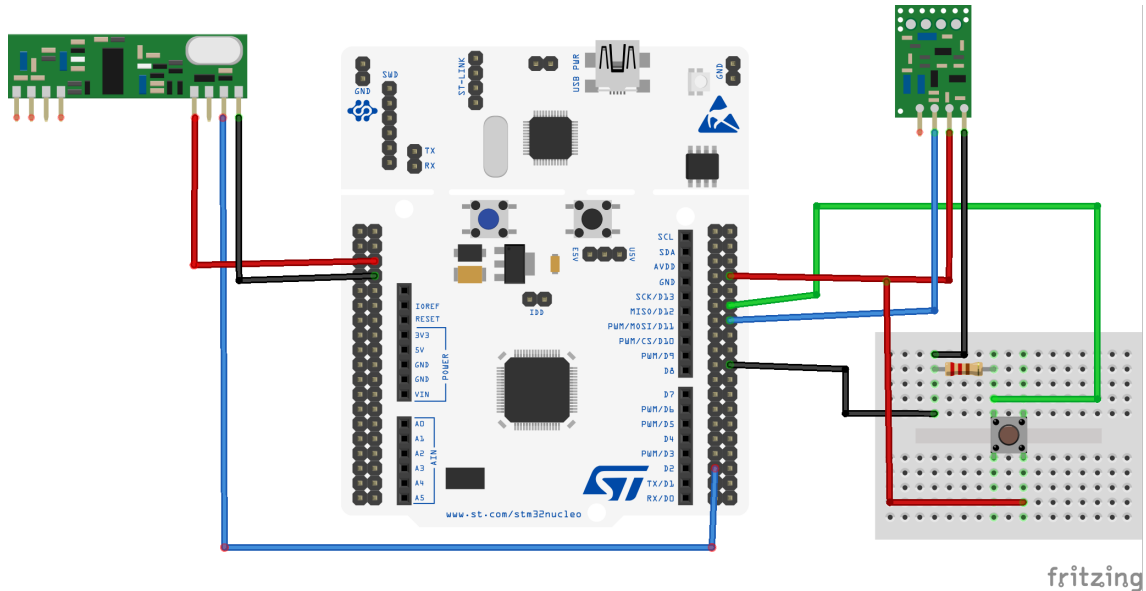


Figura 3: Esquema eléctrico de la simulación del transmisor

El código utilizado para esta simulación se encuentra en el siguiente anexo [A.2].

La simulación llevada a cabo ha consistido en enviar los códigos de cada uno de los 8 posibles receptores (de '1000' a '1111') pulsando el botón, y observar los parpadeos del led de la STM32, correspondientes a la información recibida por el receptor de 433MHz. Los resultados han sido los esperados, por lo que asumimos que el funcionamiento del sistema real (si hubiésemos podido construir el prototipo) sería el previsto.

3.3.2. Receptor

El receptor está compuesto únicamente de hardware, que permite a cada uno de los 8 posibles receptores acoplados a objetos, encender el *buzzer* que llevan cuando reciben el código emitido por el transmisor de 433MHz que les corresponde.

3.3.2.1 Funcionamiento previsto del receptor

El funcionamiento previsto del receptor es el siguiente: cuando el usuario pulsa un botón de la interfaz física del transmisor, este emite la secuencia de 4 bits (que empieza siempre por un '1'). Todos los receptores, que inicialmente están apagados, al recibir el '1' inicial, inician un *timer* de 1kHz [A.1.15]. Este timer sirve para mover los bits recibidos mediante un registro de desplazamiento. Los bits del registro de desplazamiento se comparan con el código correspondiente a cada receptor (mediante seis *solder bridges* se decide si soldar a 5 V o a tierra cada bit, consiguiendo así el código de tres bits de cada receptor). El receptor cuyo código sea el enviado, encenderá el *buzzer*, que se apagará cuando se pulse el botón de ese receptor. Para finalizar, el sistema de comparación de los bits recibidos volverá a apagarse (al igual que el *timer*) cuando el bit inicial '1' llegue a la quinta posición del registro de desplazamiento en todos los receptores sin apagar los *buzzers* que estuviesen encendidos, reduciendo así el consumo de los receptores.

3.3.2.2 Esquema eléctrico del receptor

El esquema eléctrico de cada uno de los 8 receptores es el siguiente:

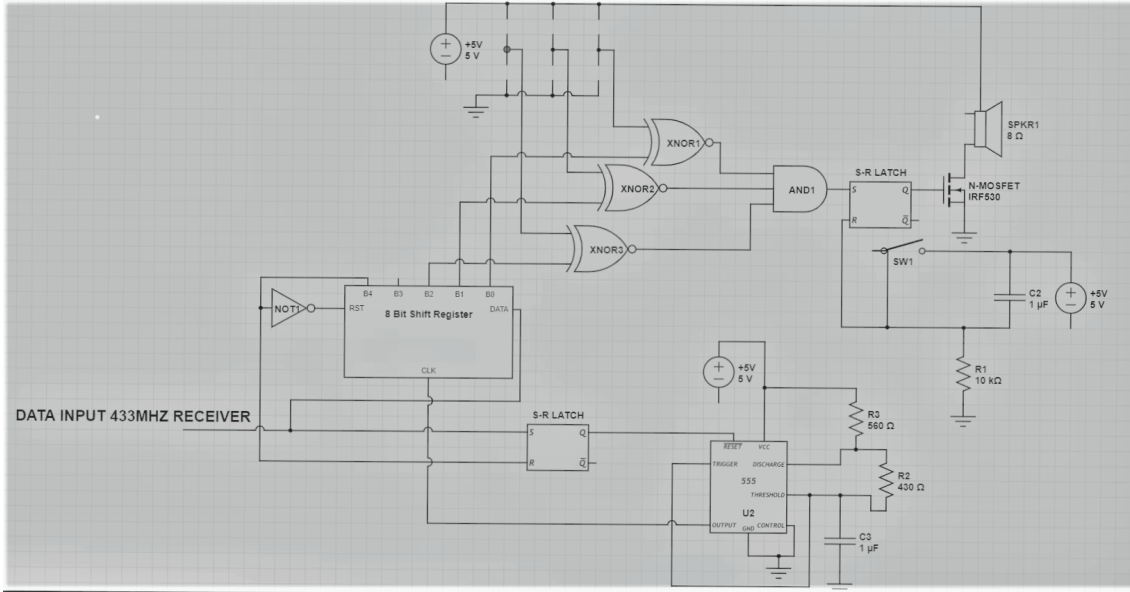


Figura 4: Esquema eléctrico del receptor

En el se pueden ver los *solder bridges* en los cuales se puede elegir entre soldar a 5V o a tierra. La salida de estos esta conectada a una comparación con una puerta lógica XNOR con los bits que entran desde el transmisor de 433MHz en el registro de desplazamiento, desplazados con un *timer* (generado a partir de un 555 [A.1.15] de 1kHz de frecuencia). Cuando coinciden (se compara con la puerta lógica AND) los bits de entrada con el código seleccionado (a partir de los *solder bridges*), se enciende un *buzzer*, que solo se apaga con la pulsación del botón integrado en el receptor (esto se consigue con *latches* S-R). Por último, cuando el '1' inicial llega a la quinta posición del registro de desplazamiento se resetea este mismo, así como el timer. Para el subcircuito del *timer* 555, se ha utilizado la siguiente página [2] para el cálculo de los componentes que permitan generar pulsos a 1kHz de frecuencia.

Para la realización de este diseño se ha utilizado *Altium*. Quedando el esquemático de la placa según el siguiente esquema:

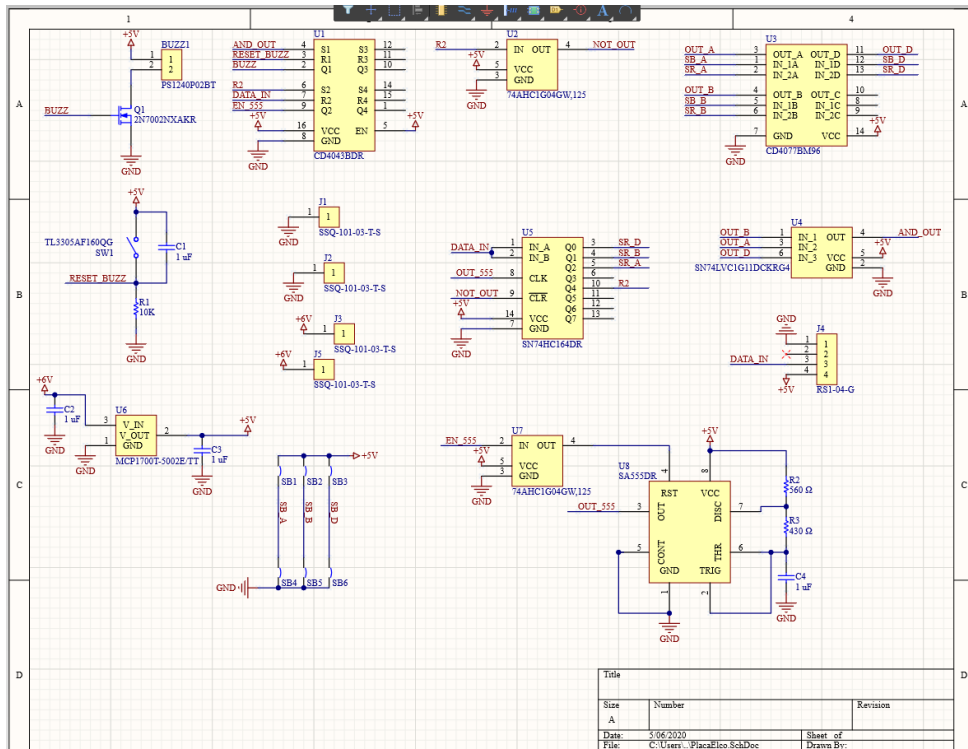
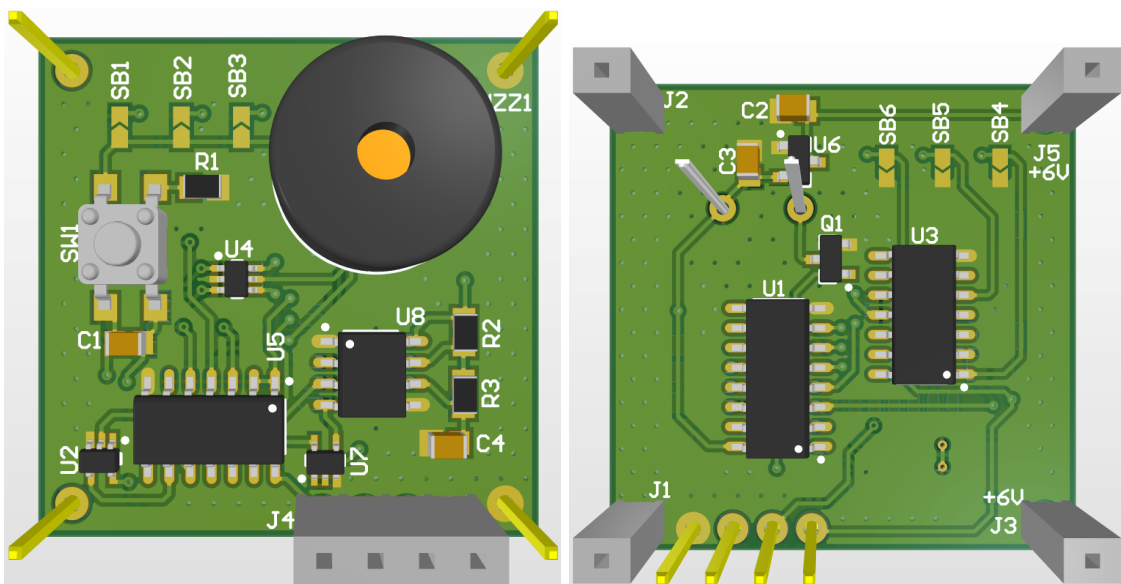


Figura 5: Esquemático de Altium del receptor

En el se puede observar que aparece un circuito que no aparece en el diseño inicial del receptor. Esto se debe a la implementación del sistema de potencia (compuesto por dos pilas de botón [A.1.2]), cuyo voltaje de salida es de 6 voltios. Para adaptarlo a los 5 voltios a los que funcionan el resto de componentes se ha utilizado un circuito LDO [A.1.10], cuyo funcionamiento se detalla aquí [3].

Al haber diseñado el receptor en Altium, la placa del receptor se podría enviar a fabricar (si no se hubiese dado la crisis del COVID-19 se habría hecho), quedando el diseño preparado para su implementación, y los *datasheets* de los componentes utilizados en el siguiente anexo [A.1].

En la siguiente figura se puede ver el acabado de la placa con los componentes de las partes superior e inferior de esta:



(a) Parte superior del receptor

(b) Parte posterior del receptor

La placa que se conecta al receptor y en la cual van las pilas se muestra en el siguiente anexo [A.3].

3.3.2.3 Simulación del funcionamiento del receptor

Dada la situación de crisis del COVID-19, no se ha podido probar el prototipo ya que no se ha podido fabricar. Para comprobar el funcionamiento del receptor, se ha utilizado la herramienta LTSPICE como simulador del circuito diseñado. En el se ha implementado el circuito diseñado (con algunas variaciones por características de los elementos especificadas en los datasheets que provocan un funcionamiento mínimamente diferente a los elementos de LTSPICE). El esquema utilizado en la simulación es el siguiente:

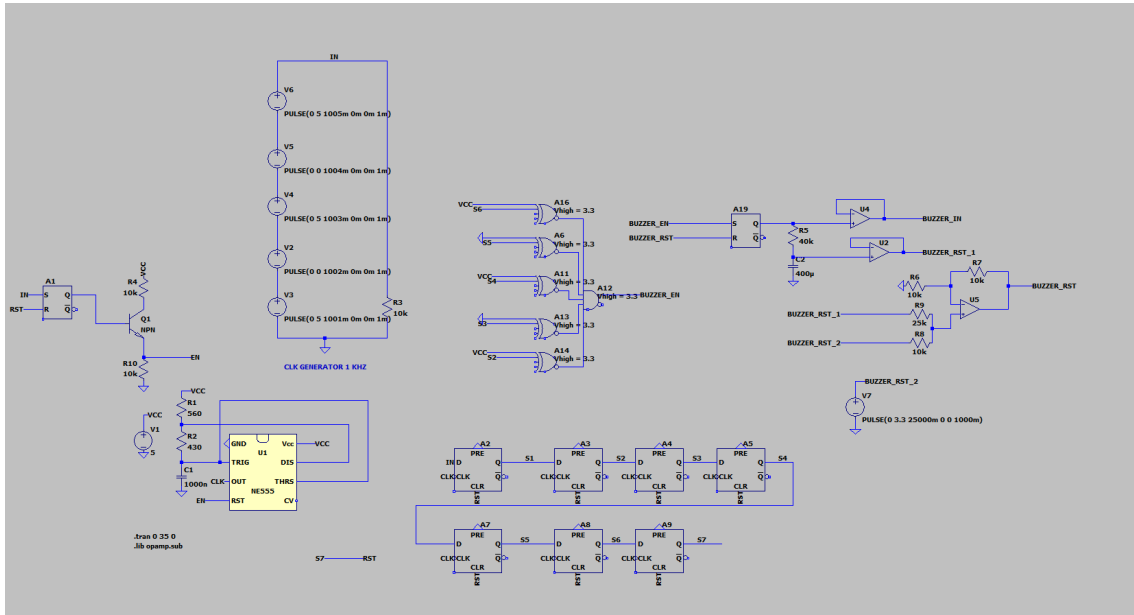


Figura 7: Esquema eléctrico de la simulación del transmisor

Para simular la recepción de datos, se ha generado una señal temporal que simula el código '10101' con una frecuencia de 1kHz (es decir, cada 1ms genera un bit). Estos datos se comparan mediante puertas lógicas XNOR con el código que supuestamente se elegiría en la placa mediante los *solder bridges* (que en este caso se ha puesto que se compare con el código '10101'). Esto genera un pulso que encendería el *buzzer*, y solo se apagaría si se pulsase el botón, que en este caso se ha simulado como un timer (diferente al que actúa sobre el registro de desplazamiento) que después de cierto tiempo genera un pulso que apaga el *buzzer*. En la siguiente figura [8] se pueden ver una captura de la simulación. La señal azul es la señal de entrada al receptor y la señal verde es el pulso que se genera cuando el código recibido es igual al código elegido, el cual enciende el *buzzer*. Se ve que es un pulso que se mantiene a lo largo del tiempo, puesto que el *latch* S-R genera esta salida a partir de la entrada de la puerta lógica AND. Este pulso se apagaría cuando se llegase al final del *timer* que se ha utilizado en la simulación como sustituto del botón.

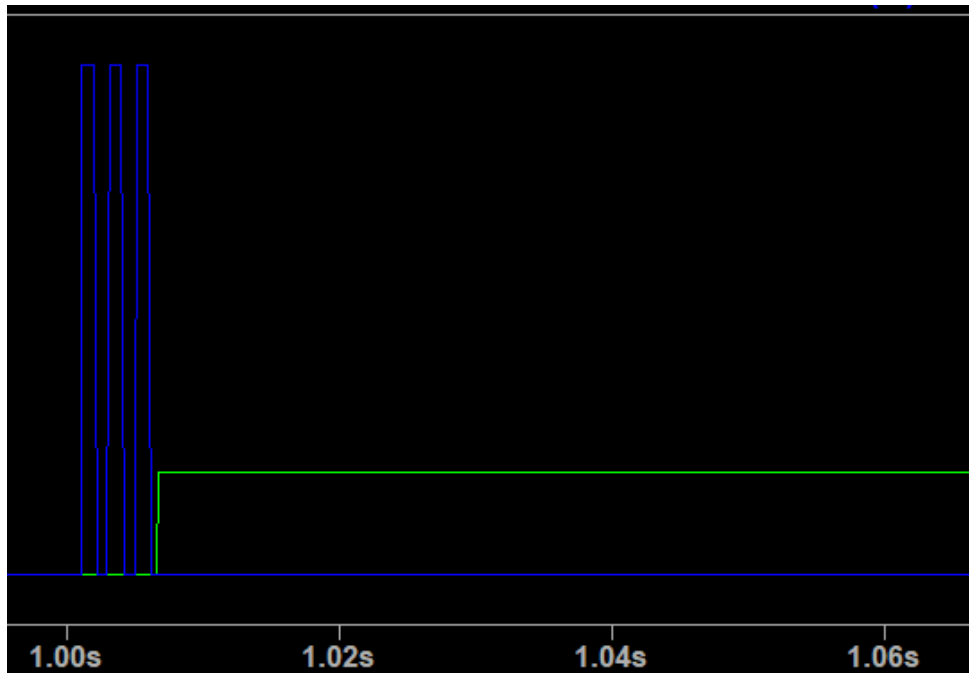


Figura 8: Captura de la simulación del transmisor

Los resultados obtenidos se corresponden con el funcionamiento esperado del receptor, por lo que asumimos que el funcionamiento del sistema real sería el previsto. De cara a una fabricación del prototipo, habría que soldar los componentes y comprobar el alcance real de todo el sistema.

3.4. Aspecto final

De cara a la venta del producto se ha diseñado una carcasa imprimible con impresoras 3D tanto para los receptores como para el transmisor. En esta sección se mostrará el modelo y se explicará como se monta el circuito en las piezas impresas.

3.4.1. Transmisor

En el caso del transmisor la caja es de dimensiones 22cm x 20cm x 15cm, permitiendo situar esta caja en cualquier mesa de una casa mientras se conecte a un enchufe. El diseño se muestra en la siguiente figura:

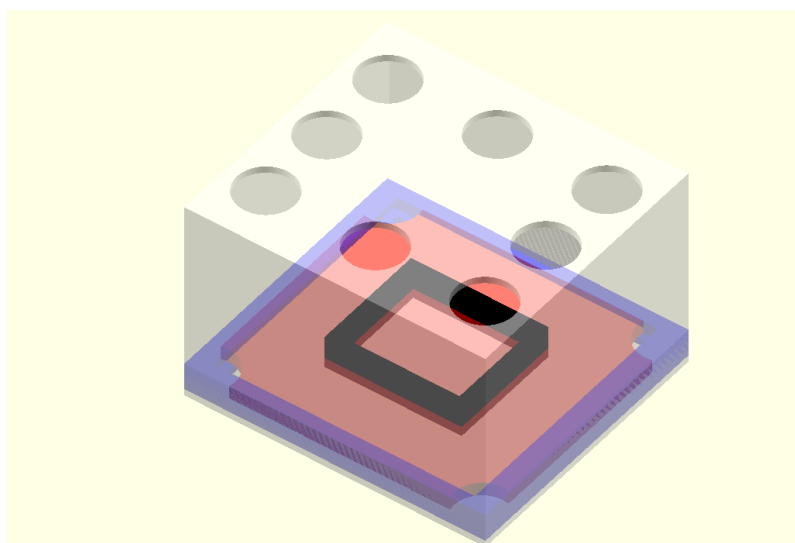


Figura 9: Carcasa del transmisor

En el diseño (en el cual se han señalado por colores las diferentes piezas), se puede observar el armazón principal en blanco y un enganche para la tapa en azul; en rojo la tapa que cierra la caja (que se engancharía en la parte azul), y sobre ella se encuentra un cajetín sobre el que situar la STM32. Estas dos piezas se imprimirían en 3D, y permiten la introducción de la placa en el interior, y la colocación de los botones [A.1.19] por los agujeros de la parte superior, quedando así conectados a la STM32 dentro de la caja.

3.4.2. Receptor

En el caso del receptor la caja es de dimensiones 3,5cm x 3,5cm x 2cm, permitiendo el acoplo de esta a posibles objetos que se pudiesen perder en una casa. El diseño se muestra en la siguiente figura:

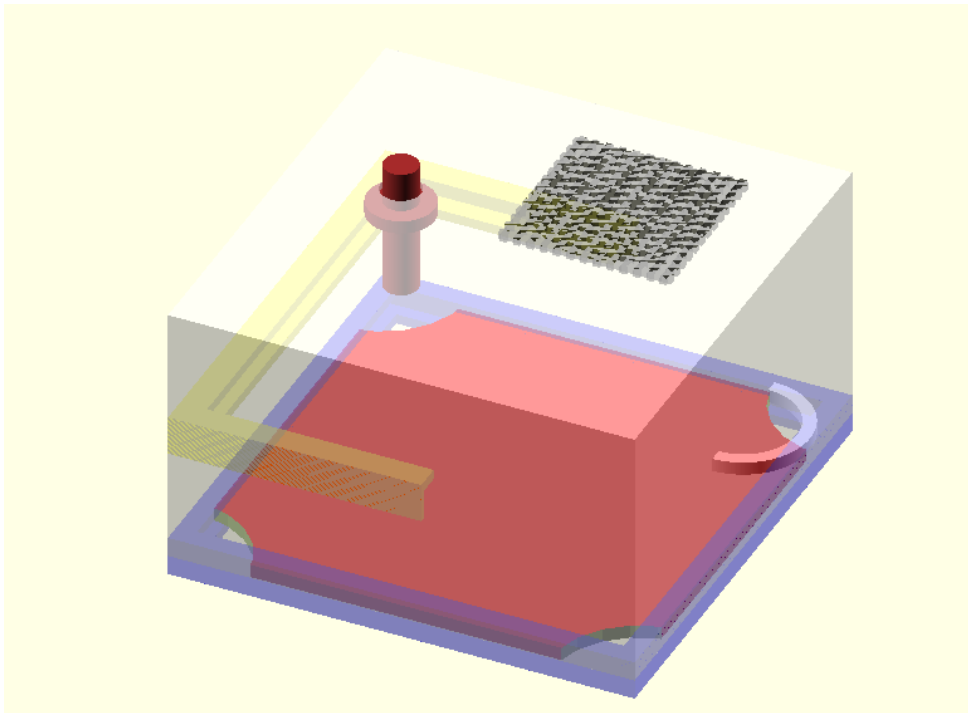


Figura 10: Carcasa del receptor

En el diseño (en el cual se han señalado por colores las diferentes piezas), se puede observar el armazón principal en blanco (incluye medio aro para poder engancharlo a objetos), con un enganche para la placa en amarillo, y un enganche para la tapa en azul; además hay una rejilla en negro por la cual saldría el sonido del *buzzer*. En marrón se encuentra un botón que permite apagar el buzzer, y en rojo la tapa que cierra la caja (que se engancharía en la parte azul). Estas tres piezas se imprimirían en 3D, y permiten la introducción de la placa con todos los componentes soldados (incluida la placa con las pilas) en el interior.

3.5. Coste estimado

Para el cálculo del coste estimado hemos tenido en cuenta tanto un emisor como 8 receptores, al ser esta la combinación que permitiría usar el máximo número de receptores. Se ha estimado el coste para producir 10000 unidades de este paquete (1 transmisor + 8 receptores)

- **Transmisor:** en el transmisor hay que tener en cuenta el precio de 8 botones [A.1.19], con 8 resistencias cada uno, la placa STM32 elegida, un transmisor de 433MHz, y la impresión 3D con PLA [A.1.18] del diseño sugerido (consume 0.54 metros de PLA para dicho diseño). Los precios para 10000 unidades de este paquete se muestran en la siguiente tabla:

	Precio por 1 unidad	Precio por 10000 unidades
8 botones	1.850616€	18506.16€
8 resistencias de 51Ω	0.00210€	168€
Una STM32F072	9.95€	99500€
Impresión 3D	0.078246€	782.46€

Sumando la primera columna obtenemos el coste total de producir un transmisor, obteniendo un total de **11.880962€**.

- **Receptor:** en el caso del receptor, tendremos en cuenta que habrá que dimensionarlo para 8 receptores. Cada receptor lleva un *buzzer* [A.1.13], dos N-Mosfets [A.1.3], un botón [A.1.17], cuatro condensadores de 1μF [A.1.9], una resistencia de 10kΩ [A.1.16], un LDO [A.1.10], cuatro pines hembra de una sola entrada y un pin hembra de cuatro entradas [A.1.12], un latch S-R [A.1.7], dos puertas lógicas NOT [A.1.5], un registro de desplazamiento [A.1.14], una puerta lógica XNOR [A.1.8], una resistencia de 560Ω, una resistencia de 430Ω, un *timer* 555 [A.1.15], dos soportes para pilas [A.1.1], dos pilas [A.1.2] y cuatro pines macho [A.1.11]. Los costes de estos componentes se muestran en la siguiente tabla:

	Precio unitario para 10000 unidades	Precio por receptor
Buzzer	0.35606€	0.35606€
2 N-Mosfet	0.01401€	0.02802€
Botón	0.10119€	0.10119€
4 condensadores 1μF	0.01046€	0.04184€
1 resistencia 10kΩ	0.00183€	0.00183€
LDO	0.34€	0.34€
4 pin hembra	0.16€	0.64€
1 pin hembra de 4	0.39€	0.39€
Latch S-R	0.11571€	0.11571€
2 puertas lógicas NOT	0.03434€	0.06868€
Registro de desplazamiento	0.0812€	0.0812€
Puerta lógica XNOR	0.38€	0.28€
Puerta lógica AND	0.07373€	0.7373€
Resistencia de 560Ω	0.00210€	0.00210€
Resistencia de 430Ω	0.0021€	0.0021€
Timer 555	0.08212€	0.08212€
2 soportes de pilas	0.43477€	0.86954€
2 pilas	1.9€	3.8€
4 pines macho	0.09€	0.36€

Si sumamos la segunda columna, obtenemos el precio de los componentes soldados en cada uno de los receptores, obteniendo un total de **7.73504€**. Cada uno de los receptores lleva además el receptor de 433MHz (que se compra junto al transmisor de 433MHz, y por lo tanto solo lo mencionamos aquí), la impresión de la PCB, y la impresión 3D con PLA [A.1.18] del diseño sugerido (consume 1.5 metros de PLA para dicho diseño). Teniendo en cuenta estos tres precios nos queda la siguiente tabla:

	Precio por 1 unidad	Precio por 10000 unidades
Componentes electrónicos	7.73504€	77350.4€
Transmisor y Receptor 433MHz	1.299€	12990€
Impresión PCB	3.194575€	31945.75€
Impresión 3D	0.21735€	2173.5€

Sumando la primera columna obtenemos el coste total de producir un receptor, obteniendo un total de **12.445965€**.

El coste total de la producción de un transmisor y ocho receptores es de **111.448682€**.

3.6. Precio de venta estimado

A la hora de vender el producto se proponen cuatro opciones diferentes reflejadas en la siguiente tabla:

	Precio de venta	Coste de fabricación	Margen de beneficio
Un transmisor	20€	12€	66.6 %
Un receptor	20€	12.5€	60 %
Un transmisor y ocho receptores	160€	111.5 €	44 %
Un transmisor y cuatro receptores	85€	61.67€	38 %

3.7. Canales de fabricación y venta

3.7.1. Proveedores

El producto se estructura en diferentes elementos, que serán pedidos a diferentes proveedores.

- **Componentes electrónicos:** todos los componentes electrónicos utilizados en el receptor se pedirán en *DigiKey* [4], y todos los precios especificados para los componentes se han obtenido de esta página.
- **Placa PCB:** para la realización de la placa del receptor, se enviará a fabricar a *JLCPCB* [5].
- **Botones y PLA:** tanto los botones como el plástico para la impresión 3D se pedirá a *AliExpress* [6].
- **Transmisores y receptores de 433MHz:** los transmisores y receptores de 433MHz se pedirán a *Amazon* [7]
- **STM32F072:** las placas STM32 utilizadas se comprarán en *STM* [8], y el precio especificado para dicha placa se ha obtenido de esta página.

3.7.2. Página web

Para la venta del producto se ha desarrollado una página web: <https://locolocas.wixsite.com/alfinder>.

En ella se incluye una pequeña descripción del producto y su funcionalidad, así como un manual de instrucciones para el correcto uso de este. Además hay una sección donde se muestran las cuatro opciones de compra, al entrar en ellas se puede ver una descripción más detallada de las funcionalidades previstas por cada opción de compra. Por último tiene una sección de *FAQ*, en la cual hay información sobre las políticas de envío y devoluciones, un apartado para contactarnos, y se puede descargar el manual de instrucciones del producto.

A. Apéndices

A.1. Datasheets

A.1.1. Soporte pilas

El datasheet correspondiente al soporte utilizado para las pilas es el siguiente: <https://www.memoryprotectiondevices.com/datasheets/BC-2005-datasheet.pdf>

A.1.2. Pilas

Las pilas recomendadas para el uso del receptor son las siguientes: <https://bateriasonline.com/es/pilas-boton/pilas-duracell-dl2450-duracell-pilas-boton.html>

A.1.3. N-Mosfet

El datasheet correspondiente al N-Mosfet es el siguiente: <https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/2N7002NXAK.pdf>

A.1.4. Emisor y Receptor 433MHz

El datasheet correspondiente al receptor y emisor a 433MHz es el siguiente: https://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/433Mhz_RF-TX&RX.pdf

A.1.5. Puerta NOT

El datasheet correspondiente a la puerta NOT es el siguiente: https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/74AHC_AHCT1G04.pdf

A.1.6. Puerta AND

El datasheet correspondiente a la puerta AND es el siguiente: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74lvc1g11.pdf?ts=1588677645090>

A.1.7. Latch S-R

El datasheet correspondiente al Latch S-R es el siguiente: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4043b.pdf>

A.1.8. Puerta XNOR

El datasheet correspondiente a la puerta XNOR es el siguiente: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4070b.pdf>

A.1.9. Condensadores

El datasheet correspondiente a los condensadores es el siguiente: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Samsung%20PDFs/CL_Series_MLCC_ds.pdf

A.1.10. LDO

El datasheet correspondiente al LDO es el siguiente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/MCP1700-Low-Quiescent-Current-LDO-20001826E.pdf>

A.1.11. Pines macho

El datasheet correspondiente a los pines macho es el siguiente: <http://www.adam-tech.com/upload/PH1-XX-UA.pdf>

A.1.12. Pines hembra

El datasheet correspondiente a los pines hembra son los siguientes: <https://datasheet.octopart.com/RS1-30-G-30-Adam-Tech-datasheet-12519343.pdf> y http://suddendocs.samtec.com/catalog_english/ssq_th.pdf

A.1.13. Buzzer

El datasheet correspondiente al *buzzer* es el siguiente: <https://product.tdk.com/info/en/catalog/datasheets/piezo-electronic-buzzer-ps-en.pdf>

A.1.14. Registro de desplazamiento

El datasheet correspondiente al registro de desplazamiento es el siguiente: <https://www.ti.com/lit/ds/schs164g/schs164g.pdf?ts=1588678166424>

A.1.15. 555

El datasheet correspondiente al 555 es el siguiente: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sa555.pdf?ts=1588678646837>

A.1.16. Resistencias

El datasheet correspondiente a las resistencias es el siguiente: https://www.seielect.com/Catalog/SEI-RMCF_RMCP.pdf

A.1.17. Botón

El datasheet correspondiente al botón es el siguiente: https://sten-eswitch-13110800-production.s3.amazonaws.com/system/asset/product_line/data_sheet/213/TL3305.pdf

A.1.18. PLA

La información correspondiente al PLA es la siguiente: https://es.aliexpress.com/item/4000048263546.html?spm=a2g0o.productlist.0.0.46fd5d8br636HD&s=p&ad_pvid=202005061029279081647750826300023718307_3&algo_pvid=a80cab0f-1ddd-4e38-ab03-7ffda74675bb&algo_expid=a80cab0f-1ddd-4e38-ab03-7ffda74675bb-btsid=0be3769015887861676364797ebf2c&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_,searchweb201603_

A.1.19. Botones del transmisor

La información correspondiente a los botones del transmisor es la siguiente: https://spanish.alibaba.com/product-detail/12-volt-arcade-push-button-led-game-machine-push-button-62180040093.html?spm=a2700.md_es_ES.deiletai6.9.570630ddnLrdIG

A.1.20. STM32F072

La información correspondiente a la placa STM32 del transmisor es la siguiente: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f072rb.pdf>

A.2. Código utilizado para la simulación del transmisor

Este código se compone de diferentes partes: atención a las interrupciones generadas por la pulsación de botones, envío de datos por el transmisor de 433MHz y recepción de datos por el receptor de 433MHz con encendido de led según los bits recibidos.

A.2.1. Código de atención a las interrupciones

```
1 void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin) {
2
3     //Interrupcion externa realizada con la pulsacion de un boton
4     if(GPIO_Pin == GPIO_PIN_12){
5         HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim15); // Start del timer como interrupcion de 1ms
6     }
7 }
```

A.2.2. Código de envío de datos por el transmisor de 433MHz con un timer de 1 ms

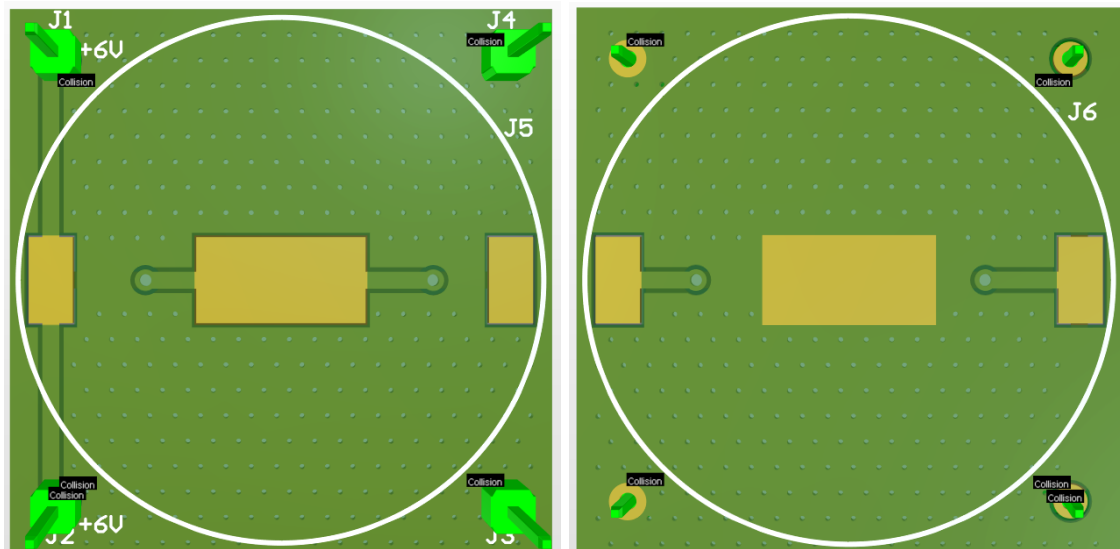
```
1 void HAL_TIM_PeriodElapsedCallback(TIM_HandleTypeDef *htim){
2
3     if (htim == &htim15){
4         count++;
5         //Para probar que todo OK envio por UART
6         HAL_UART_Transmit(&huart2, data1, 4, 1000);
7         //Escribo en el pin el valor del array correspondiente al boton 1 (data1) en
8         //cada interrupcion de 1ms
9         HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_11, data1[count]);
10
11        //Cuando llego a mas de 4 paro el timer
12        if(count>4){
13            HAL_TIM_Base_Stop_IT(&htim15);
14        }
15 }
```

A.2.3. Código de recepción de los datos por el receptor de 433MHz y encendido de led

```
1 void HAL_GPIO_EXTI_Callback(uint16_t GPIO_Pin) {
2
3     if(GPIO_Pin == GPIO_PIN_10){
4         HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_5, HAL_GPIO_ReadPin(GPIOA, GPIO_PIN_10));
5     }
6 }
```

A.3. Placa para el soporte de las pilas de botón

Esta placa va enganchada mediante los pines de las cuatro esquinas a la placa del receptor, y le proporciona 6 voltios. Estos voltios son transformados en 5 voltios (a los que funcionan todos los componentes del receptor) a partir del circuito LDO [3] de la placa del receptor.



(a) Parte superior de la placa de pilas

(b) Parte posterior de la placa de pilas

Referencias

- [1] REPOSITORIO DE GITHUB: <https://github.com/DeLaRosa98/ELC0>
- [2] OHMSLAWCALCULATOR: <http://www.ohmslawcalculator.com/555-astable-calculator>
- [3] WIKIPEDIA, LDO: https://en.wikipedia.org/wiki/Low-dropout_regulator
- [4] WEB DIGIKEY: <https://www.digikey.es/>
- [5] WEB JLCPCB: <https://jlcpcb.com/>
- [6] WEB ALIEXPRESS: <https://es.aliexpress.com/>
- [7] WEB AMAZON: <https://www.amazon.es/>
- [8] WEB STM: https://www.st.com/content/st_com/en.html