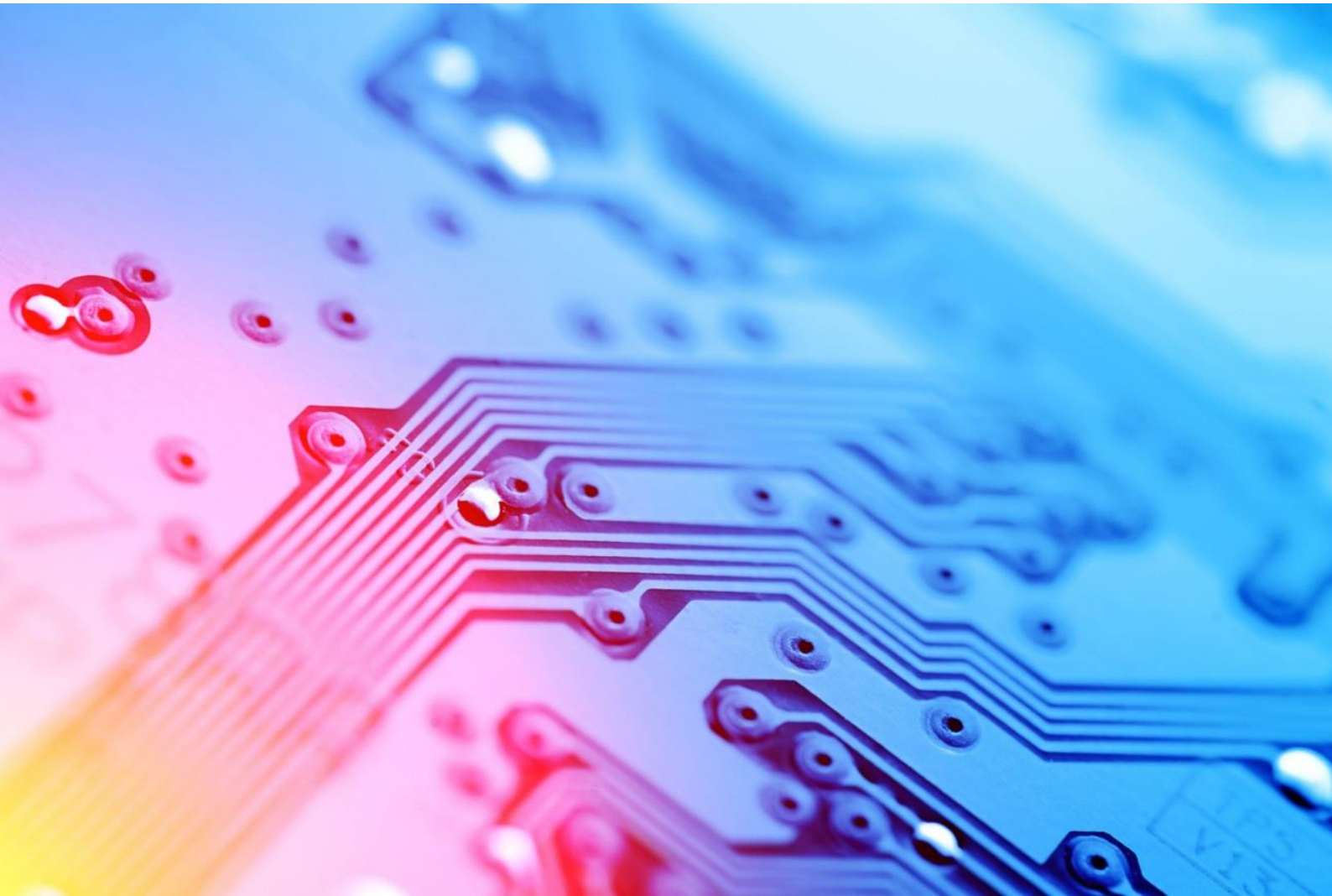


MEMORIA PCB

Alejandro González



INDICE

Contenido

INTRODUCCIÓN	3
RESUMEN DEL PROYECTO	3
¿QUÉ ES UNA PCB?.....	4
PARTES DEL SISTEMA	4
PARTES DE NUESTRO PROYECTO.....	5
A. DISEÑO BÁSICO DEL SISTEMA.....	5
B. ESQUEMÁTICO DEL DISEÑO.....	6
PROCESOS BÁSICOS A DESARROLLAR	6
DISEÑO DE LIBRERÍAS Y COMPONENTES	7
DISEÑO DEL ESQUEMÁTICO EAGLE	9
DISEÑO ESQUEMATICO KICAD	11
DISEÑO DEL LAYOUT (ARDUINO) EAGLE	12
IMPORTACION EAGLE KICAD	13
DISEÑO DEL LAYOUT (PAPILIO) EAGLE.....	16
C. CREACIÓN LA PCB.....	16
D. ENSAMBLADO DE LOS COMPONENTES.....	17
PROCESO DE SOLDADO MANUAL.....	19
E. PROCESO DE DE-SOLDADURA.....	19
F. TESTADO DE LA PCB.....	20
CODIGO ARDUINO PARA TESTADO CON LA PLACA ARDUINO.....	21
G. CONCLUSIÓN.....	23
H. FOTOS DESARROLLO Resultado final de la PCB y placa recién cortada de la máquina.....	24

INTRODUCCIÓN

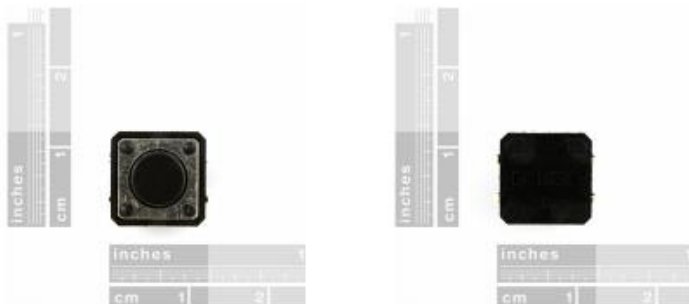
RESUMEN DEL PROYECTO

En esta segunda parte de la asignatura vamos a diseñar y fabricar nuestra propia PCB. Esta irá acoplada a nuestra placa Arduino UNO, ya usada anteriormente en práctica, para poder transmitir por el puerto serie las señales que nuestros componentes incrustados en la PCB emitan. Trataremos de hacer un Joy-Pad compuesto por un joystick y cuatro pulsadores, cada componente tendrá su propio indicador LED para que nos avise si están funcionando en cada momento. Los componentes que utilizaremos serán los siguientes:

- ☑ Thumb Joystick (un joystick analógico diseñado por SparkFun)



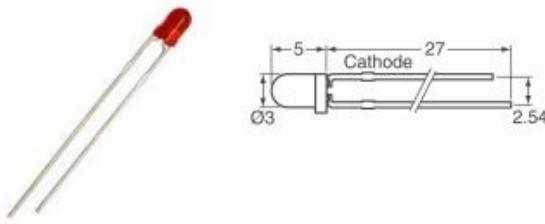
- ☑ 4 pulsadores (nombrado en el esquemático "Tactile-pt12mm" y también diseñado por SparkFun)



- ☑ 5 Resistencias de 330Ω y 10KΩ (con empaquetamiento SMD1206)



- ✓ 5 LEDs TH rojos de 3 mm



¿QUÉ ES UNA PCB?

Una PCB, en electrónica, (“circuito impreso”, “plaqueta de circuito impreso”) mal traducida como “tarjeta” de circuito impreso” (del inglés: Printed Circuit Board, PCB), es la superficie constituida por vias, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora (sustrato). El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Las pistas son generalmente de cobre mientras que la base se fabrica generalmente de resinas de fibra de vidrio reforzada, Pertinax, pero también cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita.

PARTES DEL SISTEMA

- **Joystick analógico:** Genera señal vertical y horizontal analógica entre VDD (5v) y GND (0v) y dispone de pulsador central. Le conectaremos un LED al joystick que debe ir conectado a un pin digital de la placa y al pulsador que viene incluido en el componente.
- **Nuestra PCB,** que será una paca con sustrato de flúor y un laminado de cobre en una sola cara.
- **Componentes electrónicos pasivos,** como LEDs, resistencias de dos valores y condensadores.
- **Convertor analógico-digital,** al que tendremos que crearle su propia librería en Eagle/KiCad.
- **Pulsadores:** UP, DOWN, LEFT, RIGHT. Tendrán resistencia de PULL-DOWN. Los conectaremos a unos LEDs que irán conectados a distintos pines digitales de la placa Arduino y estarán alimentados por una tensión de 3,3V
- Conectores para los terminales de la Placa, tipo wing (Se emplearán solo los conectores que realmente vayamos a utilizar para conectarlos a la placa Arduino UNO). En total necesitaremos 5 conectores para los pines digitales, 2 para los analógicos y otros 3 más que serán 3.3 y 5 voltios y tierra.

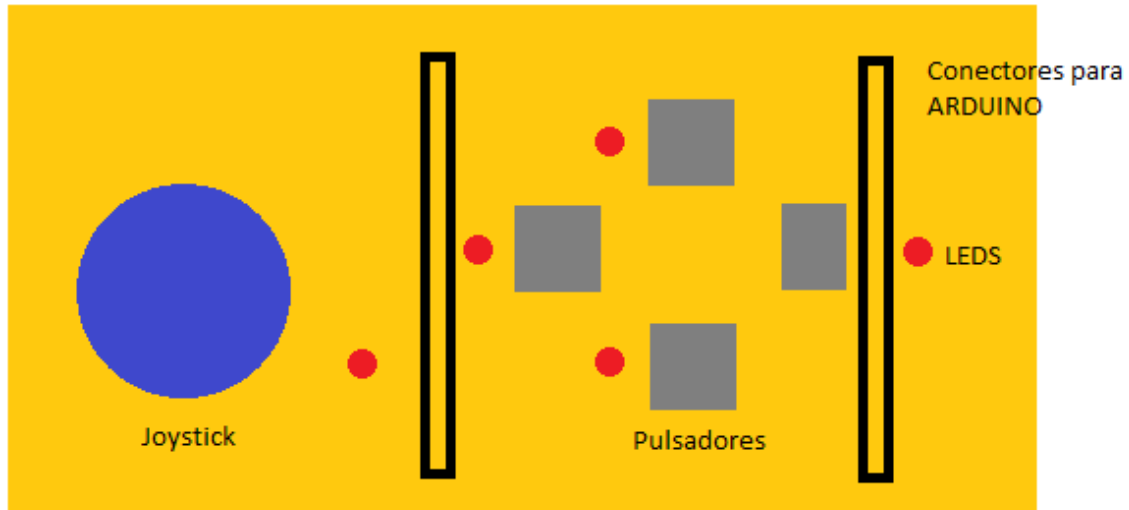
PARTES DE NUESTRO PROYECTO

Nuestro proyecto constará de las siguientes secciones:

- A. Diseño básico del sistema.
- B. Esquemático del diseño.
- C. Creación de la PCB.
- D. Soldado de componentes.
- E. Testado de la placa.
- F. Implementación del driver para Arduino.
- G. Conclusión.
- H. Fotos del avance.

A. DISEÑO BÁSICO DEL SISTEMA

Queremos diseñar una placa de expansión para la placa de desarrollo Arduino y para Papilio-zpuino que funcione de manera similar a un mando de video consola: con joystick y pulsadores. Elegiremos la placa Arduino UNO y posteriormente haremos solo la parte de diseño de Papilio sin llegar a su fabricación.



B. ESQUEMÁTICO DEL DISEÑO

ENTORNO DE DESARROLLO EAGLE

El procedimiento de diseño lo haremos mediante herramientas CAD adecuadas para este fin. Existen muchas herramientas para realizar el diseño de la PCB, comerciales y abiertas o de uso gratuito, como por ejemplo:

- **Altium:** Es una buena herramienta comercial que tiene un alto coste de licencia. Quizás la más usada en entornos profesionales.
- **Design Spark:** Es una herramienta totalmente gratuita, proporcionada por RS, una multinacional dedicada a la venta de componentes electrónicos.
- **Eagle:** También es una herramienta de disponibilidad gratuita pero con algunas restricciones. Hoy en día esta mantenida por FARNELL, otra gran multinacional dedicada a la venta de componentes.

En esta parte del proyecto tendremos que aprender a usar el programa para el desarrollo de esquemáticos de PCBs Eagle y KiCad.

PROCESOS BÁSICOS A DESARROLLAR

Los procesos básicos que hay que realizar en el desarrollo del diseño de nuestra PCBs siempre son los mismos:

- **Creación de librerías de componentes.** Antes de poder realizar un esquemático y posterior layout de la PCB es necesario asegurar que se tienen todos los componentes en alguna librería con su visión de símbolo (esquemático) y de huella (footprint). Si no se dispone de todos los componentes será necesario crear una librería propia y realizar el diseño de símbolo y huella de cada componente que falte o descargársela de alguna web.
- **Diseño del esquemático.** A partir del diseño del sistema electrónico, y con los componentes de las librerías adecuados en su visión de símbolo, se realiza el diseño del esquemático. La mayoría de herramientas permiten realizar un chequeo de reglas eléctricas para detectar posibles errores importantes en el diseño.

- **Diseño del Layout.** A partir del esquemático, las herramientas generan una primera visión de la placa, donde aparecen todos los componentes, en su visión de huella, y las conexiones existentes entre los pines de los componentes. Para diseñar la Board hay dos pasos importantes:
 - 1. Colocación de componentes: sobre el área que se disponga para la PCB se deben colocar cada uno de los componentes. Proceso manual.
 - 2. Rutado de Pistas: se trazan las pistas de la PCB. La mayoría de las herramientas tienen autorouter (proceso automático). La experiencia dice que, solo en casos muy simples funciona bien. La mayoría de PCBs se trazan manualmente. Las herramientas de diseño layout, aparte, suelen incorporar un chequeador de reglas de diseño.

DISEÑO DE LIBRERÍAS Y COMPONENTES

En el caso de nuestro diseño de la PCB para Arduino no nos hace falta nada más que descargarnos de internet la librería de la placa Arduino UNO para poder conseguir la huella del Arduino y poder hacer las perforaciones necesarias a nuestra placa. En el caso de la Papilio, nos surgen dos problemas, el primero es que no disponemos en nuestra librería de un convertidor analógico digital, y el segundo, son los pines de expansión para la Papilio ONE, que tienen una distribución especial y solamente utilizaremos unos pocos. La solución que le podemos aplicar es crearnos nuestra propia librería para ambos objetos.

Una librería está compuesta por el símbolo, la huella y un resumen del dispositivo, cada uno de ellos se complementa en la siguiente parte del archivo “.lbr”.

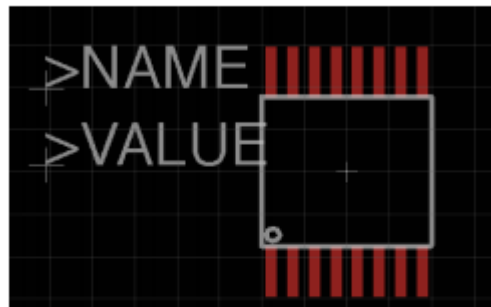
- **Symbol:** Es un dibujo esquemático que representa un componente. La parte más importante son los pines de entrada/salida que representan los terminales del componente.
- **Package:** Es la huella (foot-print) de los componentes electrónicos. Lo más importante son los pads de cada uno de los terminales del componente.
- **Device:** Es la representación global de un componente electrónico que consta de un símbolo y un paquete. Lo más importante es la asociación entre pines del símbolo y los pads del paquete. Digamos que es la parte que relaciona las dos anteriores. De esta forma nos quedarán las huellas y los símbolos de los componentes necesarios:

Los componentes que usaremos en el diseño de nuestra PCB son:

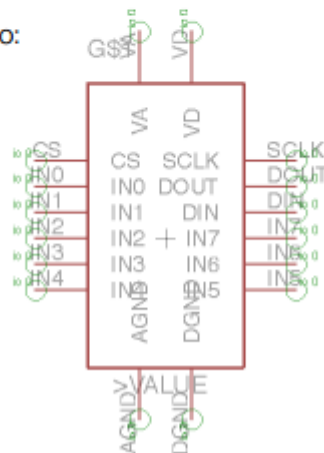
- 10 resistencias de tipo SMD 1206 que irán conectadas a los leds :
o 5 resistencias de 10 K Ω .
o 5 resistencias de 330 Ω .
- 5 leds TH de 3mm para comprobar el correcto funcionamiento de los botones.
- 4 botones.
- 1 joystick con su correspondiente pulsador integrado.
- 1 placa Arduino.

Conversor de analógico a digital (ADC)

Huella:

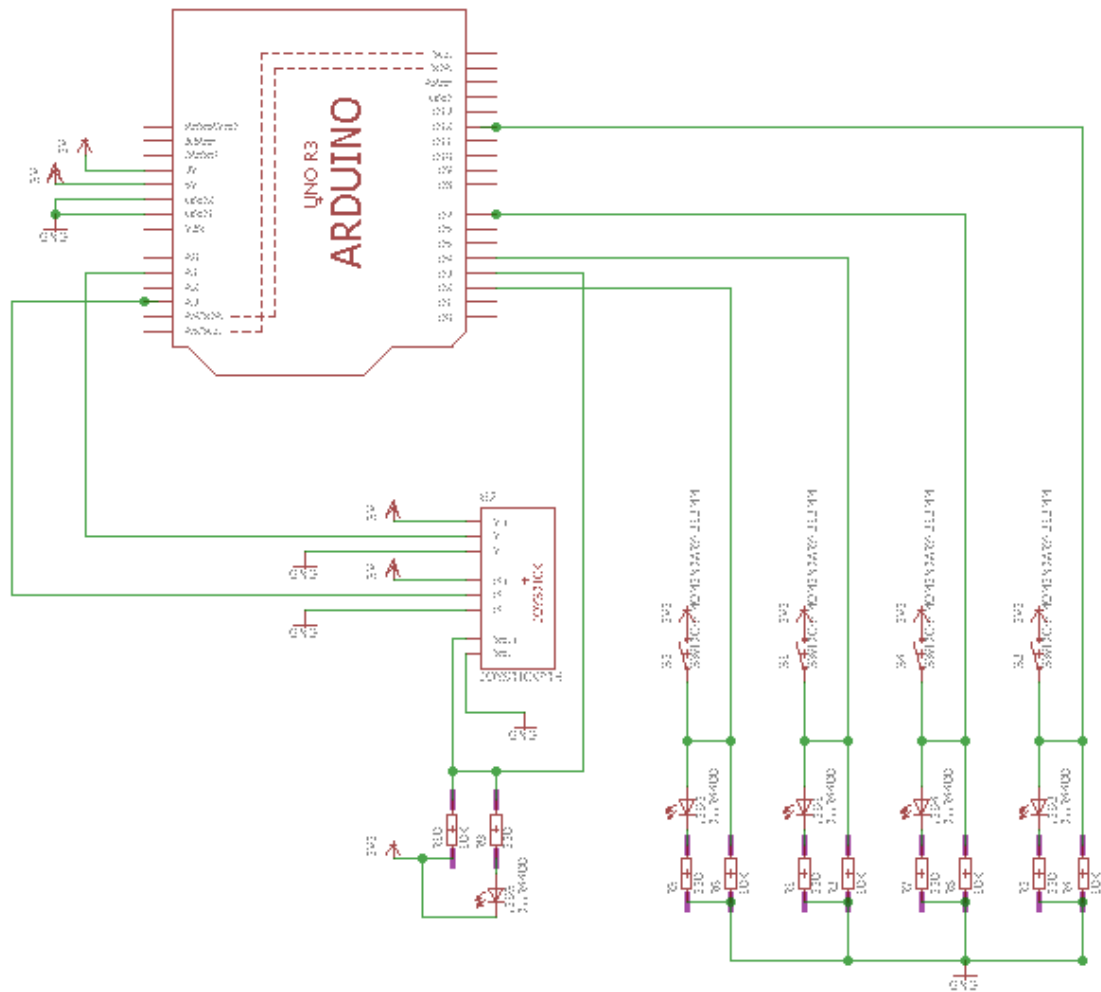


Símbolo:

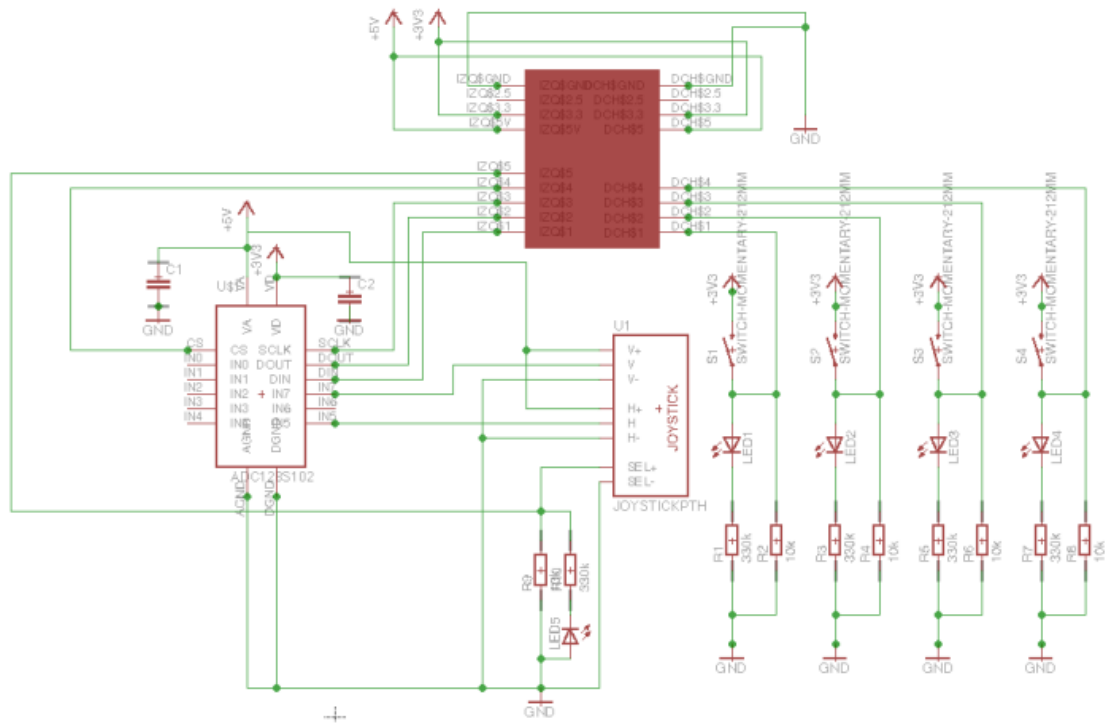


DISEÑO DEL ESQUEMÁTICO EAGLE

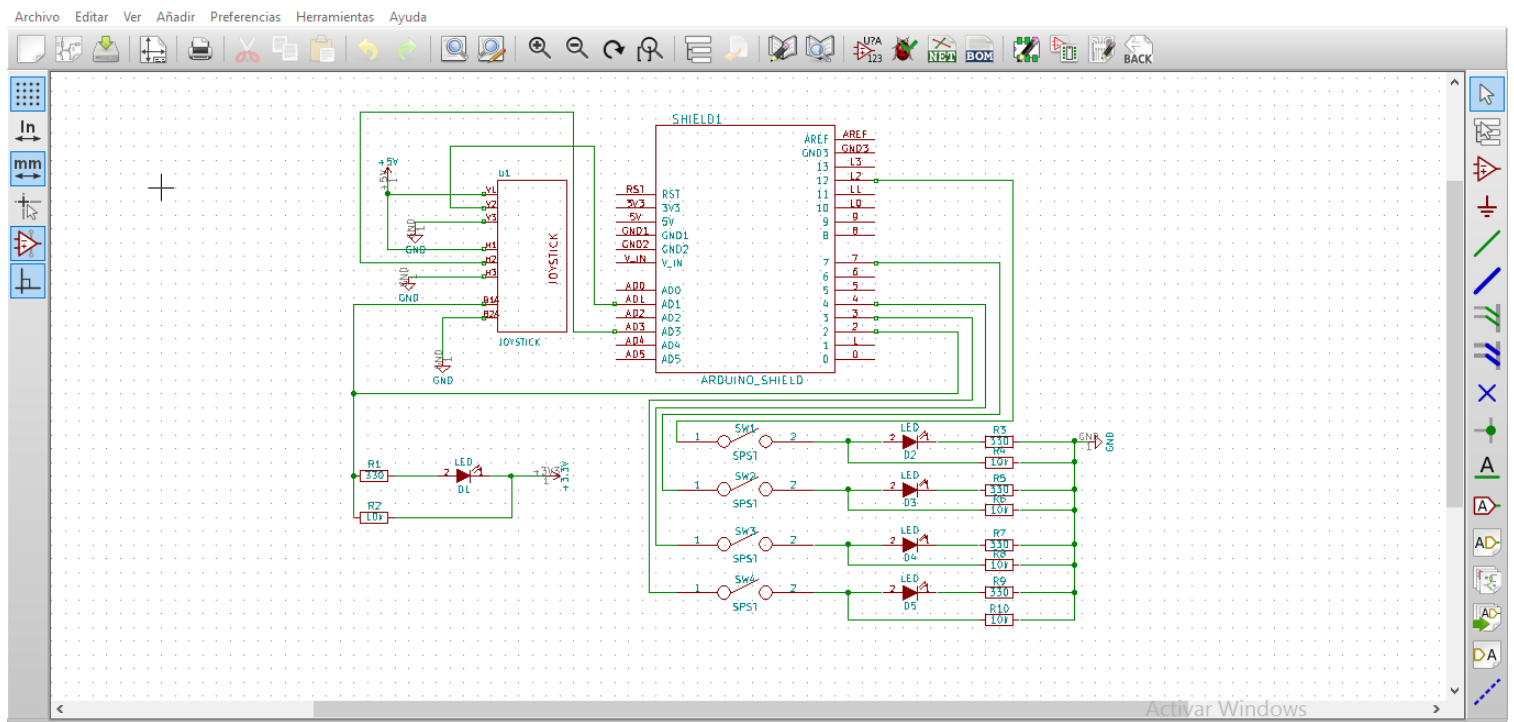
Tras familiarizarnos con el manejo de Eagle, tendremos que realizar el diseño del esquemático de nuestra PCB con los componentes indicados en la introducción. En este caso deberíamos de descargarnos las librerías de Arduino y de SparkFun para nuestros componentes, puesto que por defecto no vienen incluidas en el programa. El esquemático para la placa Arduino nos debería de quedar más o menos así:



En el caso de la placa de Papilio ONE será el siguiente:

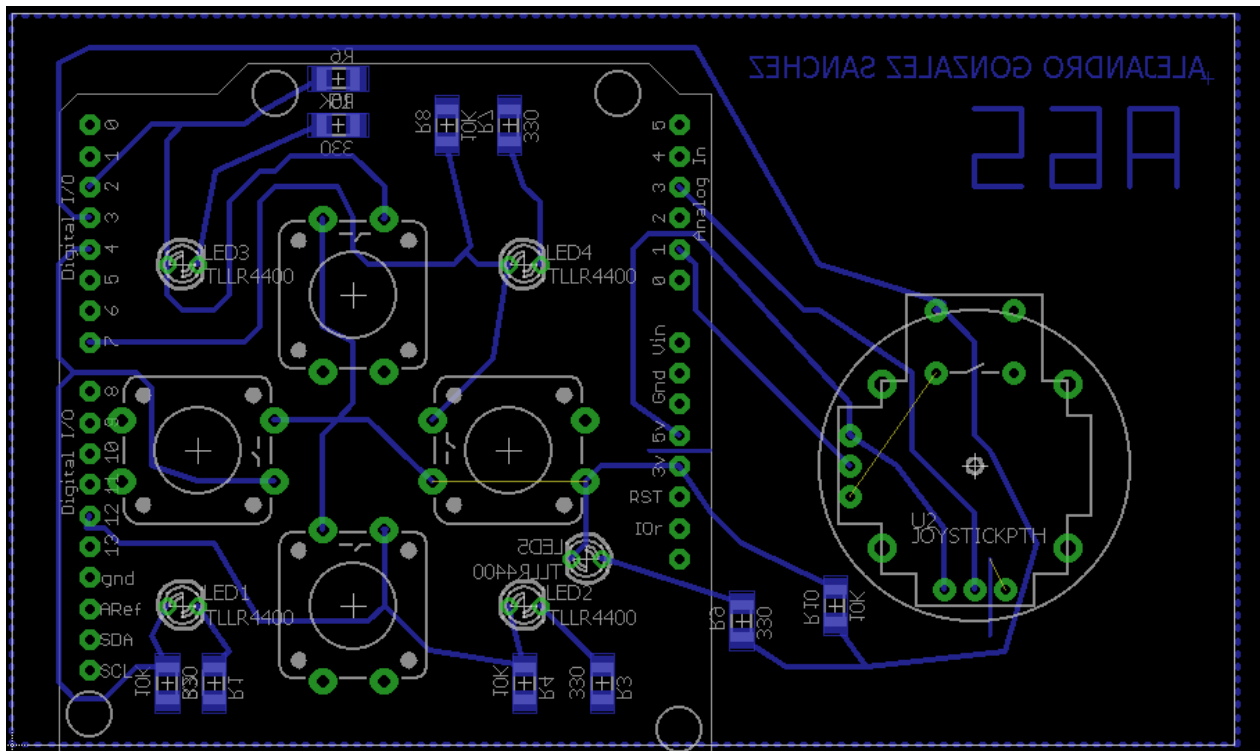


DISEÑO ESQUEMATICO KICAD



DISEÑO DEL LAYOUT (ARDUINO) EAGLE

Tras crearnos nuestro esquemático, pasar al layout simplemente consiste en aplicar una función que incluye el propio programa (File/Switch to Board). Que una vez aplicado el cambio, se nos crea el “.brd” con el mismo nombre que el esquemático y en la misma carpeta del proyecto. La complicación es ordenar los componentes dentro de nuestra placa (a la que le tendremos que indicar las dimensiones, por ejemplo en nuestro caso de 100*60 mm). Una vez estén todos los componentes dentro de la silueta de la “placa” tendremos que buscar la manera de que no se nos crucen las pistas (para evitar que estas estén por las dos caras, utilizando así solamente una). Lo primero que tenemos que hacer es crearnos un plano de tierra entre las pistas para evitarnos numerosas conexiones. Aplicamos la herramienta polígono (“Polygon”) y nos creamos un rectángulo de las mismas dimensiones que la placa y después la llamaremos GND, de esta manera podemos unir todas las conexiones que tenían el nombre de GND. Debemos de aplicar, en la opción isolate del polígono, como mínimo, 0,4 mm. Para que nuestras pistas tengan una distancia considerable del plano de tierra y evitemos los cortocircuitos. Al finalizar se nos habrán quitado numerosas conexiones y así nos será mucho más fácil enrutar las pistas para que sigan su camino sin que se crucen unas con otras. Al terminar nos deberá de quedar un circuito como el siguiente:

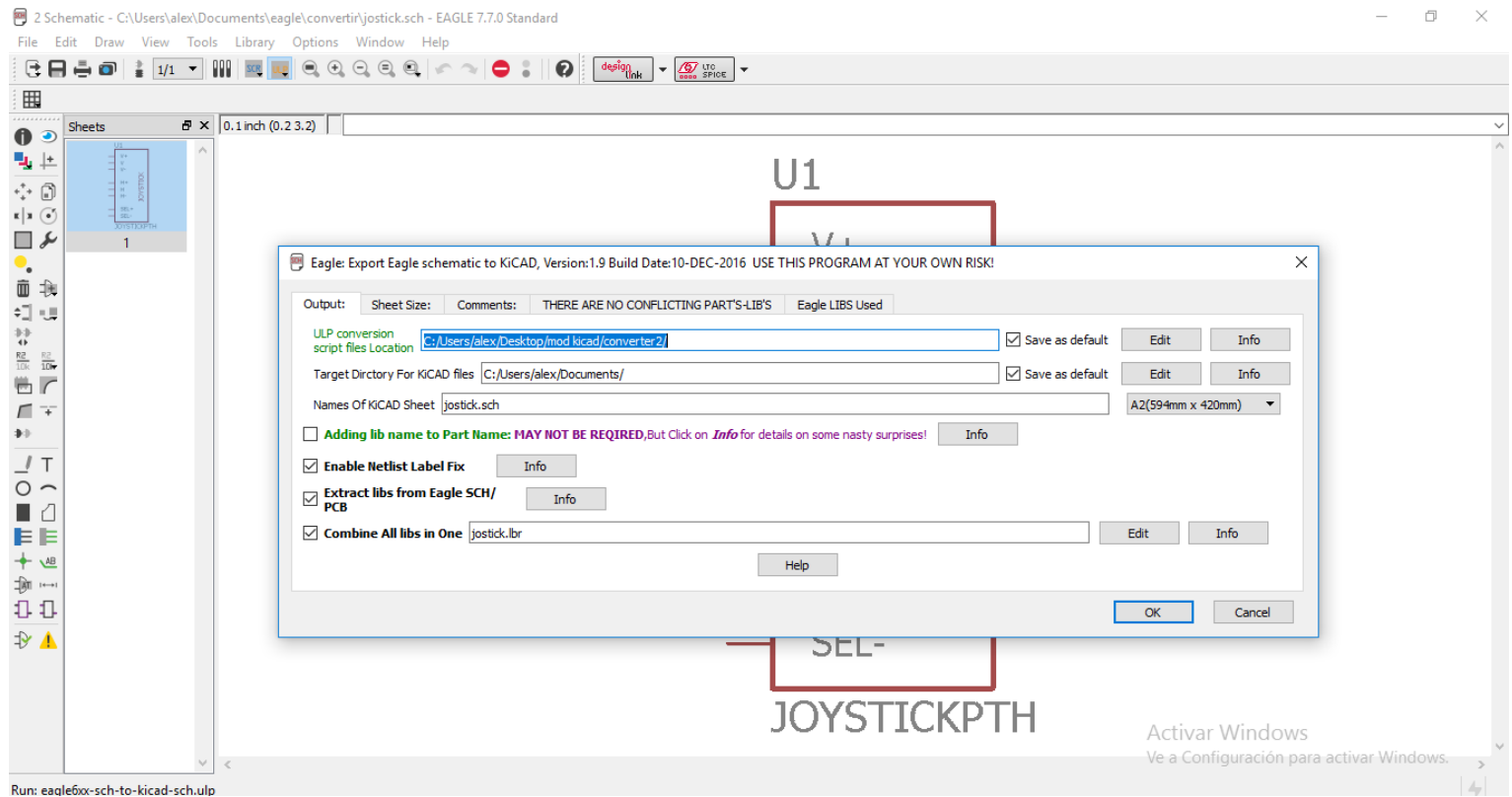


AGS ALEJANDRO GONZALEZ SANCHEZ aparece en simétrico puesto que esta vista de la placa es viéndola de frente por la cara trasera.

Como vemos, las pistas no se cruzan en ningún punto, y las conexiones de tierra se conectan al plano de tierra. Tuve un problema al generar el plano de tierra, pues al realizar las perforaciones para las uniones con la Arduino, una parte de la placa se había quedado aislada. La solución fue un puente entre los pines de 3v y 5v.

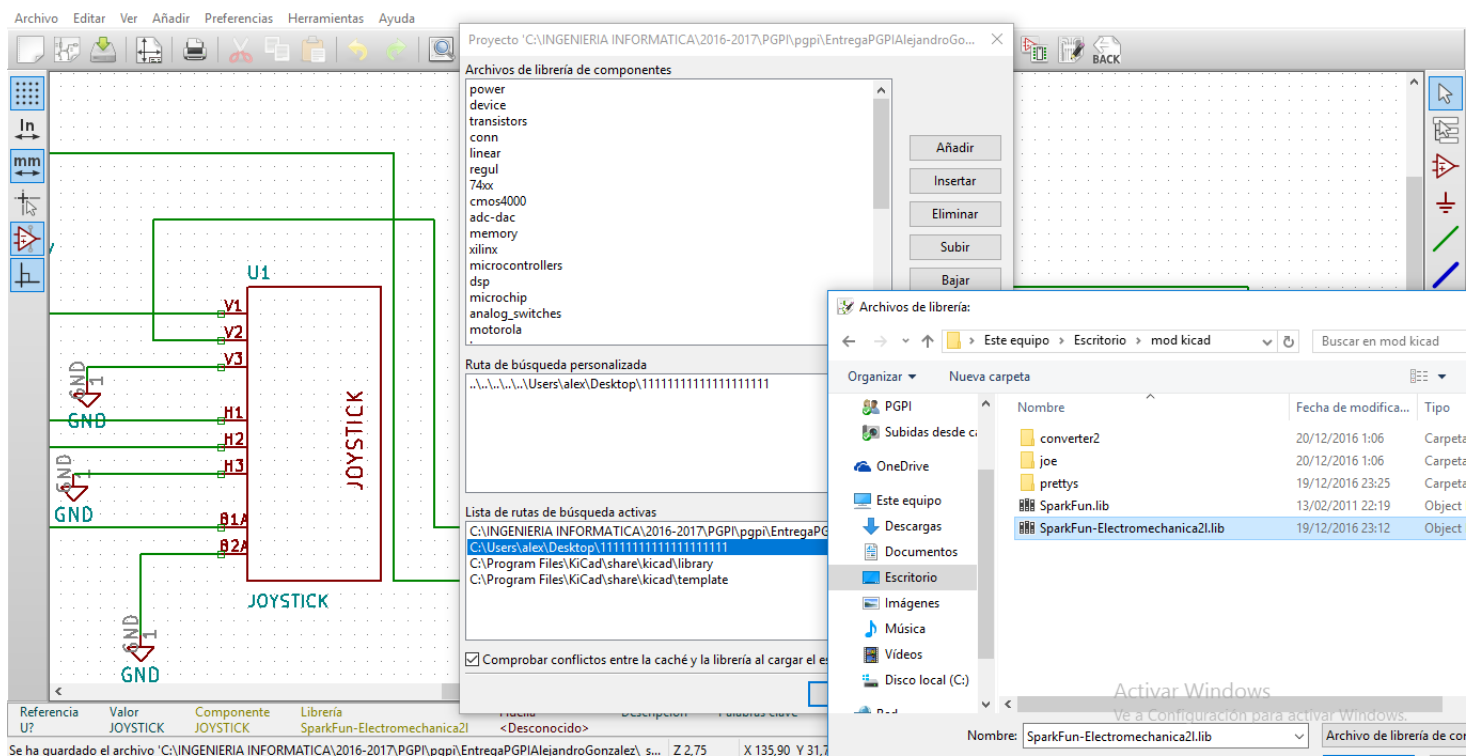
IMPORTACION EAGLE KICAD

Para poder hacer la importación de Eagle a Kicad lo más costoso ha sido poder migrar las librerías de los componentes. Para ello he usado un procedimiento propio que consiste en mediante un archivo UDP en Eagle, exportas la librería desde Eagle hacia kicad y luego en kicad tienes que editar las librería de componentes para poder añadir estas nuevas librerías ya compatibles con Eagle. Este archivo UDP se llamaba **"eagle6xx-sch-to-kicad-sch.ulp"** y desde la board de Eagle, componente a componente, vas añadiendo y haciendo la transformación. Este proceso fue encontrado a base de de forear y búsqueda tanto en google como youtube en video tutoriales.

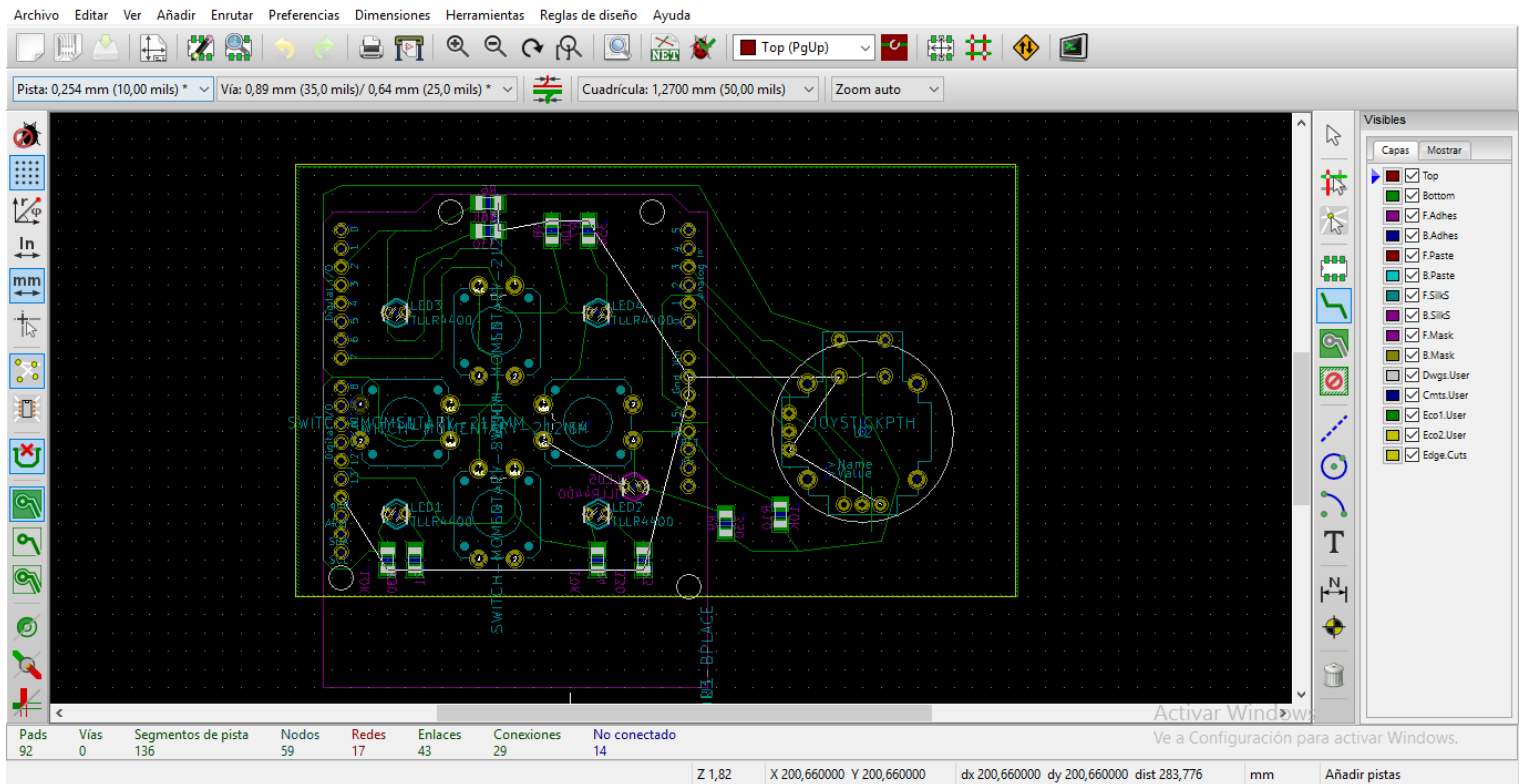


Proceso de exportación de librerías de Eagle a formato compatible con kicad.(arriba)

Proceso de importación de librerías en kiCad (abajo) Ejemplo de importación joystick.

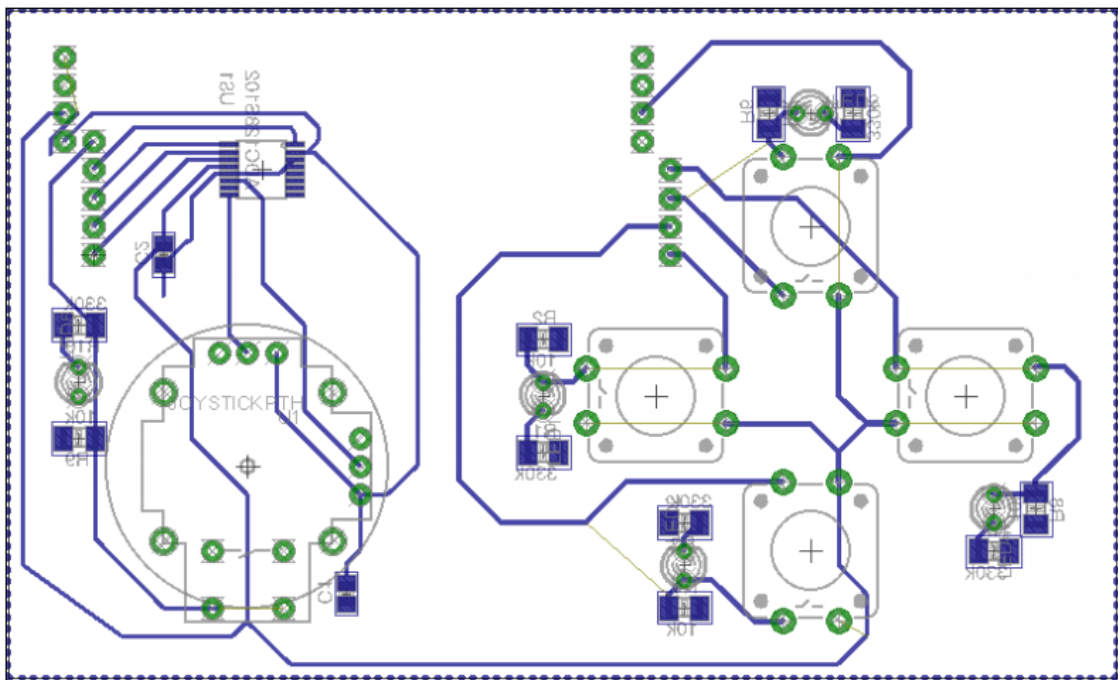


DISEÑO PCB LAYOUT KICAD



DISEÑO DEL LAYOUT (PAPILIO) EAGLE

Al igual que en el de Arduino deberíamos de crearnos nuestro plano de tierra, e ignorar las conexiones que nos marcan en los botones, puesto que físicamente están conectados entre sí y no necesitan de enrutado ninguno (pero aparecen). Para que desaparezcan por completo podríamos cambiarlo modificando la librería del dispositivo. El resultado es este:



Podemos ver en la parte superior derecha el convertidor analógico a digital que hemos implementado, y cómo queda su huella en nuestra PCB de 100x60 mm. Como hemos explicado antes la única dificultad de esta placa ha sido implementar las librerías de los dos componentes (ADC y los pines).

C. CREACIÓN LA PCB

FICHEROS “GERBERS”

Una vez diseñados las dos placas (la de Arduino y la de Papilio) tendremos que decidir cuál de los diseños board se va a fabricar con la máquina, una fresadora especial para impresión de circuitos digitales que tenemos disponible en el departamento del DTE. Para que la maquina lo imprima, necesitamos unos ficheros especiales denominados “gerbers”, que en la misma aplicación Eagle podemos crearlos siguiendo un sencillo tutorial que nos aporta unos ficheros que nos facilitarán mucho más el trabajo. En total son 5 ficheros con la siguiente extensión: “*.cmp”, “*.drd”, “*.bor”, “*.dri” y “*.sol”

Estos ficheros contienen toda la información geométrica para poder llevarse a cabo este proceso.

D. ENSAMBLADO DE LOS COMPONENTES

SOLDADURA

La soldadura es un proceso para la unión de piezas metálicas mediante el uso de cualquiera de las diversas aleaciones fusibles (soldadura), cuya temperatura de fusión es más bajo que el del material a unir, y en el que la superficie de las partes crear un enlace molecular, sin llegar a ser derretido.

Hay dos tipos de soldadura dependiendo de su temperatura:

- **Soldadura blanda:** Tiene lugar por debajo de los 450°C.
- **Soldadura dura:** Por oposición, sobre los 450°C.

El fundente es un material que actúa de manera similar como el detergente hace con la grasa, es decir reduce significativamente la tensión superficial del estaño-plomo, ayudando por tanto, a conseguir un mayor grado de “mojado del metal”. La unión intermolecular de cobre y estaño forma granos cristalinos cuya forma y tamaño están determinados por la duración y la intensidad de la temperatura durante la soldadura. El espesor de la capa intermetálica depende de la temperatura y el tiempo usado para formar la articulación. Lo ideal sería que una conexión soldada se debe hacer a aproximada 350° C durante tres segundos. En este curso usamos un estaño especial SIN PLOMO el cual es más saludable y cumple la nueva normativa. De este material, habría uno mejor aún el cual trae un pequeño % de plata, lo cual mejora sus características.

MATERIALES USUALES EN LA SOLDADURA

Soldadura más común: Sn-Pb 60/40. Su temperatura de fusión es de 190°C y se solidifica cuando se enfría. Está disponible en forma de cable en varios grosores, de 0,25mm a 1,25mm. A parte también utilizamos en la soldadura un material llamado Flux, o fundente, que es una substancia que se emplea en este proceso con la misión de eliminar las impurezas y capas de óxido en la superficie del metal, evitar que la base de metal se vuelva a oxidar durante el proceso de soldadura y ayudar en la transferencia de calor al metal que se suelda.



HERRAMIENTAS (SOLDADOR)

El soldador es la herramienta por excelencia en la técnica de la soldadura, debe generar el calor necesario para calentar las superficies a soldar y fundir el material de soldadura, normalmente consta de tres partes: un mango, un elemento de transferencia de calor y una punta. el mango esta hecho de material aislante tanto térmicamente como eléctricamente y con forma ergonómica para sernos más fácil su manejo; el elemento de transferencia de calor debe poseer una muy buena capacidad térmica para transferir el calor a la punta. Hoy en día los soldadores forman parte de una **estación de soldadura** controlada por microprocesador que mantiene estable la temperatura elegida en la punta; esta última suele ser de cobre por su muy buena transferencia de calor. Esta metalizada para evitar su disolución, normalmente de hierro que no es atacado por los fundentes. Además, la punta suele estar recubierta por níquel o cromo para proveer una superficie exterior dura que se humedezca adecuadamente con el material de soldadura. Con el uso, la metalización se disuelve y es necesario cambiar la punta. No obstante, aunque no sea necesario por su descomposición o mal estado, hay infinidad de puntas de distinta forma y diámetro para distintos tipos de soldadura, o mejor dicho distintos componentes a soldar.



PROCESO DE SOLDADO MANUAL

Si bien la mayoría de PCBs nuevas y de gran tirada tienen automatizado este proceso, todavía se sigue empleando en PCBs de pequeña y media escala (por ejemplo en la generación de prototipos) y, sobre todo, en reparación de productos. De manera general se dice que un buen proceso de soldadura solo se puede llevar disponiendo de unos equipos aceptables (soldadores con buen control de temperatura, con una punta en buen estado) y con un alto grado de limpieza, antes, durante y después del proceso. Para asegurarnos de un buen trabajo en soldadura debemos de seguir los siguientes pasos:

- **Selección de la punta adecuada según nuestros requisitos.**
- **Aplicar fundente a las áreas de contacto de cada componente.**
- **Limpiar la punta en la esponja y estañarla cuando sea necesario.**
- **Pre-estañar las áreas de contacto.**
- **Preparar los conductores de los componentes, doblándolos y cortando el sobrante.**
- **Insertar los componentes en su posición en la PCB.**
- **Colocar el soldador en ángulo de 45° con la punta tocando la base del pad.**
- **Acercar el cable de soldadura y dejar que fluya hasta el pad.**
- **Retirar primero el cable de soldadura y después el soldador (3 seg).**
- **Limpiar el soldador con la esponja y apagarlo si no lo vamos a volver a usar.**
- **En caso de que el componente tenga un empaquetado SMD podemos estañar antes el pad (haciendo una especie de “cama de estaño”) y luego poner el componente aplicándole el soldador para que se funda con el pad estañado.**

E. PROCESO DE DE-SOLDADURA

En algunos casos, si hemos herrado en algún componente, existen métodos para revertir la situación retirando el estaño que se ha fundido con el componente.

Hemos visto dos tipos: por capilaridad o por absorción.

El primero consiste en aplicar el soldador a la zona a de-estañar y pasar una especie de cepillo metálico que absorba el material en estado líquido para que se quede en él, librando al pad de la soldadura.

Por otra parte, la técnica de absorción consiste en una herramienta más sofisticada, una especie de soldador con un aspirador incorporado que aplique calor al material, derritiendo y aspirando a la misma vez.

F. TESTADO DE LA PCB

El testado de la placa consiste en dos partes, el testado electrónico de primer nivel, que lo realizamos comprobando todas las señales de salida a través del osciloscopio, y otro de segundo nivel que se hace conectado ya a nuestra placa Arduino.

TESTADO CON EL OSCILOSCOPIO

Nuestra placa requería de dos tensiones para que funcionasen los componentes: 5V para el joystick analógico y 3.3V para los botones y los LEDs. Pues bien, lo único que tenemos que hacer es conectar la placa al generador de continua y suministrarle primero una tensión y luego la otra. Para la tensión de 5V, en la que medimos las salidas del joystick analógico, nuestra señal variará desde 0 a 5 Voltios, estando el joystick en reposo a 2.5V, tras probar que las señales funcionan adecuadamente pasamos al testado de los botones y los LEDs. Estos no requieren que nos fijemos mucho en la tensión de salida, puesto que estarán en alto o en bajo, sin valores intermedios. Recordar en este apartado que tenemos que testar 5 botones, ya que el joystick tenía también un botón incorporado.

TESTADO CON LA PLACA ARDUINO

Para testear la placa con Arduino, he implementado un pequeño código que me imprima por el puerto serie las señales de salida de los botones y del joystick. El código es el siguiente:

CODIGO ARDUINO PARA TESTADO CON LA PLACA ARDUINO

```
//Pines digitales
int botonEste = 7;
int botonOeste = 4;
int botonNorte = 2;
int botonSur = 12;
int botonJoy = 3;

//Pines joystick analogicos
int joyEjeX = A1;
int joyEjeY = A3 ;

//Inicializacion de variables
//Declaracion de Botones
int valBE = 0;
int valB0 = 0;
int valBN = 0;
int valBS = 0;

//Variables Joystick
int valJoy = 0;
int valJoyX = 0;
int valJoyY = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(botonEste, INPUT);
  pinMode(botonOeste, INPUT);
  pinMode(botonNorte, INPUT);

  pinMode(botonSur, INPUT);
  pinMode(botonJoy, INPUT);
}

void loop(){

  valBE = digitalRead(botonEste);
  valB0 = digitalRead(botonOeste);
  valBN = digitalRead(botonNorte);
  valBS = digitalRead(botonSur);
  valJoy = digitalRead(botonJoy);

  valJoyX = analogRead(A1);
  valJoyY = analogRead(A3);

  if (valBE == HIGH || valB0 == HIGH || valBN == HIGH || valBS == HIGH
  valJoyX > 505 || valJoyX < 500 || valJoyY > 512 || valJoyY < 500) {

    Serial.println("[Este] , [Oeste] , [Norte] , [Sur] , [Joy]");

    Serial.print("[");
    Serial.print(valBE);
    Serial.print("] - ");

    Serial.print("[");
    Serial.print(valB0);
```

```

Serial.print("] - ");

Serial.print("[");
Serial.print(valBN);
Serial.print("] - ");

Serial.print("[");
Serial.print(valBS);
Serial.print("] - ");

Serial.print("[");
Serial.print(!valJoy);
Serial.print("] - ");

if(valJoyX > 505 || valJoyX < 500 || valJoyY > 512 || valJoyY < 500){

Serial.print("[");
Serial.print(valJoyX);
Serial.print("] - ");

Serial.print("[");
Serial.print(valJoyY);
Serial.println("]");

}else{
Serial.print("[");
Serial.print("standby");

Serial.println("]");
}

Serial.print("\n");
delay(300);
} else {

Serial.println("Ninguno pulsado");
Serial.print("\n");
delay(1000);
}
}

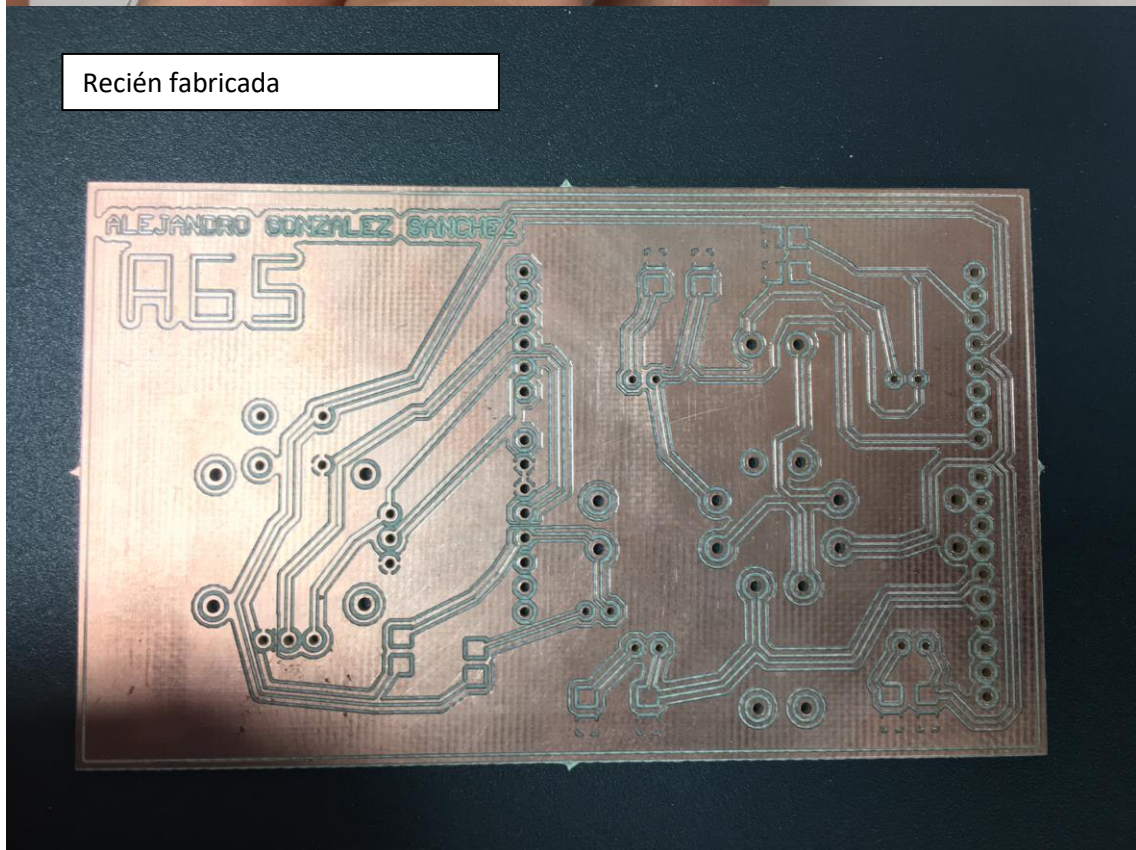
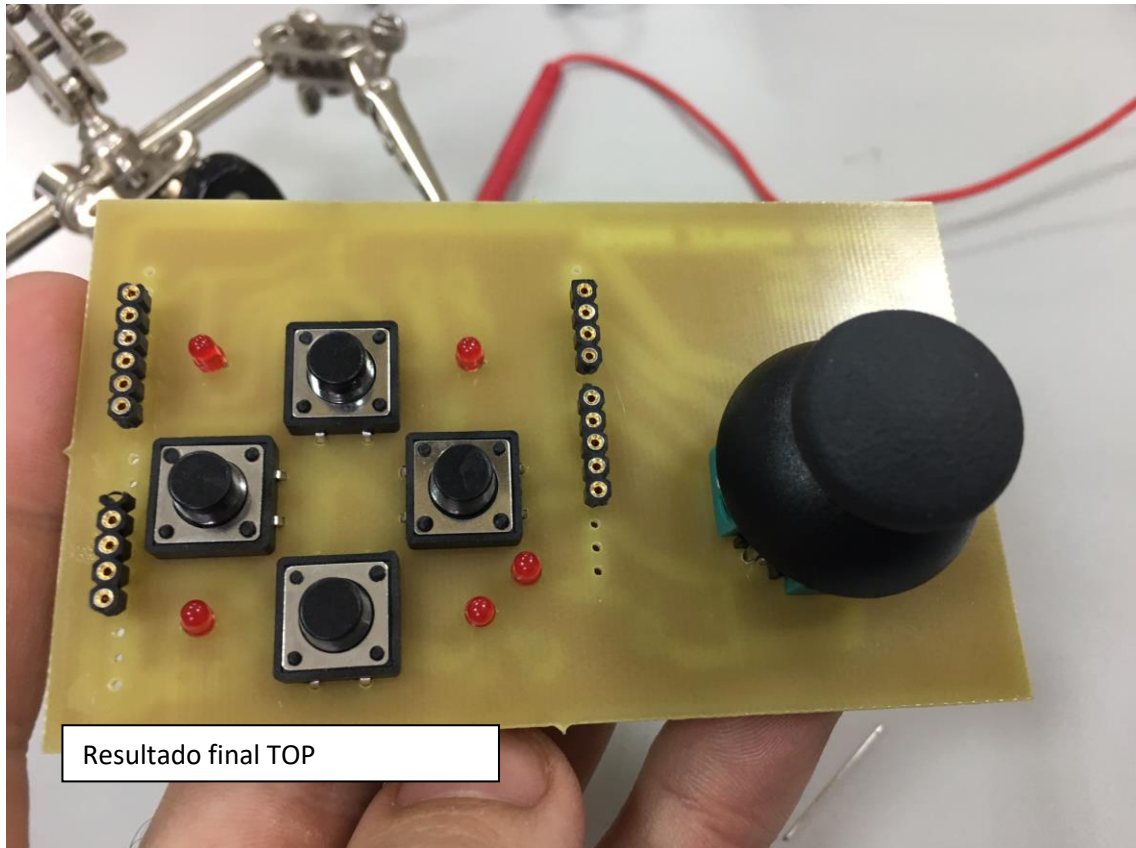
```

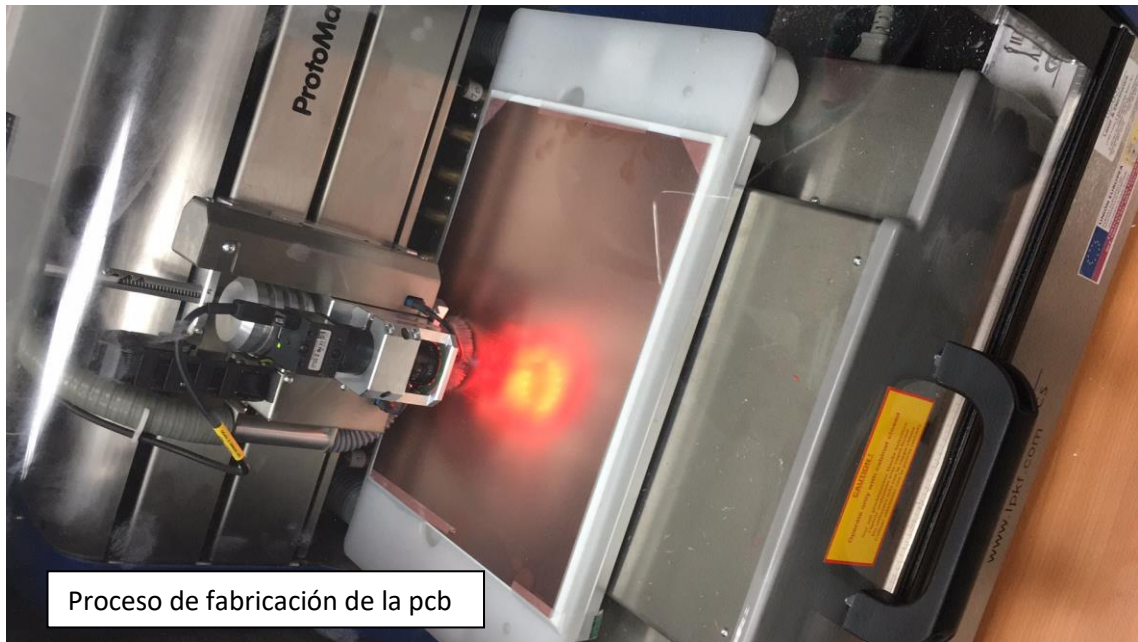
G. CONCLUSIÓN

Me ha parecido muy interesante el desarrollo de la práctica puesto que es la primera vez en la carrera que creamos un proyecto HARDWARE entero desde el diseño esquemático hasta su producción, testeo y ejecución junto a otras plataformas. He conocido no solo el proceso, sino todo lo que conlleva para poder llevarlo a cabo. Como el uso del soldador... aprendizaje de procesos como el prestañado o soldado de componentes smd que hasta ahora solo han sido vistos en teoría. Ha sido un proceso muy elaborado, muy productivo y muy bien explicado en los tutoriales que hay adjuntos en la página de la asignatura, mediante sin los cuales, habría sido imposible poder realizar la práctica.

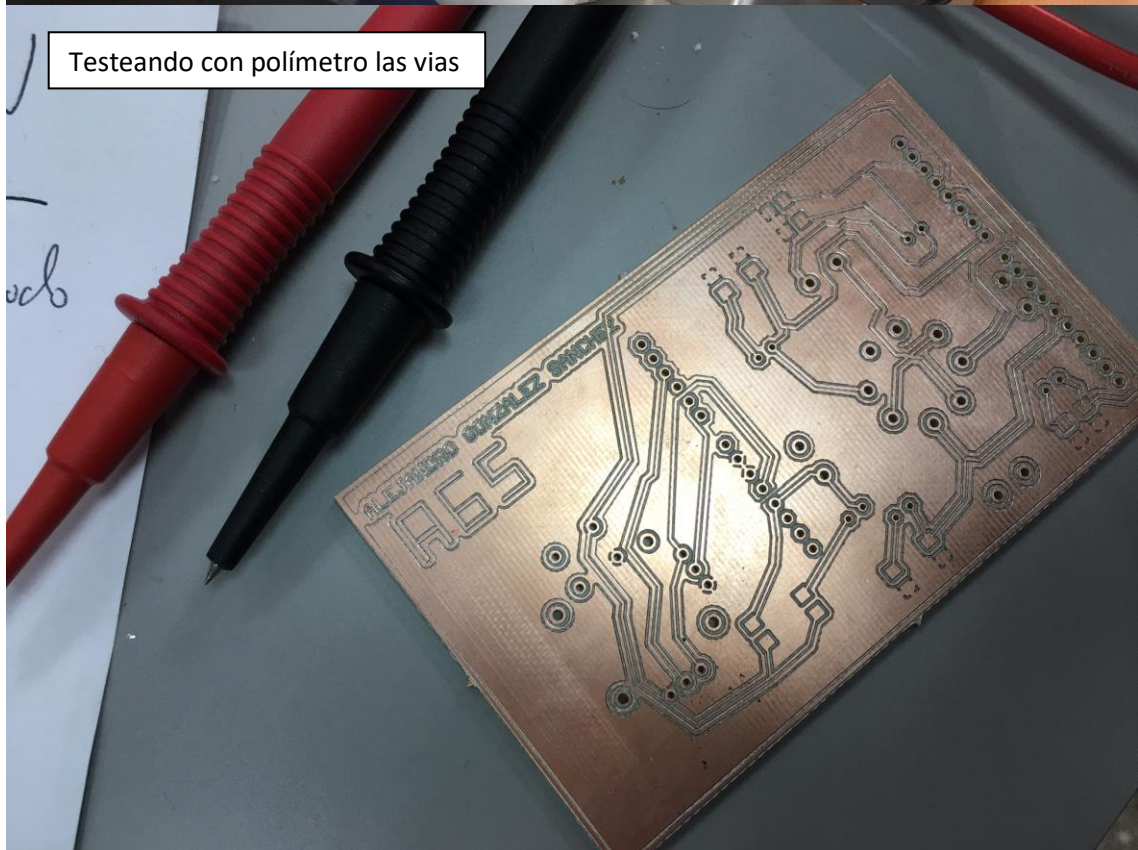
Pienso que es muy útil y fundamental una asignatura como esta y haber hecho este desarrollo, tanto para poder poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera como previo a un fin de carrera, donde tendremos que hacer nuestro propio sistema y hasta podremos diseñarnos nuestras pcb para su desarrollo.

H. FOTOS DESARROLLO Resultado final de la PCB y placa recién cortada de la máquina.





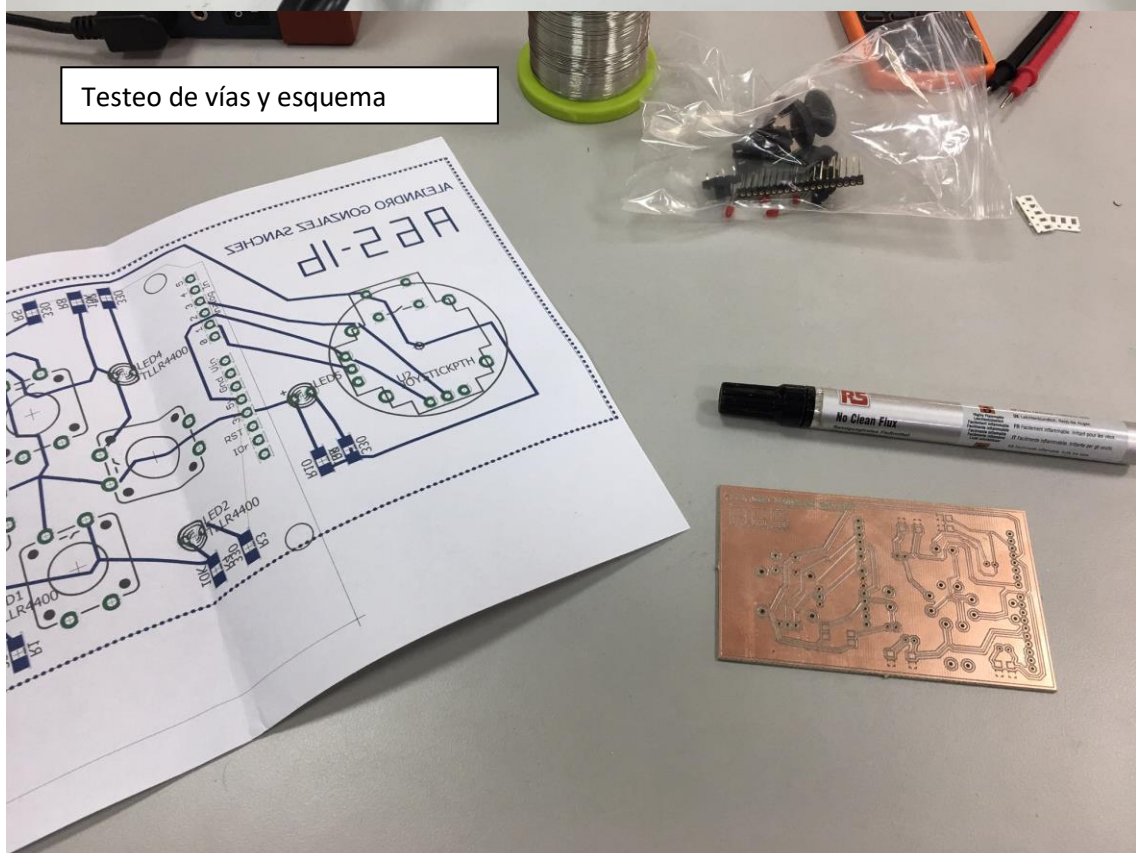
Proceso de fabricación de la pcb



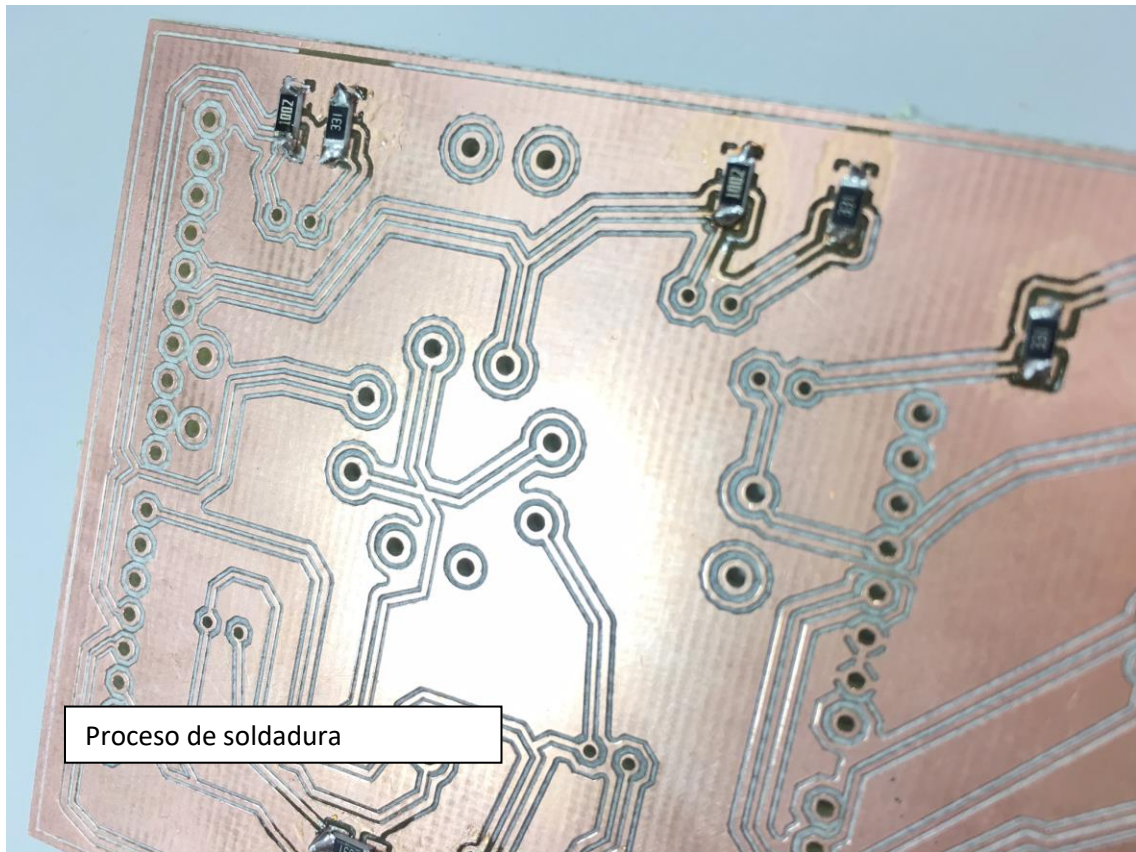
Testeando con polímetro las vias



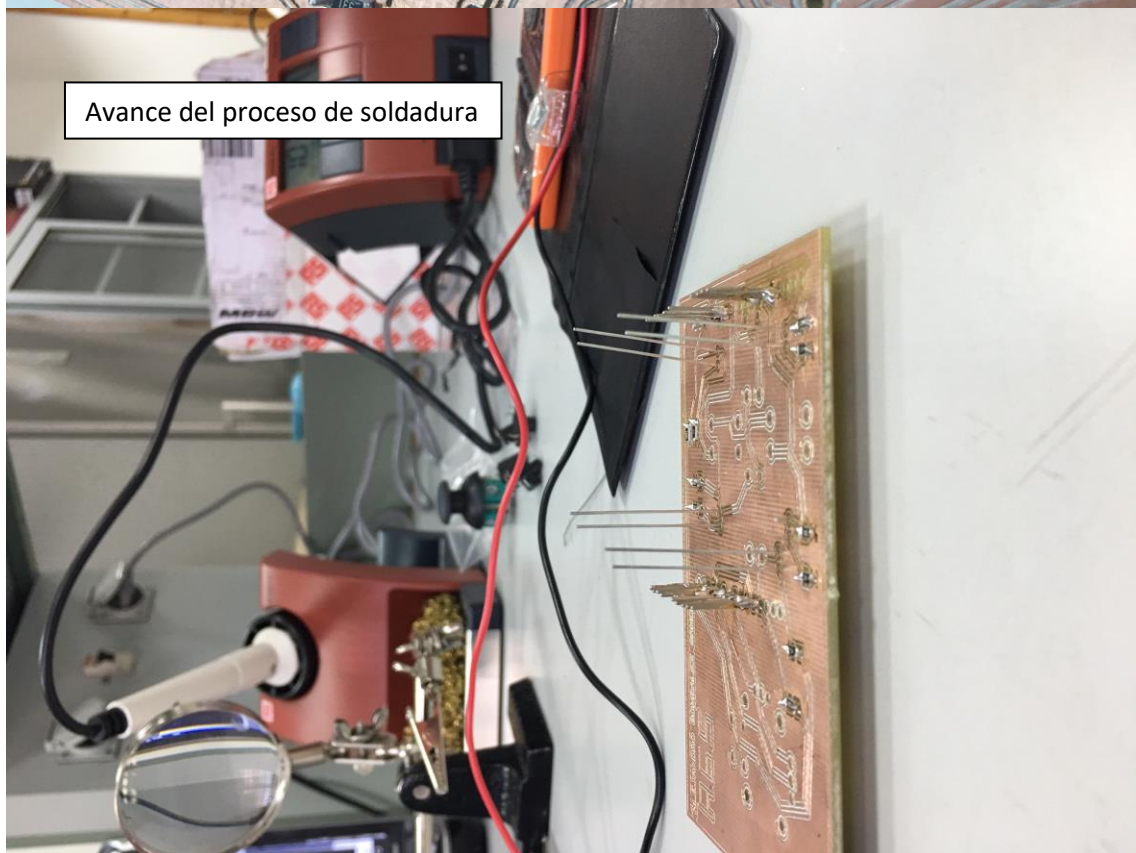
Estación de soldadura



Testeo de vías y esquema



Proceso de soldadura



Avance del proceso de soldadura