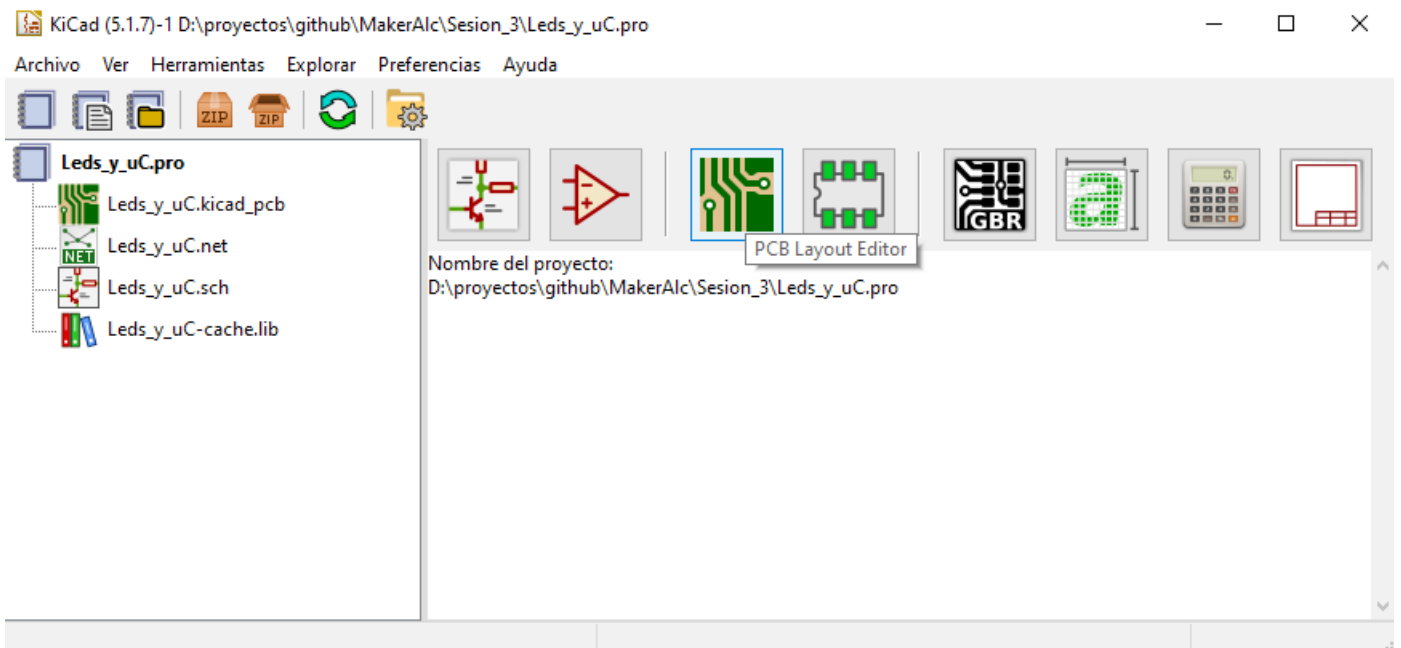


## Guion para el desarrollo de la sesión 3 del taller de iniciación a los PCBs de MakerAlc.

**Objetivos de la sesión:** explicar la herramienta del programa de diseño electrónico para realizar PCBs, poniendo como ejemplo un PCB sencillo de dos caras. Ver algunos de los principales elementos que encontramos en un PCB.

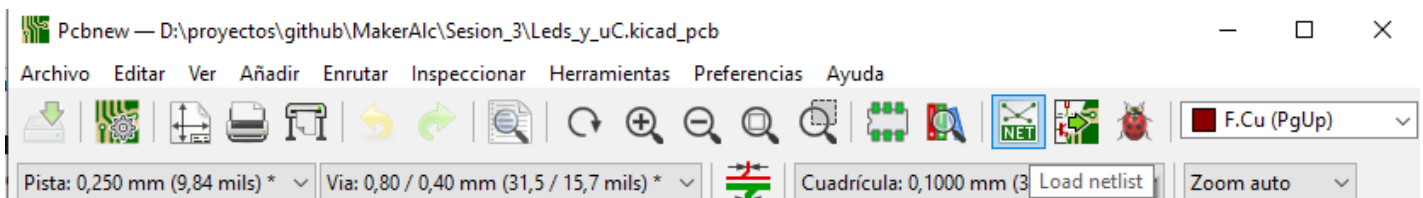
### PCB Layout Editor.

Una vez que tenemos listo el esquema electrónico y hemos creado su lista de redes, para convertirlo en un PCB debemos acceder a la herramienta "**PCB Layout Editor**", para ello pulsamos el botón con el mismo nombre en la ventana del proyecto de KiCad.

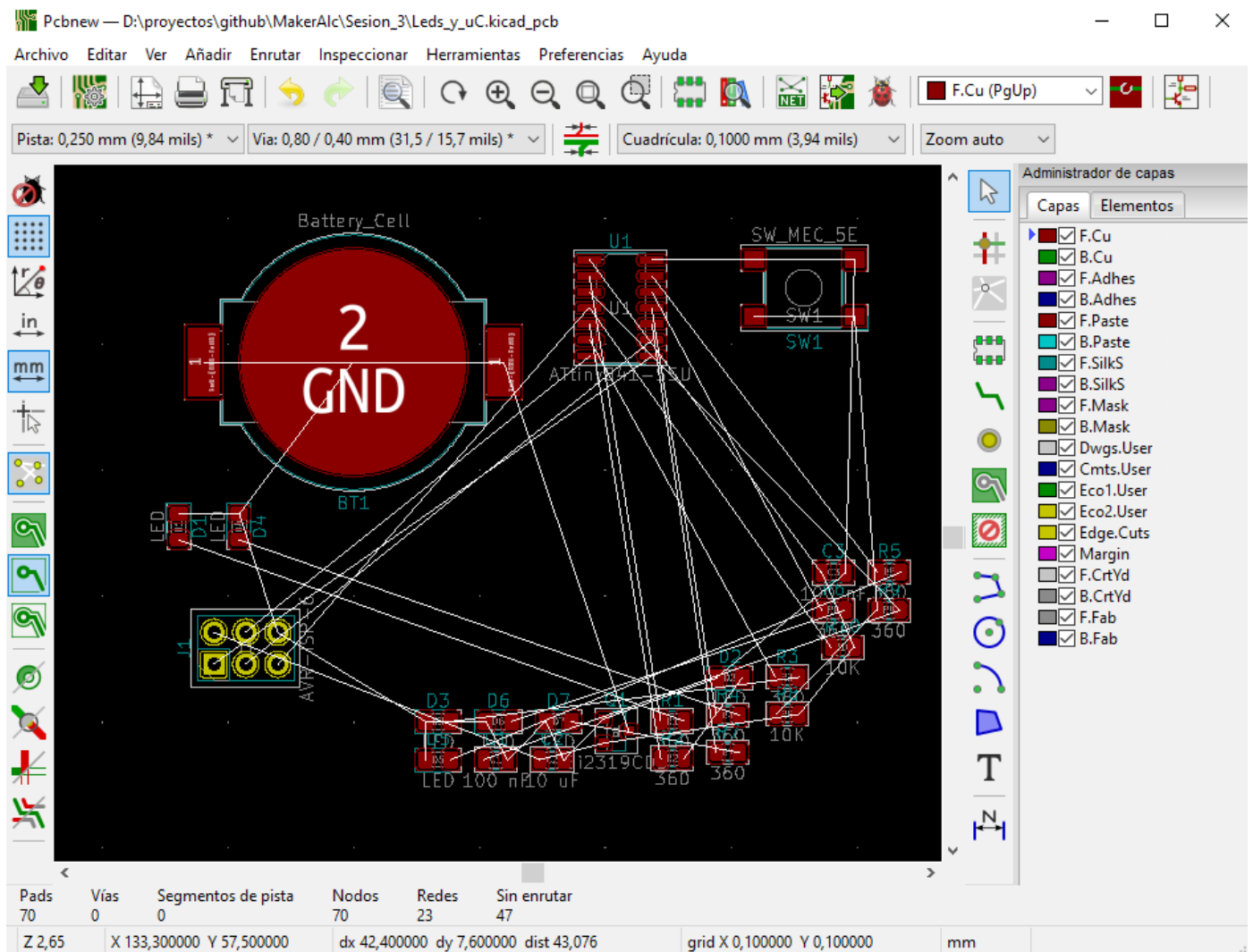


*Ventana del Proyecto de KiCad. Pulsamos el botón "PCB Layout Editor".*

Abierto el PCB Layout Editor (la ventana se llama Pcbnew), lo primero es cargar la lista de redes del esquema pulsamos el botón "**Load Netlist**" que encontramos en la barra superior, dejamos las opciones por defecto e introducimos la dirección del fichero de la lista de redes generado en el esquema, y pulsamos actualizar PCB.



Se cargarán todas las huellas de los símbolos (componentes) que teníamos en el esquema, representando las conexiones entre los terminales de los símbolos del esquema por líneas blancas, líneas blancas que debemos unir dibujando sobre ellas las pistas de cobre en el PCB, para realizar las conexiones eléctricas entre los componentes.



*Huellas y conexiones entre ellas, una vez cargada la lista de redes del esquema.*

### Ubicación de los componentes y contorno del PCB.

Una vez que tenemos cargadas las huellas con sus conexiones, lo primero que se suele hacer es colocar las huellas (componentes) en la posición que van a tener en el PCB, para más tarde dibujar el borde del PCB.

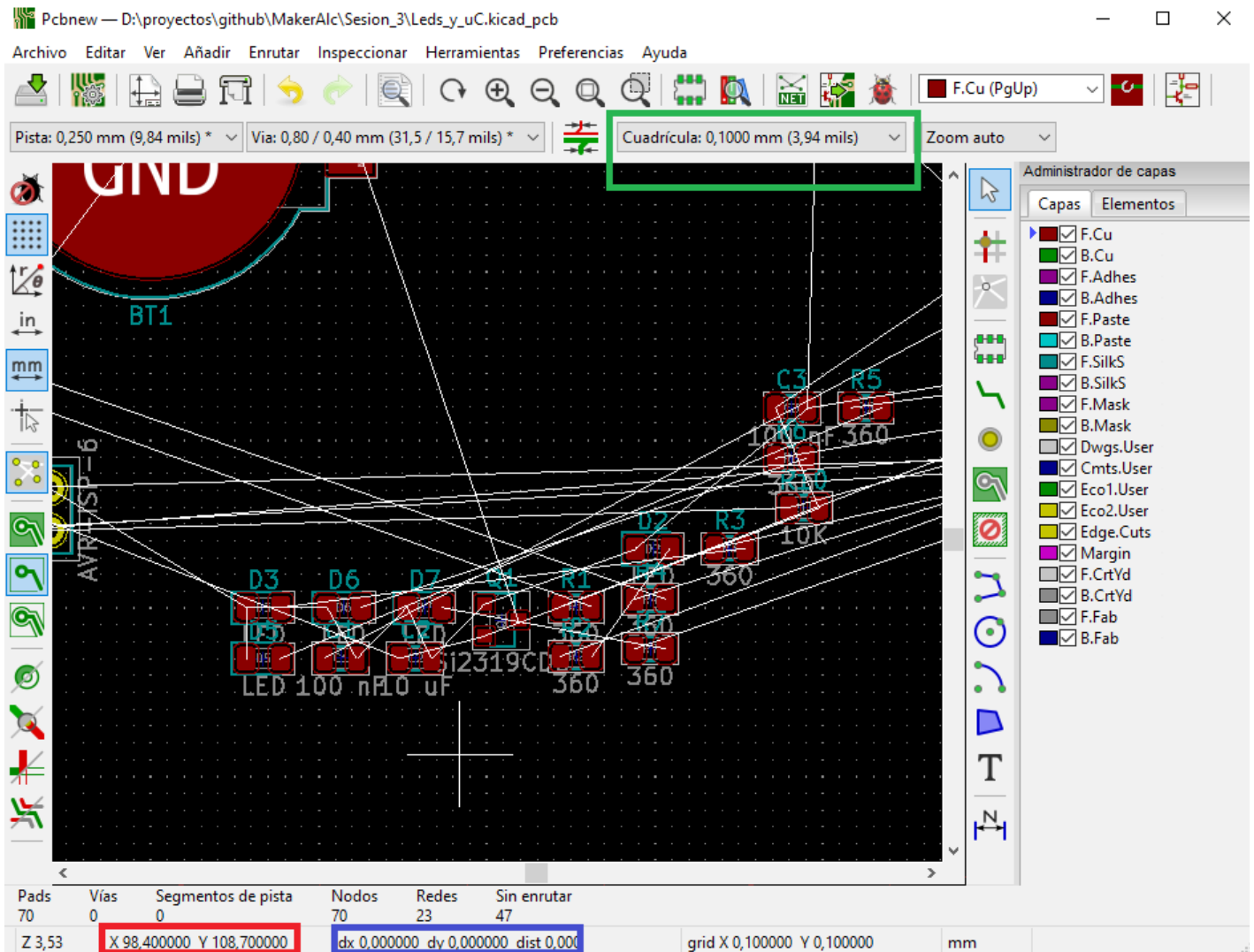
La otra opción es que el PCB tenga que tener unas dimensiones determinadas por el diseño mecánico del recipiente donde vaya, por lo que primero se dibuja el borde del PCB y posteriormente se colocan los componentes (sus huellas), algunos componentes como los conectores, botones, LEDs, etc.. pueden tener una posición en el PCB determinada por el diseño mecánico.

Para mover una huella o componente, ponemos el ratón sobre uno de sus pads (en rojo) y pulsamos la **tecla M**, moviendo el ratón lo llevamos a la zona del PCB donde queremos ponerlo, y hacemos click para soltarlo. Mientras se está moviendo, si pulsamos la **tecla R** podemos girarlo.

La colocación de los componentes es muy importante, ya que si no se colocan correctamente será más difícil dibujar todas las pistas en el PCB. Lo ideal es que los componentes que tengan conexiones entre ellos, se ubiquen cerca los unos de los otros para facilitar sus conexiones mediante pistas.

Los PCBs tienen dos caras sobre las que se pueden colocar los componentes, para cambiar la ubicación de un componente de una cara del PCB a la otra, ponemos el ratón sobre uno de los pads del componente y pulsamos la **tecla F**. Los componentes SMD de la cara superior tendrán sus pads en rojo, y los componentes en la cara inferior tendrán sus pads en verde.

La zona donde colocamos los componentes, dibujamos las pistas, etc.. es un sistema de coordenadas cartesianas, donde en todo momento podemos ver la posición de un componente o del ratón respecto al sistema de coordenadas. El movimiento horizontal del ratón corresponde con el eje X del sistema, y el movimiento vertical con el eje Y. Poniendo el ratón sobre una huella, y pulsando la **tecla E** para entrar en sus propiedades, nos permite ver sus coordenadas en mm del eje X e Y, o editar estas coordenadas para cambiar la ubicación del componente.

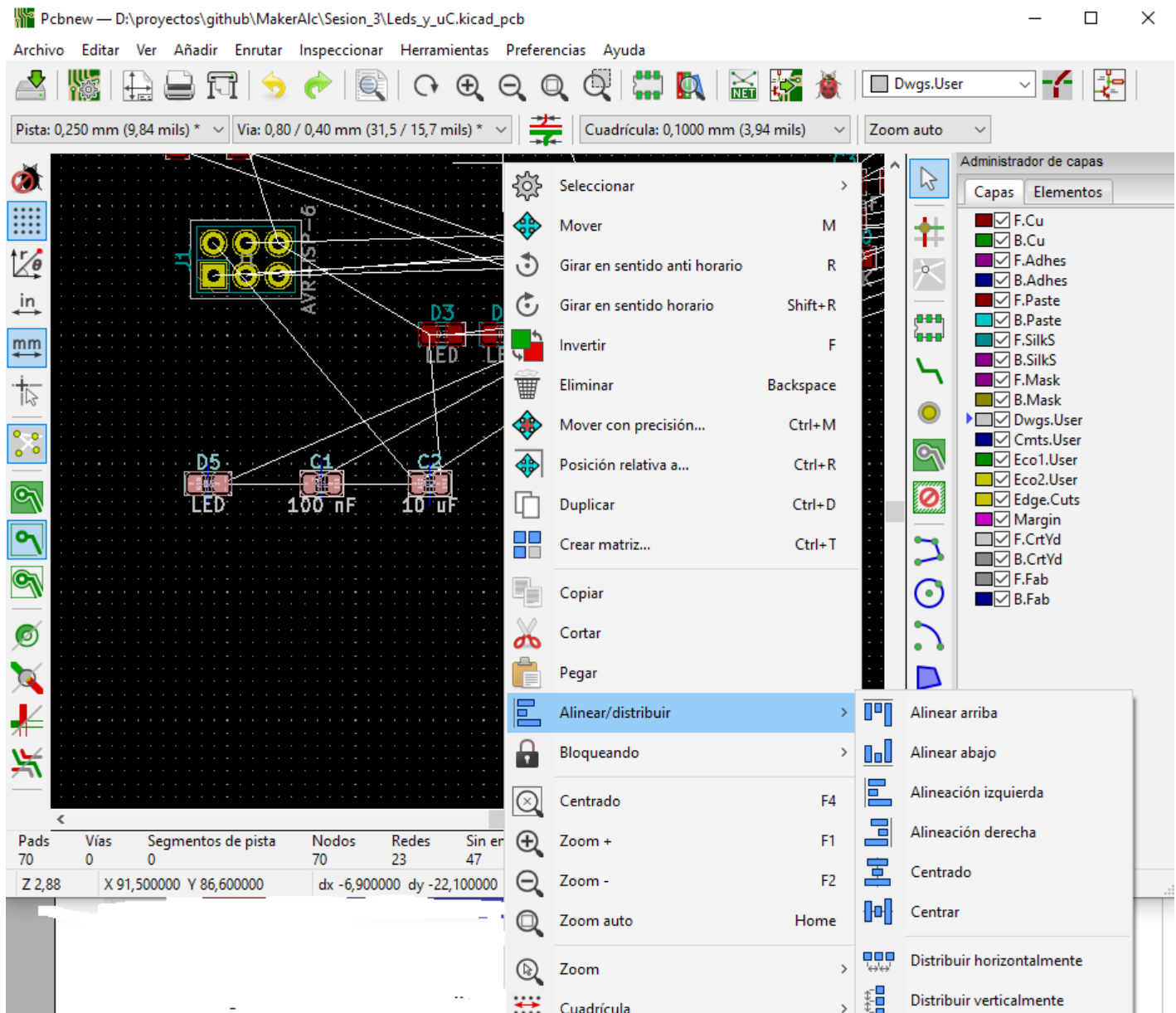


*Sistema de coordenadas cartesianas.*

En la imagen superior podemos observar en el recuadro en rojo, la posición de nuestro ratón dentro del sistema de coordenadas en mm (98.4, 108.7). Si ponemos el ratón en cualquier parte de la ventana y pulsamos la **barra de espacio** del teclado, las coordenadas del recuadro en azul de la imagen superior se ponen a cero, y según movamos el ratón calculan la distancia desde el puntero del ratón hasta el punto anterior donde habíamos pulsado la barra de espacio, esta es una forma que tiene el programa de medir distancias entre dos puntos del PCB. La otra forma es usar el botón **"Medir distancia" o "Añadir dimensión"** encontrados en la barra de la derecha.

Por último observar en la imagen superior el recuadro en verde en la barra superior, este recuadro establece la distancia mínima de la cuadrícula. La cuadrícula son los puntos blancos que vemos en el PCB, estos puntos nos sirven para medir distancias de manera visual de una forma rápida, por ejemplo podemos poner la cuadrícula a 0.1 mm, y cuando tengamos dos pistas muy juntas en el PCB, contando el número de puntos podemos saber la separación que hay entre pistas.

Si seleccionamos varios componentes a la vez, y con ellos seleccionados pulsamos el botón derecho del ratón, encontramos la opción de "Alinear/distribuir", que es útil ya que nos permite colocar de forma rápida a varios componentes a la misma altura del eje X o Y, o espaciarlos manteniendo la misma distancia entre cada uno de ellos.

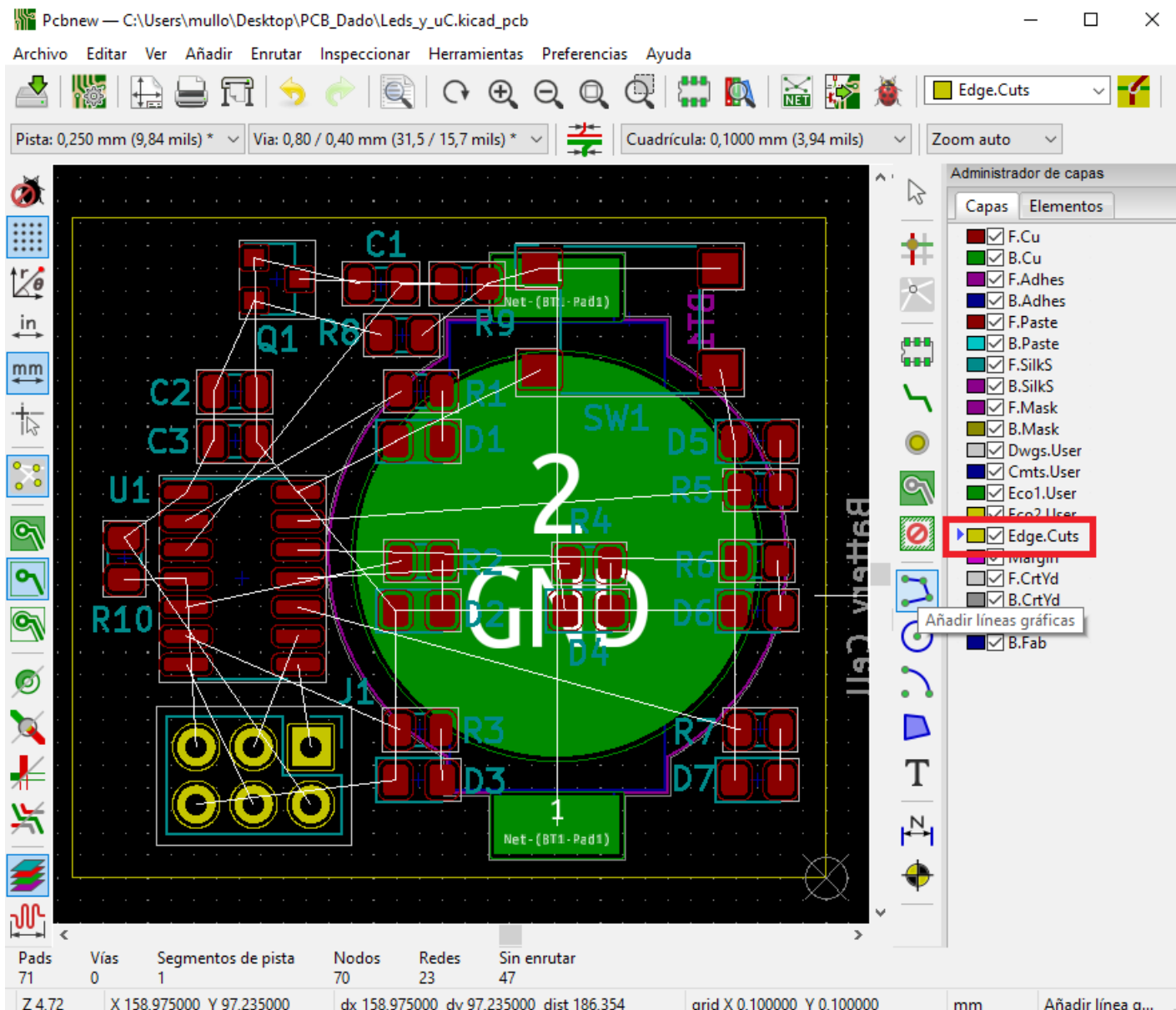


*Opción de Alinear/distribuir para colocar componentes de forma rápida.*

## Contorno del PCB.

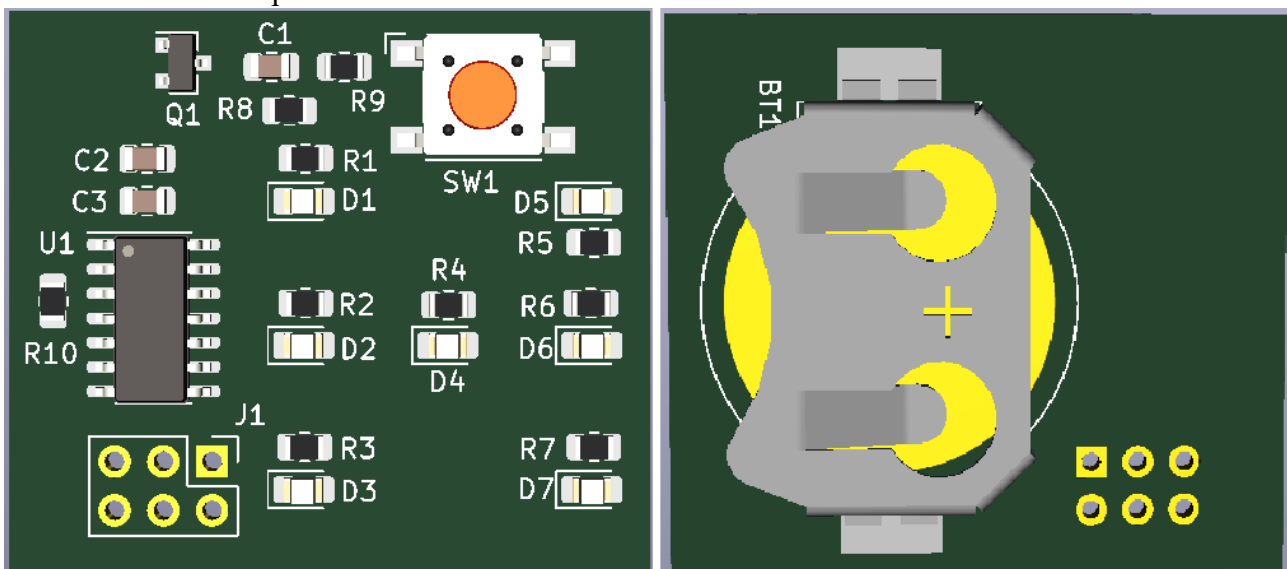
Una vez colocados los componentes (o antes si tenemos un contorno del PCB predefinido) podemos dibujar o importar el contorno del PCB. El contorno del PCB se corresponde con las dimensiones reales que va a tener nuestro PCB, y puede tener cualquier forma, siempre que este compuesto por polígonos o por un perímetro cerrado.

Para dibujar el contorno del PCB seleccionamos la capa **Edge.Cuts** como se puede ver en la siguiente imagen, y utilizamos los botones de la barra derecha: "Añadir líneas gráficas", "Añadir círculo", "Añadir arco" o "Añadir polígono gráfico" para dibujar un contorno cerrado.



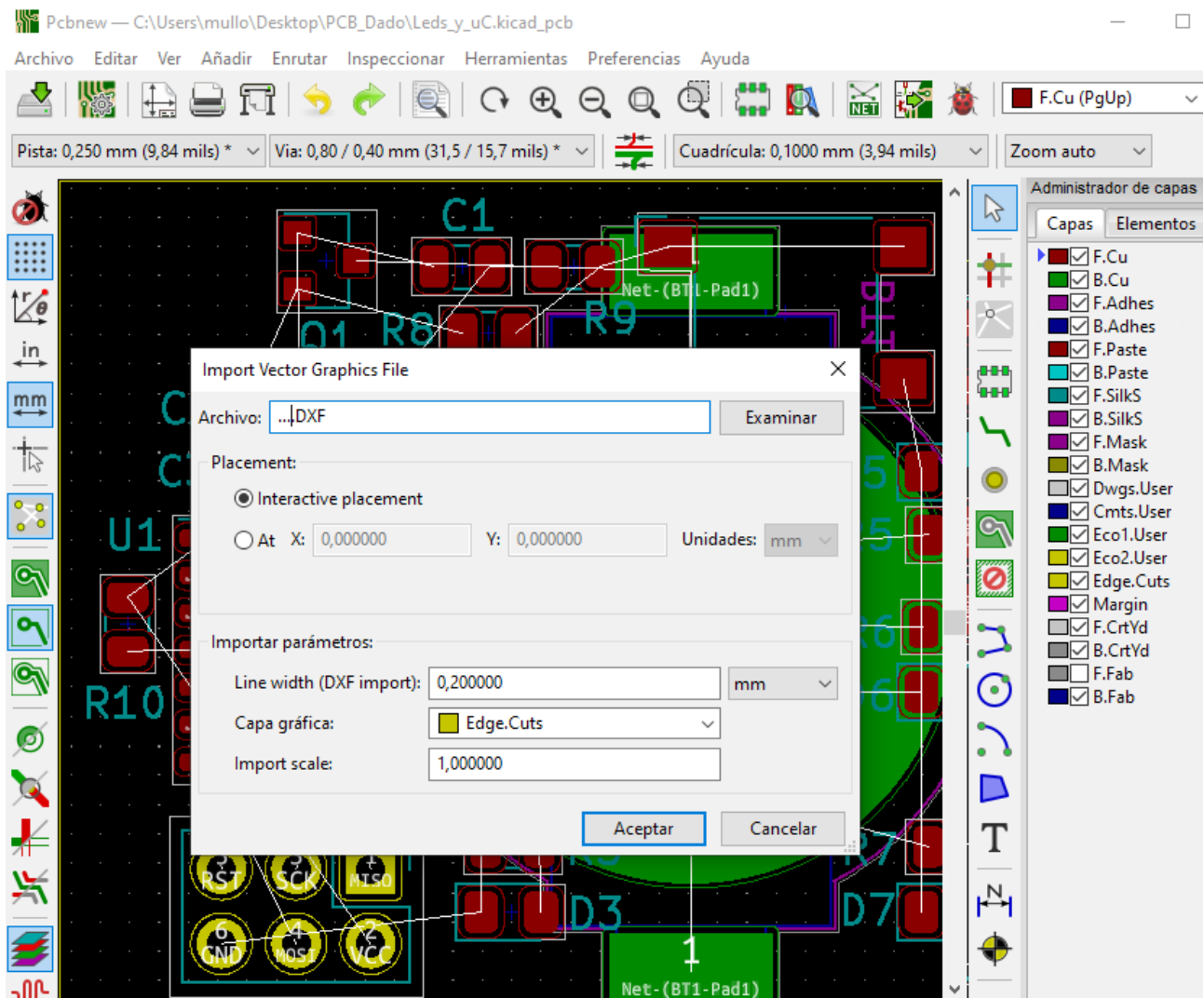
Componentes posicionados y contorno del PCB.

En la imagen superior podemos ver los componentes posicionados, los componentes con los pads en rojo estarían en la cara superior, y los componentes con los pads en verde estarían en la cara inferior. El contorno del PCB está representado por el cuadrado en marrón que se ha dibujado alrededor de los componentes.



Vista en 3D de ambas caras del PCB.

Cuando las dimensiones del PCB lo permiten, una buena opción es colocar todos los componentes en una sola de las caras del PCB, ya que facilita su proceso de soldadura (como se explicará en el taller de soldadura), poniendo el menor número de componentes posible en la otra cara y dejándola libre para un plano de tierra (esto se explica más adelante).



*Importar el contorno del PCB desde un fichero externo.*

En lugar de dibujar el contorno del PCB, también podemos importar un contorno creado con otro programa de dibujo o diseño mecánico (como puede ser un .dxf). Para ello nos vamos a **Archivo --> Importar --> Import Graphics**, y en la ventana que se abre seleccionamos el archivo a importar y en el desplegable de "Capa gráfica" se selecciona la capa "Edge.Cuts", como se puede ver en la siguiente imagen.

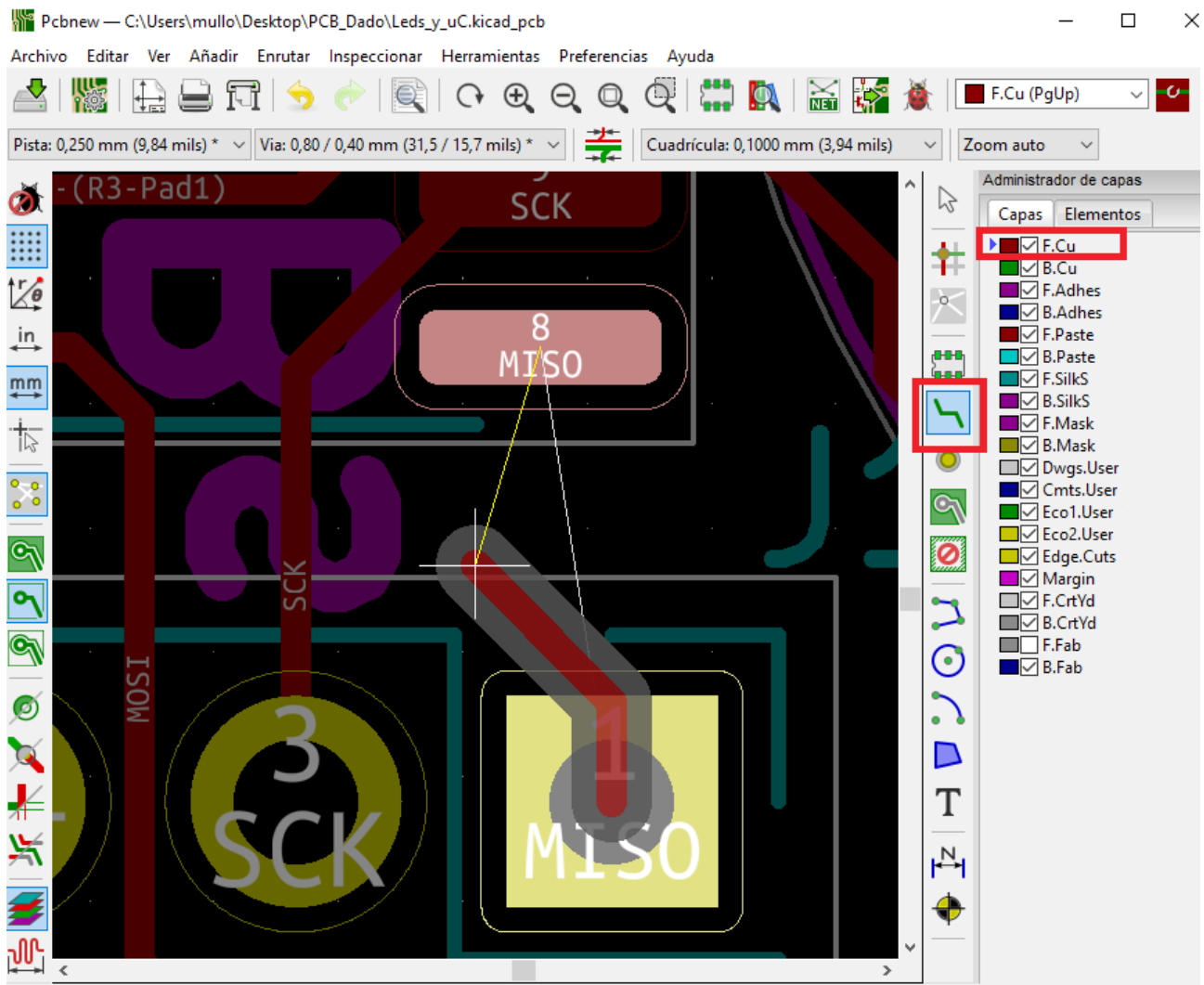
En la sesión del taller se mostrará como importar un contorno del PCB.



## Enrutar (dibujar) las pistas.

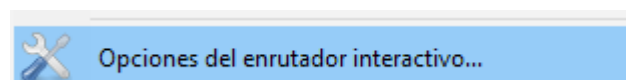
En las imagenes anteriores veíamos las huellas de los componentes con unas líneas blancas que representan las distintas conexiones eléctricas entre las huellas, esas conexiones las materializaremos dibujando pistas o zonas de cobre en el PCB.

Para enrutar una pista en la cara superior del PCB, seleccionamos la capa **F.Cu** (cuadrado en rojo en la siguiente imagen), pulsamos el botón "**Enrutar pistas**" en la barra de la derecha o la **tecla X**, y pinchamos en el pad del componente de la pista que vamos a dibujar para empezar a trazarla, y vamos trazando su camino hacia su destino moviendo el ratón y clickeando. Para borrar una pista ya ruteada, presionamos **escape** para salir del modo de rutear pistas, y ponemos el ratón sobre la pista a borrar y presionamos la tecla **suprimir** para borrarla entera, o seleccionamos un trozo de pista pinchando con el ratón, y pulsamos suprimir para borrar ese trozo.



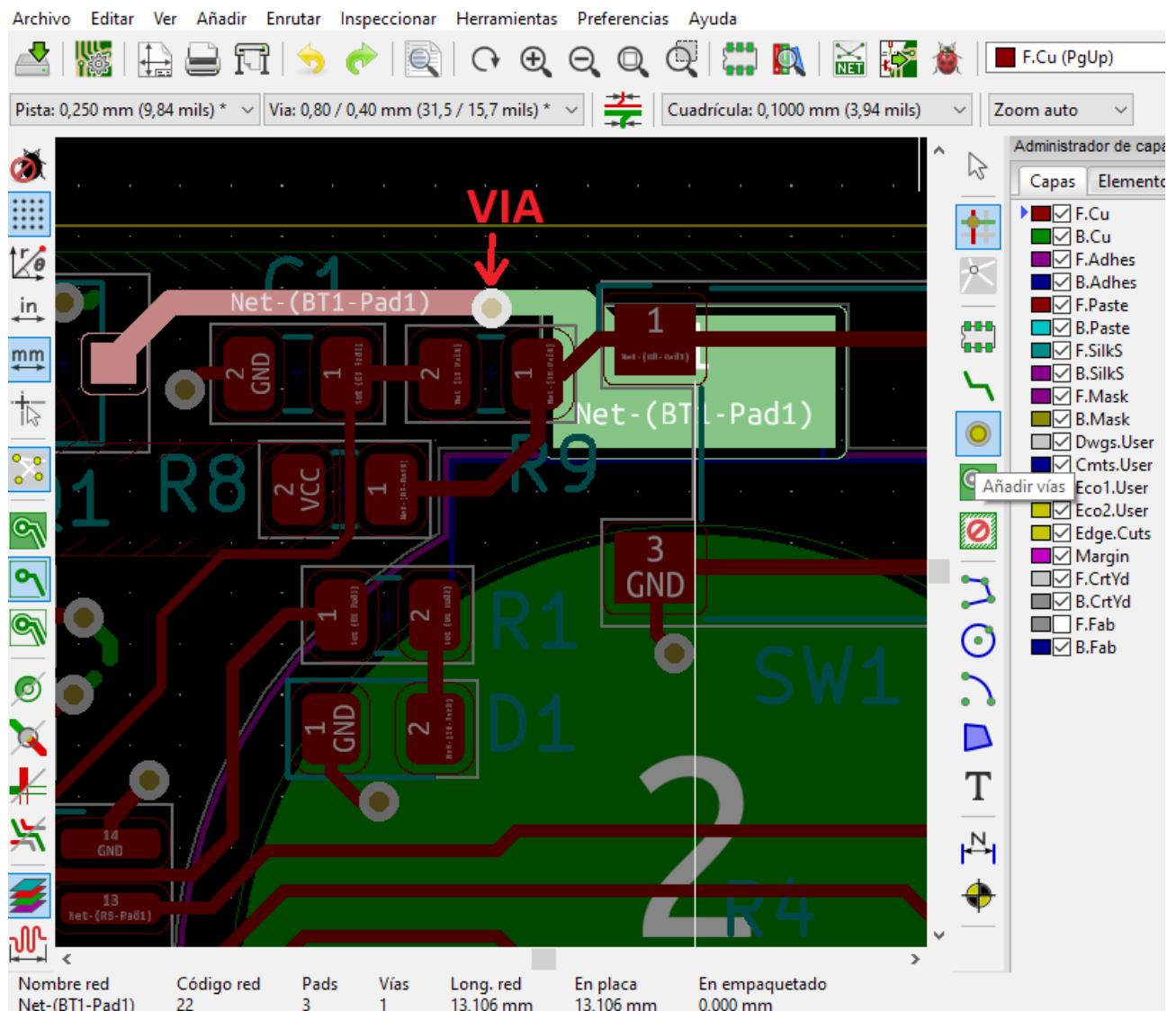
*Seleccionamos la capa F.Cu y pulsamos X para rutear una pista en la cara superior.*

Si vamos a **Enrutar-->Opciones de enrutador interactivo**, podemos cambiar el modo en que funciona el botón de rutear pistas. Si seleccionamos "**Empujar**" cuando la pista que estamos ruteando se acerca a otra ya ruteada, intentará moverla para hacer espacio, si pulsamos "**Rodear**" en lugar de empujarla se alejará de ella automáticamente cuando nos acercamos, lo anterior se mostrará en la sesión.



Para dibujar una pista de un componente situado en la cara inferior, hacemos lo mismo que para una pista de la cara superior, nada más que en un lugar de seleccionar la capa **F.Cu**, seleccionamos la capa **B.Cu** y posteriormente pulsamos **X** para empezar a dibujarla.

Las pistas en el PCB pueden ir por ambas caras de este, en la siguiente imagen se ve una pista que conecta un componente de la cara superior con uno de la cara inferior.



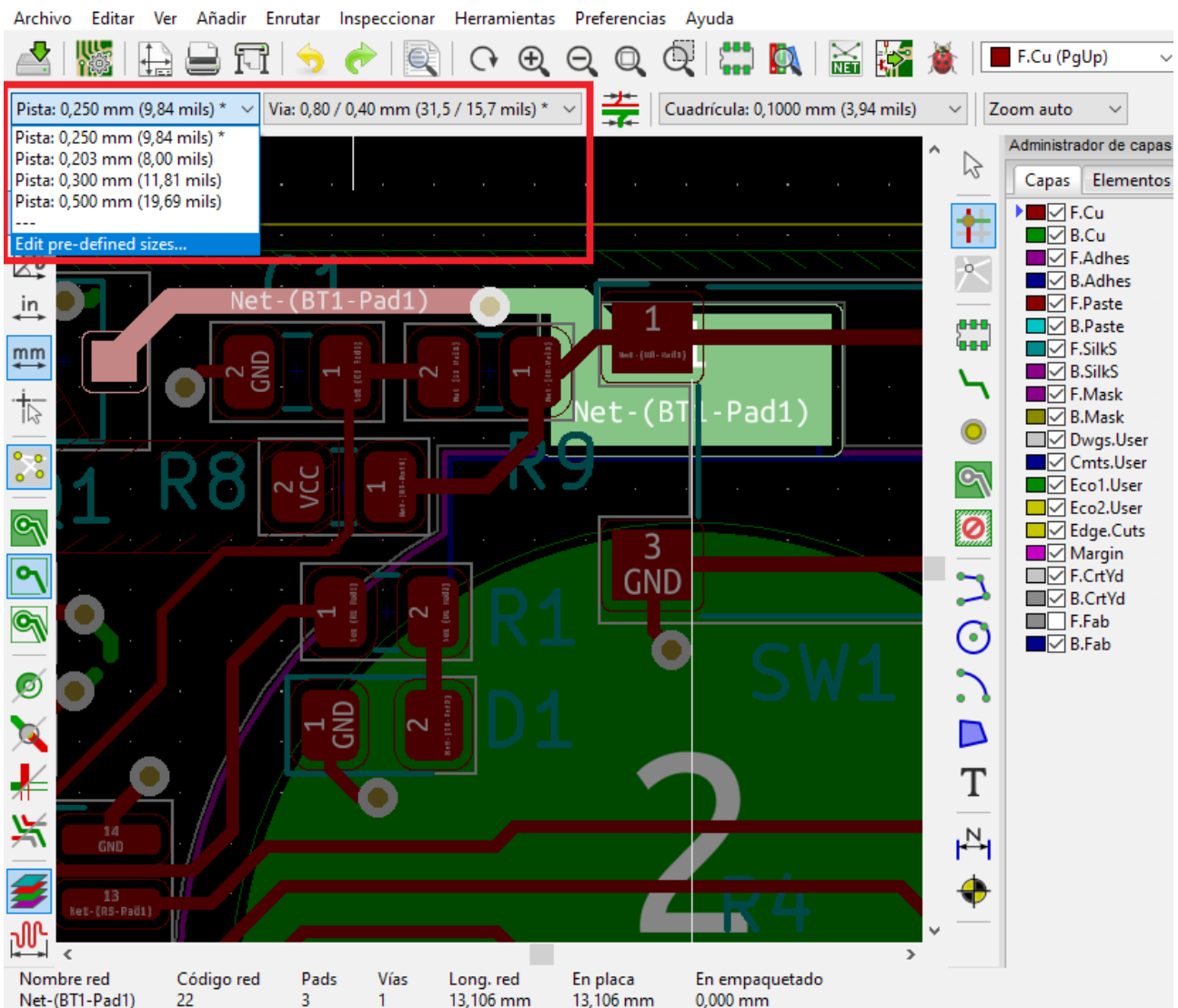
*Una pista en el PCB cambia de cara mediante una Vía.*

El punto donde una pista cambia de cara en el PCB se denomina Vía. Para hacer una vía empezamos a trazar la pista del PCB dibujándola hasta el punto donde queremos cambiar de cara, con el botón de **"Enrutar pistas"** seleccionado pulsamos la **tecla V** para poner la vía, click con el botón izquierdo del ratón para colocar la vía en el sitio que queramos, y automáticamente la pista pasa por la vía y sigue dibujándose en la cara opuesta.

Una vía es un taladro recubierto de una capa de cobre, que hace una conexión eléctrica entre la pista que se une al taladro recubierto de cobre por la cara superior, y la pista que se une a dicho taladro recubierto de cobre por la cara inferior.



Cuando vamos a dibujar una pista tenemos que seleccionar su ancho, y cuando colocamos una vía tenemos que seleccionar sus dimensiones (diámetro exterior y diámetro interior). Para seleccionar las dimensiones de las vías y las pistas lo podemos hacer en la lista desplegable que se ve en el recuadro en rojo en la siguiente imagen.



*Desplegable para seleccionar o establecer las dimensiones de las pistas y las vías.*

Si en la lista anterior seleccionamos **"Edit pre-defined sizes"** se nos abre una ventana donde podemos añadir nuevas dimensiones del ancho de pista, y diámetros de vías, que aparecerán en dicha lista desplegable. Se muestra un ejemplo en la sesión.

Podemos añadir cualquier dimensiones de pistas y vías, pero los fabricante de PCBs tienen unas dimensiones mínimas que pueden fabricar. Por lo general los fabricantes en sus servicios de PCBs de bajo coste suelen recomendar pistas no inferiores a un ancho de 0.2 mm, y 0.3mm/0.6mm para el diámetro interior y exterior de las vías.

En el fabricante de PCBs que vayamos a usar encontraremos la información sobre sus limitaciones, por ejemplo: <https://jlcpcb.com/capabilities/Capabilities>. Se comenta esta página en la sesión.

Eléctricamente el ancho de la pista o el tamaño de la vía depende de la corriente que vaya a pasar por esa pista o vía. KiCad cuenta con una pequeña calculadora que nos permite calcular el ancho que necesitamos de pista, en función de la corriente que pasa por ella y del incremento de temperatura que queremos tener como máximo en esa pista cuando pasa dicha corriente.

Archivo Ver Herramientas Explorar Preferencias Ayuda

Leds\_y\_uC.pro

Gerber\_dado\_badge

Leds\_y\_uC.kicad\_pcb

Nombre del proyecto:

Calculadora de placas

Reguladores Ancho de pista Espaciado eléctrico TransLine Atenuadores RF Código color Clases de placas

Parámetros:

Intensidad: 1 A

Aumento de temperatura: 10 grados C

Longitud del conductor: 3 cm

Resistividad: 1.72e-8 Óhmetro

Pistas de la capa externa:

Ancho de pista: 0,300387 mm

Grosor de pista: 35 um

Área de sección: 0,0105135 mm x mm

Resistencia: 0,0490796 Ohm

Caída de voltaje: 0,0490796 Volt

Pérdida de potencia: 0,0490796 Vatios

Pistas de la capa interna:

Ancho de pista: 0,781437 mm

Grosor de pista: 0.035 mm

Área de sección: 0,0273503 mm x mm

Resistencia: 0,0188663 Ohm

Caída de voltaje: 0,0188663 Volt

Pérdida de potencia: 0,0188663 Vatios

Se calculará el ancho de pista adecuado si se especifica la intensidad máxima. Si especifica uno d ellos anchos de pista, se calculará la intensidad máxima admitida. También se calculará el ancho necesario de la otra pista pata admitir esa corriente. Los valores de control se muestran en negrita.

Los calculos son válidos para intensidades de hasta 35A (externos) o 17,5A (internos), la temperatura aumenta hasta 100°C y las pistas tendrán un ancho de 10mm (400mil). La fórmula, del IPC 2221, es

$$I = K * dT^{0.44} * (W*H)^{0.725}$$

donde:

I = intensidad máxima en amperios

dT = aumento de temperatura sobre ambiente en °C

W,H = ancho y grosor en mils

K = 0,024 para pistas internas y 0,048 para externas

*Calculadora de KiCad para parámetros eléctricos.*

En la imagen anterior vemos que si tenemos una pista por la que va a pasar 1 Amperio de corriente, con un grosor de pista (la altura sobre el PCB de la capa de cobre con la que se forma la pista) de 35 um, nos calcula que si queremos un incremento de temperatura de 10 °C en la pista cuando pasa esa corriente, la anchura de la pista ha de ser de 0,3 mm. Si ponemos una anchura menor a 0,3 mm esa pista se calentará más de 10 °C, y si la corriente es alta y la anchura que le damos a la pista en el PCB es pequeña, la pista puede calentarse lo suficiente hasta llegar a quemarse o romperse, por lo que es adecuado poner como mínimo los anchos de pista recomendados por estas calculadoras.

La calculadora de KiCad nos permite calcular (o aproximar) otros parámetros eléctricos sencillos, pero en la página de <https://saturnpcb.com/> podemos descargar una calculadora gratuita más completa que la de KiCad, que igual que la de KiCad nos permite hacer los cálculos anteriores, por lo que es recomendable instalarla y usarla en lugar de la KiCad.

Cuanto más ancha sea la pista del PCB que dibujemos, menor será el calor que se genera en esta al pasar la corriente, menor será el voltaje que se pierde en ella debido a su resistencia por el paso de la corriente, y menor será su inductancia (oposición a los cambios rápidos de corriente en la pista). Por lo que cuanto más anchas sean las pistas mejor, por contra un mayor ancho de pista nos va a ocupar más espacio en el PCB.

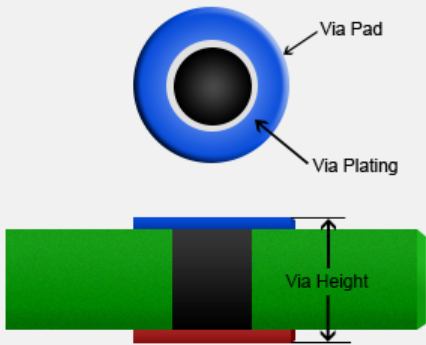
Por lo general las pistas de señales que llevan poca corriente se les puede dar un grosor de 0,2-0,3 mm para que no ocupen mucho, y las pistas de alimentación es bueno hacerlas más anchas (0,5 mm o más, depende de la corriente que consuma el PCB) para disminuir su inductancia y el voltaje que se pierde en ellas debido a su resistencia y el paso de la corriente ( $V = I \cdot R$ ).

Saturn PCB Design, Inc. - PCB Toolkit V7.04 - www.saturnpcb.com

File Program Function Tools Help | Contact Saturn PCB Design, Inc.

Embedded Resistors	PPM Calculator	Crosstalk Calculator	Wavelength Calculator	Er Effective	Ohm's Law	Reactance
Conductor Spacing	Conductor Impedance	Conversion Data	Planar Inductors	Plane Calculator	Thermal	Fusing Current
Via Properties	Conductor Properties	Bandwidth & Max Conductor Length	Differential Pairs	Padstack Calculator	Mechanical Information	

Via Characteristics



IPC-2152 with modifiers mode

Via Hole Diameter  
**0,3 mm**

Via Height  
**1,575 mm**

Via Plating Thickness  
**0,0254 mm**

Via DC Resistance  
**0.00109 Ohms**

Via Inductance  
**1.2740 nH**

Power Dissipation  
**0.00283 Watts**

Conductor Cross Section  
**0.0260 Sq.mm**

Via Current  
**1.6139 Amps**

Options

Base Copper Weight

☐ 9um  
☒ 18um  
☐ 35um  
☐ 53um  
☐ 70um  
☐ 88um  
☐ 106um  
☐ 142um  
☐ 178um

Plating Thickness

☐ Bare PCB  
☐ 18um  
☒ 35um  
☐ 53um  
☐ 70um  
☐ 88um  
☐ 106um

Plane Thickness

☒ 35um  
☐ 70um

Layer Set

☒ 2 Layer  
☐ Multi Layer  
☐ Microvia

Information

Power Dissipation (dBm)  
4.5154 dBm

Via Temperature  
Temp in (°C) = 32.0  
Temp in (°F) = 89.6

Via Thermal Resistance  
153.9 °C/W

Via Count: **10**  
15.4 °C/W per via

Via Voltage Drop  
1.7526 mV

Units  
☐ Imperial  
☒ Metric

Substrate Options  
Material Selection  
**FR-4 STD**

Er  
**4,6**

Tg (°C)  
**130**

Temp Rise (°C)  
**10**  
Temp in (°F) = 18.0

Ambient Temp (°C)  
**22**  
Temp in (°F) = 71.6

Print Solve!

SATURN PCB DESIGN, INC. Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us

f t in g+ y

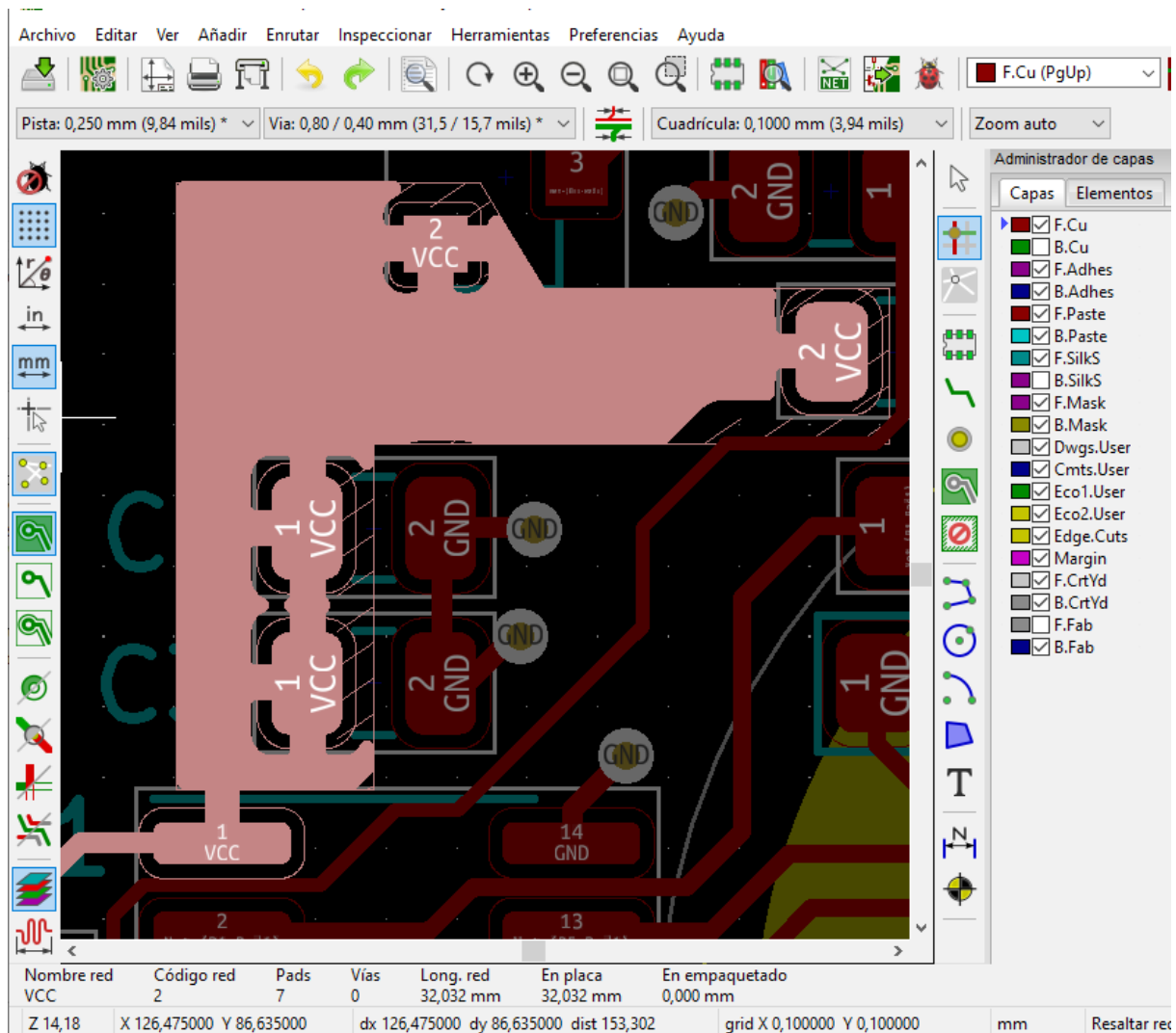
### Calculadora de Saturn PCB Design.

El espacio mínimo que puede haber entre dos pistas lo encontramos en la página web anterior de las limitaciones del fabricante. Cuando tenemos pistas largas, que van en paralelo junto a otras pistas (llevando las pistas el mismo trazado a lo largo del PCB), es bueno dejar entre pistas un espacio de por lo menos 3 veces el ancho dado a las pistas, para minimizar las "interferencias" que una pista puede generar en las adyacentes.

Para terminar de hablar sobre como dibujar las pistas del PCB, decir que además de usar pistas para realizar las conexiones, también podemos usar los denominados planos (y es bueno que nuestro PCB tenga siempre un plano de tierra).

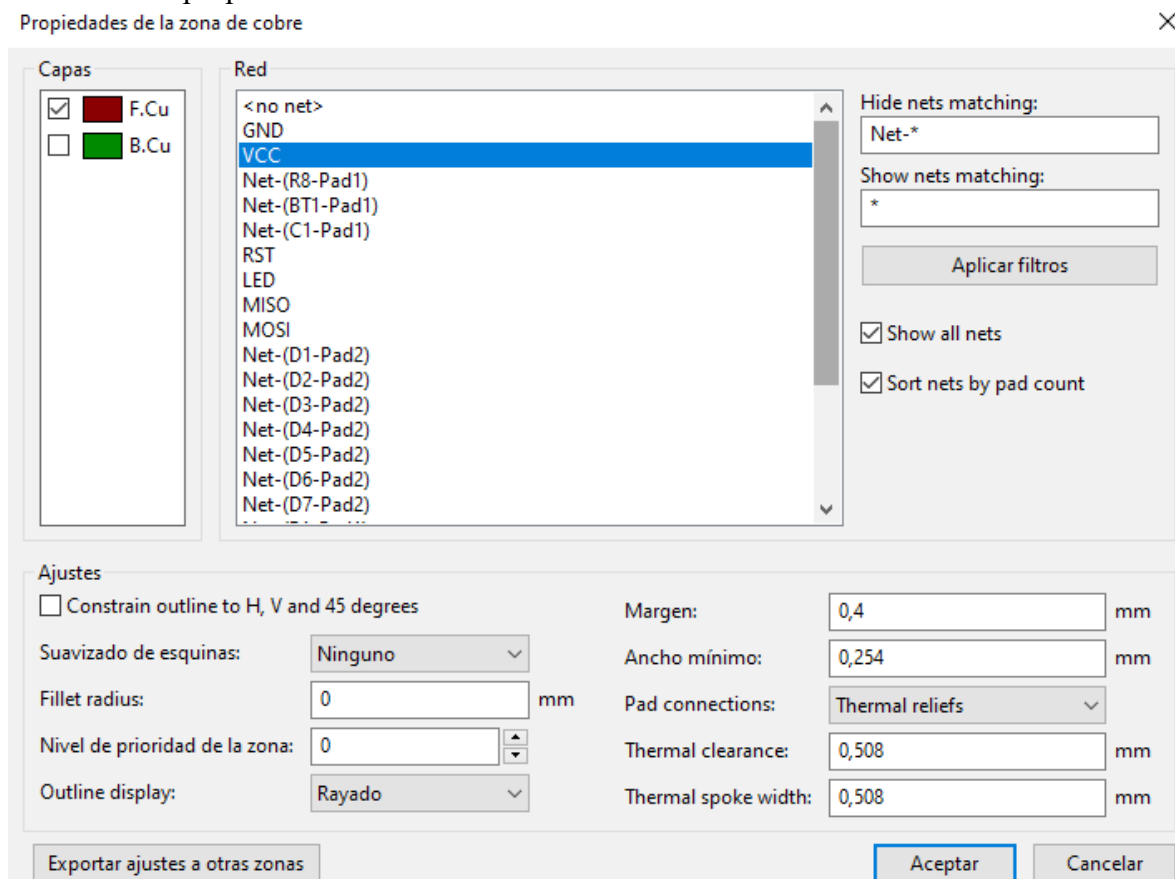
En la siguiente página podemos ver un plano que conecta varios pads, sustituyendo a las respectivas pistas. Un plano al igual que una pista, es una zona de cobre que conecta varios puntos del circuito entre ellos, es como si fuera una pista muy ancha, la ventaja es que un plano siempre va a tener una resistencia e inductancia menor que una pista, y si el plano es lo suficientemente grande sirve como disipador de calor de los componentes que lo requieran, para ayudar a sacar el calor que se genera internamente en ellos debido a su funcionamiento.

Para dibujar un plano seleccionamos la cara superior (F.Cu) o inferior (B.Cu) donde vamos a dibujarlo, y pulsamos el botón "**Añadir zonas de relleno**", se nos abrirá una ventana donde seleccionamos la pista o conexión que va a hacer el plano (esta ventana se explica en la sesión).



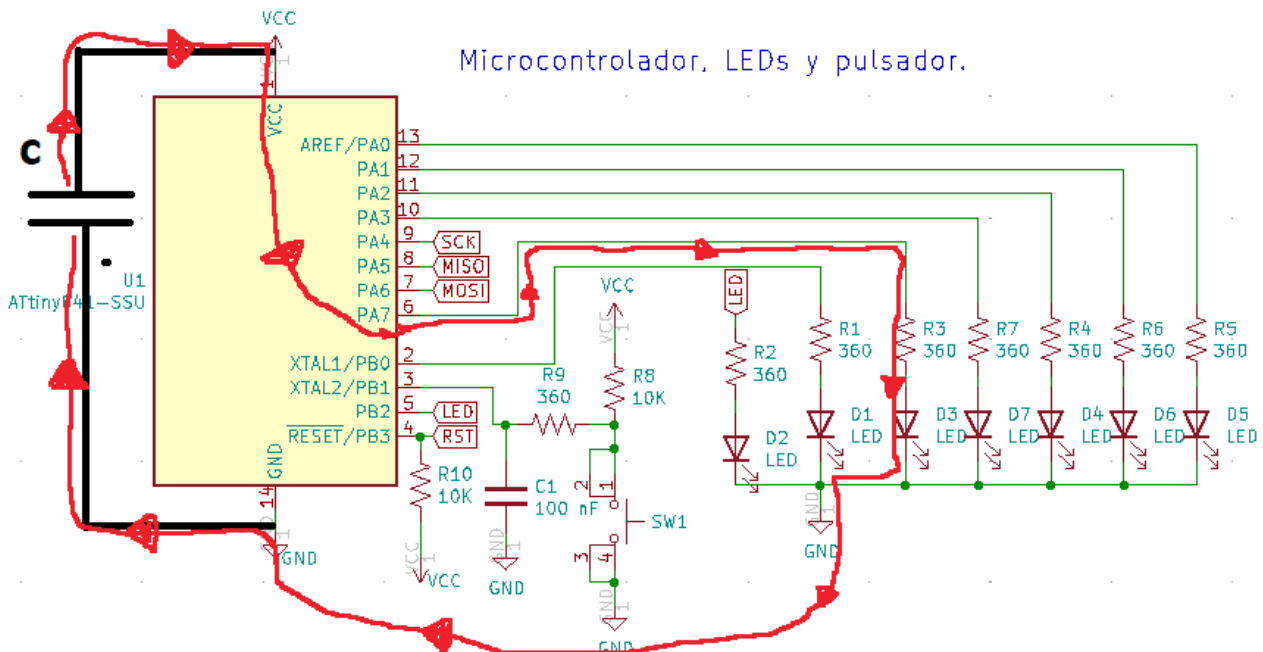
*Dibujo 1: Plano de cobre conectando varios pads en el PCB.*

Ventana de las propiedades de la zona de cobre.



En un circuito eléctrico la corriente siempre se mueve en un circuito cerrado, es decir la corriente vuelve al punto de donde sale.

En una batería toda la corriente que sale del positivo, vuelve al negativo de la batería, con una señal que va de un sitio a otro del circuito pasaría lo mismo, la corriente o señal sale de un sitio y vuelve a donde se origina, por lo que cualquier señal tiene dos caminos en el PCB que tenemos que dibujar con las pistas o planos de cobre, el camino de ida y el camino de vuelta.



*Flujo de corriente en el instante inicial que el uC enciende un LED.*

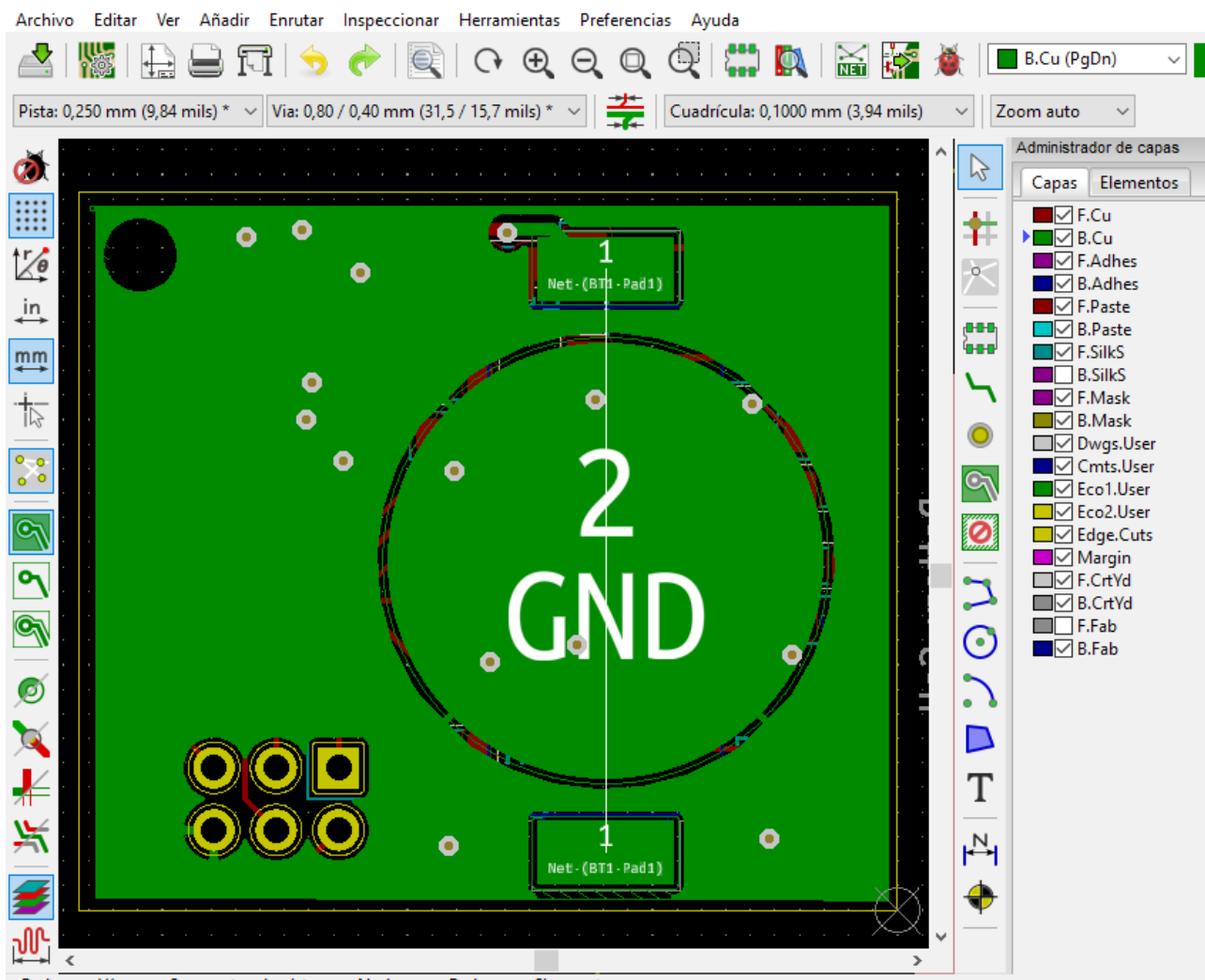
Por ejemplo si tenemos un microcontrolador que enciende un diodo LED, por el pin del microcontrolador saldría una corriente, que pasa por el diodo LED haciendolo brillar.

En el **instante inicial** que el uC enciende el LED, esa corriente sale de la energía que tiene el condensador (corrientes de desplazamiento) que está junto al microcontrolador, la corriente entraría desde el condensador por el positivo de la alimentación del microcontrolador y volvería al negativo del condensador. Por lo que siempre que dibujamos una pista para llevar una señal hasta un punto, también tenemos que pensar en el camino de retorno de la señal desde el punto final al inicial, idealmente ese camino lo dibujaríamos llevando una pista por el camino de menor impedancia (se explica en la sesión) desde el punto final al inicial donde se ha originado la señal.

Por lo general en todos los circuitos electrónicos tenemos un punto (conexión eléctrica) que es común a las distintas partes o bloques de un circuito, ese punto es el denominado tierra, referencia de tensión o 0V. La corriente o señal va de una parte a otra del circuito, y retorna por el punto de tensión de 0V o tierra, punto al que todas las distintas partes del circuito suelen estar conectadas.

Por lo que una forma de facilitar el trazado de las pistas de retorno de las señales hasta su punto de origen, es utilizar un plano continuo de tierra en una de las caras del PCB, por el que la corriente pueda moverse lo más libre posible, eligiendo el camino de menor impedancia (resistencia e inductancia) para poder retornar hasta el punto donde se ha originado dicha corriente de la señal, y esto se consigue usando un plano de tierra lo más continuo posible debajo de las señales.

En la siguiente página podemos ver una imagen en la que hemos dibujado un plano de tierra continuo en la cara inferior del PCB.



Plano de tierra en la cara inferior del PCB. En este caso se podrían haber eliminado los thermal R.

Por eso en un PCB de dos caras, lo ideal es intentar poner la mayor parte de los componentes en una de la caras del PCB, e intentar trazar el mayor número de pistas posibles en la cara donde hemos puesto esos componentes, para dejar la otra cara del PCB lo más libre posible, dibujando en esta cara un plano de tierra continuo que facilite los caminos de retorno de las señales hasta su origen.

Este plano de tierra también es un área grande de cobre, que nos puede servir como disipador de calor, para conectar el terminal negativo de los componentes que necesitan sacar el calor que generan internamente. **Se enseña un ejemplo de cómo hacerlo con vías térmicas en la sesión (en rojo para no saltarmelo).**

Resumiendo, para materializar las conexiones entre las huellas de nuestro esquema, debemos usar pistas o planos de cobre en el PCB que realicen dichas conexiones. El grosor de las pistas será función de la corriente que tenga que llevar esa pista, y del tamaño mínimo de pista que el fabricante de PCBs pueda realizar. Y en un PCB de dos caras intentaremos tener todos los componetnes y pistas en una de las caras, poniendo en la otra cara un plano de tierra lo más continuo posible para facilitar el retorno de las señales a su punto de origen.

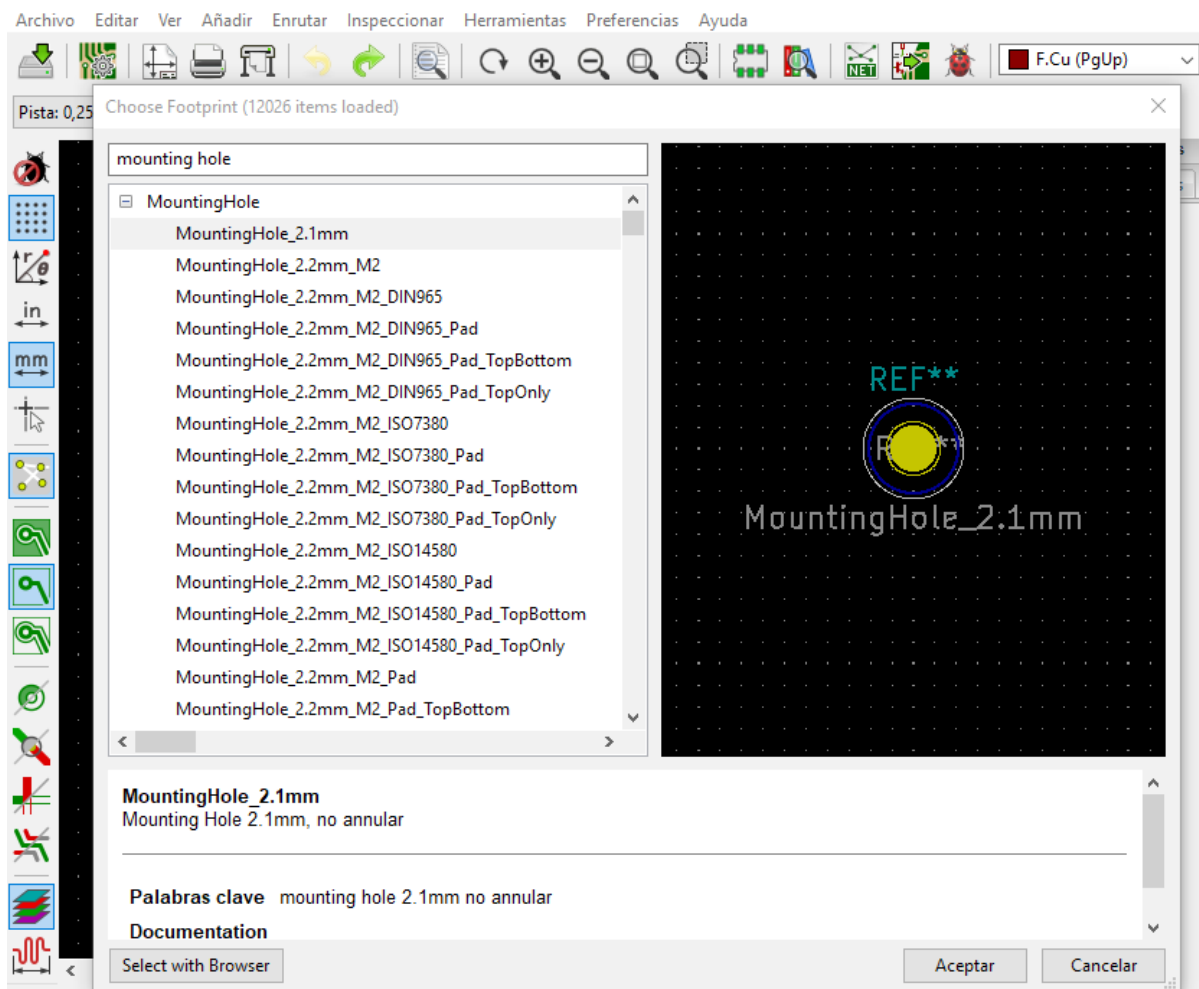
En la parte inferior del programa podemos ver cuantas pistas nos quedan por dibujar.

Pads	Vías	Segmentos de pista	Nodos	Redes	Sin enrutar
71	15	156	70	23	1

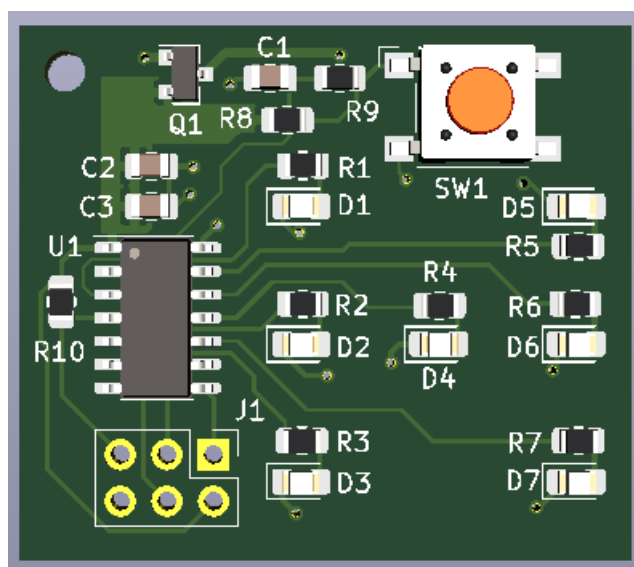


## Agujeros de montaje.

Si tenemos que fijar nuestro PCB a alguna superficie lo habitual es que tenga agujeros de montaje, en KiCad se pueden añadir de dos formas, la primera es usar el botón **"Añadir huellas"** en la barra de la derecha, y pinchar con el ratón en el PCB para abrir la ventana para seleccionar huellas, nos vamos a la librería MountingHole y seleccionamos el diámetro del agujero que queramos añadir, y lo ubicamos en la parte del PCB deseada.

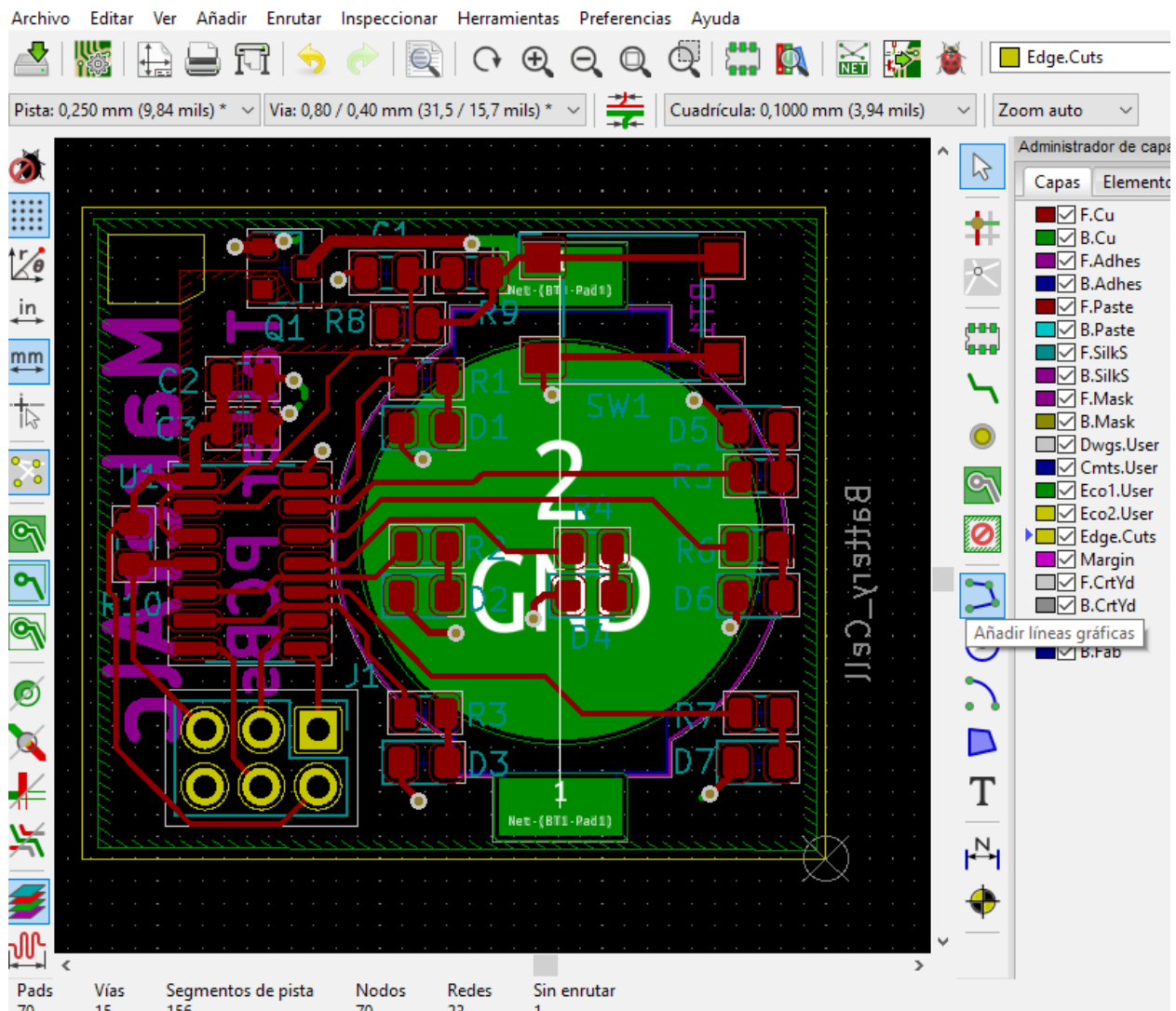


*Librería para añadir agujeros en el PCB.*

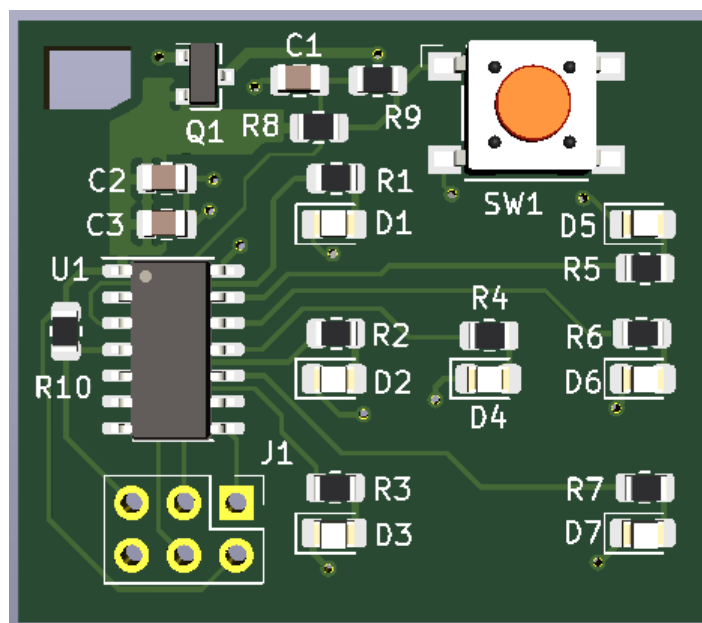


*Agujero pasante arriba a la izquierda.*

Otra forma de añadir agujeros en el PCB es seleccionar la capa **Edge.Cuts** y con los botones de dibujo: "Añadir líneas gráficas", "Añadir círculo", "Añadir arco" o "Añadir polígono gráfico" dibujar el agujero con las dimensiones y forma deseada dentro del PCB.



Se ha dibujado un agujero pasante en la parte superior izquierda del PCB.

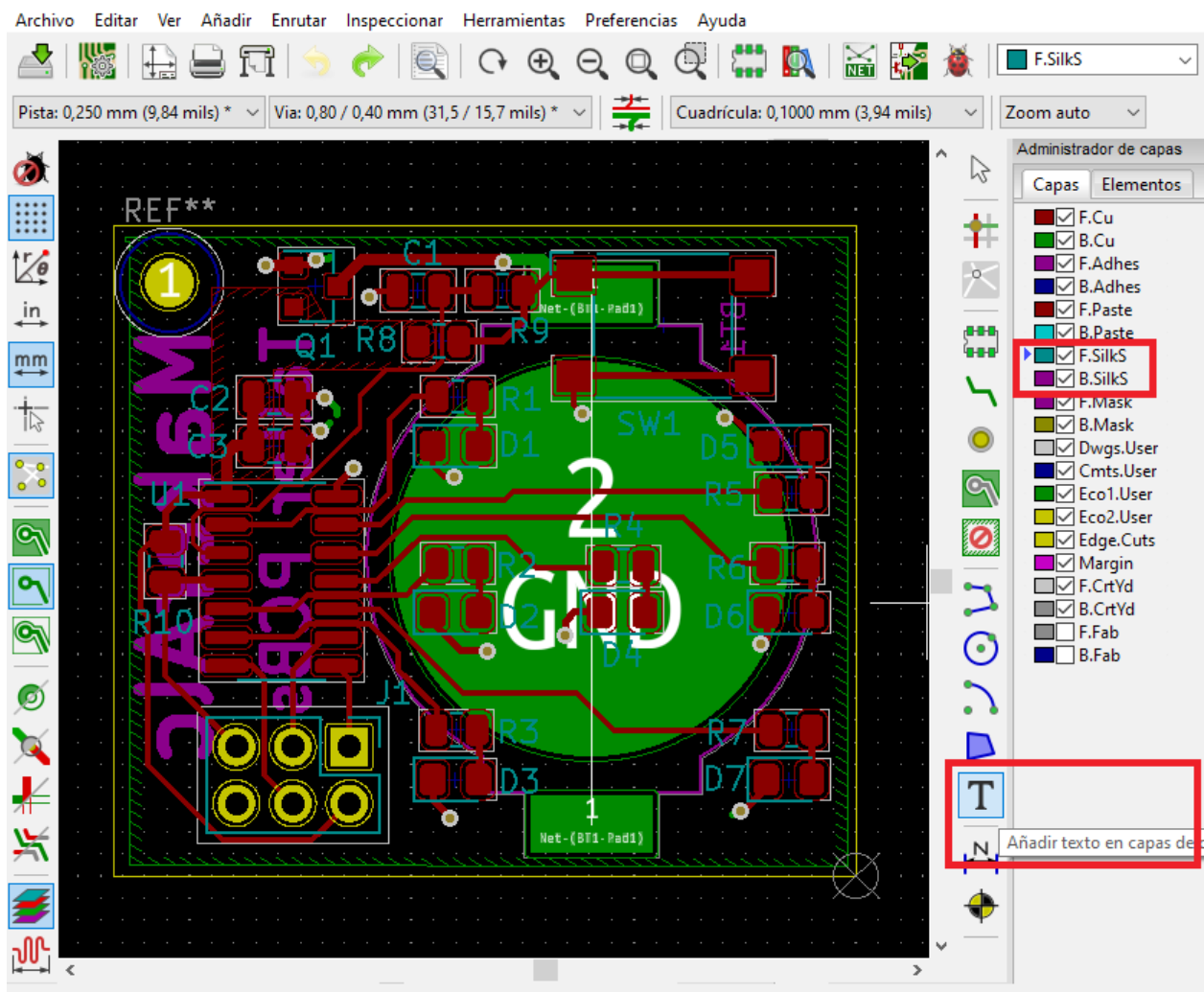


## Serigrafía.

La capa de serigrafía sirve para añadir texto o imágenes al PCB, por lo general todos los componentes suelen añadir en esta capa su identificador (R1, C2, U1, etc..).

El tamaño de las letras tiene que ser mayor que el mínimo que el fabricante de PCBs es capaz de realizar, en el caso de <https://jlcpcb.com/capabilities/Capabilities> las letras tienen que ser mayores de 0,8 mm de altura, y el ancho de línea de la letra ha de ser mayor de 0,15 mm.

Para añadir texto en nuestro PCB seleccionamos la capa **F.SilkS** (cara superior) o la capa **B.SilkS** (cara inferior), y pulsamos el botón "Añadir texto en capas de cobre o texto gráfico".



Para añadir texto seleccionamos las capas y el botón del recuadro en rojo en la imagen.

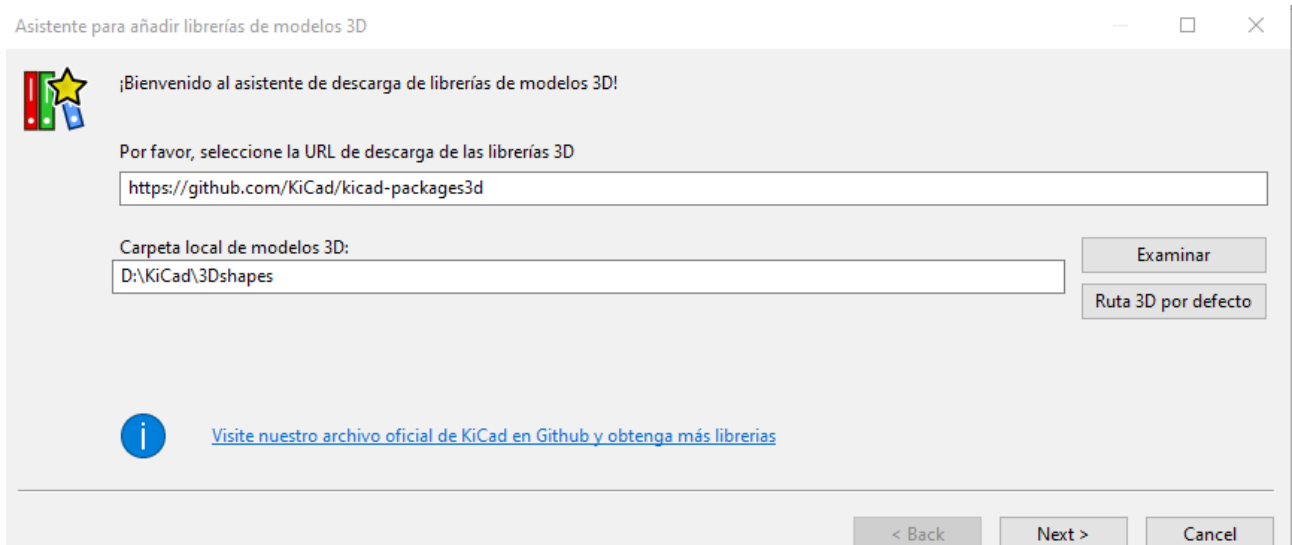


## Modelos 3D.

En cualquier momento podemos visualizar en 3D nuestro PCB con los componentes, para ello tenemos que ir a **Ver --> Visor 3D**.

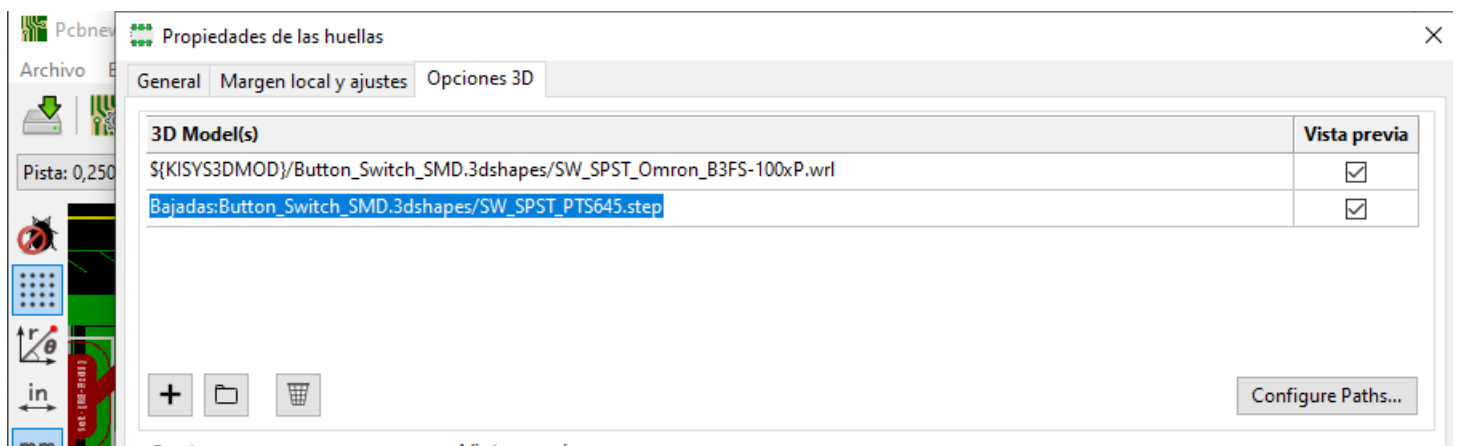
KiCad en su instalación por defecto no baja todos los modelos 3D de todos los componentes de las librerías, y debemos descargarlos una vez hecha la instalación.

Par descargar las librerías de modelos 3D vamos a **Preferencias --> Asistente para añadir librerías de modelos 3D**, e indicamos la carpeta donde se van a guardar los modelos que descargamos.



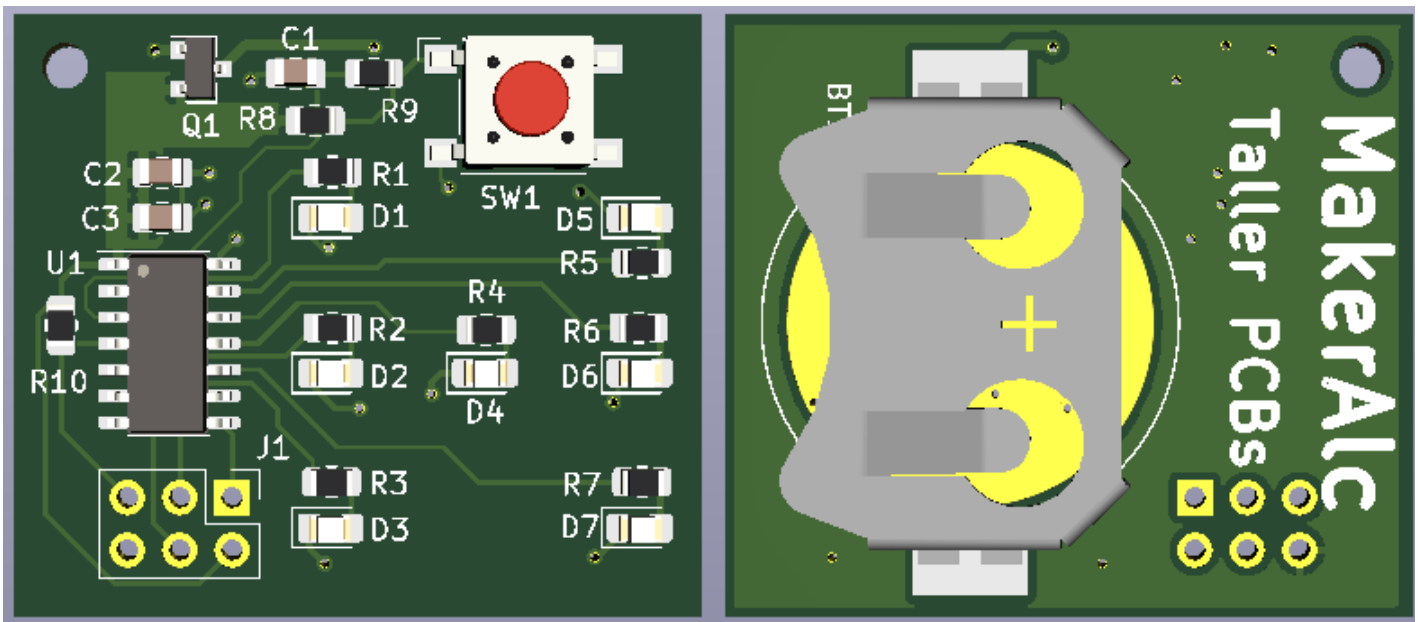
Y seleccionamos las librerías de modelos que queremos descargar, en este caso vamos a bajar la librería de modelos 3D **Button\_Switch\_SMD.3dshapes**, para poder ver el botón BT1 que hemos añadido al PCB.

Si no guardamos las librerías en el directorio que tiene KiCad por defecto, podemos ir a **Preferencias --> Configure Paths** para indicar a KiCad donde está la carpeta en la que buscar los modelos 3D, o añadir el modelo 3D a la huella directamente. Para añadir el modelo 3D a la huella, posicionamos el ratón encima de un pad de la huella y pulsamos la **tecla E** para abrir su ventana de propiedades, nos vamos a la pestaña de **Opciones 3D**, y dando al **botón carpeta** de la imagen inferior buscamos el modelo que queremos añadir en la librería descargada.



*Añadir un modelo 3D a una huella.*

Una vez que todas las huellas tienen asociado un modelo 3D, podemos visualizar como quedaría el PCB.



*Modelo 3D del PCB.*

Tenemos la opción de exportar el modelo 3D para cargarlo con otros programas de diseño mecánico, para ello debemos ir a **Archivo --> Exportar** y seleccionar el formato deseado.

### **Modificar el esquema y actualizar el PCB.**

Mientras dibujamos el PCB puede ser muy habitual querer cambiar alguna huella asociada a un símbolo, o modificar alguna de las conexiones realizadas en el esquema facilitando el ruteado de las pistas.

Lo primero es ir a la herramienta para dibujar el esquema y realizar los cambios deseados, una vez hecho esto y salvado el esquema, tenemos dos opciones:

- Generar nuevamente la lista de redes en el esquema una vez hechos los cambios, y en la herramienta de dibujar el PCB ir al botón "**Load Netlist**" y volver cargar esa lista de redes actualizada.
- O en la herramienta para dibujar el PCB vamos a **Herramientas --> Update PCB from Schematic**, y pulsamos **Anotar** y **Actualizar PCB** en las dos ventanas que se nos abren.

Siempre que hagamos una modificación en la herramienta del esquema, hay que actualizarla en la herramienta para dibujar el PCB.

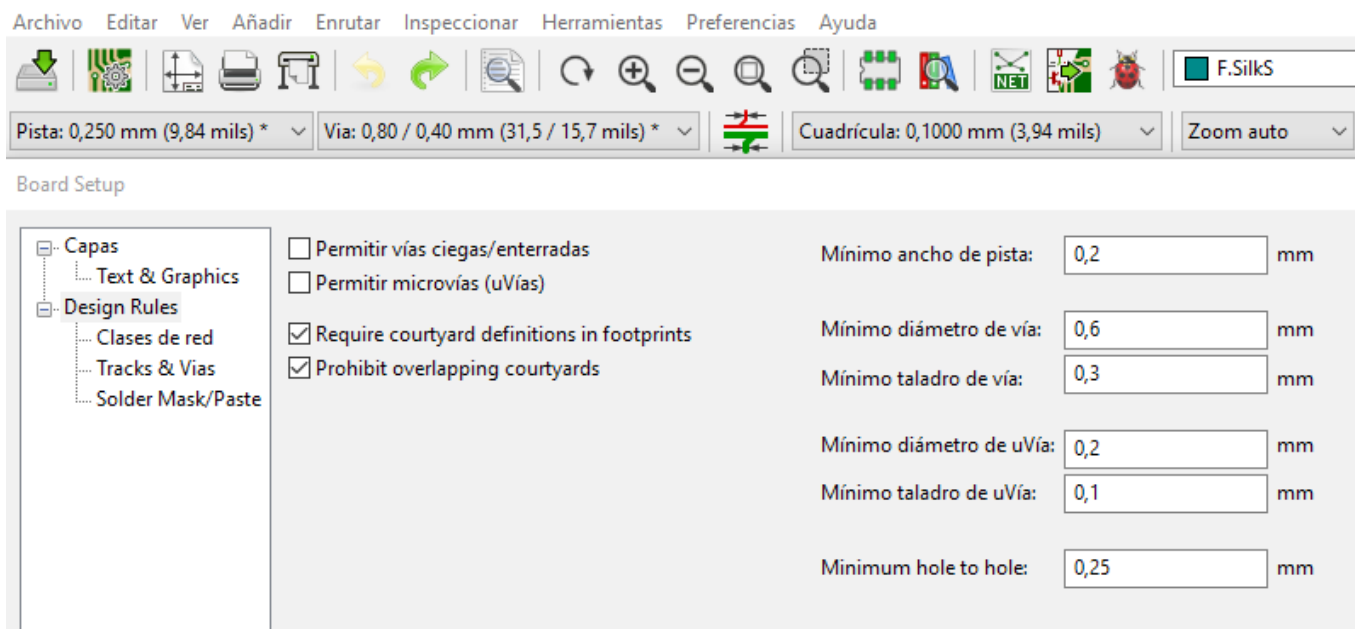
### **Reglas de diseño.**

Una vez que hemos finalizado de dibujar el PCB y antes de generar los archivos de fabricación, hay que pasar la comprobación de las reglas de diseño. Para ellos pulsamos el botón "**Ejecutar comprobación de reglas de diseño**" que encontramos en la barra superior.

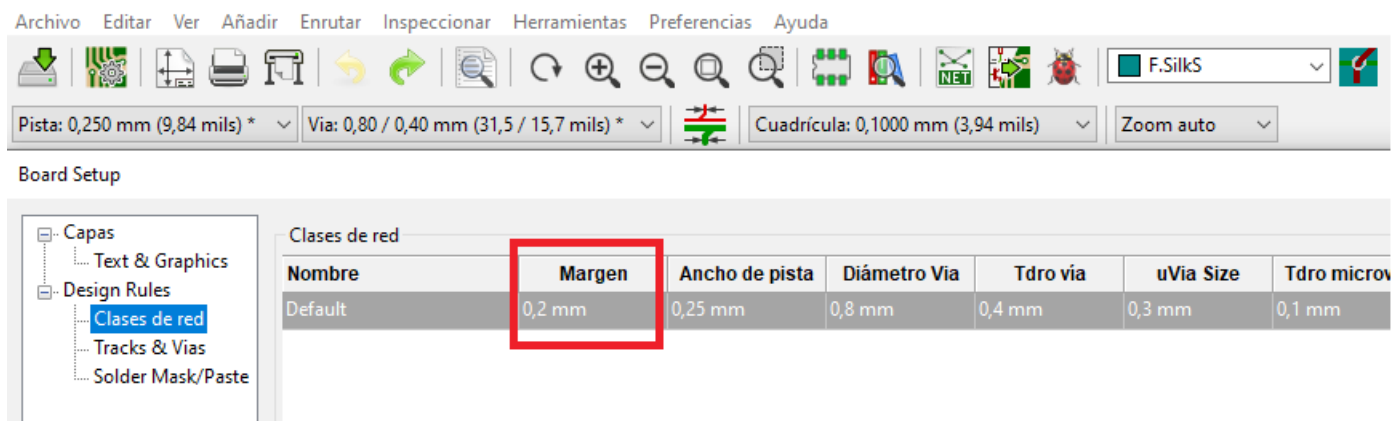
Las reglas de diseño nos avisan si hay algún error en el PCB que puede suponer un problema en la fabricación, por ejemplo, si hay pistas con un ancho inferior a las dimensiones mínimas permitidas por el fabricante, si dos componentes en el PCB están uno encima de otro tocándose físicamente, si

el diámetro de alguna vía es demasiado pequeño, si dos pistas se tocan o están demasiado cerca, etc..

Para acceder a la ventana de configuración de las reglas de diseño pulsamos el botón de **Board Setup** en la barra superior. En esta ventana podemos meter las restricciones que nos especifica el fabricante: ancho de pista mínimo, taladro de vía mínimo, distancia mínima entre dos pistas, etc..



*Añadir las restricciones de diseño del fabricante de PCBs.*

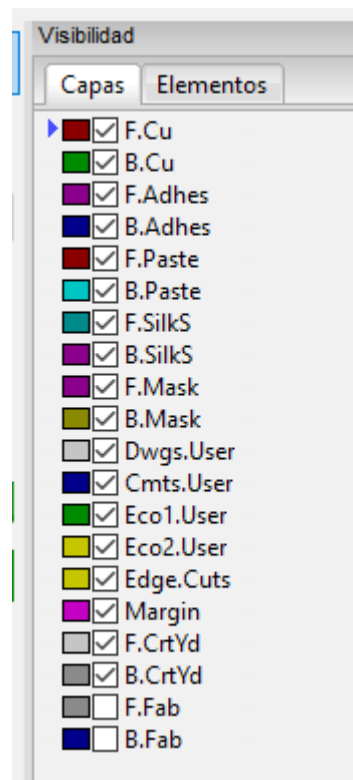


*Distancia mínima entre dos pistas que puede haber; restricción del fabricante de PCBs.*

Si al pasar las reglas de diseño encuentra algún error, debemos de prestar atención y ver cómo afecta al PCB, ya muchos errores de los que aparecen en estas reglas de diseño si no se corrigen pueden dar lugar a que se fabrique un PCB defectuoso o inservible.



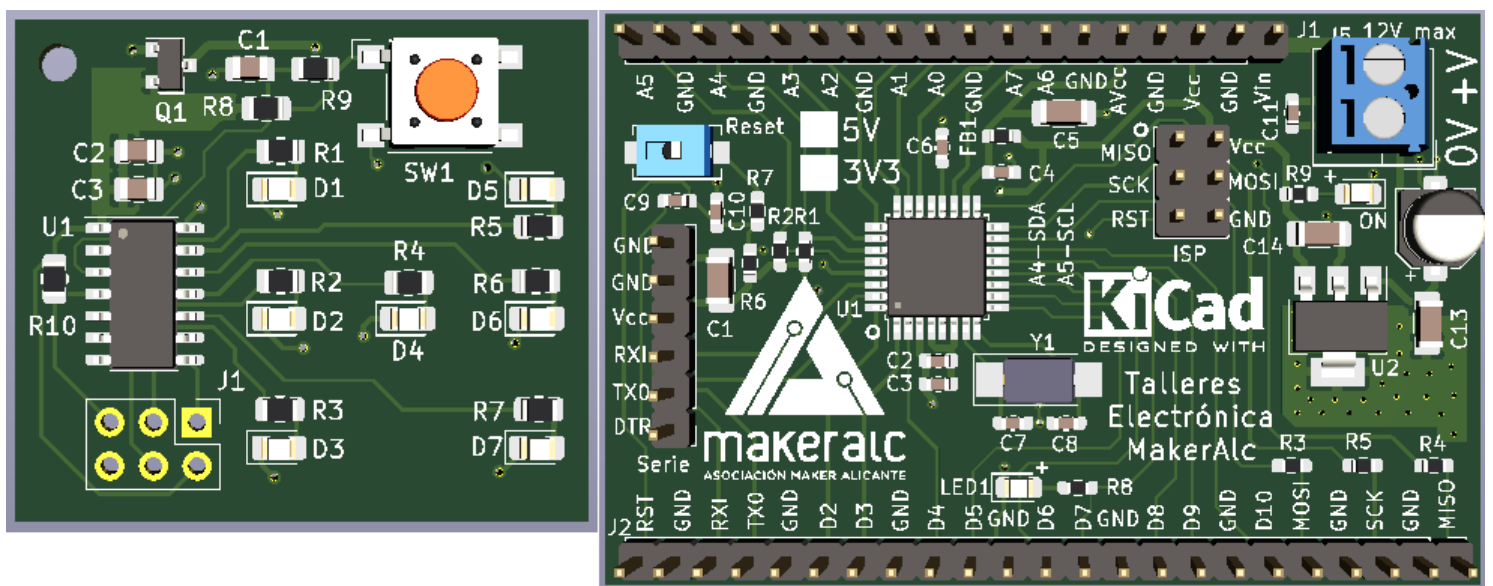
Con esto se pretende terminar la sesión número 3 del taller de iniciación a los PCBs, dejando para la última sesión la explicación de las capas del PCB:



*Capas del PCB.*

Y ver cómo esas capas se convierten en los ficheros de fabricación que tenemos que mandar al fabricante. Se verá cómo encargar un PCB explicando las distintas opciones del fabricante de PCBs, y se comparará esos ficheros de fabricación y las capas, con una muestra de los dos PCBs propuestos del taller que ya se han mandado a fabricar (espero estén para la fecha).

Una vez comprendido cómo se fabrica un PCB, quedaría ver el tema de creación de librerías y el diseño de PCBs para "Badges".



### PCBs propuestos