














# Eagle PCB & design



Santiago Junquera Carrero

# Contenido

Introducción .....	3
 <b>Schematic</b> .....	4
Entorno de trabajo .....	4
 Add. Añadir componentes .....	4
Resistencias, condensadores e inductores (rcl) .....	5
Añadir componentes a través del cuadro de búsqueda. ....	7
Añadir VCC, GND y pines de conexión. ....	8
 Generate/switch to board. ....	10
 <b>Board</b> .....	11
Entorno de trabajo.....	12
 Colocar los componentes en su posición.....	13
 Ratness.....	13
 Grid .....	14
 Route. Interconectar pines .....	15
 +  “Ripup all signals?” Borrar conexiones .....	16
 Autoroute. Interconectar pines automáticamente. ....	16
 DRC (reglas de diseño).....	19
 Imprimir el diseño .....	23

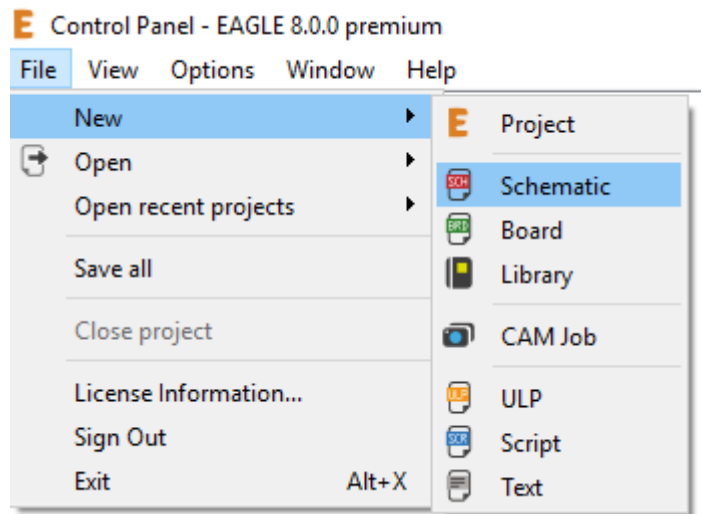
# Inicio




Eagle tiene tres opciones básicas para el desarrollo de nuestros circuitos impresos:

 Schematic

 Board

 Library




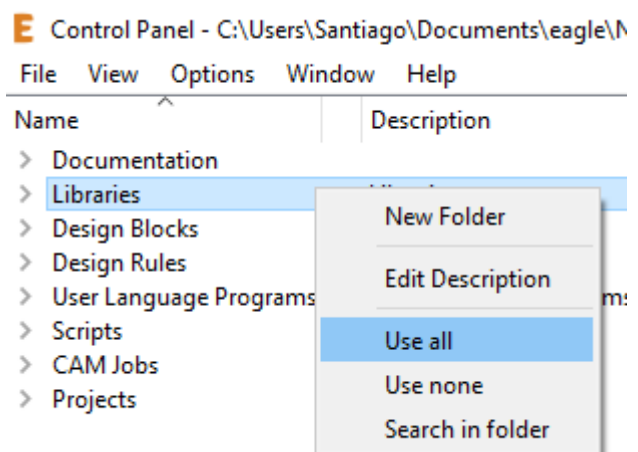
En este documento no se abordará la creación de nuevos componentes o librerías. Solo se estudiarán los aspectos más básicos del  Schematic y el  Board que nos permitan familiarizarnos con el programa y así poder crear circuitos impresos desde cero. Entonces, la parte del  Library no se abordará.

Los componentes electrónicos que vamos a utilizar de ahora en adelante se encuentran en “librerías”.


**Antes de empezar debemos de asegurarnos que todas las librerías están activas.** Esto es necesario para que Eagle nos permita añadir los componentes que se encuentran en dichas librerías.

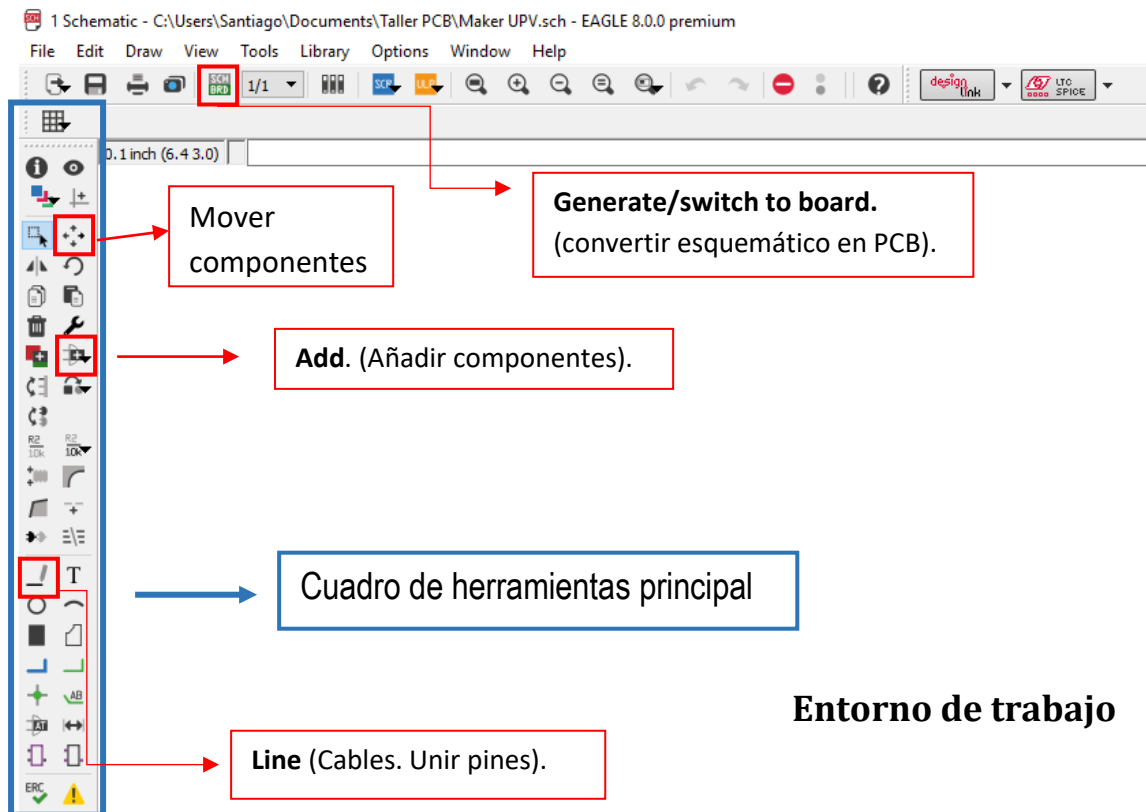
Para activar todas las librerías nos situamos en el panel de control y hacemos “click” derecho sobre la carpeta “Libraries” y pulsamos “Use all”

Una vez hecho esto podemos continuar con el diseño del circuito impreso. Para ello accedemos al  **Schematic** desde el panel de control (File->New->Schematic).



## Schematic

Aquí se diseña el **esquema eléctrico** del circuito que queremos imprimir. El esquema nos servirá para que el programa asocie los pines que deben ir conectados entre sí en la siguiente fase ( Board).

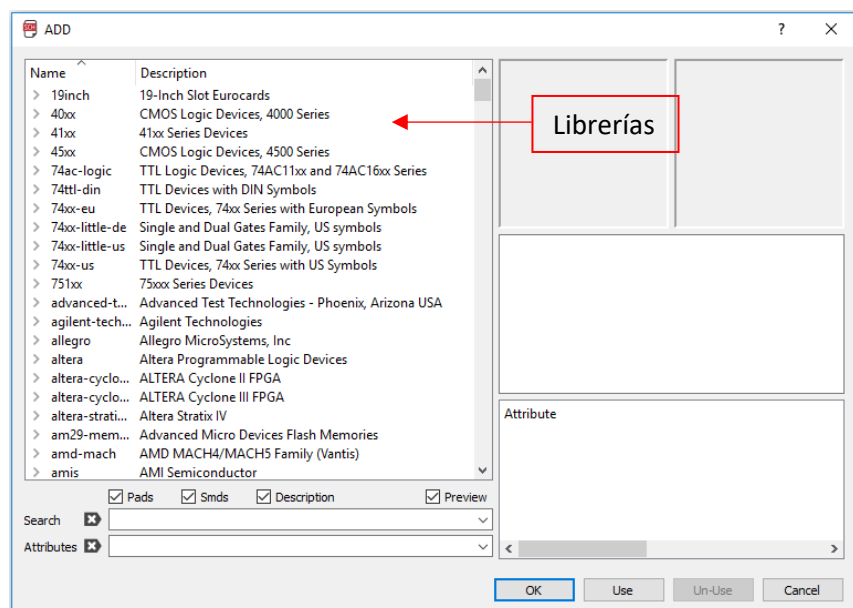


### Entorno de trabajo

Empezaremos por añadir los componentes del esquema eléctrico:

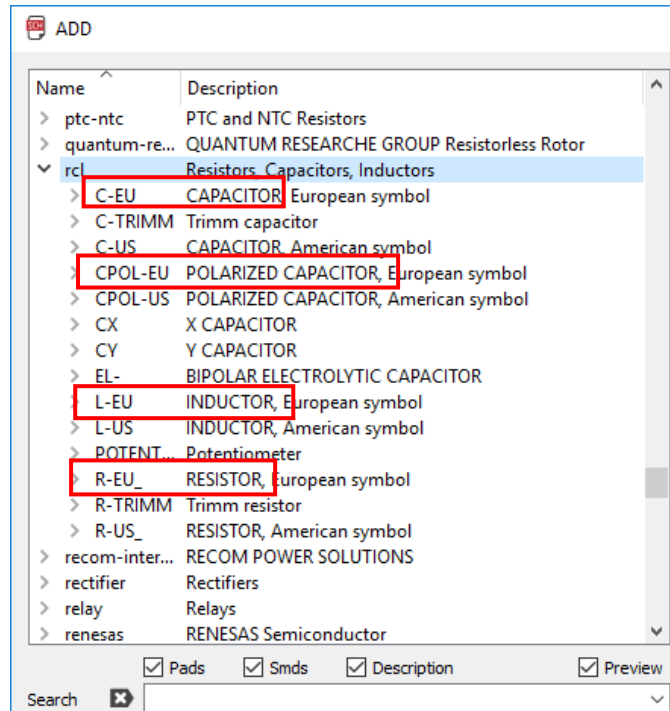
### Add.

Cuando pulsemos sobre este icono nos aparecerá el siguiente cuadro:



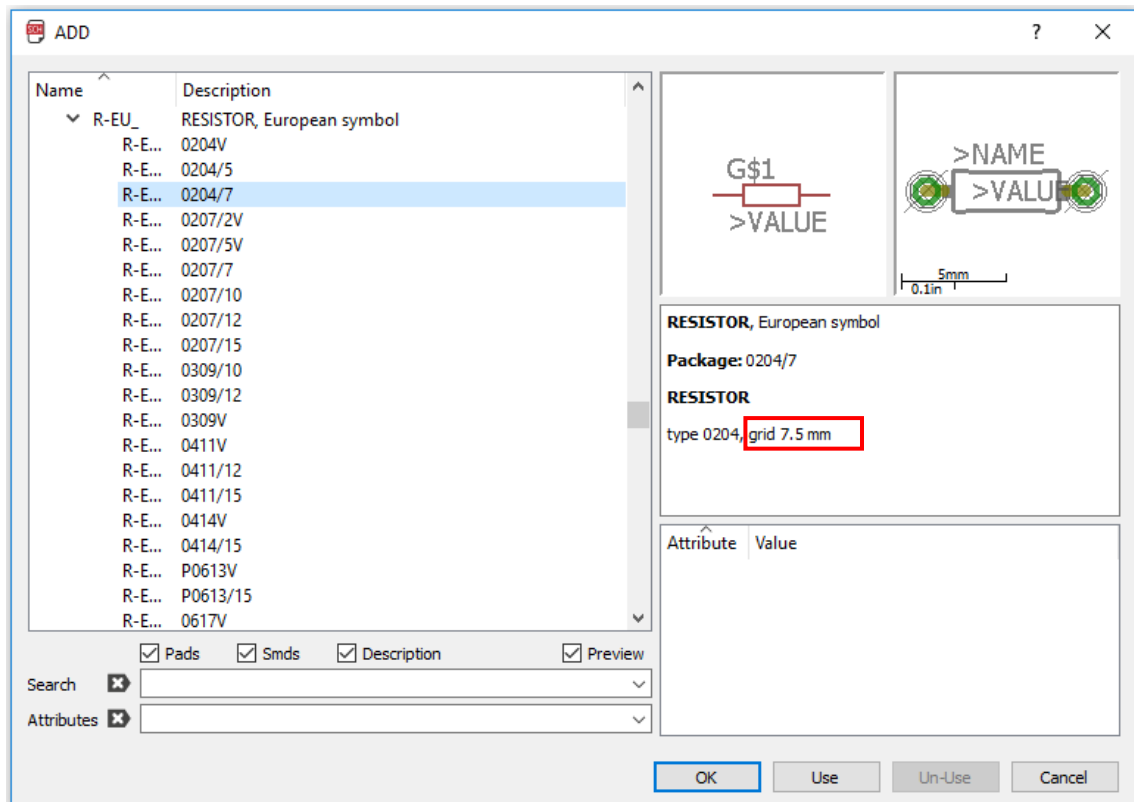
Podemos buscar el componente manualmente (conociendo la librería en la que se encuentra y accediendo a ella) o mediante el cuadro de búsqueda.

La librería donde se encuentran la mayoría de componentes electrónicos pasivos (resistencias, condensadores e inductores) se llama **rcl**.

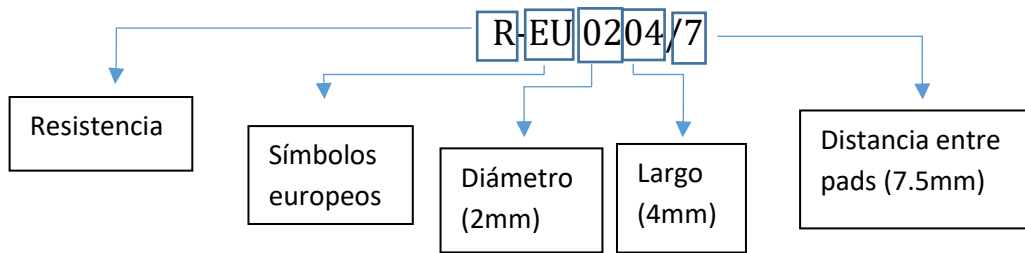


- Explicación de la nomenclatura de los componentes de la librería **rcl**

Entramos en rcl --> R-EU para ver la lista de resistencias disponibles.



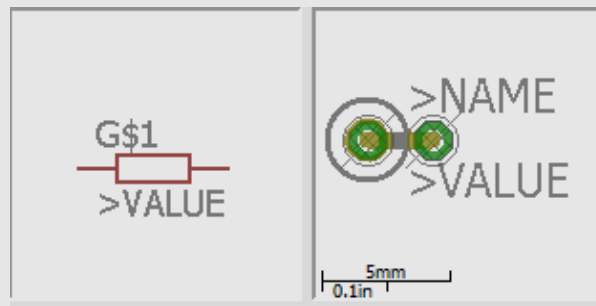
En el ejemplo vemos una resistencia R-EU 0204/7



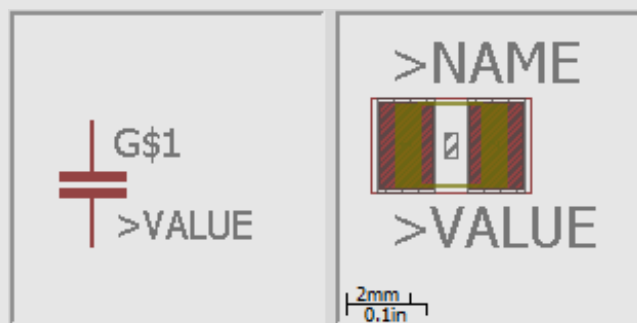
\* Aunque al final de la descripción aparece un 7, el valor real de la separación entre pads (desde el centro de uno hasta el centro del otro) es el que figura como **grid** (7.5mm).

\* Si al final de la descripción de la resistencia aparece una “V” significa que el componente se coloca en vertical.

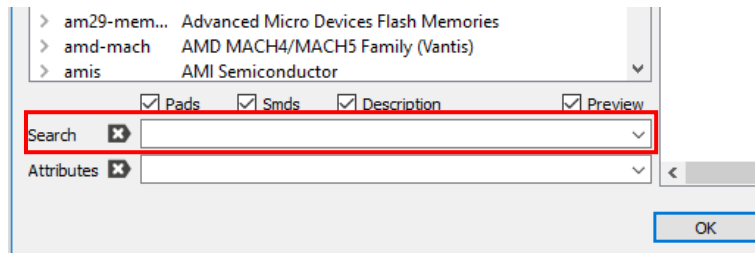
R-E... 0309V



\* Los pads de los componentes que aparezcan en color rojo están referidos a montaje superficial (SMD)



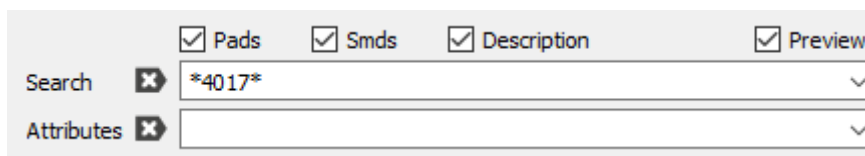
- **Añadir componentes a través del cuadro de búsqueda.**



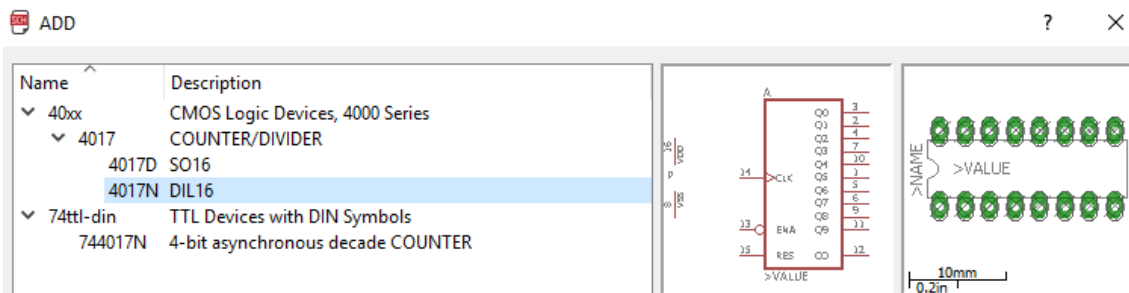
En ocasiones tenemos que añadir ciertos componentes cuyas librerías no conocemos. En ese caso nos conviene introducir el nombre del componente en el cuadro de búsqueda. Si el nombre del componente **no se introduce exactamente igual** a como está registrado en Eagle **la búsqueda no tendrá éxito**.

Por ejemplo, si queremos añadir el circuito integrado contador CD4017, no basta con teclear en el cuadro de búsqueda “CD4017” porque en Eagle está registrado como “4017N”

Para solucionar esto escribimos el nombre del circuito integrado entre asteriscos de la siguiente manera:



El resultado de la búsqueda es el siguiente:

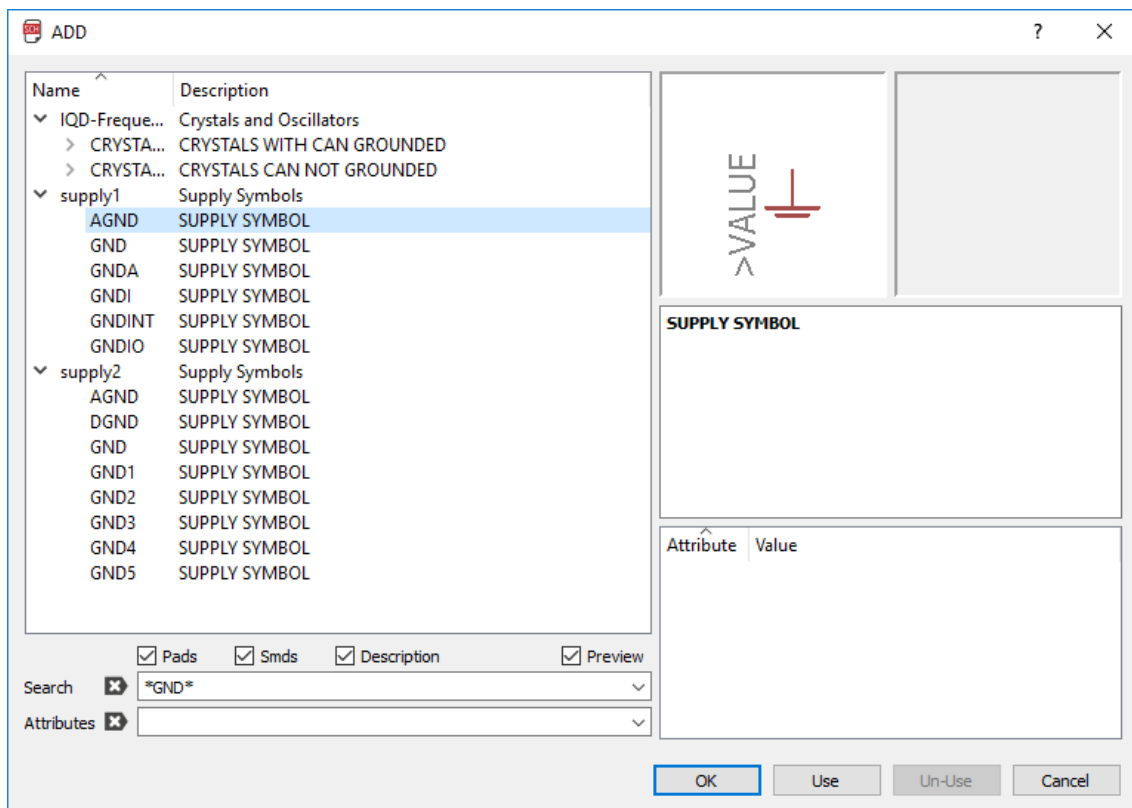


Al buscarlo entre asteriscos Eagle encuentra los componentes que contengan, al menos, la cadena de caracteres que hemos escrito, sin importar los prefijos o sufijos. Esa es la razón de que aparezcan otros circuitos integrados en la búsqueda, como el 744017N.

- **Añadir VCC, GND y pines de conexión.**

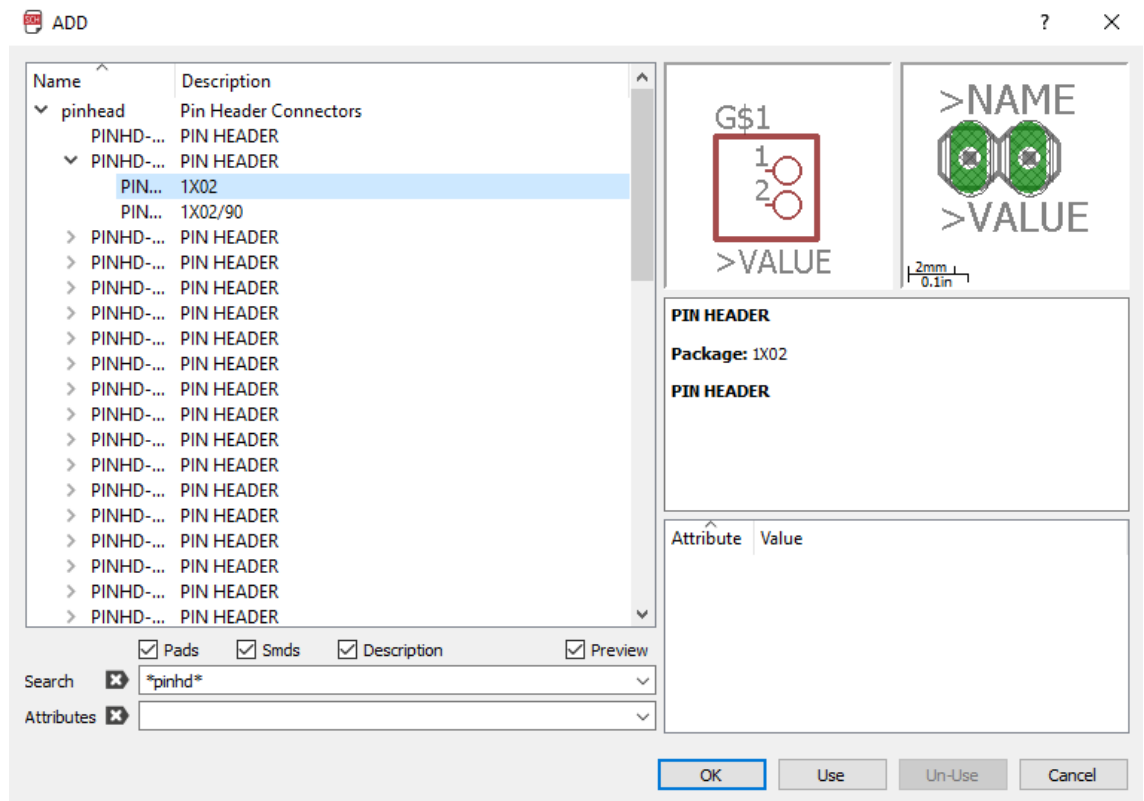
Cuando creamos una PCB necesitamos disponer de pines de alimentación. Estos pines como tal no existen, pero si podemos añadir pines normales al esquemático y conectarles a éstos los símbolos de alimentación (VCC y GND)


Para añadir los símbolos de alimentación (Supply symbol) tan solo tenemos que escribir en el cuadro de búsqueda “\*VCC\*” y “\*GND\*” (sin las comillas). Cualquiera de los símbolos que aparecen bajo la descripción de Supply symbol nos servirá, solo difieren en el dibujo y no en las características eléctricas

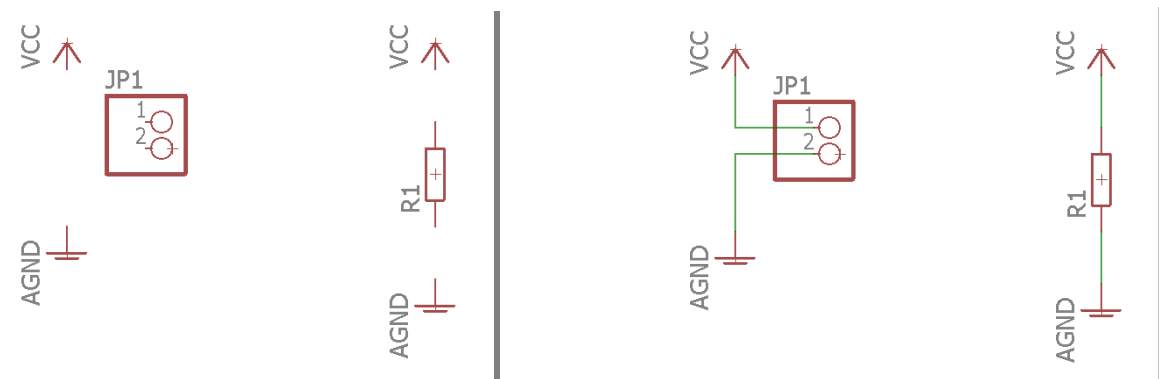




Para añadir pines de conexión buscamos “\*pinhd\*” en el cuadro de búsqueda. Para este caso nos interesa el de una fila y dos pines “1x02”





Una vez hemos añadido los símbolos de alimentación y los pines de conexión procedemos a interconectar los pines de los componentes entre sí. Para ello pulsamos en el icono  Line y los unimos manualmente.

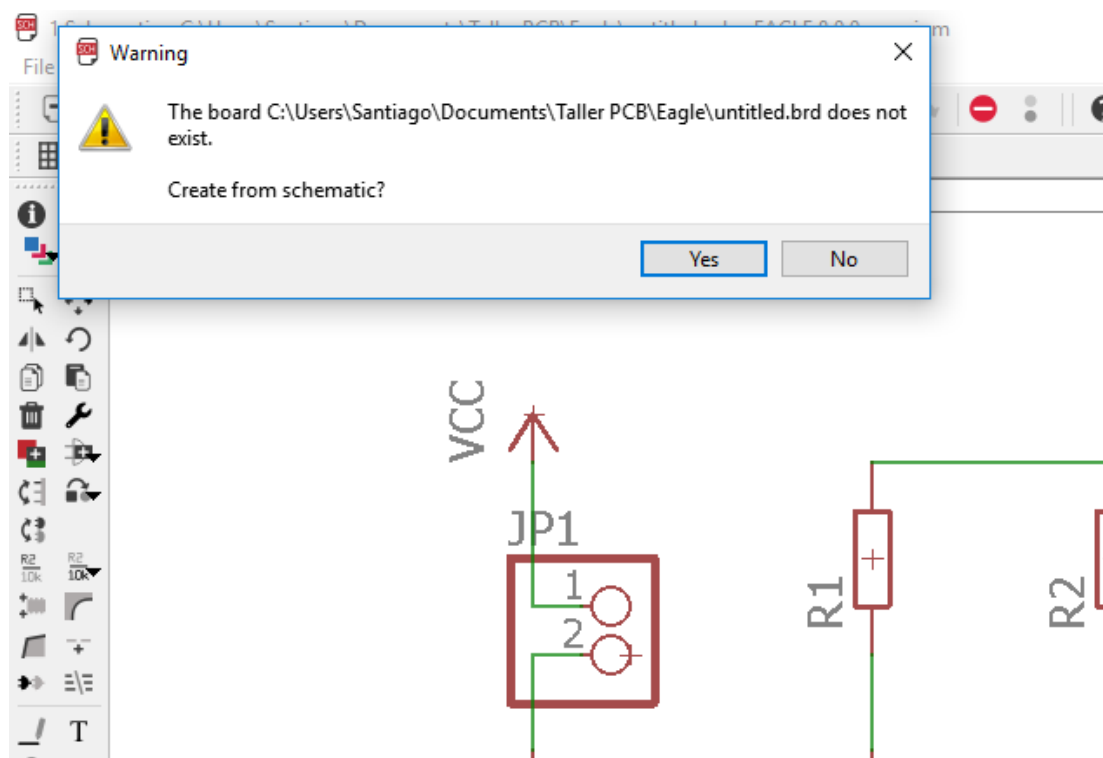


No hace falta conectar los símbolos de alimentación entre sí para que computen como conectados, Eagle interpreta que todos los terminales

que están conectados a cualquiera de los símbolos de alimentación (VCC o GND) van a un mismo punto de unión en la placa.

De esta manera un pin de la resistencia estaría unido con el pin 1 del componente JP1, que corresponde con VCC, y el otro pin de la resistencia está unido con el pin 2 de JP1, que corresponde con GND.

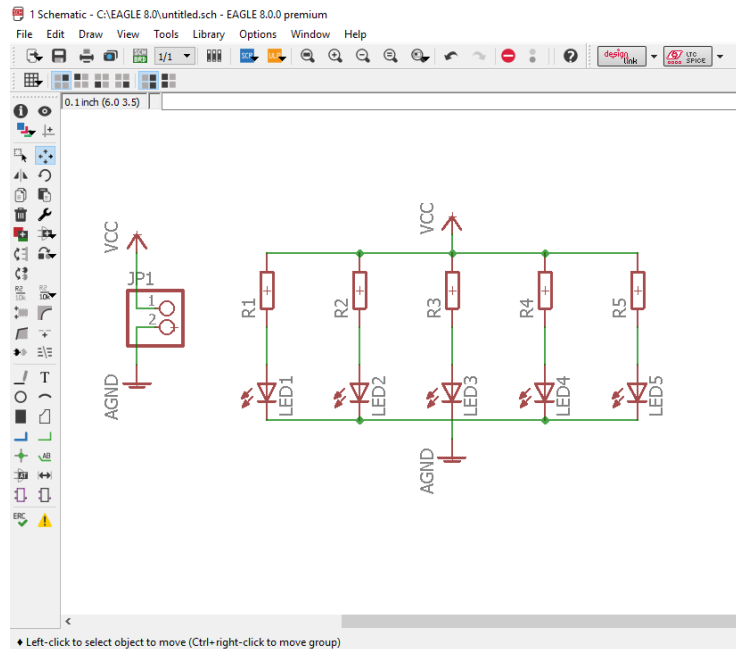
 **Generate/switch to board.** Cuando ya hemos terminado el esquemático tenemos que transformar dicho esquema en un diseño real en la PCB. Para ello pulsamos en el icono  Generate/switch to board.




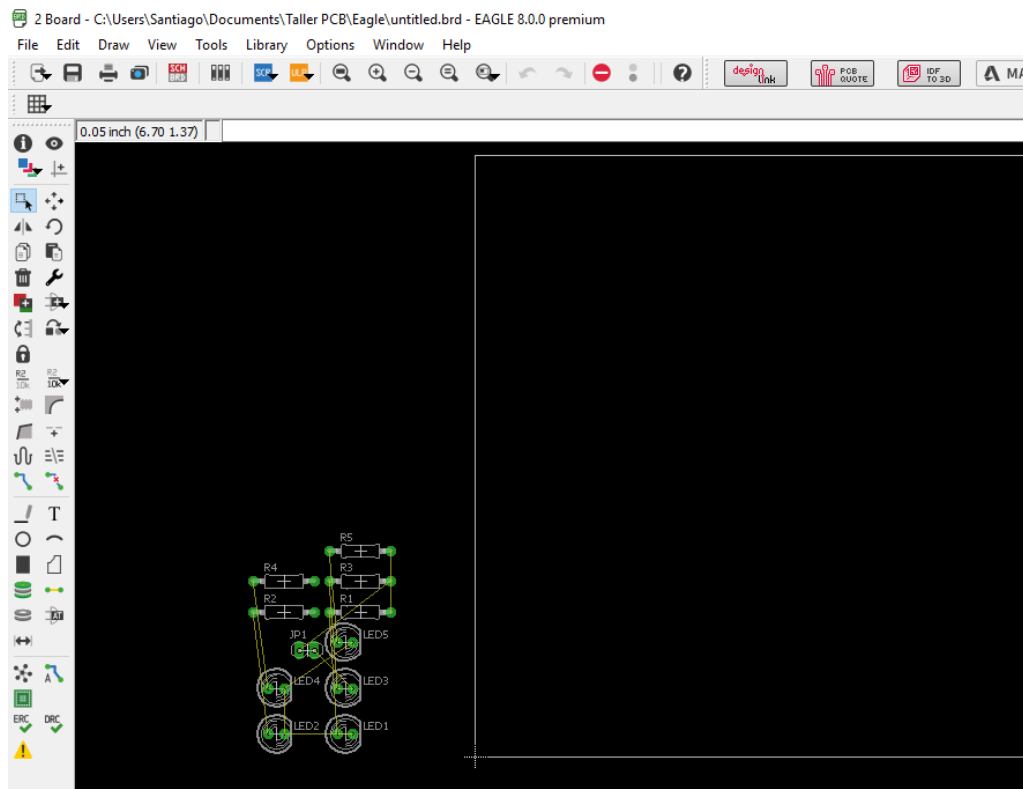
Nos informa de que el archivo board (.brd) no existe y nos pregunta si lo creamos a partir del esquema eléctrico; pulsamos "sí".

## Board





Para explicar esta parte del programa nos valemos de un circuito simple, como es el de la imagen: 5 leds conectados a la alimentación mediante sus respectivas resistencias.



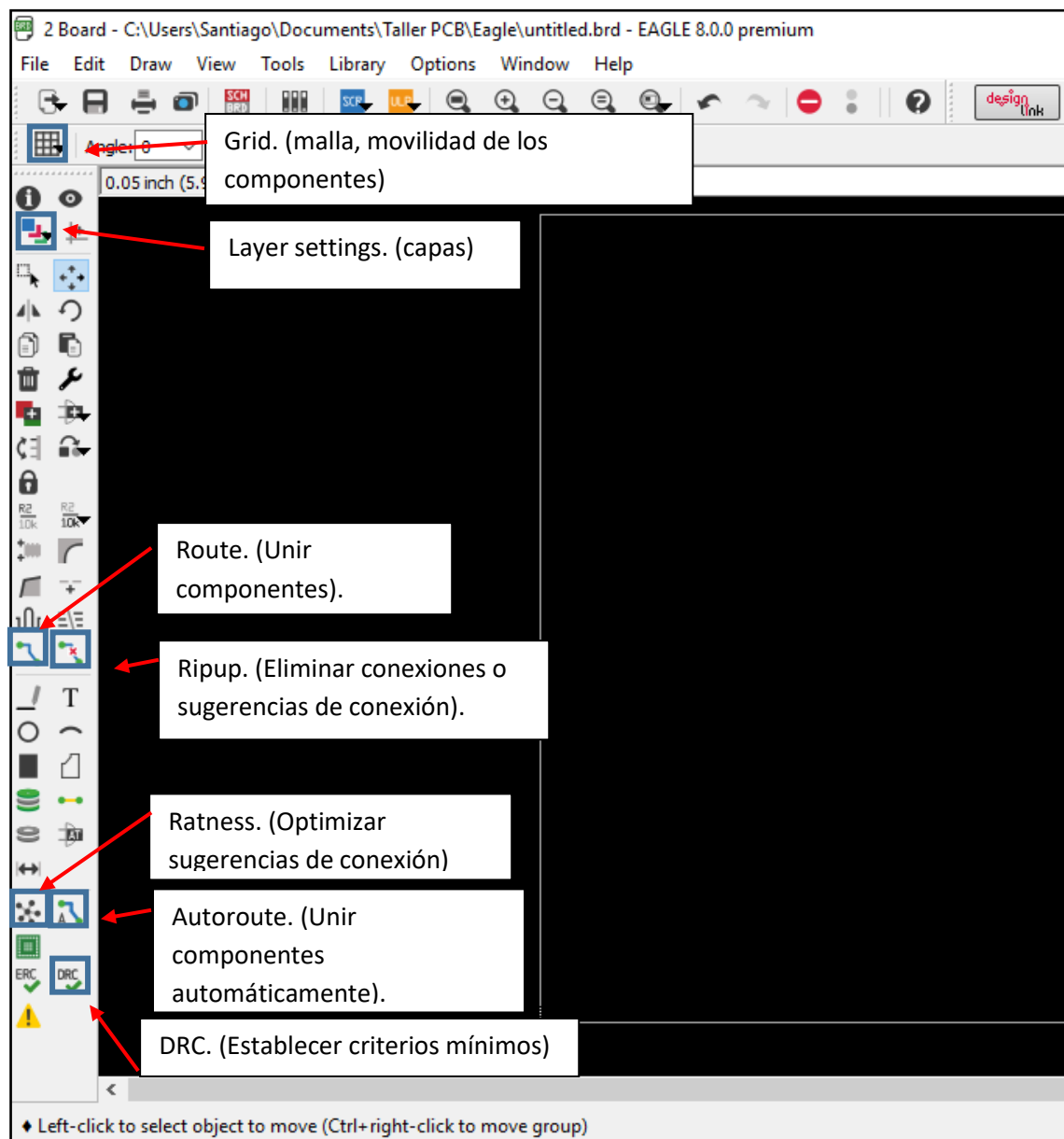
Una vez creado el esquema generamos el archivo .brd con  Generate/switch to board.



En la nueva ventana aparecerán los componentes físicos con sus medidas reales acompañados de unas líneas amarillas que unen sus terminales entre sí. Dichas líneas amarillas tan solo indican la manera en que deben unirse los pines para que las conexiones en la PCB se correspondan con las conexiones del esquema.

En este momento se considera que el  board está “unido” al  Schematic de manera que si hacemos un cambio en las conexiones del circuito en el  Schematic, éste se ve repercutido en el  board; las líneas amarillas cambiarían las sugerencias de conexión.

En la siguiente imagen se indican los iconos más relevantes del **entorno de trabajo**.





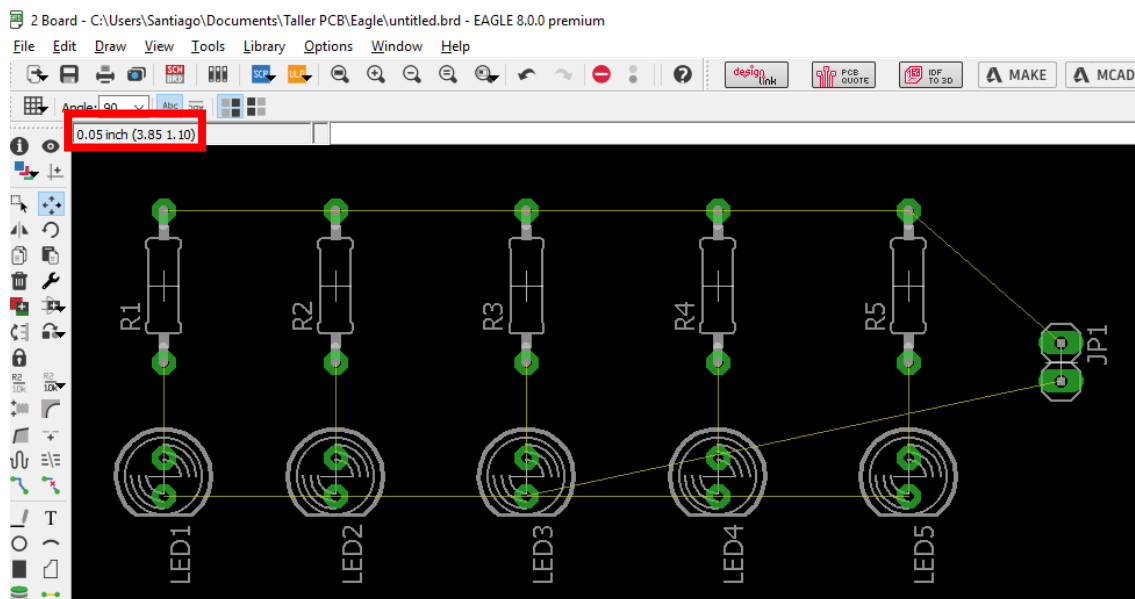
### Colocar los componentes en su posición.


Para que nuestro circuito empiece a tomar forma debemos de arrastrar los componentes electrónicos y colocar cada uno de ellos en una posición determinada. Dicha posición será la que ocupen en la placa real. Es aquí donde decidimos donde vamos a colocar cada componente.

Por esto, este proceso conlleva un poco de intuición. Por ejemplo, si dos componentes deben de ir interconectados, lo lógico sería ponerlos lo más cerca posible, o al menos, no poner elementos en medio que puedan dificultar la unión de ambos.


En nuestro caso, debido a la simplicidad del circuito, resulta bastante obvio donde colocar cada componente; solamente hay que tener en cuenta que R1 con LED1 deben ir lo más cerca posible, R2 con LED2, y así sucesivamente.

Las líneas amarillas seguirán cada uno de nuestros movimientos y siempre nos indicarán qué pines deben ir interconectados para hacernos más fácil la tarea de colocar los componentes.



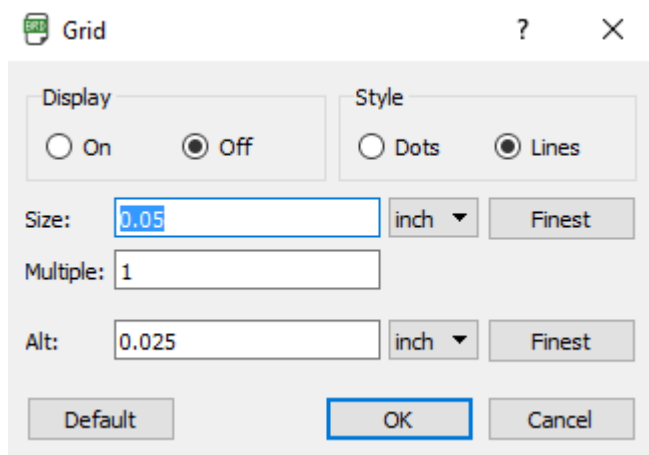
En circuitos más complejos, es posible que las sugerencias de conexión (líneas amarillas) más que ayudar provoquen confusión debido a que se cruzan unas con otras. Para solucionar esto pulsamos en el icono  **Ratness**.

Así, Eagle optimiza el trazado de las sugerencias de conexión. En otras palabras: las “reordena”.

Al mover los componentes podemos notar cierta limitación en la libertad de movimiento debido a que va dando “saltos”. Esto se debe a que el programa establece una malla (que por defecto no se visualiza) en la que los componentes se mueven en múltiplos de una determinada medida (en este caso 0,05 pulgadas, que lo indica donde está el recuadro rojo de la imagen anterior). Para modificar dicha malla pulsamos en el icono  **Grid**


## **Grid**

Cuando pulsamos sobre este icono nos aparece la siguiente ventana

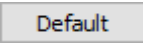


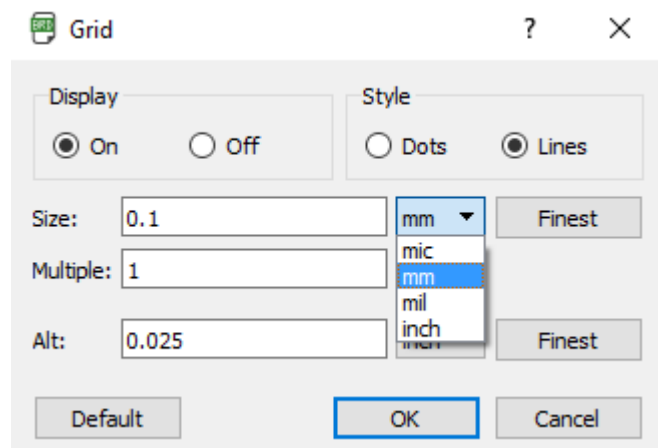
Podemos visualizar la malla (Display-On)

Si queremos que el componente se mueva de 0.1 mm en 0.1 mm, debemos de cambiar la unidad de medida (mm) y el valor (Size: 0.1).


Si queremos que el componente se pueda mover de manera continua (que los “saltos” sean infinitesimales) pulsamos sobre  y nos dará la medida más pequeña que el programa pueda ofrecer.

“Alt” es una malla alternativa. Si pulsamos la tecla Alt del teclado el valor que adoptará la malla es de 0.025 pulgadas (o el valor que configuremos), tal y como está establecido por defecto.

Para restablecer los valores por defecto, pulsamos 

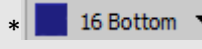


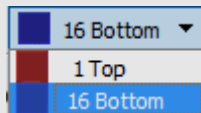
## Route


Después de colocar correctamente los componentes, hay que interconectarlos entre sí, para eso pulsamos en el icono  **Route**

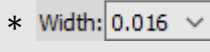

En la parte superior del cuadro de herramientas nos aparecerá este menú de opciones.



\*  Este icono nos permite elegir la capa sobre la que dibujar el diseño. Si nuestra placa es de una cara usaremos por defecto la capa de abajo (Bottom), si es de dos, usaremos ambas (Bottom y Top)

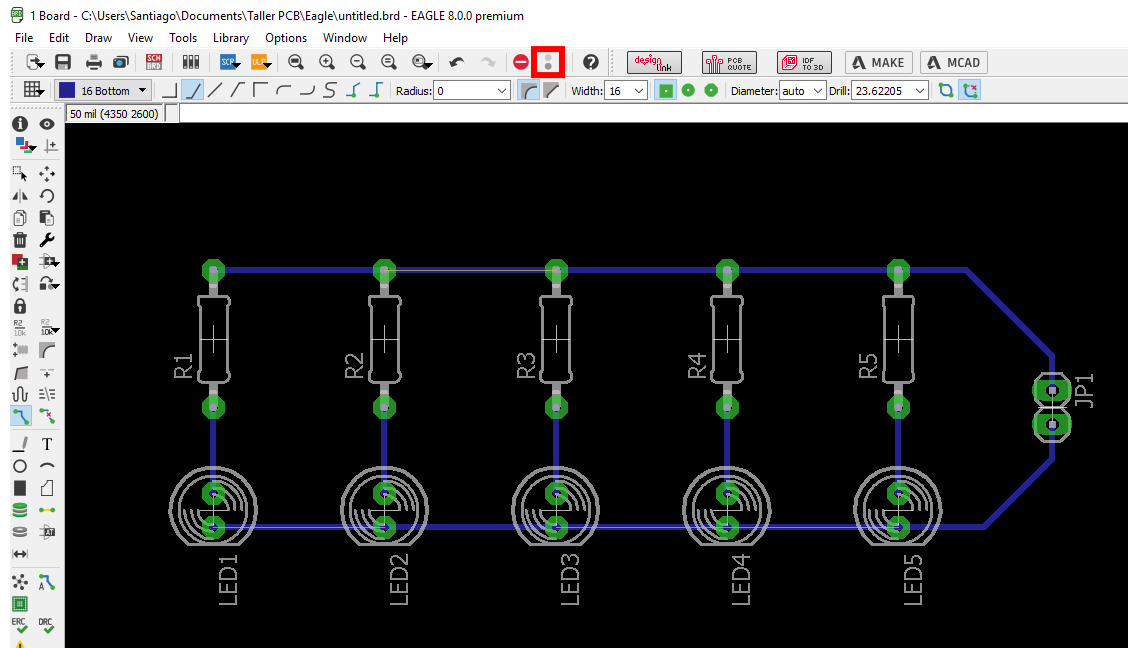




\*  Aquí elegimos el ángulo de giro de las líneas (para circuitos que trabajen a alta frecuencia es conveniente evitar los ángulos de 90°).

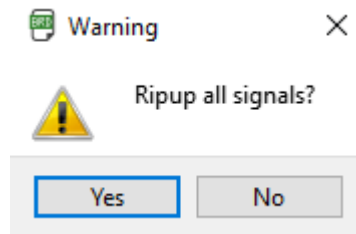
\*  Con este cuadro elegimos el ancho de las pistas. Las unidades de medida están establecidas por  **Grid** (en este caso, 0.016 pulgadas).

Para medir el ancho de las pistas resulta más fácil utilizar la unidad de medida **mil**. 1 mil equivale a 25.4  $\mu\text{m}$  o 0.0254 mm. Como medida orientativa, en torno a los 16-18 mil suele ser un ancho de pista aceptable para los métodos de fabricación caseros, aunque se pueden obtener anchos de pistas bastante menores si afinamos la técnica.

Con estas herramientas ya podemos interconectar todos los pines del circuito. En la siguiente imagen se muestra el resultado:




Nota: Si queremos eliminar el trazado de todas las pistas, pulsamos  +  (recuadro rojo de la imagen anterior) y cuando nos aparezca un cuadro con el mensaje “**Ripup all signals?**” pulsamos “yes”



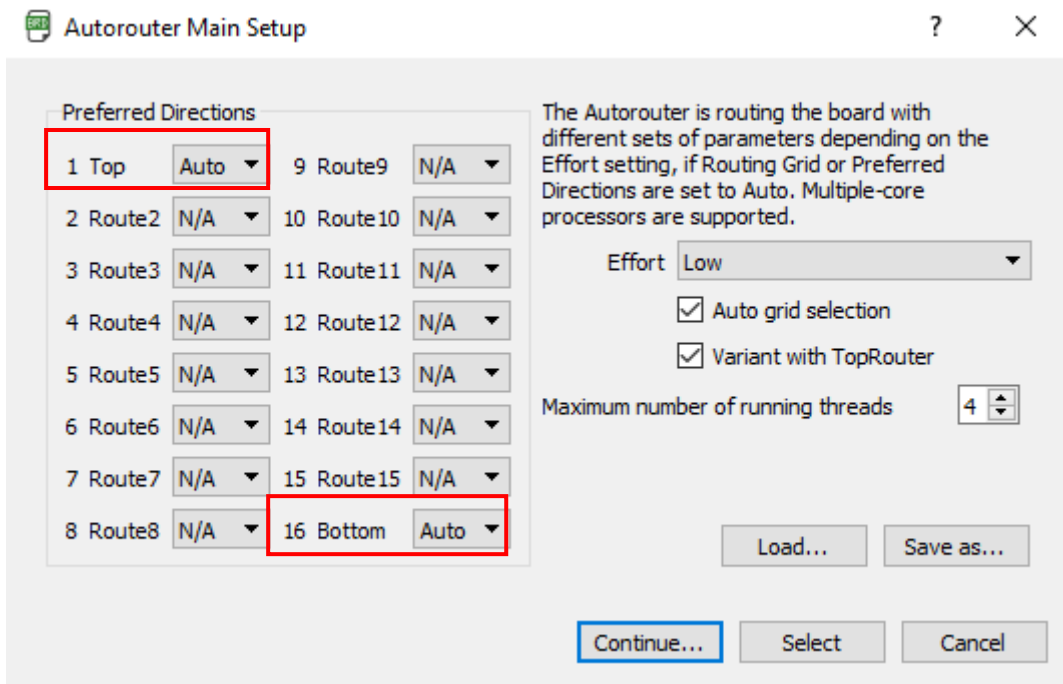
## **Autoroute.**

En la mayoría de los casos el circuito a diseñar es de mayor complejidad que el propuesto anteriormente, complicándose la tarea de interconectar los componentes.

Eagle nos ofrece la opción de interconectar los componentes automáticamente. Así, Eagle calcula y optimiza la ruta de las pistas para poder interconectar el mayor número de componentes posibles.

Pulsando en el icono  Autoroute nos aparece el siguiente cuadro de opciones:

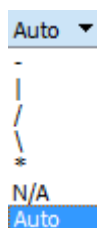




En el cuadro izquierdo hay 16 recuadros (8 por columna) que se corresponden con el número de capas que tendrá nuestra placa.

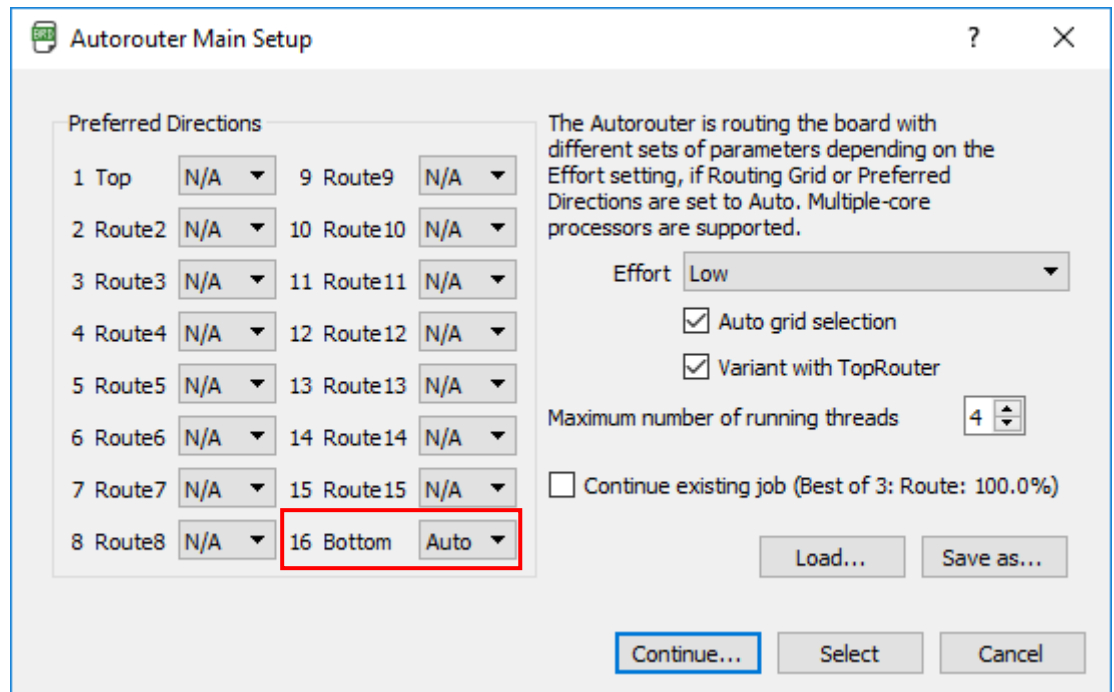
Debido a que el número máximo de capas que podemos fabricar de forma casera es dos (la de arriba “Top” y la de abajo “Bottom”), tan solo nos centraremos en estas capas. El resto de capas tiene la opción **N/A** seleccionada por defecto, de esta manera el programa no las tiene en cuenta.

Si pulsamos sobre **Auto** se despliegan los diferentes tipos de trazados que se pueden hacer

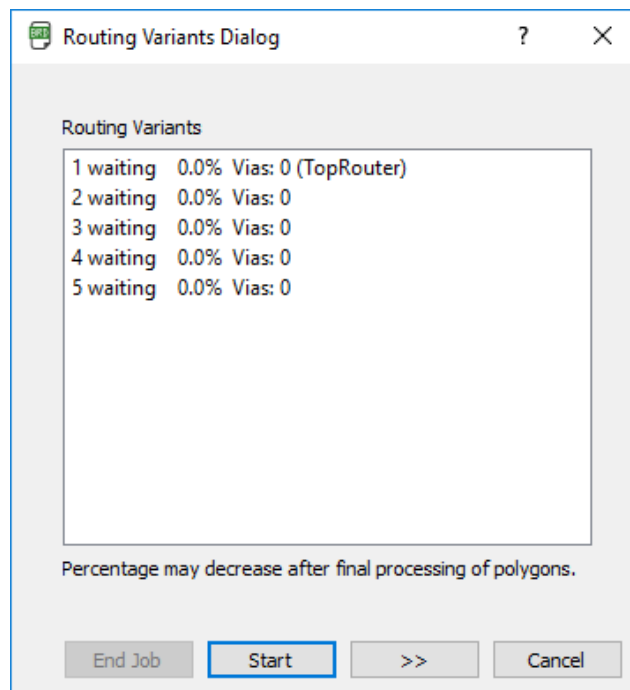


La diferencia entre uno y otro radica en la forma en la que el programa traza las pistas, por ejemplo, si predominan los ángulos de 90º o si no importa el tipo de ángulo. En cualquier caso, esto no será objeto de estudio en este documento puesto que utilizaremos la opción **Auto** para simplificar.

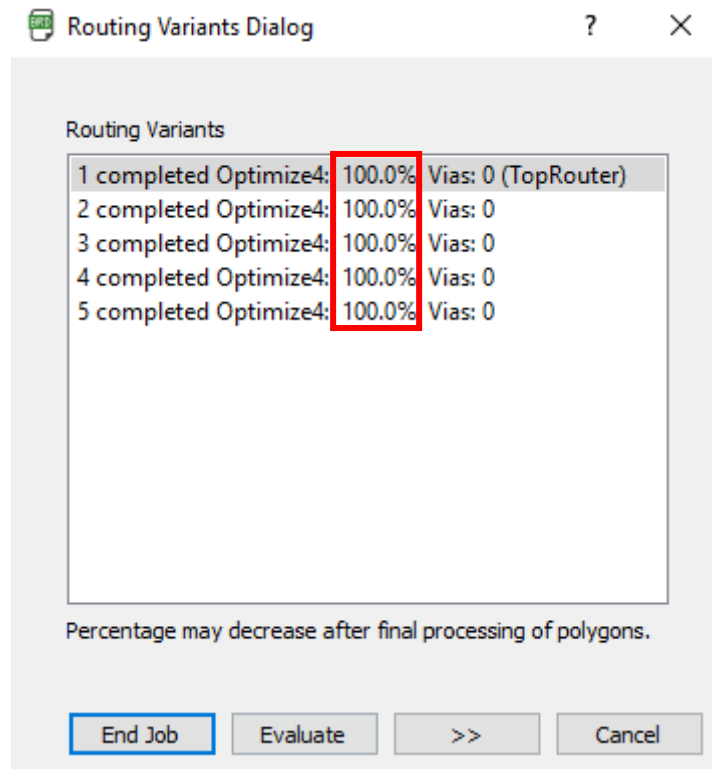
**Para crear PCB's de una sola cara (Bottom) debemos configurar la capa "Top" como N/A. Así el programa la ignora a la hora de trazar las pistas.**



Ahora que solo tenemos activa la capa "Bottom" pulsamos **Continue...**  
Nos aparece el siguiente recuadro:

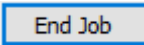


Luego pulsamos  y el programa calculará 5 posibles rutas



Si todas las rutas marcan 100% significa que todas las conexiones se han efectuado.

Si el circuito es muy complejo o los componentes no los hemos colocado eficazmente es posible que Eagle deje algunos pines sin conectar y nos indicará un porcentaje inferior al 100%. Esto puede solucionarse de varias maneras: cambiar la posición de los componentes, hacer las pistas más finas, o hacer un puente.



Para finalizar, pulsamos 


## DRC

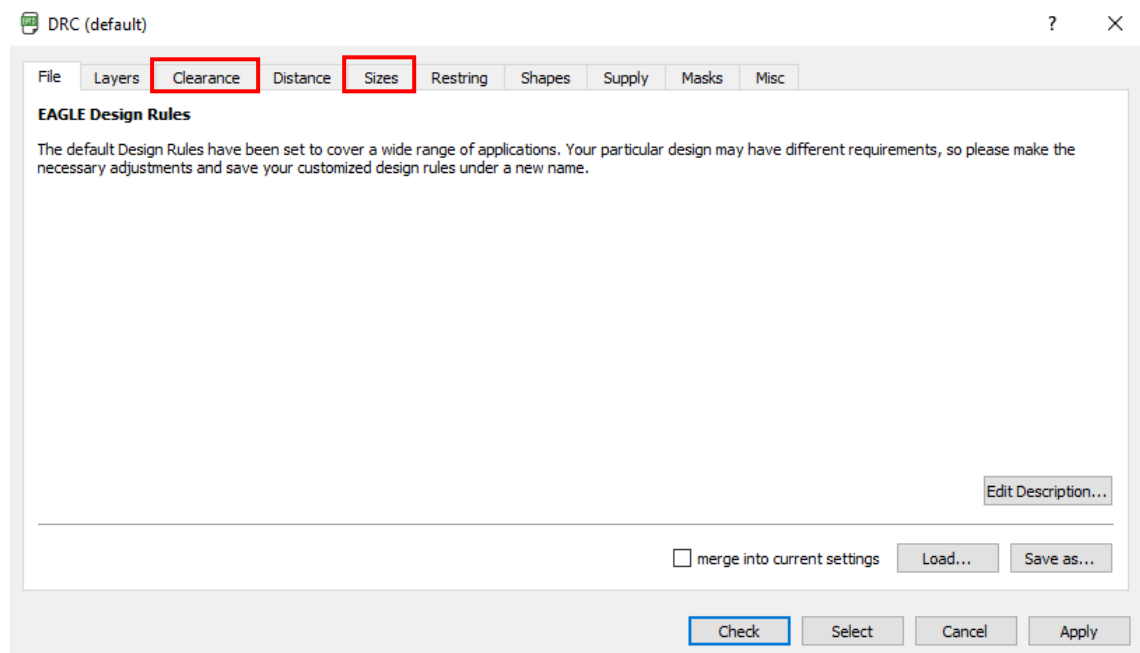


El icono DRC (Design Rule Check) nos permite fijar el valor mínimo que queremos que tomen ciertos parámetros básicos (distancia mínima entre pads, anchura mínima de las pistas, distancia mínima entre pista y pista, etc)

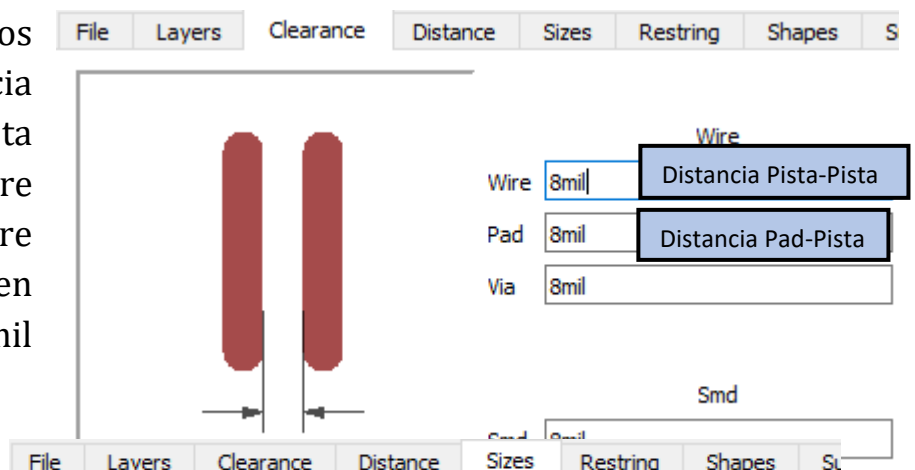
Podemos utilizarlo de dos maneras:

- Si para trazar el diseño de las pistas hemos utilizado el routeo manual  **Route**, el DRC solamente nos revisará que nuestro diseño cumple con las características establecidas en él, y nos avisará si algo no se ajusta a lo establecido.
- Si utilizamos el trazado automático  **Autoroute**, el DRC se encargará que el diseño generado por el programa cumpla con los parámetros que hemos preestablecido.

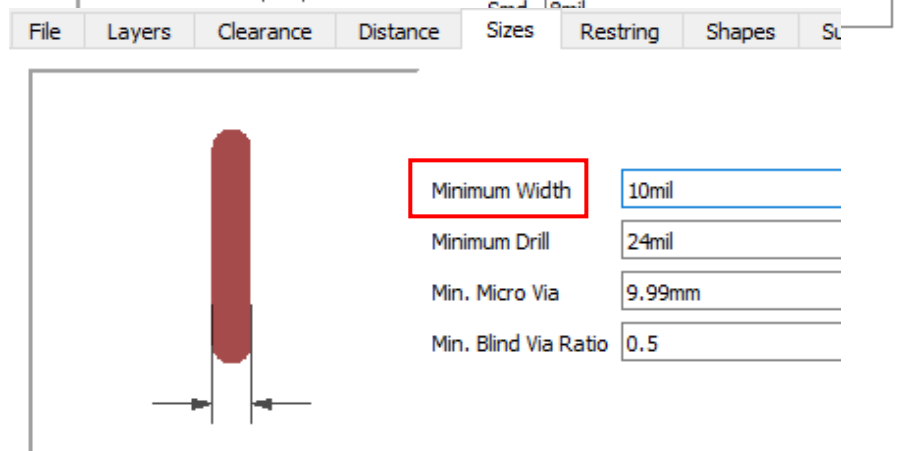
Al pulsar en el icono  **DRC** nos aparece el siguiente recuadro. Las opciones más básicas para el diseño son **Clearance** y **Sizes**




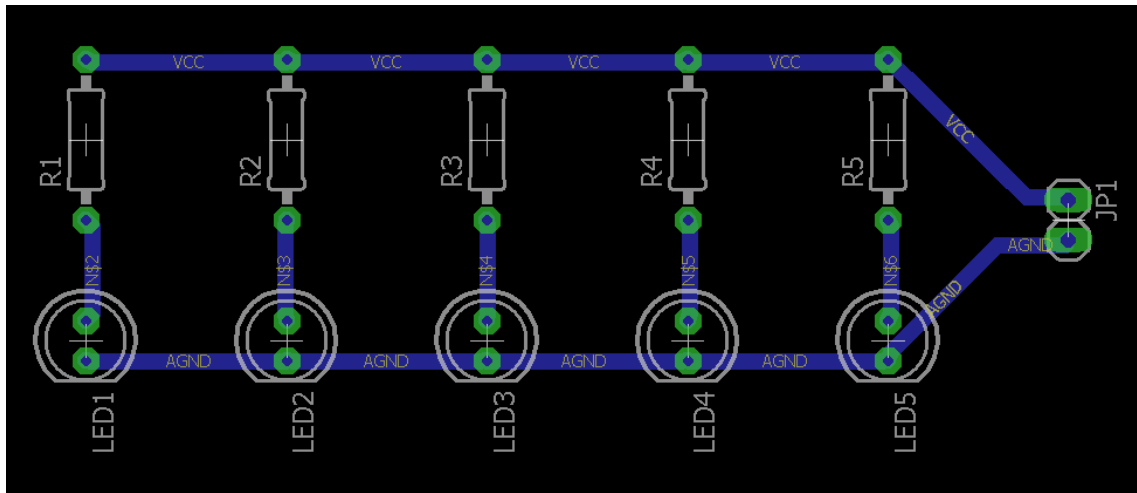
En **Clearance** podemos configurar la distancia mínima entre una pista (wire) y otra pista, entre un Pad y una pista o entre una vía y una pista, que en este caso es de 8 mil (0.2032 mm).



En **Sizes** podemos ajustar la anchura mínima de la pista (Minimum Width) o comprobar que el diámetro interno de los pads (Minimum Drill) está por encima del límite establecido, en este caso 24 mil (0.6 mm)




A modo de ejemplo cambiaremos la anchura mínima de la pista a 40 mil (1mm) **Minimum Width**  , cuatro veces su valor por defecto. Pulsamos **Check** y luego trazamos el diseño de forma automática con  Autoroute.

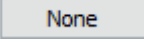


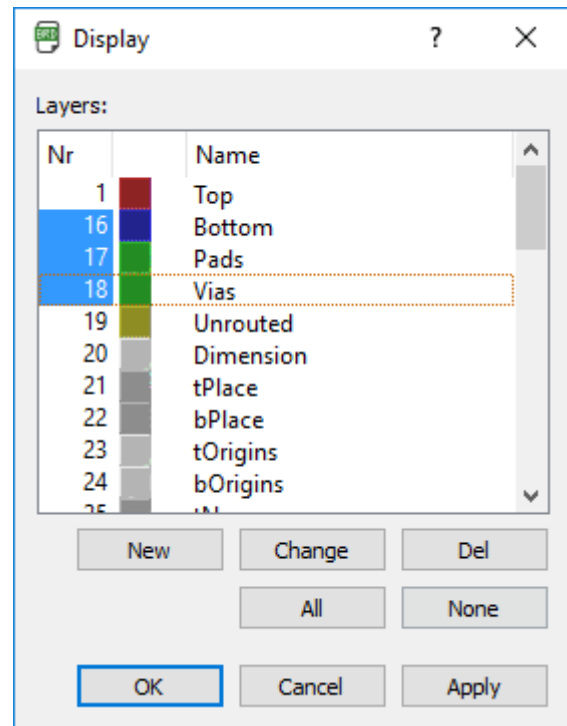
El resultado es un diseño con mayor grosor de pistas.

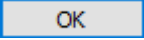
## Imprimir el diseño

A la hora de imprimir el diseño debemos de tener en cuenta las capas que se deben visualizar.

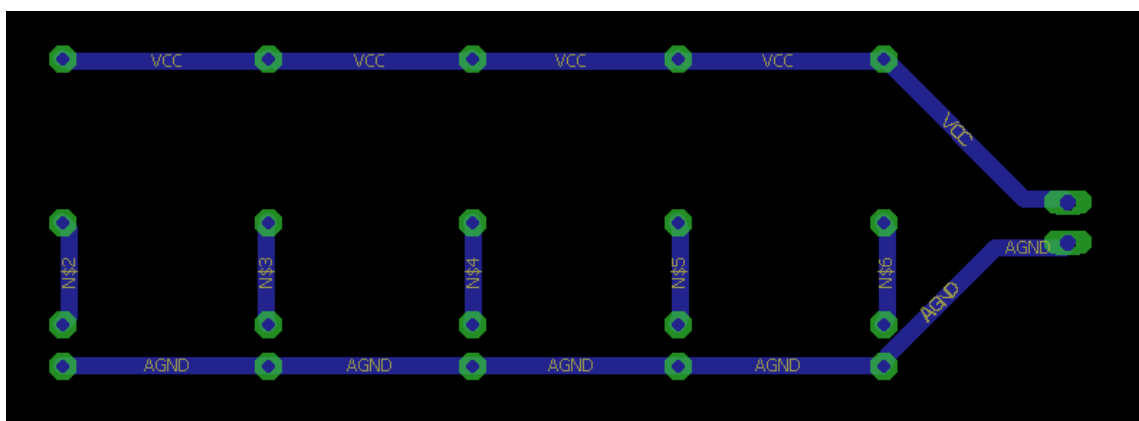
Para ello pulsamos  **Layer Settings** y se nos abre el cuadro de la derecha. Aparecerán la mayoría de las capas seleccionadas, pero solo nos interesa visualizar “Bottom”, “Pads” y “Vias”.


Si pulsamos  se desactivan todas las capas y tan sólo hay que pulsar sobre esas tres, en lugar de desactivar el resto una por una.

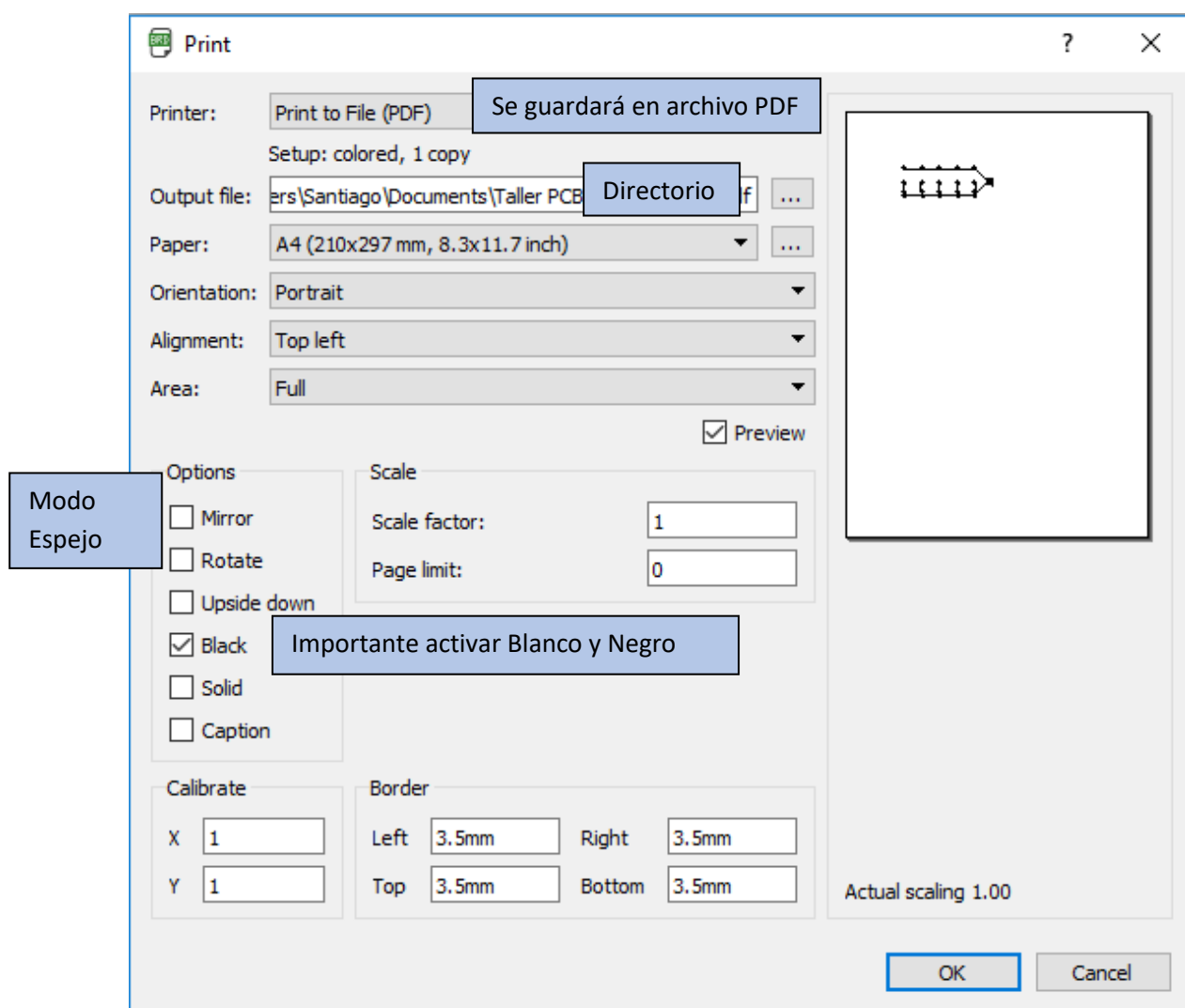


Una vez seleccionadas las capas pulsamos .

Ahora solo visualizamos lo que nos interesa transferir a la PCB



Para guardar/imprimir el circuito pulsamos  **Print**.



Pulsamos **OK** y ya tenemos el diseño listo para ser impreso y transferido.