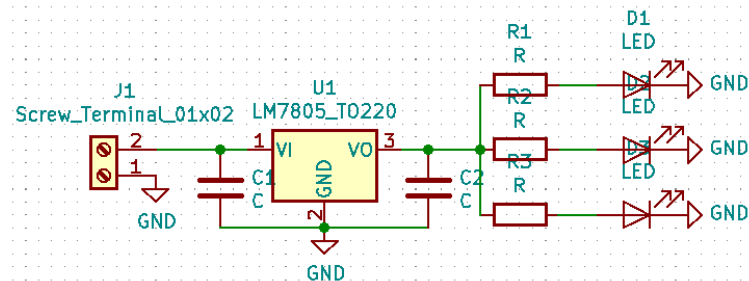


INSTRUCTIVO PARA CREAR EL ARCHIVO GERBER DEL CNC

En esta guía se describirá el proceso de fabricación de una plaqueta de circuito impreso por medio de un CNC. Los programas utilizados son KiCad y FlatCAM. Las versiones que fueron utilizadas en esta guía son la 5.1.5 y la 8.991, respectivamente. Para que el proceso fuera lo más visual posible, se diseñó un circuito regulador de tensión para alimentar un conjunto de LEDs.

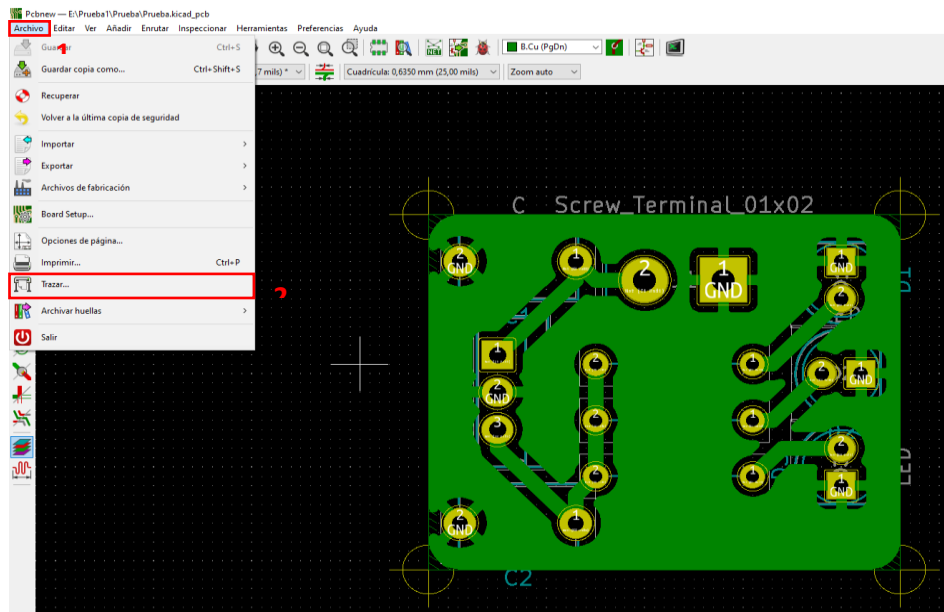


Esquema del circuito.

A la hora de crear nuestra placa por medio de KiCad, es importante tener en cuenta que la distancia entre las pistas y pads no debe ser menor al diámetro de la fresa que se utilizará: en el caso de utilizar una fresa de $0,5\text{ mm}$ la distancia entre pistas siempre debe ser mayor a este valor, por el contrario, el resultado de la placa no será el esperado. Esta separación se puede modificar variando el parámetro “Margen”. Para que el resultado sea óptimo, se recomienda darle unas décimas más al valor de “Margen” respecto del diámetro de la fresa, ya que a la hora de realizar el mecanizado de la placa, las curvas de las pistas pueden llegar a dar problemas si escogemos un valor igual al diámetro de la fresa. Por ejemplo, para el diámetro de la fresa mencionada, es recomendable utilizar un valor mayor o igual a $0,6\text{ mm}$.

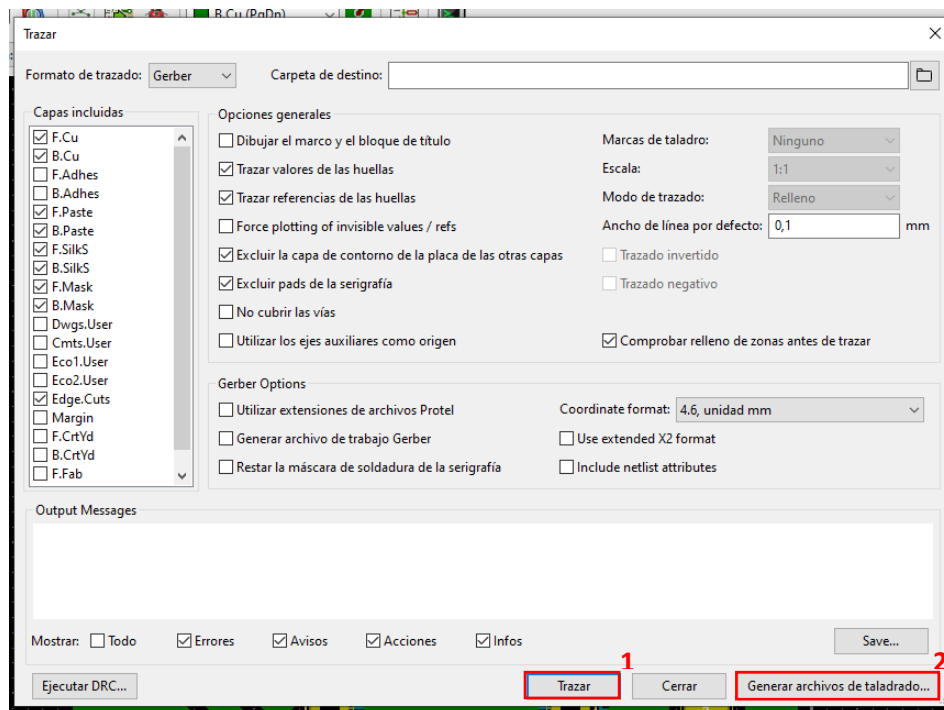
Otro parámetro importante a considerar es el “Ancho de pista”, este valor debe ser mayor al diámetro de la fresa sino la pista corre riesgo de quedar muy débil, pudiendo saltarse en el momento del mecanizado.

Una vez definidos los parámetros ya mencionados, procedemos a exportar nuestra placa en formatos Gerber (.gbr) y Drill Binary Data (.drl). Estos archivos contienen la información necesaria para la fabricación de la plaqueta. Dentro del editor de placas o “PCBNew”, seguimos los siguientes pasos:

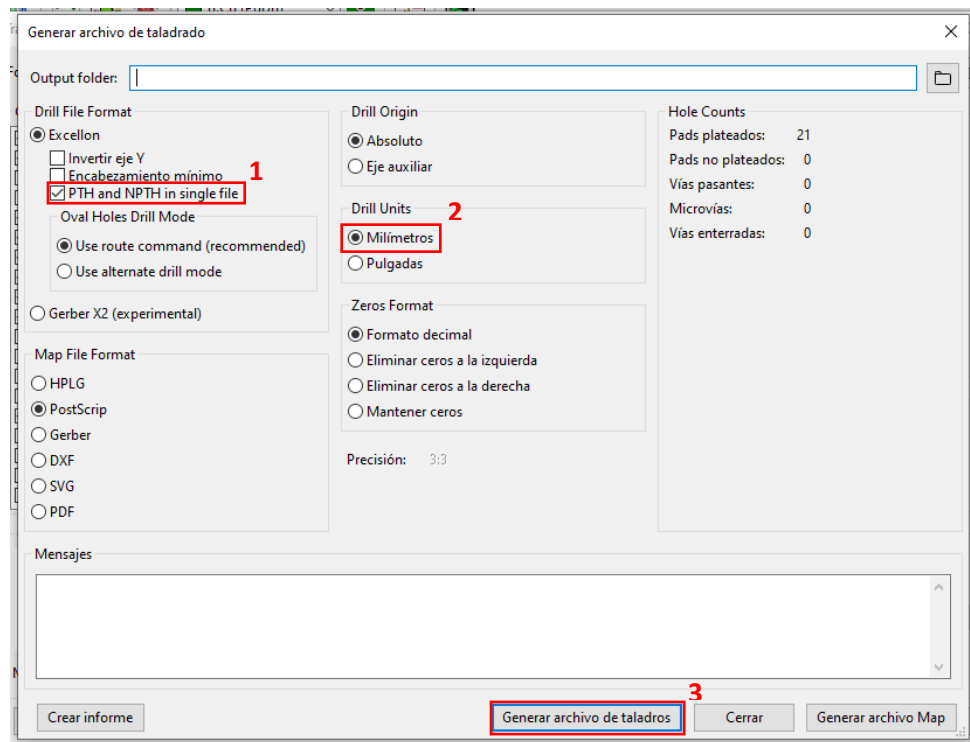


1: Archivo. 2: Trazar...

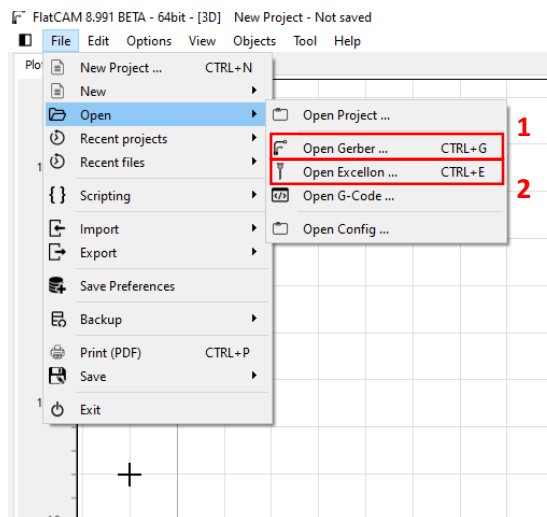
A continuación, se abrirá la siguiente pestaña. Como primer paso haremos click en “Trazar” y de esta forma se crearán los archivos Gerber. Luego presionamos sobre “Generar archivos de taladrado...”, donde generaremos el archivo encargado de los agujeros para los componentes.



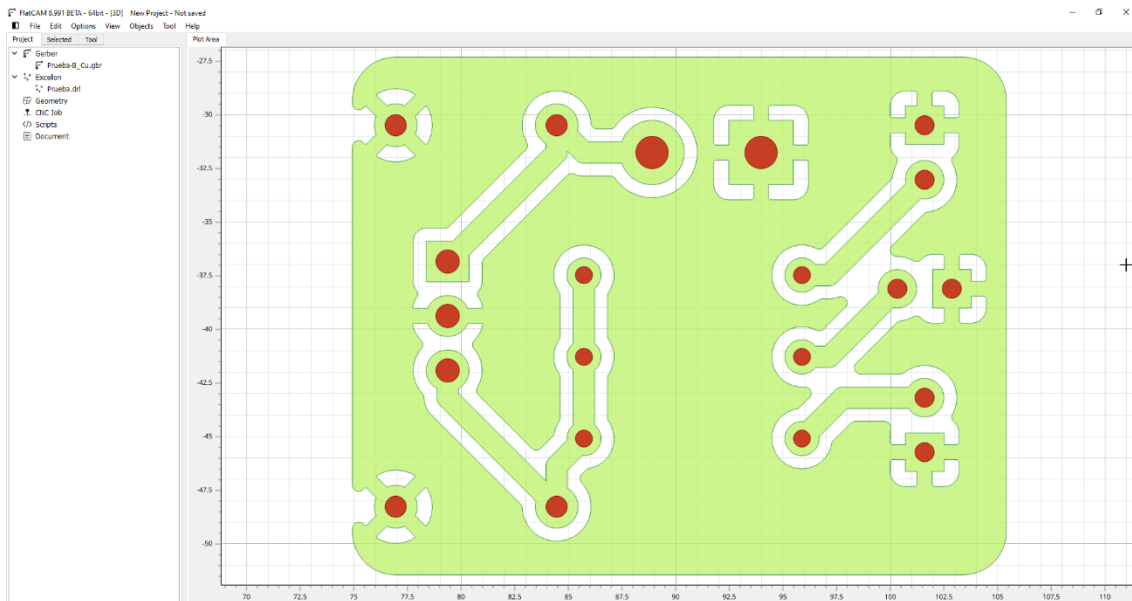
Nuevamente se abrirá una pestaña. En esta ocasión debemos tildar la casilla “PTH and NPTH in single file” **(1)** y verificar que las unidades de medida son milímetros **(2)**. Por último haremos click en “Generar archivo de taladros” **(3)**.



Una vez obtenidos en KiCad los archivos .gbr y .drl podemos continuaremos con el programa FlatCAM. Comenzaremos abriendo el archivo .gbr (1) y luego el archivo .drl (2). KiCad crea una suma de archivos .gbr ya que crea uno para cada capa de la PCB, estas sean capas de cobre, de texto, etc. Debemos escoger el archivo que contenga en el nombre “B_Cu”, haciendo referencia a la capa de cobre trasera. En el caso de esta guía, los archivos utilizados son: “Prueba-B_Cu.gbr” y “Prueba.drl”.

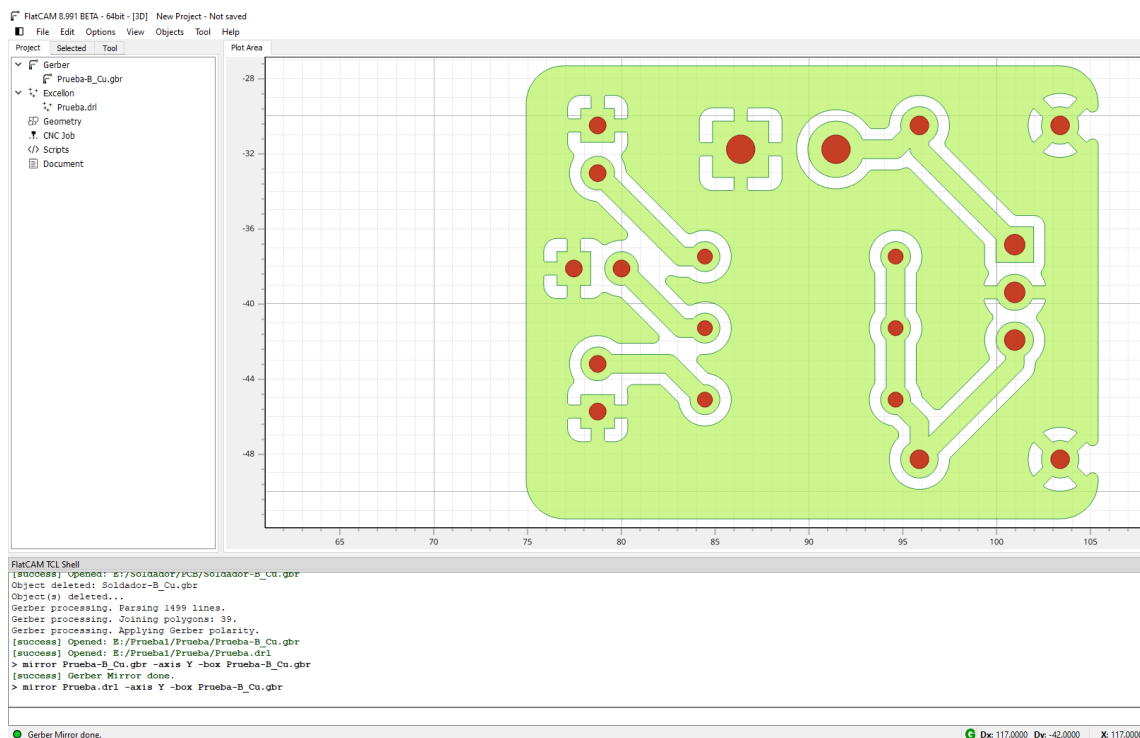


Podemos observar que se abrirá en la mesa de trabajo ambos archivos superpuestos. Del lado izquierdo se abrirá un panel con los archivos que iremos trabajando en el proceso.



A continuación, tendremos que espejar los archivos para el momento de mecanizar. Abrimos la Línea de comando desde “Tool” → “Command Line”. Allí introducimos las siguientes líneas:

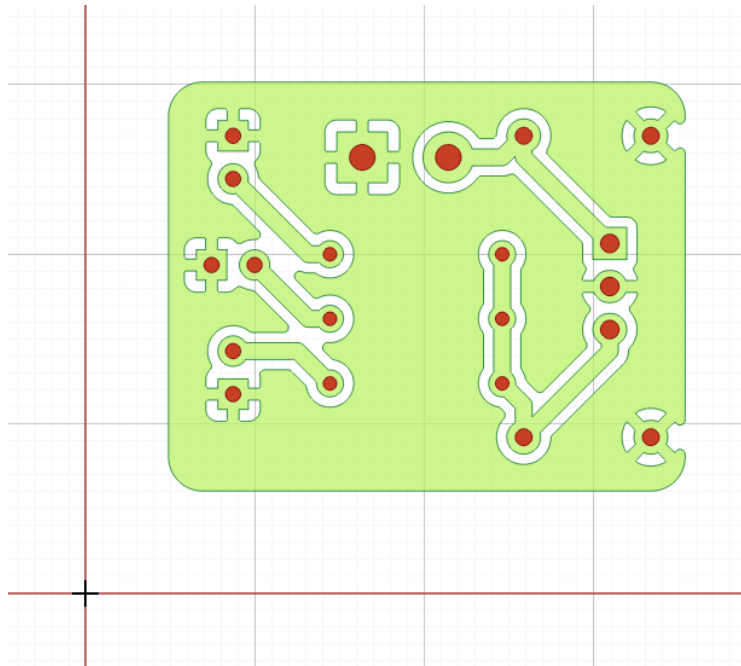
1. `mirror Prueba-B_Cu.gbr -axis Y -box Prueba-B_Cu.gbr`
2. `mirror Prueba.drl -axis Y -box Prueba-B_Cu.gbr`



Aproximaremos ambos archivos a la posición (0,0) de la mesa de trabajo. En el panel de los archivos hacemos doble click sobre “Prueba-B_Cu.gbr”. Veremos que aparece una nueva pestaña donde que muestra las características del archivo seleccionado. Veremos al final de la lista “Offset Vector”, allí iremos dándole valores de coordenadas (X, Y) para mover el archivo las unidades especificadas, apretando el botón “Offset”. Una vez aproximado el primer archivo al origen, repetimos el proceso para llevar a “Prueba.drl” a la misma posición.

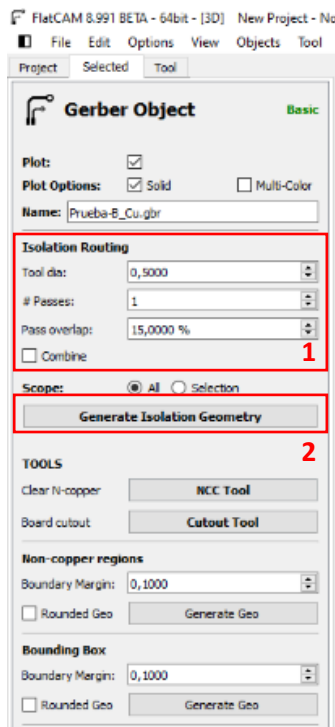
Scale	
Factor:	<input type="text" value="1.0000"/> <input type="button" value="Scale"/>
Offset	
Vector:	<input type="text" value="(0.0, 0.0)"/> <input type="button" value="Offset"/>

Aquí iremos modificando el valor "Vector" para mover los archivos de su posición.



Aproximamos la plaqueta al origen.

Una vez hecho esto, volvemos a hacer doble click en el archivo .gbr, en esta ocasión nos ocuparemos de modificar los siguientes parámetros (Se realizará click en isolation Tool en el de trabajar con la versión 8.994 de FlatCam):



Recuadro 1

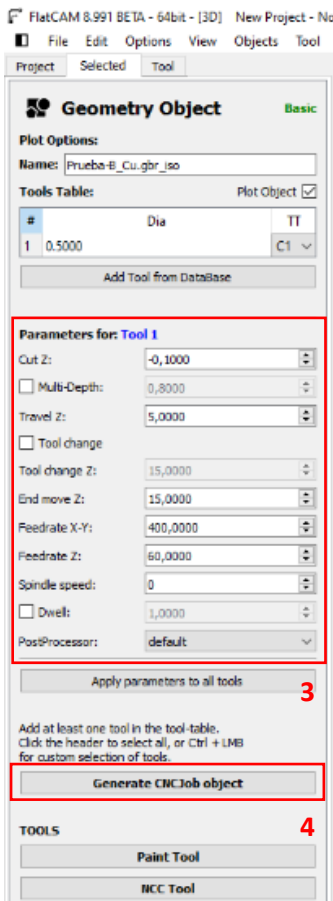
En este recuadro tenemos 3 variables:

- Tool dia:** define el diámetro de la fresa que será utilizada para trazar las pistas y los pads. Utilizaremos una fresa de 0,5 mm.
- # Passes:** define la cantidad de pasadas de la fresa para el trazo de las pistas. Para este caso, con una pasada bastará.
- Pass overlap:** define cuanto se va a solapar la fresa con cada línea cercana de fresado. Utilizaremos un valor de 15%.

Recuadro 2

Una vez configurados los parámetros anteriores, le daremos click a "Generate Isolation Geometry". Aquí el programa determinará la zona de cobre por donde debe pasar la fresa.

Se abrirá la siguiente pestaña.



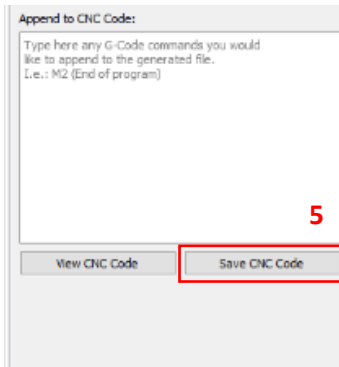
Recuadro 3

En este recuadro tenemos 4 variables que serán importantes modificar:

- Cut Z:** define cuanto bajará la fresa desde la posición 0 del eje Z. Como deseamos retirar la película de cobre, con -0,1 mm será suficiente.
- Travel Z:** define cuanto se levantará la fresa desde la posición 0 del eje Z para realizar los movimientos de traslación de la misma, en los momentos que no tenga que retirar material. Le daremos un valor igual a 5 mm.
- Feedrate X-Y:** determina la velocidad de avance de la fresa en el plano X-Y. Le daremos un valor de 400 mm/min.
- Feedrate Z:** en este caso este parámetro define la velocidad de avance de la fresa en el plano Z. Utilizaremos un valor de 60 mm/min.

Recuadro 4

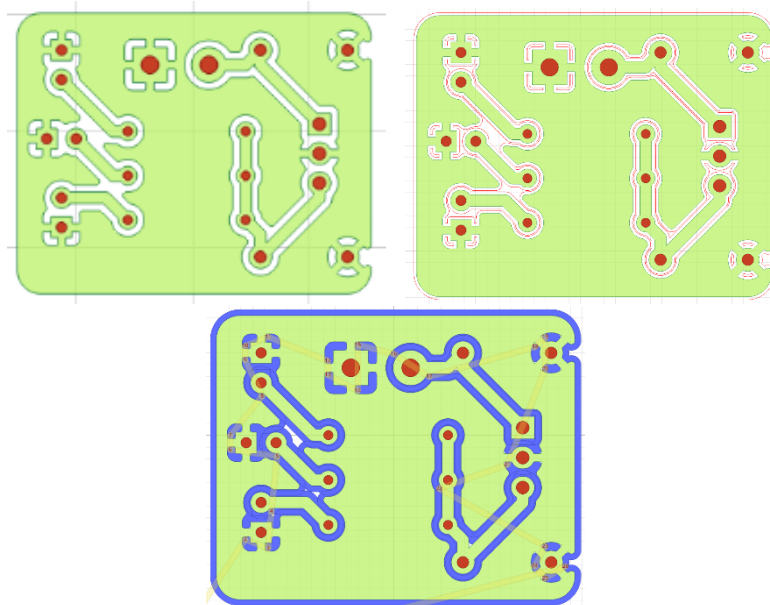
Ya habiendo definido estos valores, presionamos sobre “Generate CNCJob object”. Esto determinará cuáles serán los movimientos de la fresa durante la demarcación de las pistas de cobre.



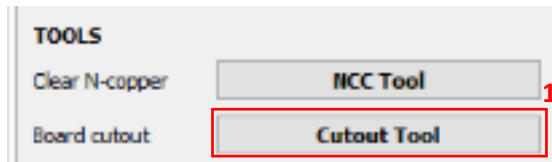
Por último, una vez que seleccionemos “Generate CNCJob object” se abrirá una nueva pestaña donde el programa nos permitirá guardar el recorrido de la fresa como un archivo .gcode, que luego podremos utilizar en nuestro CNC. Haremos click en “Generate CNCJob object” (5) y guardaremos el archivo en la carpeta deseada.

Este paso de guardar el archivo como .gcode será repetido cuando generemos los archivos para los agujeros de componentes y el corte externo de la plaqueta.

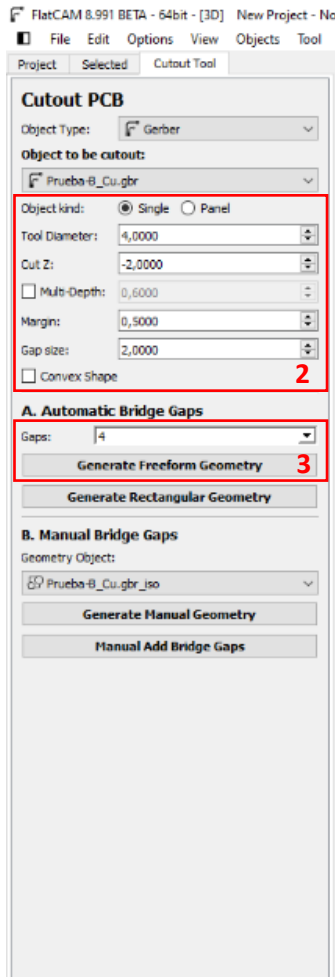
Se puede observar cómo va modificándose la plaqueta en la mesa de trabajo conforme se vayan generando las distintas estructuras de la plaqueta.



Ahora tendremos que generar el archivo que servirá para cortar nuestra PCB de la placa entera. Para ello, volvemos a hacer doble click sobre “Prueba-B_Cu.gbr”. En esta ocasión seleccionamos la opción “Cutout Tool” del apartado “TOOLS”.



Se volverá a abrir otra pestaña en donde tendremos ciertas variables a modificar.



Recuadro 2

En este recuadro tenemos 4 variables:

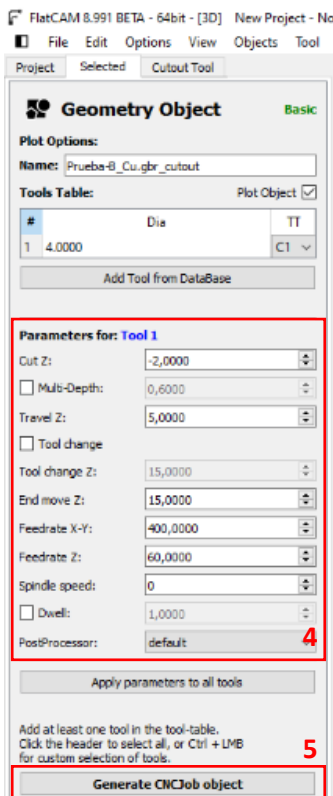
- Tool Diameter:** *referido al diámetro de la fresa que será utilizada cortar los bordes de nuestra plaqueta. Utilizaremos una fresa de 4 mm.*
- Cut Z:** *nuevamente define cuanto bajará la fresa desde la posición 0 del eje Z. Le daremos un valor de -2 mm.*
- Margin:** *define el margen que dejará desde el extremo de cobre de la plaqueta hasta donde estará el corte de la misma. Utilizaremos un valor de 0,5 mm.*
- Gap size:** *indica el ancho de la sección que no cortará completamente para dejar adherida nuestra PCB a la plaqueta entera. Darle un valor de 2 mm será suficiente.*

Recuadro 3

- Gaps:** *aquí determinaremos cuantas secciones sin cortar se mantendrán unidas a la plaqueta entera. Dejaremos 4 secciones unidas.*

Determinados estos valores, pulsaremos sobre “Generate Freeform Geometry”. Esto determinará por donde debe pasar la fresa para cortar la plaqueta.

Luego de esto, se nos direccionará al menú del proyecto. Haremos doble click sobre el archivo de geometría que se ha creado, en este caso: “Prueba-B_Cu.gbr_cutout”. Se desplegará la siguiente pestaña:



Recuadro 4

En este recuadro tendremos algunas variables que ya definimos previamente para generar los demás archivos, igualmente tenemos que definirlos nuevamente. No daremos la explicación de las variables repetidas.

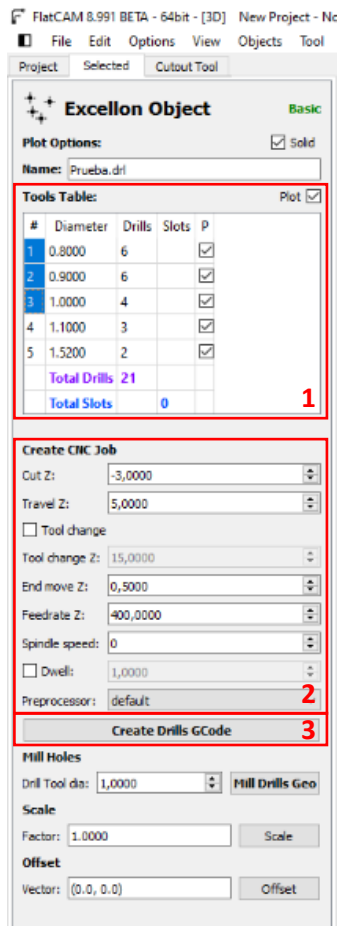
- a) **Cut Z:** definimos un valor de -2 mm .
- b) **Travel Z:** le daremos un valor igual a 5 mm .
- c) **Feedrate X-Y:** la velocidad en el plano X-Y utilizada será de 400 mm/min .
- d) **Feedrate Z:** utilizaremos un valor de 60 mm/min .

Recuadro 5

Una vez definidas estas variables, presionamos sobre "Generate CNCJob object". Se abrirá una pestaña que nos permitirá guardar el archivo como .gcode, repetimos los pasos explicados anteriormente presionando sobre "Save CNC Code".

El último archivo que debemos generar antes de pasar al CNC es el que se encargará de hacer los agujeros en la plaqueta para los componentes electrónicos. Esta plaqueta en particular tiene agujeros de distintas medidas. Realizaremos la explicación para un conjunto de perforaciones. Tomamos un grupo de agujeros de diámetro $0,8 \text{ mm}$, $0,9 \text{ mm}$ y 1 mm , los cuales agujerearemos todos estos con una mecha de 1 mm por la cercanía del valor. Si lo deseáramos podríamos utilizar la mecha correspondiente para cada uno de los casos generando múltiples archivos de taladro.

Para ello en la ventana del proyecto haremos doble click sobre nuestro archivo de taladro "Prueba.drl". Se desplegará la siguiente pestaña:



Recuadro 1

En este recuadro podremos ver todas las medidas de agujeros a realizar. Si deseamos realizar múltiples perforaciones de distinto diámetro con una misma mecha, manteniendo “Ctrl” en el teclado y haciendo click sobre las diferentes medidas podremos seleccionar el conjunto con el cuál trabajaremos para crear el archivo de taladro.

Recuadro 2

En él definiremos los parámetros para el conjunto de agujeros seleccionados. (En el caso de FlatCam 8.994 se realizará click en Drilling Tool) Nuevamente tenemos algunas variables explicadas con anterioridad.

- a) **Cut Z:** definimos un valor de -3 mm .
- b) **Travel Z:** le daremos un valor igual a 5 mm .
- c) **Feedrate Z:** la velocidad en el plano X-Y utilizada será de 400 mm/min .

Recuadro 3

Aquí presionamos sobre “Create Drills GCode” y se abrirá una nueva pestaña. En ella aparecerá la opción para guardar el

archivo como .gcode, como explicamos previamente “Save CNC Code”.

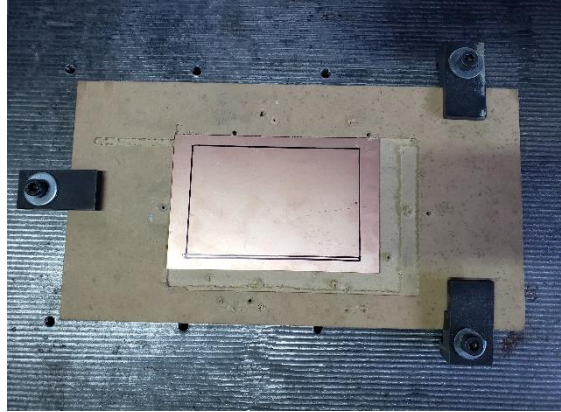
Se guardará nuestro archivo .gcode para el conjunto de agujeros seleccionados, al momento de utilizar el archivo en el CNC debemos colocar la mecha que escogimos utilizar para el conjunto. Repetiremos el proceso generando los archivos .gcode para los agujeros restantes.

Se recomienda guardar todos los archivos .gcode especificando el diámetro de la fresa o mecha que se utilizará en el archivo en cuestión, evitando cualquier malentendido al momento de mecanizar.

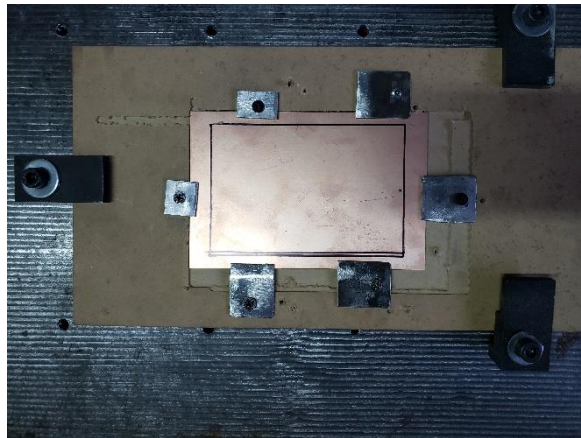
INSTRUCTIVO DE MONTAJE

En el presente trabajo se realizará un listado de actividades para detallar el procedimiento adecuado de empleo del CNC.

1. Seleccionar la placa a utilizar de manera tal que exista un espacio mínimo para sujetar correctamente la placa a la hora de mecanizarla.



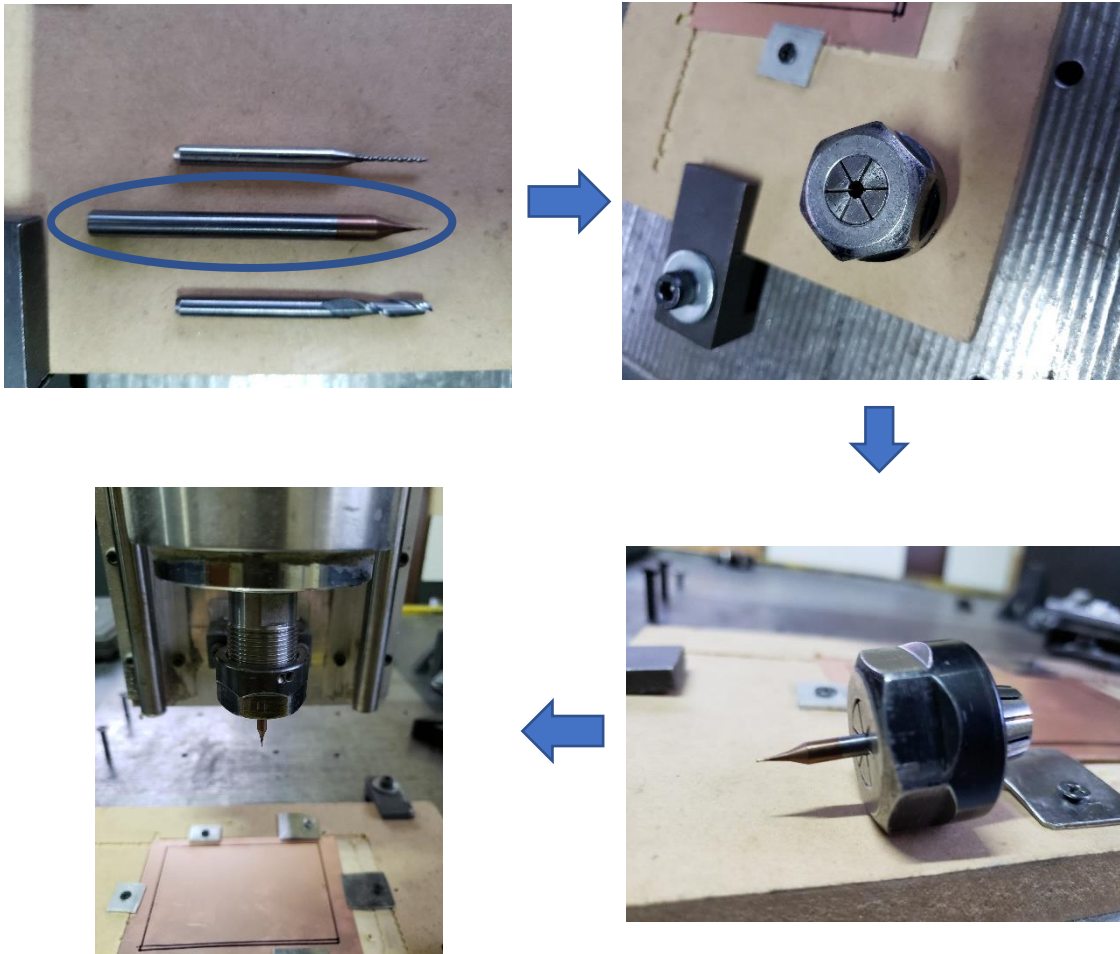
2. Empleando las grampas de seguridad sujetar firmemente la placa. Este paso es muy importante ya que de no hacerlo correctamente la placa se moverá en la mecanización provocando la pérdida del material por mal trazado y pérdida de referencia.



3. Para encender la PC y el CNC es necesario levantar las llaves del tablero. En primera instancia se activará la llave de PC y CNC. A partir de este momento ingresando al programa Mach3 y desactivando la "Emergencia" se puede mover libremente el CNC.



4. En primera instancia se realizará el fresado para marcar las pistas correspondientes de la placa. Para ello se colocará la fresa de 0,5mm de acuerdo con la siguiente imagen:



5. Se debe asegurar firmemente la fresa (o mecha en el caso de realizar los agujeros en la placa) de manera tal que no se mueva durante la mecanización, para ello se emplean las llaves correspondientes.



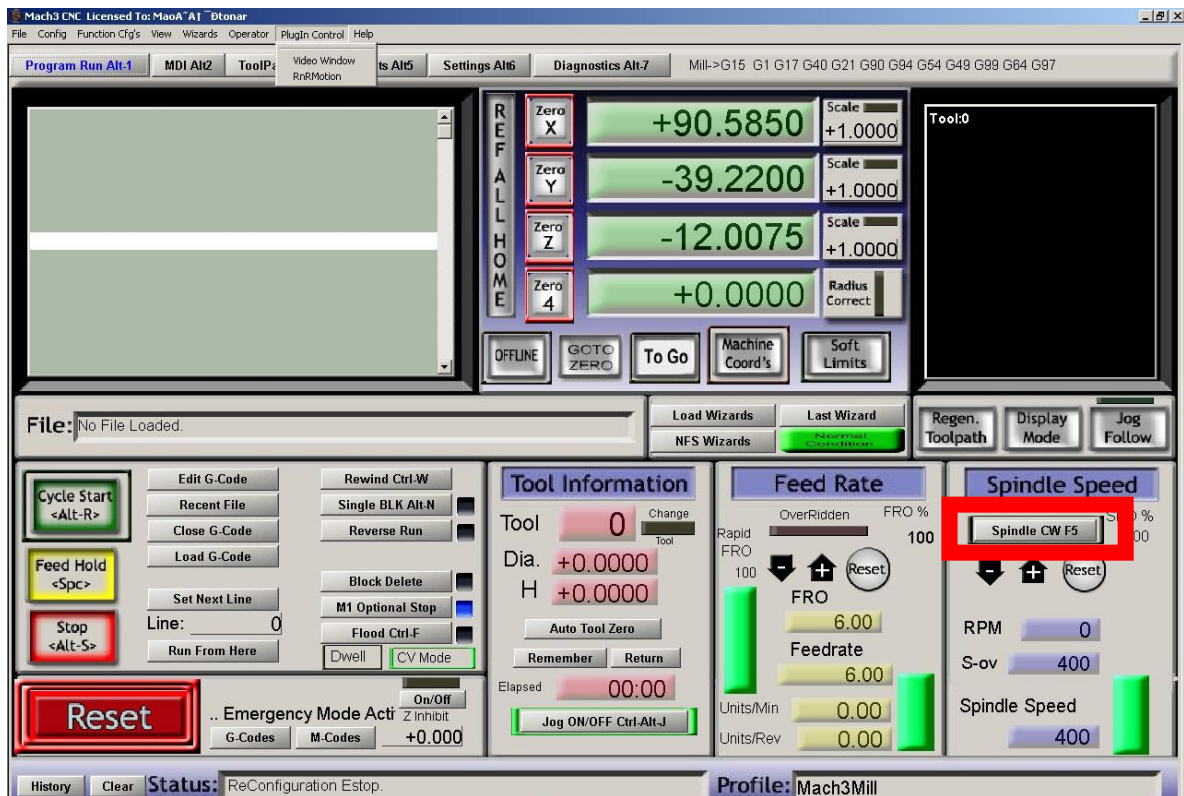
- Una vez que la placa está sujeta y la fresa colocada se procede a levantar la llave del husillo.



- Finalmente se enciende el motor del husillo para poder referenciar en x, y, z y mecanizar la placa.

IMPORTANTE!!!

ANTES DE INICIAR CON EL RUTEO ASEGURESE QUE EL HUSILLO SE ENCUENTRE ENCENDIDO y en su máxima velocidad, caso contrario puede no llegar a las revoluciones necesarias y romperse la fresa al contacto con el pcb.

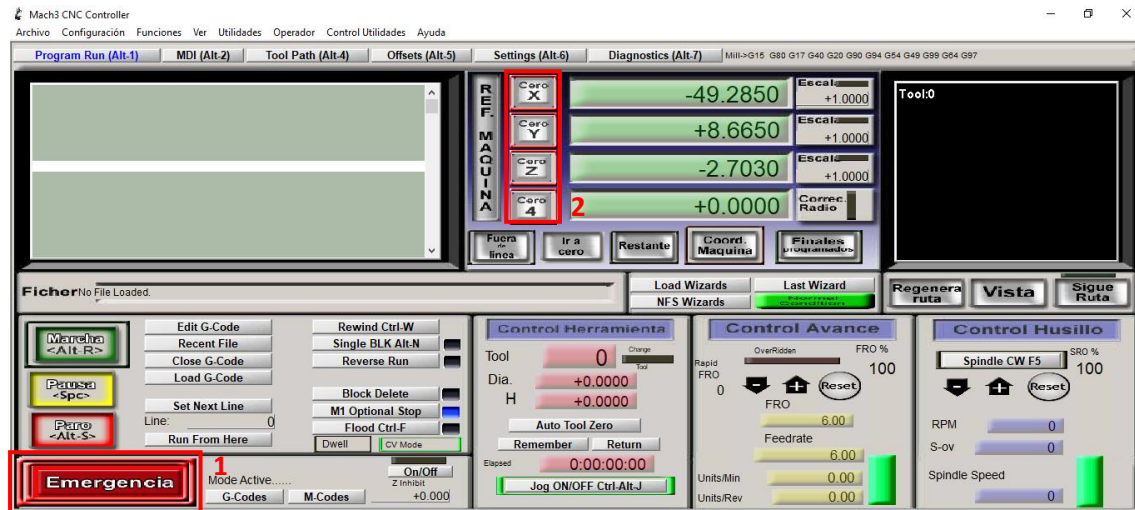


INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN MACH3

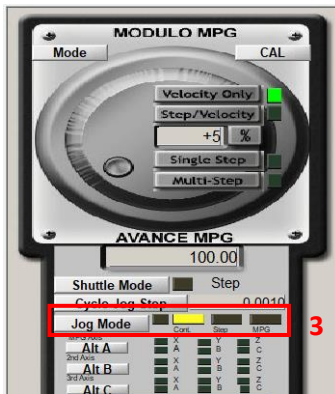
Ya habiendo generado estos archivos podemos proceder con el CNC. El programa que se utilizará para manejar el torno es Mach3, funcionará como una interfaz entre el usuario y la máquina. Se recomienda leer el manual del programa, por lo menos el capítulo 6, para comprender mejor el funcionamiento del mismo.

Posicionaremos nuestra plaqueta virgen a mecanizar sobre la mesa de trabajo del CNC. Luego iniciamos el programa, por defecto estará seleccionado el botón “Emergencia” (1) que nos impedirá realizar cualquier movimiento del CNC. Una vez desactivado esto podemos comenzar con los comandos básicos. Podemos mover nuestra máquina en los ejes X e Y utilizando las flechas del teclado y, con las teclas “AvPag” y “RePag” podremos mover el eje Z hacia arriba y hacia abajo.

Debemos situar los ceros relativos de la máquina antes de iniciar el mecanizado. Esto se logra presionando sobre los botones en el recuadro (2). Recordemos que la máquina comenzará a mecanizar a partir de estos valores. Para los ejes X e Y, los valores del origen definidos en FlatCAM serán los mismos que los valores de origen relativo de Mach3.



Para el eje Z el valor cero relativo estará definido por el material utilizado, en este caso será la cara de cobre de la plaqueta virgen. Utilizando las teclas comentadas anteriormente para este eje y con la ayuda de un trozo de una hoja de papel, posicionamos la hoja de papel entre la cara de cobre y la punta de la fresa. Presionando la tecla “Tab” se desplegará la familia de control de movimiento por empuje. En ella podemos definir que el movimiento de los ejes sea por medio de pasos en lugar de un movimiento continuo, cada vez que tecleemos “AvPag” o “RePag” moveremos el eje un paso del motor. Bajamos este eje hasta que la hoja de papel roce con la punta de la fresa y apenas podamos moverla. Cuando obtenemos esto definimos el cero relativo de Z.



En esta solapa que se ha desplegado, seleccionamos el botón “Jog Mode” (3) y veremos que cambiará de posición el rectángulo encendido amarillo. Si este rectángulo se posiciona sobre:

- 1) **Cont.:** el modo de movimientos será continuo.
- 2) **Step:** el modo de movimientos será paso a paso.
- 3) **MPG:** el modo de movimientos será por medio de una palanca de mandos o similar, no será de nuestra utilidad.

Podemos continuar cargando nuestros archivos generados por medio de FlatCAM haciendo click sobre “Archivo” → “Carga G-Code”, y seleccionamos nuestro archivo creado anteriormente.

Dándole sobre el botón de “Marcha”, comenzará el proceso de mecanizado de nuestra plaqueta.

IMPORTANTE!!!

ANTES DE INICIAR CON EL RUTEO ASEGURESE QUE EL HUSILLO SE ENCUENTRE ENCENDIDO y en su máxima velocidad, caso contrario puede no llegar a las revoluciones necesarias y romperse la fresa al contacto con el pcb.

