

# CNC

Una CNC es una máquina de control numérico que a partir de comandos gcode<sup>1)</sup> que envía un computador realiza operaciones de maquinado en materiales como madera, baquelitas de circuito impreso, aluminio, acrílico, entre otros.

## Uso de CNC para prototipar circuitos impresos

Se describe a continuación el proceso de prototipado de circuitos impresos desde el diseño del esquemático hasta el maquinado y el corte de la pieza de baquelita

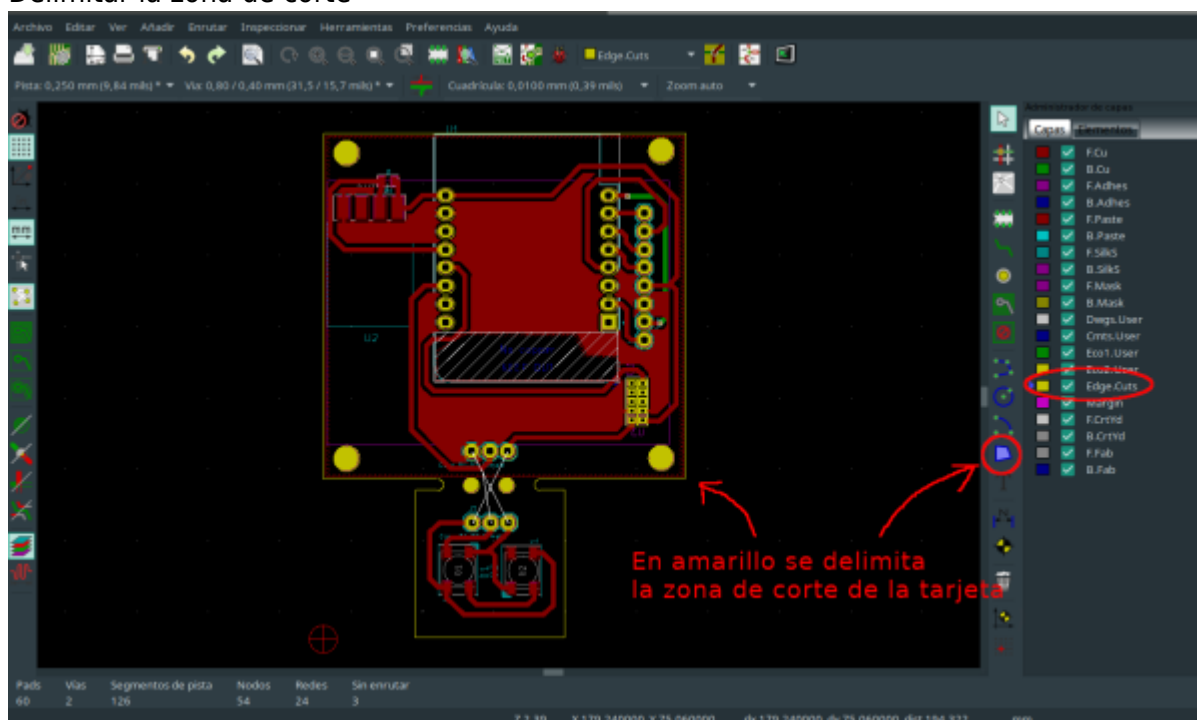
### Software

#### CAD

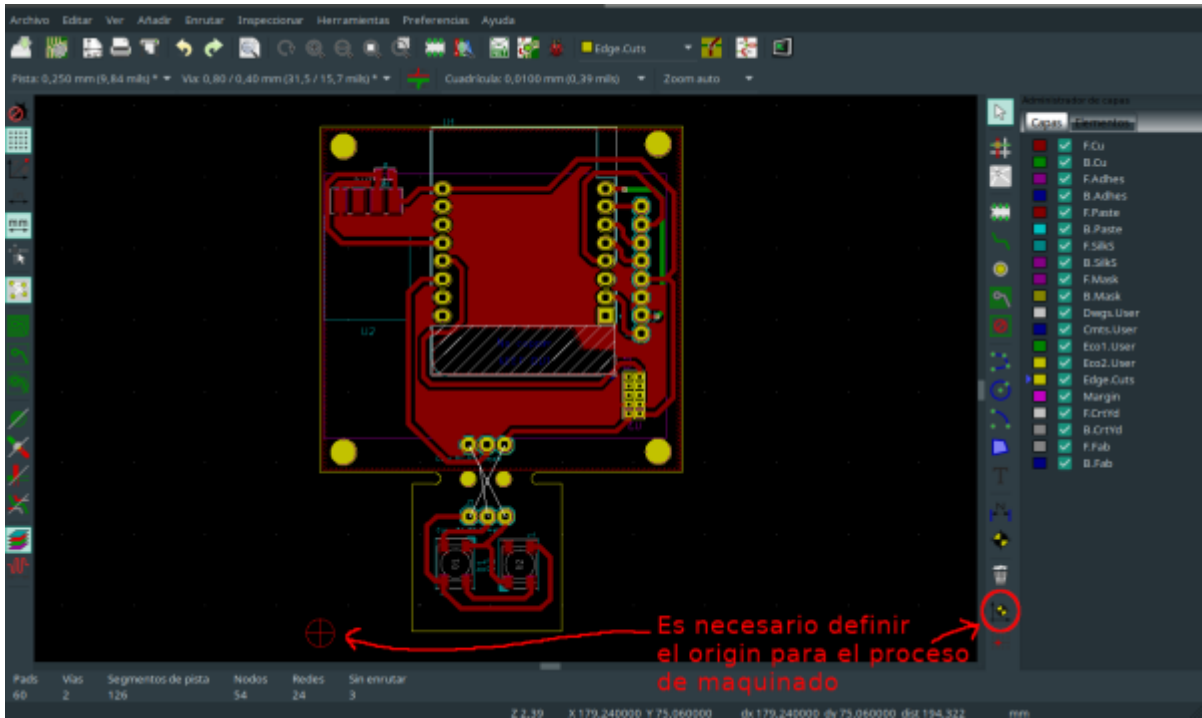
[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design)

El diseño del circuito se hace en kicad, una vez se tiene listo el enrutado del pcb es necesario hacer tres procesos para el proceso de producción del prototipo.

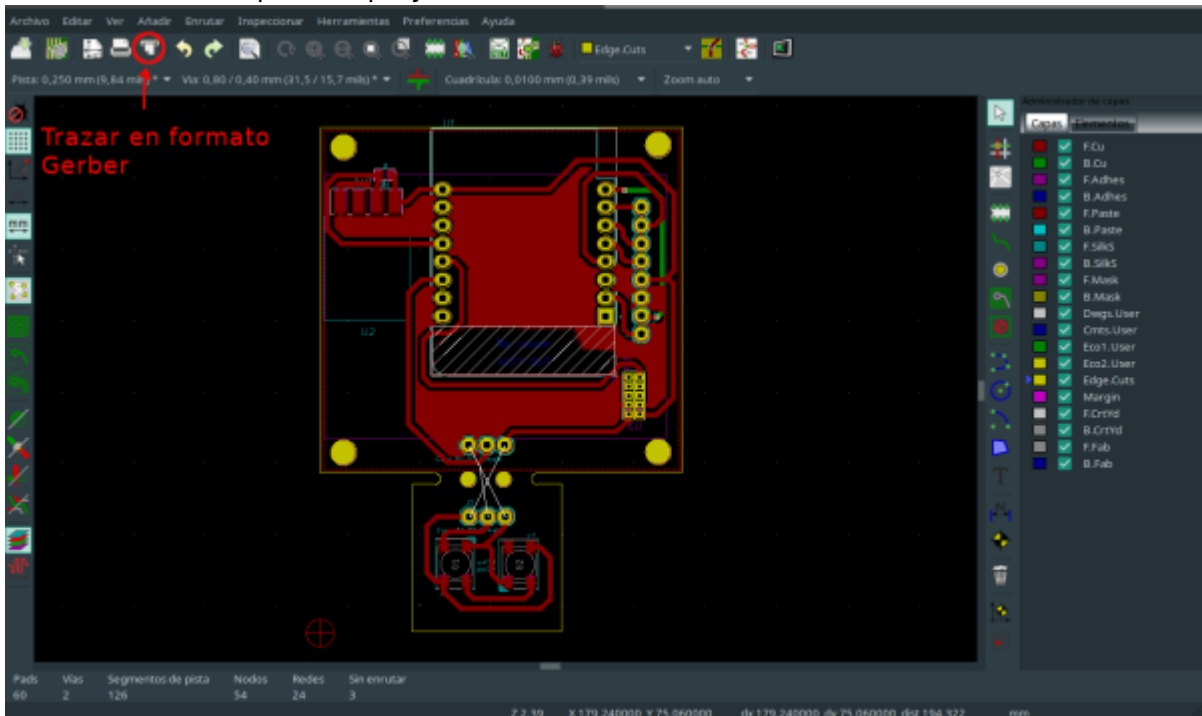
#### 1. Delimitar la zona de corte

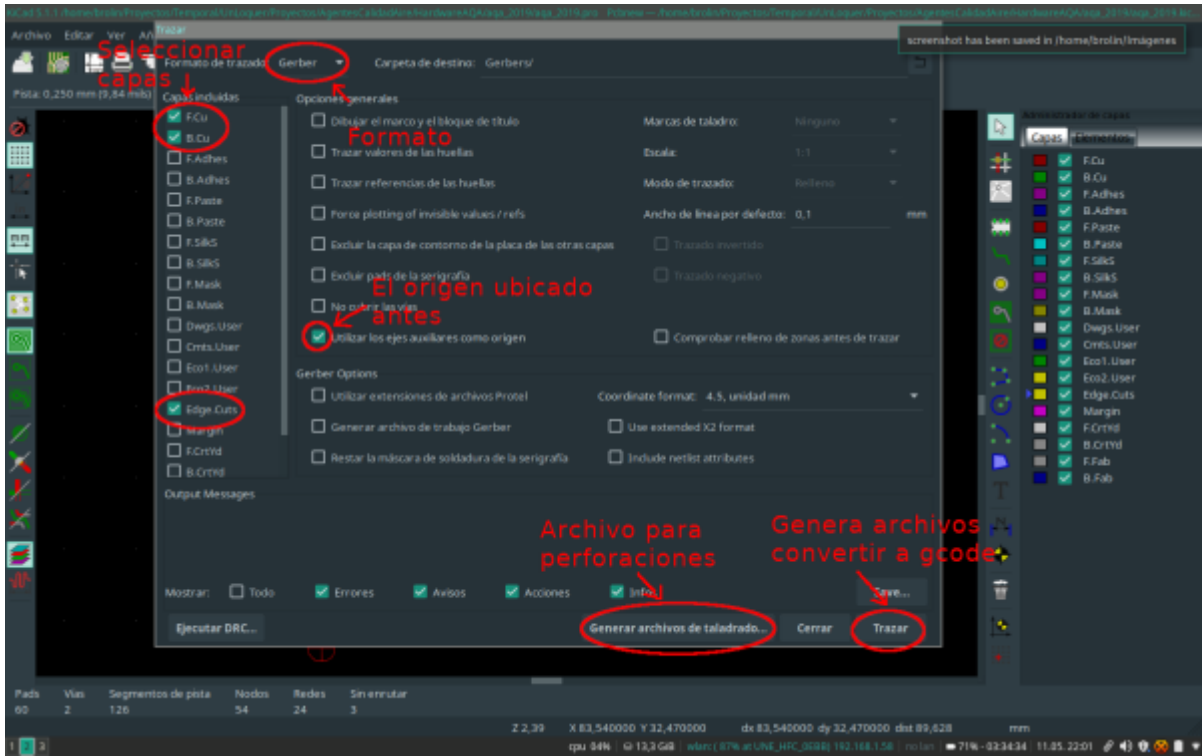


#### 2. Definir el origen auxiliar para nuestro pcb

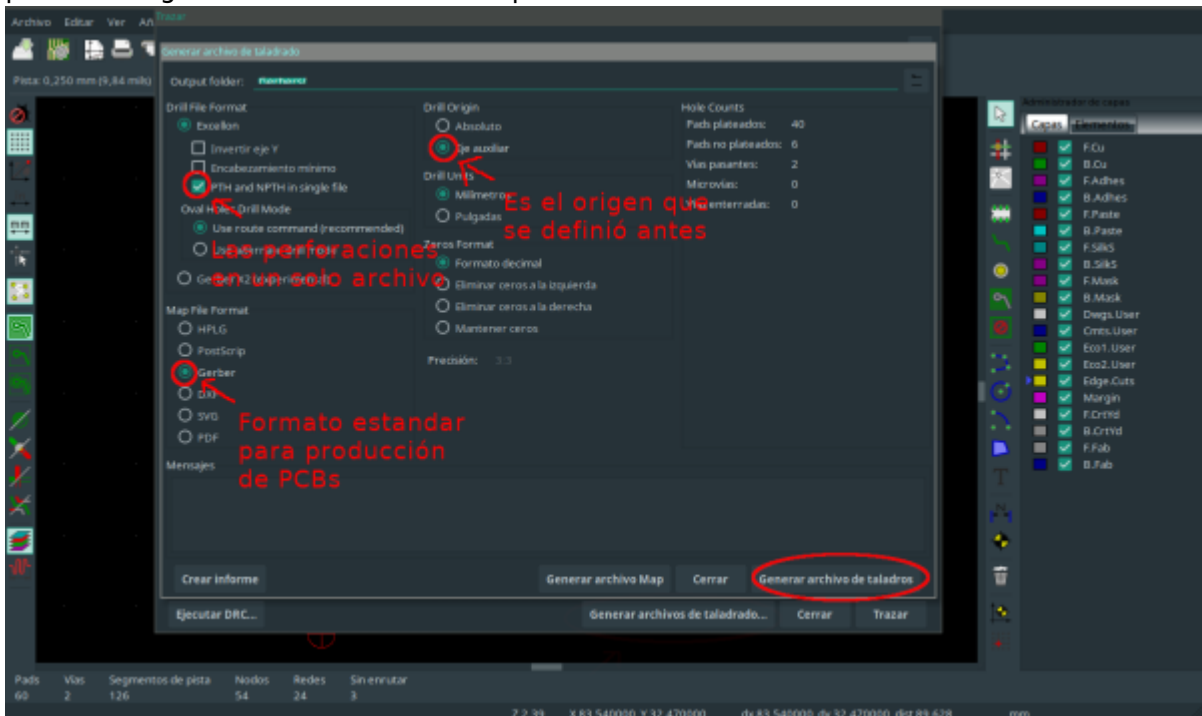


3. Para finalizar se exporta el proyecto en formato Gerber<sup>2)</sup>





proceso de generación del archivo de perforaciones se hace en otra ventana




De este proceso obtenemos un archivo formato .gbr por cada capa seleccionada y un único archivo formato .drl. Se debe convertir en código gcode, el lenguaje que interpreta la máquina CNC.

### CAM

[https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_manufacturing](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_manufacturing)

El software usado para la conversión de gerber a gcode es flatcam<sup>3)</sup>



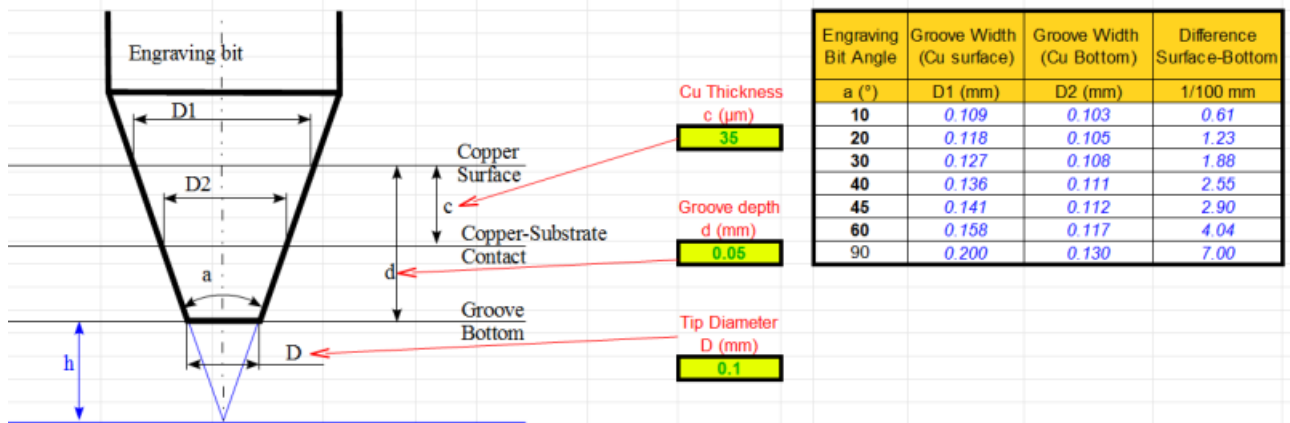
 FlatCAM lets you take your designs to a CNC router. You can open Gerber, Excellon or G-code, edit it or create from scratch, and output G-Code. Isolation routing is one of many tasks that FlatCAM is perfect for. It's open source, written in Python and runs smoothly on most platforms.

**Pass overlap: 0.08; A normal Pass overlap is 40% of the tool diameter.**

 **Fix Me!**


Las medidas correctas de la profundidad del maquinado (enrutar el cobre), dependen de el ángulo de la punta, el ancho de la punta y la profundidad a la que esta trabaje.

- [https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/wiki/V-Shaped\\_bits\\_\\_Groove\\_Dimension\\_Tables](https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/wiki/V-Shaped_bits__Groove_Dimension_Tables)



Depth	Mill Angle	Flat tip Width							
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	1
50 μm	10	0.009	0.109	0.209	0.309	0.409	0.509	0.809	1.009
	20	0.018	0.118	0.218	0.318	0.418	0.518	0.818	1.018
	30	0.027	0.127	0.227	0.327	0.427	0.527	0.827	1.027
	40	0.036	0.136	0.236	0.336	0.436	0.536	0.836	1.036
	45	0.041	0.141	0.241	0.341	0.441	0.541	0.841	1.041
	60	0.058	0.158	0.258	0.358	0.458	0.558	0.858	1.058

[https://reprap.org/wiki/PCB\\_Milling](https://reprap.org/wiki/PCB_Milling) →Milling tools section  
Engraving Tips Principal drawing of an engraving tip

 These don't allow feed rates as high as end mills, but due to their angle, they are relative stiff while still allowing isolation cuts down to 0.2 mm.

Opinions are different about which tool angle is the best. Some use 90 deg tools, others report best results with 60

degs, even others use exclusively 10 deg tips.

Common to this type of tools is, the isolation path gets wider the deeper you plunge the tool into the material.

Accordingly, the PCB raw material has to be very flat and well leveled to the machine. Try to allow no more than 0.1 mm.

The additional widening of the isolation gap is



$2 * \text{penetration depth} * \text{tangens} ( \text{tool tip angle} / 2 )$

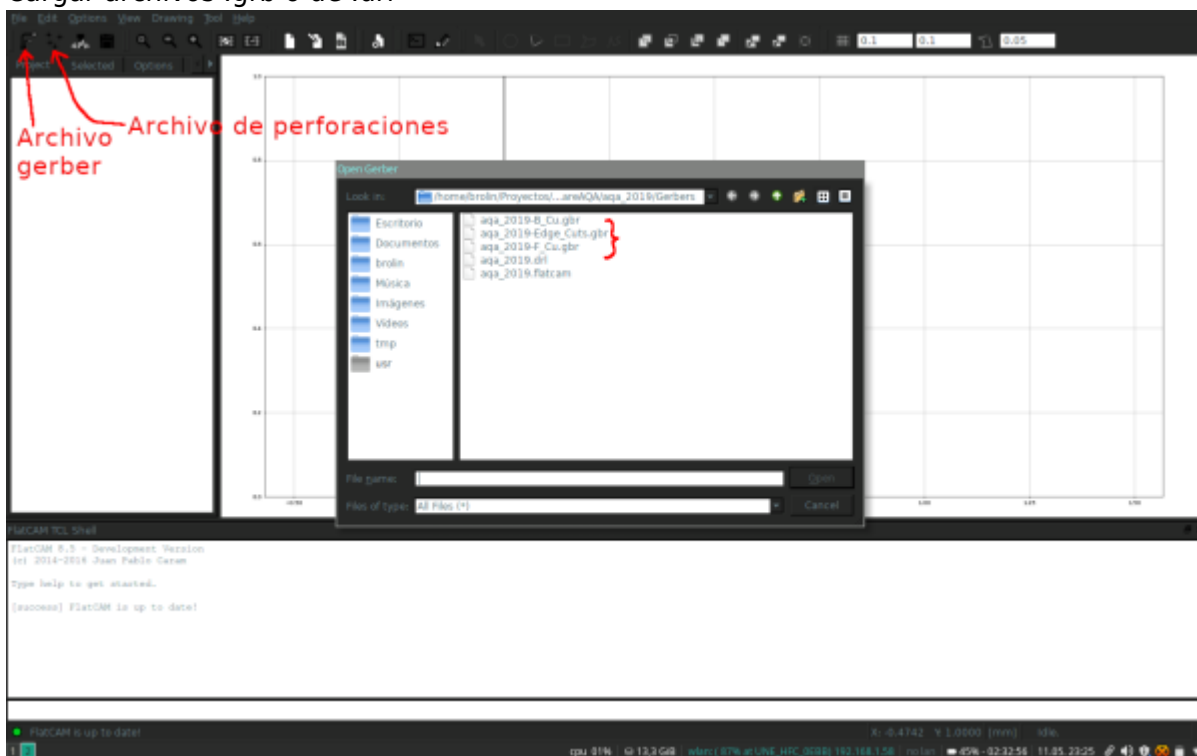
That results in 17% of the penetration depth for a 10 deg tip, 54% for 30 deg, 115% for the 60 deg version and no less than 200% for a 90 deg tool tip angle. 0.1 mm additional penetration depth means a 0.2 mm wider isolation gap in the latter case.

Judging by reports found on the net, sharper tips have a stronger tendency for burr, so - like always in life - the best angle is a compromise.

## Fix Me!

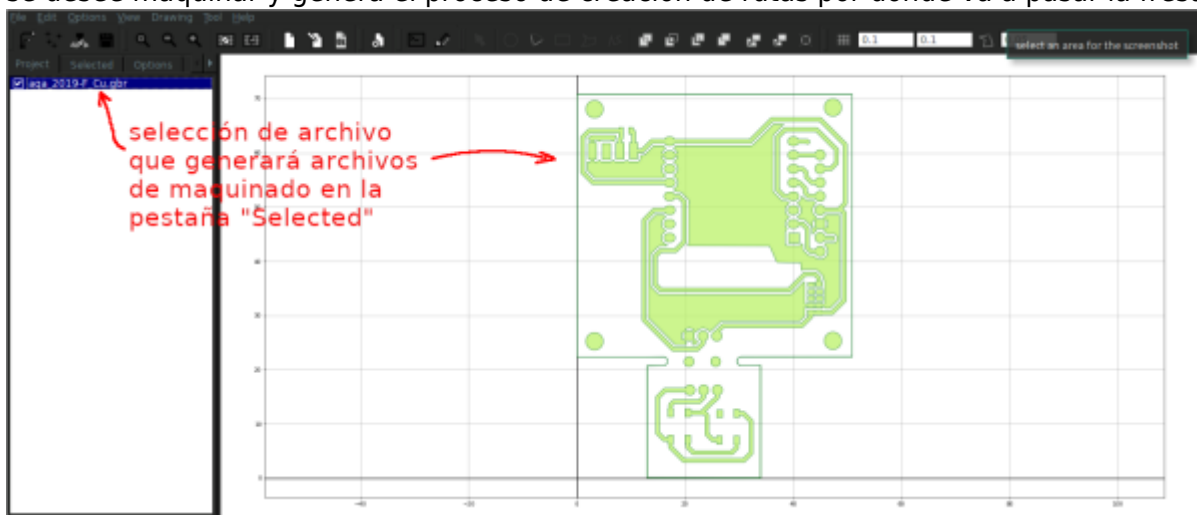
Para nuestro caso se cargan los archivos de las capas de corte y de cobre, además de la capa de perforaciones. El funcionamiento de flatcam nos permite definir acciones por cada uno de los archivos cargados, los seleccionamos en la ventana de la izquierda en el programa y genera archivos gcode a partir de estas acciones

- 1. Cargar archivos .grb o de .drl

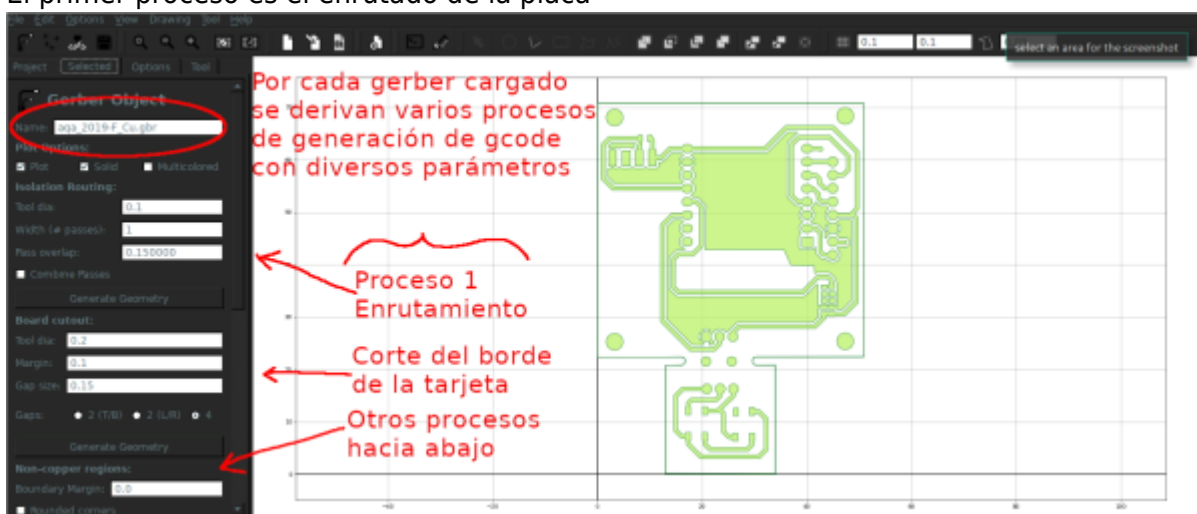


- 2. Podemos previsualizar el diseño del circuito para la capa de cobre, seleccionamos la capa que

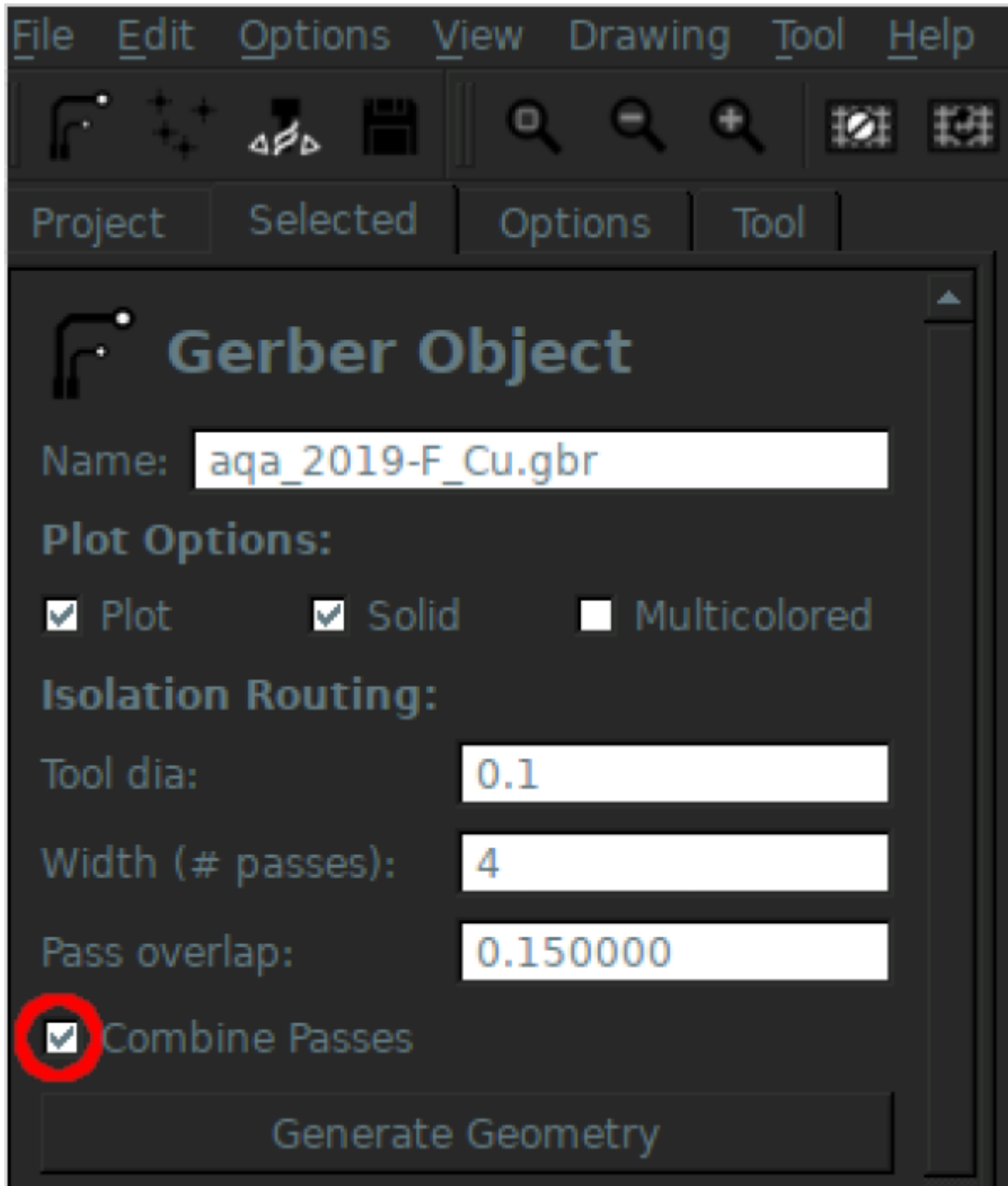
se desee maquinarse y genera el proceso de creación de rutas por donde va a pasar la fresa



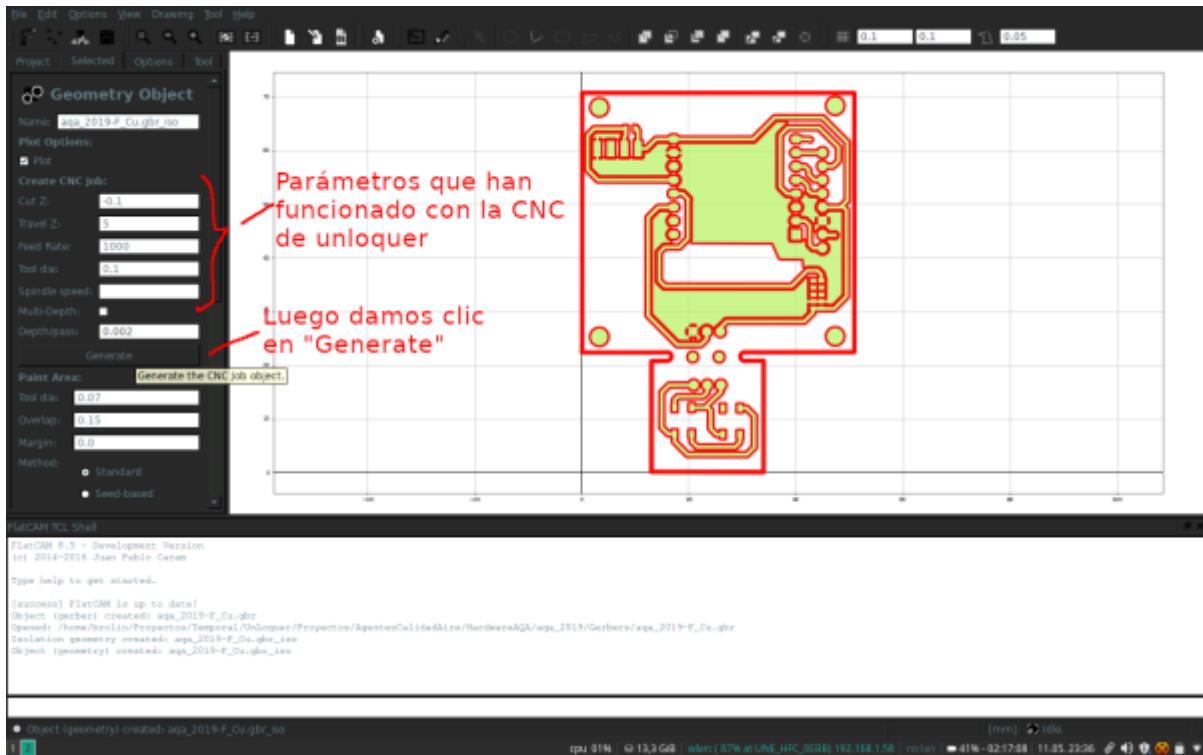
3. El primer proceso es el enrutado de la placa



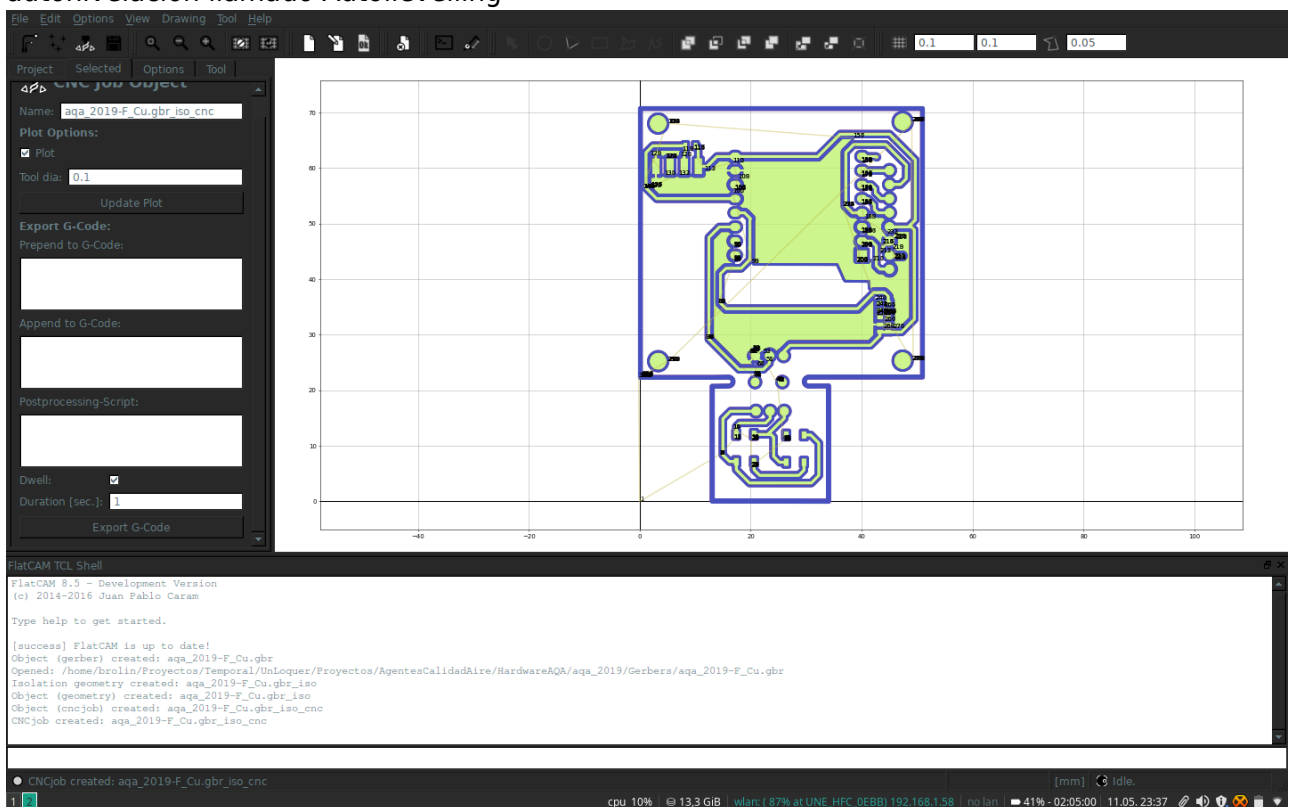
4. Los parámetros seleccionados para una punta V de 0,1mm (existen de otros tamaños) y para que la vista tenga buena aislación se definen 4 pasadas de la punta



5. Se genera la ruta que se en rojo en el gráfico, pero luego es necesario definir la profundidad del maquinado en el eje Z. Se da clic en generate para exporta el g-code



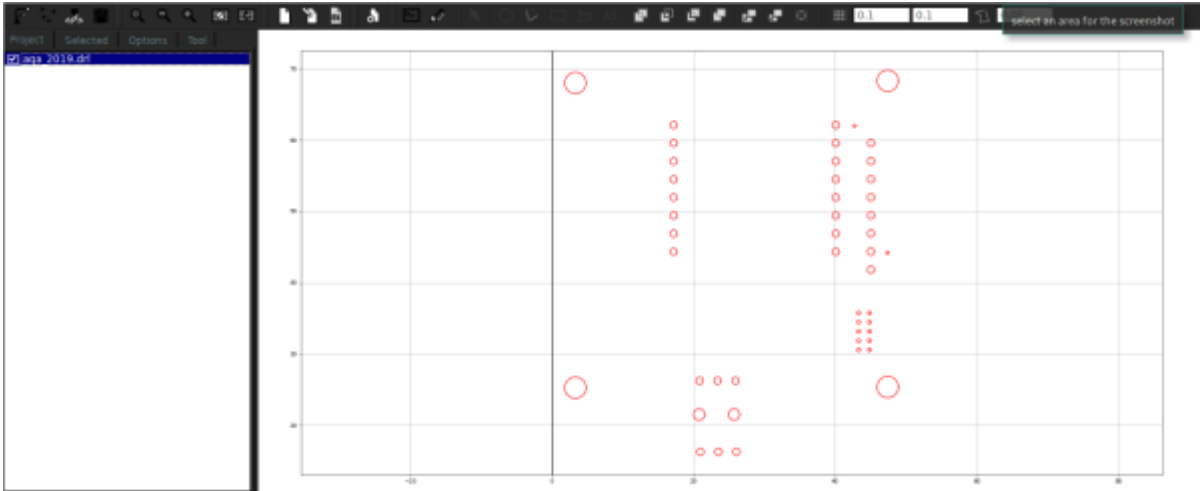
6. El archivo que se genera en este proceso es que el vamos a pasar por el software de autonivelación llamado Autollevelling<sup>4)</sup>



**Perforaciones:** El proceso para la generación del g-code para las perforaciones es similar al explicado anteriormente, esta vez se carga el archivo .drl a partir del ícono mostrado en la primera figura de esta sección

1. Cargar archivo de perforaciones

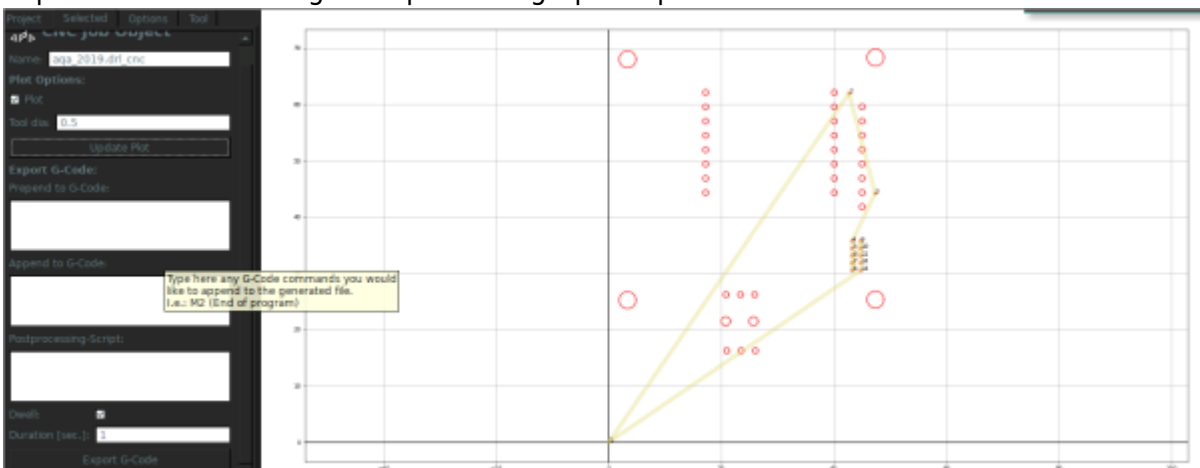




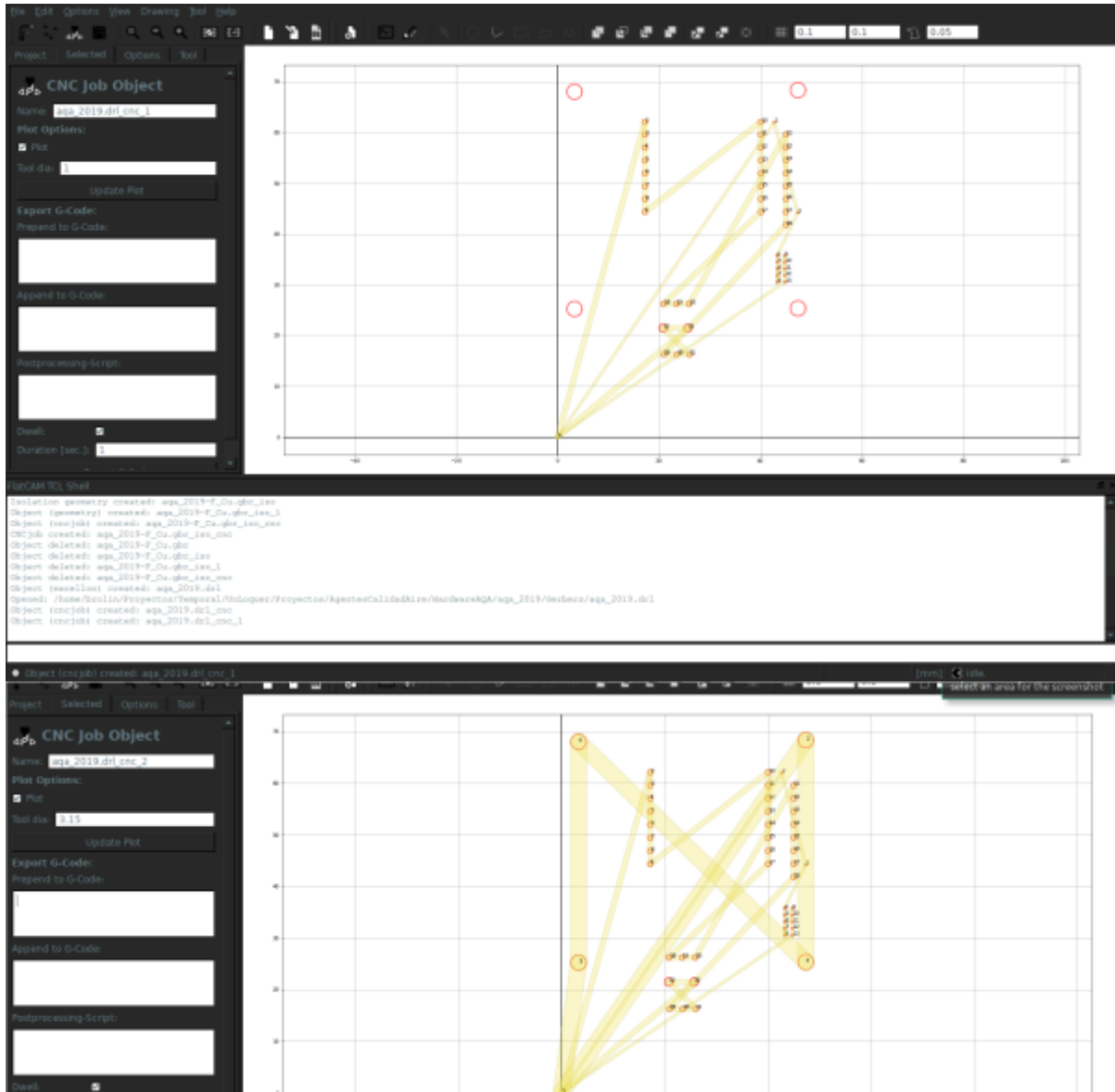
2. Seleccionamos los grupos de tamaños de huecos según la broca con la que vamos a hacer las perforaciones



3. Exportamos el archivo g-code por cada grupo de perforaciones



4. Para este caso son 0.5mm, 1mm y 3mm



5.

### Autolevelling:

Este proceso es crucial para la calidad del prototipo, como la capa de cobre sobre las baquelita es tan delgada (0,1 - 0,2 mm) un desnivel de 1mm nos producirá efectos no deseables en el maquinado de la pcb. La máquina cnc tiene un puerto para probar el nivel ...

File Options Tools Help

Mesh Probe (PFG)

\*Starting X: -0.515  
\*Starting Y: -0.63  
\*X Width: 52.11  
\*Y Length: 71.995  
XY Feed: 1000  
Z Feed: 100  
Probe Depth: -1  
Probe Clearance: 5  
Point Spacing: 10  
Probe Safe Height: 25

\* - Required  
Note: Mesh fields display the Mesh size without insets

Total Points	Points per Row	Rows
48	6	8

Controller: Custom Units: Millimet. Insets: 0 0 0 0

Load OGF  
Clear OGF

Mesh/Probe Area: ■ Probe Point: ● Linear Toolpath: — Traversal Move: — Arc Toolpath: —  
Drill Cycle: X

Job/OGF Area: Units=Millimeters X=-0.515 Y=-0.63 Width=52.11 Height=71.995 Mesh/Probe Area: Units=Millimeters X=-0.515 Y=-0.63 Width=52.11 Height=71.995  
Level Options: Maximum Segment Length=5.0, Init Block=Default, PFG Init Block=Default

Autolevel  
Generate PFG

## Custom Controller Options

select an area for the screenshot

Pre-probe Command:	<input type="text" value="G4 P1"/>
Probe Word:	<input type="text" value="G31"/>
Post-probe Command:	<input type="text" value="M2002"/>
Pre-zero Command:	<input type="text" value="M2005"/>
Zero Word:	<input type="text" value="G52"/>
Post-zero Command:	<input type="text" value="M100"/>
Current Z Parameter:	<input type="text" value="#2002"/>
Starting Probe Parameter:	<input type="text" value="#500"/>
Open Log Command:	<input type="text" value="M40"/>
Close Log Command:	<input type="text" value="M41"/>
File Extension:	<input type="text" value="nc"/>

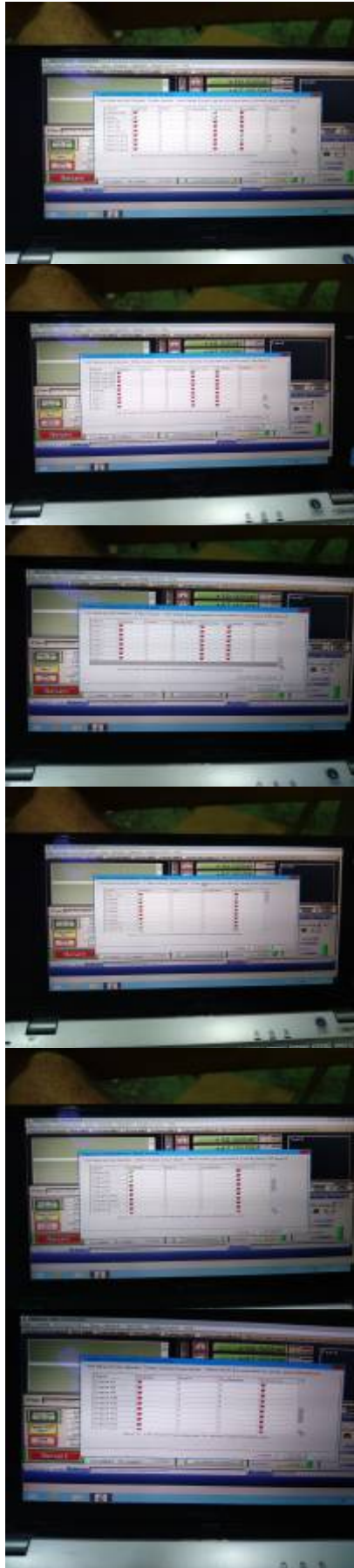
Example GCode:

```
M0 (Attach probe wires and clips that need attaching)
(Initialize probe routine)
G0 Z25 (Move clear of the board first)
G1 X12.042 Y10.1 F600 (Move to bottom left corner)
G0 Z1 (Quick move to probe clearance height)
G4 P1
G31 Z-1 F100
M2002
G52 Z0
G0 Z1 (Move Z to above the contact point)
G31 Z-1 F100
M2002
```

### MACH3 CONFIG







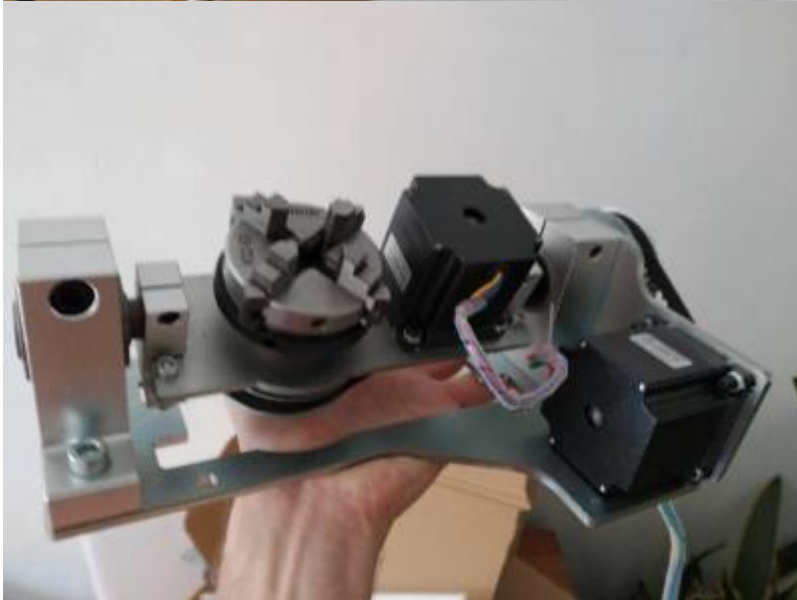


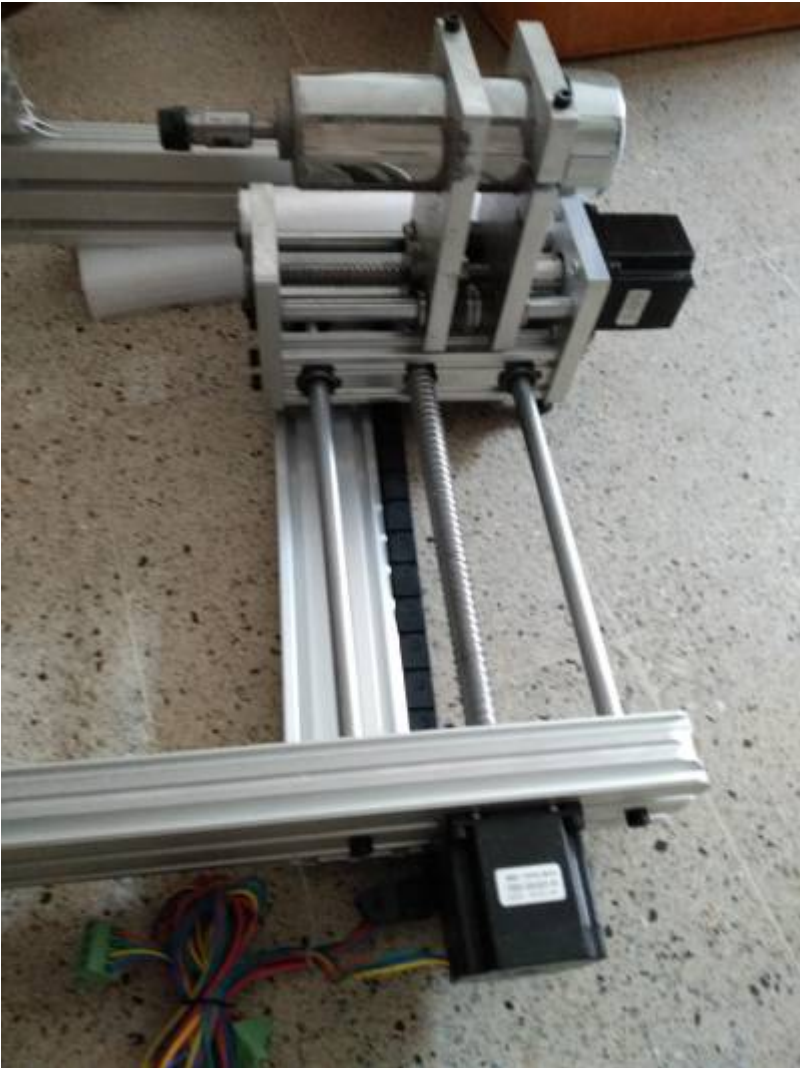
## Hardware

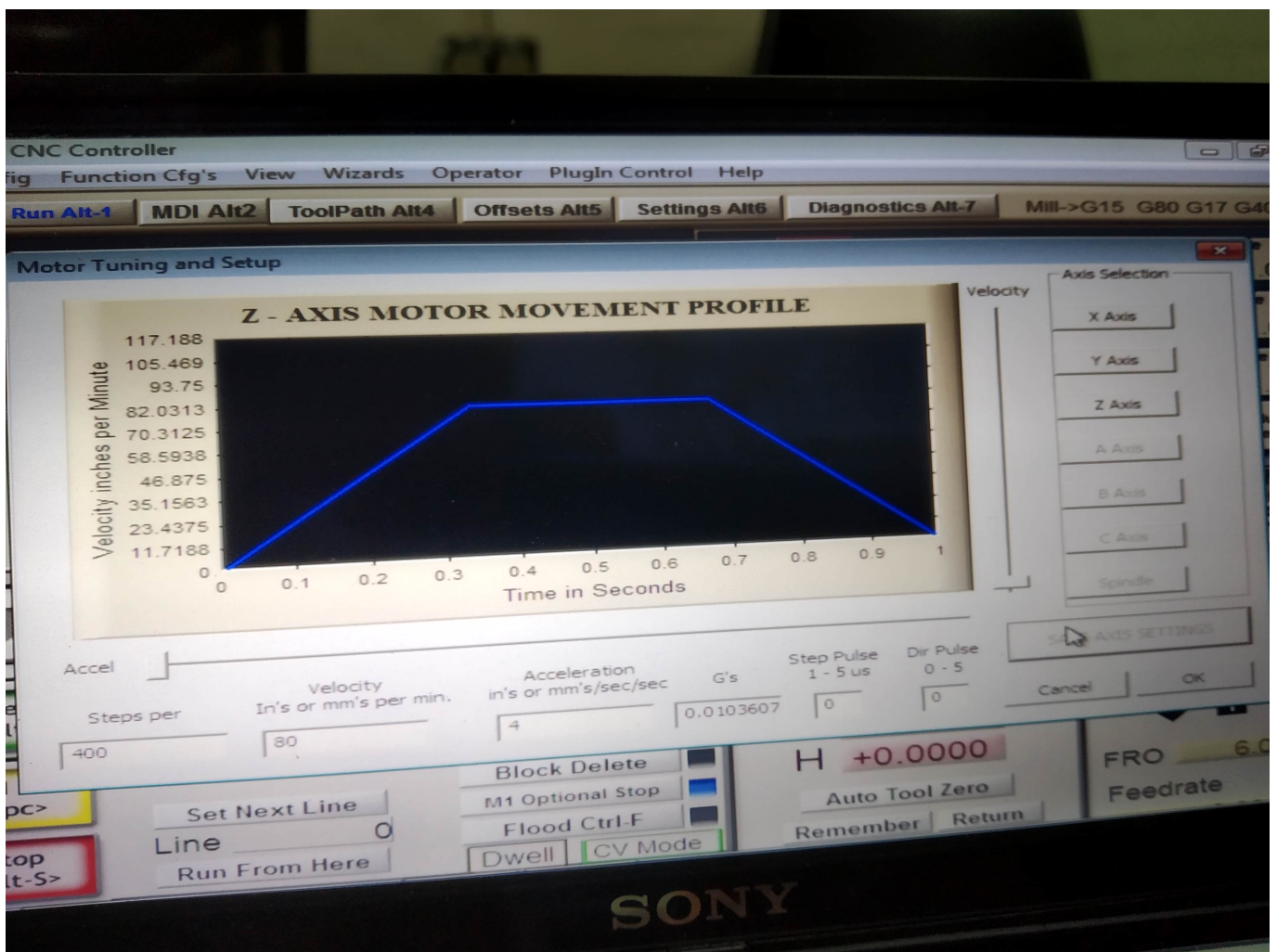
- Mesa nivelada
- Puntas de maquinado:
  - en **“Ve”**:
  - **cuadradas**:
- Spindle
- Materiales pcb:
  - FR4
  - FR2

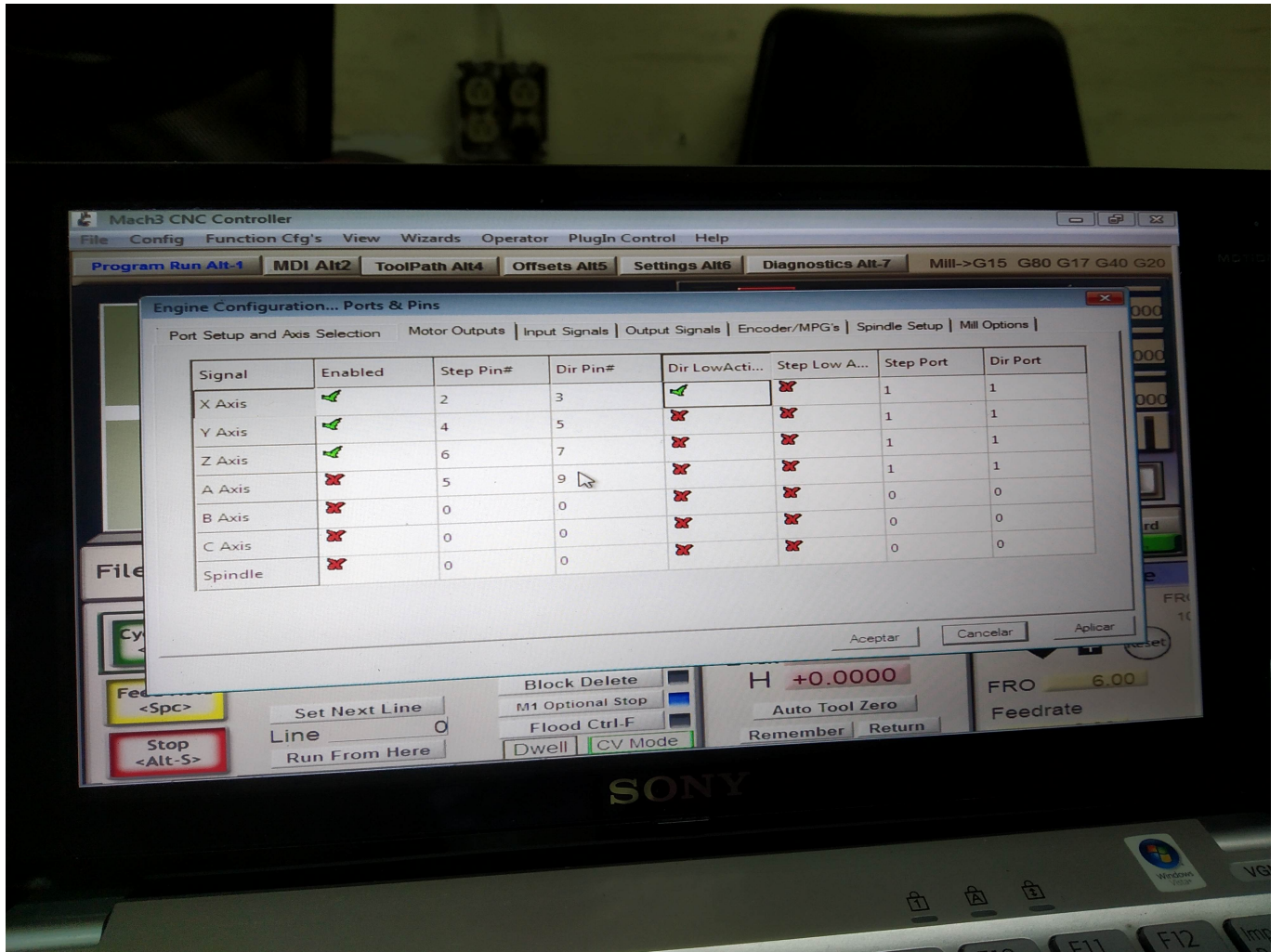


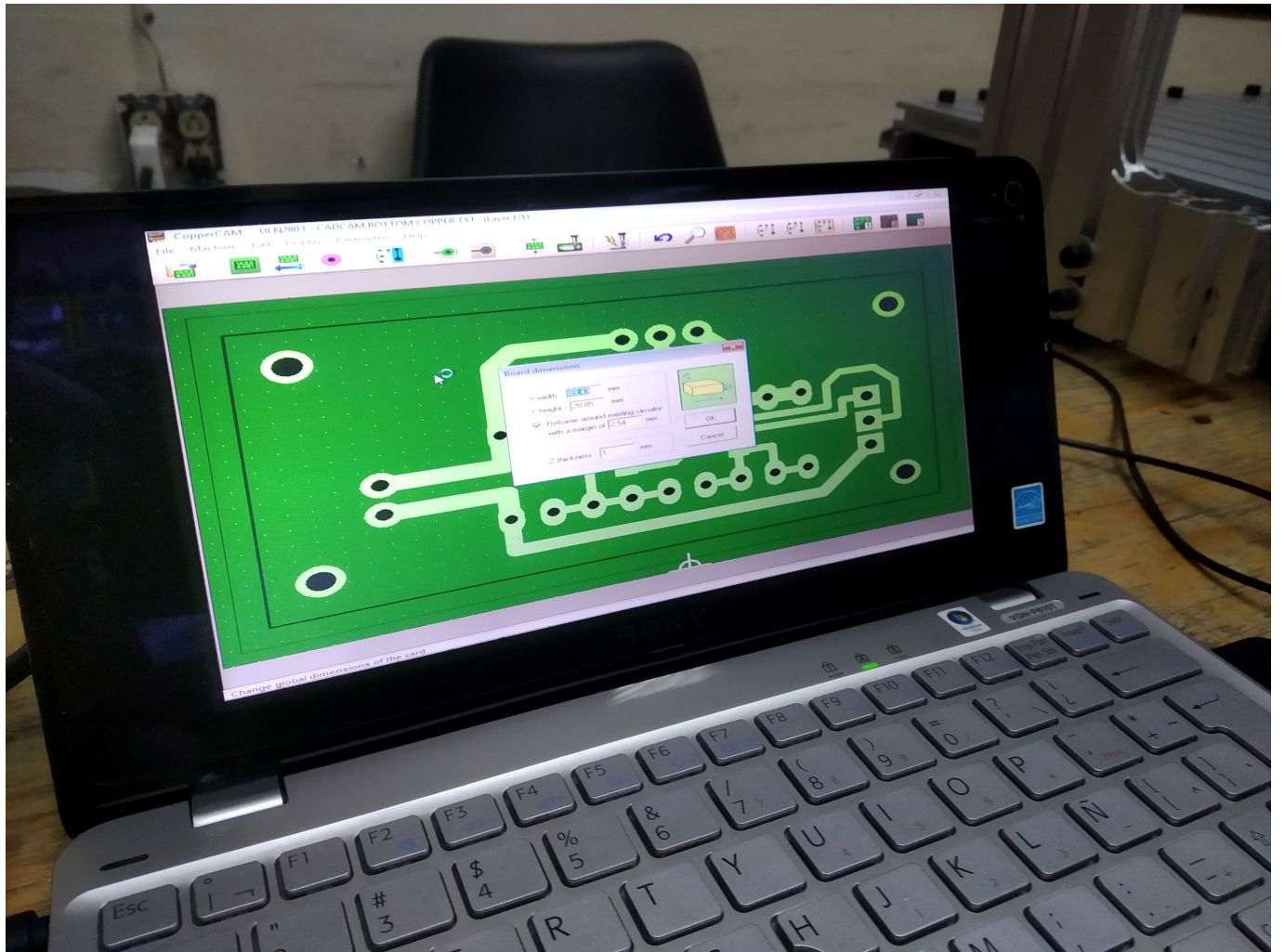
# Solución de problemas

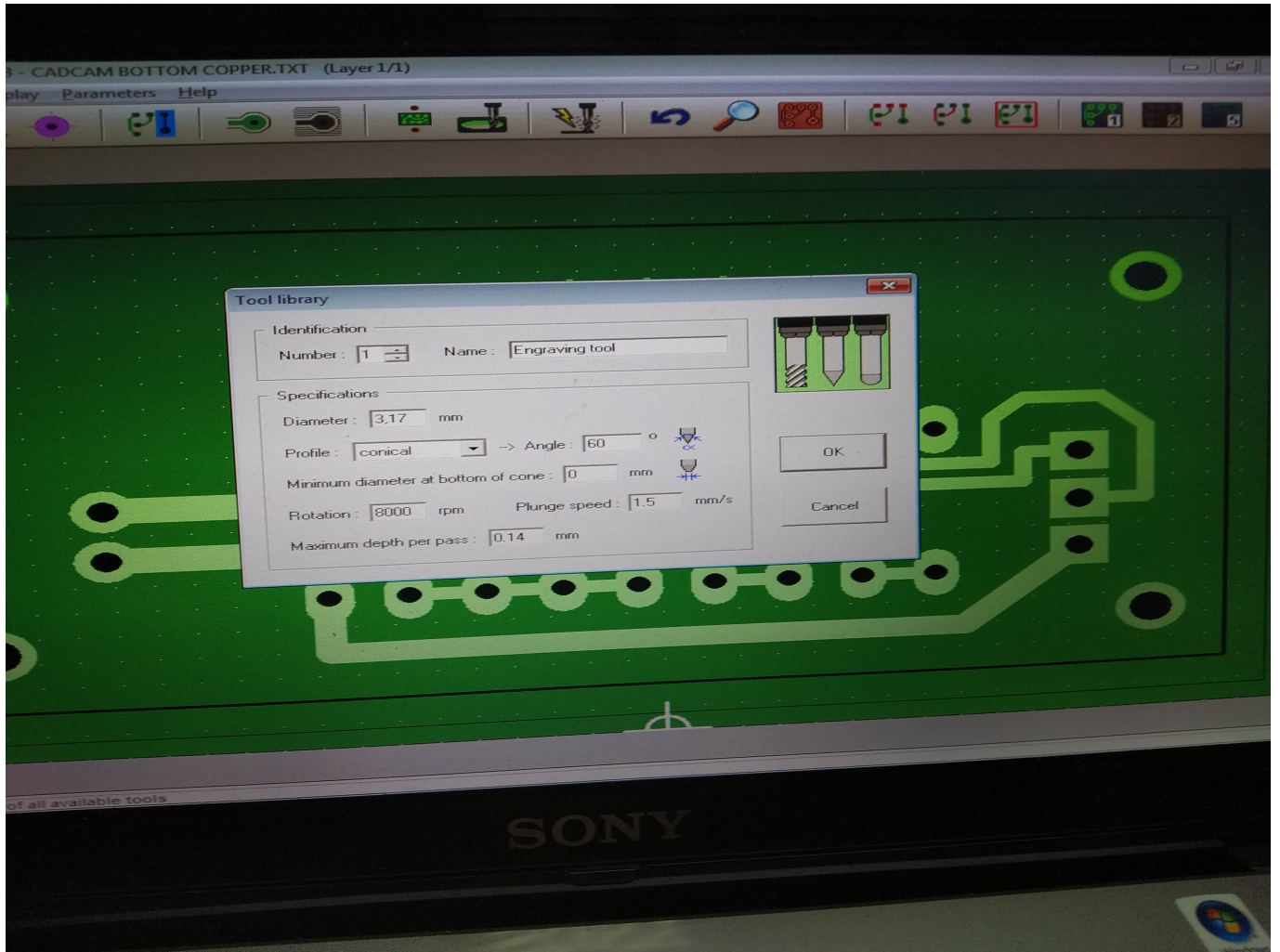


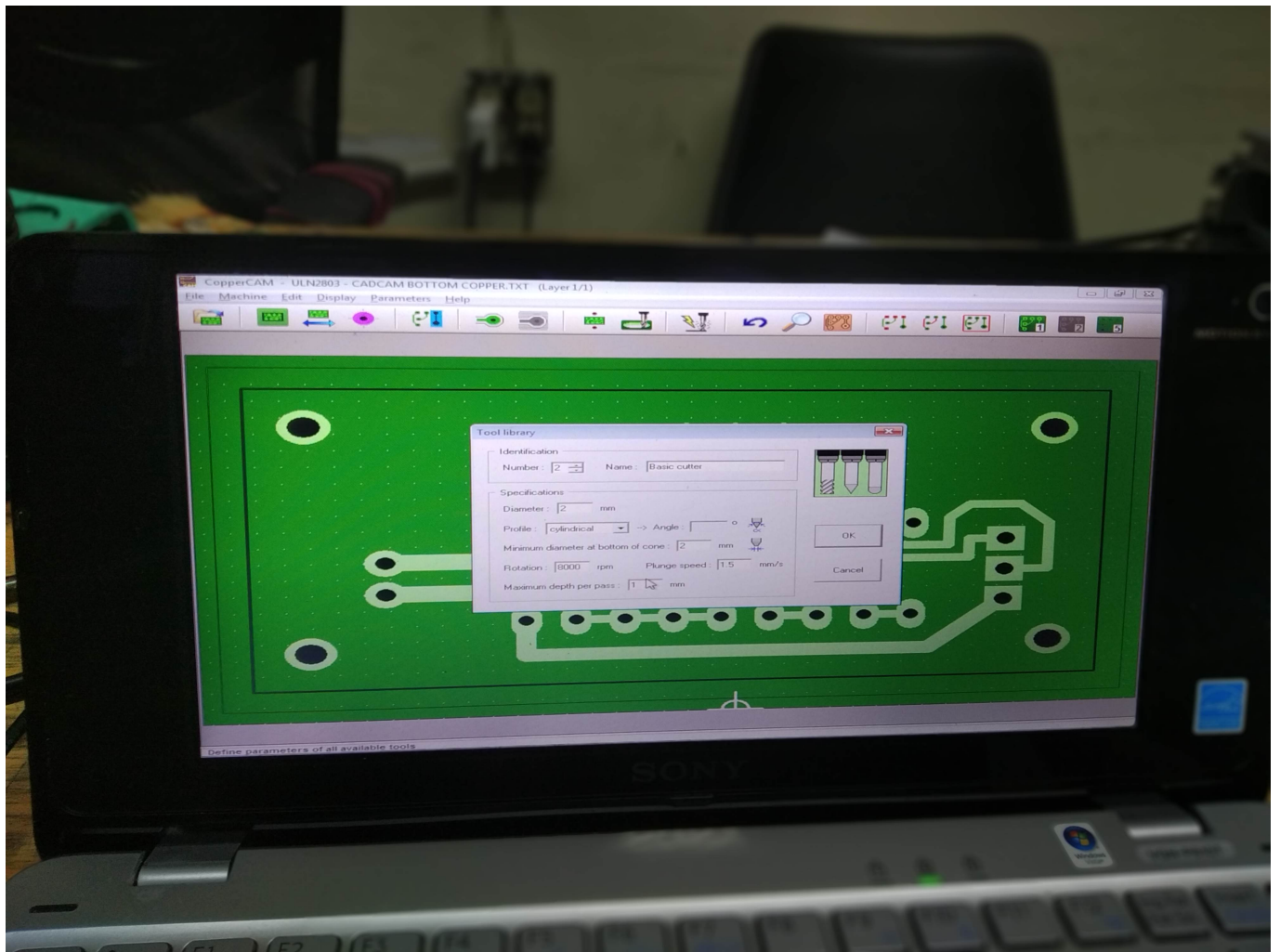


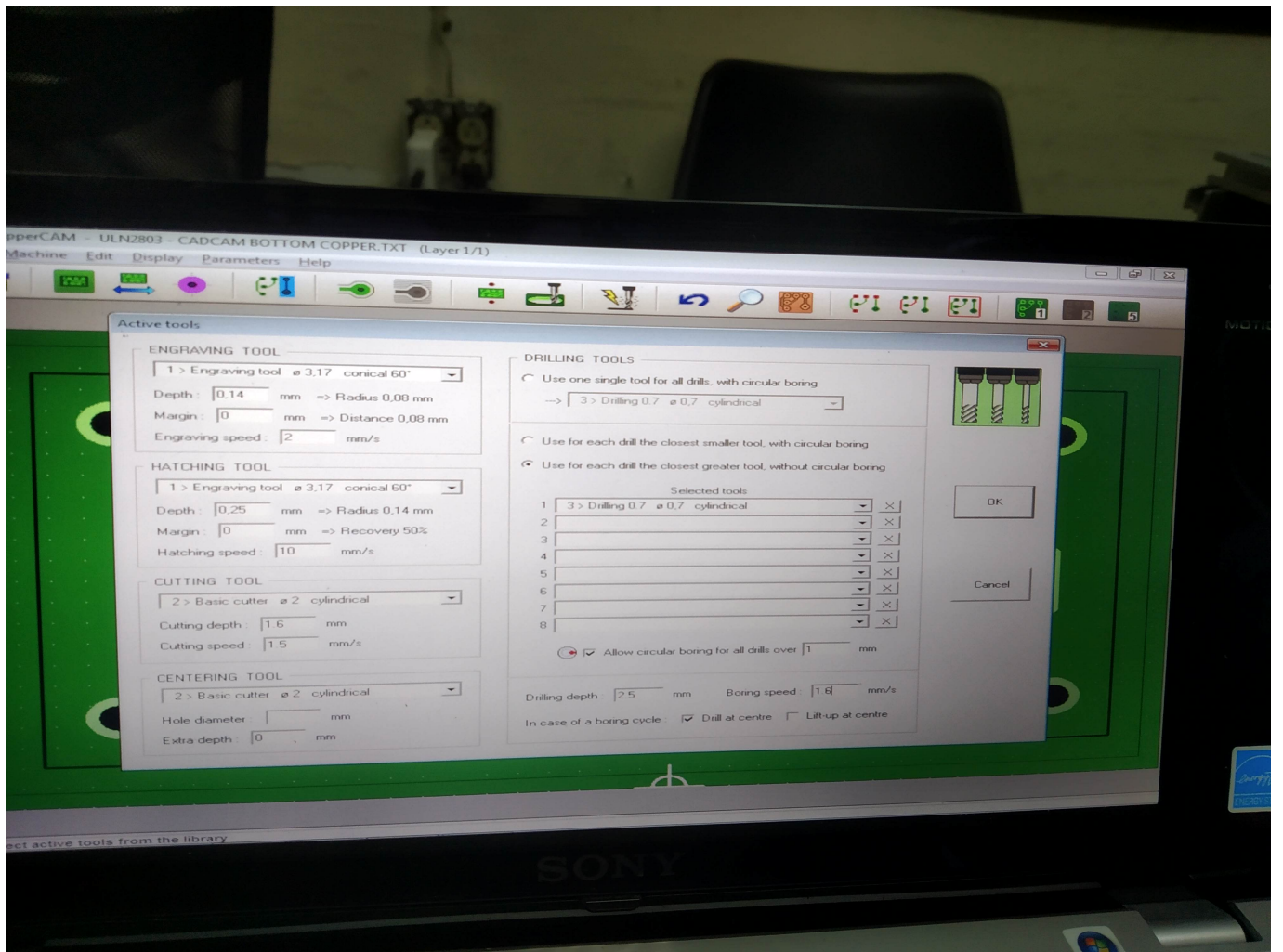




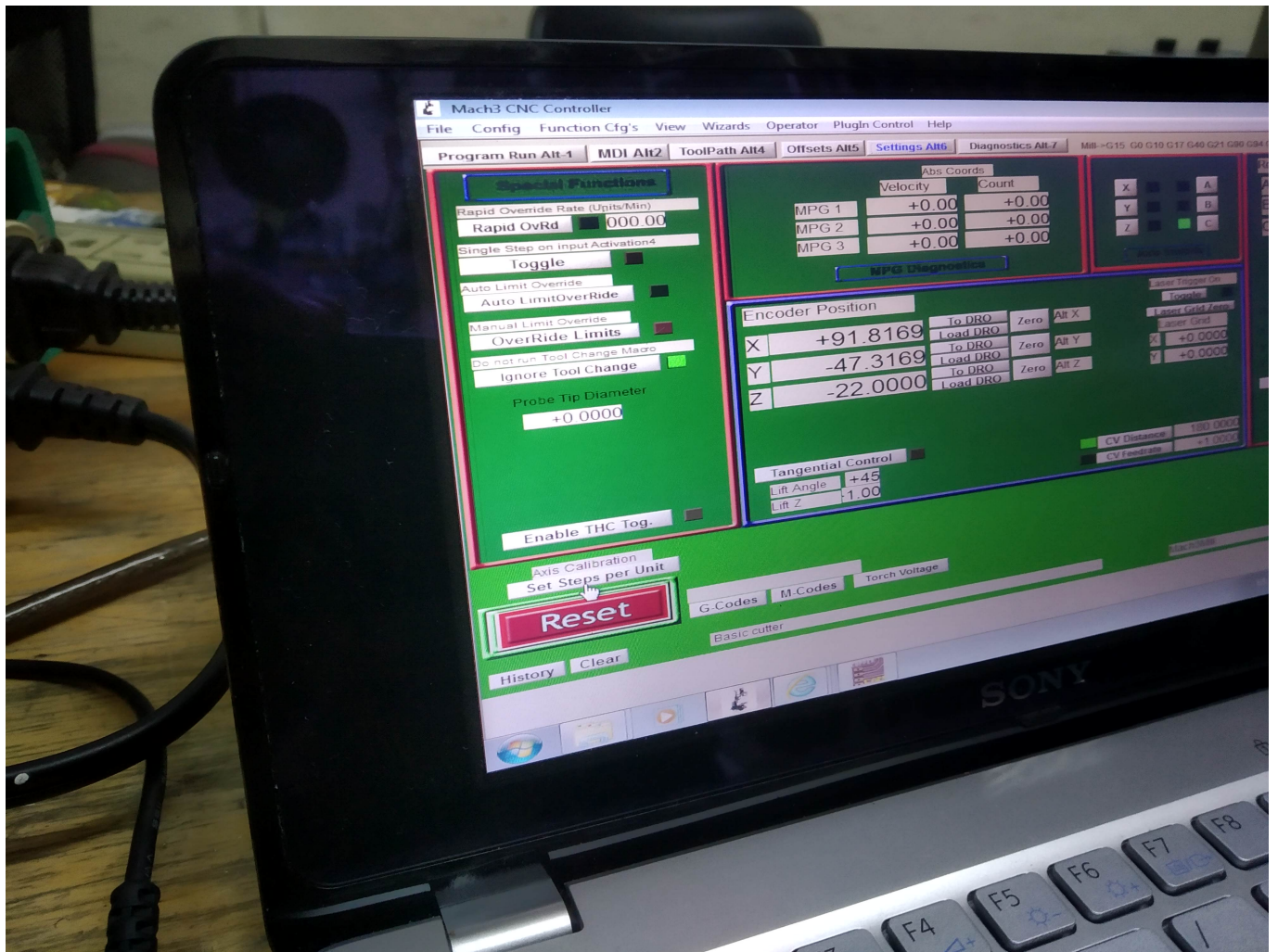


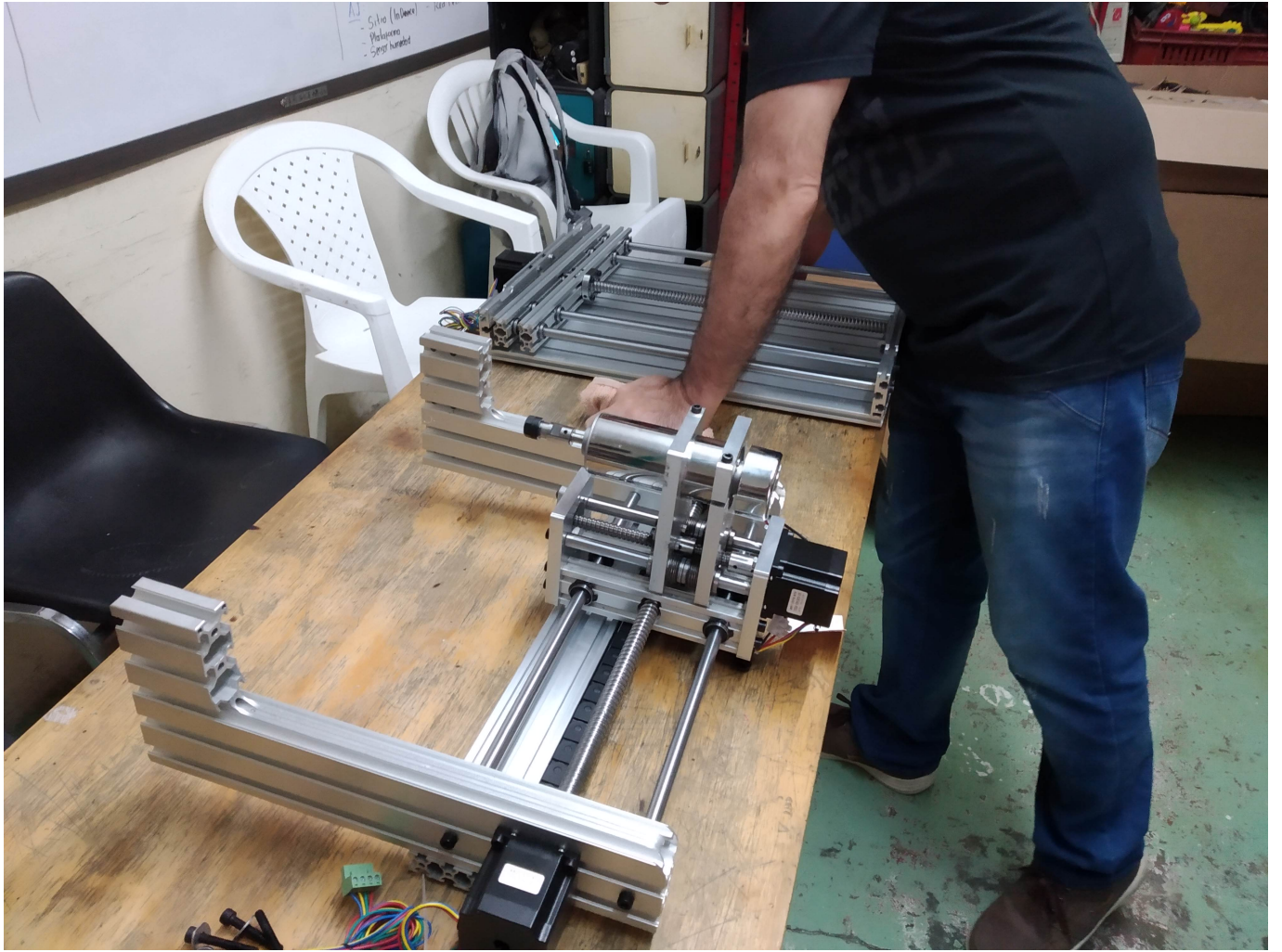


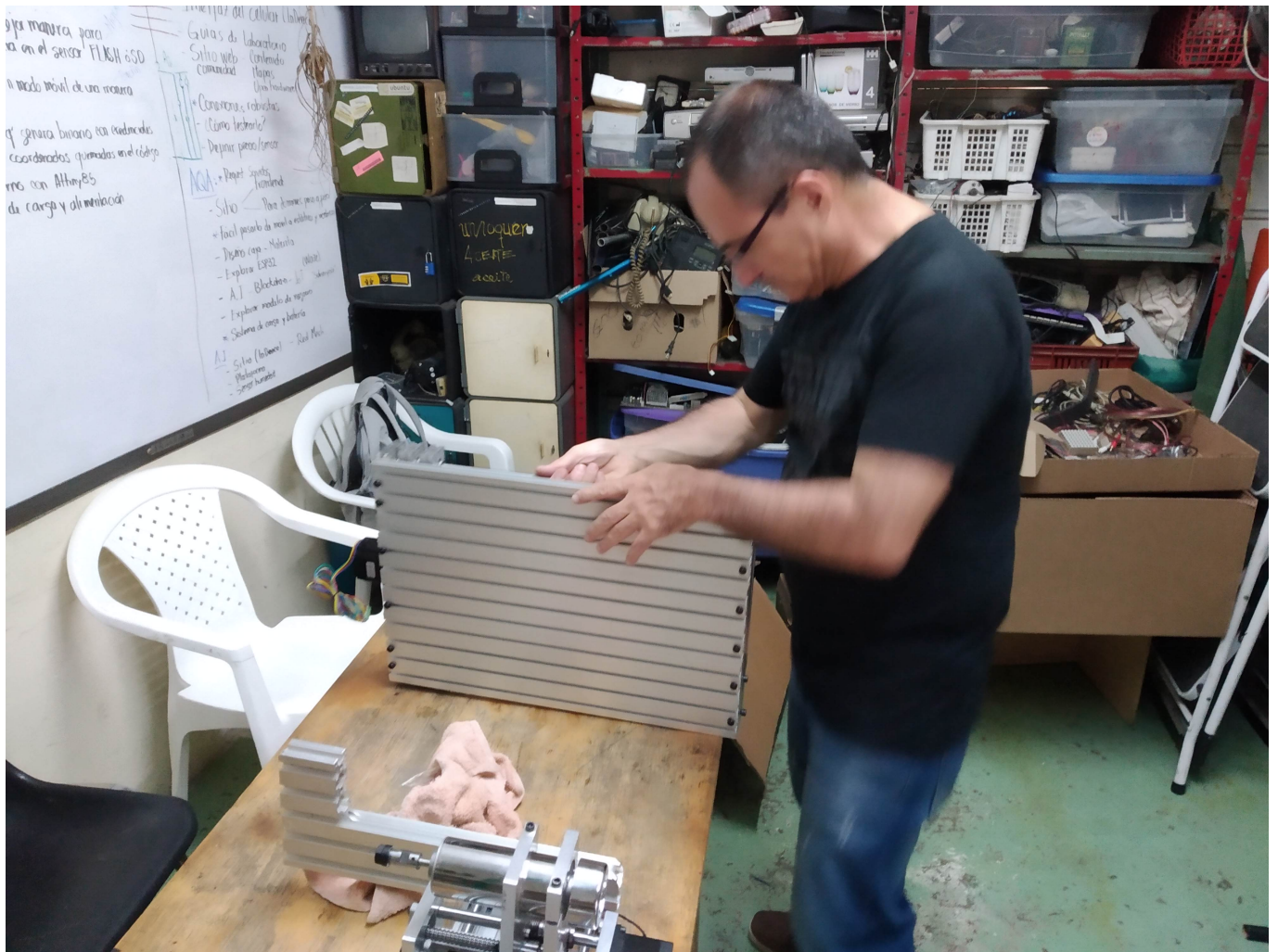


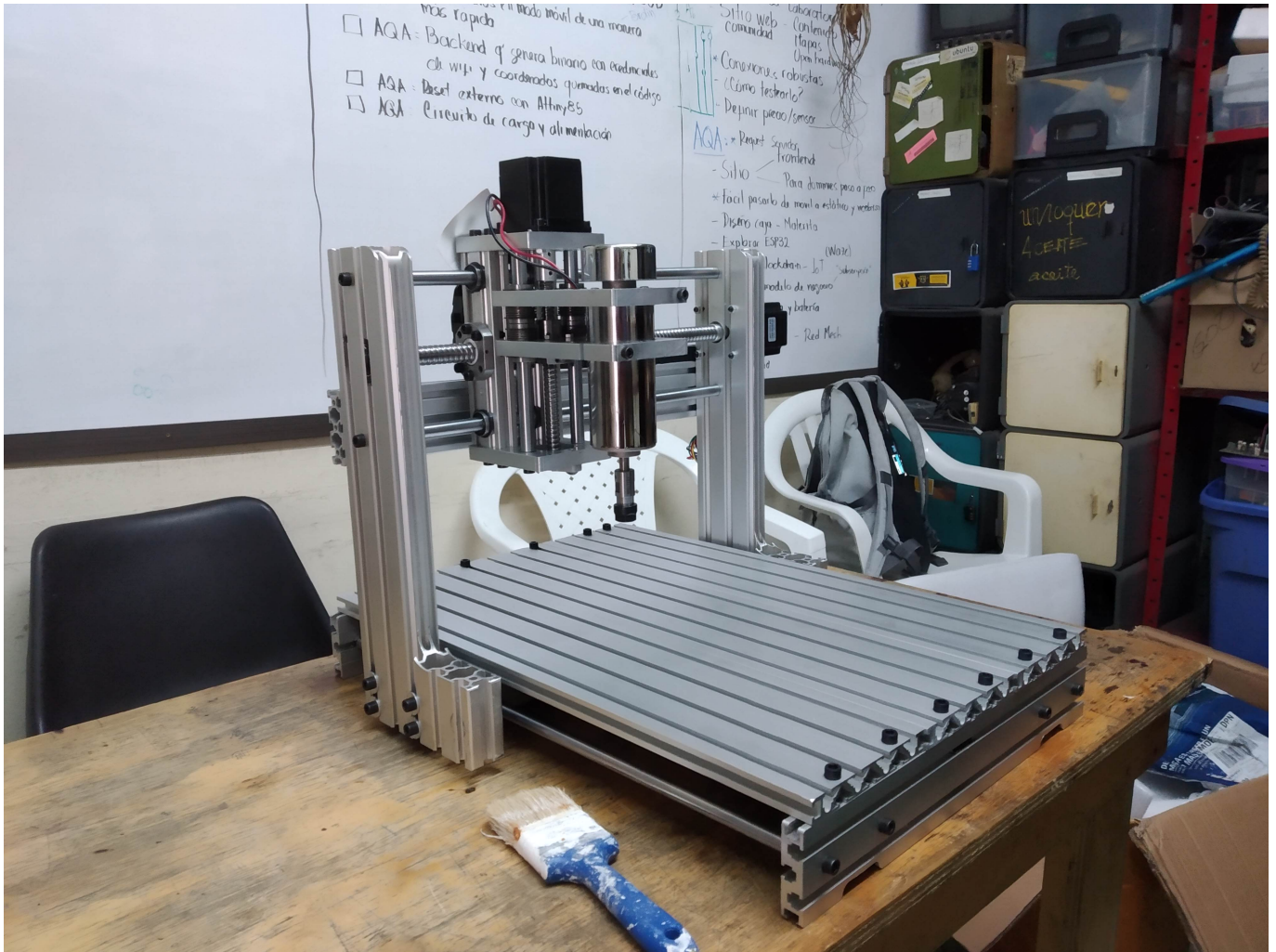


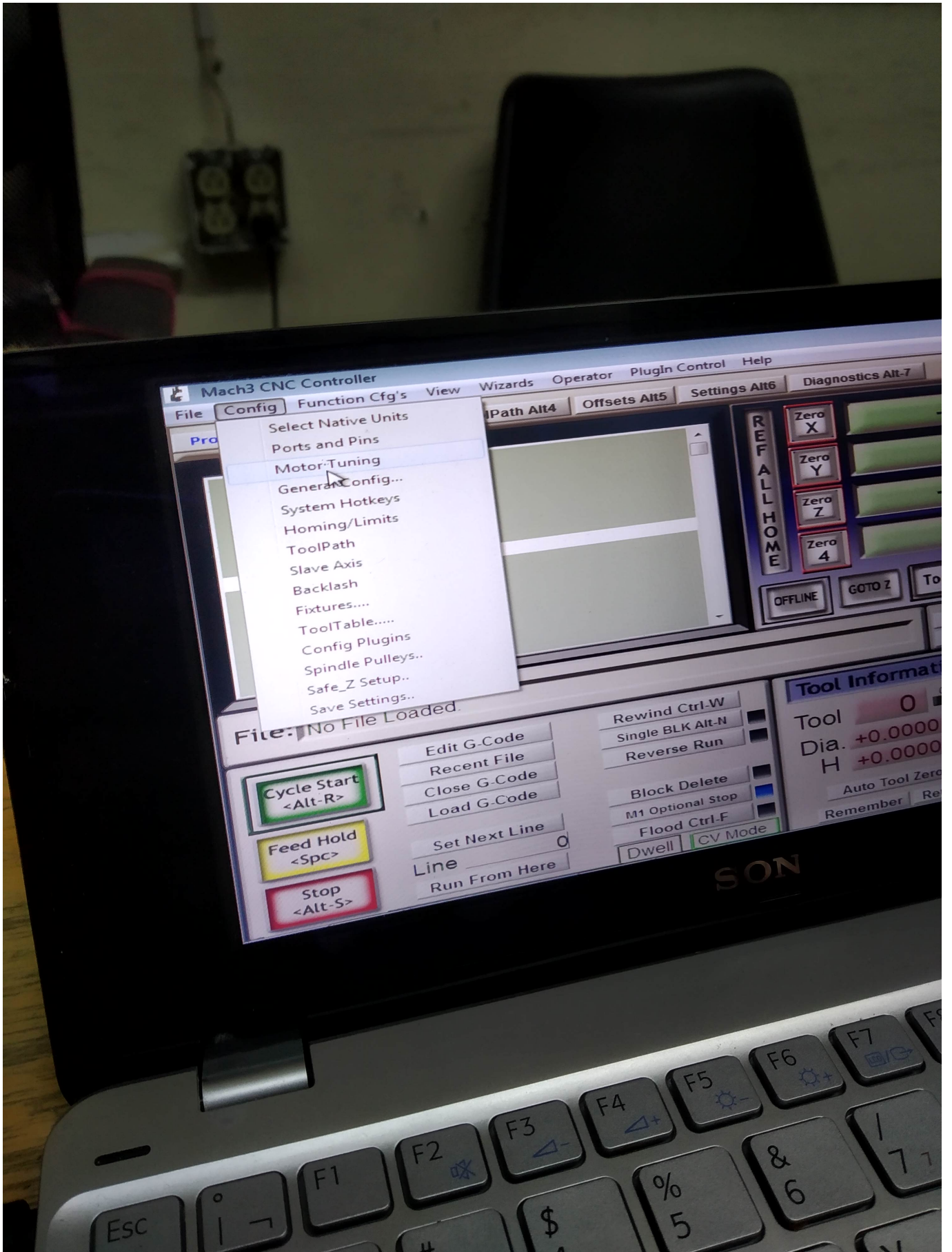








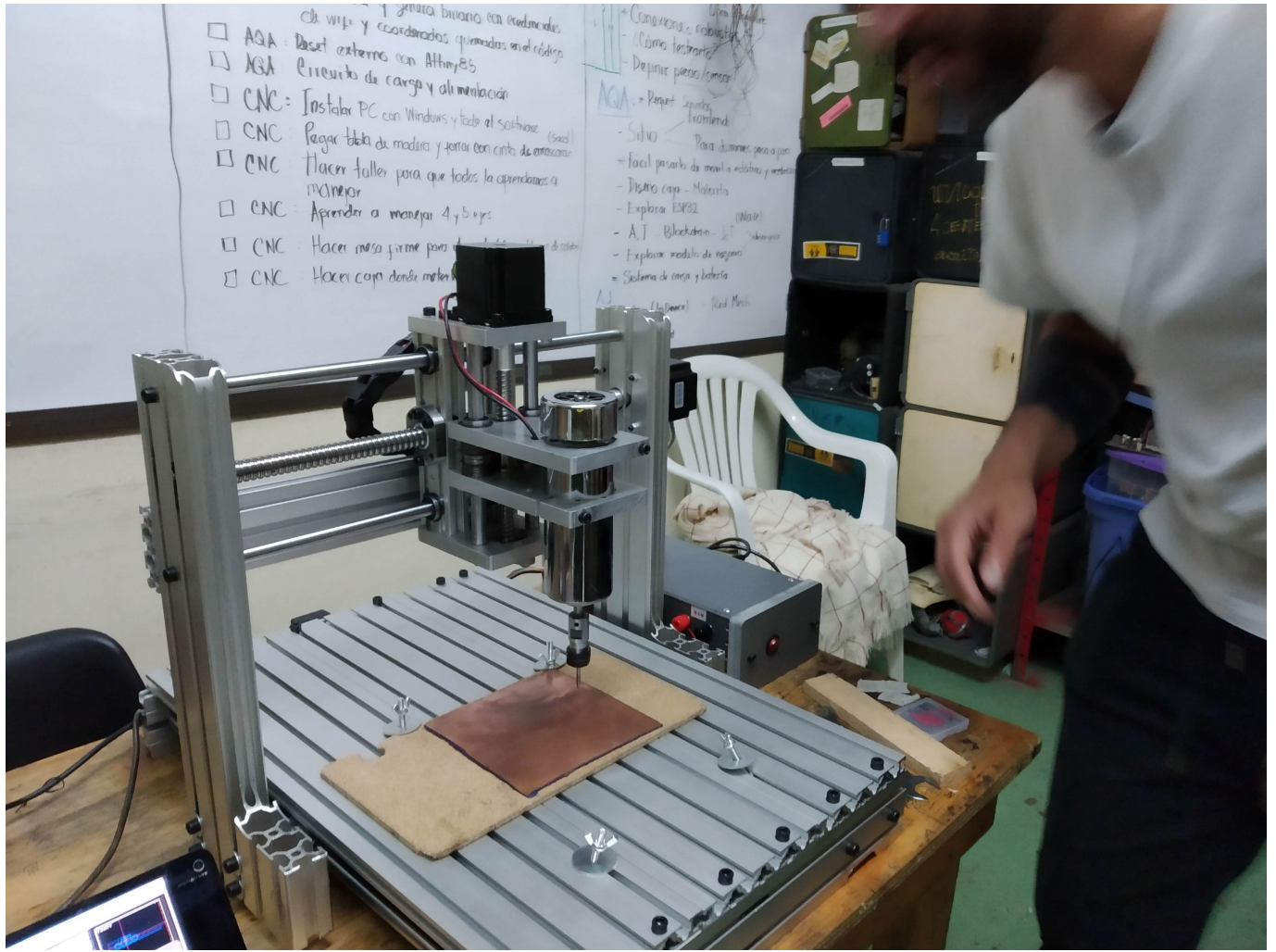




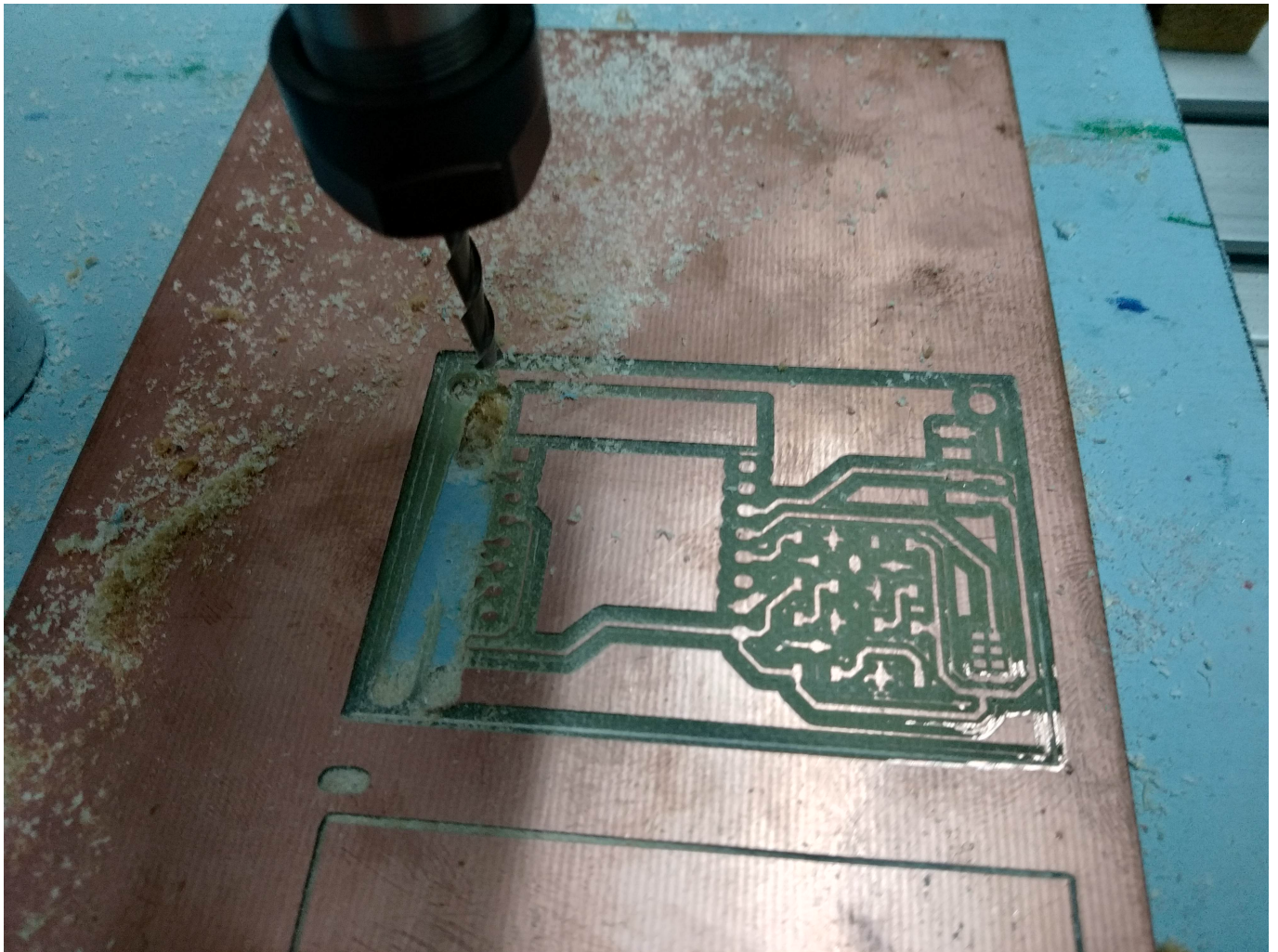


[vid\\_20190313\\_201445.mp4](#)  
[vid\\_20190313\\_203753.mp4](#)  
[vid\\_20190313\\_210048.mp4](#)  
[vid\\_20190313\\_210108.mp4](#)

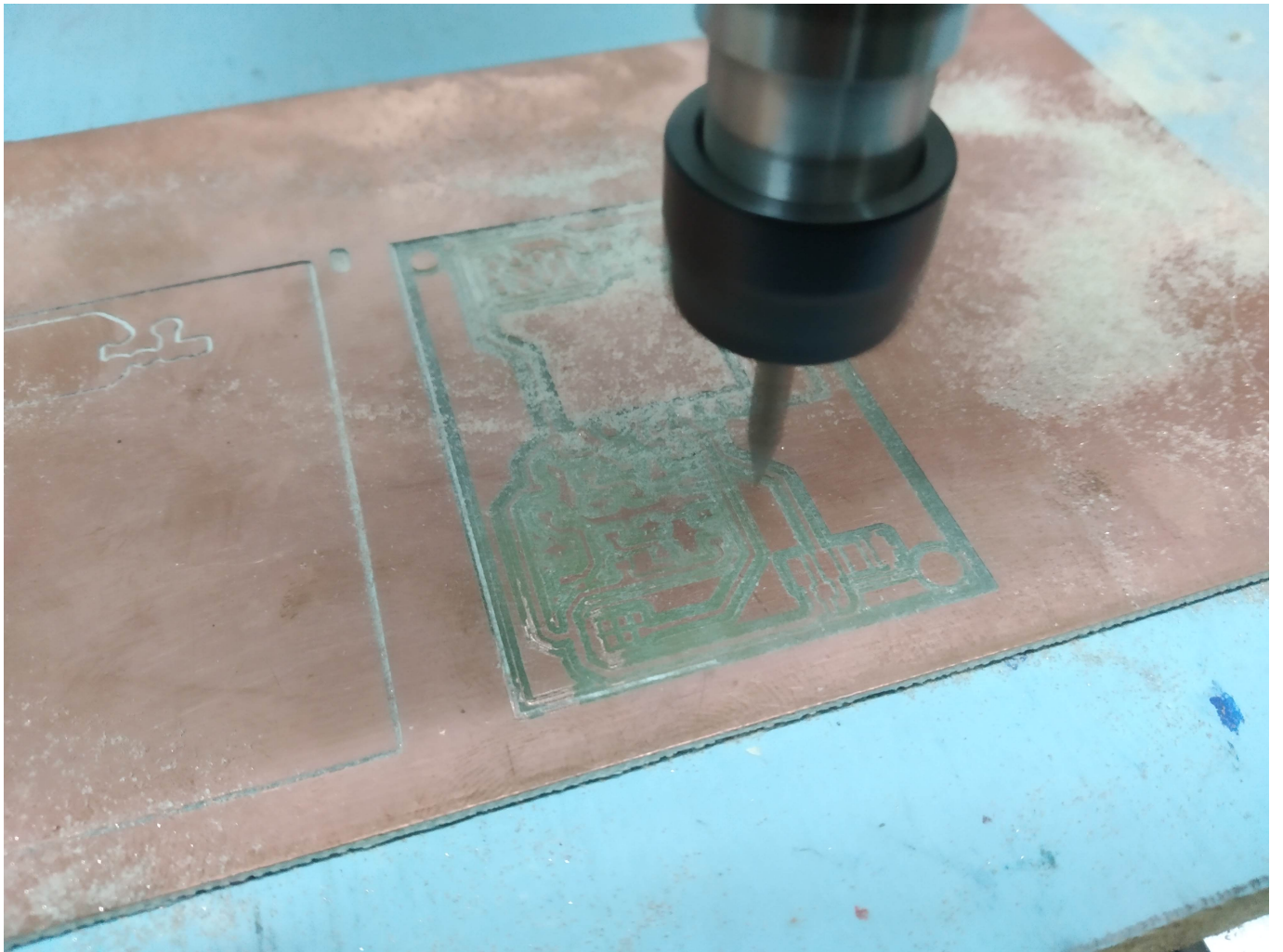




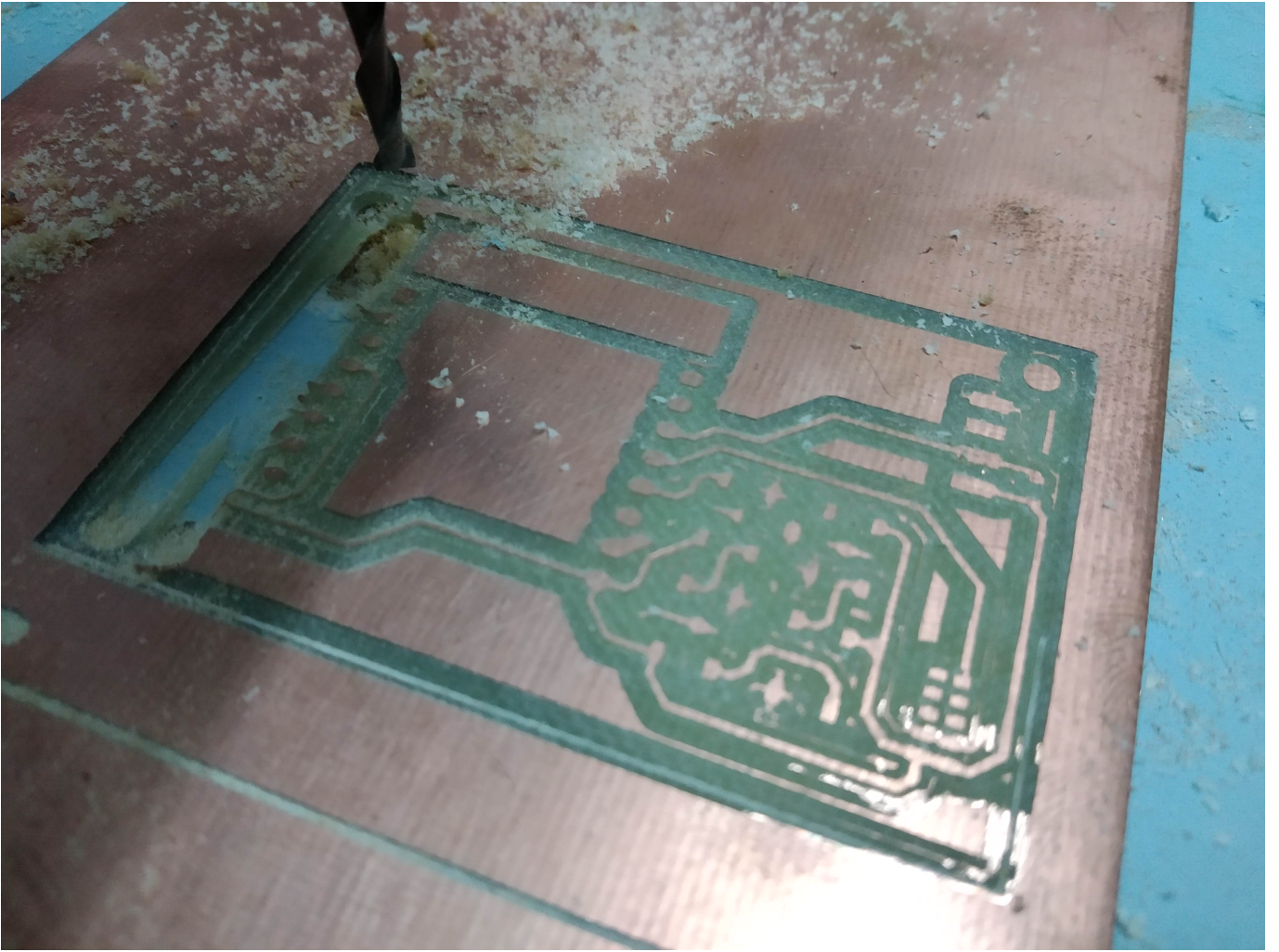




[vid\\_20190415\\_195658.mp4](#)



[vid\\_20190415\\_200933.mp4](#)



**CNC** (1) online gcode viewer ncviewer.com

octoprint > no serial connection

**SOFTWARE**

**CAD**: kicad → serber

↓  
 conversión a gcode → para mach3

SVG → FlatCAM

**CAM**: G-code Ripper → manipula g-code  
 pcb2gcode  
 rapid-pcb.com


**Autoleveling** - Chilipeppr → Java  
 Autoleveller  
 bENC (Ryhan)  
 Mach3 Wizards

↓  
 Prueba el nivel en toda la superficie y otra compensación en el eje Z. Puede ser un proceso lento

**HARDWARE**

Nivelación de la mesa

Portas (Milling tools)

Puntas en V:  Según la profundidad la punta come:  
 $2 \times \text{profundidad} \times \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$

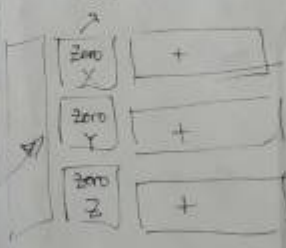
Puntas cuadradas: Para diámetros muy pequeños son muy frágiles

Spindle (El q' compramos tiene 9.000 RPM 400W)

Material

PCB = FR4 y FR2

↓  
 más dura más fácil de maquinarse  
 más resistencia menor resistencia al calor



Mach3  
 REF ALL HOME?  
 AL → Z safe height

**MACH3 SETUP**

- Instalar windows (xp o 7)
- Instalar mach3
- El driver para la q' hay en un usb es BL\_UsbMach-V22.dll → este archivo va en la carpeta plugins

Nivelar la mesa

Calibrar motores

Comp > motor tuning > steps per initial

Luego a tap settings-alt6 > set steps per unit para/eje

G31 → straight probe

↓ Bajando de medidas correctas bajo 20mm  
 orden por 10

El Z: ↑ Subiendo de medidas incorrectas sobre 20mm  
 orden por 10

Presinducta Z -0,126  
 Pasadas = 4  
 feed = 1000

**CNC** (2) → Driver del controlador → BL\_UsbMach3\_V22.dll  
de un/loquer  
¿Cuál es la versión de Mach3? ¿Se puede actualizar?

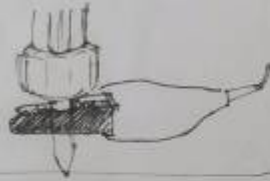
NO FUNCIONA AUTOLEVELLER

FAG ↓ Will autoleveller work with my USB board?  
 ✓ Necesita soporte de palabra G31 para hacer el Z probing (Detecta contacto al cargar un circuito) pero no guarda bien los pts.

↓  
 En el foro: Mach3 USB probing workaround and discussion  
 → Con las configuraciones de AE en la captura de pantalla hace el proceso de probing bien pero no almacena bien los valores

workaround: Add a macro routine containing "SetVar(2002, setoemprod(8021))"  
 ¿Cómo se crea esto?

No olvidar conectar la presa al caiman a la tierra!!



El script q' hice no funciona:  
 ✓ No se si b' está ejecutando?  
 ✓ Si lo está ejecutando, q' valores obtiene en q' probe?  
 → Obtienen al parecer valores correctos q' se ven a través del Operator > Gcode Var Monitor > para la addr 2002

↓  
 El archivo q' yo creo para almacenar probes.txt este contiene valores incorrectos. En la misma carpeta me aparece un archivo llamado rawprobe con otros valores

Si puedo visualizar los vales gcode, ¿cómo puedo exportarlas? #500 ... #525  
 ¿Cuánto es un buen valor de feedrate? Necesito verificar si son correctos

La velocidad depende del parámetro en Flatcam también la altura Z con que se mueve la punta  
 El algoritmo de interpolación lineal calculado directamente en mach3 es más lento q' tener ya el gcode nivelado con los valores adecuados?

hay ruido en la probe el contacto no es permanente. Solucionar a la pcb la terminal que va al disco de 10mm

## Exportar gerbers en kicad

- Definir origen auxiliar → <https://hacmanchester.github.io/LaserCutter.PCB.Making/KiCad/KiCad-ExportGerber/>

## Convertir gerbers gcode

- <http://copper.carbide3d.com/>

- Visualizar gcode <https://ncviewer.com/>

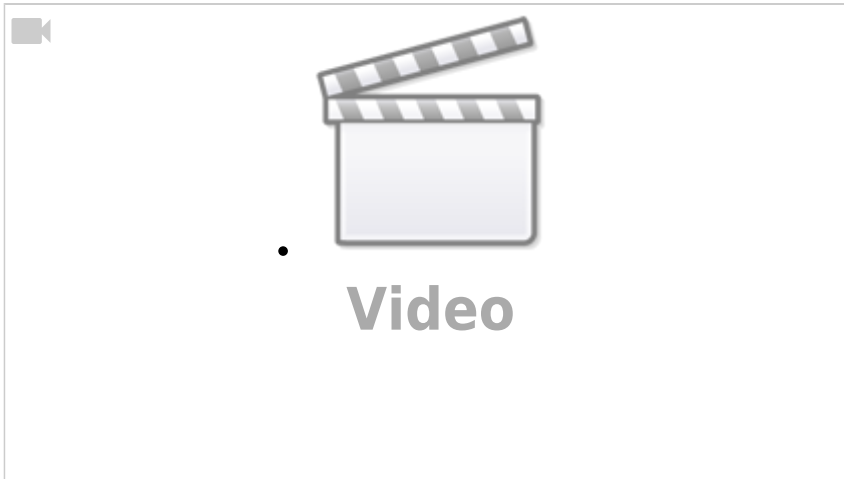
## Milling

- La nivelación de la máquina es crítica para un buen resultado
- La superficie debe ser firme, 0 vibraciones
- La usabilidad de las puntas va a depender mucho de la velocidad del motor, y del 'feed' que se le de a los ejes; las puntas se pueden romper facil a altas velocidades, hay que encontrar las que sirvan mejor para limpiar cobre de una pcb
- Para limpiar el cobre realmente necesitamos una profundidad mas o menos de 0.05mm, se realizo un test a 0.08mm de profundidad y funciona bastante bien

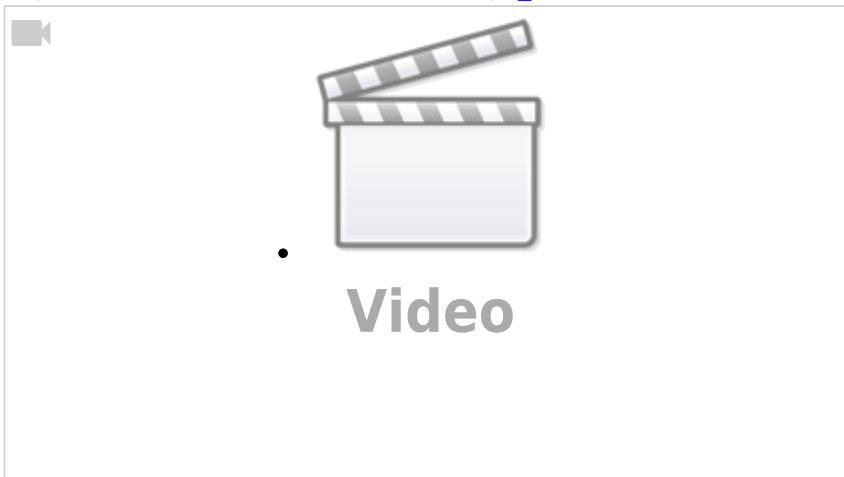
### ¿Cómo seleccionar la punta?



- Descripción detalla de las puntas de cabeza plana y la puntas en V → <https://support.bantamtools.com/hc/en-us/articles/115001656913-Engraving-Bit-Isolation-Milling>



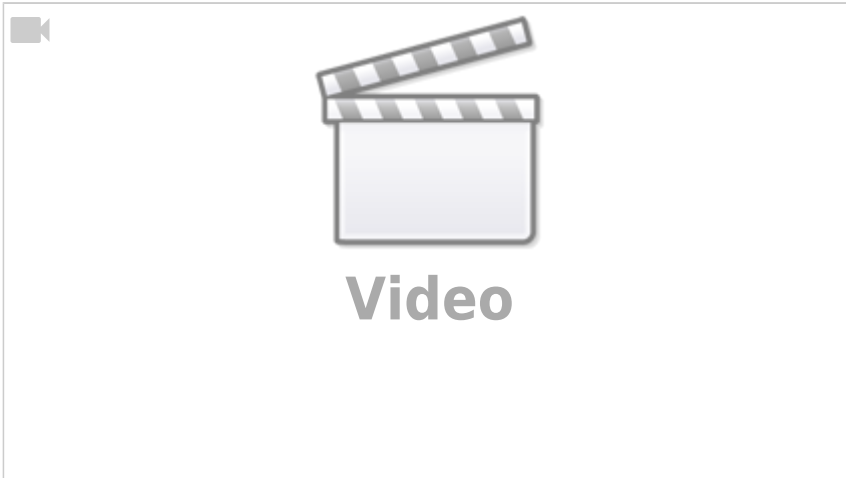
- [http://easel.inventables.com/users/sign\\_in](http://easel.inventables.com/users/sign_in)



## Referentes

- <http://www.buildlog.net/blog/2018/07/grbl-for-esp32-beta-release/>
- <https://support.bantamtools.com/hc/en-us/articles/115001656913-Engraving-Bit-Isolation-Milling>
- <http://flatcam.org/>
- <http://scorchworks.com/Gcoderipper/gcoderipper.html#features>
- <https://www.inventables.com/projects/how-to-mill-a-through-hole-pcb>
- <https://www.instructables.com/id/Probing-and-Milling-a-PCB-using-an-Arduino-Based-C/#step0>
- <https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/wiki/Home>
- <https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/wiki/Reachout>
- [https://reprap.org/wiki/PCB\\_Milling#FlatCAM](https://reprap.org/wiki/PCB_Milling#FlatCAM)
- [https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/wiki/V-Shaped\\_bits\\_\\_Groove\\_Dimension\\_Tables](https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/wiki/V-Shaped_bits__Groove_Dimension_Tables)
- <https://github.com/vlachoudis/bCNC/wiki/AutoLevel>
- <http://www.autoleveller.co.uk/faqs/#qe-faq-6974>
- <https://www.cnczone.com/forums/xzero-cnc/192666-cnc-3.html>
- <https://ncviewer.com>
- CLAVE
- <https://www.instructables.com/id/Custom-PCBs-on-a-CNC-Router/>
- <http://www.techydiy.org/configuring-autoleveller-with-sainsmart-genmitsu-3018-mx3-and-mach3-usb/>
  - El procedimiento genera dos archivos, uno se llama heightmap.txt que se genera automáticamente y otro al que uno le designa el nombre. Los nombres deben ser diferentes.

- <https://hackaday.com/2018/01/04/guide-why-etch-when-you-can-mill/>
- <https://sienci.com/2018/08/23/pcb-milling-tutorial/>
- <https://carbide3d.com/apps/pcb/>
- <https://www.mischianti.org/2020/04/30/flatcam-practical-tutorial-gcode-and-pcb-milling-part-6/>
- <https://forum.mysensors.org/topic/8735/cnc-pcb-milling>



- CLAVE
- <https://lcamtuf.coredump.cx/gcnc/>

1)

<https://es.wikipedia.org/wiki/G-code>

2)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Gerber\\_\(formato\\_de\\_archivo\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Gerber_(formato_de_archivo))

3)

<http://flatcam.org/>

4)

<http://www.autoleveller.co.uk/>

From:  
<https://wiki.unloquer.org/> -

Permanent link:  
<https://wiki.unloquer.org/proyectos/cnc>

Last update: **2023/07/12 23:31**

