

27-10-2023



Máquina CNC para fabricación de PCB's

22° Congreso Nacional de
Mecatrónica

Ing. Mario Eduardo Donjuán Carreño
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE QUERÉTARO

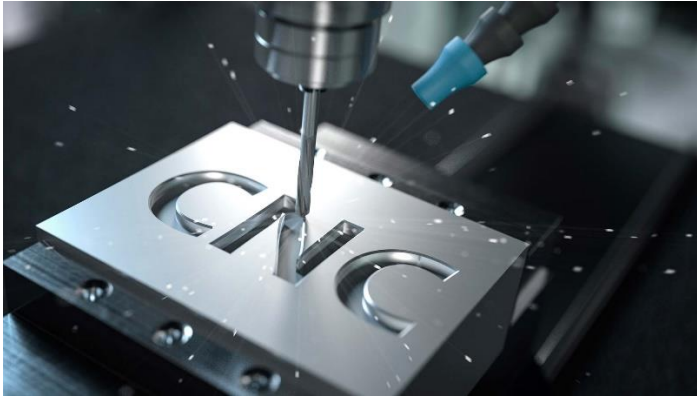
Contenido

Introducción	2
Maquina CNC.....	2
Control de motores	2
Firmware	3
Mecánica	3
Diseño de PCB	4
PCB Wizard.	4
Consideraciones de diseño.....	5
Corte del PCB y ubicación de origen	6
Exportar archivos	7
Configuración archivos G	8
FlatCAM importación de archivos.....	8
Operación espejo	9
Archivo PISTAS.....	10
Archivo Taladros.....	11
Archivo CORTE.....	12
Maquinado	13
Integración con SHIELD V3 Arduino	13
Hardware.....	13
Funcionamiento	13
Instalación	13
Utilizando máquina CNC PRO 3018.....	15
Instalación y puesta en ZERO	15
Mapa de alturas	16
Fabricación	17

Introducción

Maquina CNC

El control numérico o control decimal numérico es un sistema de automatización de máquinas herramienta operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante volantes o palancas.



Control de motores

El uso de motores y su control es la parte principal de una máquina CNC.

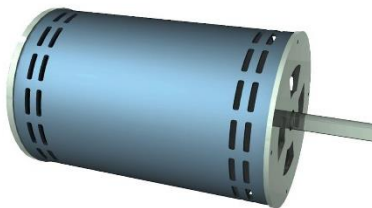
Motores de CD

- Utilizados para el efector final



Motores de CA

- Efectores finales de alta potencia



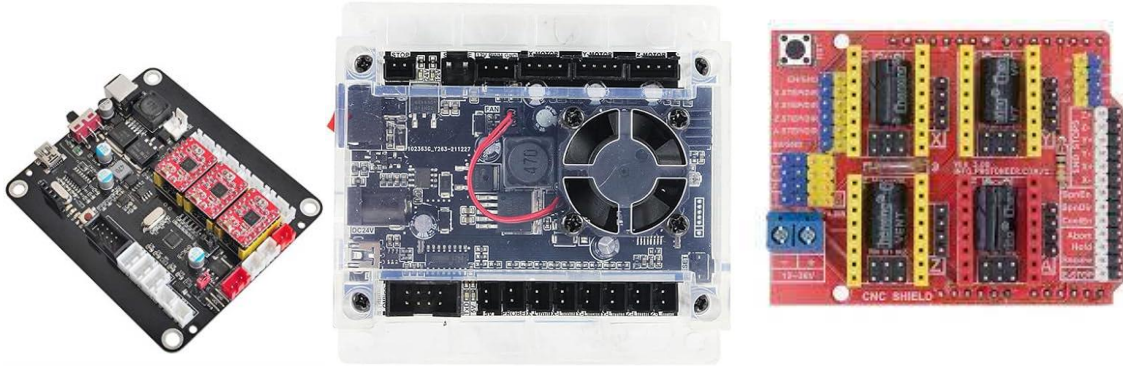
Motores a pasos

- En su mayoría se usan para el control de los ejes.



Firmware

Existe una variedad de tarjeta de control para el control de motores a partir del código G generado para maquinado.



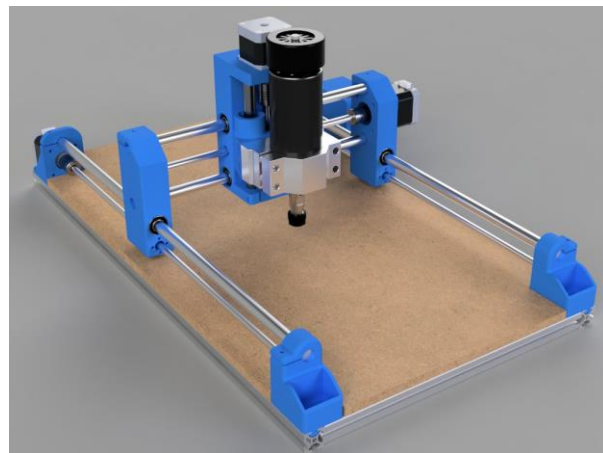
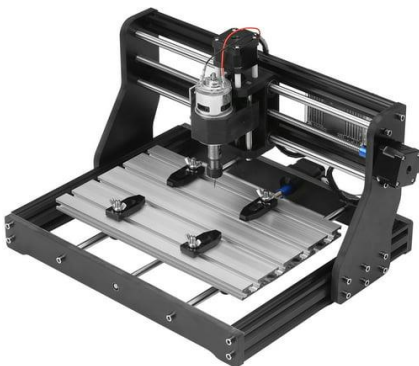
Además, el firmware llamado GRBL de open source es altamente compatible incluso con tarjetas genéricas de Arduino.

Disponible en: <https://github.com/grbl/grbl>

Mecánica

En internet se encuentran disponibles mini-routers CNC ya ensamblados con la estructura y la tarjeta de control, listas para usar, sin embargo, con el mundo de las impresiones 3D, también se cuentan con diseño armar las máquinas en un menor precio.

Se pueden encontrar incluso diseños gratuitos en <https://www.thingiverse.com/>

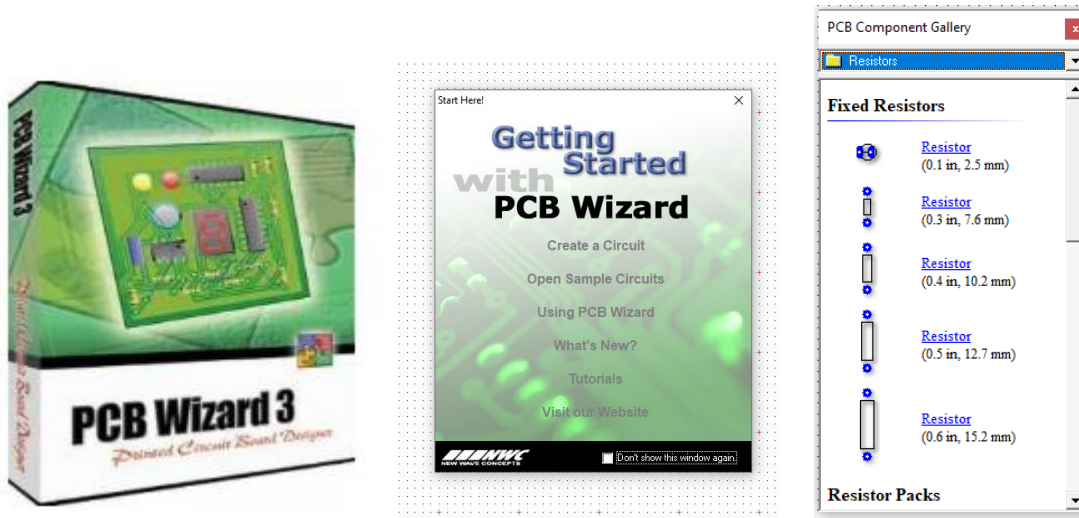


Para ambas máquinas se utiliza el mismo firmware de open source.

Diseño de PCB

PCB Wizard.

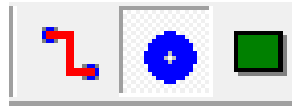
La herramienta PCB Wizard de libre acceso y disponible en internet ofrece la posibilidad de crear tarjetas de circuito impreso (PCB) de una capa para diseñar circuitos sencillos. Con las librerías incluidas en la instalación, se tiene un catálogo de los componentes electrónicos más comunes.



Estos componentes son suficientes para la creación de circuitos didácticos. En caso de no encontrar un componente, se recomienda medir la distribución y agregar los pads.

La paquetería PCB Wizard es intuitiva en su uso y manejo.

- Arrastrar componentes (Ctrl + F3)
- Generar pistas (F2)
- Generar pads (F3)
- Y generar corte



NOTA: Configure PCB Wizard en modo pulgadas y con un GRID de 0.05 o 0.1

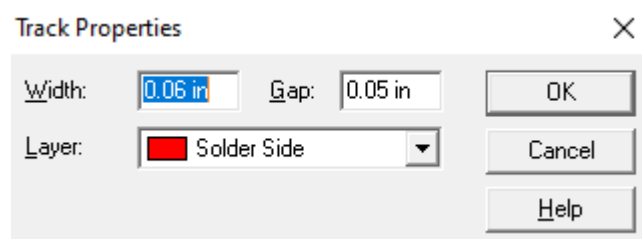
Herramientas como girar (Ctrl + R) pueden ayudar a facilitar la conexión. Se sugiere el siguiente procedimiento para la construcción del PCB

1. Coloque la totalidad de los componentes
2. Defina lugar y orientación de cada uno
 - a. Considere las dimensiones físicas de cada componente para evitar empalme.
 - b. Considere las conexiones externas (deben ir orientadas al exterior)
 - c. A medida de lo posible, considere facilitar el ruteo.
3. Realice el ruteo
 - a. Asegure la conectividad de todos los componentes.
 - b. Si es necesario reubique los componentes.
4. Genere orificios de soporte y geometría de corte.

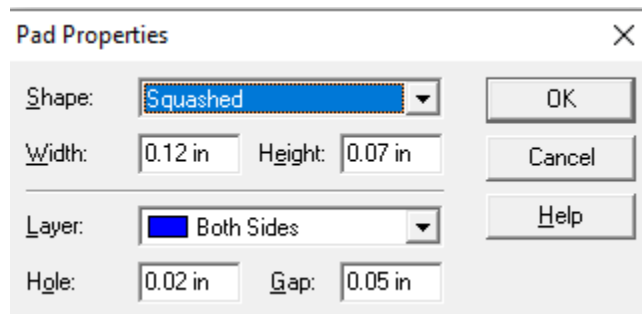
Consideraciones de diseño

Una vez conectado su PCB, haga las siguientes modificaciones.

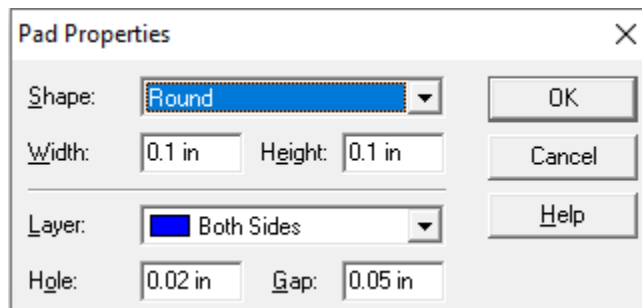
- No deberán existir pistas con 90° de ángulo.
- Si el diseño se va a realizar en CNC, se deben aumentar los diámetros de pistas y pads.
 - PISTAS



- PADS OVALADOS (CONECTORES)



- PADS REDONDOS (RESISTENCIAS, CAPACITORES, TRANSISTORES)

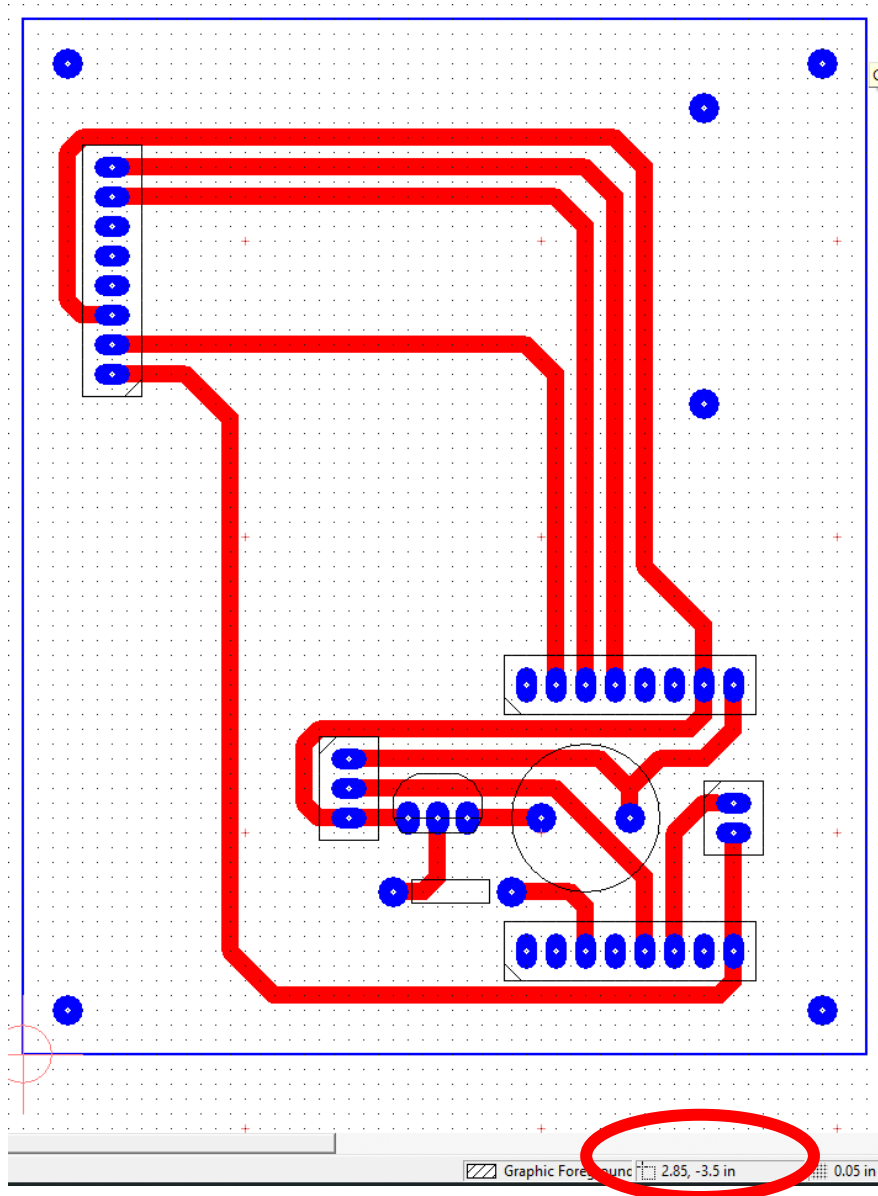


Note que el tamaño del orificio **HOLE**, en todos los PADS es el mismo, esto es para evitar el cambio de herramienta en la CNC al momento de perforación. Regularmente se deja un tamaño de broca de 1mm en todo el diseño. En caso de que se requiera uno mayor, manualmente se expande con otra broca.

Corte del PCB y ubicación de origen

Establezca una geometría para el corte dejando al menos **0.1 in** de separación entre PISTAS y PADS.

Seleccione View → Co-ordinates → Origen → Change Origen y de clic en la **esquina inferior izquierda** del PCB que es donde se tomará referencia en el siguiente programa. Puede mover el mouse para apuntar la **esquina superior derecha** y verificar la medida final del PCB.



Este PCB mide 2.85 in X 3.5 in (omite el signo negativo) porque la referencia difiere entre el CNC y PCB Wizard. Esto sería 7.239 cm X 8.89 cm. Por lo que una placa fenólica de 10X10 cm, sujetará el lado corto (7.239cm) de este diseño.

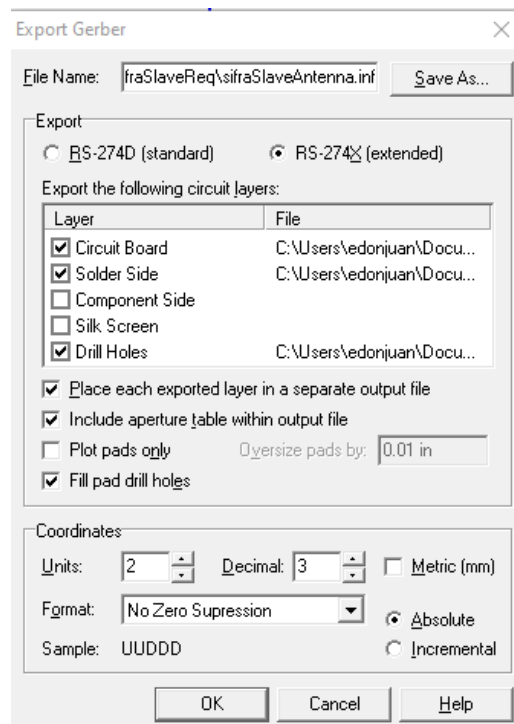
NOTA: Los sujetadores de la CNC ocupan 1cm por lado

Exportar archivos

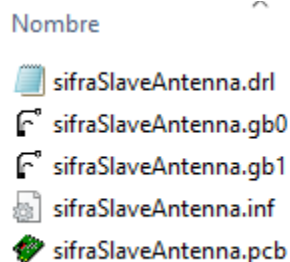
Los fabricantes de PCB, así como la máquina CNC, ocupan los archivos GERBER para la construcción.

De clic en Tools → CAD/CAM → Export GERBER y configure la ventana:

1. La ubicación de dónde se guardan los GERBER (por default se guardan en la misma carpeta que el archivo pcb).
2. RS-274X (extended)
3. Selección de los 3 archivos
 - a. Circuit Board (Geometría para corte)
 - b. Solder Side (Pistas)
 - c. Drill Holes (Orificios)
4. Deje la configuración como se muestra:



En su explorador de archivos deberá tener los siguiente:



Configuración archivos G

FlatCAM importación de archivos

FlatCAM es un software de uso libre que nos permite genera Código G a partir del diseño del PCB. La versión 8.994 BETA es la que se recomienda para interpretar los archivos de PCB Wizard.

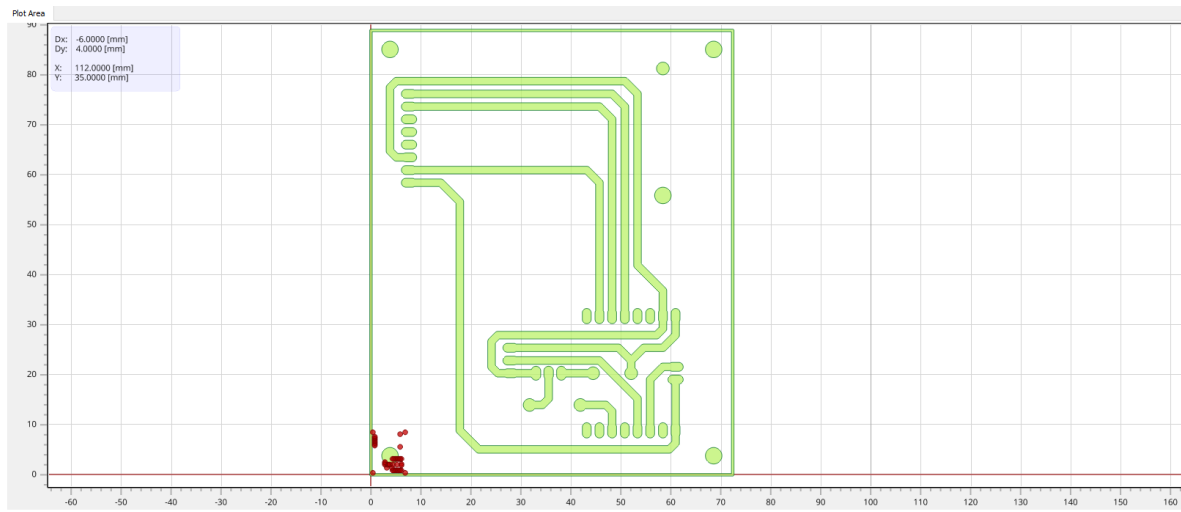
https://bitbucket.org/jpcgt/flatcam/downloads/FlatCAM_beta_8.994_x64_installer.exe

Importe los archivos generados en el paso anterior.

File → Open → Open gerber → nombreDeArchivo.gb0 (corte)

File → Open → Open gerber → nombreDeArchivo.gb1 (pistas)

File → Open → Open excellon → nombreDeArchivo.drl (orificios)



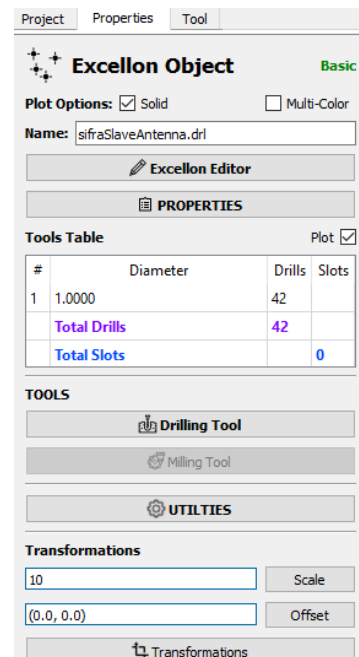
Se realiza el siguiente ajuste.

1. Escalar los orificios X10

En la pestaña Project → Excellon → nombreDeArchivo.drl (dar doble clic para ver propiedades)

Se observa el número de orificios. En el apartado **Transformation**, escribir un 10 y dar clic en **SCALE**.

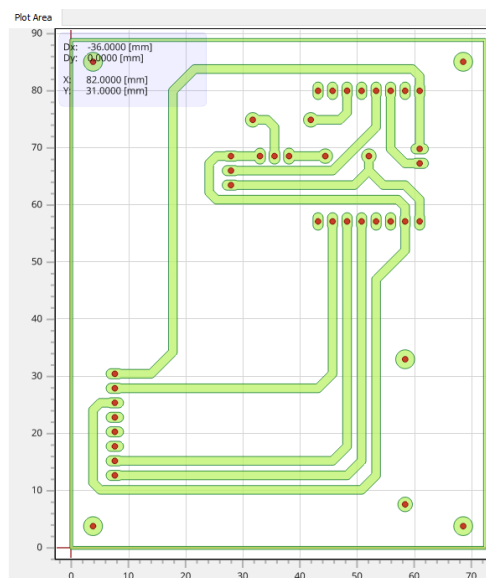
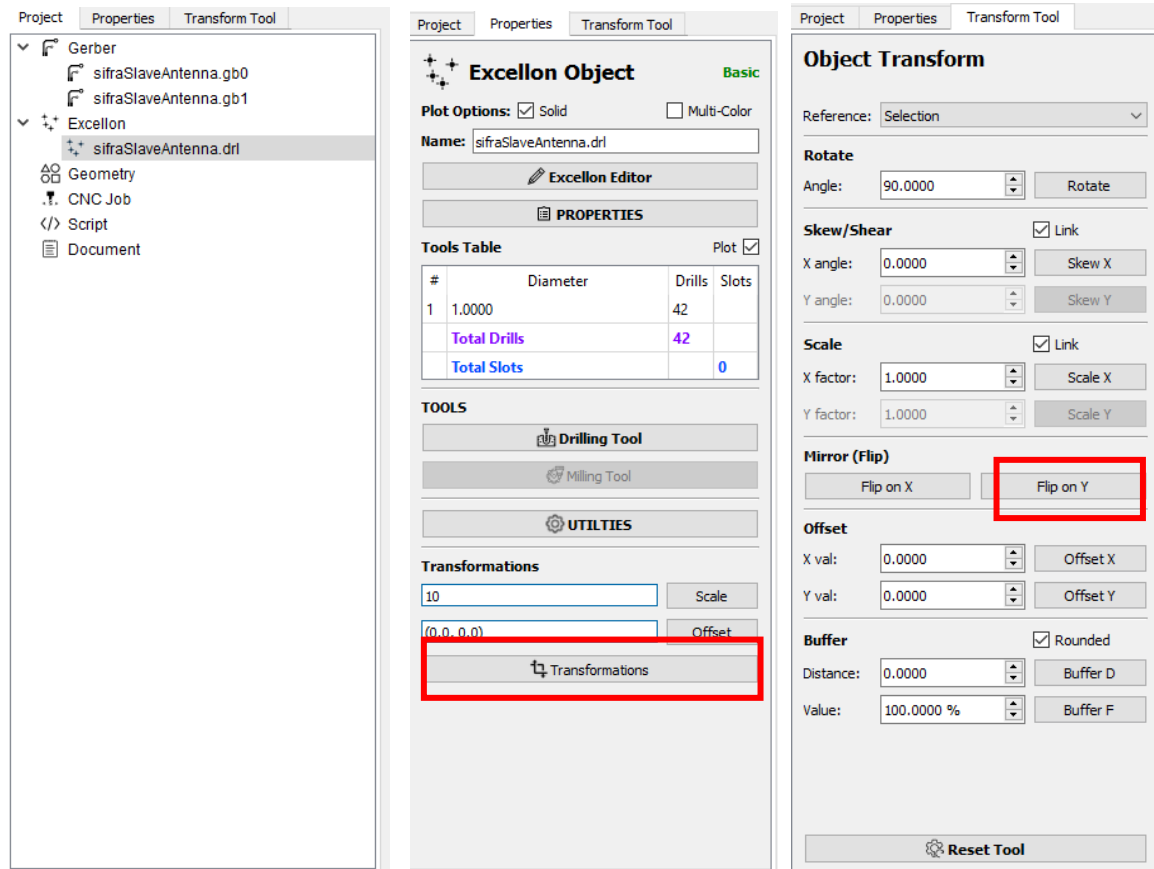
Nuevamente clic en Project para ver todos los archivos de proyecto.



Operación espejo

El diseño fue realizado observándolo desde la parte superior. Debemos aplicar la operación espejo porque la vista del CNC es desde la parte inferior.

Para ello ingresamos a las propiedades de cada archivo (dando doble clic a cada uno). Se selecciona la opción **TRANSFORMATIONS Mirror (Flip) Flip on Y**



Archivo PISTAS

En primer lugar, generamos el archivo de grabado de pistas.

Doble clic en el nombreDeArchivo.gb1 (pistas)

TOOLS → Isolation Routing → Tools Table

Establecemos el grosor del grabado, se puede calcular a partir del diámetro de la herramienta, el ángulo y la profundidad de corte.

<https://hobbycnc.com/tool-width-calculator/>

Tool Angle: 20 degrees; Tip Diameter 0.1; Depth of Cut: 0.1 → Width of Cut **0.13527**

En la opción Parameters se establecen el número de pases que va a hacer la herramienta. Se sugiere de 2 a 3 pases.

El overlap se refiere al cambio que hará la herramienta entre cada pasada. Se sugiere 10%

Clic en Generate Geometry. Ajuste los parámetros como se muestra y guarde el archivo.

The screenshot displays three panels from a CNC software interface:

- Isolation Tool Panel:** Shows the GERBER file 'sifraSlaveAntenna.gb1'. The Tools Table has one tool with Diameter 0.1353 and TT V. Parameters for Tool 1 are set to Passes: 2, Overlap: 10.0000 %, and V-Tip Dia: 0.1000. The 'Generate Geometry' button is highlighted.
- Tools Table Panel:** Shows the same Tools Table. Parameters for Tool 1 include V-Tip Dia: 0.1000, V-Tip Angle: 20.0000, Cut Z: -0.1001, Multi-Depth: 0.8000, Travel Z: 2.0000, Feedrate X-Y: 120.0000, Feedrate Z: 60.0000, Spindle speed: 10000, and Dwell: 1.0000. The 'Generate CNCJob object' button is highlighted.
- CNC Job Object Panel:** Shows Plot Options set to All. The Name is 'sifraSlaveAntenna.gb1_iso_combined_cnc'. The GCode Editor and PROPERTIES buttons are visible. The CNC Tools Table shows the same tool. The 'Save CNC Code' button is highlighted.

NOTA: Guarde el archivo **PISTAS** en una ubicación accesible y con un nombre identificable.

Archivo Taladros

Ahora se genera el archivo para los orificios.

Doble clic en el nombreDeArchivo.drl (orificios)

TOOLS → Drilling Tool → **Parameters** Se establece una perforación de 1.8 mm para las PCB convencionales.

Excellon Object Basic

Plot Options: ☒ Solid ☐ Multi-Color

Name:

Tools Table Plot ☒

#	Diameter	Drills	Slots
1	1.0000	42	
Total Drills		42	
Total Slots			0

TOOLS

Drilling Tool

Transformations

Scale

Offset

Parameters for: Tool 1

Cut Z:

☐ Multi-Depth:

Travel Z:

Feedrate Z:

Spindle speed:

☐ Dwell:

Offset Z:

Common Parameters

☐ Tool change

Tool change Z:

End move Z:

End move X,Y:

Preprocessor:

☐ Add exclusion areas

CNC Job Object Basic

Plot Options: ☒ All ☐ Travel ☐ Cut

Name:

CNC Tools Table Plot Object ☒

#	Dia	Drills	Slots	Cut Z	P
1	1.0000	42	0	-1.800000	<input checked="" type="checkbox"/>

Export CNC Code:

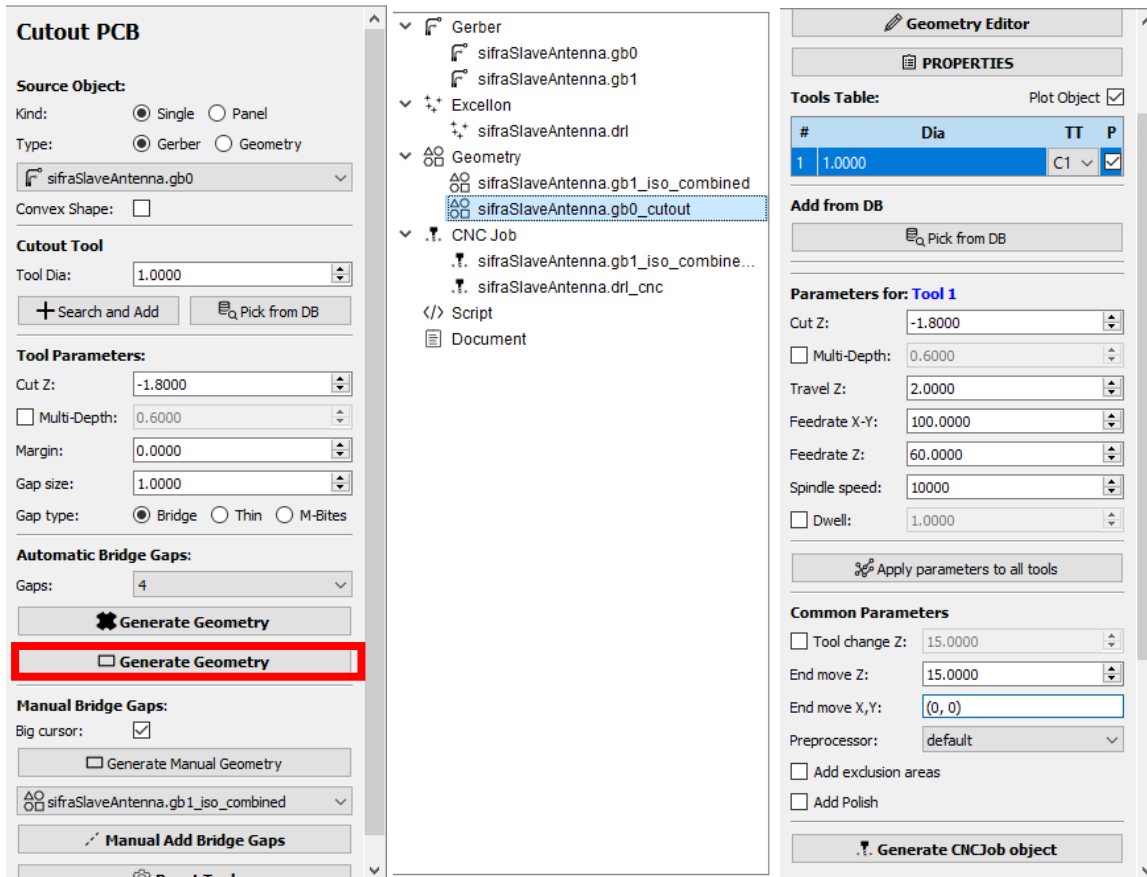
NOTA: Guarde el archivo **TALADROS** en una ubicación accesible y con un nombre identificable.

Archivo CORTE

Por último, se genera el archivo para cortar el PCB

Doble clic en el nombreDeArchivo.gb0 (corte)

TOOLS → Cutout Tool → **Parameters** Se establece un corte de 1.8 mm para las PCB convencionales.



NOTA: Guarde el archivo **CORTE** en una ubicación accesible y con un nombre identificable.

Maquinado

Integración con SHIELD V3 Arduino

Hardware

En el manual veremos el uso de la CNC SHIELD V3 para Arduino. Para poder manejar una maquina CNC o una impresora 3D con varios motores paso a paso, es interesante disponer de una placa que facilite la conexión de los diferentes elementos de la máquina. Esta es la función de la SHIELD CNC.

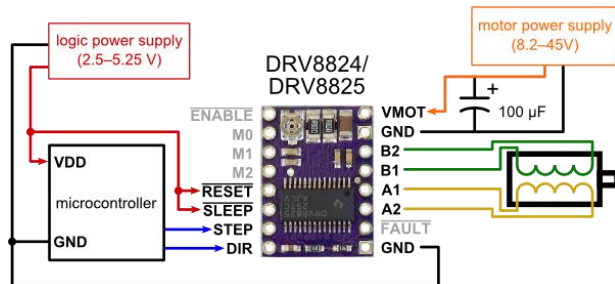


MATERIAL:

- Arduino UNO
- CNC SHIELD V3
- Controladores paso a paso DRV8825(1/32) /A4988(1/16)
- Motores paso a paso
- Cable USB A macho a USB B macho
- Fuente de alimentación

Funcionamiento

La SHIELD CNC V3 es una placa de extensión para Arduino UNO o Mega que pueda conectarse fácilmente a controladores de motores paso a paso, como el DRV8825 o A4988.

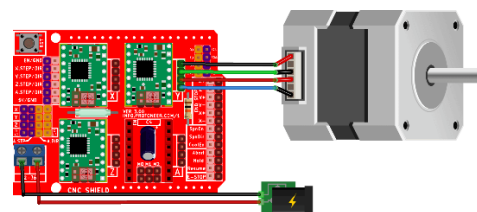
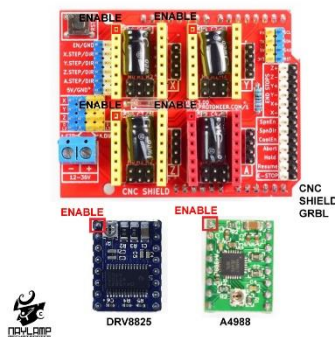


El DRV8825 O A4988 que son controladores que permiten controlar motores paso a paso bipolares con una corriente de salida de hasta 2,2 A por bobina.

Son altamente comerciales, disponibles y cuando se integran a las tarjetas tiene la ventaja de ser sustituibles (en caso de daño).

Instalación

Instalar el controlador mediante a la posición del driver que aparece en la imagen, identificando el ENABLE de la tarjeta y del controlador.



fritzing

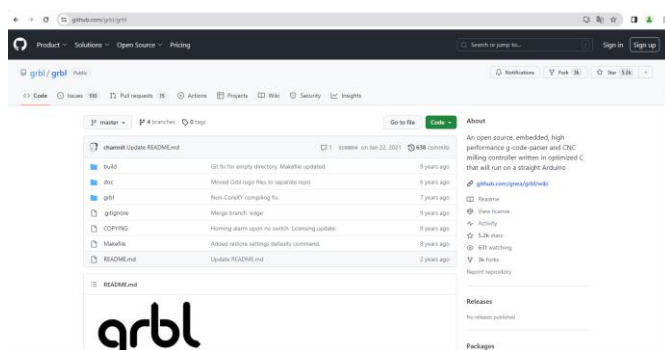
El Shield se coloca sobre el microcontrolador Arduino y los motores se conectan directamente a los pines de salida de los drivers. Puede elegir los controladores que desee en función de la potencia de sus motores y de sus aplicaciones (A4988, DRV8825)

Software

GRBL es un software o firmware de código abierto que permite el control de movimiento de máquinas CNC. Podemos instalar fácilmente el firmware GRBL en el Arduino, además utiliza código G como control de movimiento de entrada y salida a través del Arduino.

NOTA: Los códigos G se utilizan para ordenar acciones específicas para la máquina

GRBL disponible en: <https://github.com/grbl/grbl>



Dar clic en la pestaña de Code y dar clic en download ZIP en donde se va descargar en nuestra laptop.

Encontrar la ubicación del archivo descargado y darle en extraer para que nos descargue en una carpeta.

Abrir Arduino y dar clic en la pestaña de programa, en donde nos desglosara varias opciones, donde daremos clic en incluir librería y daremos por último en Añadir biblioteca ZIP y buscaremos la carpeta de GRBL en donde la descargamos, y se ejecutara automáticamente como una librería disponible en nuestro programa Arduino



Después dar clic en programa y buscar incluir librería en donde nos aparecerá las librerías disponibles y buscaremos la descargada que es GRBL y nos desglosara el código GRBLUPLOAD.

Por último, conectar nuestro Arduino y darle en subir para que cargue el programa.

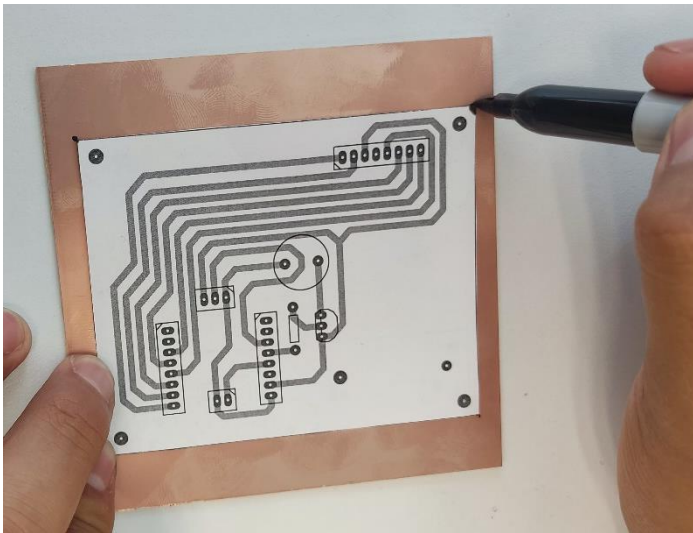
Utilizando máquina CNC PRO 3018

Instalación y puesta en ZERO

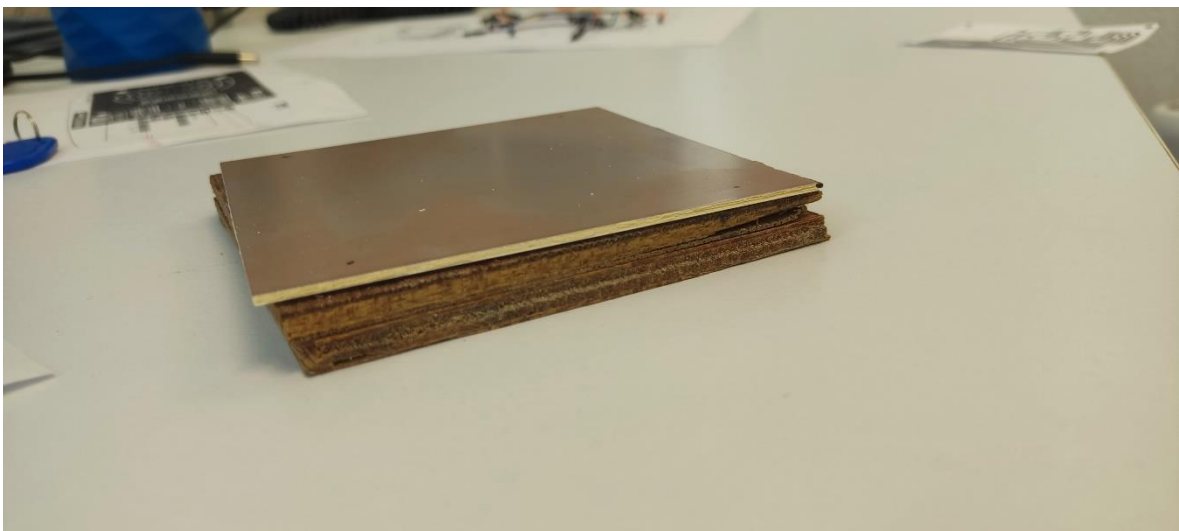
Utilizamos el programa CANDLE para conectar la CNC

https://github.com/Denvi/Candle/releases/download/v1.1/Candle_1.1.7.zip

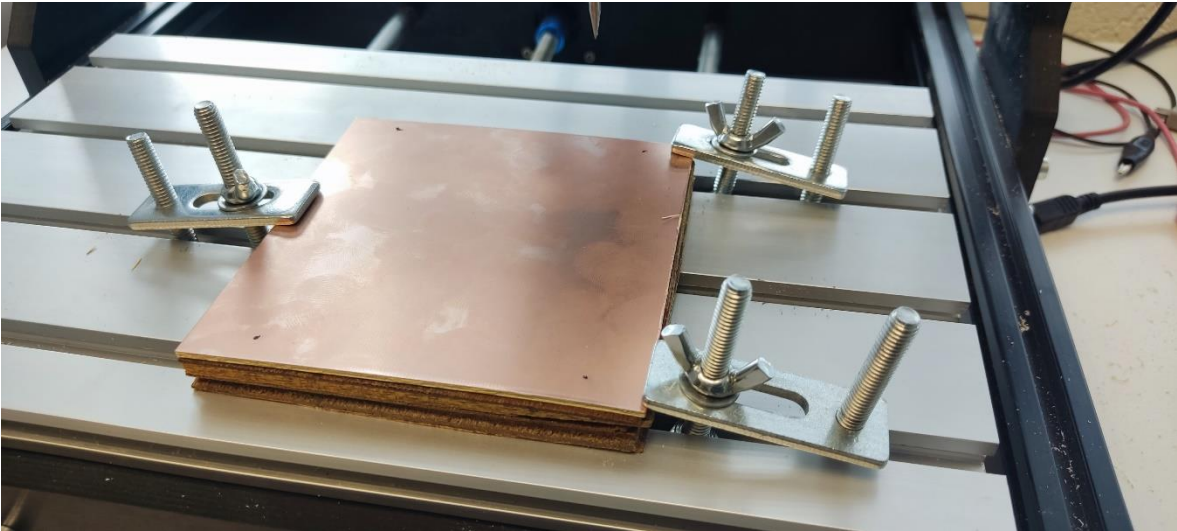
1. Marque el PCB las esquinas del diseño



2. Coloque la placa fenólica en una base de madera y sujétela a la base del CNC.



3. Monte el PCB en la CNC con los sujetadores



4. Coloque la herramienta de CORTE y de forma manual oriente a la esquina inferior izquierda (donde se ubicará el origen).
5. Establezca el ZERO (X, Y) de la máquina.
6. Conecte las terminales de cero en la PCB y en un sujetador, para establecer el ZERO (Z)
7. Use el ícono de medición de Z.
 - a. PRECUACIÓN: La CNC bajará hasta que haga contacto con el PCB, es crítico haber conectado las terminales para detectar continuidad.
8. Establezca ZERO (Z).
9. Suba el eje Z para continuar con la configuración sin afectar la herramienta.

Mapa de alturas

Por ensamble de la máquina, orientación y dimensión del PCB es posible que no se haya logrado una orientación perfecta. Por lo que se genera el mapa de alturas.

1. Cargue el primer programa llamado PISTAS. Archivo → Abrir

De clic en la opción USAR MAPA DE ALTURAS → CREAR

Establezca una malla de medición adecuada al diseño y de clic en medición.

Fabricación

Envíe los archivos generados en el siguiente orden:

1. Archivo_PISTAS
2. Archivo_TALADROS
3. Archovo_CORTE

