

# FESTIC

---

**TABLEBOT**  
Adolfo Ospina



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI  
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN  
Y LAS COMUNICACIONES

# Antecedentes

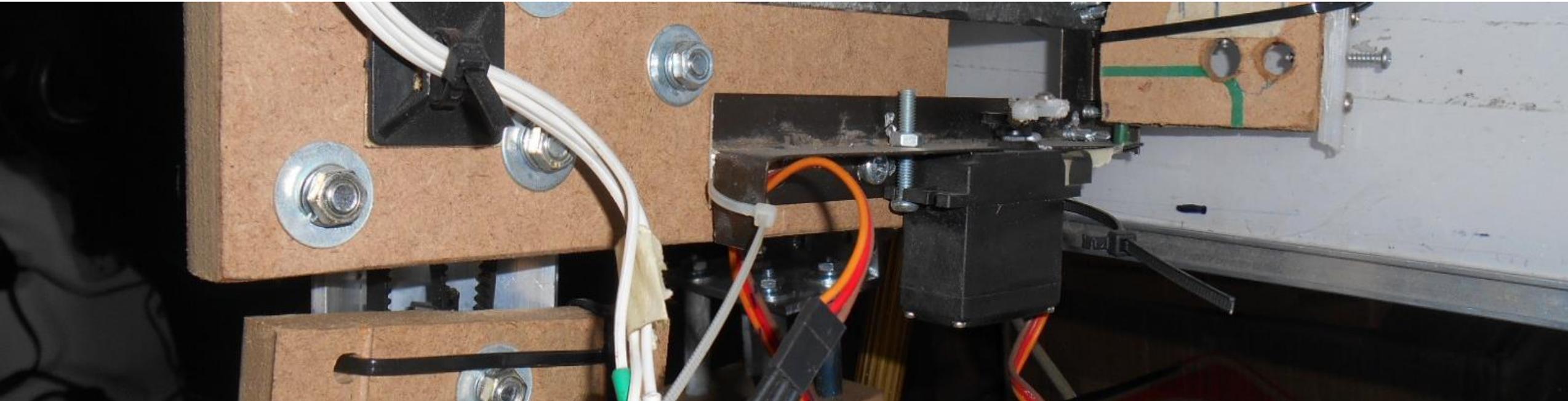
Esta maquina de dibujo cnc, en sus partes principales la construí con una maquina router cnc que arme con motores paso a paso reciclados de una fotocopiadora que me dejaron en mal estado, pero al ser desbaratada tenia sus motores en buen estado. La idea principal de este proyecto es utilizar maquinas que dan de baja de empresas privadas y publicas y darle una nueva vida útil en la enseñanza de los niños, y a la vez contribuir con el reciclaje ya que los motores no se necesitarían fabricar. En la imagen se aprecian dos de los motores reciclados, el mas cercano corresponde al eje Y, y el mas lejano al eje Z, el cual sube y baja el motortool DREMEL.

En las maquinas de dibujo solo se necesitan dos motores paso a paso para el eje X y Y, y un servo motor para el eje Z el cual levanta el lapicero.



# Robot cartesiano

En la imagen se aprecia el soporte del lapicero con el servo motor que lo levanta cuando es indicado, esta parte la construí con la maquina cnc con partes recicladas, y corresponde al eje z, esta maquina de dibujo se conoce como robot cartesiano, ya que sus movimientos de trabajo principales se dan en el eje X para los desplazamientos horizontales, y en el eje Y para los movimientos verticales. Es la maquina cnc mas sencilla, ya que hasta con los motores de una unidad de CD de los PC de escritorio se puede armar.



## Motivación

La motivación principal es abrir la mente de los niños, y mostrar que con elementos que muchos seres humanos consideran como basura, se pueden fabricar elementos útiles para el aprendizaje de la robótica que es el presente y el futuro, un país que no se pone a tono con esto esta condenado al atraso de su población y empresas. En la imagen se aprecia una maquina cnc de dibujo construida con unidad de DVD de un PC, dejo el enlace.

## Una persona escribió

(frase original de Albert Einstein), es muy cierta, si a las personas cuando están en la etapa de aprendizaje no se les enseña a pensar y crear de forma positiva, van a tomar el camino del menor esfuerzo, volviéndose criminales como sobran en nuestro país.



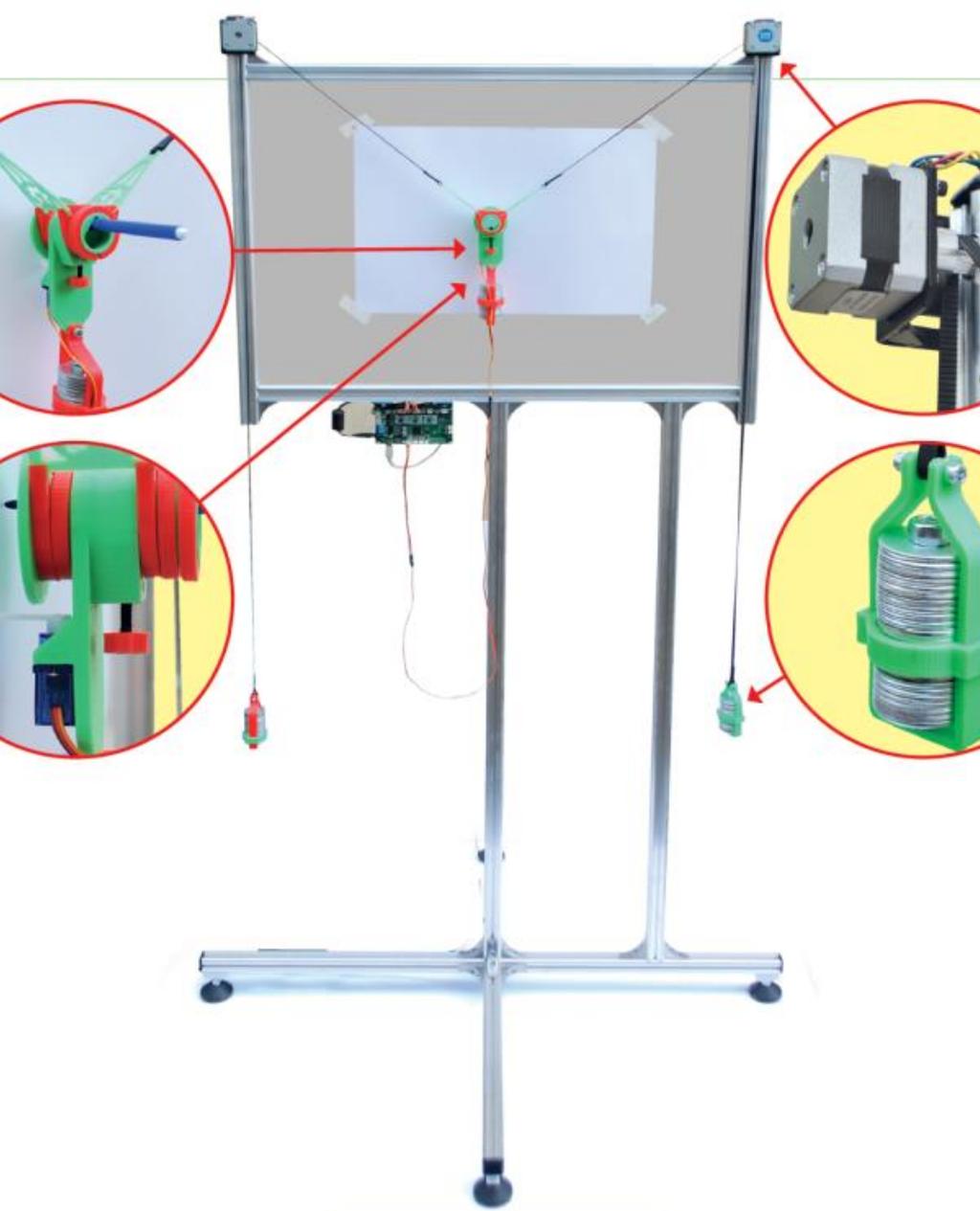
## HISTORIA

¿QUE ES UNA MAQUINA CNC?

En pocas palabras, el control numérico computarizado es el uso de una computadora para controlar y monitorear los movimientos de una máquina herramienta.

Entre esas máquinas herramienta, tanto estáticas como portátiles, podemos mencionar: fresadora, torno, rectificadora, máquina de corte por láser, Pick and place machine, por chorro de agua o por electroerosión, estampadora, prensa, brazo robotizado,, etc

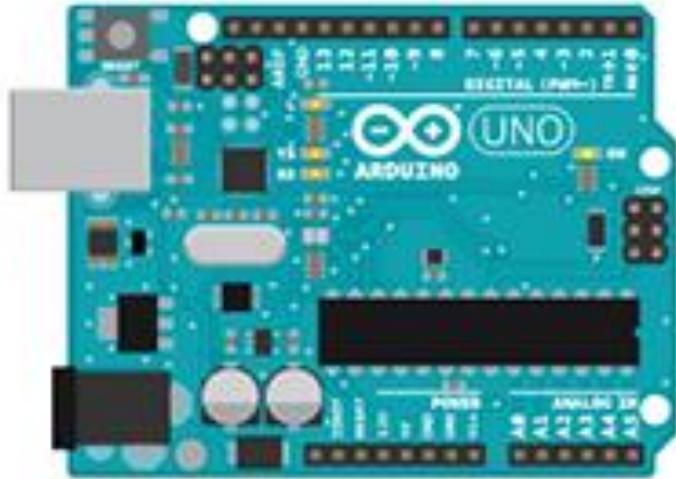
Para mi caso la primer maquina con la que ensaye fue POLARGRAPH la cual es una maquina de dibujo de software y hardware libre:



El Universo ARDUINO.

FESTIC

# HARDWARE LIBRE, ARDUNION



**Arduino es una plataforma abierta que facilita la programación de un microcontrolador.** Los microcontroladores nos rodean en nuestra vida diaria, usan los sensores para escuchar el mundo físico y los actuadores para interactuar con el mundo físico. Los microcontroladores leen sobre los sensores y escriben sobre los actuadores.

Arduino es una tecnología que tiene una rápida curva de aprendizaje con básicos conocimientos de programación y electrónica, que permite desarrollar proyectos en el ámbito de las Smart Cities, el Internet de las cosas, dispositivos wearables, salud, ocio, educación, robótica, etc.

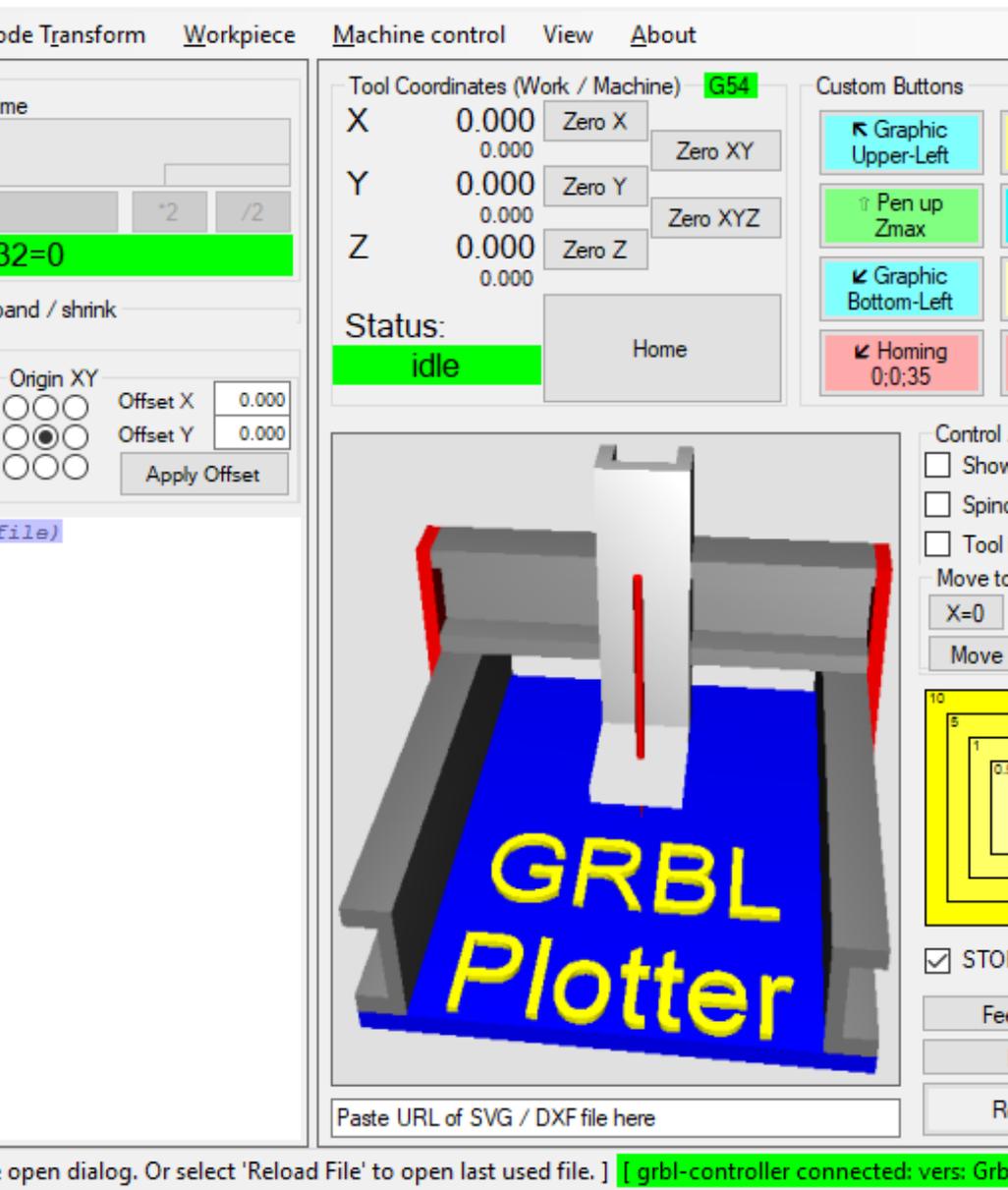
# GRBL 0.9J

GRBL es un firmware para el control de máquinas CNC, está pensado para usarse en placas Arduino con un microcontrolador Atmega328, ya que nos permite configurar el control y desplazamiento de nuestra máquina.

El G-code es el nombre que habitualmente recibe el lenguaje de programación más usado en Control numérico (CNC), el cual posee múltiples implementaciones. Usado principalmente en automatización, forma parte de la ingeniería asistida por computadora. grbl es un intérprete de g-code.

La máquina de dibujo utiliza la versión 0.9j, se puede utilizar con las siguientes plataformas después de que se tenga instalado en Arduino.

[https://winder.github.io/ugs\\_website/download/](https://winder.github.io/ugs_website/download/)



## QUE PARTES COMPONEN UNA CNC



Un sistema CNC puede ser muy complejo o muy simple, la gran variedad de componentes que existen para complementar a estas máquinas y las características diferentes que tienen unas de las otras, hacen difícil definir una arquitectura única. Sin embargo, existen elementos básicos que tienen en común la mayoría de las máquinas CNC.

1.-Código de la pieza. El código de la pieza es una serie de instrucciones codificadas necesarias para producir una pieza. Controla el movimiento de la máquina herramienta y el apagado de las funciones auxiliares como la rotación del husillo y el refrigerante. Estas instrucciones están compuestas por letras, números y símbolos y están dispuestas en un formato de bloques funcionales. A estas instrucciones se les conoce comúnmente como código G.

## FORMAS DE PROGRAMACION CODIGO G

Manual. El código es escrito directamente en el panel de control de la máquina.

Asistido por computadora. Por medio de la computadora se traza la ruta que seguirá la máquina.

CAD/CAM. Este es el método más usado, por medio de un software CAD se dibuja la pieza, posteriormente se transfiere a un programa CAM que genera el código G.

Con inkascope se puede generar código G que interpreta GRBL en la tarjeta Arduino.

G90 G71	(cotas absolutas referidas al punto 0,0; Programación en mm)
G00 X0.0 Y0.0	(posicionamiento rápido lineal al punto 0,0 del plano XY)
G01 X10.0	(movimiento lineal de 10mm en la dirección X positiva)
G01 Y10.0	(movimiento lineal de 10mm en la dirección Y positiva)
G01 X0.0	(movimiento lineal de 10mm en la dirección X negativa)
G01 Y0.0	(movimiento lineal de 10mm en la dirección Y negativa)

## PARTES QUE COMPONEN UNA CNC

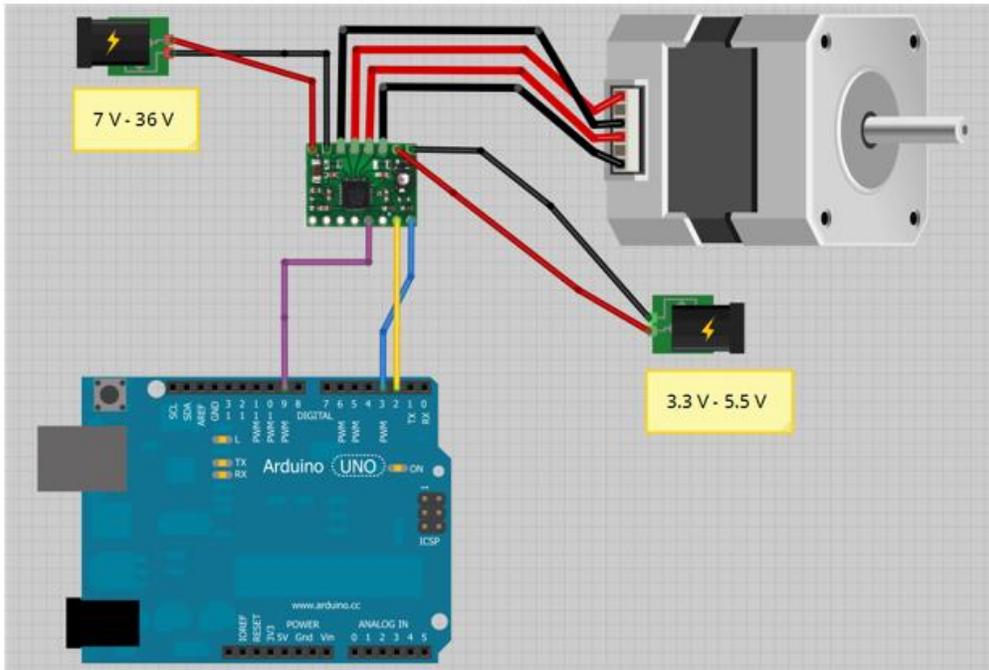


2.-Dispositivo de entrada. Es el mecanismo por medio del cual el código G es introducido en el control de la máquina CNC. Los dispositivos de entrada más utilizados son teclados, unidades de memoria, puertos en serie y redes.

3.-Unidad de control de la máquina (MCU). Se conoce también como controlador, controladora o interfaz controladora (no confundir con el drive que al igual puede ser llamado controlador) es el corazón de un sistema CNC. Es la parte responsable de interpretar el Código G por medio de un software de control computarizado y realizar las acciones que este le indique, como coordinar las señales de salida hacia los drives e interpretar las señales de entrada.

Las señales de entrada son las recibidas de los diferentes dispositivos conectados a la máquina como los límites de carrera y el paro de emergencia. Las señales de salida son las enviadas a la máquina para coordinar el movimiento de los motores y sus demás elementos.

## PARTES CNC



4.-Sistema de accionamiento. Un sistema de accionamiento consta de circuitos amplificadores (conocidos también como drives, drivers, controladora de motores o impulsores), motores y transmisiones. La MCU envía las señales de control (posición y velocidad) a los circuitos amplificadores de cada eje. Las señales de control se aumentan para accionar los motores que por medio de las transmisiones convierten su movimiento rotativo en movimientos lineal de los ejes de la máquina.

5.-Maquina herramienta. La maquina herramienta es el conjunto de elementos que conforman la estructura mecánica que realiza el trabajo deseado. Esta compuesta de guías lineales, herramientas de corte, rodamientos, soportes, transmisiones, cabezales, poleas, engranes, placas y tornillos.

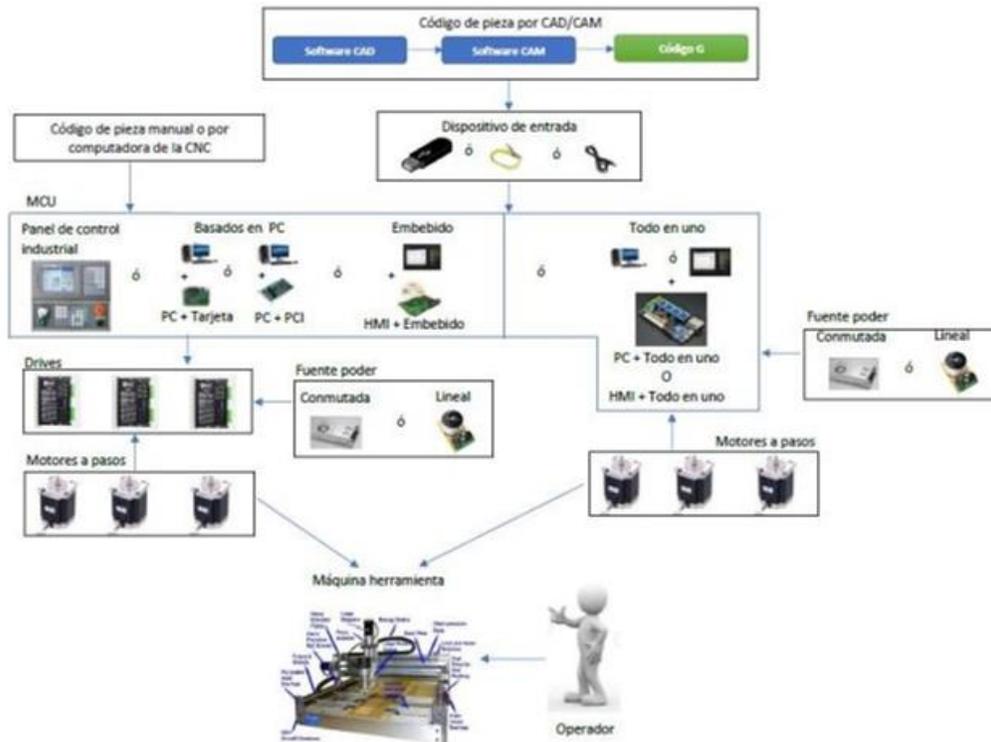
## OPERARIO CNC



6.-Operador. Es la persona encargada de interactuar con la maquina, vigilar y supervisar que los trabajos se realicen correctamente.

Hasta aquí hemos visto a grandes rasgos los 6 elementos que conforman un sistema CNC. En la siguiente figura podemos observar estos elementos de forma más detallada. Algo muy importante a observar es que la unidad de control de la máquina puede ser conformado por una computadora de escritorio y una tarjeta electrónica o una tarjeta electrónica y una pantalla hmi. Y no es necesariamente un sistema completo especialmente diseñado para máquinas CNC.

## VISTA GENERAL CNC



podemos ver que existen tres grandes grupos:

- Componentes mecánicos.
- Componentes eléctricos.
- Software.

Vamos a analizar estos tres grupos y posteriormente detallaremos las diferentes características de cada uno en un sistema CNC diferente (mecánica, electrónica y hardware de una impresora 3d, router CNC, cortador laser, etc).

## COMPONENTES MECANICOS DE UNA MAQUINA CNC

La parte mecánica tiene muchísimos elementos que varían dependiendo del tamaño y tipo de máquina que se necesite. Sin embargo vamos a hablar 3 elementos que son mas importantes que las demás:

- La estructura.
- Sistema de desplazamiento.
- Las transmisiones.

La estructura es la parte que soporta los demás elementos y mantiene la rigidez de la máquina. Sobre esta van montadas las guías y las transmisiones.

La estructura puede ser de acrílico (como algunas impresoras 3D), madera (como algunos routers fabricado de forma casera), de aluminio o de acero.



## SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO



Para que una maquina CNC puede mover sus diferentes ejes, es necesario contar con un sistema de desplazamiento. El sistema de desplazamiento es el encargado de soportar las altas cargas y al mismo tiempo permitir el movimiento de los diferentes ejes en forma lineal, este sistema cuenta con dos elementos:

- Las guías lineales: son los elementos que se colocan en toda la trayectoria por donde se permitirá al eje de la maquina desplazarse
- Los rodamientos: son los elementos que se desplazan sobre las guías lineales.

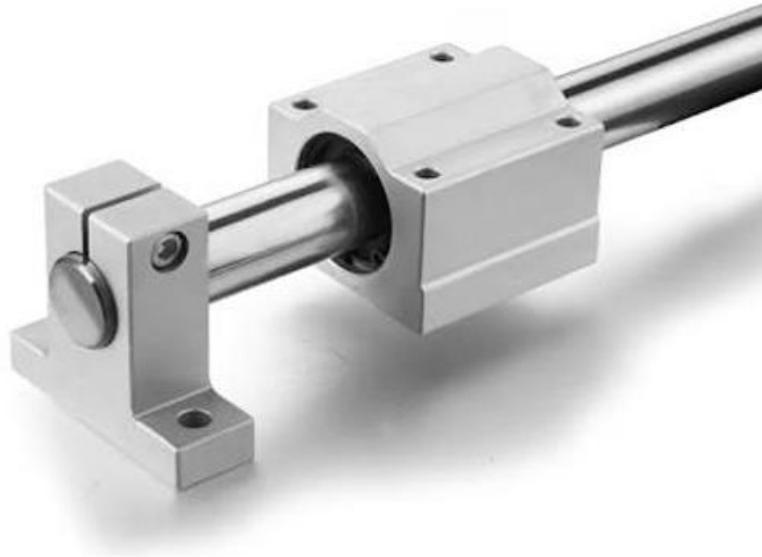
El precio de estos elementos se determina por la precisión y la eficiencia que estos ofrecen.



## GUIA LINEAL

Como segundo lugar están las guías lineales soportadas, son menos eficientes que las anteriores pero mas económicas. Son una muy buena opción para una maquina CNC.

## EJES LINEALES



En tercer lugar están los ejes lineales, son ideal para sistemas que no ejercen esfuerzos excesivos ya que tienden a pandearse.

## PERFIL RANURA EN V

Tenemos también los perfiles con ranura en V que son un tipo de perfil diseñados para que un rodamiento llamado V Wheels pueda rodar sobre el sin descarrilarse, obteniendo así un movimiento lineal.

Existen muchos otros, para mi caso utilice ángulo de aluminio de 2 pulgadas por 1/8.

## Transmisiones

La transmisión es la parte de la maquina encargada de convertir el movimiento rotativo de los motores en movimientos lineales.

Existen varios tipos de transmisiones, los principales son:

Husillo de bolas: es un actuador lineal mecánico que convierte el movimiento de rotación en movimiento lineal con pocas perdidas por fricción y es el mas preciso de todos los sistemas, sin embargo tiene algunos contras. Este sistema es el mas costoso de todos. Si la maquina es de una longitud considerable el husillo tiende a pandearse lo que repercute en la precisión de la maquina.



## Correa dentada.



Este sistema es uno de los más usados en impresoras 3d y máquinas hobbistas, su costo es bajo, no requiere mantenimiento y es silencioso. Su principal problema es que no es conveniente usarlo en máquinas grandes y de gran torque ya que tiende a estirarse al ser sometido a cargas medias perdiendo precisión.

Para este caso la ventaja de utilizar correa es que se puede hacer la máquina de un tamaño más grande ya que viene por metros, el ángulo también se puede conseguir por metros.

## Componentes eléctricos

### Programas para CNC Láser

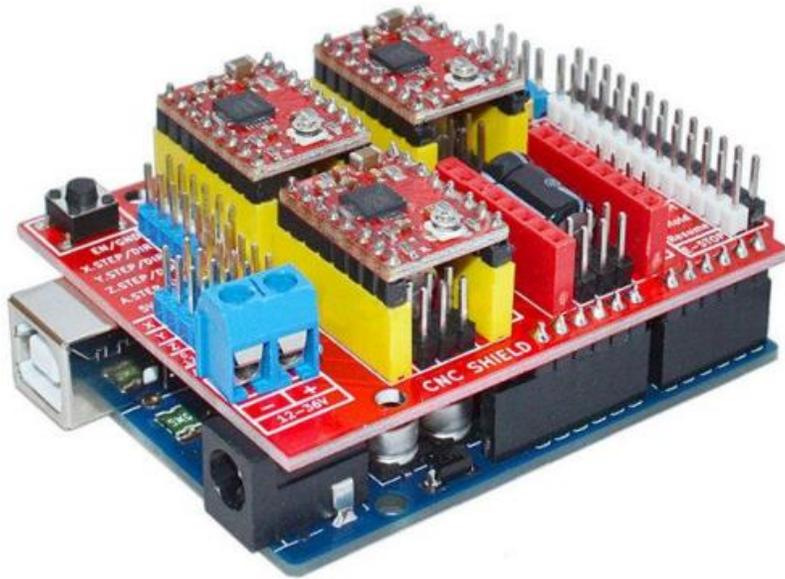


Los componentes eléctricos son los encargados de coordinar el movimiento de la máquina, interactuar con el usuario y recibir y enviar datos. Los siguientes elementos eléctricos son los más importantes de una máquina CNC.

Unidad de control de la máquina Arduino para este caso:

- Los drives.
- Motores.
- Fuente poder.

## Drive a4988, shield V3



Son los elementos encargados de recibir las señales del controlador, va directamente conectado a los motores y solo se puede usar un drive por cada motor. El drive recibe las señales de la interfaz y envía la corriente necesaria para alimentar los motores, controlar la velocidad de movimiento y su dirección de giro.

Para nuestro caso se instalan en una shield v3, la cual se acopla a la tarjeta arduino uno por medio de unos pines y sobre esta se pueden instalar hasta 4 drives.

## MOTOR NEMA 17



Los motores son los encargados de mover los diferentes ejes de la máquina. En un maquina CNC.

Para nuestra maquina de dibujo utilizamos 2 motores, uno para el eje X y otro para el eje Y, en el eje Z se instala un servo motor el cual sirve para levantar el lapicero.

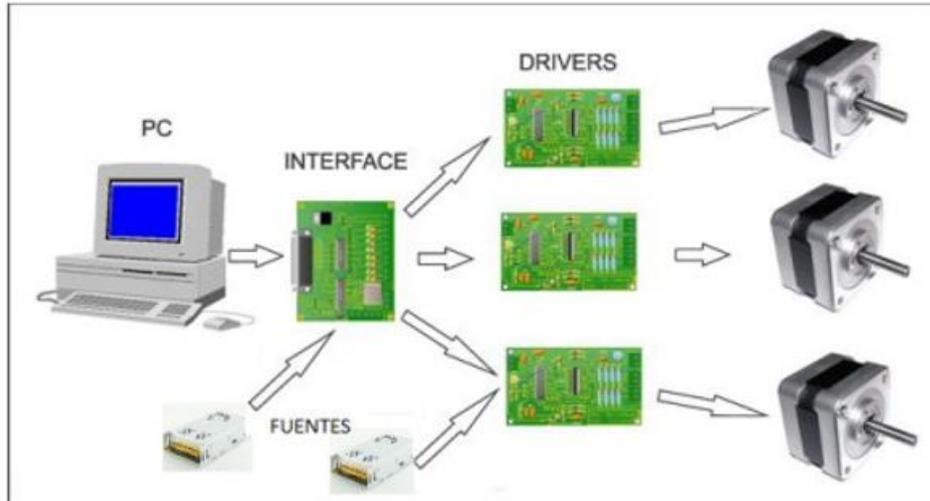
Cuando se utilizan laser no se necesita ningún motor en este eje.

## FUENTE DE PODER



La fuente poder se encarga de suministrar la corriente a la interfaz y a los motores. Es importante recalcar que la mayoría de las interfaces en el mercado están diseñados para funcionar con 5v y los drivers están diseñados para un voltaje que va desde los 12v hasta los 80v dependiendo de la marca y modelo. Por lo tanto podría ser necesario usar dos o mas fuentes. Para esta maquina se necesita una fuente de poder pequeña a 12 voltios, Yo utilice la de un aviso led que recicle.

## FUNCIONAMIENTO



La forma en que funcionan las maquinas es igual en todas, la computadora utiliza un software de control que es capaz de interpretar el código g y enviar las señales a la interfaz, La interfaz recibe las señales y las envía de forma ordenada a cada uno de los diferentes drivers, los drivers reciben las señales de la interfaz y dejan pasar la intensidad de corriente necesaria con la polaridad correcta para coordinar la velocidad y dirección de los motores.

## ADICIONALES

Además de los componentes mencionados anteriormente, dependiendo del tipo de maquina CNC (impresora 3D, router CNC, Cortador de plasma, etc.) y su tamaño, el sistema eléctrico puede tener fusibles, relevadores, contactores, botones, interruptores, finales de carrera, luces indicadoras, sensores de temperatura, etc. Sin embargo, estos complementan el sistema y son imprescindibles para su funcionamiento. La maquina puede ser conectado únicamente con los 5 componentes explicados en este tema y va a moverse.

## SOFTWARE

El software que utilizaremos será GRBL CONTROLLER 0.9j

El autor original del firmware GRBL es el noruego Simen Svale Skogsrud. En el 2007 se encontró exactamente con el mismo problema que tienes ahora: cómo controlar un motor paso a paso. Así que decidió investigar, diseñar un planificador (usando el software mathematica) y comenzó a desarrollar para Arduino, que estaba haciéndose popular en aquel tiempo. Además está basado en el chip de Atmel AVR (que estoy seguro que no sabías que se diseñó en Noruega!)

## Referencias

- <https://www.fullaprendizaje.com/2017/08/como-fabricar-un-mini-cnc-con-lectores-de-DVD-recicladados.html>
- <https://electricdiylab.com/grbl-cnc-shield-z-axis-servo-migrbl/>
- <https://www.open-electronics.org/how-to-make-an-opensource-vertical-plotter/>
- <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2015/03/22/que-es-el-hardware-libre/>

# ¡Gracias por su atención!



ALCALDÍA DE  
SANTIAGO DE CALI

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE  
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN  
Y LAS COMUNICACIONES