

# **“Interfaz de Control Numérico Computarizado – 3 Ejes y 3 Salidas tipo Relay”**

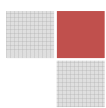
## **Alumnos:**

Mariano Fidececchi  
Leonardo Lobato  
Leandro Rios  
Bruno Verdinelli

## **Proyecto Tecnológico**

Año 2008

# **Anexo: Proyecto ZonaTecno.net Fresadora CNC 3 Ejes**



## **RESUMEN**

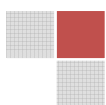
El presente proyecto tiene como finalidad exponer una simulación de mecanizado por CNC mediante el uso de una interfaz, con controladores de motores paso a paso, con salidas tipo relay.

El proyecto esta basado en una controladora conectada a una computadora, que mediante un programa llamado Mach3, realiza la simulación de un mecanizado para una fresadora.

La idea principal era realizar un centro de mecanizado completo para crear plaquetas de circuito impreso para hacerlas de manera más precisa, rápida y sin el uso de ácidos o sustancias corrosivas, que por falta de recursos y tiempo no se logró concretar, por ese motivo, decidimos armar un gabinete con todos los equipos electrónicos necesarios para el funcionamiento de la máquina.

Este gabinete consta de una Interfaz electrónica que recibe las señales de la PC y las transforma en las señales de paso y dirección para cada driver controlador de los ejes de las tres dimensiones, luego los drivers de estos ejes se encargan de darle potencia a motores paso a paso. Además se cuenta con salidas de tipo relay que simulan conectores para husillos, bombas de aspiración, refrigeración, u otros dispositivos eléctricos que sean requeridos para esta máquina.

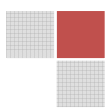
En el transcurso del proyecto se fueron encontrando diversos problemas constructivos que fueron solucionados exitosamente. Algunos de estos problemas ocurrieron en la etapa de construcción de los circuitos electrónicos, como por ejemplo un mal funcionamiento de uno de los relay, que no se accionaba correctamente, y un problema de tensión suministrado por un transformador que no entregaba la corriente necesaria para que funcione la interfaz.



De las diversas opciones que teníamos al alcance para la creación de este equipo, utilizamos las que mejores se adaptan al uso de este simulador y a los recursos que teníamos disponibles.

Llegamos a la conclusión de que este equipo, es un material de trabajo adecuado a una escuela técnica por su tecnología, modo de uso, y porque todos los equipos industriales actuales se manejan por CNC. En nuestra escuela este simulador se adapta tanto al área de control numérico, de electrónica o a la de informática, ya que integra conocimientos de todas las materias antes mencionadas.

Se deja en este informe un asiento de todo lo necesario para continuar este trabajo en cuanto a la estructura mecánica, ya sean planos, modelos virtuales, materiales, cálculos y diseños de partes especiales como acoples, carros, guías, etc.



## **INTRODUCCIÓN TEÓRICA, FUNDAMENTOS DE LA DISCIPLINA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA SOBRE LAS CUALES SE BASA EL PROYECTO.**

### **Fuentes de consulta**

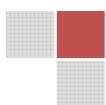
Esteban Castell – [www.esteca55.com.ar](http://www.esteca55.com.ar) (Asistencia técnica en electrónica)

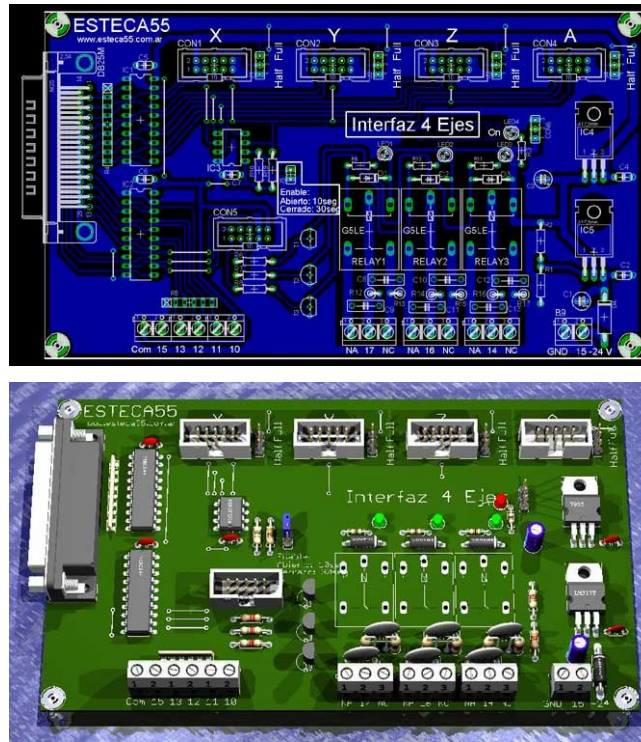
Interfaz 4 Ejes, modificada para 3

Si buscamos por la Web encontraremos muchas opciones para armar un sistema de drivers CNC, en mi caso me gusta el formato modular, donde tenemos por un lado los drivers, que controlan los motores según las señales que recibe desde la PC, y la interfaz, que en realidad no hace más que comunicar la PC con los drivers, hay quienes arman todo en una sola placa, incluso omitiendo la Interfaz sin problemas, es una cuestión de gustos y practicidad.

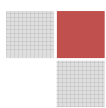
En este caso entonces tendremos por un lado la interfaz y por el otro los drivers, siendo el verdadero objetivo de la interfaz aislar el puerto paralelo de la PC de los drivers, en este caso usando compuertas de tipo buffers (74HC244), seguramente muchos dirán que sería mejor hacerlo con opto acopladores, puede que así sea, pero la disponibilidad de opto acopladores de rápida respuesta acá en Argentina no es muy buena, o son muy caros, además teniendo mínimos cuidados utilizando los buffers es mas suficiente, y estos son muy rápidos.

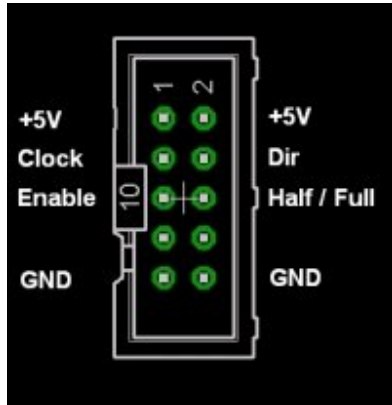
A continuación podremos ver unas imágenes de la interfaz:





Como se puede observar la Interfaz cuenta con 4 conectores para drivers, pudiendo manejar entonces hasta 4 ejes, borneras para las 5 entradas del puerto paralelo donde se conectan los finales de carrera parada de emergencia y demás, 3 relay para el encendido del husillo, bomba de agua y aspiradora por ejemplo y los reguladores de tensión, ya que a los drivers hay que alimentarlos con 5Vdc.





Para el conector de los drivers se utilizo una ficha IDC10H, estas fichas permiten conectarse solo de una forma y los cables son muy fáciles de armar, simplemente se mota el cable mano, en este caso de 10 conductores, se inserta la ficha (hembra) y se presiona quedando conectad al cable. Como se puede ver en la imagen, tenemos la alimentación de 5V, masa, y las señales de control Clock, Enable, Dirección y Half/Full (paso - medio paso).

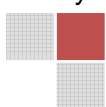
Los programas de CNC que trabajan por el puerto paralelo como ser el Mach, Kcam, TurboCNC entre otros controlan cada eje principalmente con dos señales Paso o Clock y Dirección, también es posible controlar el enable desde la PC, pero después veremos porque prefiero controlarlo por Hardware. Estas señales, llegan a la interfaz a través del puerto paralelo, y luego de aislarlas por medio de los buffers las lleva a los drivers.

La manera de que controlan los drivers es muy simple y es la siguiente:

Cada drive de manera independiente al recibir un pulso (puede actuar por flanco ascendente o descendente) mueve el motor un paso (o medio paso según la configuración) según la dirección que le indica la señal de dirección, por ejemplo en sentido horario si esta en 1 lógico y anti horario si esta en cero. Recordemos que el estado de 1 lógico corresponde a +5V. El enable lo que hace es habilitar o deshabilitar el driver, de manera que et mismo estando deshabilitado des energiza las bobinas del motor, y con el pin Half/Full se le indica al driver si debe trabajar en modo paso entero o medio paso.

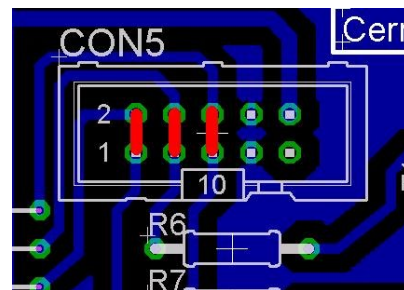
Conectores de expansión y relay:

Como se ve en la imagen y en el esquema puestos anteriormente, en a interfaz tenemos 3 relay con sus respectivas borneras de conexión de Normal Abierto y Normal Cerrado la



Un malla RC es para evitar las chispas en los contactos de los relays para alargar la vida útil. Estos relays se pueden utilizar por ejemplo para comandar el husillo, bomba de agua y aspiradora, si solo se desea utilizar uno de ellos se puede montar con un solo relay como se ve en las imágenes de más abajo.

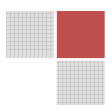
Entre los buffers y los transistores que accionan los relays tenemos un conector de expansión, también del tipo IDC e 10 conductores, que si no se utiliza se lo debe puentear con jumpers en caso de estar colocado o directamente con puentes si no se pone de la siguiente manera.



Entradas:

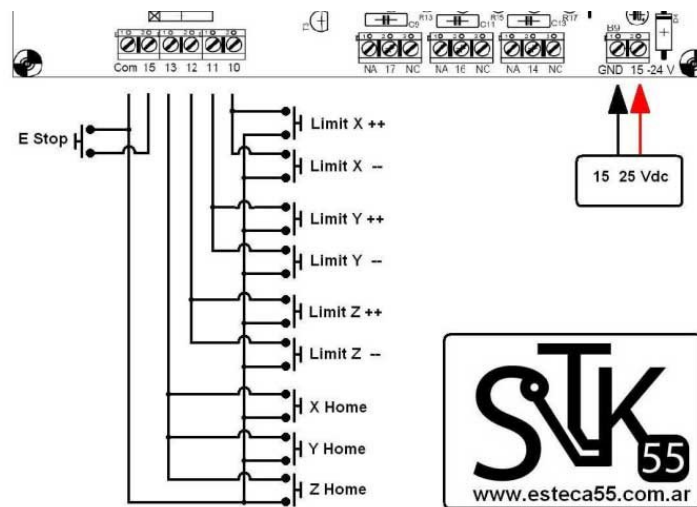
El puerto paralelo tiene 5 bits que son entradas, las cuales tenemos disponibles en la interfaz, vemos que tenemos 6 borneras, esto es porque son las 5 entradas más un común, y para accionar cada entrada lo que se hace es puentear entre el común y la entrada en cuestión. En la serigrafía de componentes está descrito que pin del puerto corresponde a cada conector, como así también que pin acciona cada rele.

En los puertos paralelos de las PC más modernas, es posible configurar el bus de datos (pin 2 al 9) como entradas, ampliando así el número, pero ahora no es factible ya que esos pines se utilizan para el control de los drivers, esto se puede aplicar si se cuenta con dos puertos paralelos en una PC, pudiendo entonces hacer más cómodo el conexionado de las entradas, o incluso conectar sistemas de encoders por ejemplo con el Mach.

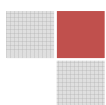


Tener solo 5 entradas es una complicación, no nos permite poner un final de carrera independiente por cada eje y demás, a esto debemos sumarle la parada de Emergencia, que es muy importante y útil, incluso en el Mach es obligatoria, no se puede dejar sin configurar.

Ante esto yo utilizo la siguiente configuración para las entradas en una maquina de 3 ejes:

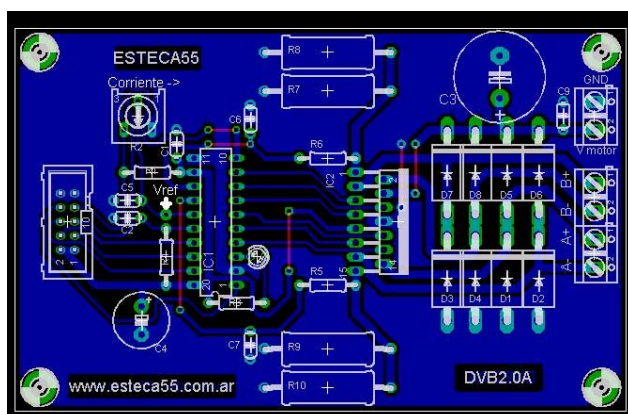


Se puede ver que una entrada se dedica a la parada de emergencia, tres a los finales de carrera agrupados por eje, en realidad lo importante es que la maquina se detenga para evitar daños, no debería llegar ahí si tenemos bien configuración los límites de la maquina, y por último la entrada que queda se ponen los tres interruptores de Home en paralelo. El home es la posición donde las coordenadas se van a hacer cero cuando mandemos a posicionar la maquina justamente al " Home", en ese punto las coordenadas virtuales del sistema se ponen a cero, y es posible conectar los 3 en paralelo, ya que el Mach por ejemplo, previendo esto, cuando uno manda la maquina a posicionarse al home, mueve de a un eje, y al encontrar el cero retrocede liberando el pulsador para continuar con el siguiente eje. En una maquina de mas ejes, no nos queda otra que poner los limites de varios ejes todos en paralelo.



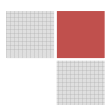
Nº PIN	Entrada / Salida	Función
2	Salida	X Paso
3	Salida	X Dir
4	Salida	Y Paso
5	Salida	Y Dir
6	Salida	Z Paso
7	Salida	Z Dir
8	Salida	A Paso
9	Salida	A Dir
10	Entrada	Lim X
11	Entrada	Lim Y
12	Entrada	Lim Z
13	Entrada	Home
14	Salida	Rele
15	Entrada	E Stop
16	Salida	Rele
17	Salida	Rele

### Driver Bipolar 2 Ampere



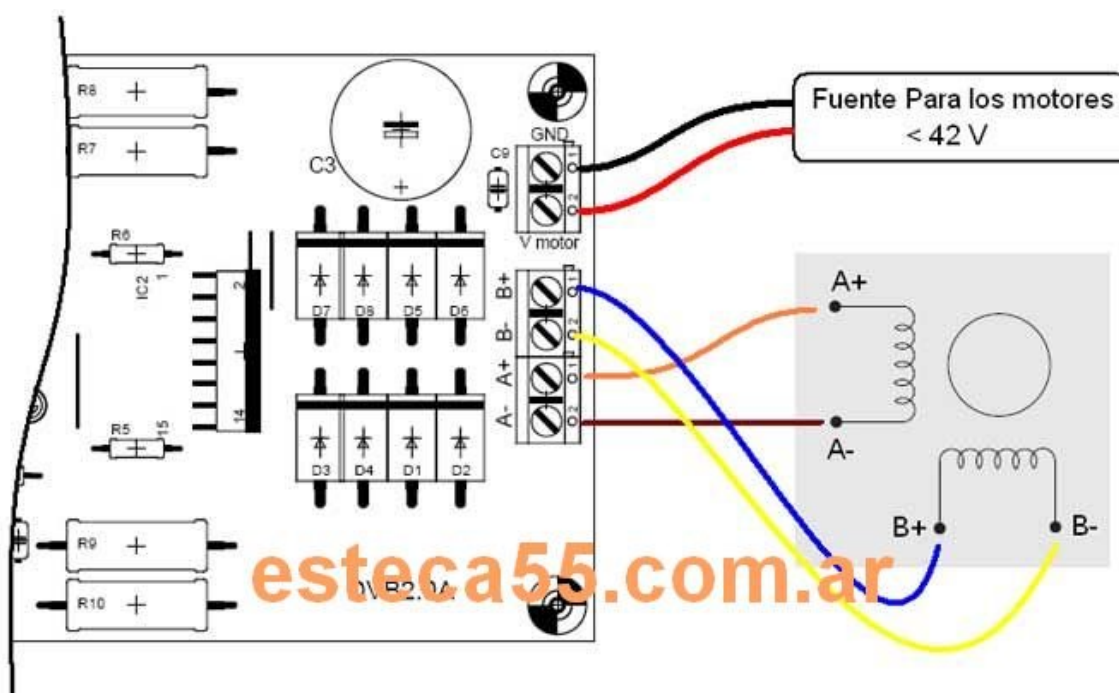
Este es un driver Bipolar con control de corriente de hasta 2A. Está conformado principalmente por dos integrados, el L297 y el L298. El L298 contiene dos puentes H integrados de necesarios para controlar las dos bobinas de un motor bipolar, el L297 se encarga de controlar dichos puentes H según las señales que llegan de la

interfaz (paso, dirección enable, etc) además de gestionar el control de corriente.

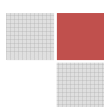


Como se puede observar el circuito es muy simple, solo un par de componentes discretos que acompañan al par L297/8, los únicos detalles a tener en cuenta son las resistencias R7 R8 R9 R10 que deben ser de 1 ohm y 2 Watt de potencia, ya que por medios de ellas se mide la corriente que fluye a través de cada puente para hacer el control de corriente. Obviamente esta de mas decir que el L298 debe ser montado sobre un disipador adecuado para ventilación.

Las conexiones del driver son simples, tenemos 3 conectores, uno para el cable plano de 10 hilos para comunicar el driver con la interfaz, otro para la fuente con la tensión que se le va a aplicar a los motores y por ultimo un conector de 4 contactos donde se conectan las dos bobinas del motor.



Como se puede ver en la imagen, se debe conectar una bobina a los terminales A y la otra a los terminales B, en lo que hay que tener cuidado es en respetar la polaridad de la fuente para el motor, ya que si se conecta de manera errónea se puede quemar el L298.



Por ser un driver con control de corriente se pueden usar tensiones mas elevadas que la nominal de las bobinas del motor, además justamente para esto se utiliza el control de corriente, ya que usando tensiones mas elevadas mejora muchísimo el rendimientos de los motores paso a paso, en este caso se puede utilizar una fuente de hasta 42 Vdc

### Control de Corriente

Como se dijo anteriormente este driver cuenta con control de corriente, el L297 es quien se encarga de esta tarea, por medio de las resistencias shunt (R7 a R10) se censa la corriente y según la tensión de referencia seteada por el usuario el L297 genera el chopping que aplica en los enables de los puentes H del L298.

Para regular la corriente a la que queremos que trabaje el driver es muy simple, simplemente hay que calcular la tensión de referencia según la siguiente perfuma:

$$V_{ref} = 0.5 \times \text{Corriente del motor}$$

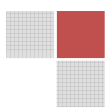
Luego de eso, debemos regular la Vref según el valor calculado, para ello, con un multímetro medimos la tensión de referencia y ajustamos el preset (R2) hasta obtener el valor deseado, para medir dicha tensión con el multímetro debemos medir entre el pin marcado como Vref en la serigrafía de la placa y GND.

---

### Motores Paso a Paso: Conocimientos Fundamentales

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños



movimientos de tan solo  $1.8^\circ$ , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso ( $90^\circ$ ) y 200 para el segundo caso ( $1.8^\circ$ ), para completar un giro completo de  $360^\circ$ .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas está energizada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

En este capítulo trataremos solamente los motores P-P del tipo de imán permanente, ya que estos son los más usados en robótica.

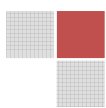
#### Principio de funcionamiento

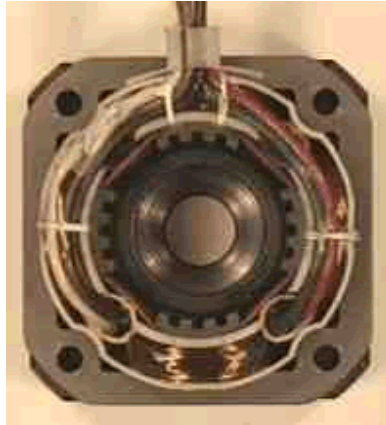
Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.



Imagen del rotor





Estator de 4 bobinas

**Bipolar:** Estos tienen generalmente cuatro cables de salida. Necesitan ciertos trucos para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. En la figura 3 podemos apreciar un ejemplo de control de estos motores mediante el uso de un puente en H (H-Bridge). Como se aprecia, será necesario un H-Bridge por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor Paso a Paso de 4 cables (dos bobinas), necesitaremos usar dos H-Bridges iguales al de la figura 3. El circuito de la figura 3 es a modo ilustrativo y no corresponde con exactitud a un H-Bridge. En general es recomendable el uso de H-Bridge integrados como son los casos del L293

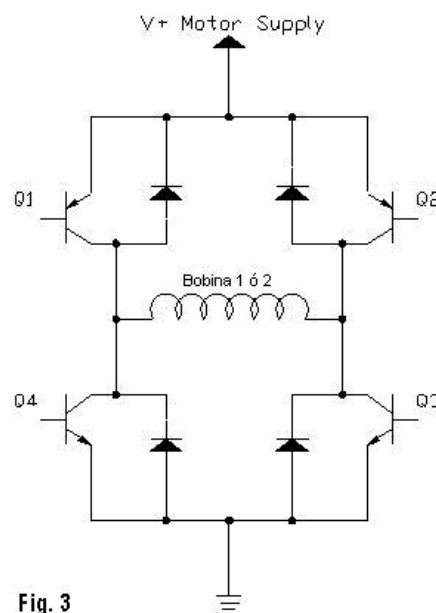
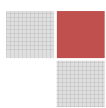


Fig. 3



### Secuencias para manejar motores paso a paso Bipolares

Como se dijo anteriormente, estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida.

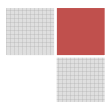
A continuación se puede ver la tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Bipolares:

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

Como comentario final, cabe destacar que debido a que los motores paso a paso son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

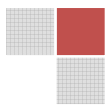
- Puede que no realice ningún movimiento en absoluto.
- Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- Puede girar erráticamente.
- O puede llegar a girar en sentido opuesto.

Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin



superar la máxima tolerada. El giro en reversa debería también ser realizado previamente bajando la velocidad de giro y luego cambiar el sentido de rotación.

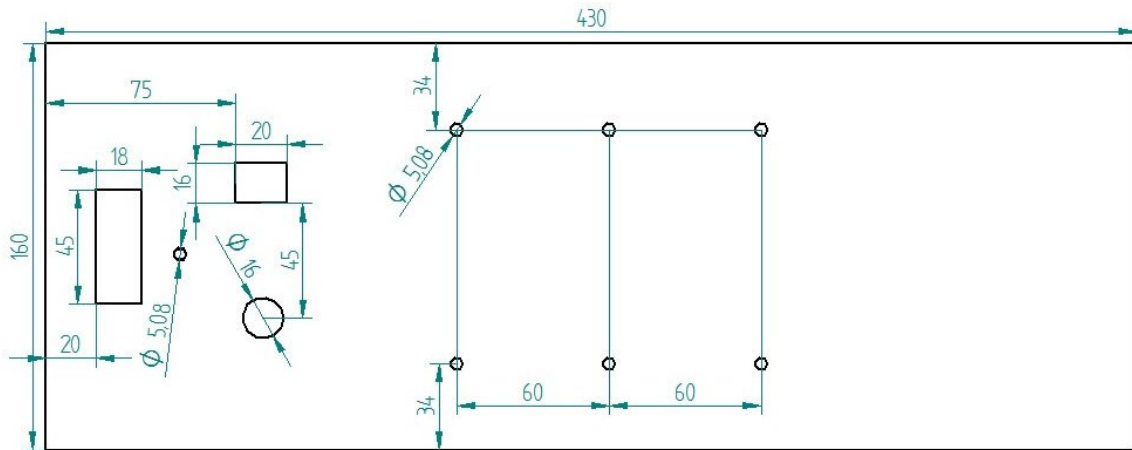
---



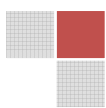
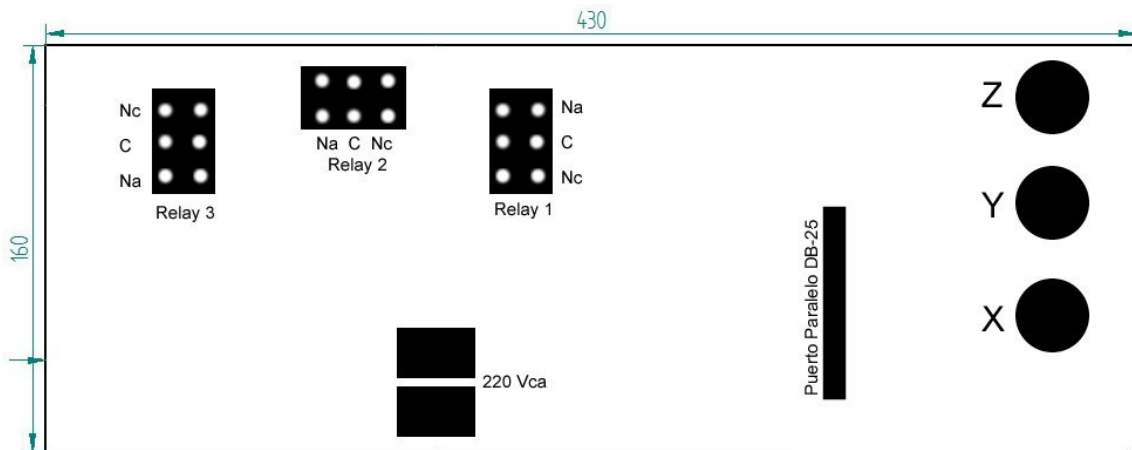
## PROTOTIPO

### Planos

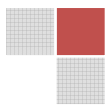
#### FRENTE GABINETE



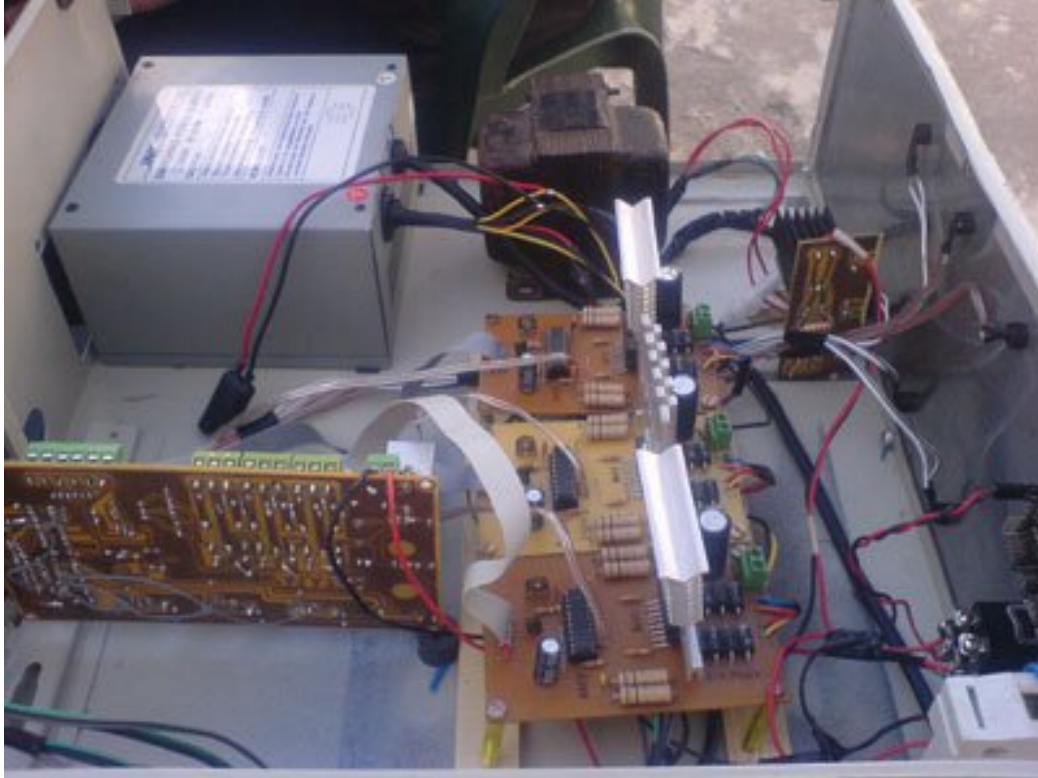
#### CONEXIONES EN PARTE TRASERA

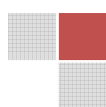


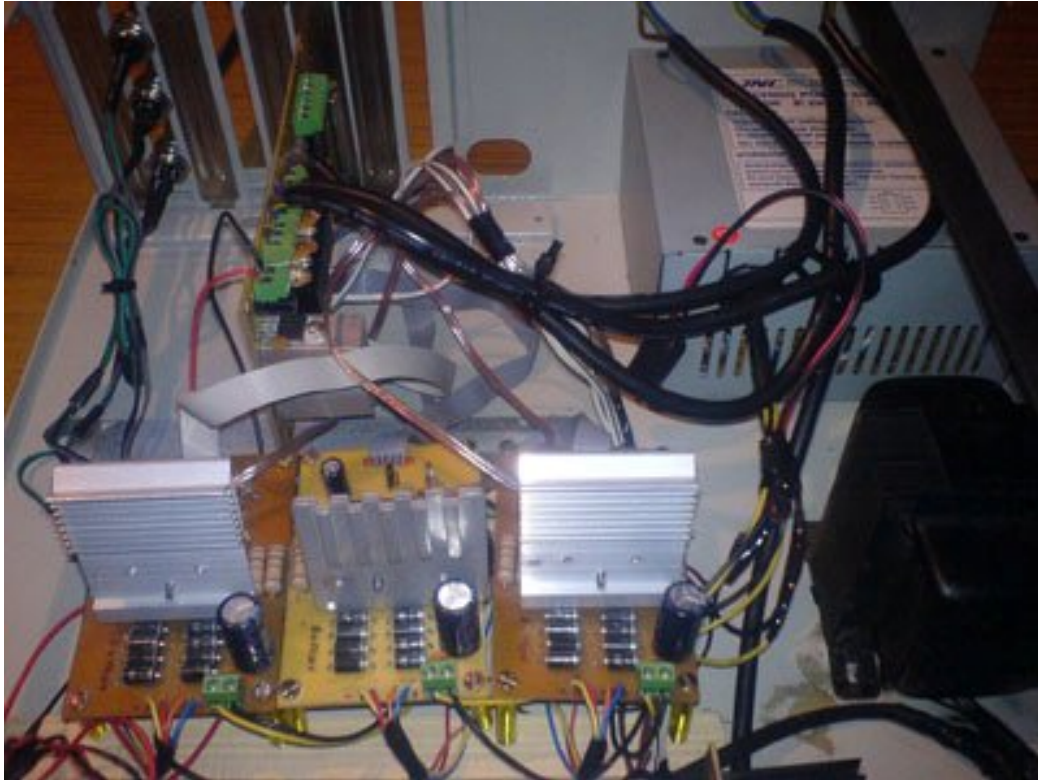
## Fotografías













## Relato Técnico

La interfaz se conecta a tres drivers de potencia, formados por puentes H de corriente gracias al integrado L298.

El comando de estos drivers necesita las señales de Paso y Dirección, provistas desde la PC mediante el puerto paralelo DB-25. Estas señales, ingresan a los drivers donde son interpretadas por el circuito integrado L297 que las transforma en las secuencias que el motor paso a paso necesita para funcionar.

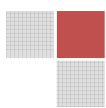
Los motores se conectan a los drivers mediante fichas cannon de 4 contactos que se encuentran en la parte trasera del gabinete, identificadas con las letras de los tres ejes X, Y, Z.


Se cuenta además con tres salidas de tipo relay con un manejo de hasta 6 Ampere en 220 Volt. Se proveen los contactos de Común, Normal Abierto y Normal Cerrado en borneras de fácil acceso.

Todo el sistema está protegido por una llave termo magnética que interrumpe el suministro eléctrico en caso de falla en la fuente de alimentación o en la entrada de tensión de los transformadores.


Además la interfaz posee un pulsador con enclavamiento para usarlo como Parada de Emergencia, la cual le indica al software de comando que hay un error y detiene todas las señales que se les envían a los drivers y apaga los relay si estuviesen encendidos.



El software utilizado para comandar este equipo es el Mach3 CNC controller for Windows Xp.








## Atribución-No Comercial-Compartir Obras Derivadas Igual 2.5 Argentina

**Usted es libre de:** 

-  copiar, distribuir, exhibir, y ejecutar la obra
-  hacer obras derivadas

**Bajo las siguientes condiciones:**

-  **Atribución.** Usted debe atribuir la obra en la forma especificada por el autor o el licenciente.
-  **No Comercial.** Usted no puede usar esta obra con fines comerciales.
-  **Compartir Obras Derivadas Igual.** Si usted altera, transforma, o crea sobre esta obra, sólo podrá distribuir la obra derivada resultante bajo una licencia idéntica a ésta.

- Ante cualquier reutilización o distribución, usted debe dejar claro a los otros los términos de la licencia de esta obra.
- Cualquiera de estas condiciones puede dispensarse si usted obtiene permiso del titular de los derechos de autor.
- Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.

**Limitación de Responsabilidad**

Sus usos legítimos u otros derechos no son afectados de ninguna manera por lo dispuesto precedentemente.  
Este es un resumen legible-por-humanos del Código Legal (la licencia completa).

