



Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial

Laboratorio de Soldadura

Proyecto Industrial Terminal

**Desarrollo y automatización de un manipulador
de ejes electromecánicos: Posicionamiento del
electrodo del equipo de soldadura TIG (ejes Y,Z)**

Para obtener la especialidad en:

“Tecnólogo en Mecatrónica”



Presenta:

Ricardo González González

Tutor académico: Leonardo Barriga Rodríguez

Septiembre 2011, Querétaro, Qro.

000128

Índice:

1.-Resumen.	3
2.-Antecedentes.	4
3.- Definición del proyecto.	5
4.- Justificación.	7
5.-Objetivos del proyecto.	8
6.- Alcances del proyecto.	10
7.- Fundamentación.	11
7.1- Conceptos básicos de soldadura TIG.	11
7.2 Mecanismos de transmisión de movimiento.	13
7.3 Dispositivos electromecánicos (motores).	17
7.4 Controladores o drives del motor.	21
7.5 Elementos a utilizar en la automatización.	23
8.-Parámetros de diseño.	24
9.-Diseño de la parte mecánica.	25
9.1 Mecanismo del eje Z.	25
9.1.1 Diseño del sujetador 1.	25
9.1.2 Diseño de la barra roscada (tornillo).	27
9.1.3 Diseño del sujetador 2 (tuerca).	28
9.2 Mecanismo del eje Y.	30
10.-Selección de elementos electrónicos.	32
10.1 Motores a pasos.	32
10.2 Circuito controlador de los motores.	33
10.3 Control manual de posición.	36
11.-Instalación de componentes.	37
12.-Conclusiones.	46
13.-Fuentes.	47
15.-Anexos.	48

1.-Resumen.

El proyecto fue realizado en el taller de soldadura de las instalaciones del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI). La práctica involucró la aplicación de parte de los conocimientos adquiridos durante la especialidad impartida en el mismo centro.

En el taller se encuentra un equipo de soldadura TIG montado sobre una mecanismo engrane-cremallera; a lo largo de este eje (x) la máquina controla la velocidad a la que el electrodo avanza en forma lineal. El posicionamiento del eje (y) se lleva a cabo de forma manual mediante un dispositivo de cremallera que se mueve por medio de una perilla conectada a un engrane. El posicionamiento del eje z se realiza igualmente de forma manual con la ayuda de un sujetador que se recorre según la altura deseada. La meta de la práctica fue automatizar los dos ejes manuales para así llevar el electrodo a una posición de inicio deseada.

El proyecto implicó las dos partes esenciales de la mecatrónica. Por un lado la parte mecánica; que consistió en el diseño de dos sujetadores del electrodo. Dos dispositivos mecánicos que cumplen la función de soportar el peso del electrodo, y al mismo tiempo guiar la fuerza de los motores eléctricos. La segunda parte del proyecto implicó la electrónica, en donde se utilizaron dos motores a pasos los cuales proporcionan la fuerza necesaria para mover el electrodo a la posición deseada. Los motores fueron controlados con una tarjeta chopper B6560, dispositivo que permite el control de los dos ejes. Así mismo se utilizó un control de mando a distancia que controla la dirección y velocidad de giro de los motores.

El conjunto electro-mecánico permite transformar la potencia de los motores en movimiento lineal en los ejes y, z. De esta manera el electrodo puede ser llevado a una posición deseada.

2.-Antecedentes.

El proyecto se realizó en las instalaciones del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de la ciudad de Querétaro. La automatización requerida para el equipo de soldadura TIG se llevó a cabo en el taller de soldadura de esta institución.

El compromiso de CIDESI es proveer a la pequeña y mediana industria con capacitación y asesoramiento para que sus productos o servicios cumplan con las exigencias de calidad en el mercado. De acuerdo a las distintas normas, los procesos de soldadura deben cumplir con ciertos requisitos para así poder ser acreditados. El área de soldadura de CIDESI cuenta con instructores calificados por la American Welding Society y por el Instituto Internacional de Soldadura quienes proporcionan entrenamiento, capacitación y certificación de soldadores. También realizan proyectos y servicios que son aplicados en la industria de la zona centro del país.

Conociendo los altos estándares con los que el taller labora, la automatización es una forma de optimizar este proceso de soldadura. Se disminuyen tiempos de procesamiento y se mejoran aspectos como exactitud de posicionamiento y ergonomía para los operadores.

3.- Definición del problema.

El equipo de soldadura TIG está automatizado sólo en el eje sobre el que corre la soldadura (eje x). La máquina cuenta con un centro de mando en donde se controla la velocidad de avance. Para posicionar el electrodo en el eje (y) se gira manualmente una perilla, misma que está conectada a un engrane que hace mover una cremallera. En el caso del eje z (vertical), éste se regula de forma manual ajustando la altura y fijando el electrodo con dos tornillos opresores.

En la siguiente figura se muestra el funcionamiento del equipo:

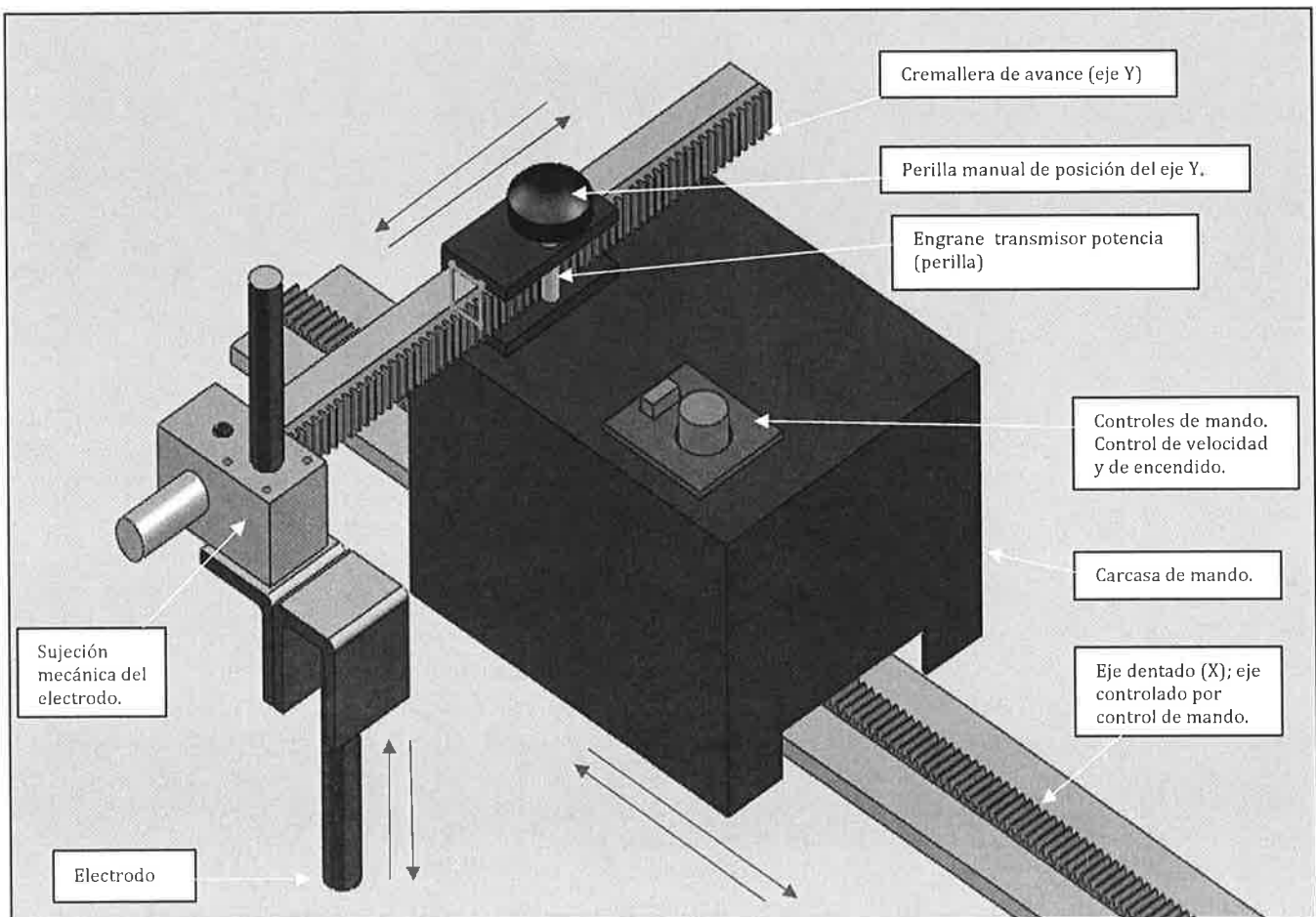


Fig 3.1. Funcionamiento del equipo de soldadura antes del proyecto.

Conociendo el funcionamiento del equipo antes de ser automatizado, ahora sabemos los requerimientos de los mecanismos. Contamos con dos ejes no automatizados: el eje y (perilla) y eje z (sujeción mecánica). Para estos ejes no automatizados es necesario colocar un sistema electromecánico que convierta una fuerza angular (motores) en un desplazamiento lineal. En las siguientes figuras se muestran las características de cada eje.

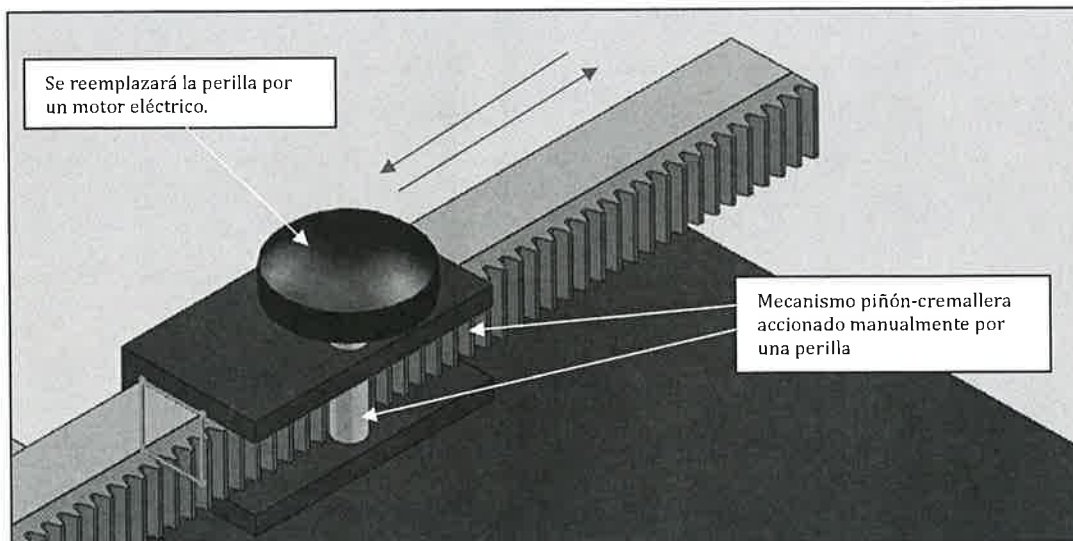
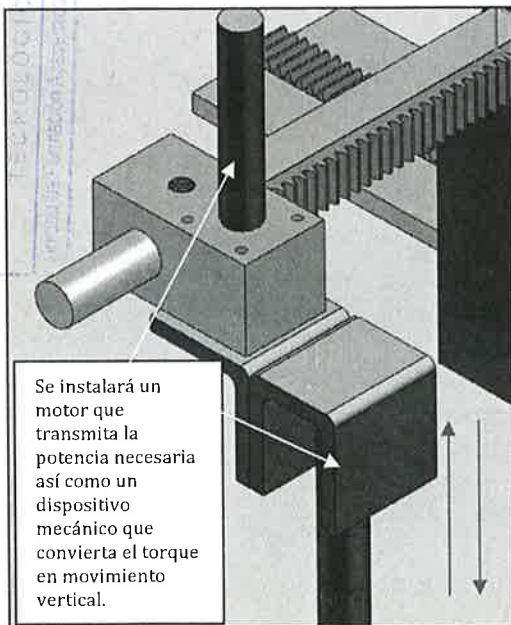


Fig 3.2. Mecanismo manual engrane cremallera del eje Y.

Para el eje Y, la perilla se sustituirá por un motor eléctrico que cumpla con las características necesarias para mover el dispositivo piñón- cremallera.



En el caso del eje z, la automatización será más complicada pues se tendrá que diseñar un dispositivo mecánico que convierta el torque de un motor en movimiento lineal. La elección de los motores, controladores y dispositivos mecánicos se llevará a cabo más adelante después de hacer una investigación de los distintos elementos que la automatización requiere.

4.- Justificación.

El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial es una institución en la que la tecnología y la innovación son elementos esenciales para su crecimiento. La automatización de procesos resulta de utilidad para así incrementar la calidad de los servicios prestados a la industria en general.

La automatización de los procesos resulta en una simplificación que implica exactitud de posicionamiento, disminución de tiempos de posicionamiento, ergonomía y menor esfuerzo del operador. Debido a que suprime la intervención de un operador en el ajuste manual de la posición, lo cual disminuye los errores que esto pudiera introducir. En general la automatización hace más eficiente el proceso de soldadura por TIG.

La automatización puede ser vista como el inicio de un proyecto con más aplicaciones. Con los tres ejes automatizados en un futuro se podrá realizar un proyecto que relacione los tres ejes en un programa de cómputo.

5.-Objetivos del proyecto.

La práctica involucra la planeación, el diseño y la instalación de dos ejes (Y,Z) en una máquina soldadora TIG. El objetivo es automatizar los ejes para llevar el electrodo a una posición deseada. La primera parte del proyecto involucrará la investigación de los posibles mecanismos transmisores de potencia así como los controladores que permitan manejar adecuadamente los motores. Se hará una investigación de los componentes para conocer de mejor forma características como funcionamiento, viabilidad y costos. Conociendo los parámetros anteriores se procederá a elegir los mecanismos y componentes electromecánicos que mejor se adapten a la automatización de los ejes.

La segunda parte consiste en el diseño de las partes mecánicas. Una vez conociendo los parámetros y características de los mecanismos se procederá con el diseño en un programa CAD. En esta parte se conocerán los parámetros y dimensiones de la máquina soldadora para así diseñar de acuerdo a los parámetros establecidos.

En la tercera parte del proyecto se cotizarán las piezas electromecánicas (motores y controladores). Se contactará con los proveedores y centros de maquinado para hacer requisiciones de compra y programar los maquinados. Es muy importante basarse en la investigación de la primera parte del proyecto, pues de esta forma se sabrán los requerimientos necesarios para que el sistema funcione de acuerdo a las especificaciones. En esta parte de la práctica se obtendrán los motores y controladores que según la investigación previa resulten los óptimos para la automatización. Después de obtener los componentes electrónicos y electromecánicos se procederá con la programación de dichos componentes.

Finalmente se procederá a la instalación de los dispositivos. Esta etapa se requiere adaptar los diseños a la máquina soldadora. Se harán pruebas para garantizar el óptimo funcionamiento de los dispositivos. A lo largo de todo el proyecto se realizará la documentación para así llevar a cabo el reporte final. Se disponen de 8 semanas para terminar con la aplicación.

Diagrama de Gantt de las actividades y objetivos del proyecto.



fig 5.1 Diagrama de Gantt del proyecto.

6.- Alcances del proyecto.

Los alcances son descritos a continuación:

- 1) Entendimiento del problema: Se analizará el mecanismo actual en busca de soluciones a la automatización de los ejes Y,Z.
- 2) Investigación de posibles componentes: Se hará una investigación sobre los posibles mecanismos que puedan convertir movimiento angular en desplazamiento lineal. También se investigará sobre posibles fuentes de torque; motores que cumplan con los requerimientos del sistema.
- 3) Elección de componentes: De acuerdo a la investigación se seleccionarán aquellos componentes mecánicos y electrónicos que cumplan con los requerimientos.
- 4) Diseño de partes mecánicas: Se diseñarán en un programa de CAD los elementos mecánicos de transmisión de movimiento (Eje Y).
- 5) Programación de motores y drivers: Se comprenderá el funcionamiento de los motores y sus controladores para así programar de acuerdo a las necesidades.
- 6) Instalación y pruebas: Se instalarán y probarán los dispositivos mecánicos y electrónicos en el equipo de soldadura.

7.- Fundamentación.

7.1- Conceptos básicos de soldadura TIG.

La soldadura TIG por sus siglas en inglés Tungsten Inert Gas, se caracteriza por el uso de un electrodo permanente de tungsteno y otros materiales en pequeña proporción como son el torio o el zirconio (2 % de la aleación). Este proceso de soldadura provee un arco eléctrico. Una capa de gas inerte envuelve al electrodo, el arco y el área a soldar. Esta capa de gas evita la oxidación de la soldadura y al mismo tiempo facilita la producción de una eficiente y limpia unión.

La diferencia respecto a la soldadura MIG (metal inert gas) reside en que el electrodo no es consumible. En la soldadura MIG el electrodo está en continua fundición, añadiéndose al cordón de soldadura.

Este tipo de soldadura puede ser utilizada en una gran variedad de metales. Los dos más utilizados son el acero y el aluminio. En el acero es posible producir uniones precisas y delgadas. En el caso del aluminio se requiere tener habilidad y experiencia previa en soldadura de aceros. La soldadura TIG resulta una herramienta bastante poderosa, con un poco de práctica es posible producir soldaduras rápida y fácilmente.

Los inconvenientes en el uso de esta soldadura son el uso continuo de gas, lo cual implica instalación de bombas y tuberías, además de que requiere de mano de obra especializada. Estos dos inconvenientes encarecen el proceso por lo cual el método es prioritariamente utilizado para necesidades especiales para acabados superficiales y de gran precisión.

En el caso del laboratorio del Centro de Ingeniería y desarrollo Industrial, centro en el cual la tecnología y precisión son factores esenciales en el desarrollo de proyectos la soldadura TIG juega un papel importante. A pesar de los costos los acabados obtenidos son justificables. Las exigencias tecnológicas y de calidad son atacadas con este proceso de soldadura.

Características y ventajas del sistema TIG:

- No es necesario material fundente
- No hay salpicadura, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco, al mismo tiempo no requiere de limpieza posterior de la pieza.
- Brinda soldaduras de alta calidad en todas las posiciones, sin distorsión
- Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es claramente visible
- El sistema puede ser automatizado, controlando mecánicamente la pistola y/o el metal de aporte

La máquina soldadora ubicada en el taller de CIDESI está ya automatizada sobre un eje. Cuenta con un centro de mando sobre el cual se ajusta manualmente el electrodo. El dispositivo está montado sobre una mesa de apoyo, sobre la cual corre la máquina a lo largo del eje X. La máquina controladora está montada sobre un eje de cremallera. Los controles permiten regular la velocidad y dirección (eje X). De acuerdo al proceso y pieza a soldar las velocidades deben cambiar para así garantizar la calidad de la unión.

La idea es automatizar los ejes restantes (Y,Z) para así llevar el electrodo a una posición de inicio deseada. Conociendo el objetivo del proyecto, se procede con la investigación de posibles medios para dicha automatización. Básicamente se investigaron dos medios; la parte de transmisión de movimiento (parte mecánica) y la parte electrónica que involucra un programa de computadora y la elección de motores transmisores de potencia.

En la siguiente sección del marco teórico se investigaron los posibles transmisores de potencia que el dispositivo podría llevar, así como también los elementos electromecánicos (drives y motores) .A continuación se presentan las principales características de cada uno de estos dispositivos.

7.2 Mecanismos de transmisión de movimiento.

Dentro de la parte mecánica se procedió a investigar sobre los posibles medios que transmitirían el movimiento; convirtiendo un movimiento angular (motores) a un movimiento lineal. En el caso del proyecto el eje Y cuenta con una sistema de cremallera para transmitir el movimiento. Sin embargo para el eje Z (movimiento vertical) fue necesario diseñar el sistema que permitiera el desplazamiento. A continuación se describen algunos de los mecanismos que fueron considerados para la implementación de automatización.

7.2.1 Sistemas de poleas.

Una polea es una rueda que tiene una ranura o acanaladura en su periferia, que gira alrededor de un eje que pasa por su centro. Esta ranura sirve para que, a través de ella, pase una cuerda que permite vencer una carga o resistencia R , atada a uno de sus extremos, ejerciendo una potencia o fuerza F , en el otro extremo. De este modo podemos elevar pesos de forma cómoda e, incluso, con menor esfuerzo, hasta cierta altura. Es un sistema de transmisión lineal puesto que resistencia y potencia poseen tal movimiento. En la figura 7.1 se muestra el funcionamiento básico de este sistema.

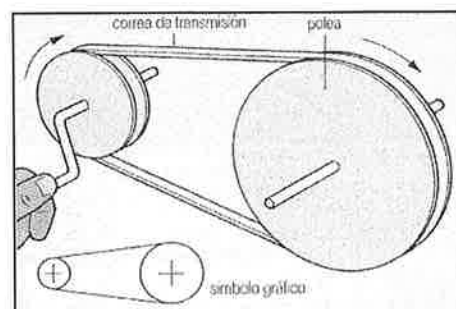


Fig 7.1 Sistema de transmisión por sistema de poleas.

La opción de elegir este dispositivo como medio de transmisión fue descartada, debido a que el espacio requerido para el sistema es reducido.

7.2.2 Ruedas de fricción.

Este mecanismo de transmisión circular consiste en dos o más ruedas que se tocan entre sí montadas sobre ejes paralelos, de modo que, mediante la fuerza

que produce el rozamiento entre ambas, es posible transmitir el movimiento giratorio entre los ejes, modificando, no sólo las características de velocidad, sino también el sentido de giro.

Este sistema tiene un inconveniente, solamente se puede usar cuando se transmiten pequeñas potencias, pues, por deslizamiento existe una pérdida de velocidad. Además, el uso continuo lleva al desgaste de las ruedas, a pesar de que las ruedas están revestidas de un material especial. Sin embargo, presenta dos claras ventajas. Por una parte el bajo coste que supone la fabricación del mecanismo y, por otro lado, es un mecanismo que ocupa poco espacio, al contrario que el sistema de poleas con correa. La siguiente figura (7.2) muestra el sistema de transmisión por fricción.

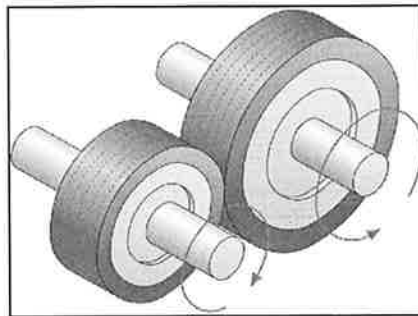


Fig 7.2 Sistema de transmisión por ruedas de fricción.

Como en el caso del sistema de poleas; el dispositivo de ruedas de fricción también fue rechazado debido a la dificultad de maquinar este tipo de dispositivos.

7.2.3 Cremallera piñón.

Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal continuo, o viceversa. Aunque el sistema es perfectamente reversible, su utilidad práctica suele centrarse solamente en la conversión de giratorio en lineal continuo, siendo muy apreciado para conseguir movimientos lineales de precisión (caso de microscopios u otros instrumentos ópticos como retroproyectores), desplazamiento del cabezal de los taladros sensitivos, movimiento de puertas automáticas de garaje, sacacorchos, regulación de altura de los trípodes, etc.

El sistema está formado por un piñón (rueda dentada) que engrana perfectamente en una cremallera. Cuando el piñón gira, sus dientes empujan los de la cremallera, provocando el desplazamiento lineal de esta. Si lo que se mueve es la cremallera, sus dientes empujan a los del piñón consiguiendo que este gire y obteniendo en su eje un movimiento giratorio. A continuación se presenta el funcionamiento básico del sistema piñón- cremallera (figura 7.3).

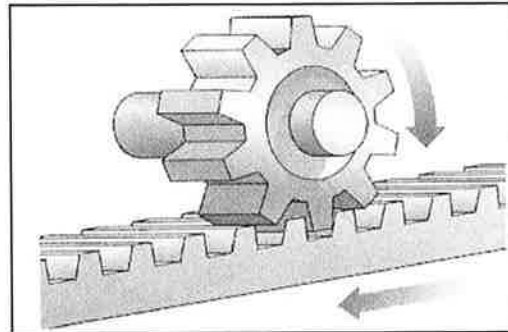


Fig 7.3 Sistema piñón-cremallera

Para el propósito del proyecto, este mecanismo es el que más se adapta a las condiciones requeridas. Convierte un movimiento angular (piñón) en un movimiento lineal a lo largo de la cremallera. Si bien este sería el mecanismo más eficiente, se encontraron algunos inconvenientes. Al investigar de los procesos de manufactura y los costos implicados con dichos procesos se llegó a la conclusión que el costo se elevaba demasiado para la aplicación. Por otro lado los tiempos de fabricación serían altos, y el tiempo límite para la entrega del proyecto exigía tiempos más cortos. Se optó por investigar otro mecanismo que permitiera el mismo funcionamiento a un costo más bajo.

7.2.4 Mecanismo tornillo-tuerca.

El mecanismo tornillo-tuerca, conocido también como husillo-tuerca es un mecanismo de transformación de circular a lineal compuesto por una tuerca alojada en un eje roscado (tornillo).

Si el tornillo gira y se mantiene fija la orientación de la tuerca, el tornillo avanza con movimiento rectilíneo dentro de ella. En la figura 7.4 se muestra el diagrama de un banco de tornillo; sistema basado en el mecanismo tornillo-tuerca.

Por otra parte, si se hace girar la tuerca, manteniendo fija la orientación del tornillo, aquella avanzará por fuera de ésta. Este mecanismo es muy común en nuestro entorno, pues lo podemos encontrar en infinidad de máquinas y artilugios.

Evidentemente, este mecanismo es irreversible, es decir, no se puede convertir el movimiento lineal de ninguno de los elementos en circular.

El avance depende de dos factores:

- La velocidad de giro del elemento motriz.
- El paso de la rosca del tornillo, es decir, la distancia que existe entre dos crestas de la rosca del tornillo. Cuando mayor sea el paso, mayor será la velocidad de avance

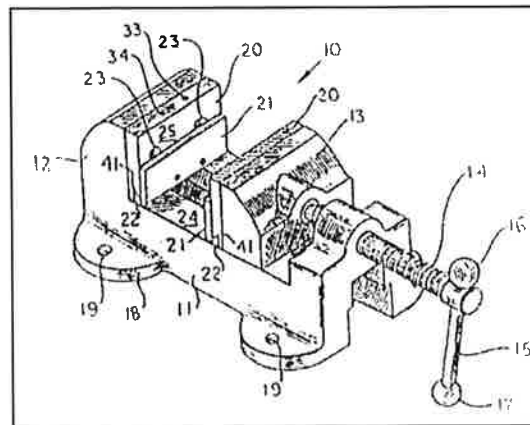


Fig 7.4 Sistema tornillo-tuerca (utilizado en tornillos de banco)

Al ver la capacidad y desempeño de dicho sistema se optó por utilizarlo en la automatización del eje Z. El mecanismo es de simple maquinado y por tal de bajo costo. La idea surgió al analizar el funcionamiento de un tornillo de banco, la fuerza que en el caso del tornillo es manual se obtendrá con motores después seleccionados.

Al final de la investigación de los mecanismos transmisores de movimiento se llegó a la conclusión de utilizar el sistema tornillo-tuerca. Dicho dispositivo nos permite convertir un movimiento angular a uno vertical en las dos direcciones (Z+ y Z-). El costo del producción después de consultar posibles centros de

maquinado fue de 2000 pesos. Un precio relativamente accesible para el proyecto.

7.3 Dispositivos electromecánicos (motores).

Una vez elegido el sistema mecánico, el siguiente paso fue hacer la investigación sobre los posibles elementos electromecánicos. Considerando el mecanismo de tornillo-tuerca la opción con más funcionalidad es el motor. Tanto en la parte del mecanismo diseñado (eje Z), como en la cremallera (eje Y) serán utilizados motores para transmitir la fuerza necesaria para mover el electrodo. A continuación se presenta el marco teórico de los tipos de motores que se tomaron en cuenta.

7.3.1 Motores de corriente directa.

En cualquier motor eléctrico la operación está basada en el electromagnetismo. La corriente circula por un conductor que genera un campo electromagnético; cuando el conductor es situado en un campo externo. El sistema experimentará una fuerza proporcional a la corriente que pasa por el elemento conductor y la fuerza del campo magnético exterior. La configuración interna de un motor DC está diseñada para mantener la interacción entre los dos campos, de esta forma generando movimiento rotacional.

En la figura 2.1 se muestra un diagrama de un motor de dos polos. El color rojo representa un imán polarizado al norte. El color verde representa un campo electromagnético al sur.

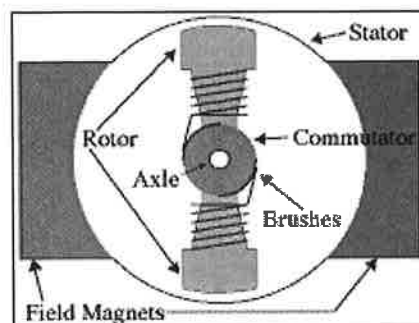


Fig 7.5 Diagrama motor DC

Cada motor de corriente directa cuenta con seis partes básicas. El eje, el rotor (armadura), el estator, conmutador, los imanes magnéticos y las escobillas. En los motores DC comunes el campo magnético externo es producido por imanes permanentes de gran fuerza. El estator es la parte estacionaria del motor, esta incluye la carcasa como también dos o más piezas de imanes permanentes. El rotor (en conjunto con el eje y el conmutador) rotan con respecto al estator. El rotor consiste en un devanado (generalmente en una carcasa), esta bobina está conectada directamente al conmutador.

Cuando se aplica energía las polaridades de las bobinas y los imanes del estator están desalineados. El rotor girará hasta que el campo electromagnético de los imanes esté alineado. Cuando el motor alcanza el alineamiento las escobillas se mueven al siguiente punto de contacto del conmutador energizando así la siguiente bobina.

7.3.2 Servomotores.

Un servomotor es un dispositivo eléctrico que mide el error para así corregir el desempeño del mecanismo. El término sólo aplica a sistemas que mandan señales de retroalimentación (error-corrección). Las señales ayudan a controlar la posición, la velocidad y otros parámetros.

Un servomotor común provee control de posición. Utilizan motores eléctricos con el objetivo de crear fuerza mecánica. Otros tipos de servos son los hidráulicos, neumáticos o magnéticos. Los servos operan bajo el principio de retroalimentación negativa, en donde la entrada de control es comparada con la posición actual del sistema mecánico mediante un tipo de transductor en la salida. Cualquier diferencia entre el valor actual y el valor deseado (señal de error) es amplificado y usado para conducir el sistema a la dirección necesaria para reducir o eliminar el error. Este procedimiento es ampliamente utilizado en aplicaciones de teoría del control.

Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control. Un servo normal o estándar tiene 3kg por cm. de torque, lo cual es bastante fuerte

para su tamaño. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, tiene un consumo de energía reducido.

La corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cual es la corriente que consume. La corriente depende principalmente del par, y puede exceder un amperio si el servo está enclavado, pero no es muy alto si el servo está libre moviéndose todo el tiempo.

Los servomotores hacen uso de la modulación por ancho de pulsos (PWM) para controlar la dirección o posición de los motores de corriente continua. La mayoría trabaja en la frecuencia de los cincuenta hercios, así las señales PWM tendrán un periodo de veinte milisegundos. La electrónica dentro del servomotor responderá al ancho de la señal modulada. Si los circuitos dentro del servomotor reciben una señal de entre 0,5 a 1,4 milisegundos, este se moverá en sentido horario; entre 1,6 a 2 milisegundos moverá el servomotor en sentido anti horario; 1,5 milisegundos representa un estado neutro para los servomotores estándares.

Para este tipo de motores se debe utilizar la modulación por ancho de pulso. Acción que normalmente se lleva a cabo mediante el uso de un micro controlador. A continuación se describe el proceso de control mediante PWM. Modulación por ancho de pulsos.

Un circuito PWM arroja como resultado una onda cuadrada con ciclo variable de ON y Off, variando en el tiempo del 0 al 100 %. De esta manera, una cantidad variable de potencia es transferida a la carga.

La principal ventaja de un circuito de PWM sobre un controlador que se base en la variación lineal de la potencia suministrada a una carga mediante cambio resistivo es la eficiencia. A una señal de control del 50%, el PWM usará cerca del 50% de la potencia total, de la cual casi toda será transferida a la carga. En un controlador tipo resistivo, de un 50% de potencia que se quiera transferir a la carga se estima que le puede llegar cerca de un 71%. El otro 21% se pierde en forma de calor.

La principal desventaja de los circuitos de PWM es la posibilidad de que exista interferencia por radiofrecuencia (RFI). El RFI puede minimizarse ubicando el controlador cerca de la carga y utilizando un filtrado de la fuente de alimentación. Este circuito posee una pequeña protección contra RFI y produce una mínima interferencia.

7.3.3 Motores de paso bipolares.

Este tipo de motores tienen generalmente cuatro cables de salida. Necesitan ciertas manipulaciones para ser controlados, debido a que requieren de cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. Es necesario además un puente H por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor de 4 cables es necesario utilizar dos puentes H.

Secuencia 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 (figura 7.6).

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

Fig 7.6 Secuencia normal de pasos para motores bipolares.

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. S

Si se desea cambiar el sentido de giro debería también ser realizado previamente bajando la velocidad del motor y luego cambiar el sentido de la rotación.

Para la aplicación que se realizó en el laboratorio de soldadura se consideró utilizar motores de paso como la mejor opción. Su precisión, su bajo costo y además su facilidad de programación fueron los principales factores por los que se eligió dicho mecanismo. El reto después de dicha elección fue investigar sobre los tipos de controlador que los motores a pasos podría tener. A continuación se presenta parte del marco teórico investigado para la futura elección del controlador a utilizar en la máquina soldadora.

7.4 Controladores o drives del motor.

El controlador será la parte que nos permita accionar, detener y controlar el sentido de giro y velocidad del motor. A continuación se presentan una gama de controladores, de los cuales se pretende elegir el más óptimo para la aplicación requerida.

Un controlador es un sistema o grupo de sistemas que gobiernan en determinada manera el desempeño de un motor eléctrico. Un controlador deberá incluir un dispositivo manual o automático para inicializar y detener el motor, así como para seleccionar el sentido de rotación, velocidad y en ocasiones la magnitud del torque. Cabe mencionar que el sistema también tendrá que contar con protección contra sobrecargas y errores.

Para el apto funcionamiento de un motor, este debe contar con un cierto controlador. La complejidad del controlador varía de acuerdo a la aplicación que el motor desempeñará. El caso más simple es un interruptor de corriente. Este interruptor puede funcionar de manera manual o en forma de un relevador conectado en forma de sensor; el cual inicializará o detendrá automáticamente el motor.

El interruptor deberá tener diferentes posiciones, para así seleccionar las diferentes conexiones del motor. Este control permite reducir la entrada de voltaje, el control de la velocidad y sentido de giro. Dependiendo del tamaño y

características del motor el controlador podrá ser más específico. En el caso de motores más grandes que cuentan con protección contra sobrecargas y sensores de temperatura. Un control automático también deberá contar con sensores de límite para evitar dañar la maquinaria de avance.

Controladores más complejos pueden ser utilizados para variar el torque y la velocidad de manera más precisa, utilizando sistemas de control de lazo cerrado. Por ejemplo en máquinas de control numérico en donde la posición y la velocidad son críticas para la herramienta de corte.

Los controladores de motores pueden ser manuales o automáticos (de operación remota). Los controladores pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de motor a utilizar; de imán permanente, servomotores, en serie y de corriente alterna.

7.4.1 Controladores para motores de pasos.

Circuitos L/R: Son circuitos controladores que funcionan con un voltaje constante aplicado a cada bobina para así establecer los pasos de posición. La corriente aplicada a cada bobina es la que determina el torque. La corriente I en cada devanado es proporcional a voltaje (V) aplicado, a la inductancia (L) y la resistencia (R) de las bobinas. La resistencia (R) determina la máxima corriente de acuerdo con la ley de ohm $I=V/R$. La inductancia L determina la máxima velocidad de cambio en las bobinas; esto de acuerdo a la fórmula $dl/dt = V/L$. Para obtener altos torques a grandes velocidades es requerido un drive con mayor capacidad de voltaje, con baja resistencia y baja impedancia.

Este tipo de controladores son aptos para el motor de pasos que ocuparemos, son de bajo y costo y nos permiten tener un torque necesario para la aplicación deseada.

Circuitos Chopper: Los controladores Chopper (Chopper drive circuits) son llamados de corriente continua; porque generan una corriente continua en cada bobina a diferencia de los circuitos L/R (que generan un voltaje continuo). En cada paso es aplicado alto voltaje: Esto causa que la corriente se eleve rápidamente ($dl/dt = V/L$). La corriente en cada devanado es monitoreada por el

circuito, usualmente midiendo el voltaje mediante una serie de resistores a lo largo de cada bobina. Cuando la corriente excede determinado punto el voltaje es detenido (típicamente utilizando transistores de potencia). Cuando la corriente de las bobinas cae por debajo de un cierto punto el voltaje es encendido nuevamente. De esta forma la corriente es mantenida relativamente constante para cierto paso del motor. Este tipo de controladores permite manejar mayores torques y velocidades que los circuitos L/R.

Este tipo de controladores son aptos para el motor de pasos que ocuparemos, son de bajo y costo y nos permiten tener un torque necesario para la aplicación deseada.

7.5 Elementos a utilizar en la automatización.

La transmisión de fuerza necesaria para mover los dos ejes (Y,Z) estará a cargo de dos motores a pasos; cuyas características serán descritas en la sección 10 del reporte.

El control de dichos motores se llevará a cabo mediante una tarjeta Toshiba TB6560AHQ chip; este controlador cuenta con la posibilidad de manejar tres ejes y controlar la velocidad y dirección de giro. Se utilizará un control manual (joystick) que permitirá determinar los parámetros de avance.

La parte mecánica que se diseñará está basada en el mecanismo tornillo-tuerca. Este mecanismo transformará el movimiento angular de los motores en un movimiento lineal para los dos ejes de posicionamiento del electrodo.

Las especificaciones de cada elemento de la automatización son descritos con más detalle en las siguientes secciones del texto.

8.-Parámetros de diseño.

Una vez conociendo los elementos necesarios para la implementación de la automatización, ahora es necesario saber sobre los parámetros de diseño para así elegir los motores a pasos y controladores que tengan la capacidad necesaria para la implementación. Los parámetros a vigilar son el peso, tamaño, velocidad y resolución de los elementos.

Los parámetros que se consideran en la implementación son:

- La parte mecánica del eje Z, así como la instalación del motor deben ser compactas pues se cuenta con un espacio reducido entre el electrodo y el equipo de soldadura (caja de mando)
- El peso de los componentes limita el desempeño de los motores, se deberá tratar de reducir peso para así ver menos afectaciones a la automatización.
- El dispositivo debe sostener el peso del electrodo que es de 1.5 Kg.
- La conversión de movimiento angular (motores) a movimiento lineal debe ser fino; con un aproximado de 3mm/rev.
- La velocidad de desplazamiento no es crítica ya que sólo se posicionará el electrodo; sin embargo debe variar entre 2 mm/seg hasta 10 mm/seg.
- Se requiere un modo manual operado por un control (joystick).
- Se operará con voltajes de 12 a 24 volts con un gasto de corriente del rango de 2 a 3 A.

9.-Diseño de la parte mecánica.

La parte mecánica del mecanismo juega un papel muy importante en la aplicación. El mecanismo convierte el movimiento angular de los motores a pasos en un movimiento lineal. El diseño debe ser lo suficientemente liviano para no afectar el giro de los motores, pero también debe ser robusto y de las dimensiones necesarias para sujetar el motor y los electrodos.

Para el funcionamiento del eje Z se diseñaron dos sujetadores que cumplen con la función de soportar el peso del electrodo y mantenerlo en una posición deseada. Al mismo tiempo este dispositivo cumple con la función de transmitir la potencia de los motores. De acuerdo a la investigación hecha previamente se llegó a la conclusión que el mecanismo más apto para la aplicación sería el de tornillo tuerca. Este mecanismo cuenta con un tornillo fijo sujetado al motor de pasos y la tuerca es la que transmite el movimiento lineal.

Para el eje Y se utilizó el mecanismo piñón cremallera que antes era accionado manualmente por una perilla. Se diseñó un soporte para el motor y la conexión entre la fleca del motor y el engrane de la cremallera.

9.1 Mecanismo del eje Z.

Primeramente para el desplazamiento del eje Z se construyeron dos sujetadores que nos permiten convertir el movimiento angular del motor en un movimiento lineal (horizontal): El diseño se basó en el funcionamiento de un tornillo de banco (mecanismo tornillo tuerca). El mecanismo se divide en dos partes; el sujetador 1 (en donde se fija el motor) y la tuerca que convierte nos otorga un movimiento lineal del mecanismo y al mismo tiempo sujeta el electrodo. A continuación se describe el mecanismo.

9.1.1 Diseño del sujetador 1.

El equipo de soldadura cuenta con una barra sobre la que originalmente se ajustaba el electrodo. Dicha barra fue utilizada para diseñar el sistema mecánico.

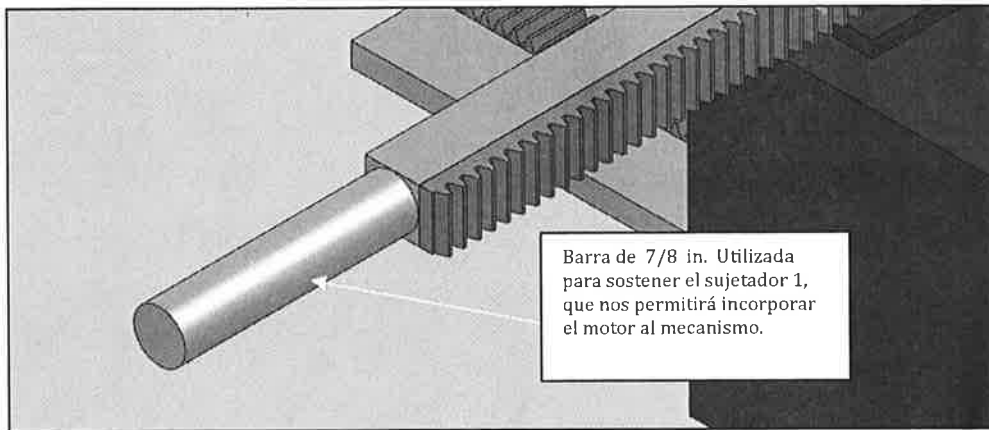


Fig 9.1 Barreta original de sujeción del electrodo.

Básicamente el sujetador 1 es un prisma rectangular que se ajusta a la barra. Las características del sujetador 1 son descritas a continuación (las medidas y características del bloque se especifican en los anexos de este texto):

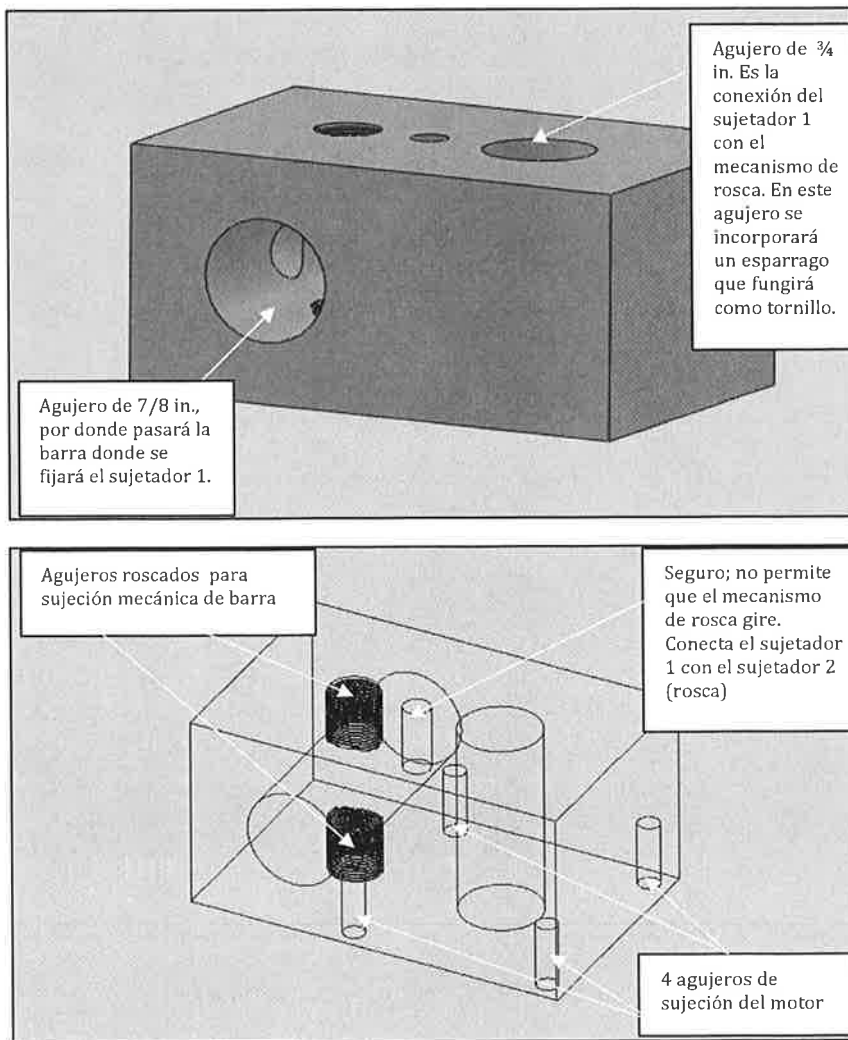


Fig 9.2 Diseño del sujetador 1.

El ensamble del sujetador 1 el motor y la barra es el siguiente:

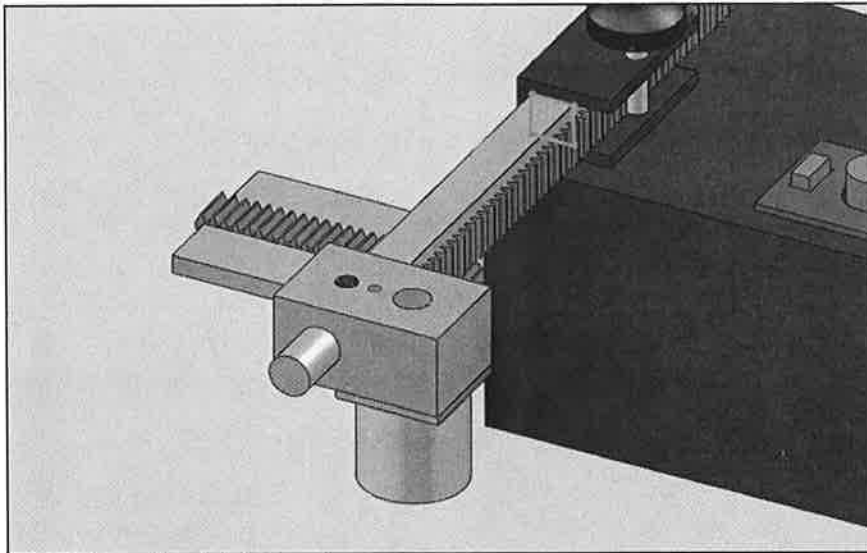


Fig 9.3 Ensamble sujetador 1- motor.

9.1.2 Diseño de la barra roscada (tornillo).

De acuerdo al mecanismo tornillo-tuerca. El tornillo puede ser móvil o fijo. En este caso se decidió diseñar un tornillo fijo que girara de acuerdo a la velocidad del motor de pasos. Se decidió utilizar una cuerda fina que permitiera un desplazamiento lineal más corto entre cada revolución. El sistema nos permite un avance de 7 pulgadas. A continuación se describen las características del tornillo (en los anexos se presenta la información más detallada).

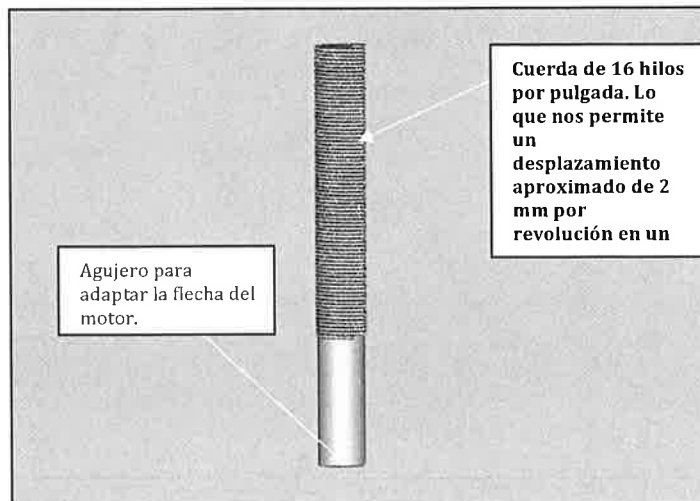


Fig 9.4 Diseño barra roscada (tornillo)

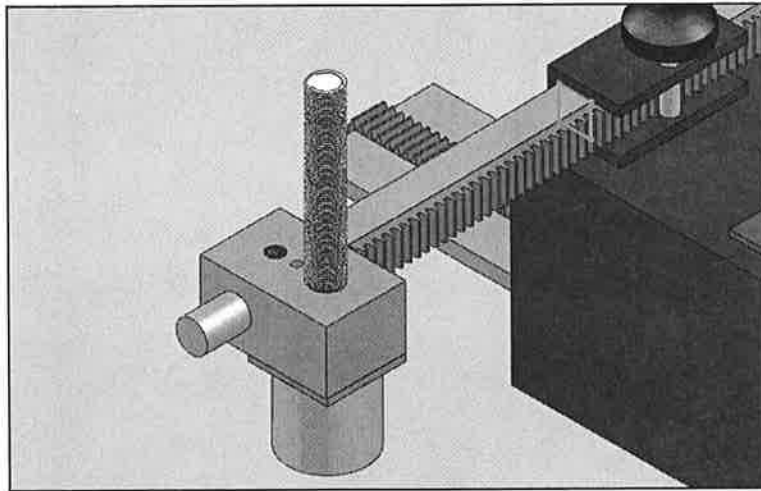


Fig 9.5 Ensamble sujetador 1- motor- barra roscada.

9.1.3 Diseño del sujetador 2 (tuerca).

Finalmente fue diseñado el sujetador 2; dispositivo que cumple con la función de tuerca y que es el que transmite el movimiento en el electrodo. Las características son descritas en las siguientes figuras.

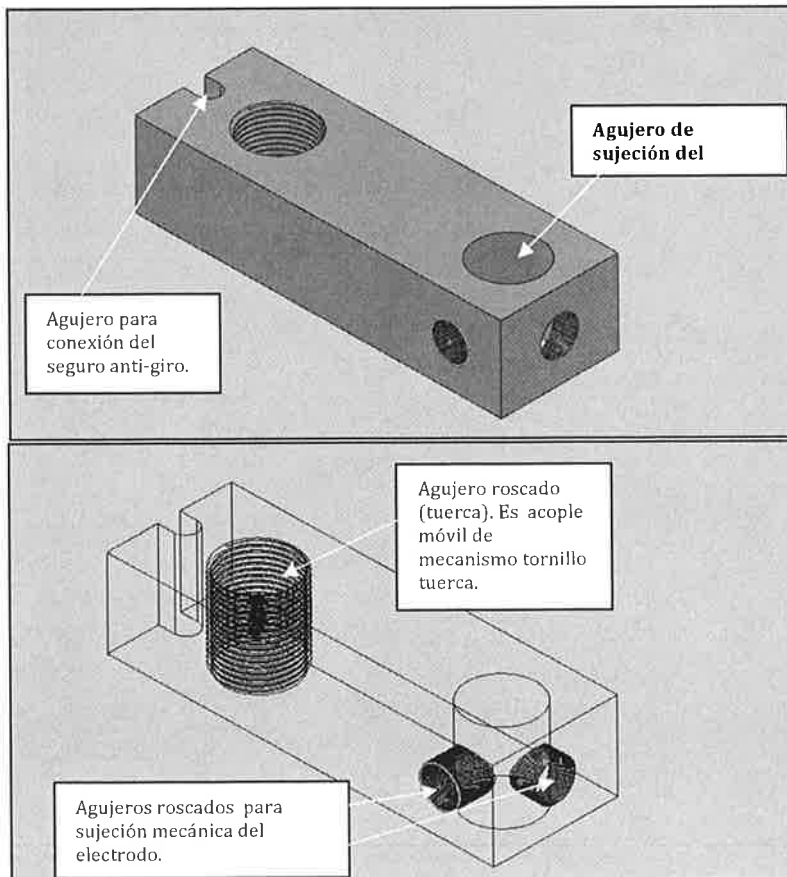


Fig 9.6 Diseño sujetador 2 (tuerca)

La descripción del ensamble para el eje Z es la siguiente:

- 1) Motor de pasos: transmite un torque en movimiento angular genera la potencia necesaria para mover el mecanismo tornillo-tuerca.
- 2) Sujetador 1: Elemento que fija el motor de pasos y conecta la fleca a un esparrago roscado (tornillo). Al mismo tiempo fija la fleca del eje Y (cremallera) al mecanismo.
- 3) Tornillo: Es un esparrago roscado que gira a la misma velocidad que la fleca del motor; el dispositivo solo gira sobre su propio eje, no ejerce movimiento lineal (vertical).
- 4) Sujetador 2: Es el elemento roscado que permite el movimiento vertical del mecanismo y por tal del electrodo.
- 5) Seguro anti-giro: Seguro que evita que el sujetador 2 gire, mantiene el electrodo en una posición deseada.

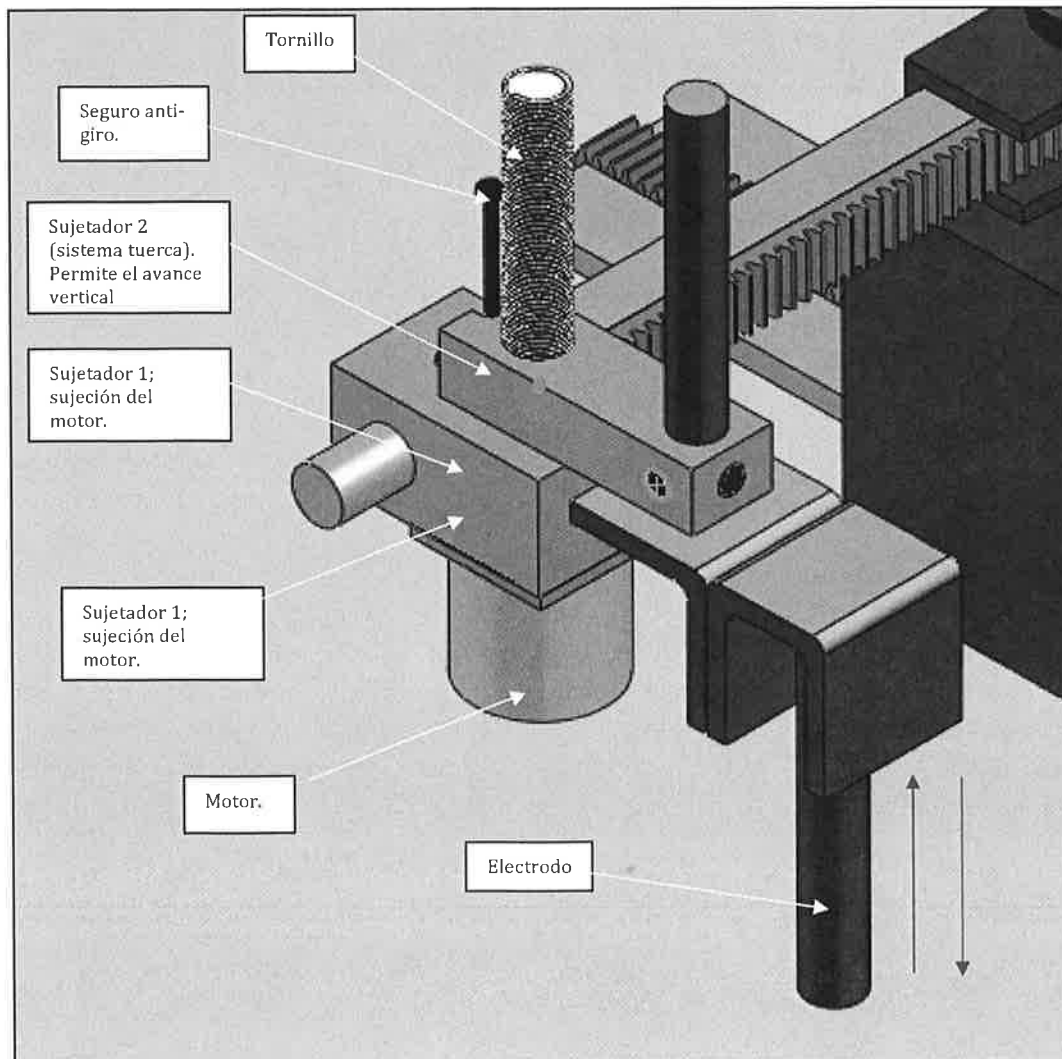


Fig 9.7 Ensamble final dispositivo tornillo-tuerca en eje Z.

9.2 Mecanismo del eje Y.

Para el movimiento en el eje Y se utilizará también un motor eléctrico con las mismas características del mecanismo del eje Z. El mecanismo original controlaba la posición de manera manual haciendo girar una perilla conectada a un engrane y este a una cremallera.

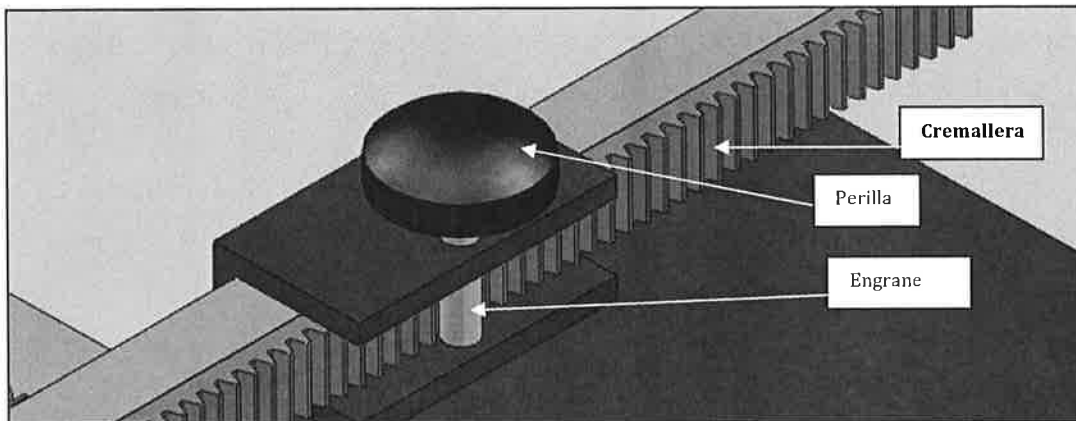


Fig 9.8 Mecanismo original (perilla-cremallera) del eje Y.

En lo correspondiente a este mecanismo se sustituyó la perilla por un soporte en el que fue posible sujetar el motor de pasos. Se unió mecánicamente la flecha del motor al engrane, lo cual nos permitió transmitir el torque del motor y convertirlo en un movimiento lineal.

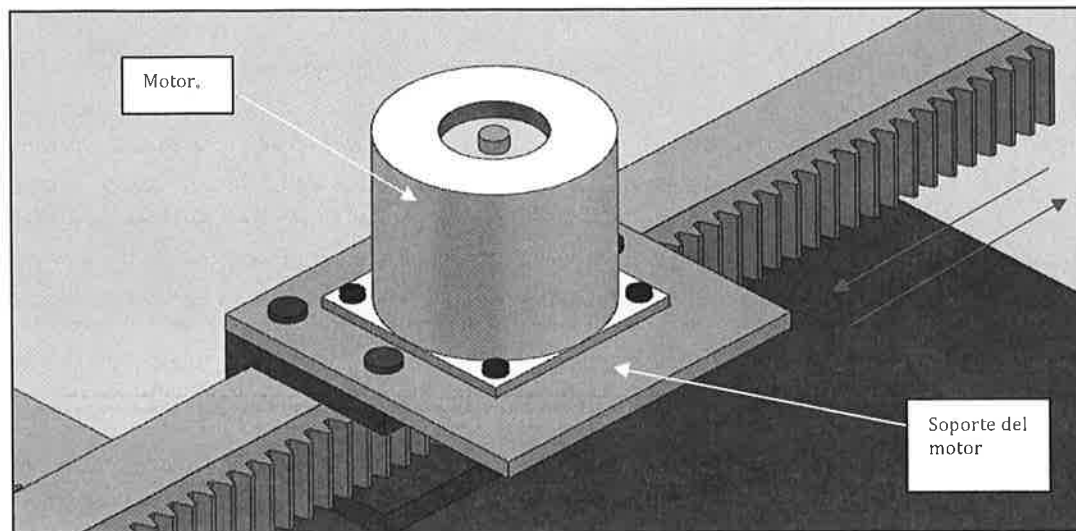


Fig 9.9 Mecanismo modificado eje Y.

La parte mecánica del proyecto fue diseñada en el programa de CAD SolidWorks; Resultando ser una herramienta muy útil para el diseño de parte mecánicas. Con los planos de los elementos, se mandó al centro de maquinado.

El material utilizado fue un acero 1018; la selección de este material fue tomada debido a su bajo costo y su buena maquinabilidad.

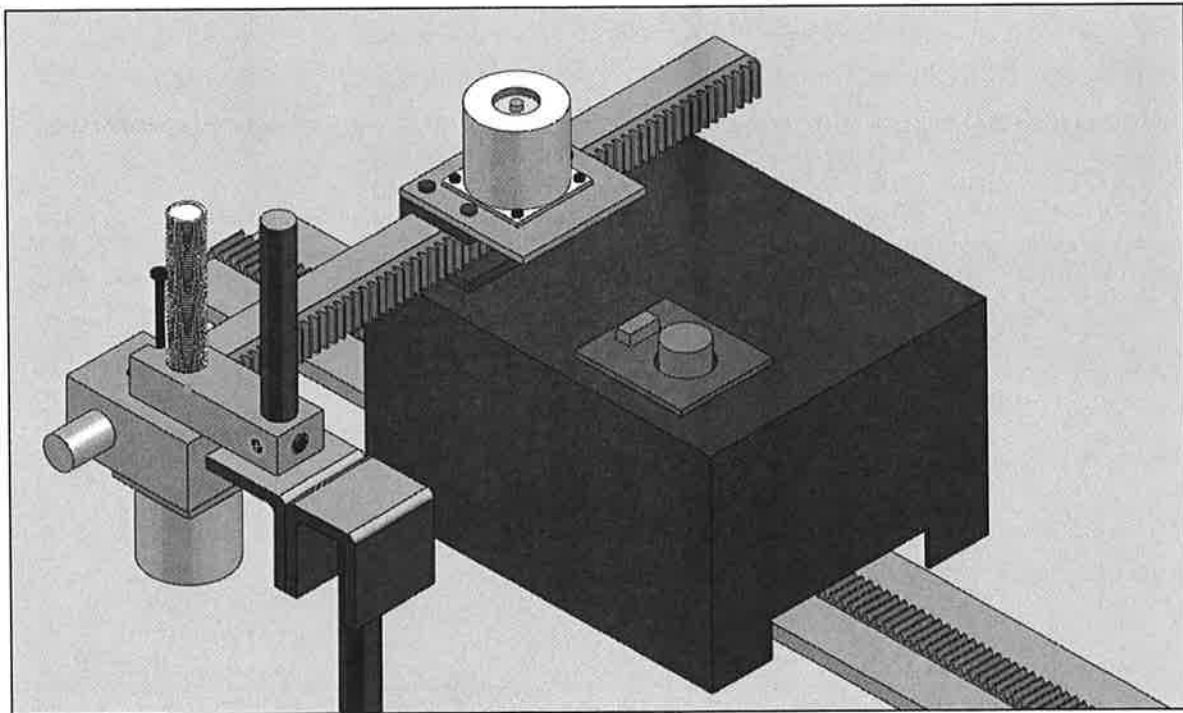


Fig 9.10Ensamble final de la automatización de los dos ejes (Y,Z).

10.-Selección de elementos electrónicos.

10.1 Motores a pasos.

De acuerdo a la investigación previa los motores que resultaron tener las características aptas para la aplicación fueron los motores de pasos. Su precisión, su bajo costo y además su facilidad de programación fueron los principales factores por los que se eligió dicho mecanismo.

Para la automatización fueron considerados los motores bipolares tipo NEMA El modelo que fue seleccionado fue un NEMA 23; dichos motores nos proporcionan un gran torque en un motor relativamente pequeño. En seguida se muestran las especificaciones de los motores de pasos.

NEMA 23 Motor		Back to Detailed Specs
Electrical		
Step angle		1,8 deg
Steps per revolution		200
Angular accuracy		±3%
Phases		2
Industry Standards		
Industrial standards		CE, cUR, UR
RoHS Compliance		Yes
Physical		
Operating temperature		-20 to 40 °C
Rated ambient temperature		40 °C
Shaft load (20,000 hours at 1,500 rpm)		
Radial		20 lb (9.1 kg) at shaft center
Axial push		6 lb (2.7 kg)
Axial pull		50 lb (22.7 kg)
Recommended heat sink size		10 x 10 x 1/4 in. aluminum plate
Recommended encoder		780251-01

Fig 10.1 Características del motor a pasos NEMA 23.

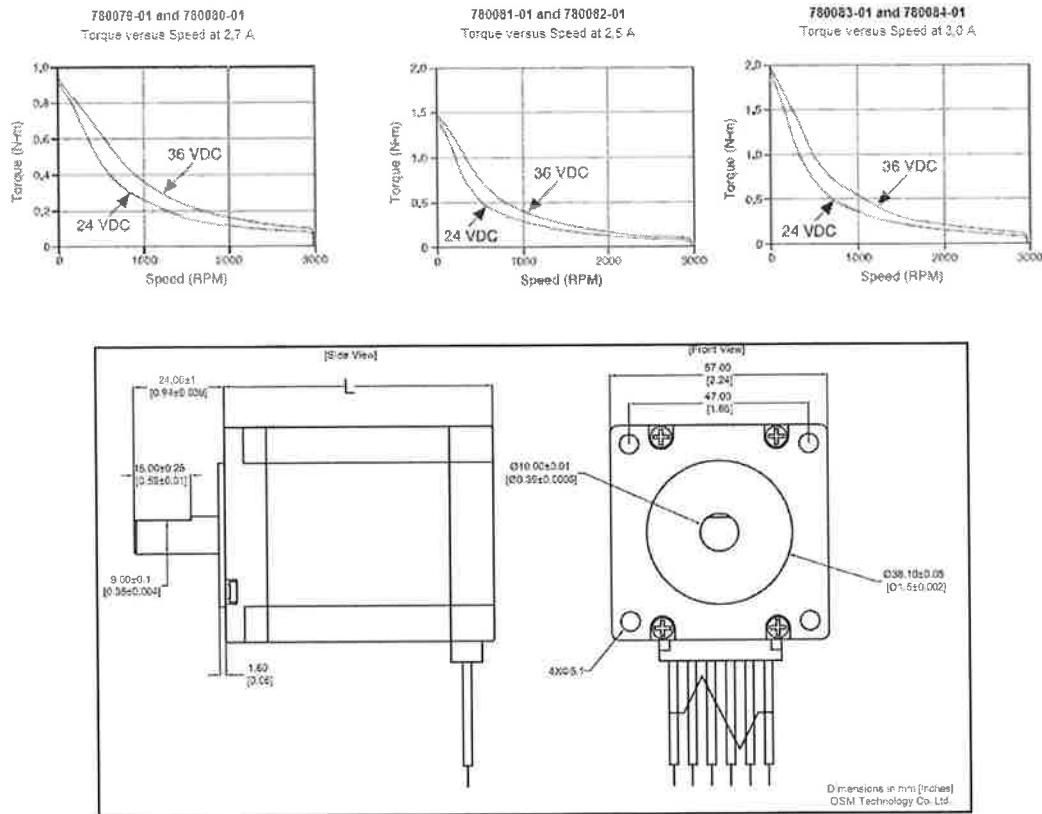


Fig 10.2 Especificaciones del NEMA 23.

10.2 Circuito controlador de los motores.

Debido a que los motores a pasos NEMA 23 producen un buen torque la corriente que consumen también es alta. El rango de trabajo de estos motores es de 1.5 a 3 A; estos amperajes no son soportados por circuito de buffer normal.

Para esta aplicación se utilizó un circuito o tarjeta chopper; B6560 driver board. Este tipo de tarjetas de control proporcionan un alto desempeño en los motores a pasos. El propósito de estos circuitos es mandar una corriente bipolar constante a través de las bobinas del motor. El circuito recibe los pasos y la dirección de la señal de un sistema de control externo y genera la secuencia de fase de acuerdo a los comandos. La corriente es ajustada mediante controles booleanos. El bajo costo de este controlador y la capacidad que este fueron factores importantes para la selección de este circuito.

En la siguiente figura se muestran los principales componentes del circuito:

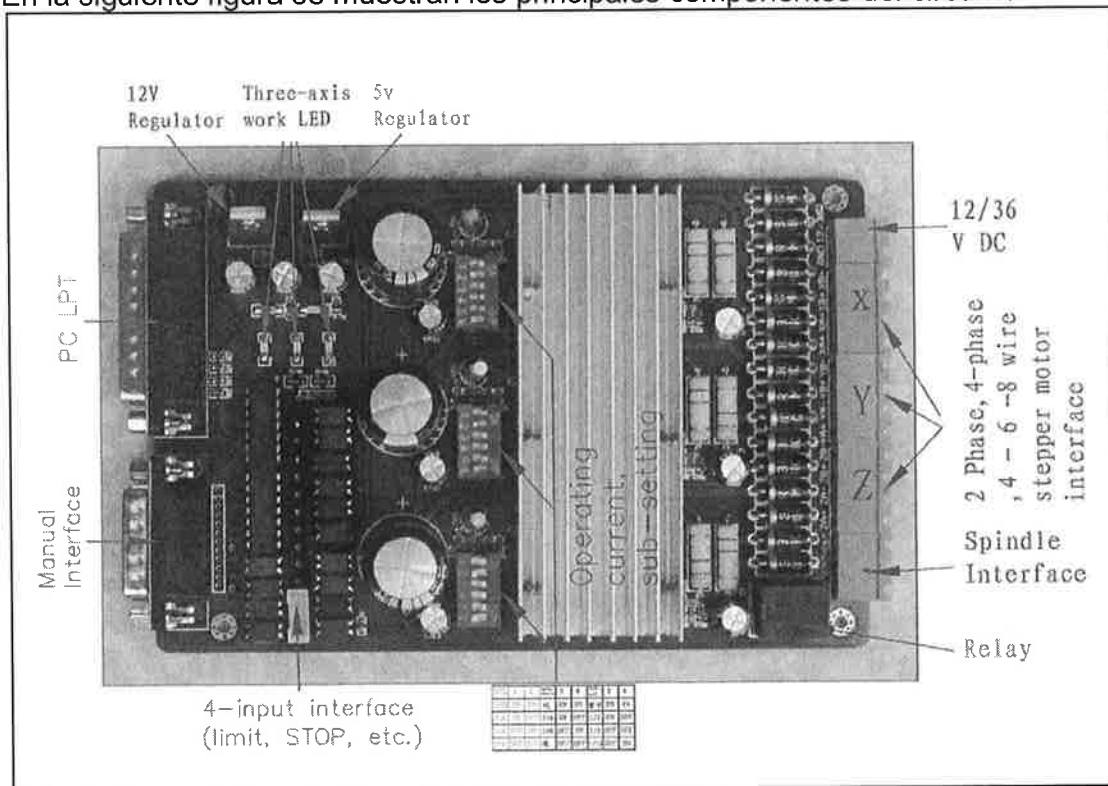


Fig 10.3 Componentes del circuito TB6560 driver board.

La tarjeta cuenta con tres puertos que permiten controlar tres ejes (X,Y,Z). La alimentación de voltaje es de un rango de los 12 V a los 36V. La tarjeta maneja una corriente de hasta 3.5 A. Las especificaciones de la tarjeta son:

- Un chip Toshiba TB6560AHQ -High power, un máximo de 3.5A.
- Configuración de micro- pasos de 1 a 1/1. La mayor exactitud de operación se da en los pasos 1, y ½.
- La configuración de la corriente es ajustable para los ejes en un 25%,50%,75%,100% del total de la corriente que puede ser configurada para diferentes pasos de motores.
- Protección contra sobrecargas y seguridad contra altas temperaturas. Protección total para computadora o equipos periféricos.
- En los mandos de Corrientes la potencia de salida puede ser configurada de acuerdo a las especificaciones requeridas.

- 4 canales de entrada de interface. Pueden ser utilizados para sensores de límite y botones de paro de emergencia.
- Corriente bipolar constante con región no resonante. Control de motores suave sin efecto “creep”.
- Arquitectura universal; soporta la mayoría de los programas con comunicación paralela: MACH3,KCAM4,EMC2 etc.

10.2.1 Configuración de niveles de corriente, velocidad y micro pasos.

Cada eje de la tarjeta cuenta con un control booleano en el cual se configuran los parámetros de niveles de corriente (25%, 50%, 75% y 100%) , la velocidad de giro y la configuración los micro pasos.

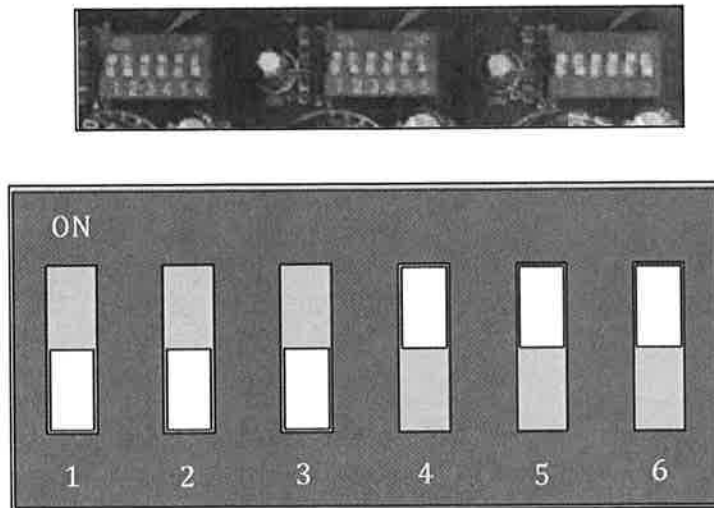


Fig 10.4 Control booleano de ajuste de parámetros.

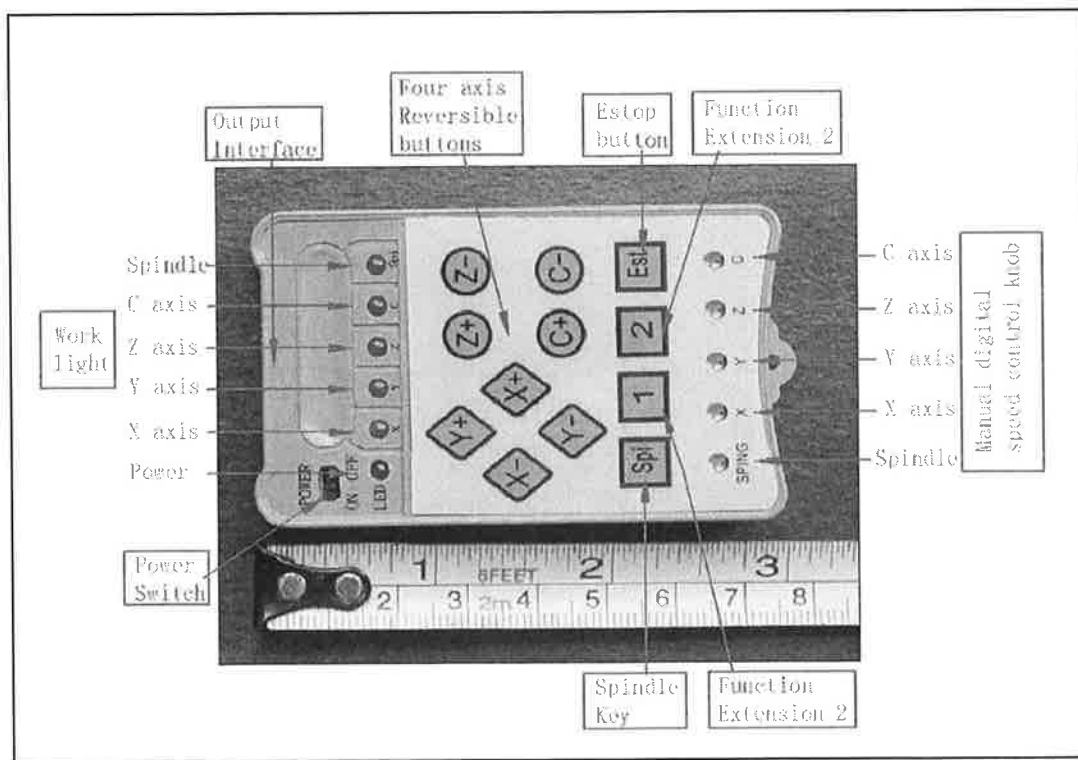
Current Setting	1	2	Decay Mode Settings	3	4	MicroStep setting	5	6
100%	ON	ON	FAST	ON	ON	1	ON	ON
75%	ON	OFF	25%	ON	OFF	1/2	ON	OFF
50%	OFF	ON	50%	OFF	ON	1/8	OFF	OFF
25%	OFF	OFF	SLOW	OFF	OFF	1/16	OFF	ON

Fig 10.5 Parámetros controlados por el control booleano.

10.3 Control manual de posición.

Las condiciones de trabajo en el taller: como altas temperaturas y el material de aporte desprendido en el proceso de soldadura hacen necesaria la instalación de una planta de protección para el equipo de cómputo. Otro aspecto a considerar es el tiempo de encendido del equipo y arranque del programa de LabView; si bien este tiempo no es muy alto, en la práctica la incorporación de un control manual resulta muy efectivo.

Se consiguió un pequeño control manual a forma de joystick que mandará pulsos a través de un puerto del circuito controlador (B6560). Este control maneja la dirección de giro de los motores así como la regulación de la velocidad. A continuación se presentan las características físicas del control y del puerto de comunicación con la tarjeta B6560.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5V/V DD	GND	Estop	Empower1	Empower2	Spindle	X/Dir	X/Ste p	Y/Dir	Y/Ste p	Z/Dir	Z/Ste p	C/Dir	C/Ste p

Fig 10.11 Características del motor y del puerto.

11.-Instalación de componentes.

Una vez terminado el diseño de las partes mecánicas se procedió a maquinar los distintos elementos. Para el sujetador 1 y sujetador 2 se utilizó acero común debido a su buena maquinabilidad y bajo costo. En el caso del soporte del motor para el mecanismo controlador del eje y se utilizó aluminio.

En cuanto a la parte electrónica se contactaron con los proveedores y se cotizaron las piezas. Ya reunidos los distintos componentes se instalaron y se hicieron pruebas que permitieron ajustar el equipo de automatización.

El equipo originalmente es el mostrado a continuación:

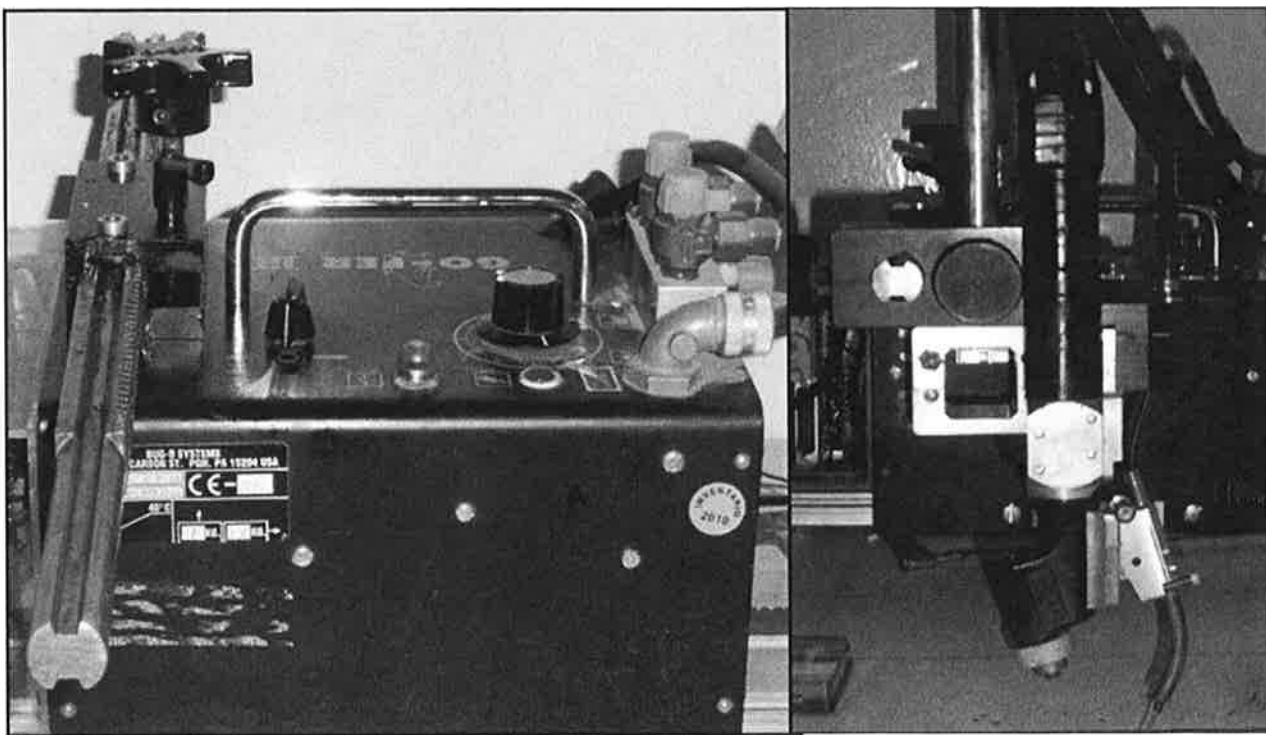


Fig 11.1 Configuración del equipo original.

A continuación se presentan cada uno de los componentes del eje Z, así como su instalación final.

Sujetador 1 (eje z):

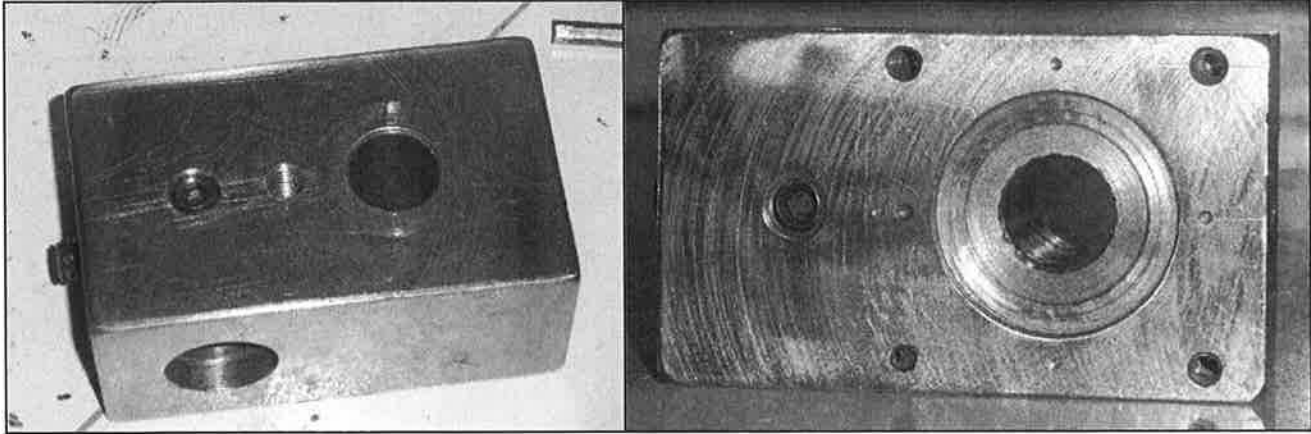


Fig 11.2 Sujetador 1

Barra roscada (eje z):

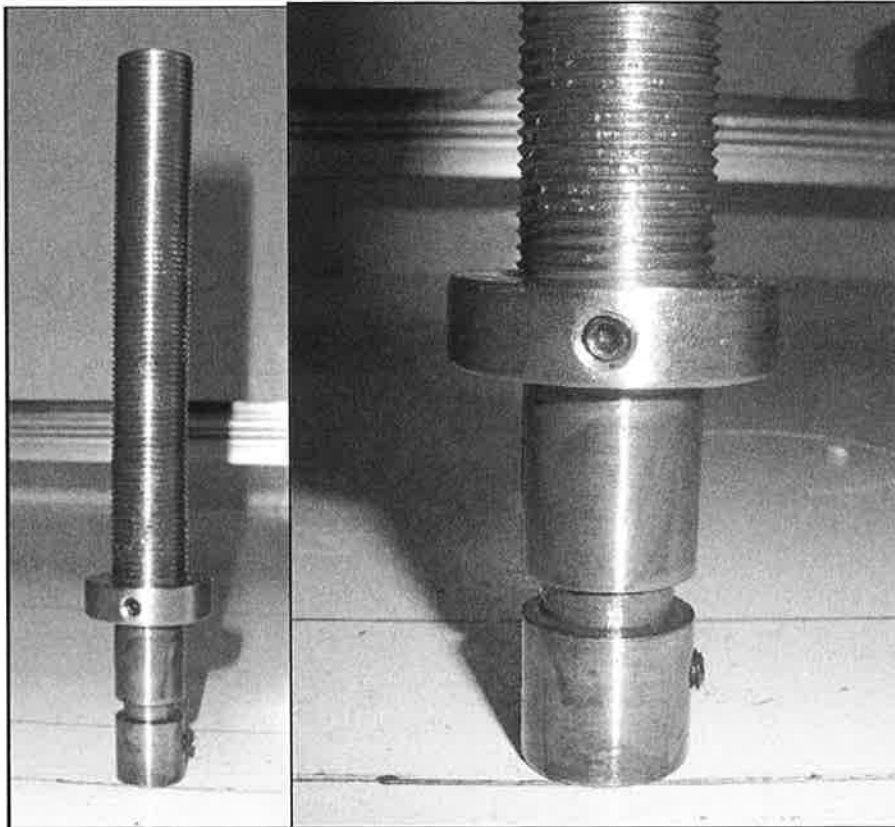


Fig 11.3 Barra roscada.

Sujetador 1- barra roscada (eje z):

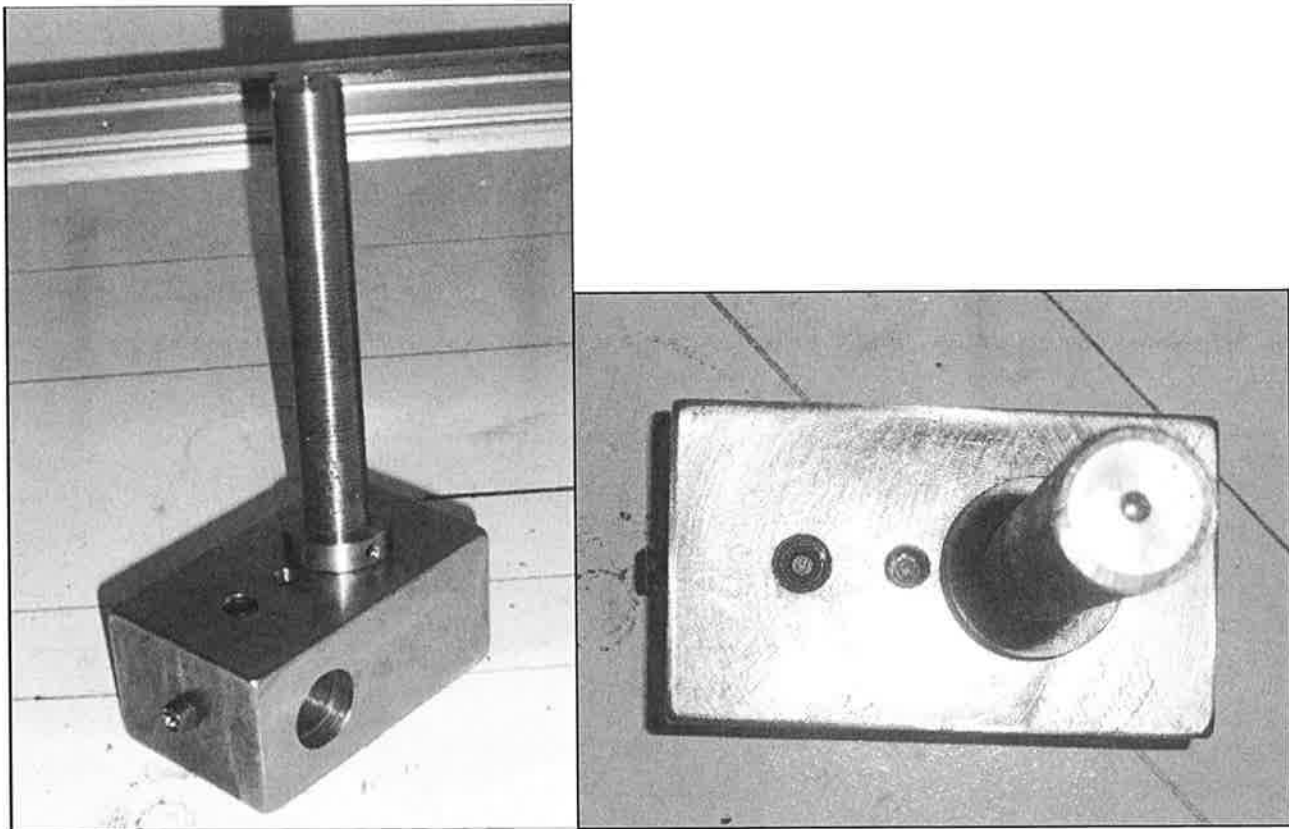


Fig 11.4 Sujetador 1- Barra roscada.

Sujetador 2 (eje z):

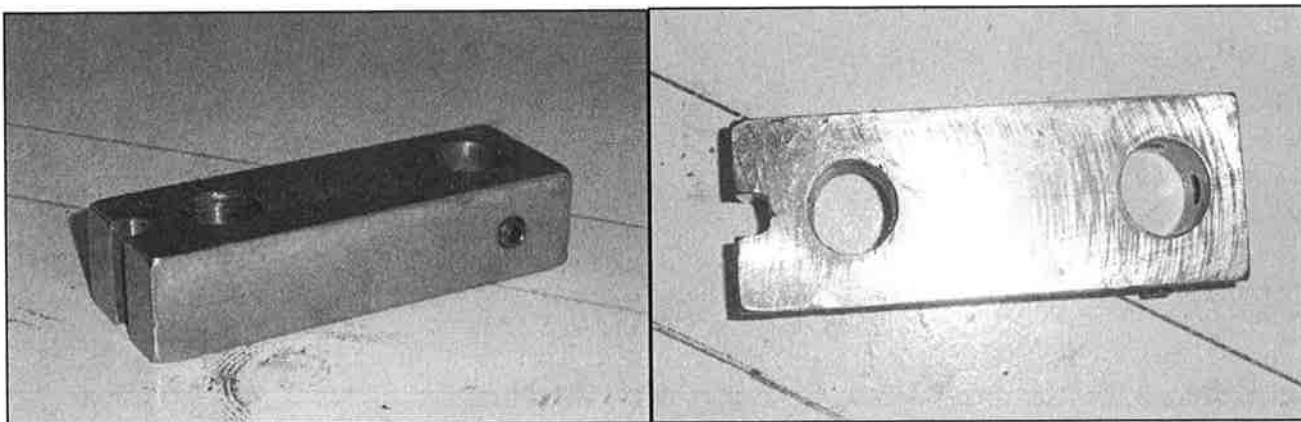


Fig 11.5 Sujetador 2.

Sujetador 1- barra roscada- sujetador 2 (eje z):

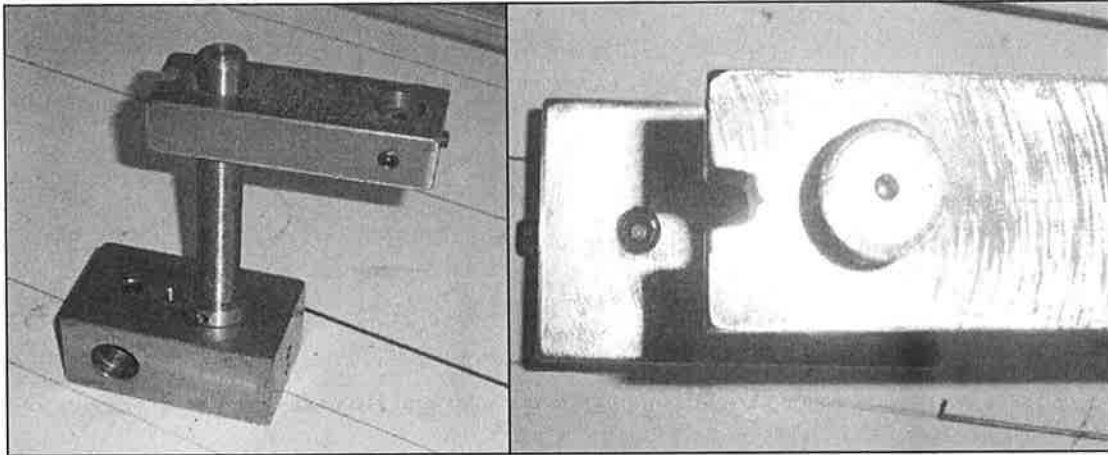


Fig 11.6 Sujetador 1- Barra roscada- Sujetador 2.

Sujeción del motor (eje z):

La sujeción se lleva a cabo por medio de un tornillo opresor el cual permite la transmisión de potencia del motor a la barra dentada.

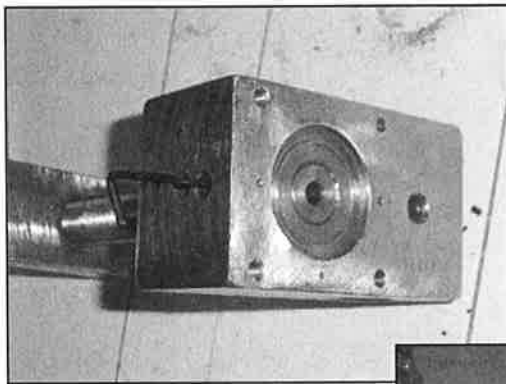
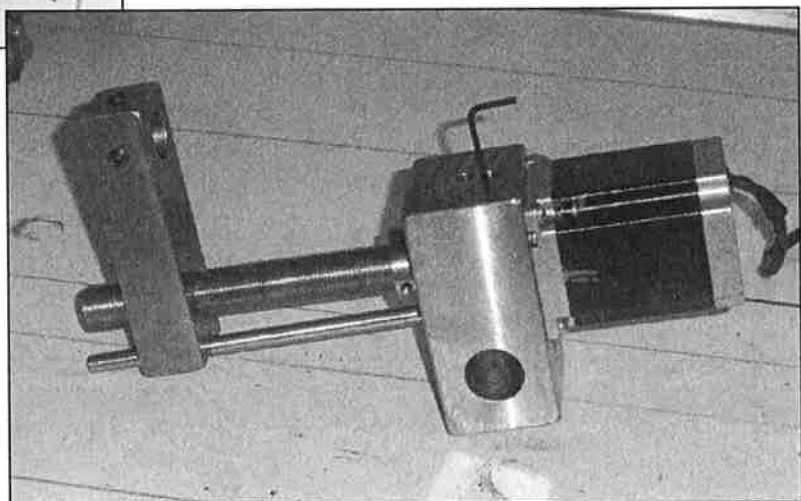


Fig 11.7 Sujeción del motor.



Mecanismo de posicionamiento eje Z.

En su conjunto el dispositivo electromecánico para el posicionamiento del eje z es el siguiente:

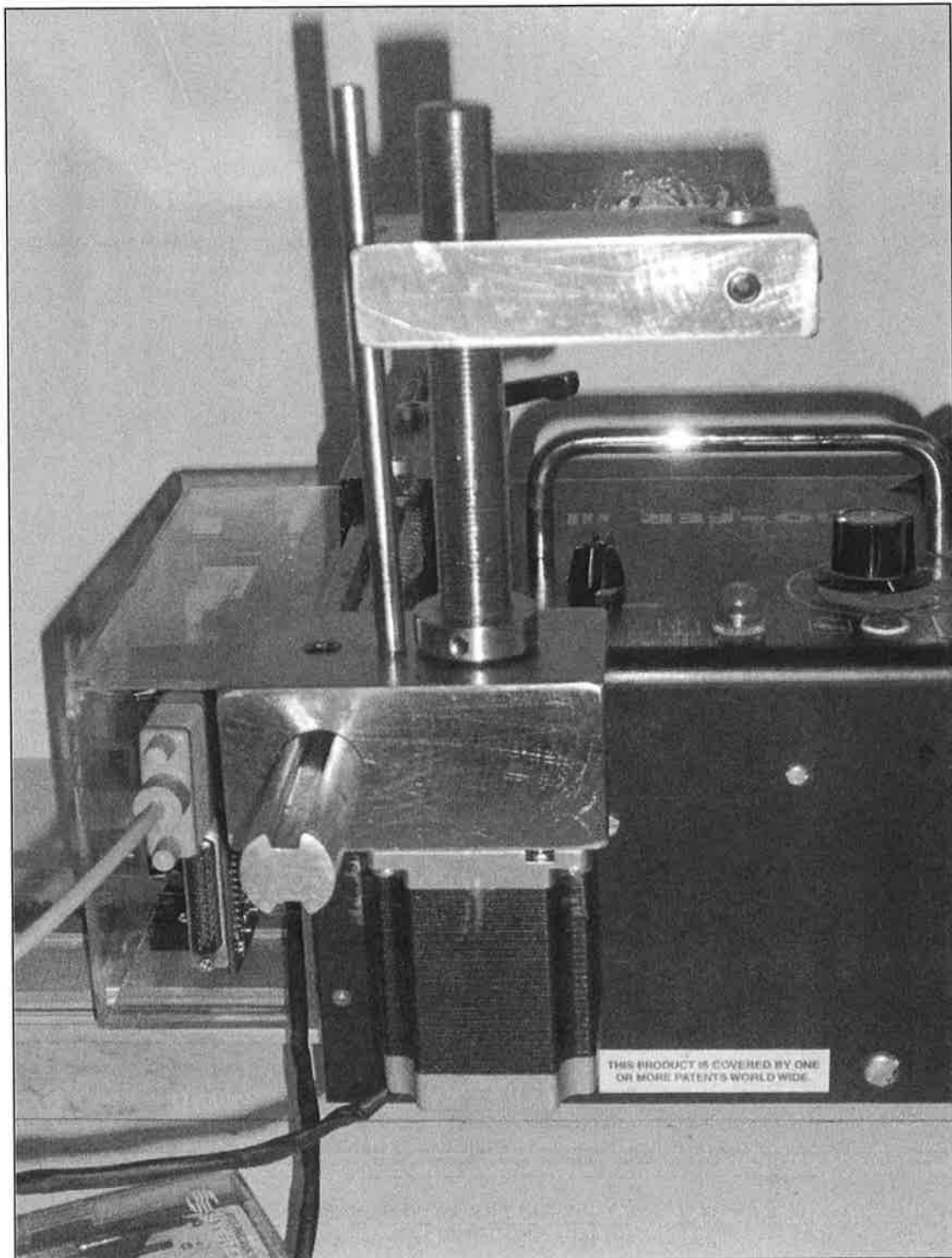


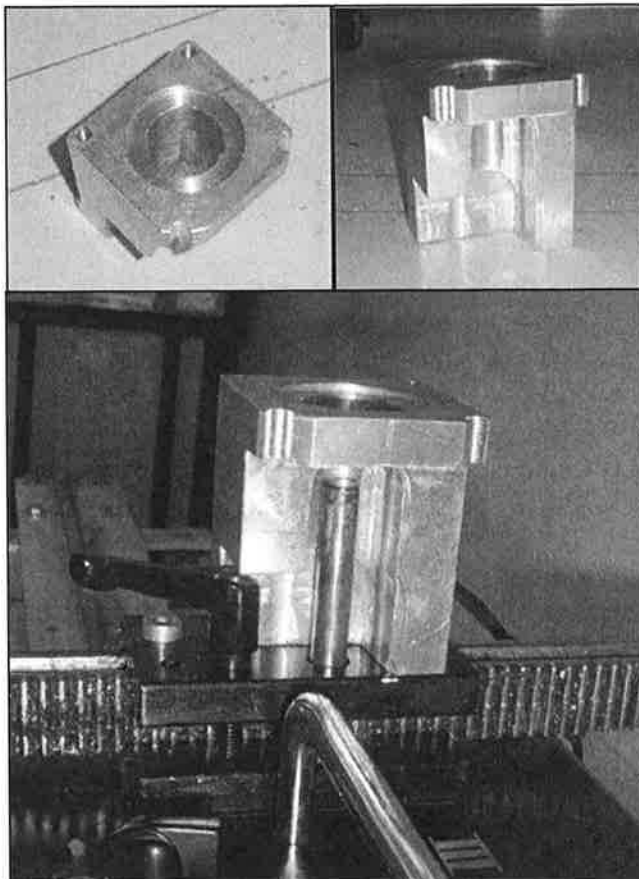
Fig 11.8 Dispositivo electromecánico del eje Z.

A continuación se presentan cada uno de los componentes del eje Y, así como su instalación final.



Fig 11.9 Mecanismo original del eje Y.

Soporte para motor (eje Y):



Cople de transmisión (eje Y):

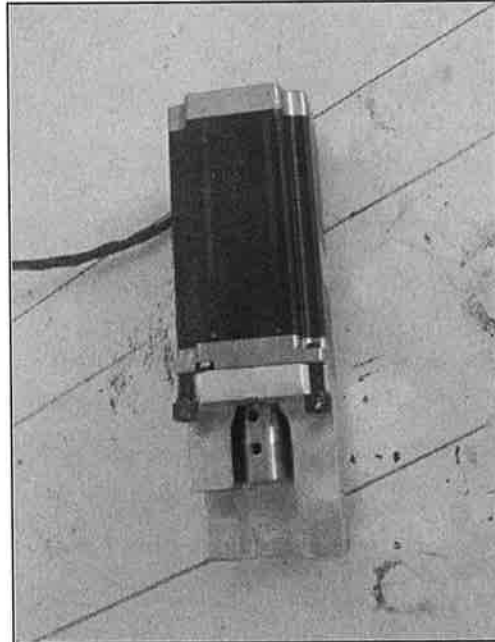


Fig 11.10 Cople de transmisión.

Mecanismo de posicionamiento eje Y:

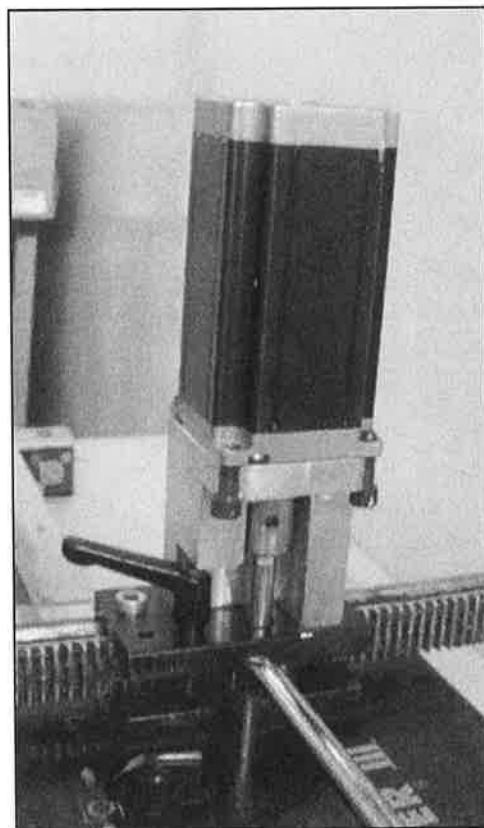


Fig 11.11 Dispositivo electromecánico de posicionamiento del eje Y.

Elementos electrónicos.

Instalación de tarjeta controladora:

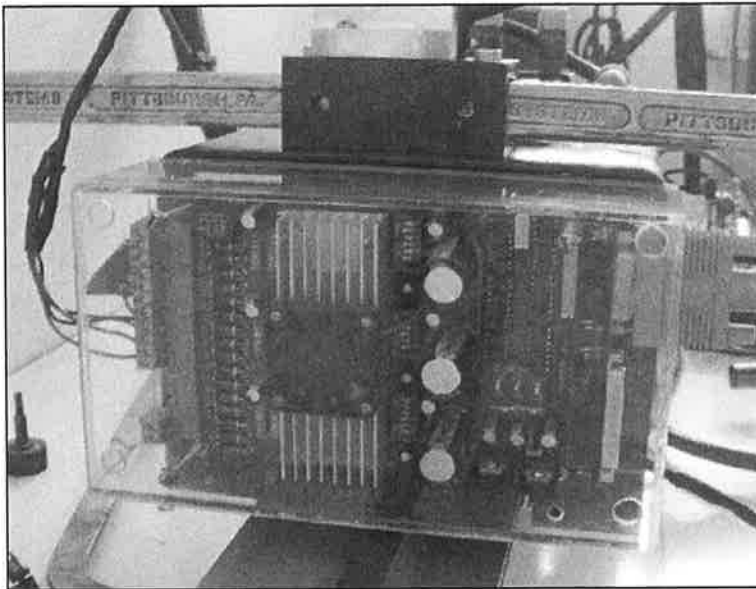


Fig 11.12 B6560 driver board.

Control manual:

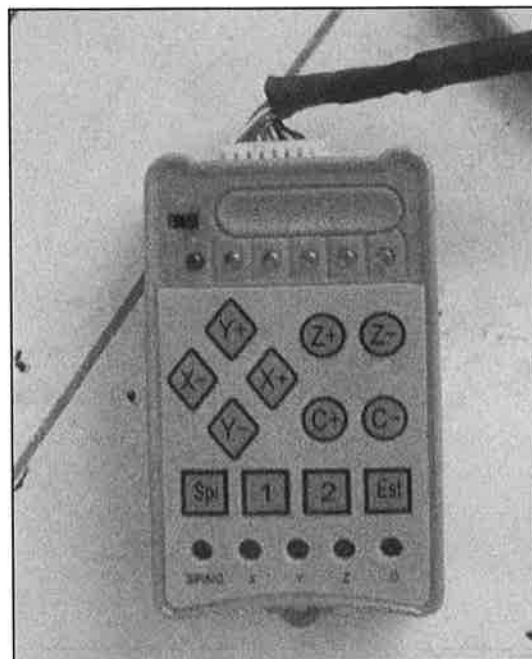


Fig 11.13 Control manual.

La instalación final del dispositivo de posicionamiento del electrodo es el siguiente:

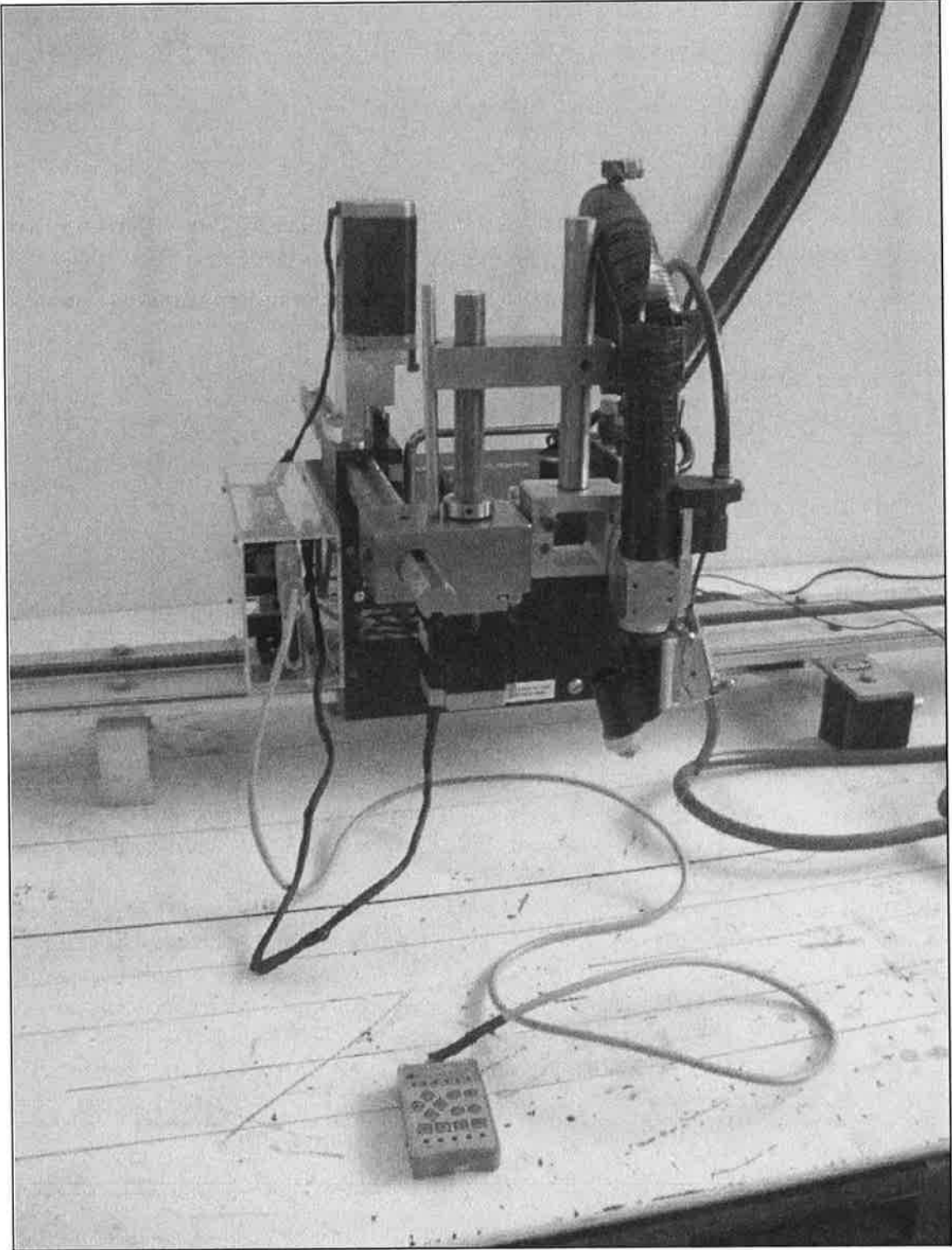


Fig 11.14Instalación final.

12.-Conclusiones.

El desarrollo del proyecto implicó la aplicación de conocimientos adquiridos en la especialidad de Tecnólogo en Mecatrónica, curso impartido en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI). Fue necesaria la investigación previa para así conocer los elementos mecánicos y electrónicos que mejor se adaptaran a la aplicación deseada. Se investigó sobre los posibles mecanismos de transmisión de movimiento y a su vez de los componentes eléctricos de transmisión de potencia y control. Se optó por utilizar un sistema tornillo- tuerca para el posicionamiento del eje Z y un motor a pasos controlado por una tarjeta B6560.

Para el posicionamiento del eje Y se adaptó el mecanismo de piñón cremallera ya existente en el equipo de soldadura. Se diseñó un soporte y un cople para así sustituir la perilla por un motor de pasos. La tarjeta de control tiene la capacidad de controlar tres ejes, para la aplicación sólo se controlaron dos ejes.

Se optó por simplificar el sistema, en realidad la posición del eje z es el factor de mayor peso. Es en este eje en donde se requiere la mayor exactitud. Dicha situación se solucionó al utilizar un barra roscada fina (16 hilos por pulgada) lo cual permite un avance de 1.6 mm/rev.

Se utilizó el programa de CAD SolidWorks para el diseño de las partes mecánicas. Posteriormente se maquinaron las piezas. En la fase final se instalaron los componentes en su conjunto. Se hicieron pruebas y se ajustaron los mecanismos.

Las mejoras futuras que se le podrían hacer al dispositivo están encaminadas a reducir el peso de los mecanismos. Por tal motivo se recomienda maquinar las piezas en aluminio. Las vibraciones son otro aspecto a considerar, debido al peso y a los momentos que este genera los tornillos de sujeción de soportes y coples deben ser apretados constantemente. Para este problema se recomienda mantener lubricados los dispositivos mecánicos.

13.-Fuentes.

TIG Welding in the Product Realization Lab, Satnford.edu, 12 de Julio de 2011.

<http://www.stanford.edu/group/prl/documents/html/TIGweld.htm>

Mecanismos de transmisión de movimiento, Tecnología en el VillaalbaHervás, 13 de julio de 2011.

<http://iesvillalbahervastecnologia.wordpress.com/maquinas-y-mecanismos/mecanismos-de-transmision-del-movimiento/>

Mecanismo Cremallera piñón, CNICE, 13 de julio de 2011

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cremallera-pinon.htm

Mecanismo tornillo-tuerca, , Tecnología en el VillaalbaHervás, 13 de julio de 2011.

<http://iesvillalbahervastecnologia.wordpress.com/2009/03/20/mecanismo-tornillo-tuerca/>

Sistema de mordazas para un tornillo de banco, patentados.com, 18 de julio de 2011

<http://patentados.com/invento/sistema-de-mordaza-para-una-mordaza-de-un-tornillo-de-banco.html>

DC Motors, Solarbotics.net, 19 de julio de 2011.

http://www.solarbotics.net/starting/200111_dcmotor/200111_dcmotor2.html

Motor controller, Wikipedia.com, 21 de julio de 2011.

http://en.wikipedia.org/wiki/Motor_controller

Servo Mechanism, wikipedia.com, 21 de julio de 2011.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Servomechanism>

Modulador por ancho de pulso (PWM), fortunecity.es, 25 de julio de 2011.

<http://members.fortunecity.es/electronico/circuitos/modulador/modulador.html>

Sección de motores a pasos, UDLAP, 26 de julio de 2011.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_b_ii/capitulo3.pdf

15.-Anexos.

User Guide for 3 axis TB6560 driver board

Product Features:

- Toshiba TB6560AHQ chip - High power, maximum 3.5A drive current chipset !
- 1-1/16 microstep setting - Higher accuracy and smoother operation than standard 1, 1/2 step!
- Adjustable drive current settings for each axis - 25%,50%,75%,100% of full current can be set for different stepper motors
- Overload, over-current and over-temperature safety - Full protection for your computer and peripheral equipment !
- On board current switching - Power output can be set according to specific user requirement !
- Full closed-type optical isolation to protect the user's computer and equipment
- Relay spindle interface - Outputs Max. 36V 7.5A for spindle motors or coolant pump (only one device can be powered by this output!)
- 4 channel inputs interface- Can be used for XYZ limit and emergency stop !
- Professional design - Two stage signal processing with super anti-jamming !
- Bipolar constant current chopper drive with non-resonant region - Controls motors smoothly through range without creep effect !
- Four control inputs (divided into pairs of knives) - Allows setting of limit and emergency stop !
- Universal architecture - Supports most parallel software MACH3,KCAM4,EMC2 etc!

Dip settings:

Current Setting	1	2	Decay Mode Settings	3	4	MicroStep Settings	5	6
100%	ON	ON	FAST	ON	ON	1	ON	ON
75%	ON	OFF	25%	ON	OFF	1/2	ON	OFF
50%	OFF	ON	50%	OFF	ON	1/8	OFF	OFF
25%	OFF	OFF	SLOW	OFF	OFF	1/16	OFF	ON

* Important Notes:

- Power supply DC 12-36V (*not included*)

**Voltage Selection:*

16-24V DC power supply for Nema 23 stepper motors

24-36V DC power supply for Nema 34 stepper motors

(High voltage will burn up the chips or stepper motors!!!)

*Ampertage Selection:

Output current of the power supply can be calculated by the following expressions:

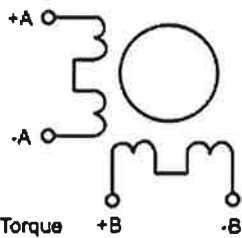
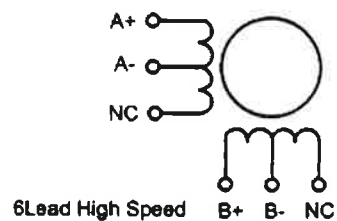
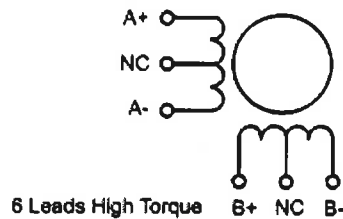
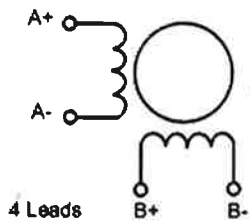
Output current = Rated current of your stepper motors * quantity + 2A

(For example, if you want to drive 3 * 3A Nema 23 stepper motors, theoretically 24V 11A DC power supply is recommended, but higher power such as 24V 15A also will be good.

If you are not sure about the selection of power supply, please feel free to contact us for help)

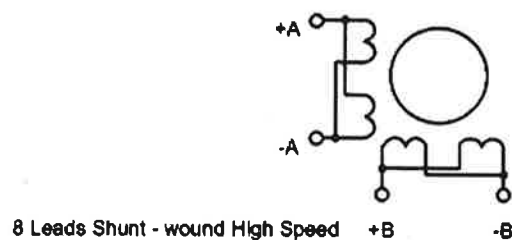
- The power output of 12V shall be applied to the radiator fan of 12V
- Driver output compatible with 2 or 4 phase, 4,6 or 8 lead stepper motors, 3A max.
- Suitable for unipolar or bipolar stepper motors.
- Voltage regulated spindle speed controlled by parallel interface as function of supply voltage.

Wiring Diagram:



8 Leads Series - wound High Torque

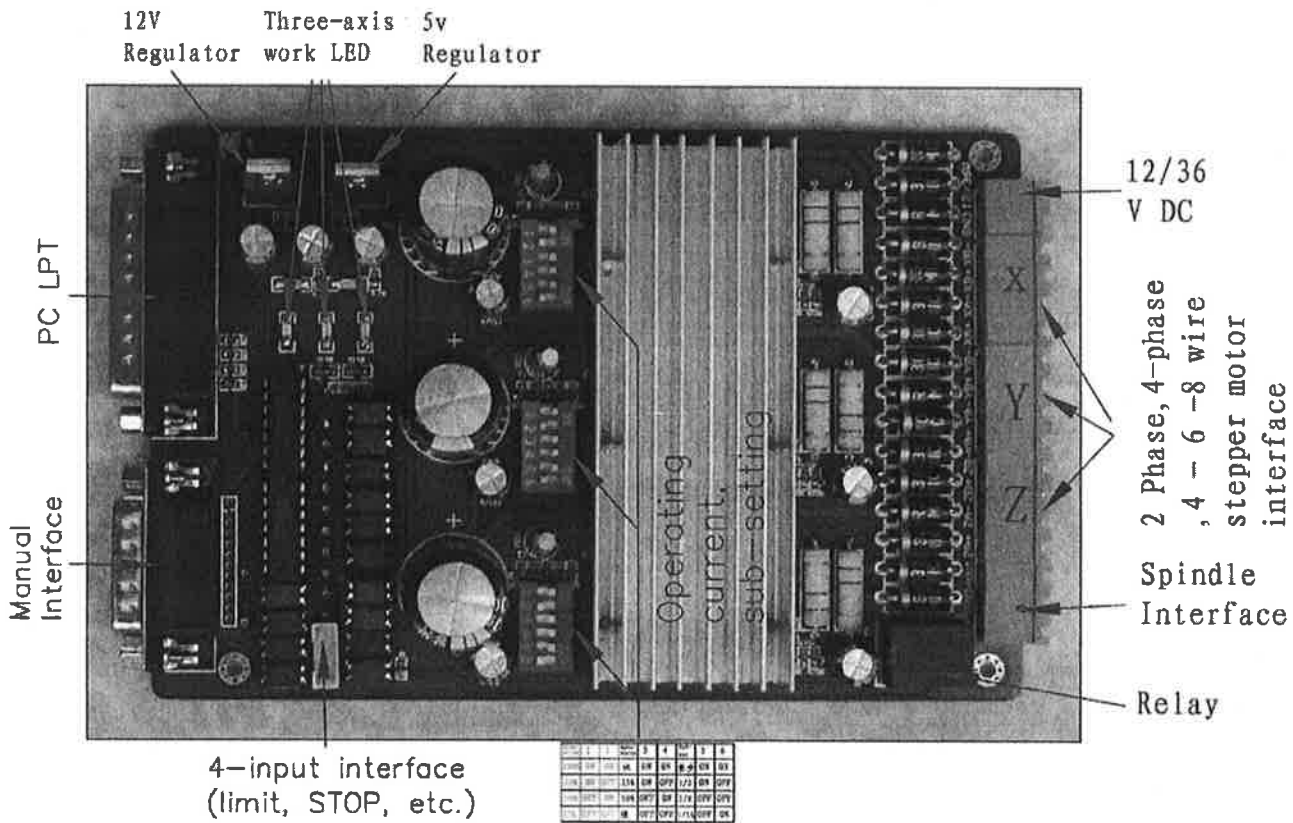
+B -B



8 Leads Shunt - wound High Speed

+B -B

Simple introductions:



The definition of 1-PIN 25 of Parallel Interface:

PIN9 (p0.5)	PIN14 (p0.6)	PIN7 (p0.7)	PIN1	PIN2	PIN3	PIN8	PIN6	PIN4	PIN5	PIN16	PIN17
spindle motor	X Enable	X Dir	X Stop	Y Enable	Y Dir	Y Step	Z Enable	Z Dir	Z Step	Expand output 1	Expand output2

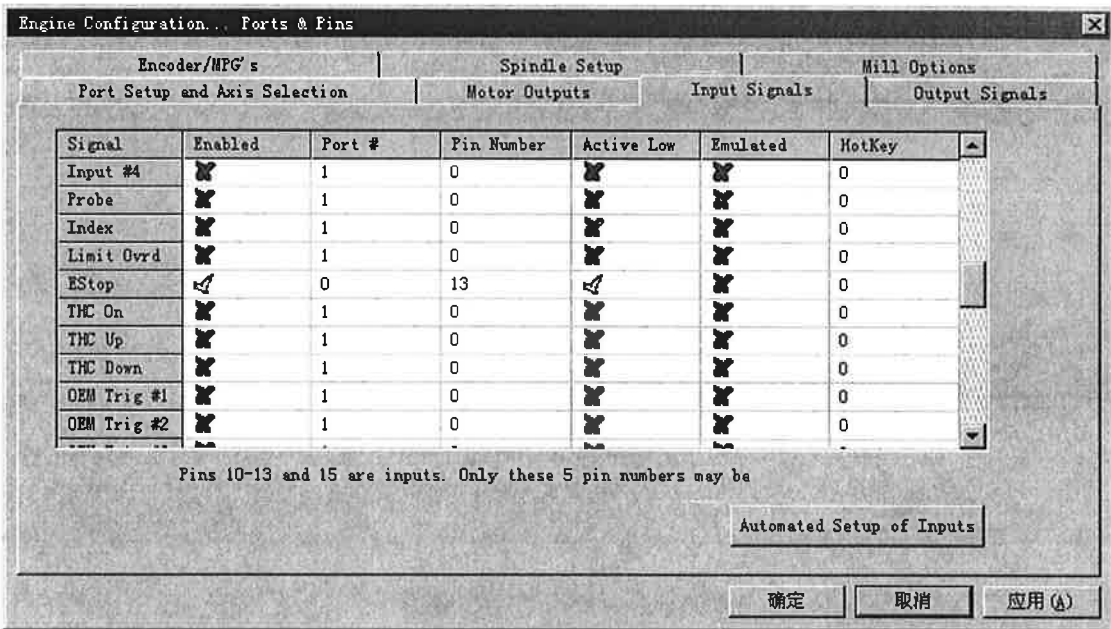
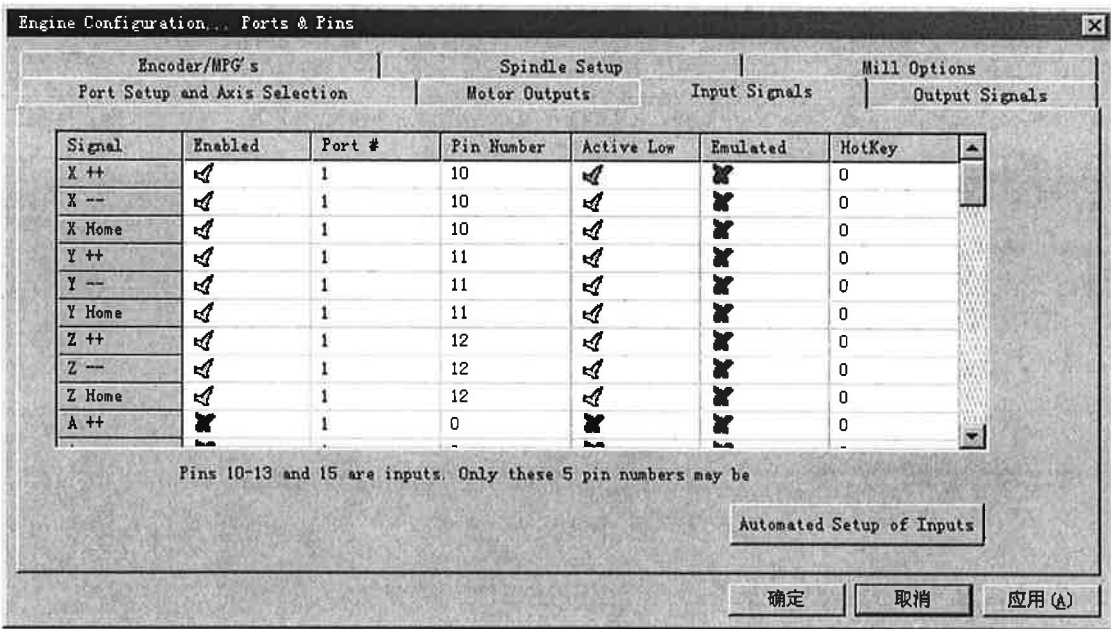
The definition of 1-PIN15 of Manual Interface:

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
X Step	X Enable	Spindle Motor	X Dir	Y Enable	Z Dir	Z Step	Z Enable	Y Limit	Z Limit	Y Dir	Y Step	STOP	GND	5v/VDD

The definition of 4 channel inputs interface:

Input 1	Input 2	Input 3	Input 4
Corresponding P10	Corresponding P11	Corresponding P12	Corresponding P13

Limit setting for reference:



The definition of output Interface:

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
VD	GN	XA	XA-	XB	XB-	YA+	YA-	YB	YB-	ZA+	ZA-	ZB+	ZB-	MO	GN	MO
D	D	+		+				+						/V+	D	-

Instructions of MACH3

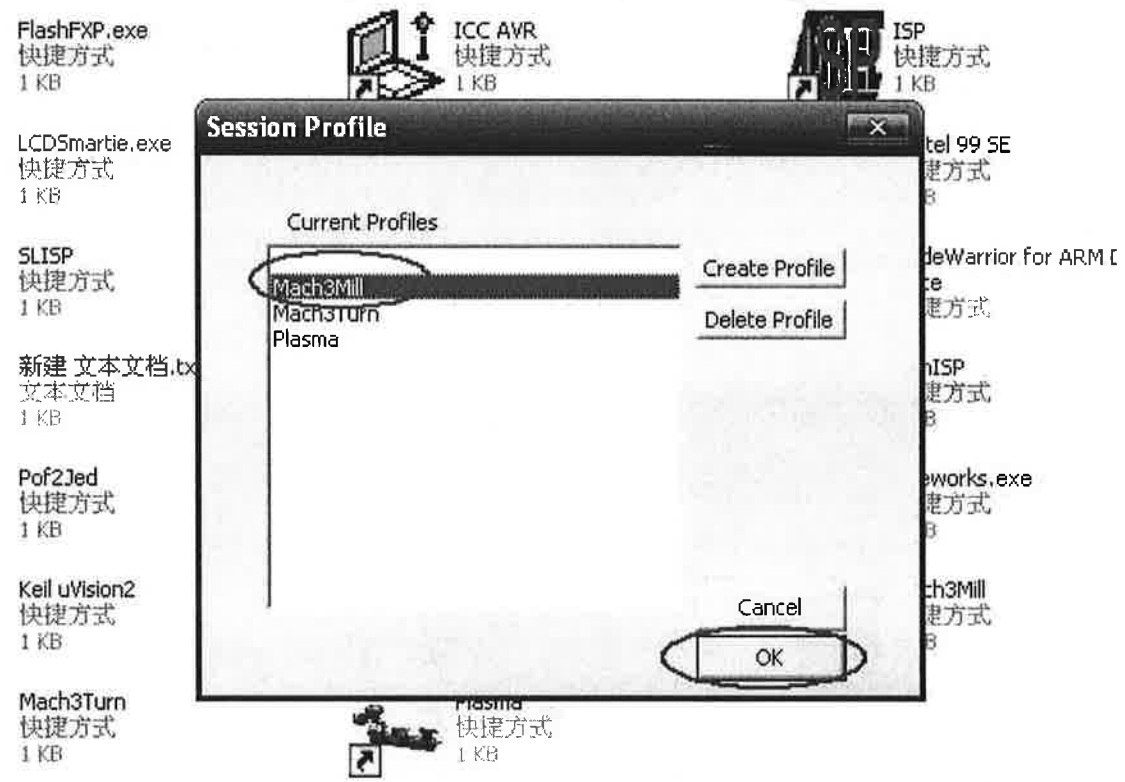


Fig.1

Open MACH3 software, select mach3MILL, and then click OK. Please refer to Fig.1

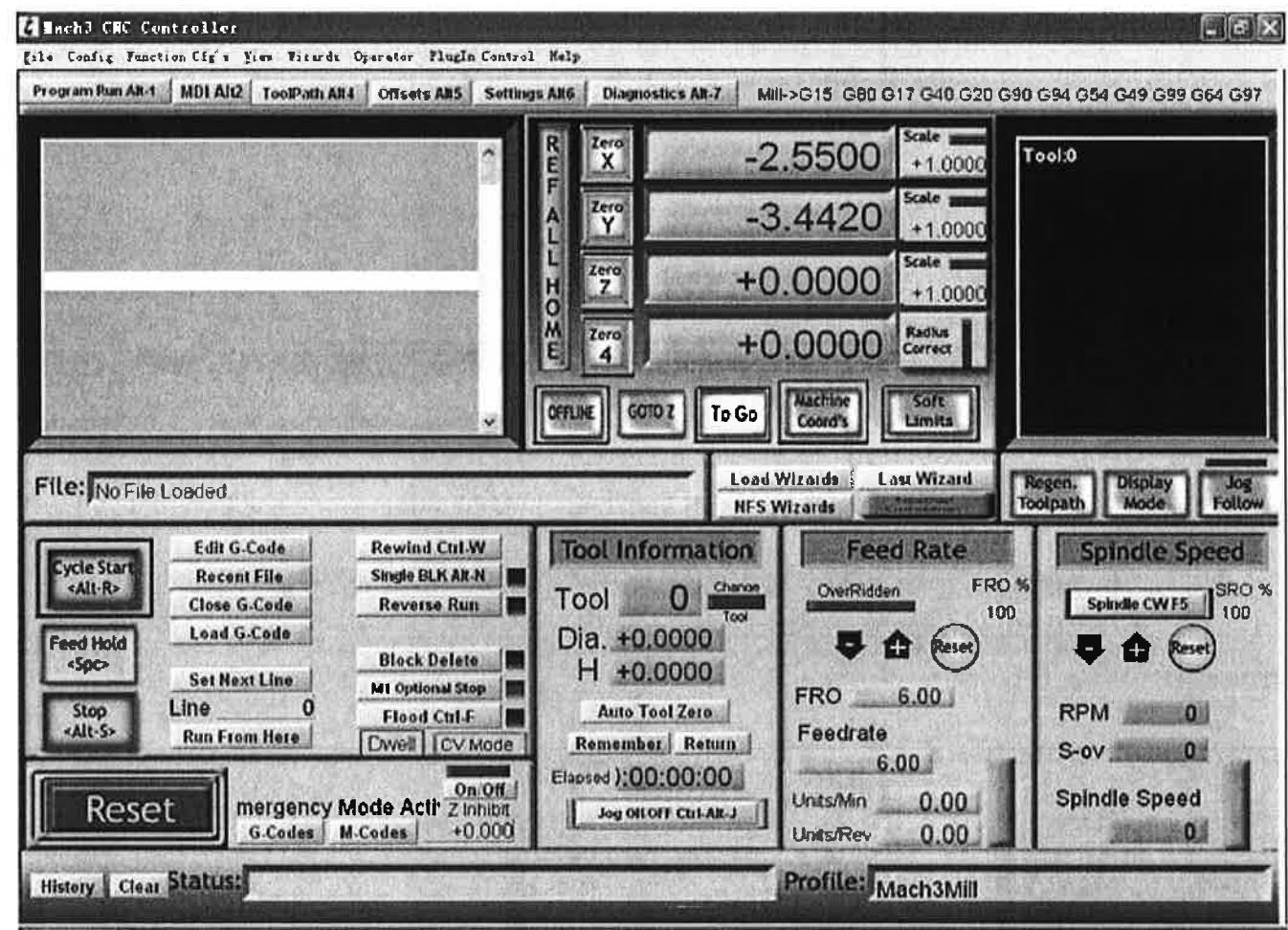


Fig.2

The interface of MACH3 is displayed as Fig.2. The frequently-used action buttons are listed on the

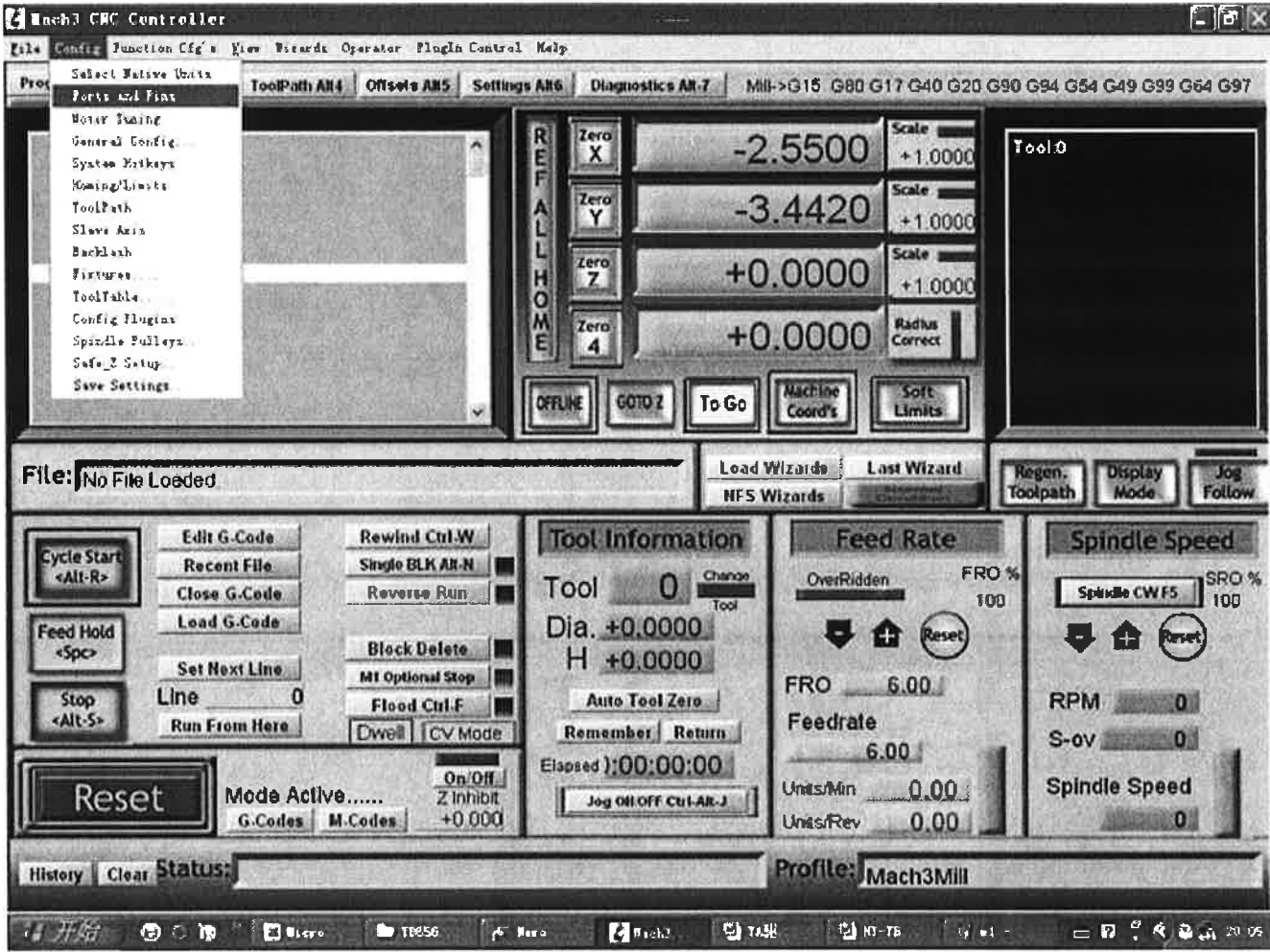


Fig.3

Click *PORT & PIN* sub-menu of *config* menu. Please refer to Fig.3.
Please refer to Fig.4

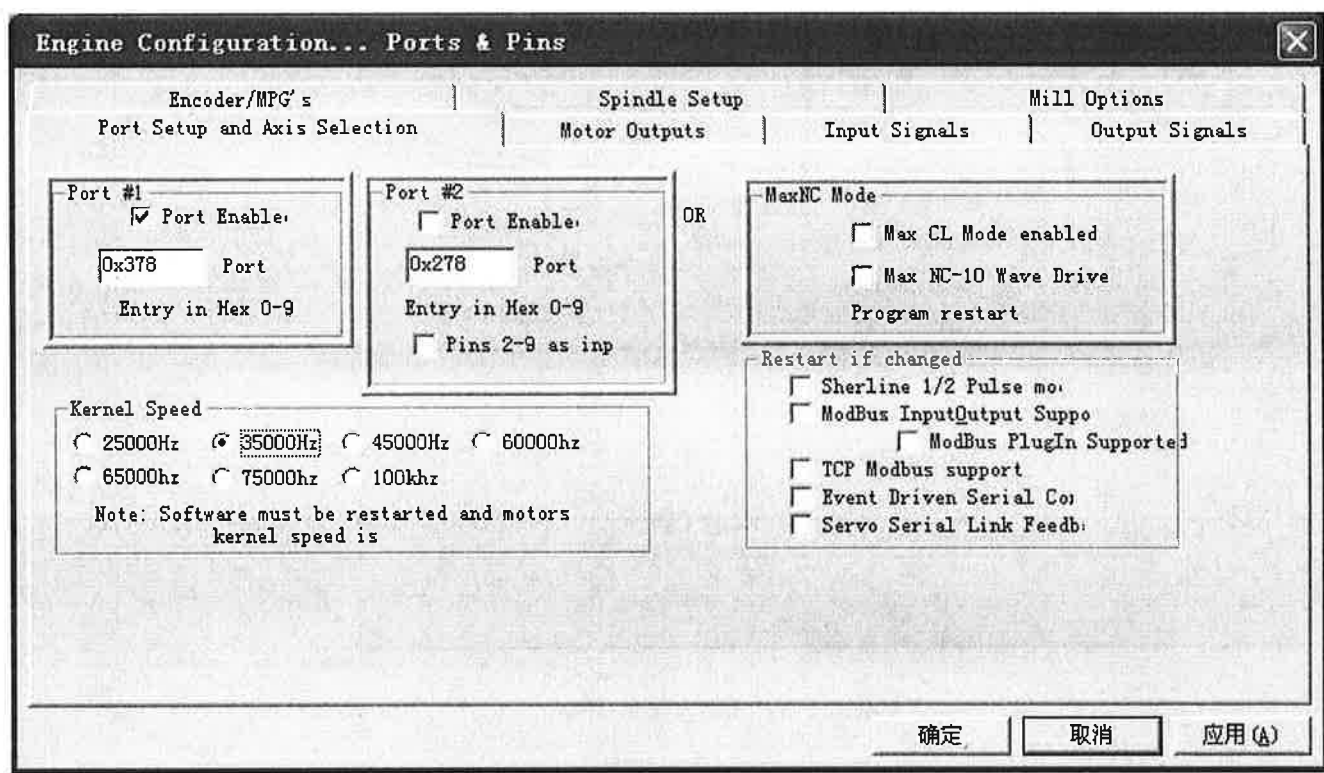


Fig.4

defined, please refer to Fig.5.

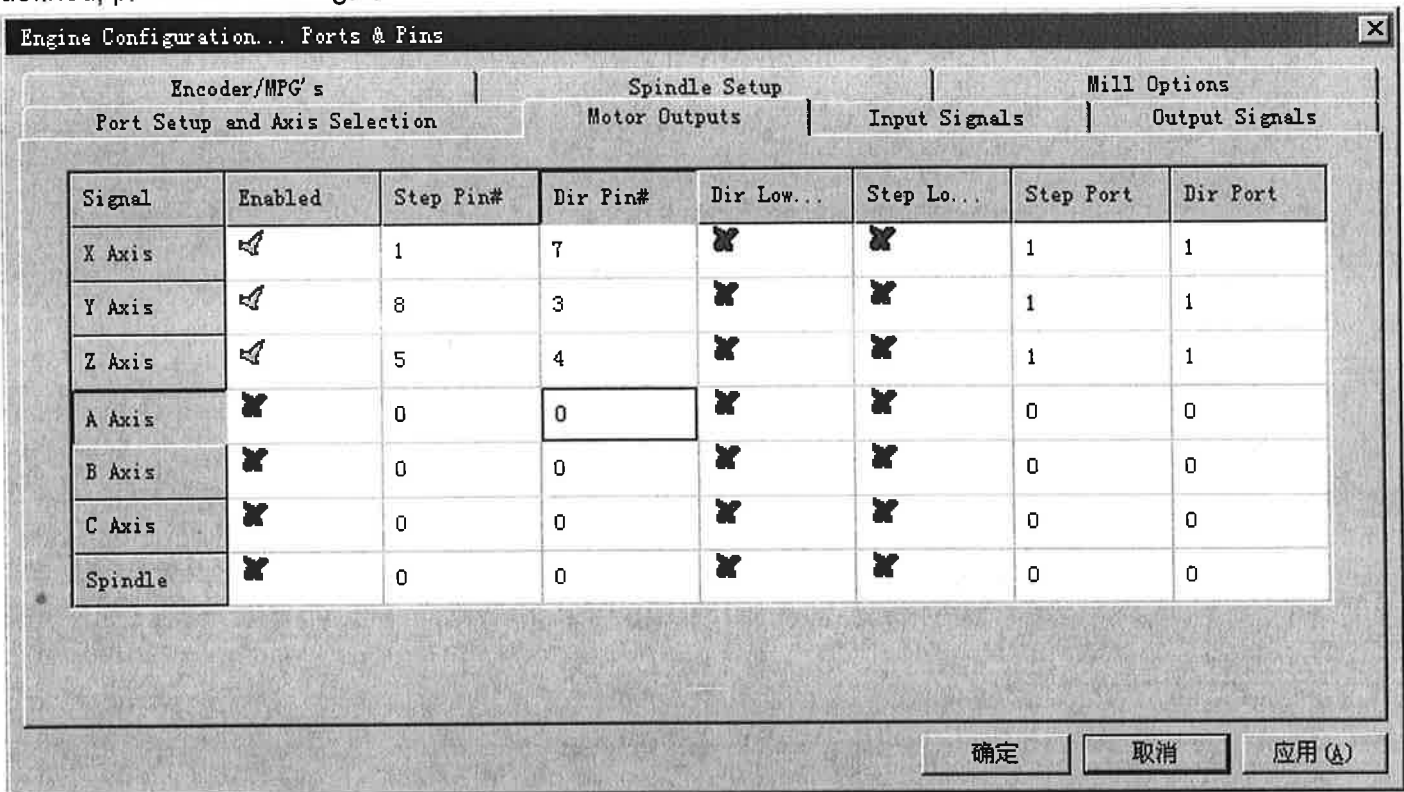


Fig.5

To modify the software settings according to the definition of Parallel Interface which is detailed in the above circle.

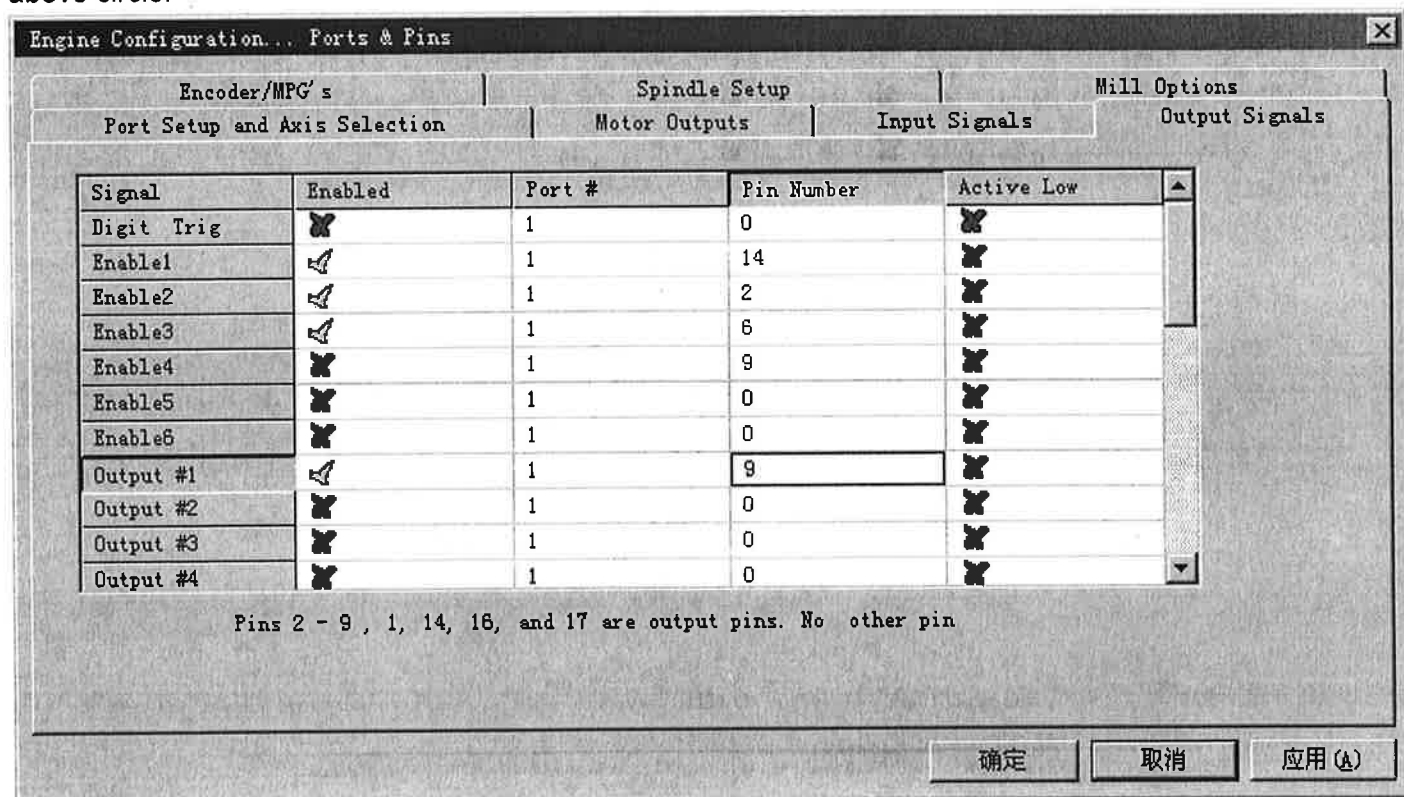


Fig.6

Then select the *output signals* column, as shown in Fig.6, and set up the corresponding items per the setup described in the circle.

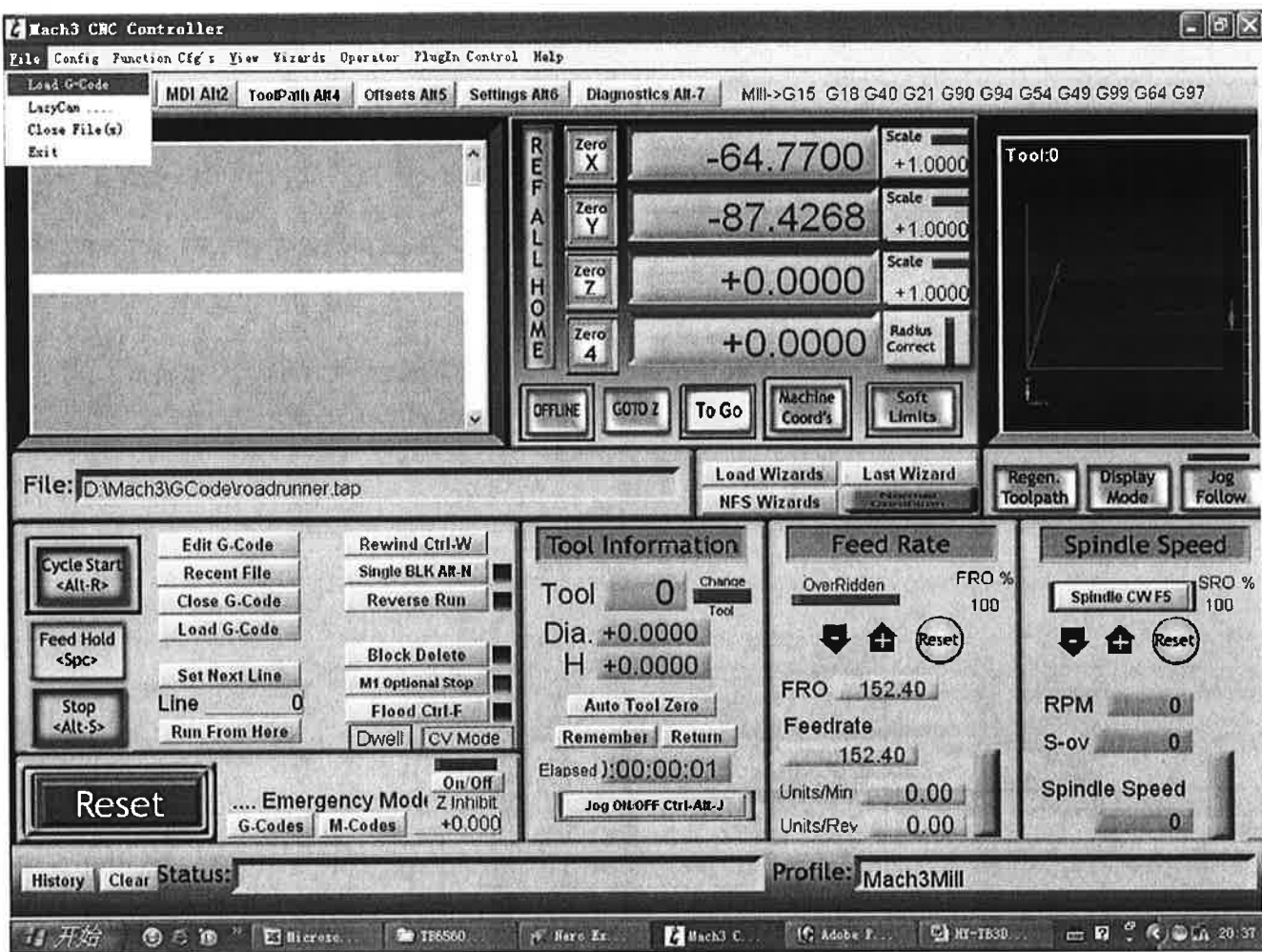
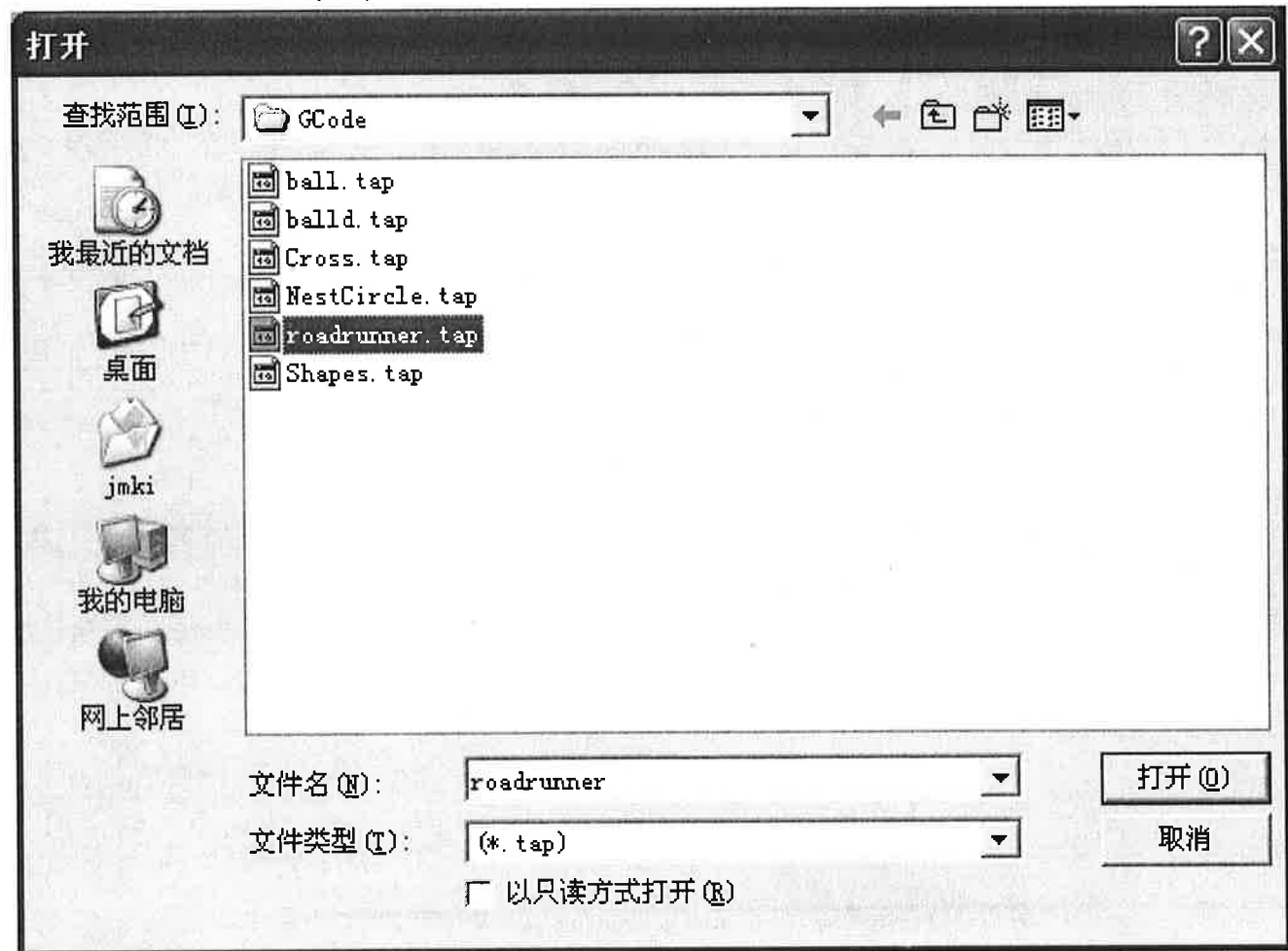


Fig.7

After all have been set up, open the G CODE that needs to run, as shown in Fig.7



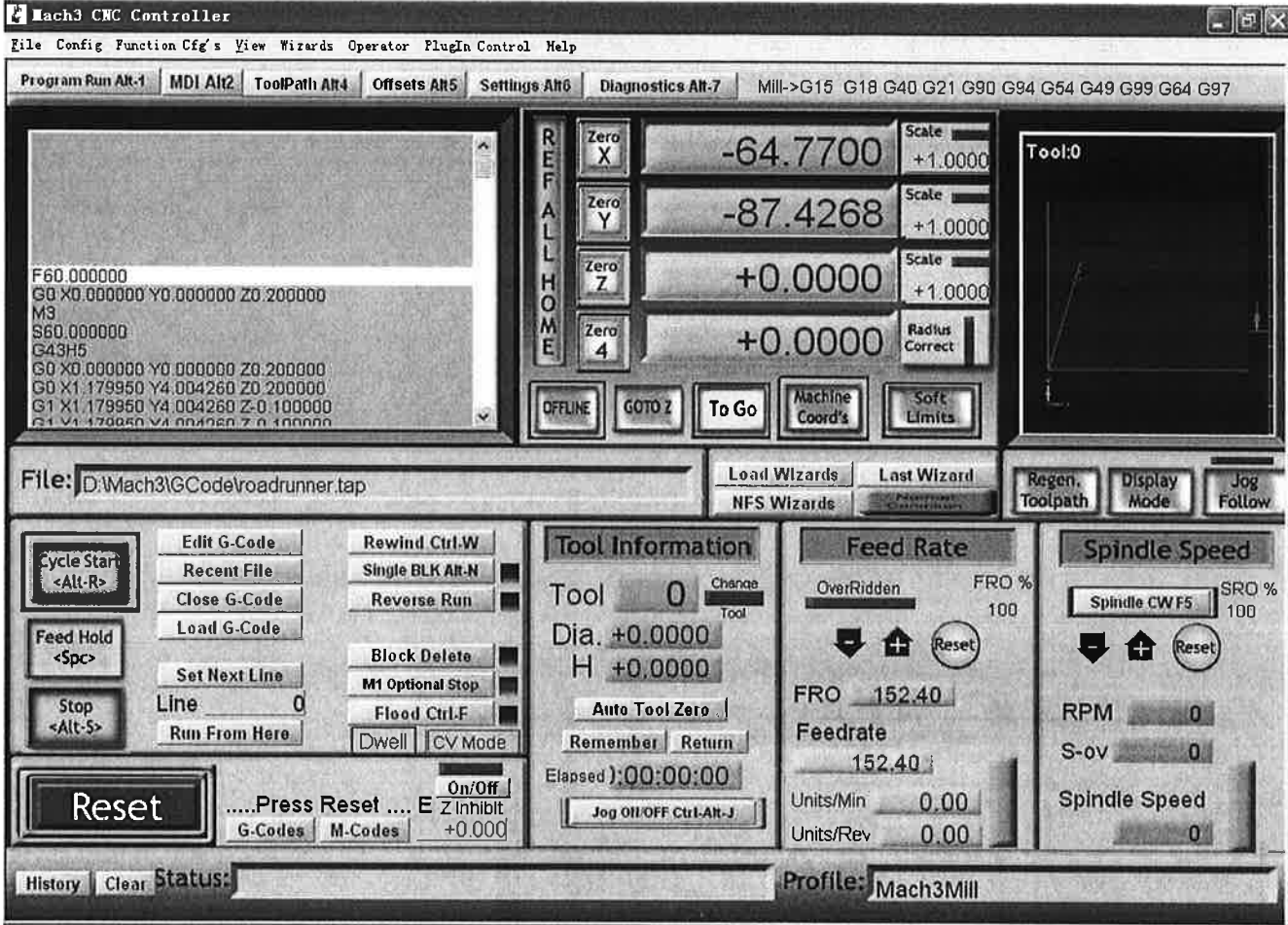


Fig.9

After G CODE has been opened, you may see the red button RESET flashing. Click RESET to stop the flashing and then press CYCLESTART at the location of Circle 2

***Simple solutions if the driver does not work properly:**

- Please double check the software settings according to the Fig.5 and Fig.6
- Please conform the parallel cable has been plugged tightly
- Please turn off the power supply before changing dip settings
- Please use stable high quality DC power supply for this driver
- Problems in Mach3 using, Please refer to the Mach 3 User Manual
- If problem persist, please feel free to contact us!