

20  
2es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE  
PIROGRABADO ASISTIDO POR  
COMPUTADORA.

266205

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
( A R E A I N D U S T R I A L )

P R E S E N T A N :  
DENIS DEVIN AVILA PAEZ  
JOSÉ ALEJANDRO TORRES GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS:  
M.I. VICTOR J. GONZALEZ VILLELA



MÉXICO, D.F.

1998



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Agradecemos:**

A nuestros padres por habernos brindado la oportunidad y el apoyo necesarios para la culminación de nuestros estudios profesionales.

A nuestras hermanas por el apoyo que nos han brindado a lo largo de la trayectoria de nuestros estudios.

Al M en I Victor Javier Gonzalez Villela por el tiempo y soporte que de manera desinteresado nos brindó para la culminación de este proyecto.

A todos nuestros maestros y compañeros, que han contribuido a nuestra formación tanto en lo académico como en lo personal.

Y en general a todos aquellos que hicieron posible la realización de esta tesis.

Denis Devin Avila Paez  
José Alejandro Torres García  
Septiembre de 1998

**Diseño y construcción de un  
sistema automático de pirograbado  
asistido por computadora.**

	Pág.
<b>Introducción.</b> .....	1
<b>Capítulo 1. Antecedentes.</b> .....	3
1.1. Antecedentes históricos. ....	3
1.1.1. Avances de la electrónica y la computación. ....	3
1.1.2. Cambios de las últimas décadas que influyen en el arte del pirograbado. ....	4
1.1.3. Consecuencias de la automatización del arte del pirograbado. ....	6
1.2. El pirograbado. ....	7
1.2.1. Elemento actuador del pirógrafo, "la punta" y la pieza de mano. ....	8
1.2.2. Fuente, control y conducción de energía. ....	10
1.2.3. Pirógrafos comerciales. ....	12
1.2.4. Técnicas de pirograbado. ....	13
1.3. Innovaciones basadas en conocimientos. ....	14
<b>Capítulo 2. Análisis y evaluación de soluciones.</b> .....	17
2.1. Análisis de soluciones. ....	17
2.1.1. Restricciones del sistema. ....	17
2.1.2. Parámetros de evaluación. ....	18
2.1.3. Propuesta de soluciones. ....	19
2.1.4. Análisis de soluciones, características de cada solución. ....	21
2.2. Evaluación de soluciones. ....	23
2.2.1. Factores a considerar en el diseño del producto. ....	24

<b>Capítulo 3. Diseño del producto.</b> .....	26
3.1. Descripción del producto. ....	26
3.1.1. Descripción general de funcionamiento. ....	26
3.2. Hardware. ....	27
3.2.1. Sistema mecánico. ....	27
3.2.1.1. Sistema de ejes coordenados. ....	28
3.2.1.2. Cabezal de grabado. ....	30
3.2.2. Sistema eléctrico. ....	32
3.2.3. Sistema electrónico. ....	33
3.2.3.1. Fase de potencia. ....	34
3.2.4. Descripción de piezas. ....	35
3.3. Software. ....	38
3.3.1. Microcontrolador. ....	38
3.3.1.1. Programa del microcontrolador. ....	38
3.3.1.2. Entradas y salidas del sistema electrónico. ....	42
3.3.2. Interfaz con el usuario. ....	43
3.3.2.1. Procedimiento a realizar para el grabado. ....	43
<b>Capítulo 4. Manufactura del producto.</b> .....	47
4.1. Listado de piezas agrupado por sistema. ....	48
4.2. Listado de maquinaria y herramientas. ....	52
4.3. Manufactura. ....	53
4.3.1. Procesado de lámina. ....	53
4.3.2. Procesos paralelos. ....	60
4.4. Costo de producción.....	70
4.4.1. Volumen esperado de producción. ....	70
4.4.2. Costo de manufactura. ....	71
4.4.3. Pronóstico de estados financieros. ....	72
4.5. Aspectos generales de la producción. ....	76

<b>Conclusiones.</b> .....	<b>81</b>
<b>Apéndices.</b>	
A. Lista de diagramas. ....	84
B. Lista de tablas. ....	85
C. Lista de figuras. ....	86
D. Diagrama esquemático de circuitos. ....	87
E. Lista de comandos HP-GL2 empleados para la decodificación del diseño. ....	89
F. Programa para decodificación HP-GL/2. ....	92
G. Código de programa de interfaz a usuario. ....	104
H. Programa del microcontrolador. ....	111
I. Planos de piezas. ....	115
J. Manual de uso del sistema de pirograbado. ....	137
<b>Bibliografía</b> .....	<b>145</b>

## Introducción.

La presente tesis tiene como objetivo transformar el método de pirograbado realizado de manera artesanal (a mano), a un sistema de pirograbado que se realice de manera automática, mediante sistemas informáticos a nivel hardware y software.

Como principal meta, se ha trazado la construcción de un sistema automático de pirograbado que realice diagramas constituidos por líneas y curvas. Así, con el fin de ofrecer un nuevo producto que permita realizar grabados en madera o piel de una manera más eficiente, se tiene la idea de combinar dos factores, los productos artísticos y artesanales, y los adelantos en computación y automatización que se han presentado durante las últimas décadas.

En el primer capítulo se tratan aspectos relevantes para la presente tesis, como son los grandes adelantos de la tecnología en cuanto a la electrónica, la computación y la automatización. Se presenta la historia del pirograbado, y la forma en que éste ha evolucionado, así como una descripción de los elementos que constituyen un pirografo y las técnicas que son empleadas por este arte.

La automatización del pirograbado, al igual que cualquier otro proceso cuenta con múltiples variables, que deben ser tomadas en cuenta antes de elegir un método para su automatización. Estas variables se analizan en el capítulo 2, en el que se proponen varias soluciones posibles, y se realiza un análisis del uso de cada una, así como sus ventajas y desventajas, concluyendo con la elección de una solución.

El tercer capítulo desarrolla el diseño del producto considerando los elementos físicos (hardware) y programas o sistemas (software). Los elementos físicos se dividen en 3 subsistemas principales: mecánico, eléctrico y electrónico; el software contempla los programas empleados tanto para la interfaz con el usuario, como la interpretación, decodificación, transmisión y grabado de los diagramas.

En este capítulo se describe un sistema de pirograbado que emplea una punta candente para realizar los grabados, ésta se coloca en un cabezal el cual se desplaza sobre un plano XY por medio de un sistema de desplazamiento lineal en forma de

mesa de coordenadas. Del mismo modo, se describen los sistemas eléctrico y electrónico, los cuales tienen la finalidad de energizar la punta del pirógrafo y controlar el sistema respectivamente.

Por otro lado se describe el funcionamiento de la interfaz que debe emplear el usuario, el procedimiento que debe seguir para realizar un grabado y la forma en que el diseño es interpretado, simulado y posteriormente diagramado.

En el capítulo 4 se encuentra la lista de piezas que constituyen el sistema, la herramienta y maquinaria empleada para su fabricación y una explicación de los procesos que deben seguirse para la obtención de todas las piezas, así como el proceso de ensamblado del sistema.

Se presenta también un análisis del costo de fabricación, incluyendo una estimación del volumen de producción suponiendo que se efectuara esta actividad durante un mes, y finalmente se señalan algunos aspectos generales como son la distribución del área de trabajo y el manejo de materiales.

Los apéndices contienen los índices de diagramas, tablas y figuras; los códigos de los programas desarrollados, los planos de las piezas y circuitos, y el manual de uso del sistema de pirograbado.

Finalmente se concluye presentando el modelo del prototipo físico.

## **Capítulo 1. Antecedentes.**

### **1.1. Antecedentes históricos.**

La lentitud y moderación de las transformaciones sufridas por la sociedad en casi dos milenios fueron rotas por los grandes y rápidos cambios surgidos a partir de 1780 (máquina de vapor de James Watt), con la revolución industrial; fenómeno que abrió un gran abismo entre un mundo que se desvaneció para siempre y un mundo contemporáneo. Los efectos de la revolución industrial terminaron en los primeros años del siglo XX. La segunda revolución industrial data de principios de siglo y empezó a mostrar signos de agotamiento en la década de los setenta. En este periodo, el papel principal lo jugaron el petróleo y la electricidad; el primero hizo posible el motor de combustión interna, base de los automóviles, camiones y locomotoras; la electricidad, por su parte, resultó indispensable aún en mayor medida que los hidrocarburos, puesto que existen mecanismos que dependen del motor de combustión interna, mismos que dependen de sistemas eléctricos más o menos complejos. La electricidad permitió la construcción de motores eléctricos que facilitan la organización de líneas semiautomáticas de producción; además de que jugó un papel importante en servicios como el radar, las comunicaciones inalámbricas, la radio y la televisión, y es necesaria para el desarrollo de la informática, que ha llevado a nuevas fronteras la transformación de las sociedades industriales contemporáneas. La tercera revolución industrial surge con la aparición de la era nuclear, la electrónica y la computación.

#### **1.1.1. Avances de la electrónica y la computación.**

La electrónica ha sido clave en la revolución tecnológica, ya que progresivamente el maquinismo va perdiendo terreno, y es desplazado o complementado por procesos gobernados por ordenadores microelectrónicos o automatizados; si hacemos una comparación entre componentes de comunicación, se advierte que los mecánicos son lentos, los electromagnéticos relativamente rápidos y los microelectrónicos casi instantáneos. La electrónica recibe la denominación de microelectrónica con el

transistor, que surge de la necesidad de la miniaturización de los dispositivos en equipos industriales y con fines comerciales domésticos; como ejemplo tenemos la aplicación de la microelectrónica en la computación, que ha permitido grandes avances, desde su nacimiento en 1930, cuando Vannevar Bush construyó la primera computadora analógica y la llamó "anализador diferencial". Posteriormente, en 1944, en la Universidad de Harvard, el profesor Howard Aiken construyó la primera computadora digital, la cual funcionaba con base en elementos mecánicos y eléctricos; la primera computadora electrónica se utilizó por primera vez en 1946, y realizaba solamente cálculos balísticos. A partir de este momento, la computadora se ha convertido en un elemento indispensable; se han logrado comercializar las minis o computadoras personales, cubriendo un gran mercado que abarca niños, estudiantes y empresas, proporcionando una gran diversidad de aplicaciones, por medio de su gran flexibilidad de programación.

El desarrollo de la computación ha sido constante, intensificándose durante las últimas décadas. Hoy en día es posible contar con una computadora portátil, que procese datos con una velocidad de 533 MHz, permitiendo al usuario trabajar en cualquier paquete, mientras observa un programa de televisión, el cual se despliega en un pequeño recuadro en la misma pantalla, además de ofrecer servicios de FAX, transmisión y recepción de datos, audio y video, así como acceso a la red "Internet".

Aunado al desarrollo de las computadoras, se ha presentado una gran diversidad de aplicaciones, que van desde la automatización completa de plantas manufactureras (plantas sin luz), hasta la posibilidad de generar películas de larga duración.

En resumen, la computadora presenta un papel importante en el mundo de los negocios, la administración, la música, la pintura, el diseño, la automatización, y en realidad en todos los campos de la vida en la sociedad, produciendo cambios en la organización productiva, aumentando la productividad.

### **1.1.2. Cambios de las últimas décadas que influyen en el arte del pirograbado.**

La automatización, tecnología que involucra la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y de informática para operar y controlar la producción, es una

herramienta que es cada día más usada, y tiene sus inicios en la década de los cuarenta. En la planta de Henry Ford, la denominaban "automation", abreviatura de automatic-motivation (motivación-automática), sistema que pretendía dar mayor seguridad en las operaciones, bajar costos, crear operaciones repetitivas, obtener un volumen mayor de producción, aumentar la precisión, la calidad y el tiempo de respuesta, elementos que también se consideran al automatizar un proceso de pirograbado.

En lo referente al mercado en los últimos años hemos vivido un cambio, desde un mercado de vendedores a un mercado de compradores. Éste exige, por su naturaleza, un sinfín de posibilidades para los compradores. Por lo tanto, la diversificación de los productos es cada vez mayor.

En la década actual, se ha vivido un paulatino renacimiento de las artes, tal como lo pronosticaron John Naisbitt y Patricia Aburdene, en su libro *Megatendencias 2000*. Esto se ve reflejado en la vida diaria, desde el creciente interés por las obras teatrales, un incremento en la asistencia a museos, la pintura y las artes clásicas, la demanda de productos rústicos y artesanales.

Dentro de estas nuevas posibilidades que presenta el mercado está la personalización de los productos, lo cual ofrece cierta exclusividad al usuario.

En busca de satisfacer el creciente interés por productos artesanales, y aprovechando el desarrollo tecnológico de la computación, se pretende ofrecer su versatilidad a un producto que tradicionalmente es elaborado a mano. Dentro de esta área encontramos que existen varios productos artísticos, los cuales ya son realizados con la ayuda de sistemas automáticos o computarizados, tal como la pintura (es posible diseñar una imagen en la computadora, para después pintarla con sistemas controlados por la misma computadora), el cine (creación y edición de largometraje) y la música (generación y edición). Sin embargo, una actividad como lo es el grabado de madera y piel, mediante calor, se realiza manualmente a través de un pirografo.

Debido a la naturaleza del pirograbado, éste se aplica principalmente a madera y cuero. El posible mercado para esta actividad se encuentra dividido en dos áreas: la primera comprendida por los usuarios finales, quienes desean contar con un grabador para su uso personal, ya sea como afición o bien en la elaboración de su artesanía; la segunda parte se localiza en el personalizado de productos industriales tales como son chamarras, chalecos y artículos de cuero en general. Este tipo de productos, en

ocasiones, son grabados manual o mecánicamente; sin embargo, el consumidor no tiene posibilidad de elegir el grabado a menos de que éste sea sencillo y lo solicite al artesano, o bien se realice un pedido de volumen tal que se justifique el mismo.

El uso de un grabador, tal y como se propone, ofrece la posibilidad de grabar de manera personalizada un producto, si así se desea; de otra forma, el fabricante puede realizar tantos diseños como desee, y diversificarlos en sus productos.

Los sistemas de cómputo son sumamente útiles como auxiliares en el diseño de los grabados. El uso de computadoras en el diseño de diagramas trae consigo la posibilidad de realizar dos tipos de grabados, los primeros consisten en diagramas precisos, tales como son aquellos generados por líneas, circunferencias y curvas en general, y pueden ser generados por ejemplo a través de sistemas CAD<sup>1</sup>; el segundo tipo de grabado, más flexible en cuanto a su diseño, consiste en dibujos o imágenes irregulares que pueden ser generadas o editadas por el usuario, e implica el uso de cualquier paquetería de dibujo o diseño, como es Corel<sup>2</sup>.

El uso de un paquete de computadora en la generación o edición de grabados permite además la posibilidad de editar el diagrama tantas veces como se desee, siendo posible corregir errores y volver a realizar el grabado si así se desea. Una vez que el diseño se ha terminado, el usuario puede grabarlo una o más veces con certeza de que serán iguales. En cuanto al sistema de computación a emplear, considerando que el mercado al cual se encuentra dirigido este producto, no es único, no es posible apegarse a un sistema predeterminado por el mercado, por lo tanto se propone el uso de un sistema de computadora personal PC.

### **1.1.3. Consecuencias de la automatización del arte del pirograbado.**

Es común que la relación entre la tecnología y el arte no sea fácil y el pirograbado no es la excepción; además el pirograbado es una actividad realizada por gran variedad de personas, por lo que no se desea restringir la solución a un medio único. Se debe considerar que dentro del entorno artístico o artesanal, siempre ha existido un gran apego a los métodos empleados y que la aceptación de un sistema

---

<sup>1</sup> Auto CAD

<sup>2</sup> Corel Draw

automático en un método que por tradición es manual, no es fácil, aún cuando estamos inmersos en una sociedad en continua evolución.

Es necesario reconocer que, en mayor o menor grado, la libertad del usuario será más restringida que su labor manual, sin importar cual sea la solución elegida; esta condición aunada a la resistencia al cambio de cualquier comunidad resulta en desventaja para su aceptación. Por lo tanto, es necesario llevar estos efectos al mínimo, y se pretende compensar la limitación de uso ofreciendo innovaciones flexibles.

En los últimos años las computadoras se han desarrollado a grandes pasos y, a consecuencia de esto, también los paquetes. Hoy se ofrecen paquetes "amigables", en un ambiente gráfico, de modo que el usuario no tiene que conocer mucho acerca del empleo de éste, y solo mueve un ratón en busca de lo que desea realizar; incluso estos paquetes han tendido a estandarizarse, de forma que presentan una barra de herramientas en la hoja de trabajo, un menú con opciones y, además, las opciones ofrecidas en cada menú, en muchos casos son las mismas, o por lo menos similares. Dado lo anterior lo primero en lo que es necesario pensar, para aminorar el rechazo al producto, es ofrecer al usuario este mismo ambiente y un sistema similar. De este modo, al disponer de una interfaz sencilla, el usuario no requiere contar de antemano con experiencia en el uso de sistemas mecánicos, o amplios conocimientos en computación.

## **1.2. El pirograbado**

En la actualidad el pirograbado se realiza a través de un pirógrafo, aparato eléctrico que consta de un reóstato para regular el calentamiento de una punta metálica, que al encontrarse al rojo vivo se emplea para realizar el grabado sobre madera o cuero.

Básicamente todas las unidades se construyen de la misma manera. Primeramente son energizados por un transformador, y el calor producido es controlado por un dispositivo regulador, que por medio de un cordón es transmitido a una pluma quemadora.

El pirograbado tuvo sus inicios en Europa; fue específicamente en Francia, en la década de los cuarenta, donde un mexicano llamado Pascual Navarro vio por primera

vez esta técnica. El aparato que observó era un simple pirógrafo eléctrico; posteriormente regresó a México y manufacturó una versión integrada a un control de temperatura, aparato que posteriormente se difundió a Latinoamérica, primordialmente a Guatemala y a los Estados Unidos, donde esta técnica apareció hasta los años setenta.

En la actualidad, el pirógrafo no ha tenido grandes variaciones, y propiamente se mantiene con los mismos elementos; comercialmente un pirógrafo cuenta con puntas intercambiables para realizar distintos grabados.

El uso del pirógrafo manual permite evidentemente la mayor versatilidad al usuario, pero se encuentra limitado por el tiempo que le lleva realizar cada grabado, además de la no repetibilidad que existe, dada la naturaleza del método.

### **1.2.1. Elemento actuador del pirógrafo, “la punta” y la pieza de mano.**

Las puntas constan de dos materiales, uno de ellos funge como resistencia, provocando al paso de la corriente el calentamiento de la punta. De esta forma, el grabado puede ser regulado por la intensidad de corriente y por la fuerza que ejerce la punta sobre la superficie. El pirógrafo cuenta con un mango, el cual sostiene la punta a través de un material aislante, permitiendo al usuario asirlo tal como lo haría con una pluma.

#### **Sistemas de piezas de mano.**

Están constituidas por el mango y la punta, algunas compañías ofrecen dos tipos de sistemas: La Punta Fija y Punta Reemplazable.



REPLACEABLE TIP AND HANDPIECE



FIXED TIP HANDPIECE

Diagrama 1. Piezas de mano(mangos).

### **El Sistema de Punta Fija**

Con este sistema, la punta y el mango o pieza de mano son una sola, y no se puede separar una de la otra. Cuando se necesita cambiar las puntas se tiene que desenchufar el sistema entero desde el cordón y reemplazarlo con un sistema diferente.

### **El Sistema de Punta Reemplazable**

Este sistema usa la punta como el conector macho, sistema que es un poco indeseable a causa de que el calor excedente generado por la punta a la conexión eléctrica provoca que a través del tiempo mediante la operación intermitente ocasione que el sistema falle, pero esto puede solucionarse si las puntas reemplazables se alojen en conectores especiales diseñados para hacer una conexión eléctrica confiable que dure al paso del tiempo, para obtener este resultado, la punta se solda en el conector macho hecho de bronce recubierto de nickel.

Para este tipo de sistema las puntas se enchufan directamente en el mango y cabe mencionar que las puntas y el mango o pieza de mano se venden por separado.

Existen diferentes mangos, como por ejemplo el mango ultra delgado que tiene dimensiones de aproximadamente 5/16" de diámetro, este es conocido como el lápiz y está diseñado para quienes prefieren un mango más delgado.

Hay una variedad amplia de estilos de punta, ya que dependen de su uso las hay desde las utilizadas para hacer escamas de reptil y pescado a las puntas básicas para los diseños muy detallados. Hay puntas de línea doble, así como también para quemar en círculos. Una de las puntas más populares es la punta de escritura usada para firmar los trabajos, además de que encontramos puntas con ángulos de 45 y 90 grados; existen además puntas de arduo trabajo y larga duración, que pueden inclusive alisar la superficie de la madera, o bien remover pequeñas protuberancias en la misma.

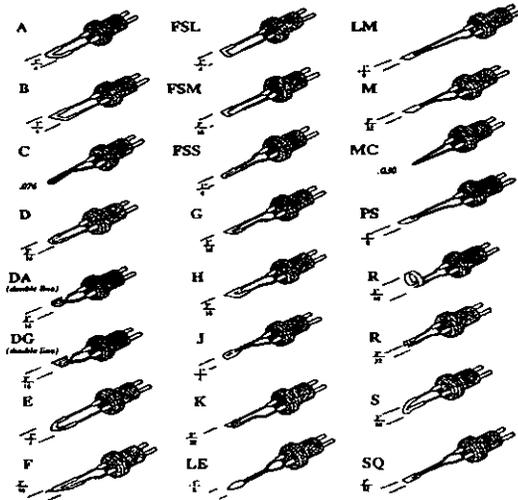
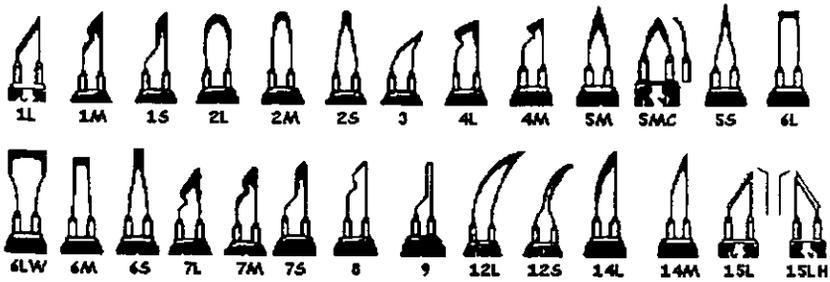


Diagrama 2. Puntas de pirógrafos.

### 1.2.2. Fuente, control y conducción de energía.

Generalmente los pirógrafos existentes necesitan de una alimentación de entre 110VCA - 125VCA., alimentación que energiza a un transformador que nos proporciona una potencia máxima de entre 40 -45 watts; el propósito del transformador es el disminuir el voltaje al nivel útil para que pueda ser regulado por el controlador y entonces ser conducido mediante el cordón a la punta.

La energía es conducida por un cordón o cable cuyo calibre depende de la cantidad de calor que se requiera, siendo los más comunes el calibre 18 que es de los más delgados y nos permite una mayor flexibilidad, y es el que transmite menos poder a la punta, generalmente se utiliza para funciones de detalle; el calibre 16, que permite obtener mayores temperaturas, y se utiliza cuando es necesario la inserción de la punta, y el calibre 14, para trabajos más pesados.

### 1.2.3. Pirógrafos comerciales.

En el mercado internacional se tienen gran variedad de marcas y sistemas de pirograbado, se presentan algunos ejemplos de lo que se comercializa:

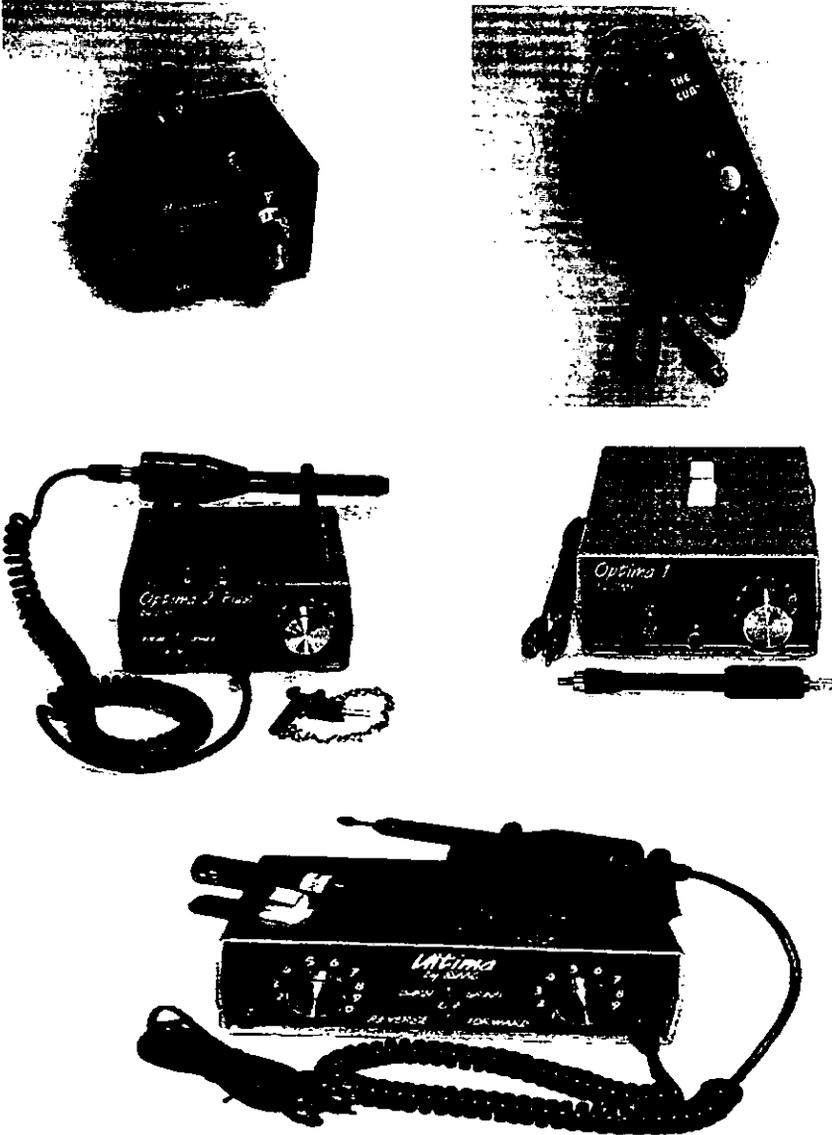


Diagrama 3. Pirógrafos comerciales.

#### 1.2.4. Técnicas de pirograbado.

La pirografía cuenta con 4 técnicas fundamentales; el aprendizaje de éstas le permite al usuario aprovechar completamente la herramienta:

La primera técnica, conocida como Pirotextura, es la técnica básica recomendada para el nuevo aprendiz, y consiste en el empleo de líneas, sombreados y texturas.

Durante el aprendizaje de la segunda técnica, se practican diseños tradicionales a través del uso de las líneas y color (entintado). En ésta, el diseño determina el procedimiento a emplear, si el diseño se trata de figuras geométricas, estas no requieren ser sombreados, por el contrario si se trata de figuras orgánicas, el sombreado si resulta necesario.

La tercera técnica es más elaborada y requiere más pasos, consiste en elaborar diseños tradicionales a través de líneas, entintado, pinturado, acabado y trabajo en pluma.

La cuarta técnica emplea las anteriores y proporciona una apariencia de loseta cerámica a la madera.

Estas técnicas no se encuentran estrictamente delimitadas, comúnmente se realizan combinaciones de una y otra según se desee. Únicamente la primera técnica suele ser empleada sola. Una vez conocidas las técnicas, las combinaciones de éstas se llevan a una técnica conocida como Folkdórica, la cual emplea Oleos, Tintas y Vinílicas, enfatizando el uso de colores y combinaciones de éstos.

En ocasiones cuando se desea adornar una forma definida tal como es el caso de una caja, se recomienda tomar una hoja de papel y delimitar el área de grabado, encontrar el centro del área y definir el diseño. De esta forma, se obtiene la distribución del diseño en la superficie. A continuación se traza a lápiz el diseño sobre el papel, realizando todas las correcciones necesarias hasta contar con el diseño justo, entonces, es posible tomar papel carbón y remarcar el diseño sobre la madera, por último se procede a seguir el diseño con la punta, realizando el pirograbado.

La mayoría de los usuarios prefieren el uso de maderas blancas, con poco grano, en especial cuando se realizan diseños que requieren de líneas muy delgadas, además, los colores más delgados resaltan más sobre estas maderas. Existen

ocasiones en las que la madera no puede ser elegida, tal como es el caso si se desea pirograbar un mueble. En estas ocasiones el efecto puede ser contrarrestado al incrementar la temperatura de la punta y proporcionar mayor firmeza, (no presión) durante el grabado.

En ocasiones la madera determina la técnica a emplear, tal es el caso de madera lastimada, la cual invita a usar un color de fondo, el cual permita perder o disminuir el daño.

### **1.3. Innovaciones basadas en conocimientos.**

Los cambios en la alta tecnología de las computadoras, las telecomunicaciones, y el empleo de sistemas automatizados o robotizados dentro de las fábricas tienen una gran importancia. Todos estos cambios se reducen a un solo punto de origen la innovación, la innovación es la herramienta que ha servido a los empresarios, para explotar los cambios como oportunidades para negocios diferentes.

Es claro que los empresarios innovadores no se deben conformar con mejorar lo que ya existe, sino que hay que tratar de crear valores nuevos y satisfactorios, tratando de convertir materiales en recursos o combinar recursos existentes de una manera nueva y productiva, la mayor parte de las innovaciones exitosas explotan el cambio haciendo de la innovación una actividad de diagnóstico sistemático de las áreas de cambio que podrían ofrecer cualquier oportunidad al empresario.

Existen diversas maneras de generar innovaciones dentro de las que se encuentran

- Lo inesperado,
- Lo incongruente,
- La que proviene de una necesidad de un proceso, o
- El descontrol que se da con el cambio repentino de la estructura de la industria o el mercado,
- Otros factores son el cambio en la población,
- Cambios en la percepción, o bien
- La generación de nuevos conocimientos ya sean científicos o no científicos.

La innovación basada en los nuevos conocimientos, logra la publicidad, consigue dinero, difiere de todas las demás ya que el lapso de vida, la tasa del fracaso, la predictibilidad y el desafío que presentan al empresario son muy inciertas lo que hace a dicha innovación temperamental, caprichosa y difícil de manejar.

La innovación basada en los nuevos conocimientos tiene como características que presenta el tiempo de gestación más largo, de todas clases de innovaciones, es decir que hay un periodo muy largo entre el surgimiento de un conocimiento nuevo y su aplicación tecnológica, además de que existe otro largo periodo entre la aparición y su aplicación a la producción, procesos o servicios.

Otra característica es que casi nunca presentan un factor como fundamento sino que presentan la convergencia de varias clases de conocimientos sean científicos o tecnológicos.

Por sus características la innovación basada en nuevos conocimientos requiere aspectos diferentes, en primer lugar la innovación basada en el conocimiento requiere el análisis cuidadoso de todos los factores necesarios, conocimientos sociales, económicos y de percepción. Y si es el caso, el análisis debe identificar los factores que aún no están disponibles para decidir si es posible desarrollarlos o si conviene postergar la innovación.

El segundo requerimiento de la innovación es el saber y estar consciente de la posición estratégica de la innovación, este tipo de innovación no puede introducirse en el mercado para ensayarse. Ya que probablemente se crea entusiasmo y atrae a otros de manera que su introducción debe ser acertada desde el primer momento. La introducción en el mercado crea entusiasmo y atrae a otros de manera que el innovador debe acertar desde el primer momento, debido a que no es probable que tenga otra oportunidad.

Para este tipo de innovación se pueden presentar tres enfoques de su posición en el mercado:

- Puede desarrollar un sistema completo que dominaría el campo.
- Puede aspirar a crear el mercado para sus productos.
- Ocupar una posición estratégica.

La innovación basada en el conocimiento dadas sus características presenta riesgos únicos e impredecibles y un factor que trabaja continuamente en contra de los innovadores es el tiempo, debido a que los conocimientos científicos y tecnológicos cambian rápidamente.

En cualquier otra clase de innovación los innovadores piden esperar que se los deje solos, y existen varias oportunidades de lanzamiento de su innovación.

Para que una innovación basada en nuevos conocimientos tenga éxito, debe existir un ambiente de receptividad, aspecto que difícilmente puede predecirse o suponerse.

## **Capítulo 2. Análisis y evaluación de soluciones.**

Este capítulo tiene como objetivo el determinar la mejor solución para la automatización de un proceso de pirograbado.

Transformar el método de pirograbado realizado de manera artesanal (a mano), a un sistema de pirograbado que se realice de manera automática, mediante sistemas informáticos a nivel hardware y software.

### **2.1. Análisis de soluciones.**

Con fin de analizar el problema se determinan las restricciones del sistema y parámetros de valuación.

#### **2.1.1. Restricciones del sistema.**

- El sistema debe operar con corriente alterna de 120V. De este modo se posibilita su empleo en cualquier casa habitación o empresa, sin necesidad de instalaciones especializadas.
- El sistema debe tener un precio menor a 20,000 mil pesos de tal forma que se encuentre al alcance de una empresa y de un usuario particular.
- El sistema debe ser manipulable por una persona sin necesidad de equipo adicional.
- Debe consumir una cantidad de energía inferior a 1000W. ya que el consumo de potencia debe ser tal que su operación normal no exceda la potencia entregada por el tomacorriente de una casa habitación.
- La operación del sistema se realiza tomando en cuenta que éste debe ser accesible para todo público.

### **2.1.2. Parámetros de evaluación.**

**Área de grabado:** Dentro de este aspecto se contempla el espacio que permite emplear el sistema para el grabado del diseño. La superficie de grabado se encuentra limitada por el área de trabajo de los distintos sistemas mecánicos.

**Calidad de grabado:** Se considera como la generación de trazos a simple vista continuos y uniformes, y que no dañan el material.

**Costo de fabricación:** Este factor es determinante para la solución, ya que establece un límite al precio del producto, aun cuando éste está determinado por la competencia o las expectativas del usuario. Dado que el producto es nuevo, deberá ofrecerse a un precio aceptable, de modo que el producto resulte atractivo.

**Facilidad de operación:** Dentro de este rubro se evalúa la dificultad que presente al usuario el empleo del paquete de cómputo, en combinación con el manejo que resulte necesario para el sistema físico de grabado. Como se menciona anteriormente, se pretende ofrecer una interfaz sencilla al usuario en la PC; sin embargo, el uso de sistemas más especializados, como es una mesa de coordenadas o una máquina láser, no son de conocimiento público.

**Requerimientos de mantenimiento:** Se considera esta característica dado que en la actualidad sistemas como son los plotters o impresoras cuentan con servicios de mantenimiento, evitando al usuario este inconveniente; por lo tanto, se evalúa la frecuencia, especialización y costo del mantenimiento requerido para cada sistema.

**Precisión:** Se considera el rango de error en la colocación de la punta que ofrece cada sistema. Dada la naturaleza del grabado por calor, el grabado excede la dimensión de la punta, perdiendo precisión; por lo tanto, aun cuando la precisión ofrecida por el sistema deberá ser considerada, no cuenta con especificaciones estrictas.

**Repetibilidad:** Evalúa el error cometido al realizar en múltiples ocasiones un mismo recorrido. Aun cuando el objetivo de la solución no es realizar grabados repetidamente, la solución deberá contar con la posibilidad de realizarlos sin errores notorios. La importancia de esta característica surge a consecuencia de la variabilidad de los materiales, en caso de que sea necesario realizar el recorrido de la punta más de una vez, para uniformar el grabado o bien para remarcarlo, el sistema deberá ser capaz de recorrer la misma ruta sin realizar errores visibles.

**Requerimientos del sistema:** En este aspecto se contemplan sistemas o aditamentos auxiliares que requiera el sistema elegido para su total funcionamiento, tales como son una fuente de voltaje, gas, conexiones a computadoras o intérpretes, etc.

**Adaptabilidad a distintos materiales:** Dentro de este rubro se contempla la capacidad del sistema de grabar sobre diversos materiales. Este punto es de importancia, ya que los materiales a grabar son madera y piel. Como consecuencia, las diferencias en dureza y color de los materiales deberán ser consideradas al elegir el diseño y al realizar el grabado.

El volumen de producción no se toma en cuenta ya que se considera un volumen de producción muy reducido.

### **2.1.3. Propuesta de soluciones.**

Es difícil encontrar un problema o situación con una sola solución por lo que dentro de este capítulo se evalúan diferentes soluciones, aunque estamos conscientes de que existen infinidad de soluciones además de las aquí presentadas.

- i. Adaptación de un plotter convencional, de tal modo que se sustituya un pirógrafo con punta candente por la(s) pluma(s) original(es).

Consiste en adaptar un plotter comercial, de tal modo que sea posible pirograbar a través de él. El plotter se modifica reemplazando el cabezal de impresión por un cabezal de pirograbado, ya sea de punta candente o con base en una emisión láser, y realizando los ajustes y/o cambios necesarios al sistema de tracción del rodillo y/o al rodillo, de modo que éste pueda manipular el cuero, empleando todos los demás sistemas del plotter sin cambio.

ii. Diseñar un programa que sirva como interfaz entre una máquina láser y el grabado del usuario.

Esta solución propone desarrollar un sistema el cual permita al usuario proporcionar, desde una PC, su diseño a una máquina láser. El usuario proporciona su diseño en algún formato gráfico, de tal forma que el sistema se encargue de interpretarlo y traducirlo al lenguaje de la máquina láser, y llevar a cabo el grabado.

iii. Sistema de ejes coordenados, controlado por medio de una PC, el cual graba a través de un rayo láser.

Esta solución consiste en una versión simplificada de la anterior. Propone desarrollar una mesa de coordenadas, en la cual se coloque el emisor láser, empleando como medio de interfaz con el usuario una computadora PC.

iv. Sistema de ejes coordenados, controlado numéricamente, el cual graba a través de un rayo láser.

Esta solución surge como consecuencia de la anterior y consiste básicamente en la misma solución, siendo la diferencia el sistema de control de la mesa de coordenadas.

v. Sistema de ejes coordenados, controlado numéricamente, el cual graba a través de una punta candente.

Similar a la anterior, esta solución consiste en una mesa de coordenadas la cual cuenta con una punta de pirógrafo comercial; su control se desarrolla de forma idéntica a la solución anterior.

vi. Sistema de ejes coordenados, controlado por medio de una PC, el cual graba a través de una punta candente.

Similar al caso anterior, en esta solución se emplea una mesa de coordenadas, y se coloca una punta de pirógrafo comercial como grabador.

**2.1.4 Análisis de soluciones, características de cada solución.**

SOLUCIÓN	CARACTERÍSTICAS
i	<p>Encontramos varias ventajas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El equipo es de mantenimiento común;</li> <li>2. Cuenta con un sistema de interpretación para la interfaz con la computadora y manipuleo de la punta, no siendo necesario por ningún motivo intervenir en el sistema electrónico o en su paquetería "software";</li> <li>3. La adaptación necesaria resulta totalmente mecánica, y se concentra únicamente en la punta y el sistema de tracción del cuero; sin embargo, dada la configuración de un plotter, éste solo acepta cuero con dimensiones limitadas. Es necesario un tamaño mínimo para que sea asido efectivamente por el rodillo, al mismo tiempo el tamaño no puede exceder el ancho permitido por el plotter.</li> </ol> <p>Este sistema solamente se enfoca a cuero no resultando posible el grabado en madera.</p>
ii	<p>En esta solución encontramos que el grabado es muy versátil. Es posible regular fácilmente la intensidad de grabado, de modo que no es problema la variabilidad en los materiales a grabar. Con la</p>

	<p>variabilidad de intensidad del rayo láser se brinda la posibilidad de realizar grabados con diferentes intensidades, lo cual ofrece al usuario una mayor libertad. La desventaja presentada por esta solución se encuentra, sin duda, por el costo que representa el empleo de una máquina láser con las características necesarias.</p>
iii	<p>En este caso se obtiene nuevamente la ventaja que ofrece la variabilidad de intensidad en el rayo láser; el costo se decrementa notablemente y la interfaz con el usuario resulta más simple. Es necesario desarrollar un sistema de interpretación del código, así como una interfaz con el usuario en la PC. La interfaz en la PC resulta más simple al usuario común y no es necesario contar con conocimientos muy especializados.</p>
iv	<p>En este caso, la interpretación del código se simplifica con el uso de lenguajes estandarizados ya existentes. Como consecuencia, si se requiere una interfaz para que el usuario pueda convertir su diseño en el programa de control numérico correspondiente.</p>
v	<p>Implica los mismos requerimientos al usuario; sin embargo, su costo baja significativamente al reemplazar el emisor láser por una punta candente, y su mantenimiento es menor. Se pierde la posible variación en la intensidad del rayo láser; además, surge la posibilidad de emplear más de una sola punta, dando al usuario cierta versatilidad.</p>
vi	<p>Este sistema se diferencia del anterior solamente por el control de la mesa de coordenadas; en este caso, la misma interfaz con el usuario generará el grabado y la llevará a cabo.</p> <p>Al igual que en el caso anterior es posible intercambiar las puntas del cabezal, de tal modo que el usuario puede elegir una punta específica para cada grabado. Sin duda, esta opción no se compara con la versatilidad que ofrece el rayo láser, pero el costo es abatido.</p>

Tabla 1. Soluciones y sus características.

**2.2. Evaluación de soluciones.**

Evaluando todas las soluciones presentadas anteriormente de acuerdo a los criterios establecidos. Se consideran las siguientes calificaciones de 0 a 10 puntos, de menor a mayor importancia respectivamente.

		Solución					
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Parámetro	A) Área de grabado	8	6	8	8	8	8
	B) Calidad de grabado	7.5	10	10	10	7.5	7.5
	C) Costo	7	2	5	4	6	8
	D) Facilidad de operación	10	7	8	8	8	8
	E) Mantenimiento requerido	9	4	6	6	8	8
	F) Precisión	10	10	9.5	9.5	8.5	8.5
	G) Repetibilidad	10	10	10	10	9	9
	H) Requerimientos auxiliares	9	3	6	6	9	9
	I) Adaptabilidad a materiales	3	10	10	10	7	7

Tabla 2. Evaluación de soluciones.

La ponderación que se presenta es subjetiva a los autores de la tesis y se otorga dadas las características de cada parámetro, y tomando en cuenta al sector que se dirige.

Parámetro	Ponderación (%)
A) Área de grabado	4
B) Calidad de grabado	7
C) Costo	27
D) Facilidad de operación	18
E) Mantenimiento requerido	5
F) Precisión	6
G) Repetibilidad	6
H) Requerimientos auxiliares	12
I) Adaptabilidad a materiales	15
<b>Total</b>	<b>100</b>

Tabla 3. Evaluación de características (ponderación).

Ponderando la evaluación anterior, se obtiene:

		Ponderación	Solución.					
			i.	II.	III.	IV.	v.	vi.
Parámetro	A	4	32	24	32	32	32	32
	B	7	52.5	70	70	70	52.5	52.5
	C	27	189	54	135	108	162	216
	D	18	180	126	144	144	144	144
	E	5	45	20	30	30	40	40
	F	6	60	60	57	57	51	51
	G	6	60	60	60	60	54	54
	H	12	108	36	72	72	108	108
	I	15	45	150	150	150	105	105
	<b>Total</b>	100	771.5	600	750	723	748.5	<b>802.5</b>

Tabla 4. Comparación de soluciones.

De lo anterior podemos concluir que la solución que obtuvo un mayor puntaje es la *vi*, que consiste, como ya se mencionó, en un sistema de ejes coordenados que graba a través de una punta candente, y es controlado por medio de una computadora.

### 2.2.1. Factores a considerar en el diseño del producto.

Ahora bien, para poder realizar el software del producto es necesario averiguar de qué manera la computadora manda la información y genera las instrucciones precisas para que el sistema mecánico responda.

También es necesario decidir qué partes constituirán tanto el sistema mecánico como el eléctrico y el electrónico.

Sistema de pirograbado: el sistema de grabado está compuesto por una fuente de voltaje, un transformador, un regulador de intensidad y el elemento actuador que se encarga de realizar el grabado (punta).

Para poder realizar los desplazamientos en los ejes coordenados se necesitan motores, los cuales pueden ser motores de corriente directa o motores de pasos; estos últimos presentan mayores ventajas, ya que proporcionan mayor precisión al sistema.

Otro factor a considerar es el elemento que se encargará de realizar directamente el movimiento; esto es, se pueden emplear sistemas de tornillo sin fin con una corredera, o puede utilizarse un sistema en donde se utilicen bandas y engranes; o bien, un sistema de chicotes.

De los anteriores, un sistema de bandas dentadas y engranes permite controlar de una manera más eficiente el desplazamiento, aspecto que debe considerarse para obtener un buen acabado.

## Capítulo 3. Diseño del producto.

### 3.1. Descripción del producto.

Con base en la tabla de selección, se elige la solución *vi*, "Sistema de ejes coordenados, controlado por medio de una PC, el cual graba a través de una punta candente".

Se propone un sistema de grabado que se encuentra constituido por una mesa de coordenadas cartesianas y emplea una punta de pirógrafo para realizar el diagrama. La mesa de coordenadas se controla a través de una interfaz a usuario, en conjunto con una tarjeta electrónica.

El sistema que se propone realiza funciones básicas similares a las que realiza un plotter, a diferencia de que trabaja sobre un plano (X,Y), mientras que un plotter trabaja empleando un rodillo como eje longitudinal; además de emplear una o varias plumas para el diagramado, el sistema propuesto, emplea una punta de metal candente para realizar su diagrama.

Tomando en cuenta las características anteriores y buscando resaltar su función se denomina al sistema en su conjunto como "PIROLOT".

#### 3.1.1. Descripción general de funcionamiento.

La generación del diagrama es realizada en la computadora; en ésta, el programa de interfaz a usuario le permite elegir, ver y enviar el diseño para su grabado. La interfaz traduce el diseño a un conjunto de instrucciones que indican tanto los desplazamientos como el estado de la punta para cada movimiento.

Piroplot recibe la señal por medio de un microcontrolador electrónico, el cual interpreta y desarrolla las instrucciones, así como los estados iniciales del sistema y, una vez asegurados, el microcontrolador traduce las instrucciones recibidas generando los desplazamientos necesarios.

Para permitir el movimiento dentro de la superficie de grabado, la base del cabezal se desplaza sobre el eje "X" del sistema (eje mayor), y éste a su vez se desplaza sobre del eje "Y" (eje menor).

El grabado se realiza mediante una punta de pirógrafo comercial, que se encuentra colocada en el cabezal de grabado. Debido a que la punta requiere una temperatura elevada y constante durante el grabado, es necesario un sistema de activación, el cual se obtiene proporcionando al cabezal un desplazamiento vertical. El trabajo conjunto de los sistemas mencionados anteriormente permite realizar el grabado de los distintos diseños sobre la superficie.

Con fin de analizar el diseño del producto, se divide en cuatro sistemas principales: mecánico, eléctrico, electrónico, interfaz a usuario (software).

## **3.2. Hardware.**

Dentro de este punto se consideran el sistema mecánico, el sistema eléctrico y el sistema electrónico los cuales se describen a continuación.

### **3.2.1. Sistema mecánico.**

La necesidad de un sistema de elevación de la punta lleva a analizarlo en dos partes: la primera es el cabezal de grabado, y la segunda es el sistema de ejes coordenados que sirve a éste como posicionador.

### 3.2.1.1. Sistema de ejes coordenados.

Esté sistema consta de una mesa de coordenadas cartesianas "X,Y", con origen en la esquina inferior izquierda del área de grabado, y proporcionando un área de trabajo de 490 X 370 mm. Conservando semejanza con los plotters comerciales, se denomina eje "X" al eje de mayor extensión; consecuentemente el eje "Y" es el menor. En ambos casos, la dirección se proporciona a través de barras guía. El sentido "Y" es proporcionado por dos barras paralelas, las cuales se encuentran en los extremos derecho e izquierdo del área. Estas barras se encuentran fijas a la base principal a través de sus soportes correspondientes y sirven como soporte al eje "X".

Las barras guía para el eje Y son de sección cilíndrica, de acero inoxidable de ½" de diámetro, 540 mm de largo y cuentan en los extremos con cuerda al centro para su colocación. La distancia entre las barras, es de 686.6 mm.

El eje X es sostenido por dos barras guías que se deslizan sobre las barras guías Y. Las barras guías empleadas en el eje X, al igual que las empleadas para el eje Y, son cilíndricas, de ½" de diámetro, de acero inoxidable, de 650 mm de largo y tienen una distancia entre ejes de 69 mm. El soporte izquierdo del eje X aloja al motor X, desde el cual se extiende la banda de transmisión proporcionando el desplazamiento en este sentido.

El sensor que proporciona el estado de posición inicial para el eje Y se localiza en la parte inferior izquierda del área de grabado. Éste, aunado a los dos anteriores, provee las señales iniciales del sistema.

Diagrama 4. Sistema coordenado.

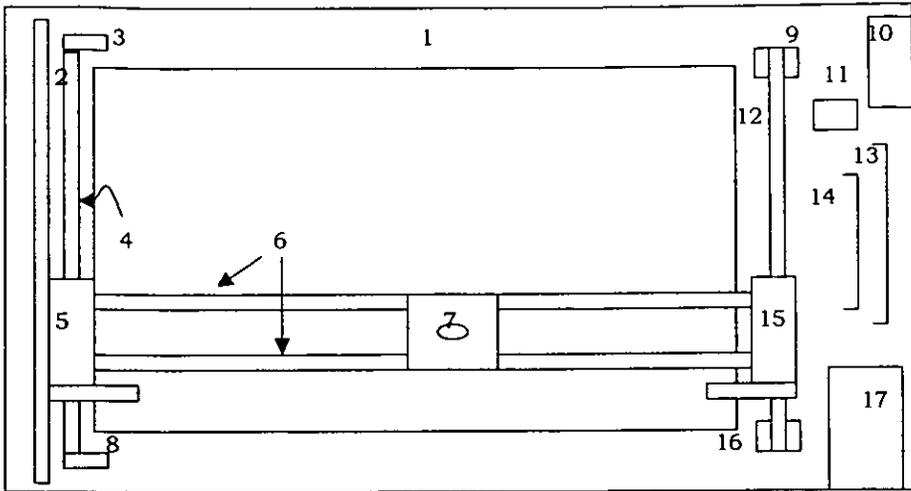


diagrama 4.

No	Descripción	Clave
1	Base principal	EP-00
2	Soporte estructural	EP-01
3	Soporte YIS	SY-03
4	Barra guía 45 cm eje Y izquierdo	SY-01
5	Soporte XI y motor eje X	SX-03
6	Barras guía 65 cm eje X	SX-01
7	Cabezal de grabado	EP-07
8	Soporte YII	SY-02
9	Soporte YDS	SY-05

No	Descripción	Clave
10	Transformador	SE-01
11	Base motor Y	SY-13 SC-05
12	Barra guía 45 cm eje Y derecho	SY-01
13	Tarjeta primaria o principal	
14	Tarjeta secundaria	
15	Soporte XD	SX-02
16	Soporte YDI	SY-04
17	Fuente de poder	SC-02

Tabla 5. Ubicación de componentes principales.

En ambos sentidos el desplazamiento es proporcionado a través de bandas dentadas, las cuales se encuentran fijadas al cabezal de grabado y al eje "X", respectivamente. Con objeto de mantener la condición de paralelismo en el

eje "Y", y dada la distancia entre los ejes, éste cuenta con 2 bandas dentadas, una que cumple la función de guía, y otra que recibe el par del motor; ambas son activadas por un mismo sistema de transmisión.

Cada eje es activado por medio de un motor de pasos, el cual a través de un sistema de poleas dentadas transmite la potencia a las bandas de transmisión.

La flecha del motor cuenta con una polea dentada tipo II de 16 dientes, mientras el eje cuenta con una tipo III de 60 dientes, sistema que proporciona una reducción de 3.75.

Bandas empleadas en la transmisión de potencia.					
Banda	LONGITUD [cm]	ANCHO [cm]	# DIENTES	USO	MATERIAL
"BX1"	125	0.8	250	Transmisión	Neopreno
"BX2"	24.2	0.635	121	Reducción.	Poliuretano
"BY1"	91.44	0.635	453	Transmisión	Poliuretano
"BY2"	91.44	0.635	453	Transmisión	Poliuretano
"BY3"	24.2	0.635	121	Reducción.	Poliuretano

Tabla 6. Bandas empleadas en la transmisión de potencia.

Poleas Dentadas.

TIPO	# DE DIENTES	DIAMETRO EXT. Mm	BARRENO
I	15	9	3/16"
II	16	11	¼"
III	60	38	¼"
IV	11	17	3/16"

Tabla 7. Poleas dentadas.

### 3.2.1.2. Cabezal de grabado.

El cabezal es aquel que porta una punta metálica la cual, a través de un material resistivo, emplea corriente eléctrica para su calentamiento; la punta es insertada en el portapuntas, y éste a su vez se enrosca en la extensión del mismo.

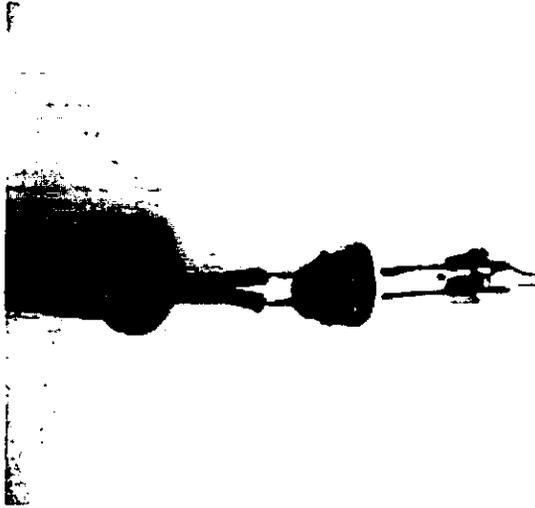


Diagrama 5. Extensión-Portapuntas-Punta.

El sistema elevador es activado por medio de un motor de pasos de 4 fases. La flecha del motor cuenta con un tornillo sin fin, por medio del cual se activa la base de la extensión, proporcionando el desplazamiento en el eje vertical. (en lo sucesivo, se refiere a este movimiento como el movimiento en el eje "Z").

Tanto el motor, como la base de la extensión, se encuentran fijos al cabezal de grabado por medio de un soporte. La base del cabezal de grabado se posiciona en el eje X por medio de dos bujes, de tal forma que el único movimiento posible es paralelo a éste.

Otra función realizada por el cabezal de grabado es el sensado de la posición inicial para el eje X y el sensado de la posición inicial de la punta, para lo cual se cuenta con dos sensores mecánicos de contacto. A fin de proporcionar todas las señales necesarias al cabezal de grabado, se extiende un cable plano de 10 hilos desde el cabezal hasta el soporte Y izquierdo, mismo que continúa hasta ser recibido en la tarjeta secundaria.

Descripción de uso para el cable plano:

Cable	Color	Señal
1	Negro	1 Fase motor Z
2	Blanco	2 Fase motor Z
3	Gris	3 Fase motor Z
4	Morado	4 Fase motor Z
5	Azul	Potencia motor Z
6	Verde	Sensor para posición de punta en Z. (Sensor 3).
7	Amarillo	Sensor para posición de punta en X. (Sensor 1).
8	Naranja	Tierra Sensor 1.
9	Rojo	Sensor para posición de punta en Y. (Sensor 2).
10	Café	Tierra Sensor 3.

Tabla 8. Señal conducida por el cable plano de 10 hilos.

### 3.2.2. Sistema eléctrico.

Es el encargado de proveer energía al plotter, la cual se obtiene a partir de una conexión a 120 V CA, con polo a tierra localizado en la parte superior del costado izquierdo de la base de la cubierta. Este circuito posee un interruptor eléctrico localizado a un lado de la conexión externa y un fusible, con fin de proteger los elementos internos del sistema. Se divide por su uso en dos funciones:

a) *Alimentación de la punta:* consta de un circuito conectado directamente a la alimentación de 120 V, y cuenta con un transformador 120V AC - 3V AC max, 55 W, el cual alimenta directamente la punta del grabador. El circuito consta de una fuente de poder con las siguientes características:

Entrada: 100-120 V AC 5 A / 200-240 V AC 2.5 A, 50-60 Hz

Salida: +5 V DC 10 A, -5 V DC 0.3 A / +12 V AC 4.2 A, -12 V AC 0.3 A

La corriente generada por el transformador puede ser regulada por el usuario, a fin de ofrecer una intensidad variable de calor. Su uso requiere del ajuste manual al transformador, mismo que se controla directamente dentro del plotter. Se dispone de un rango de intensidad en una escala de 1 a 10, que se

controla a través de una perilla y un selector, presentando la siguiente configuración.

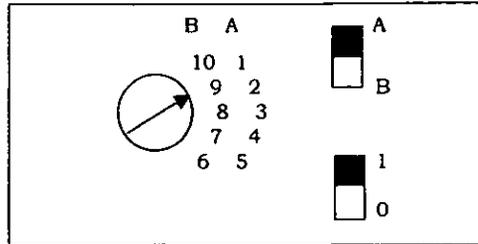


Diagrama 6. Configuración del sistema regulador de corriente

- El interruptor 1-0 permite una interrupción física de corriente a la punta (on-off).
- El interruptor A-B selecciona el rango a ser empleado por la perilla.
- La perilla permite elegir la intensidad de corriente y, por lo tanto, del grabado, siendo 1 la menor intensidad y 10 la mayor.

El interruptor 1-0 es normalmente cerrado, por lo cual, en condiciones normales de trabajo deberá permanecer en "1"; quedando la interrupción del circuito a cargo del reelevador localizado en la tarjeta secundaria.

*b) Alimentación de circuitos:* este sistema también se alimenta de la fuente de poder, con la cual se alimentan el sistema electrónico y la fase de potencia.

### 3.2.3. Sistema electrónico.

Este sistema es el encargado de inicializar el plotter, almacenar y procesar datos y el control de los motores.

El sistema se compone por dos tarjetas electrónicas: la primera aloja el sistema de control; y la segunda brinda la fase de potencia necesaria para el movimiento de los

motores. La tarjeta principal o primaria es la encargada de llevar a cabo el control; esto lo realiza a través de un microcontrolador MC68HC11E1F9<sup>1</sup>, el cual se encarga de desarrollar las funciones necesarias tales como enviar el código a los motores y verificar las condiciones iniciales. Para su funcionamiento, el microcontrolador opera en modo expandido, lo cual le permite ampliar el número de puertos, de los cuales dispone a 6 puertos, aumentar su capacidad de memoria reescribible (RAM) a 64 kbits y ampliar la capacidad de memoria no reescribible (ROM) a 64 kbits.

*El análisis a detalle del funcionamiento y configuración de la tarjeta electrónica, no se desarrolla en esta tesis dado que queda fuera del alcance de la misma. (Ver HC11 , Mecatrónica)*

### 3.2.3.1. Fase de Potencia.

A fin de proporcionar a los motores la potencia requerida, resulta indispensable proporcionar a la salida de la tarjeta de control una fase de potencia. Cada una de las señales de control para los motores es transmitida a la fase donde pasa por un transistor TIP 120.

Pin	Conexión
Base	Señal de microcontrolador
Colector	Motor
Emisor	Tierra

Tabla 9. Configuración de transistores.

De este modo el voltaje se eleva de 5 a 12 V y se proporciona una corriente máx de 1.3A.

---

<sup>1</sup>MS68HC11 Motorola

3.2.4. Descripción de piezas.

SX-13	Alambre acerado.	Guía los cables hacia el cabezal de grabado.
SC-06	Banda de reducción	Une el motor con la polea de reducción.
SX-06	Banda de Transmisión de potencia "BX1"	Transmite el movimiento en el eje X.
SY-08	Banda de transmisión de potencia Y	Transmite el movimiento en el eje Y.
SX-01	Barra guía de 65 cm de longitud y diámetro de $\frac{1}{2}$ plg.	Brindan la dirección sobre el eje Y.
SY-01	Barras guía de 45.5 cm de longitud y diámetro de $\frac{1}{2}$ plg	Brindan la dirección sobre el eje X.
SG-03	Base de la extensión	Se une al motor para proporcionar movimiento a la punta.
SY-13	Base motor en Y	Soporta el motor Y.
EP-00	Base principal.	Es la base del plotter, sobre ésta se alojan todos los demás componentes y funge como estructura del mismo.
BE-01	Bujes tipo I	Elemento que permite el desplazamiento de la guía.
BE-02	Bujes tipo II	Elemento que permite el desplazamiento de la guía.
SG-05	Cabezal de grabado	Aloja el sistema de grabado, desplazándose sobre los ejes.
SE-11	Cable de alimentación. 120v	Conduce la corriente desde el contacto de 120v hasta el plotter.
SE-10	Cable dúplex.	Conduce la corriente desde el transformador hasta la punta.
FI-01	Cable plano 10 vías. 14 vías	Conduce las señales necesarias desde la tarjeta secundaria hasta el cabezal de impresión.
FI-02	Cable plano 26 vías.	Comunica la tarjeta primaria con la tarjeta secundaria.
SY-15	Cable sensor	Conduce la señal del sensor a la tarjeta secundaria.
CC-01	Cable serial 9 hilos.	Conduce la señal desde la computadora hasta la tarjeta principal del plotter.
SE-12	Conector 2 vías 120 v	Fija el cable dúplex al eje Y.

SE-08	Contacto macho.	Receptor de cable de poder.
CE-02	Cubierta inferior	Proporciona una cubierta a la base principal, reduce el ruido y otorga apariencia al exterior.
CE-01	Cubierta superior	Cubre el sistema mecánico otorgando protección al sistema y proporciona la apariencia exterior del plotter.
SY-10	Eje de transmisión de potencia Y.	Conduce el movimiento a las bandas de transmisión del eje Y.
EB-01	Empaque guía 02	
EP-06	España de	Empleado como junta entre láminas para reducir la vibración.
EP-05	Espuma de poliuretano	Recubre la parte interior de las cubiertas, reduciendo el ruido, y la vibración del plotter.
SE-02	Fuente de poder.	Brinda energía eléctrica al sistema eléctrico y electrónico.
SE-09	Fusible	Dispositivo de seguridad.
SX-10	Grapas	
GE-01	Guía 01	Permite el desplazamiento sobre los ejes.
GE-02	Guía 02	Permite el desplazamiento sobre los ejes.
SE-06	Interruptor 120 V (transformador)	Habilita-inhabilita la punta.
SE-05	Interruptor de encendido.	Habilita-inhabilita el sistema.
SG-04	Motor de pasos, 4 fases 12V	Proporciona el movimiento en el eje vertical.
SC-05	Motor eje	Genera el movimiento para cada eje.
SE-07	Perilla de regulación	Regula el paso de corriente a la punta.
SC-03	Perno c/reducción	
SC-02	Perno sencillo	
EP-07	Placa Transformador	Soporta el transformador.
SX-07	Polea dentada tipo II	Actúan sobre las bandas de transmisión del eje Y en sus esquinas inferiores y a la salida de los motores.
SY-11	Polea dentada tipo III	Proporciona la reducción a la salida del motor.

SX-08	Polea dentada tipo III	Proporciona la reducción a la salida del motor.
SY-06	Poleas dentadas tipo I	Actúan sobre las bandas de transmisión del eje Y en sus esquinas superiores.
SY-07	Poleas dentadas tipo II	Actúan sobre las bandas de transmisión del eje Y en sus esquinas inferiores y a la salida de los motores.
SX-05	Poleas dentadas tipo IV	Actúan sobre la banda de transmisión del eje X.
SG-02	Portapuntas para pirógrafo.	Elemento que sostiene la punta.
SG-01	Punta para pirógrafo.	Elemento candente que lleva a cabo el grabado.
SC-01	Rodamientos	Sirven de unión entre las poleas dentadas y los elementos fijos.
SY-14	Sensor 2	Sensa posición inicial en el eje Y.
SM-01	Sensor mecánico para eje X	Sensa posición inicial en el eje X.
SM-03	Sensor mecánico para eje Z	Sensa posición inicial en el eje Z.
SX-04	Soporte "MX"	Soporta el motor X.
SX-02	Soporte "XD"	Sostiene el lado derecho del eje X sobre la guía de Y.
SX-03	Soporte "XI"	Sostiene el lado izquierdo del eje X sobre la guía de Y.
SY-04	Soporte "YDI"	Sostiene la punta inferior de la barra derecha para el eje Y.
SY-05	Soporte "YDS"	Sostiene la punta superior derecha de la barra para el eje Y.
SY-02	Soporte "YII"	Sostiene la punta inferior de la barra izquierda para el eje Y.
SY-03	Soporte "YIS"	Sostiene la punta superior de la barra izquierda para el eje Y.
SE-04	Soporte de ventilador.	Sujeta el ventilador.
EP-01	Soporte estructural	Se localiza del lado derecho de la estructura proporcionando fortaleza y sostén a la estructura.
SC-04	Soporte rodamientos	Elemento fijo que soporta los rodamientos.
TE-01	Tarjeta controladora	Brinda el control del sistema (tarjeta primaria).
TE-02	Tarjeta de fase de potencia	Brinda la fase de potencia requerida por los motores (tarjeta secundaria).

SE-01	Transformador.	Proporciona la elevación de corriente necesaria para el calentamiento de la punta.
EP-09	Tuercas.	
SE-03	Ventilador.	Se encarga de enfriar la fase de potencia.
	Elementos electrónicos	Todos los elementos necesarios para la tarjeta electrónica y la fase de potencia.

Tabla 10. Descripción de piezas.

El sistema se encuentra ensamblado colocando una capa de hule, de tal forma que el ruido generado y el roce entre las piezas sea el mínimo. De igual forma las cubiertas exteriores se encuentran recubiertas por dentro de espuma de poliuretano, con el objeto de minimizar el ruido generado por el sistema.

### 3.3. Software.

A lo largo de este punto se tratan los programas empleados para el funcionamiento del sistema en todos sus niveles.

#### 3.3.1. Microcontrolador.

Funge como el procesador central de Piroplot y controla el grabado físico del diagrama.

##### 3.3.1.1. Programa del microcontrolador.

Este programa se encuentra alojado en la ROM y permite el funcionamiento de la tarjeta electrónica que desarrolla las siguientes actividades:

1.- Verificación de estados iniciales:

Esta etapa se realiza cada vez que el microprocesador es encendido, reiniciado manualmente o bien cuando así lo exigen las instrucciones enviadas por la interfaz. Aquí el microcontrolador, desplaza los motores de los ejes X, Y y Z hacia sus posiciones iniciales hasta recibir la señal del sensor correspondiente, indicando que el estado inicial existe físicamente. Una vez que ha verificado la posición inicial de todos los ejes, asigna a cero sus variables e ingresa a la fase 2.

2. Recepción, almacenaje, procesamiento de datos, y generación de movimientos.

En este proceso se realiza el grabado del diagrama mismo que se lleva a cabo cíclicamente hasta haber terminado el diagrama de la forma siguiente:

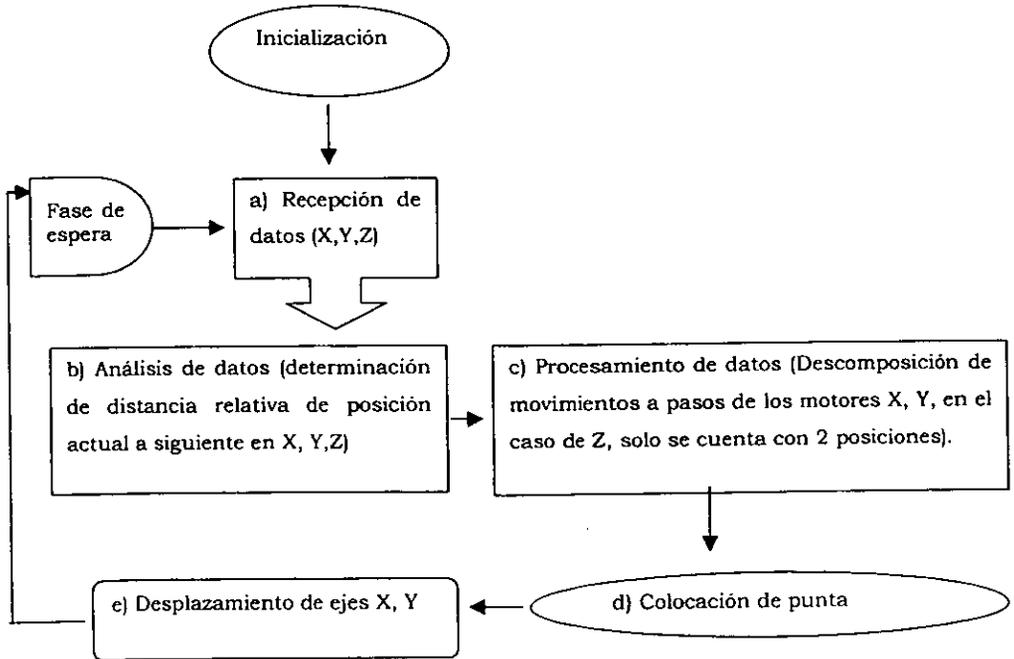


Diagrama 7. Proceso del microcontrolador.

a) Durante este proceso se reciben los datos necesarios para la generación de movimientos. Debido al tipo de microcontrolador que se emplea, es posible transmitir datos en código ASCII; por lo tanto, a fin de recibir cada

número, se transfiere cada carácter que lo compone seguido por “dos puntos” (:), al recibir el carácter terminal, el microcontrolador procesa los datos generando un número con formato de punto flotante. Cada número recibido forma parte de un arreglo con 4 elementos, el cual tiene por objeto generar una posición para la punta. De esta manera, el proceso anterior es repetido para cada número que se recibe, y por lo tanto se realiza 4 veces por cada arreglo, proporcionando la siguiente información:

Posición del dato	Formato	Tamaño (bits)	Dato que transmite
1	Entero	16	Número de pasos a recorrer durante el movimiento de la punta.
2	Punto flotante	32	Posición absoluto en “X”.
3	Punto flotante	32	Posición absoluta en “Y”.
4	Entero (0,1)	16	Posición de la punta al moverse a la dirección (0 arriba, 1 abajo).

Tabla 11. Vector de posición.

Dado que cada arreglo ocupa 96 bits y que la capacidad de memoria con la cual cuenta la tarjeta es de 64 k bits, se transmiten 500 arreglos en cada ciclo, ocupando de esta forma 48 k bits, restando 16 k bits libre para empleo de las variables restantes y espacio necesario para el funcionamiento del microcontrolador. Cada vez que el sistema realiza esta función recibe 500 arreglos, conteniendo cada uno de ellos los 4 datos antes mencionados. Cuando la interfaz termina de enviar los datos necesarios para el diagrama, completa el grupo con arreglos nulos, de modo que los movimientos posteriores a la finalización del diagrama no tienen efecto.

b) El microcontrolador recibe de la computadora instrucciones simplificadas, que son direcciones absolutas a la que se debe mover la punta así como su estado en el eje “Z”. Estas direcciones son convertidas en una serie de desplazamientos en los ejes “X” y “Y”, con una resolución de aproximadamente  $\pm 0.09$  mm y por lo tanto cada desplazamiento que el controlador emite es de esta magnitud.

El análisis de los datos consiste en el cálculo de una recta que va desde la posición actual de la punta hasta el siguiente punto, de este modo se cuenta con una dirección relativa que deberá seguir la punta para llegar a la siguiente posición, y si la punta deberá conservar o cambiar su estado. En caso de que los dos puntos sean iguales, se obtiene una distancia relativa (0,0), y el movimiento es finalizado en cuanto comienza a procesarse, sin embargo, todos los datos son analizados y llevados a cabo sin importar su magnitud.

c) Una vez que se cuenta con la trayectoria para el siguiente desplazamiento, el sistema descompone la recta en una serie de movimientos horizontales y verticales. Estos movimientos se eligen de tal forma que la distancia a la recta sea siempre la mínima, gracias a esto y a la dimensión de los movimientos los pasos horizontales y verticales no son visibles al usuario, proporcionando una recta inclinada o bien una curva.

d) Antes de realizar el desplazamiento se determina la posición de la punta, y el sistema genera el movimiento de la misma para poder comenzar.

e) Una vez que la punta está en posición, el sistema genera y envía el código correspondiente a los motores para realizar el movimiento; cuando este es finalizado, comienza a analizar la siguiente dirección. El ciclo de escritura se lleva a cabo 500 veces de forma que son procesados todos los datos que son recibidos, cuando este ciclo termina se ingresa a la fase de espera.

### 3.- Fase de espera.

El procesador ya ha terminado de procesar el bloque de datos. En este momento notifica al programa de interfaz a usuario, para recibir el siguiente bloque en caso de existir uno o bien en caso contrario devolver el control al usuario.

### 3.3.1.2. Entradas y salidas del sistema electrónico.

Todas las funciones del microcontrolador se realizan a través de los distintos puertos presentando la siguiente configuración:

Descripción de los puertos empleados por el sistema electrónico.

Puerto	Localización	Pin	Señal que transmite
A	J9, pin 11-18	-----	No empleado.
B	J8, pin 23-30	0-7	Comunica al microcontrolador con la expansión.
C	J8, pin 3-10	0-7	Comunica al microcontrolador con la expansión.
D	J9, pin 1-8	0-7	Comunicación serial con computadora. *
E	J9, pin 10-3	6,7,8	Señal de cero de Z, X y Y, respectivamente.
Ex. A	J7, pin 10-3	10,9,8	Señales 1,2 y 3 respectivamente para el motor Y.
Ex. B	J7, pin 26-19	26,25,24,23	Señales 1,2,3 y 4 respectivamente para el motor Z
Ex. C	J7, pin 18-11	18,17,16	Señales 1,2 y 3 respectivamente para el motor X.

Tabla 12. Configuración de puertos tarjeta principal.

El plotter cuenta adicionalmente con sensores que aseguran los estados iniciales. Sin embargo, no se proporciona una retroalimentación respecto a la posición de la punta, ésta es controlada en la tarjeta electrónica, de modo que el sistema consiste en una malla abierta.

La señal que se alimenta a los motores "X" y "Y" es una señal simplificada que consiste en el corrimiento de un bit. Esta no ocupa la resolución total de los motores, sin embargo, permite una resolución de la punta de 0.09 mm, que resulta suficiente debido a la naturaleza del grabado. La señal que se emplea para el control del motor "Z" es una señal común para un motor de 4 fases.

La señal (en base 2) emitida para el control de cada motor es la siguiente:

Motor	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
"X"	0001	0010	0100	-
"Y"	0001	0010	0100	-
"Z"	1001	1010	0110	0101

Tabla 13. Señal de control para motores.

La señal para los 3 motores es transmitida a través del puerto externo del microcontrolador, el cual cuenta con 3 puertos de 8 bits cada uno, de forma que se asigna un puerto a cada control, el control del motor "X" es enviado a través del puerto B, el control de "Y" es enviado a través del puerto A, y el control de "Z" es enviado a través del puerto C.

### 3.3.2. Interfaz con el usuario.

La interfaz consiste en un software de computadora que permite al usuario elegir, ver y solicitar que se realice el grabado de su diagrama.

Funcionamiento de software.

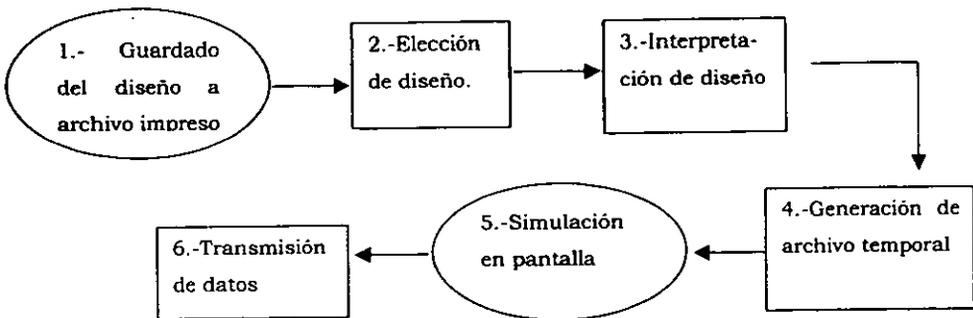


Diagrama 8. Secuencia que el usuario debe seguir para el grabado.

#### 3.3.2.1. Procedimiento a realizar para el grabado.

##### 1. Guardado del diseño a archivo impreso.

Para comenzar el proceso es necesario que todos los diseños cuenten con un formato común, para lo cual se emplea el lenguaje HP-GL/2. A fin de representar el diseño en este lenguaje es necesario que el usuario realice los siguientes pasos:

- Ingresar al paquete en el cual se ha realizado el diseño.
- Abrir el diseño.
- Elegir como impresora activa "HP-GL/2 Plotter on File".
- Imprimir el diagrama. En esta etapa se genera un archivo impreso, para ello, el sistema solicita la dirección y el nombre con los cuales se ha de generar.
- Cerrar el paquete en el que se realizó el diseño.

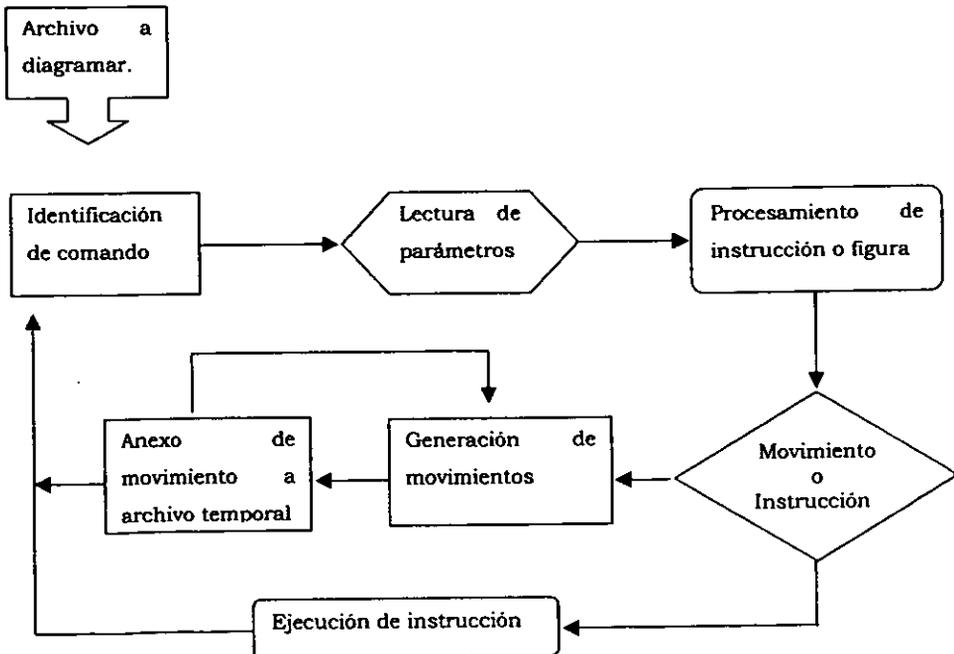
### 2. Elección de diseño.

Una vez generado el archivo, el usuario deberá ingresar el software de Piroplot y elegir el archivo que desea a través de la barra de herramientas.

### 3. Interpretación de diseño.

Inmediatamente después de elegir el archivo, el programa principal, comienza su interpretación que se lleva a cabo como se muestra en el siguiente diagrama:

Diagrama 9. Decodificación del diseño.



El archivo se lee y analiza mediante el programa principal, que contiene los comandos del lenguaje mencionado de tal manera que lo "lee" e interpreta los diferentes comandos. Estos, contienen una serie de instrucciones que le indican al programa como generar líneas, arcos, circunferencias, cuadrados, y curvas en general. Los comandos se identifican por dos letras seguidas por un número "n" de parámetros y termina por un "punto y coma" (;) , o bien se autotermina al recibir un nuevo comando. Los comandos generan las distintas figuras geométricas que son graficadas. Para fines de este plotter se realizan algunas consideraciones lo cual permite una reducción en los comandos de este lenguaje, además de comandos que carecen de sentido tal como es selección de color en la punta, de modo que se emplean solo 30 de ellos.

#### 4. Generación de archivo temporal

A fin de realizar el diagrama se genera un archivo temporal. Este archivo se genera sin excepción en: C:\coord.tmp. y es borrado cuando el usuario sale del programa.

La generación del archivo se realiza simultáneamente a la interpretación, cada vez que el intérprete encuentra el siguiente movimiento lo anexa al archivo temporal con el siguiente formato:

#registro	posición X	posición Y	Estado de la punta
-----------	------------	------------	--------------------

El programa anexa movimientos adicionales al origen antes y después de generar los movimientos con fin de asegurar que todos los diagramas comiencen y terminen en el origen.

Este archivo es empleado tanto para la simulación en pantalla como para el diagramado físico del diseño, de modo que son idénticos.

#### 5. Simulación en pantalla

El software de Piroplot permite al usuario simular el diseño previo a la grabación, de este modo puede ver la posición, orientación y tamaño de su diagrama, sin la necesidad de llevarlo a cabo. La simulación se realiza en la pantalla dentro de una representación de la mesa de coordenadas. Es posible ver el diseño en pantalla completa para facilitar su visualización, así como la sobreposición de una rejilla opcional de 10 cm la cual ayuda a dimensionar el diagrama físicamente.

#### 6. Transmisión de datos.

Al iniciar el grabado el programa verifica que la mesa de coordenadas esté lista, en línea. Una vez que ha verificado su existencia, verifica que la punta se encuentra en el cero de máquina (esquina inferior izquierda) y comienza a transferir uno a uno los movimientos indicados en el archivo temporal.

## Capítulo 4. Manufactura del producto.

Con base en el diseño presentado, se desarrolla el prototipo físico, obteniendo el modelo siguiente:

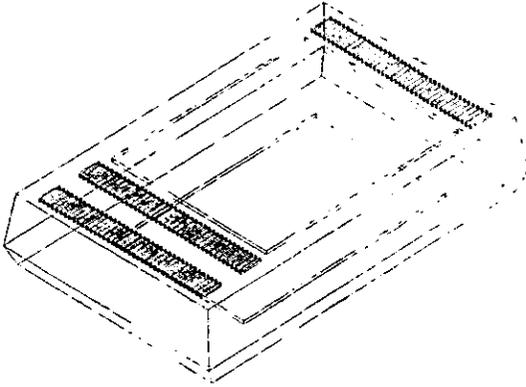


Diagrama 10. Vista exterior de Piroplot.

Se realiza un análisis de la producción de este modelo, para lo cual se elaboran listas de piezas y materiales. La lista de piezas que se presenta se encuentra agrupada por sistema a fin de facilitar la ubicación de cada pieza. Los sistemas son los siguientes:

- Estructura principal.
- Sistema de Grabado
- Sistema de ejes coordenados "Y"
- Sistema de ejes coordenados "X"
- Sistema eléctrico – electrónico.

La lista que sigue incluye número de piezas requeridas, costo unitario y costo total para posteriormente estimar el costo de producción por unidad.

**4.1. Listado de piezas agrupado por sistema.**

ESTRUCTURA PRINCIPAL								
ID	Clave	Descripción	No. Piezas	Unidad	Precio/u \$	Total/pza \$.	C. Manuf. \$	C TOTAL \$
1	EP-00	Base principal.	1	pza	52.75	52.75	300.00	352.75
2	EP-01	Soporte estructural	1	pza	13.25	13.25	45.00	58.25
3	CE-01	Cubierta superior	1	pza	50.00	50.00	0.00	50.00
4	CE-02	Cubierta inferior	1	pza	50.00	50.00	0.00	50.00
5	EP-05	Espuma de poliuretano	1	pza	22.50	22.50	0.00	22.50
6	EP-06	Hule espuma	50	cm <sup>2</sup>	0.25	12.50	0.00	12.50
7	SE-01	Transformador.	1	pza	100.00	100.00	0.00	100.00
8	SE-02	Fuente de poder.	1	pza	277.00	277.00	0.00	277.00
9	SE-03	Ventilador.	1	pza	10.00	10.00	0.00	10.00
10	SE-04	Soporte de ventilador.	1	pza	0.83	0.83	0.00	0.83
11	SE-05	Interruptor de encendido.	1	pza	3.00	3.00	0.00	3.00
12	SE-06	Interruptor 120 V	2	pza	3.10	6.20	0.00	6.20
13	SE-07	Perilla de regulación	1	pza	5.00	5.00	0.00	5.00
14	SE-08	Contacto macho.	1	pza	5.00	5.00	0.00	5.00
15	SE-09	Fusible	1	pza	1.50	1.50	0.00	1.50
16	SE-10	Cable dúplex.	0.6	m	1.50	0.90	0.00	0.90
17	SE-11	Cable de alimentación. 120v	1	pza	22.50	22.50	0.00	22.50
18	SE-12	Conector 2 vías 120 v	1	pza	3.00	3.00	0.00	3.00
18	CC-01	Cable serial 9 hilos.	1	pza	32.00	32.00	0.00	32.00
19	FI-01	Cable plano 10 vías. 14 vías	1.5	m	6.50	9.75	0.00	9.75
20	FI-02	Cable plano 26 vías.	0.2	m	12.00	2.40	0.00	2.40
21	EP-07	Placa Transformador	1	pza	2.70	2.70	45.00	47.70
22	EP-08	Tornillos.	1	lte	20.00	20.00	0.00	20.00
23	EP-09	Tuercas.	1	lte	20.00	20.00	0.00	20.00
24	EP-10	Rondanas.	1	lte	20.00	20.00	0.00	20.00
25	SE-13	Porta fusibles.	1	pza	1.50	1.50	0.00	1.50
		<b>Total</b>			<b>735.88</b>	<b>744.28</b>	<b>390.00</b>	<b>1,134.28</b>

Tabla 14. Lista de piezas y costo de la estructura principal.

Capítulo 4. Manufactura del producto.

SISTEMA DE GRABADO								
ID	Clave	Descripción	No. Piezas	Unidad	Precio/u \$	Total/pza \$	C. Manuf. \$	C TOTAL \$
26	SG-01	Punta para pirógrafo.	1	pza	8.00	8.00	0.00	8.00
27	SG-02	Portapuntas para pirógrafo.	1	pza	25.00	25.00	0.00	25.00
28	SG-03	Base de la extensión.	1	pza	20.00	20.00	0.00	20.00
29	SG-04	Motor de pasos, 4 fases 12V.	1	pza	50.00	50.00	0.00	50.00
30	SG-05	Cabezal de grabado.	1	pza	6.97	6.97	120.00	126.97
31	SM-01	Sensor mecánico para eje X.	1	pza	8.00	8.00	0.00	8.00
32	SM-03	Sensor mecánico para eje Z.	1	pza	8.00	8.00	0.00	8.00
33	GE-01	Guía 01.	3	pza	45.00	135.00	150.00	285.00
34	GE-02	Guía 02.	1	pza	50.00	50.00	0.00	50.00
35	BE-01	Bujes tipo I.	6	pza	12.50	75.00	0.00	75.00
36	BE-02	Bujes tipo II.	1	pza	14.00	14.00	0.00	14.00
37	EB-01	Empaque guía 02.	1	pza	2.00	2.00	0.00	2.00
		<b>Total</b>			<b>249.47</b>	<b>401.97</b>	<b>270.00</b>	<b>671.97</b>

Tabla 15. Lista de piezas y costos del sistema de grabado.

SISTEMA Y								
ID	Clave	Descripción	No. Piezas	Unidad	Precio/u \$	Total/pza \$	C. Manuf. \$	C TOTAL \$
1	SY-01	Barras guía de 45.5 cm de longitud y diámetro de 1/2 plg.	2	pza	50.05	100.10	50.00	150.10
2	SY-02	Soporte "YII".	1	pza	2.05	2.05	75.00	77.05
3	SY-03	Soporte "YIS".	1	pza	2.05	2.05	90.00	92.05
4	SY-04	Soporte "YDI".	1	pza	2.05	2.05	120.00	122.05
5	SY-05	Soporte "YDS".	1	pza	2.05	2.05	105.00	107.05
6	SY-06	Polcas dentadas tipo I.	2	pza	20.00	40.00	0.00	40.00
7	SY-07	Polcas dentadas tipo II.	2	pza	20.00	40.00	0.00	40.00
8	SY-08	Banda de transmisión de potencia Y.	2	pza	180.00	360.00	0.00	360.00
9	SY-10	Eje de transmisión de potencia "Y".	1	pza	6.00	6.00	100.00	106.00
10	SY-11	Polea dentada tipo III.	1	pza	25.00	25.00	0.00	25.00
11	SY-13	Base motor en Y.	1	pza	1.55	1.55	45.00	46.55
12	SY-14	Sensor 2.	1	pza	8.00	8.00	0.00	8.00
13	SY-15	Cable sensor.	1	pza	1.00	1.00	0.00	1.00
		<b>Total</b>			<b>319.78</b>	<b>589.83</b>	<b>585.00</b>	<b>1,174.83</b>

Tabla 16. Lista de piezas y costos del sistema Y.

Capítulo 4. Manufactura del producto.

SISTEMA X								
ID	Clave	Descripción	No. Piezas	Unidad	Precio/u \$	Total/pza \$	C. Manuf. \$	C TOTAL \$
1	SX-01	Barra guía de 65 cm de longitud y diámetro de ½ plg.	2	pza	71.50	143.00	50.00	193.00
2	SX-02	Soporte "XD".	1	pza	5.14	5.14	135.00	140.14
3	SX-03	Soporte "XI".	1	pza	5.14	5.14	135.00	140.14
4	SX-04	Soporte "MX".	1	pza	4.29	4.29	75.00	79.29
5	SX-05	Polcas dentadas tipo IV.	2	pza	103.00	206.00	0.00	206.00
6	SX-06	Banda de Transmisión de potencia "BX1".	1	pza	260.00	260.00	0.00	260.00
7	SX-07	Polea dentada tipo II.	1	pza	20.00	20.00	0.00	20.00
8	SX-08	Polea dentada tipo III.	1	pza	20.00	20.00	0.00	20.00
9	SX-10	Grapas.	3	pza	1.00	3.00	0.00	3.00
10	SX-12	Cable dúplex.	2	m	1.50	3.00	0.00	3.00
11	SX-13	Alambre acerado.	2	m	1.00	2.00	0.00	2.00
12	SC-01	Rodamientos.	12	pza	37.00	444.00	0.00	444.00
13	SC-02	Perno sencillo.	6	pza	10.00	60.00	60.00	120.00
14	SC-03	Perno c/reducción.	6	pza	25.00	150.00	60.00	210.00
15	SC-04	Soporte rodamientos.	6	pza	25.00	150.00	0.00	150.00
16	SC-05	Motor eje.	2	pza	215.00	430.00	0.00	430.00
17	SC-06	Banda de reducción.	2	pza	100.00	200.00	0.00	200.00
		<b>Total</b>			<b>904.57</b>	<b>2,105.57</b>	<b>515.00</b>	<b>2,620.57</b>

Tabla 17. Lista de piezas y costos del sistema X.

ELECTRONICA								
ID	Clave	Descripción	No. Piezas	Unidad	Precio/u \$	Total/pza \$	C. Manuf. \$	C TOTAL \$
1	CC-02	Software.	1	kit	1500.00	1500.00	0.00	1500.00
2	TE-01	Tarjeta controladora.	1	pza	50.00	50.00	0.00	50.00
3	TE-02	Tarjeta de fase de potencia.	1	pza	20.00	20.00	0.00	20.00
4	BC-01	Base 16 patas.	4	pza	1.00	4.00	0.00	4.00
5	BC-02	Base 20 patas.	1	pza	1.00	1.00	0.00	1.00
6	BC-03	Base 28 patas.	2	pza	1.00	2.00	0.00	2.00
7	BC-04	Base 40 patas.	1	pza	5.00	5.00	0.00	5.00
8	BC-05	Base 52 patas.	1	pza	27.00	27.00	0.00	27.00
9	CE-01	Transistor TIP 120.	11	pza	3.40	37.40	0.00	37.40
10	CE-02	Diodo.	11	pza	0.50	5.50	0.00	5.50

Capítulo 4. Manufactura del producto.

11	CE-03	Resistor 100 Ohm café rojo café.	11	pza	0.20	2.20	0.00	2.20
12	CE-04	Resistor 310 Ohm naranja blanco café.	3	pza	0.20	0.60	0.00	0.60
13	CE-05	Capacitor 1 mF.	3	pza	0.60	1.80	0.00	1.80
14	CE-06	Header vertical.	4	pza	2.29	9.16	0.00	9.16
15	CE-07	Housing recept c/rampa 6 vias.	4	pza	2.59	10.36	0.00	10.36
16	CE-08	Contacto 24-28 plateado	24	pza	0.61	14.64	0.00	14.64
17	CE-09	Disipador de calor.	2	pza	4.00	8.00	0.00	8.00
18	CE-10	Mica para disipador.	4	pza	1.00	4.00	0.00	4.00
19	CE-11	Relevador .	1	pza	47.00	47.00	0.00	47.00
20	CE-12	Switch.	1	pza	3.50	3.50	0.00	3.50
21	CE-13	Conector 12 V.	1	pza	5.50	5.50	0.00	5.50
22	CE-14	Soporte tarjeta.	4	pza	0.42	1.68	120.00	121.68
23	CE-15	Riel de tarjeta	4	pza	1.00	4.00	0.00	4.00
24	CI-01	MS68HC11E1FN.	1	pza	170.00	170.00	0.00	170.00
25	CI-02	74HC373	1	pza	6.00	6.00	0.00	6.00
26	CI-03	74LS500.	1	pza	3.50	3.50	0.00	3.50
27	CI-04	74LS139.	1	pza	4.00	4.00	0.00	4.00
28	CI-05	X2864AP-25.	1	pza	27.52	27.52	0.00	27.52
29	CI-06	D8255ACC-2	1	pza	45.70	45.70	0.00	45.70
30	CI-07	MAX232.	1	pza	11.00	11.00	0.00	11.00
31	CI-08	MC34064P.	1	pza	28.90	28.90	0.00	28.90
32	CI-09	10MHz	1	pza	18.00	18.00	0.00	18.00
33	CI-10	KM626AL-10.	1	pza	25.30	25.30	0.00	25.30
34	CI-12	Conector DB9.	1	pza	2.00	2.00	0.00	2.00
35	CI-13	LM7805	1	pza	5.00	5.00	0.00	5.00
36	CI-14	27128	1	pza	25.00	25.00	0.00	25.00
37	RE-01	1 k	2	pza	0.20	0.40	0.00	0.40
38	RE-02	47 k	7	pza	0.20	1.40	0.00	1.40
39	RE-03	10 M	1	pza	0.20	0.20	0.00	0.20
40	RE-04	22 M	1	pza	0.20	0.20	0.00	0.20
41	CA-01	0.1 micro F	11	pza	1.00	11.00	0.00	11.00
42	CA-02	1 micro F	1	pza	0.60	0.60	0.00	0.60
43	CA-03	10 micro F	6	pza	0.70	4.20	0.00	4.20
44	CA-04	27 pico F	4	pza	0.70	2.80	0.00	2.80
45	CE-16	Tira de conectores doble (36 pines)	1	pza	3.50	3.50	0.00	3.50
46	CE-17	Tira de conectores sencilla (18 pines)	1	pza	2.00	2.00	0.00	2.00
		<b>Total:</b>			<b>2,059.03</b>	<b>2,162.56</b>	<b>120.00</b>	<b>2,282.56</b>

Tabla 18. Lista de elementos electrónicos.

#### 4.2. Listado de maquinaria y herramientas

Para la maquinaria utilizada, se emplea como clave la inicial significativa de cada una, de manera que queda la siguiente distribución:

PIROPLOT		
Lista de maquinaria		
Clave	Cantidad	Maquinaria
CI-01	1	Cizalla.
DO-01	1	Dobladora.
FR-01	1	Fresadora y accesorios.
MT-01	1	Mesa de trabajo
MT-02	1	Mesa de trabajo
SC-01	1	Sierra caladora.
TO-01	1	Torno y accesorios.
TB-02	1	Taladro de banco.
TR-01	1	Troquel.

Tabla 19. Lista de maquinaria.

PIROPLOT		
Lista de herramientas		
Clave	Cantidad	Herramientas
HC-01	1	Cautín.
HD-01	2	Desarmador plano
HD-02	2	Desarmador cruz
HF-01	1	Flexómetro.
HLLA-01	1	Llaves Allen
HLLS-01	1	Llaves españolas o dados hexagonales
HM-01	6	Martillos
HP-01	3	Pinzas.
HT-01	1	Taladro de mano
HV-01	2	Vernier.
		Soldadura.

Tabla 20. Lista de herramientas.

Las claves de herramientas son precedidas por una "H" indicando que son herramientas a fin de diferenciar claves de maquinaria de las de herramientas.

PIROPLOT		
Lista de Equipos		
Clave	Cantidad	Equipos.
PC-01	1	Computadora
OS-01	1	Osciloscopio
MU-01	1	Multímetro

Tabla 21. Lista de equipos.

### 4.3. Manufactura

La materia prima se recibirá verificando que cumpla con las especificaciones solicitadas al proveedor.

El siguiente paso consiste en llevar la lámina a corte, donde se realizará el trazado de las piezas y se llevarán a cabo los cortes de éstas de la manera siguiente.

#### 4.3.1 Proceso de Lámina

La lámina utilizada para la realización de las piezas es lámina de aluminio calibre 18 (0.05"), las piezas se indican tomando como material inicial  $\frac{1}{4}$  de hoja (1220 X 910 mm)

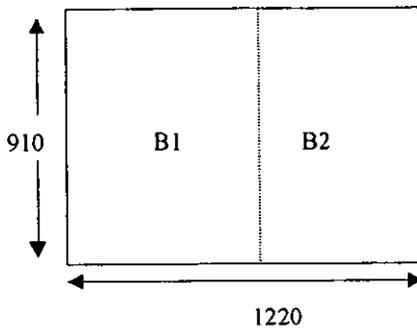


Figura 1.(L1)

Como primer paso se realiza el corte indicado en la hoja obteniendo la base del sistema, con una dimensión de 600 X 910 mm.

La figura L3 indica los 4 cortes requeridos para delimitar el área de grabado.

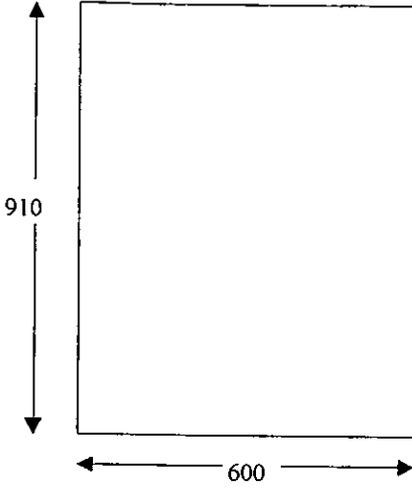


Figura 2. (L2)  
Sección B2

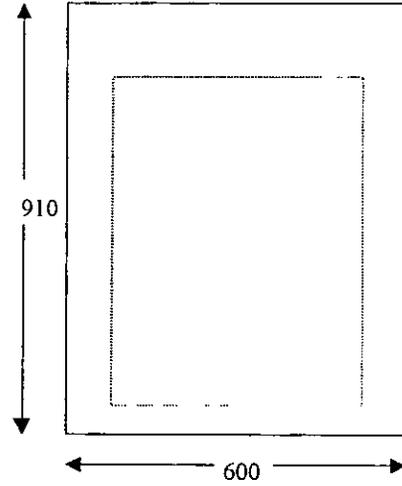


Figura 3.(L3)  
Sección B2

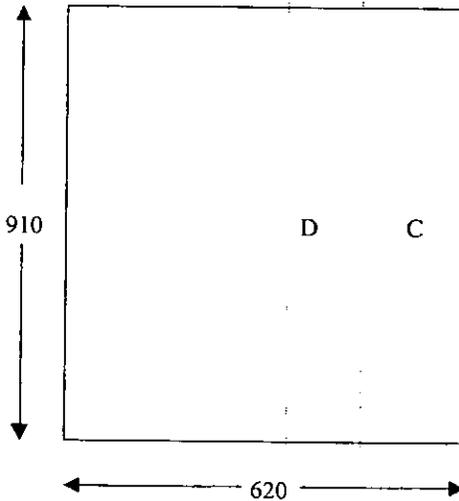


Figura 4. (L4)  
Sección B1

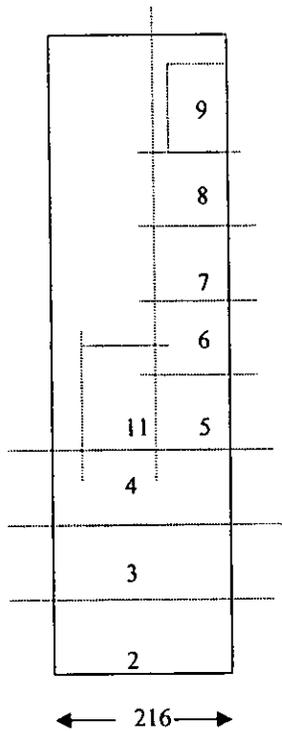


Figura 5. (L5)  
Sección C

Posteriormente a partir de la lámina sobrante del corte anterior, se obtienen dos tiras, una de 216 X 910 (C) y la segunda de 146 X 910 (D). De la sección C, se obtienen el soporte XI (C2), el soporte XD (C3), y el soporte MX (C4), restando una sección de 216 X 589, este sobrante se corta de manera que queden dos tiras más pequeñas, la primera de 100 X 589 y la segunda de 116 X 589, de la primera se obtiene el soporte YDI (C5), el soporte YII (C6), el soporte YIS (C7), soporte YDS (C8), y la base del motor Y (C9). De la tira de 116 X 589 se obtiene la placa del transformador (C11) y los soportes de las tarjetas. A partir de la tira de 146 X 910 (D), se obtienen el soporte estructural (D10) y el cabezal de grabado (D12). Realizados los cortes anteriores obtenemos la lámina necesaria para todas las piezas de aluminio.



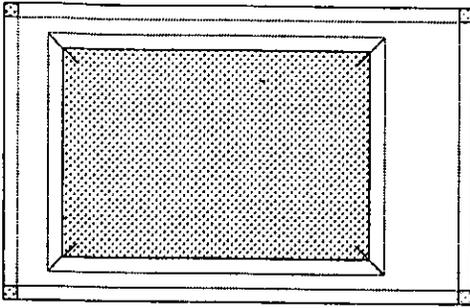
Figura 6. (L6)  
Sección D

A continuación debe eliminarse toda la rebaba que pueda ocasionar alguna lesión al operador. Una vez realizada la limpieza de las piezas se realizan los cortes y dobleces a cada pieza según se indica a continuación.

Referencia Diagrama	Clave	Pieza	# Pzas	No. Corte	No. Doblez
1	EP-00	Base principal.	1	13	7
2	SX-03	Soporte "XI"	1	7	2
3	SX-02	Soporte "XD"	1	7	2
4	SX-04	Soporte "MX"	1	4	1
5	SY-04	Soporte "YDI"	1	5	3
6	SY-02	Soporte "YII"	1	2	3
7	SY-03	Soporte "YIS"	1	3	3
8	SY-05	Soporte "YDS"	1	4	3
9	SY-13	Base motor "Y"	1	2	1
10	EP-01	Soporte estructural	1	2	1
11	EP-07	Placa transformador	1	2	1
12	EP-07	Cabezal de grabado	1	6	2

Tabla 22. Resumen del proceso de manufactura de piezas de lámina.

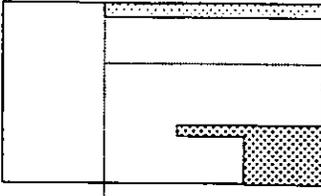
Fig. 7. Base principal.



Dimensiones (mm): 600 X 910  
 Area total (mm<sup>2</sup>): 546,000  
 No. Cortes. 13  
 No. Dobleces. 7

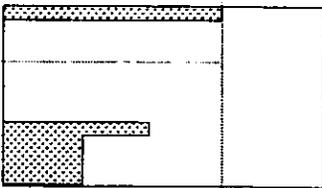
Desperdicio   
 Corte \_\_\_\_\_  
 Doblez \_\_\_\_\_

Fig. 8. Soporte XI



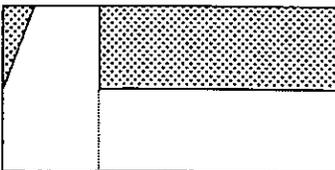
Dimensiones (mm): 216 X 113  
 Area total (mm<sup>2</sup>): 24,408  
 No. Cortes. 7  
 No. Dobleces. 2

Fig. 9. Soporte XD



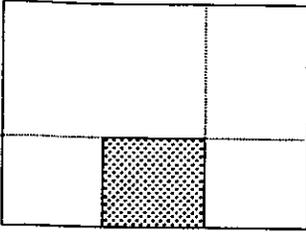
Dimensiones (mm): 216 X 113  
 Area total (mm<sup>2</sup>): 24,408  
 No. Cortes. 7  
 No. Dobleces. 2

Fig. 10. Soporte MX



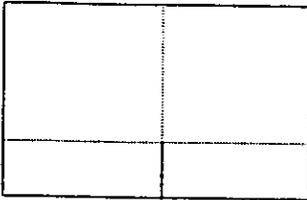
Dimensiones (mm): 216 X 95  
 Area total (mm<sup>2</sup>): 20,520  
 No. Cortes. 4  
 No. Dobleces. 1

Fig. 11. Soporte YDI



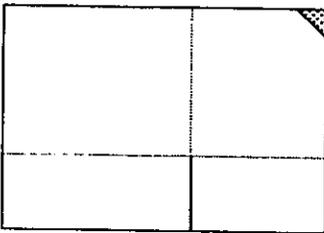
Dimensiones (mm): 100 X 110.  
Área total (mm<sup>2</sup>): 11,000  
No. Cortes. 5  
No. Dobleces. 3

Fig. 12. Soporte YII



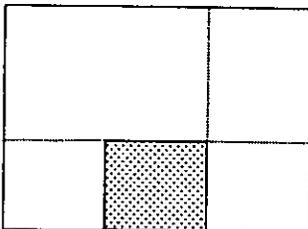
Dimensiones (mm): 100 X 110.  
Área total (mm<sup>2</sup>): 11,000  
No. Cortes. 2  
No. Dobleces. 3

Fig. 13. Soporte YIS



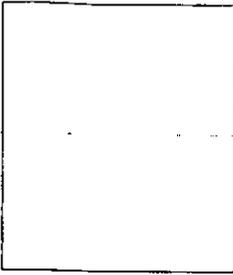
Dimensiones (mm): 100 X 110.  
Área total (mm<sup>2</sup>): 11,000  
No. Cortes. 3  
No. Dobleces. 3

Fig. 14. Soporte YDS



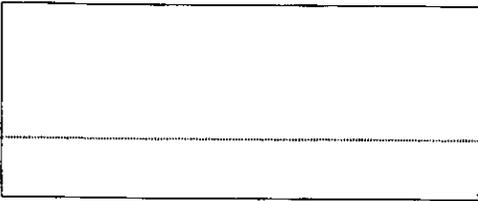
Dimensiones (mm): 100 X 110.  
Área total (mm<sup>2</sup>): 11,000  
No. Cortes. 4  
No. Dobleces. 3

Fig. 15. Base motor Y



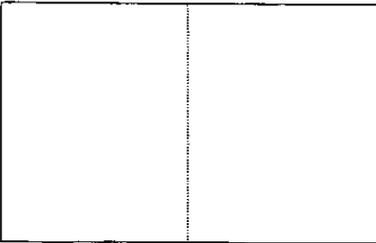
Dimensiones (mm): 70 X 118.  
Area total (mm<sup>2</sup>): 8,260  
No. Cortes. 2  
No. Dobleses. 1

Fig. 16. Soporte estructural.



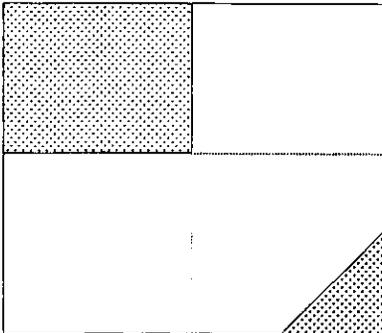
Dimensiones (mm): 488 X 146.  
Area total (mm<sup>2</sup>): 71,248.  
No. Cortes. 2  
No. Dobleses. 1

Fig. 17. Placa de transformador



Dimensiones (mm): 90 X 160.  
Area total (mm<sup>2</sup>): 14,000.  
No. Cortes. 2  
No. Dobleses. 1

Fig. 18. Cabezal de Grabado.



Dimensiones (mm): 146 X 227.  
Area total (mm<sup>2</sup>): 33,142.  
No. Cortes. 6  
No. Dobleses. 2

### 4.3.2. Procesos paralelos

Independientemente del proceso de la lámina se requiere un proceso de torno y uno de fresa, las piezas que requieren ser torneadas son las cuatro barras guía (dos para el eje X y dos para el eje Y), y la barra de transmisión de potencia Y. El fresado se requiere para la manufactura de las guías (01) de los ejes. Además se requiere una inyección de plástico para las guías tipo (02) y la base del motor Z.

Ensamble de tarjeta electrónica.

A fin de realizar el ensamble de las 2 tarjetas electrónicas es necesario llevar acabo previamente la verificación de las tarjetas. Esta verificación consiste en la inspección visual de la tarjeta para constatar su correcta impresión y la comprobación de la inexistencia de cortos circuitos entre las pistas. Una vez que se ha verificado el correcto funcionamiento de las tarjetas, se procede al soldado de todos los componentes, el grabado del programa de la memoria y la realización de las pruebas finales.

En esta etapa deberán soldarse todos los cables que serán empleados por los diferentes elementos del sistema.

Tipo de Cable	Longitud (cm)	Punta A	Punta B	
Dúplex AWG	110	Punta Cable	Portapuntas	potencia a la punta
Plano 10 hilos	7	Conector	Conector	sensores X,Y,Z
Plano 10 hilos	95	Punta cable	Conector	Motor Z sensores X y Z
Plano 26 hilos	7	Conector	Conector	Señal motores
Plano 3 hilos	30	Punta Cable	Conector	Sensor Y
Plano 6 hilos	20	Conector	Conector	Motor X

Tabla 23. Cables empleados por el sistema.

Una vez terminadas las piezas de lámina se procede a ensamblar la estructura de PIROLOT, según se indica a continuación.

Capítulo 4. Manufactura del producto.

Diagrama No: 1		Página 1 de 2								
Operación: Ensamble sistema X. Ubicación: México D.F.		Producto: Sistema X Método actual.								
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje					
Cantidad total	19	0	2	1	0					
Distancia total										
Tiempo total (minutos)	26.64									
Descripción	Cant idad	Dista ncia	Tiem po	Símbolo					Observaciones.	
				○	⇒	□	□	▽		
Tomar el soporte del motor X				●						
Tomar la guía 01				●						
Tomar el soporte XI				●						
Ensamblar el soporte MX, la barra guía 01 y el soporte XI			5.32	●						Se utilizan 4 tornillos con arandelas
Tomar las barras guías				●						
Tomar el soporte XD				●						
Esperar el cabezal de grabado.				●						
Tomar el cabezal de grabado				●						
Insertar el cabezal de grabado en las barras guías.			1	●						Tomar 2 barras
Ensamblar el soporte XD, las barras y el soporte XI.			2.66	●						Se utilizan 2 tornillos.
Tomar otra guía 01				●						
Ensamblar la guía 01 con el soporte XD.			2.66	●						Se utilizan 4 tornillos con arandelas.
Ensamblar el soporte de rodamientos en el soporte XD.			2	●						Se utilizan 4 tornillos con arandelas.
Ensamblar el soporte de rodamientos en el soporte XI.			2	●						Se utilizan 4 tornillos con arandelas.
Ensamblar el motor X sobre el soporte MX.			3	●						Se utilizan 3 tornillos.
Ensamblar el engrane en la flecha del motor X.			1	●						Apretando un prisionero.
Ensamblar el engrane en el soporte de rodamientos XD.			1	●						Apretando prisionero
Ensamblar el engrane en el soporte de rodamientos XI			1	●						Apretando prisionero.

Diagrama No: I		Página 2 de 2						
Operación: Ensamble del sistema X Ubicación. México D.F.		Producto: Sistema X						
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Almacenaje	Inspección			
Cantidad total	19	0	2	1	0			
Distancia total								
Tiempo total	26.64							
Descripción								
			○	⇨	∩	□	▽	
Ensamblar el engrane de reducción en la flecha del soporte de rodamientos XI.		3	●					Mediante un prisionero.
Montar la banda.								
Tensar la banda.		2	●					
Inspeccionar.						●		
Esperar hasta el ensamble del sistema de la base principal.						●		

Diagrama No:2		Página 1 de 1							
Operación: Ensamble del cabezal Ubicación. México D.F.		Producto: Cabezal de grabado. Método actual.							
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje				
Cantidad total	13	0	2	1	0				
Distancia total									
Tiempo total	30.98								
Descripción	Cant idad	Dista ncia	Tiem po	Símbolo					Observaciones.
				○	⇒	◇	□	▽	
Tomar la base del cabezal de grabado.				●					
Tomar la guía 01.									
Ensamblar la guía 01 en la base del cabezal.			2.66						Se utilizan 4 tornillos con arandelas.
Tomar la guía 02.									
Ensamblar la guía 02 en la base del cabezal.			2.66						Se utilizan 2 tornillos con arandelas y tuercas
Tomar el sensor X									
Colocar el sensor X en la base del cabezal.			8						
Tomar la base del motor Z.									
Tomar el motor Z									
Ensamblar el motor Z a la base			10						
Ensamblar la base del motor Z, con el cabezal de grabado.			2.66						Se utilizan 2 tornillos con arandelas
Esperar el ensamble del portapuntas.									
Tomar el ensamble del portapuntas.									
Introducir el ensamble del portapuntas en el cabezal de grabado y fijar al motor Z.			5						Se utiliza un tornillo.
Inspeccionar.									
Esperar al ensamble del sistema X.									

Diagrama No:3		Página 1 de 1								
Operación: Ensamble del portapuntas. Ubicación. México D.F.		Producto: Portapuntas. Método actual.								
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje					
Cantidad total	5	0	1	1	0					
Distancia total										
Tiempo total	11									
Descripción	Cant idad	Dista ncia	Tiemp o	Símbolo					Observaciones.	
				○	⇒	◻	□	▽		
Tomar el portapuntas.				●						
Tomar el cable dúplex.				●						
Soldar el cable dúplex al portapuntas.			10	●						
Tomar la extensión.				●						
Insertar la extensión en el cable y se enrosca al portapuntas.			1	●						
Inspeccionar el ensamble										
Esperar hasta el ensamble del cabezal de grabado.										

Capítulo 4. Manufactura del producto.

Diagrama No:4		Página 1 de 5							
Operación: Ensamble de la base principal. Ubicación. México D.F.		Producto: Base principal. Método actual.							
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje				
Cantidad total	63	1	1	2	1				
Distancia total									
Tiempo total (minutos).	211.82								
Descripción	Cant idad	Distancia	Tiem po	Símbolo					Observaciones.
				○	⇒	□	□	▽	
Tomar la base principal				●					
Tomar el soporte estructural									
Ensamblar el soporte estructural a la base.			4						Se utilizan 3 tornillos con arandelas y tuercas.
Tomar el soporte YDI									
Ensamblar el soporte a la base principal.			3.33						Se utilizan 2 tornillos con arandelas y tuercas
Tomar el soporte YDS									
Ensamblar el soporte a la base principal.			3.33						Se utilizan 2 tornillos con arandelas y tuercas
Tomar el soporte YII									
Ensamblar el soporte a la base principal.			3.33						Se utilizan 2 tornillos con arandelas y tuercas.
Tomar el soporte YIS									
Ensamblar el soporte a la base principal.			3.33						Se utilizan 2 tornillos con arandelas y tuercas
Tomar la barra de transmisión de potencia									
Tomar 2 engranes									
Colocar los engranes uno en cada extremo de la barra de transmisión de potencia.			2.5						
Tomar dos rodamientos.				●					

Capítulo 4. Manufactura del producto.

Diagrama No:4		Página 2 de 5							
Operación: Ensamble de la base principal. Ubicación. México D.F.		Producto: Base principal. Método actual.							
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje				
Cantidad total	63	1	1	2	1				
Distancia total									
Tiempo total	211.82								
Descripción	Cant idad	Distancia	Tiem po	Símbolo					Observaciones.
				○	⇒	D	□	▽	
Colocar los rodamientos uno en cada extremo de la barra de transmisión de potencia.			2.5	●					
Tomar un soporte de rodamientos.									
Ensamblar el soporte de rodamientos con el soporte YDI.			3						Se utilizan 4 tornillos.
Tomar un soporte de rodamientos									
Ensamblar en el soporte YII			3						Se utilizan 4 tornillos.
Ensamblar la barra de transmisión de potencia en los soportes YDI e YII.									
Tomar dos rodamientos									
Colocar uno en cada extremo de la barra de transmisión de potencia.			2						
Tomar un engrane									
Colocar el engrane en la flecha del soporte de rodamiento YII.			1.5						Apretando un prisionero.
Tomar un engrane									
Colocar el engrane en la flecha del soporte de rodamiento YDS			1.5	●					Apretando un prisionero.

Capítulo 4. Manufactura del producto.

Diagrama No:4		Página 3 de 5								
Operación: Ensamble de la base principal. Ubicación. México D.F.		Producto: Base principal. Método actual.								
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje					
Cantidad total	63	1	1	2	1					
Distancia total										
Tiempo total	211.82									
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones.	
				○	⇒	D	□	▽		
Tomar un engrane				●						
Colocar en la flecha del soporte YIS.			1.5	●						Apretando un prisionero.
Tomar las barras guías Y				●						
Colocar las bandas de transmisión de potencia del eje Y.			5	●						
Esperar el ensamble del sistema X,										
Tomar el ensamble del sistema X										
Insertar las barras en las guías del ensamble del sistema X.				●						
Ensamblar las barras en los soportes.										Se utilizan 4 tornillos.
Fijar las bandas de transmisión de potencia del eje Y a las guías O1 del ensamble del sistema X			8	●						Se aprietan 2 tornillos.
Tomar la placa del transformador.										
Ensamblar la placa del transformador a la base principal.										Se utilizan 2 tornillos con tuercas y arandelas.
Tomar el soporte del motor Y										
Ensamblar el soporte del motor Y.			3	●						Se utilizan 2 tornillos con tuercas y arandelas.

Capítulo 4. Manufactura del producto.

Diagrama No:4		Página 4 de 5								
Operación: Ensamble de la base principal. Ubicación. México D.F.		Producto: Base principal. Método actual.								
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje					
Cantidad total	63	1	1	2	1					
Distancia total										
Tiempo total	211.82									
Descripción	Cant idad	Dista ncia	Tiem po	Símbolo					Observaciones.	
				○	➡	⊂	□	▽		
Tomar los soportes de las tarjetas				●						
Ensamblar los soportes de las tarjetas.			3							Se utilizan 4 tornillos con tuercas y arandelas.
Tomar el motor Y										
Ensamblar el motor Y a su soporte.			5							Se utilizan 3 tornillos.
Tomar un engrane.										
Ensamblar el engrane a la flecha del motor Y.			1.5							Apretando un prisionero.
Tomar un engrane										
Colocar el engrane de reducción en el lado izquierdo de la barra de transmisión de potencia.			1.5							Apretando un prisionero.
Montar la banda de reducción de potencia entre el engrane del motor Y y el soporte YII.			2							
Tensar la banda.										
Tomar el transformador.										
Ensamblar transformador	el		15							Se utilizan 2 tornillos con tuercas y arandelas
Tomar la fuente de poder										
Ensamblar la fuente en la base principal.			20							Se utilizan 2 tornillos con tuercas y arandelas
Tomar la cubierta inferior										
Montar la base principal en la cubierta inferior.			105	●						Se utilizan 12 tornillos con tuercas y arandelas.

Diagrama No:4		Página 5 de 5								
Operación: Ensamble de la base principal. Ubicación: México D.F.		Producto: Base principal. Método actual.								
Resumen	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenaje					
Cantidad total	63	1	1	2	1					
Distancia total										
Tiempo total	211.82									
Descripción	Cant idad	Distancia	Tiem po.	Simbolo					Observaciones.	
				○	⇨	D	□	▽		
Tomar la tarjeta primaria				●						
Ensamblar la tarjeta primaria en sus soportes			0.5	●						
Tomar la tarjeta secundaria				●						
Ensamblar la tarjeta secundaria en sus soportes			0.5	●						
Tomar los cables para realizar las conexiones.				●						
Realizar las conexiones.			5	●						
Inspeccionar los ensambles y las conexiones.				●						
Tomar la cubierta superior				●						
Colocar la cubierta superior			2	●						
Transportar al área de pruebas.				●						
Realizar las pruebas necesarias.				●						
Almacén				●						Debe estar pocos días máximo 3

#### 4.4. Costo de Producción.

El costo de producción es un factor importante que debe tomarse en cuenta para poder fijar el precio de venta, para esto se evalúa el volumen de producción, la mano de obra necesaria para realizar el producto, el costo de la materia prima, y el costo de transformación.

##### 4.4.1. Volumen esperado de producción.

Tomando en cuenta que se dispondrá de 2 personas, y considerando una jornada de 8 hr. y 1 hr. de descanso, tenemos:

Horas hombre disponibles al día = 2 hombres X 7 horas = 14 hr h/día

A partir del proceso encontramos que el tiempo requerido para la manufactura de cada unidad es de 11.5 horas, por lo que el total de horas hombre requeridas por unidad es el mismo, así pues se tiene una producción diaria de :

$14 \text{ hr h/día} / 11.5 \text{ hr h/ plotter} = 1.21 \text{ plotters / día}$ , en el caso ideal (trabajando al 100% de eficiencia).

Si consideramos una eficiencia de manufactura del 80%, tenemos que con esta eficiencia se esperan 0.97 plotters / día.

Volumen de producción semanal:

$0.97 \text{ plotters / día} \times 5 \text{ días /semana} = 4.85 \text{ plotters / semana}$ .

$0.97 \text{ plotters/día} \times 20 \text{ días / mes} = 19.4 \text{ plotters / mes}$ .

Por lo tanto se cuenta con una capacidad aproximada de 20 sistemas al mes.

**4.4.2. Costo de manufactura.**

Todos los gastos e ingresos se evalúan por semana. Se toma como base del análisis un salario mínimo de \$32.00 diarios, un día de 8 horas, una semana de 5 días, y un mes de 20 días.

**RELACIÓN DE TRABAJADORES - SALARIOS**

PERSONAL	SALARIOS	SALARIOS / SEMANA (SALARIOS MINIMOS)	SALARIO / SEMANA \$
2 Empleados.	3 sal.min.	15	\$960.00
1 Tornero*	Destajo.		
1 Cortado doblador*	Destajo.		
<b>TOTAL:</b>		<b>15</b>	<b>\$960.00</b>

Tabla 24. Relación de trabajadores y salarios.

\*El salario del cortador/ doblador está incluido en el precio por corte que es de \$15 pesos así como \$15 pesos por dobléz, y el operario del torno y fresa cobra \$200 por hora.

A continuación se presenta el costo de manufactura, en el se consideran las piezas que requieren de algún proceso como el corte, dobléz, torneado, o fresado, así como el importe que se requiere para la realización de cada una de estas piezas.

Clave	Pieza	# Pza	Hora Máquina	No. corte	No. doblez	Importe Corte (\$)	Importe Doblez (\$)	Importe Torno/fresa (\$)	Total por Manufactura (\$)
EP-00	Base principal.	1		13	7	195.00	105.00	0.00	300.00
EP-01	Soporte estructural	1		2	1	30.00	15.00	0.00	45.00
EP-07	Placa transformador	1		2	1	30.00	15.00	0.00	45.00
SG-05	Cabezal de grabado	1		6	2	90.00	30.00	0.00	120.00
SY-02	Soporte "YII"	1		2	3	30.00	45.00	0.00	75.00
SY-03	Soporte "YIS"	1		3	3	45.00	45.00	0.00	90.00
SY-04	Soporte "YDI"	1		5	3	75.00	45.00	0.00	120.00
SY-05	Soporte "YDS"	1		4	3	60.00	45.00	0.00	105.00
SX-02	Soporte "XD"	1		7	2	105.00	30.00	0.00	135.00
SX-03	Soporte "XI"	1		7	2	105.00	30.00	0.00	135.00

Capítulo 4. Manufactura del producto.

SX-04	Soporte "MX"	1		4	1	60.00	15.00	0.00	75.00
SY-13	Base motor "Y"	1		2	1	30.00	15.00	0.00	45.00
SX-01	Barra guía "X"	2	0.25			0.00	0.00	50.00	50.00
SY-01	Barra guía "Y"	2	0.25			0.00	0.00	50.00	50.00
SY-10	Barra transmisión "Y"	1	0.5			0.00	0.00	100.00	100.00
CE-14	Soporte tarjeta	4		4	4	60.00	60.00	0.00	120.00
SC-02	Perno sencillo	3	0.3			0.00	0.00	60.00	60.00
SC-03	Perno c/reducción	1	0.3			0.00	0.00	60.00	60.00
GE-01	Guía 01	3	0.75			0.00	0.00	150.00	150.00
					<b>TOTAL</b>	<b>915.00</b>	<b>495.00</b>	<b>470.00</b>	<b>1880.00</b>

Tabla 25. Costos de manufactura por pieza.

Costo total de materia prima por plotter:	<b>\$ 6,004.21</b>
Costo de manufactura por plotter:	<b>\$ 1,880.00</b>
Costo de mano de obra por plotter:	<b>\$ 192.00</b>
Costo total por plotter:	<b>\$ 8,076.21</b>
Se propone un precio de venta al público de Por plotter.	<b>\$ 11,200.00</b>

Tabla 26. Estimación del precio de venta.

**4.4.3. Pronóstico de estados financieros.**

Se propone un precio de venta al público de \$11,200.00 de este modo si la empresa vende todas las unidades producidas en un mes se tendrán 20 unidades producidas lo cual significa ingresos por \$224,000.00.

Por lo que se estima contar al fin de mes con los siguientes estados de resultados.

Considerando 20 Unidades Producidas Al Mes

Costo total de materia prima por mes	\$ 122,580.00
Gastos mano de obra por mes	\$ 3,840.00
Gastos de fabricación por mes	\$ 35,100.00
Inversión inicial herramientas	\$ 10,000.00
Gastos varios (luz, renta, teléfono) por mes	\$ 2,050.00
Gastos totales	<u>\$ 173,570.00</u>
<b>Volumen de venta al mes</b>	<b>\$ 224,000.00</b>

Tabla 27. Estimación del volumen de ventas mensual.

**Estado de resultados**

<b>Ventas netas</b>		\$ 224,000.00
<b>Costos variables</b>		
Materia prima	\$ 122,580.00	
Variables de fabricación	\$ 35,100.00	
Mano de obra	\$ 3,840.00	
		<u>\$ 161,520.00</u>
<b>Costos fijos</b>		
Rentas	\$ 1,500.00	
Servicios	500.00	
		<u>\$ 2,000.00</u>
Utilidad antes de impuestos		<u>\$ 60,480.00</u>
I.S.R.*		<u>\$ 21,168.00</u>
Utilidad neta		<u>\$ 39,312.00</u>

\*El ISR se calcula al 35% según los art. 141 y 108 de la Ley del ISR a 8/98

Tabla 28. Estimación del estado de resultados.

**Flujo de efectivo.**

<b>Origenes</b>		
Utilidad Neta	\$ 39,312.00	
Aportación de capital	\$ 21,076.21	
Depreciación	\$ 158.33	
		<u>\$ 60,546.54</u>
<b>Aplicaciones</b>		
Incremento al capital de trabajo	\$ 8,076.21	
Incremento en Inversión fija	\$ 11,000.00	
Amortización de créditos	\$ -	
		<u>\$ 19,076.21</u>
Efectivo inicial		<u>\$ -</u>
<b>Efectivo final</b>		<b>\$ 41,470.33</b>

Tabla 29. Estimación del flujo de efectivo.

**Balance general**

**Activo circulante**

Caja y bancos	\$ 41,470.33	
Cuentas por cobrar	\$ - .	
Inventarios en materia prima	\$ 8,076.21	
Inventario en producto terminado	\$ - .	
		<u>\$ 49,546.54</u>

**Activo fijo**

Maquinaria y equipo	\$ 11,000.00	
Depreciación.	\$ (158.33)	
		<u>\$ 10,841.67</u>

**Activo total** **\$ 60,388.21**

**Pasivo**

**Pasivo a corto plazo**

Cuentas por a pagar	\$ - .	
		<u>\$ - .</u>

**Pasivo a largo plazo**

Adeudos bancarios	\$ - .	
		<u>\$ - .</u>

**Pasivo total** **\$ - .**

**Capital social** **\$ 21,076.21**

**Utilidades acumuladas**

Utilidades del periodo **\$ 39,312.00**

Capital contable. **\$ 60,388.21**

**Pasivo +capital** **\$ 60,388.21**

Tabla 30. Estimación del balance general.

**Cálculo del punto de equilibrio.**

costos variables CV	\$161,520.00
Costos Fijos CF	\$2,250.00
Ventas V	\$224,000.00
$m = CV/V$	\$0.72
$C = m * vol \text{ ventas} + CF$	
$Vol = m * vol + CF$	
$Vol = CF / (1 - m)$	\$8,066.58
Vol=	\$8,066.58

Por lo tanto el volumen mínimo de ventas deberá ser de \$8,066.58, lo cual equivale a 1 plotter por mes.

Por otro lado si queremos obtener el periodo de recuperación se tiene que se puede calcular teniendo la inversión inicial y el flujo de ingresos promedio, por lo que si consideramos la inversión inicial como el monto del costo de la herramienta, los muebles necesarios, el costo de los servicios y el costo de renta, además del monto para realizar el primer plotter, entonces se tiene que el monto asciende a :

Costo por plotter	\$ 8,076.21
Costo de herramienta	\$ 1,000.00
Costo de maquinaria	\$ 8,000.00
Costo de muebles	\$ 2,000.00
Costo de servicios	\$ 500.00
Costo de renta	\$ 1,500.00
Inversión inicial	\$ 21,076.21

Tabla 31. Inversión inicial.

Por lo que se tiene que la inversión inicial es de \$21,076.21 y que suponiendo un volumen de ventas de \$11,200 por plotter entonces podemos decir que la inversión se recupera con la venta de 2 plotters.

Ahora bien si se considera únicamente la utilidad como ingreso entonces el periodo de recuperación es de 6.75 días, es decir, con la venta de 7 plotters.

#### **4.5. Aspectos generales de la producción.**

Tomando en cuenta que el proyecto en su fase inicial cuenta con un volumen de venta reducido, no se determina la localización de la planta, ya que para ello es necesario considerar parámetros tales como el espacio requerido, y considerando que en su fase inicial el proceso es prácticamente de ensamble ya que los procesos de corte y doblado se subcontratan, y considerando que la producción inicial se basa en pedidos, el volumen de materia prima es muy escaso y no requiere de un gran almacén. Del mismo modo características como, distancia a proveedores, tiempos de entrega, no son consideradas en esta fase, y no afectan al volumen ni la calidad de producción actual.

El mantenimiento es igualmente limitado ya que el equipo empleado es muy escaso. Los equipos que requieren de mantenimiento riguroso son la computadora y el osciloscopio, mismos que se realizarán a través de los distribuidores. Por lo que basta con llevar un calendario de servicios requeridos.

### Distribución de instalaciones.

Se plantea una producción de tipo taller, con dos mesas de trabajo, un área de almacenaje de lámina y un espacio destinado a productos terminados. En busca de obtener el arreglo más eficiente en la manufactura de PIRO PLOT se propone la siguiente distribución.

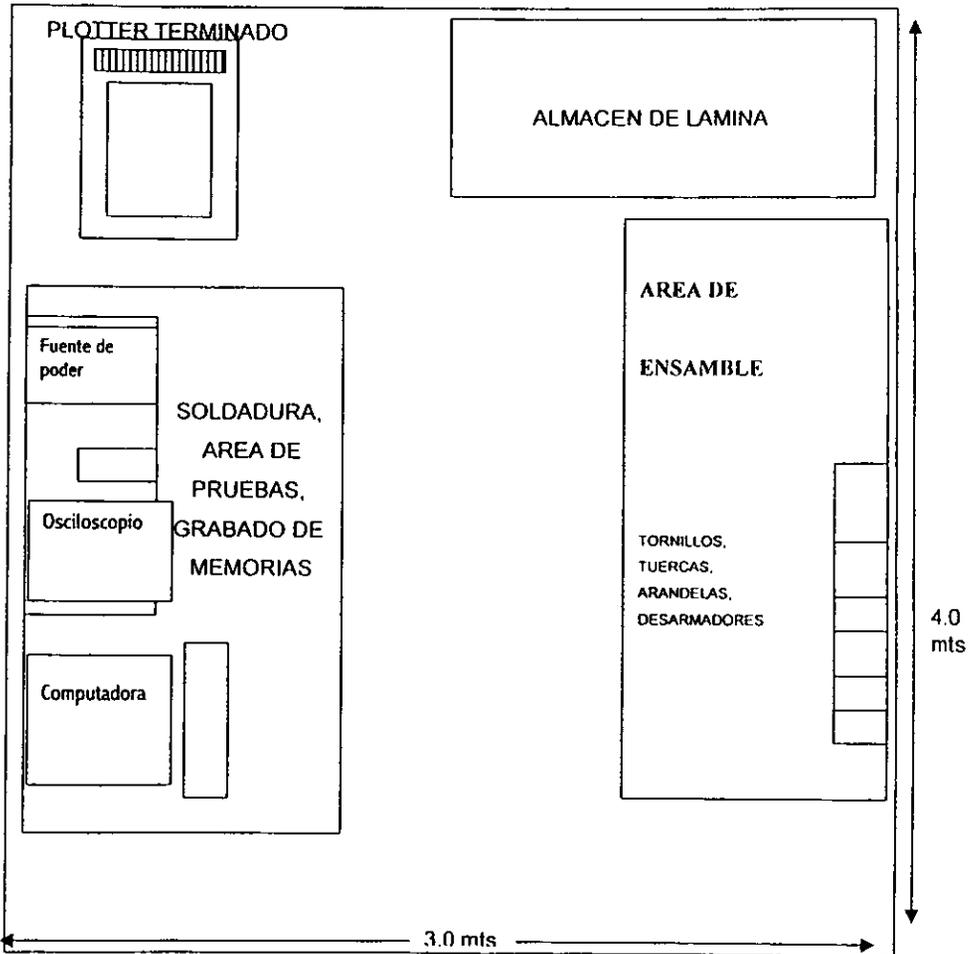


Diagrama 11. Distribución del área de trabajo.

### **Instalaciones y servicios:**

En lo referente a las instalaciones necesarias para el proceso, todos los equipos que se emplean son alimentados con 127 V CA, por lo cual solo es requerida esta instalación. Sin embargo, resulta necesaria, la instalación de dos líneas, debido a que los aparatos electrónicos, como la computadora y el osciloscopio, son afectados por la interferencia generada por taladros y sierras eléctricas

Además para las funciones administrativas, así como compra de materiales y venta de producto es necesario contar con línea telefónica, y servicio de FAX

### **Personal.**

Como se ha venido suponiendo, se proponen 2 empleados quienes deberán contar con conocimientos generales de los diferentes procesos a realizar. Las tareas se asignarán según las necesidades diarias. No se proporciona una distribución de actividades debido a lo pequeño del proceso. Los empleados realizarán las distintas actividades por lo que tendrán contacto con todos los equipos.

El perfil con el cual deberán de cumplir los empleados son conocimientos básicos en computación, y destreza manual que les permita el manejo de equipos eléctricos y herramientas (desarmadores, cautín, multímetro, etc.), Además es conveniente que los empleados que se solicitan tengan un nivel educativo mínimo de preparatoria para realizar las labores administrativas necesarias, y encargarse del funcionamiento general, como son la recepción, e inspección de la materia prima y compras necesarias.

A modo de capacitación se les explicará el método de ensamble del sistema así como los cuidados que deberán tener durante su labor, este incluirá tanto medidas de seguridad como métodos de empleo de los equipos. Se le darán a conocer los parámetros que deberá cuidar a modo de brindar al sistema la calidad que se requiere.

A los dos empleados se les explicará ampliamente como deberán realizar sus labores, además de que contarán con supervisión continua hasta que puedan

desarrollar sus labores de forma satisfactoria. A partir de este momento solo se realizará una inspección diaria.

#### **Manejo de materiales y almacenaje.**

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

El almacén de lámina tendrá por finalidad alojar sólo el material necesario, de este modo se evitarán gastos excesivos por material en bodega, de la misma forma se fabricará sobre pedido por lo que el producto terminado, permanecerá en el taller únicamente el tiempo requerido para su entrega, (1 a 3 días). Para tener un control del inventario en almacén se llevará un registro diario de lo que se compre, y el material utilizado durante el día. Este control será llevado por los empleados y se utilizará para compra de materia prima así como la venta de productos terminados. Todo el material deberá estar ordenado de acuerdo a su clase y tamaño, de este modo se contará con anaqueles para acomodar los materiales. Se asigna un área dedicada a productos terminados.

Para el almacenamiento del producto terminado se contará con un área del tamaño adecuado a los plotters.

Para el manejo de materiales será necesario contar con un diablito, el cual deberá estar siempre en un lugar determinado, en el cual no estorbe al paso y se encuentre al alcance de cualquiera que lo necesite.

#### **Aseguramiento de la calidad.**

Previo al inicio de la producción, se debe elegir por precio y calidad la fuente de los proveedores, sin embargo, al iniciar la producción, será necesario evaluar más proveedores, para identificar su real capacidad para surtir el material necesario en el tiempo indicado, así como los defectos que se puedan presentar durante el aprovisionamiento. Se evaluarán el servicio suministrado y la calidad, con respecto al precio ofrecido por cada proveedor.

Al hacer esto nos permitiríamos elegir proveedores y asegurar la calidad de los productos que se compren.

Al llegar al almacén se revisará el material adquirido, esto con la finalidad de evitar imperfecciones en la lámina y barras de acero, que afecten al trabajo de las mismas. Un empleado deberá llevar acabo dicha revisión, antes de aceptar el material.

Para el proceso de manufactura la calidad se va a controlar desde dos puntos de vista distintos; el primero es concientizar al trabajador de que es importante que el trabajo quede bien hecho; una vez que se logre su conciencia, ellos mismos, verificarán que el proceso que desarrollan lo hagan adecuadamente. Aun cuando esto pudiera parecer un proceso lento, la empresa contará con poco personal lo cual facilita dicho proceso. En segundo término cada sistema terminado deberá ser inspeccionado nuevamente.

Con fin de mantener limpia el área de trabajo al final de cada jornada será necesaria una limpieza general.

### **Seguridad.**

En cuanto a lo que se refiere la seguridad, se plantean algunos puntos básicos que se tomarán en cuenta.

Como apoyo a seguridad, es de vital importancia la limpieza del área de trabajo,

- ☛ Se instalará un extintor de 12 kg. de polvo ABC para casos de incendio.
- ☛ Se dotará a los empleados con un equipo de seguridad, que consiste en anteojos o goggles protectores y guantes.

NOTA: Todas las cantidades monetarias se encuentran en pesos mexicanos, y no incluyen IVA.

## Conclusiones.

A través del desarrollo de la tesis se lleva a cabo un vínculo de las artes y los avances en la tecnología e informática. Encontramos contratiempos debidos a la falta de experiencia en el campo de la pirografía, lo cual retardó la elección del sistema a emplear, decisión que conlleva la selección de las características con las cuales debería contar un pirógrafo automatizado. Esta selección se realizó considerando la naturaleza del método y las implicaciones de su automatización.

Para la interpretación de los diseños se eligió inicialmente un lenguaje HP<sup>1</sup> ya que este lenguaje es común a los plotters y frecuente en su aceptación. Durante la decodificación de los diseños encontramos que nos proporciona la facilidad de que el lenguaje presente los diagramas con una referencia a un sistema de ejes coordenados cartesianos, lo que facilita su decodificación y transmisión para el control de los movimientos que proporcionan el desplazamiento de la punta sobre los ejes coordenados del sistema.

Para la interpretación del código generado por el driver de HP, se tomaron algunas consideraciones basadas en las necesidades del sistema de modo que solo se utilizaron algunos de los comandos de este lenguaje y considerando que no es objetivo principal de esta tesis no se presenta un análisis detallado del mismo.

El objetivo perseguido se resume a demostrar que es posible diagramar sobre madera o cuero, figuras constituidas por líneas y curvas, objetivo que se cumple pero que presenta ciertos inconvenientes ya que este sistema no proporciona relleno a las figuras de modo que cualquier figura que represente un cuerpo sólido, con dimensiones de profundidad, es tratado como un cuerpo en dos dimensiones, diagramando solo el contorno de la figura.

En cuanto a la decodificación de los diseños solo cabe destacar que se brinda especial interés al comando "PE" (polyline encoded) ya que es el comando más empleado dada su versatilidad y rapidez de transmisión.

---

<sup>1</sup> Hewlett Pakard

En lo que respecta al funcionamiento del prototipo uno de los puntos que se esperaba era la calidad de grabado, es decir la claridad con la cual se realizaran los trazos, podemos decir que las curvas, que se generan a través de pequeñas rectas perpendiculares, a simple vista resultan continuas y suaves.

Por otra parte un inconveniente que se presenta en el momento de grabar, se tiene debido al tiempo que pasa la punta en reposo con respecto al tiempo que esta en movimiento manteniendo un contacto continuo con el material. Debido al tiempo de espera se presenta inactividad en la punta por lo que se calienta paulatinamente previo al diagramado, en el momento en el cual comienza el diagrama y entra en contacto con el material se presenta una caída en la temperatura generando un grabado intenso durante un pequeño periodo al inicio del diagrama, y posteriormente la intensidad se decrementa lentamente, el cambio que se presenta entre el comienzo del grabado y a lo largo del proceso no es significativo, sin embargo, una vez terminado el grabado y si se observa detenidamente se encuentra un diagrama más intenso al principio del grabado que al final.

Este efecto puede ser contrarrestado colocando la punta a una altura tal que toque solo ligeramente la superficie manteniendo una alta temperatura. Condición que favorecen la homogeneidad del grabado.

Un factor importante que también debe ser analizado es el tiempo en que se realiza el grabado, y como resultado se tiene que aparentemente el sistema es un poco lento, pero a nuestra consideración sería mucho más lento y menos preciso si se hiciera el mismo diagrama a mano.

Aun cuando la presente tesis no tiene como objetivo el comercializar el producto podríamos considerar que el funcionamiento del prototipo es completo, y que si se desea lanzar este producto al mercado es necesario verificar su correcto funcionamiento con asistencia de diversas computadoras, proporcionando variables de marca y velocidad de procesador para comprobar que no existen variaciones en su funcionamiento, o bien corregir dichas variaciones en caso de existir.

funcionamiento con asistencia de diversas computadoras, proporcionando variables de marca y velocidad de procesador para comprobar que no existen variaciones en su funcionamiento, o bien corregir dichas variaciones en caso de existir.

Es necesario también poner a prueba el uso del sistema de interfaz a usuario con usuarios inexpertos, que desconozcan por completo el sistema para comprobar que su uso es de fácil entendimiento, del mismo modo se deberán solicitar opiniones y detectar problemas de la versión preliminar para realizar ajustes al sistema si es necesario.

Otro punto importante a contemplar antes del lanzamiento del producto y cuyos objetivos no alcanza esta tesis es verificar la temperatura y velocidad de grabado ideal para distintos tipos de piel y maderas de uso común, para poder de este modo proporcionar sugerencias al usuario, así como incluir controles de velocidad y temperatura a nivel software si así se requiere.

Es importante notar que aún cuando el objetivo de la tesis no es profundizar en conocimientos de computación fue necesario el empleo de diversos niveles de programación para llevar un diagrama desde una pantalla de computadora hasta su grabado físico.

Para el control de la mesa de coordenadas se emplea un prototipo de tarjeta electrónica desarrollada en el Departamento de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería (1997). La tesis no profundiza en este circuito o en su elaboración ya que quedan fuera del alcance de la misma, sin embargo, un aspecto importante que se debe hacer notar es que el programa principal empleado por el microcontrolador se realiza a través de un compilador cruzado, de tal modo que el código que contiene el programa del microcontrolador se presenta en su forma original como código en Lenguaje "C"<sup>2</sup> y no convertido a lenguaje ASM. El empleo de este sistema, así como un lenguaje de alto nivel para ambientes gráficos son algunos de los elementos que se emplearon durante el desarrollo del sistema.

---

<sup>2</sup> Lenguaje C, es una marca registrada de Microsoft Co.

**Apéndice A.  
Índice de diagramas.**

1. Piezas de mano (Mangos)
2. Puntas de pirógrafos comerciales
3. Pirógrafos comerciales
4. Diagrama de sistemas coordenados
5. Extensión-Portapunta-Punta.
6. Configuración del sistema regulador de corriente
7. Proceso de microcontrolador
8. Proceso de grabado (Usuario)
9. Decodificación del diseño.
10. Vista exterior de Piroplot.
11. Distribución del área de trabajo.

Diagramas de proceso

1. Sistema X
2. Cabezal de grabado
3. Portapuntas
4. Base principal.

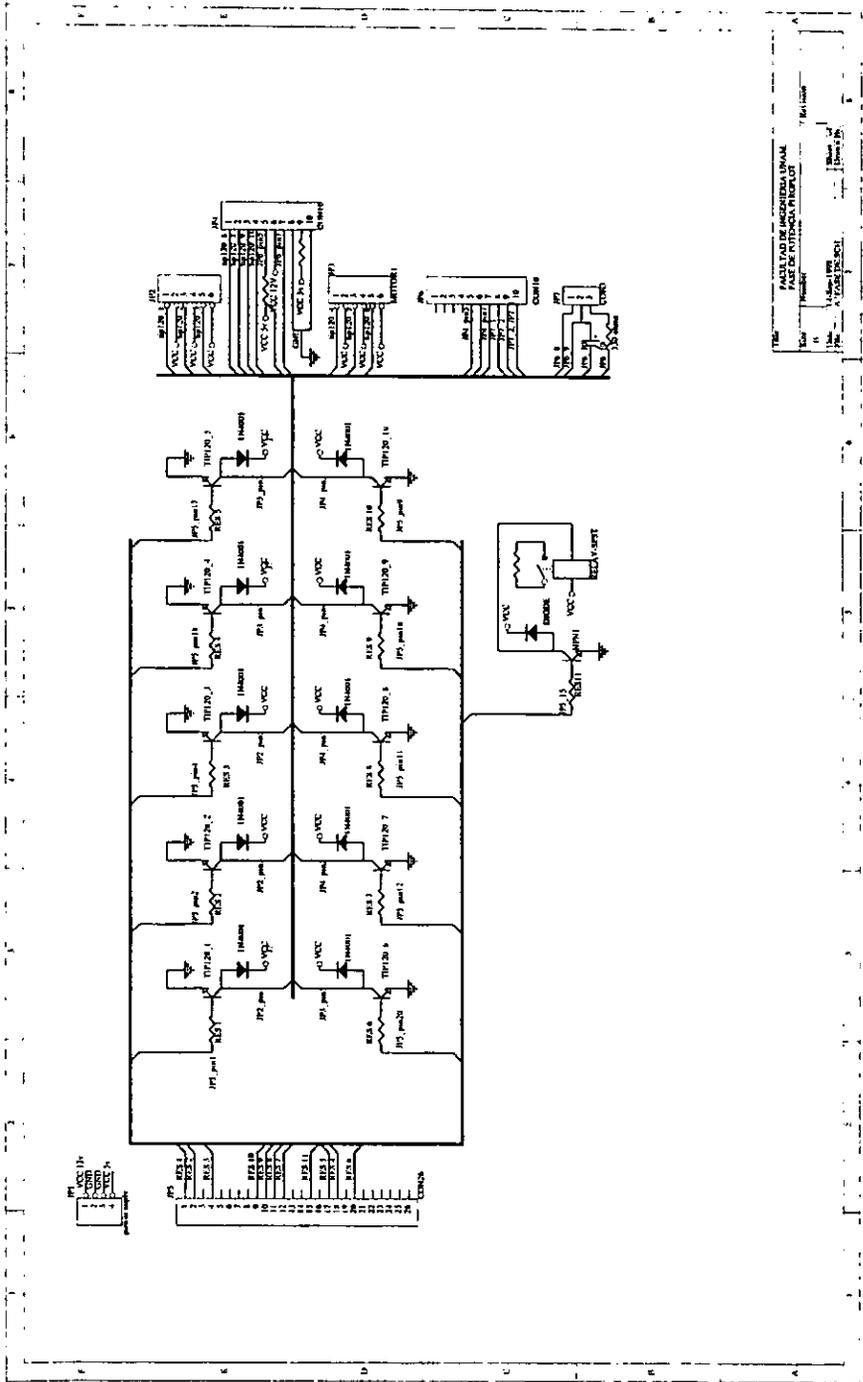
**Apéndice B.**  
**Índice de tablas.**

1. Soluciones y sus características.
2. Evaluación de soluciones.
3. Evaluación de características (Ponderación).
4. Comparación de soluciones.
5. Ubicación de componentes principales.
6. Bandas empleadas en la transmisión de potencia.
7. Poleas dentadas.
8. Señal conducida por el cable plano de 10 hilos.
9. Configuración de transistores.
10. Descripción de piezas.
11. Vector de posición.
12. Configuración de puertos de tarjeta principal.
13. Señal de control para motores.
14. Lista de piezas y costo de la estructura principal.
15. Lista de piezas y costo del sistema de grabado.
16. Lista de piezas y costo del sistema Y.
17. Lista de piezas y costo del sistema X.
18. Lista de elementos electrónicos.
19. Lista de maquinaria
20. Lista de herramientas
21. Lista de equipos
22. Resumen del proceso de manufactura de piezas de lámina.
23. Cables empleados en el sistema.
24. Relación de trabajadores y salarios.
25. Costos de manufactura por pieza.
26. Estimación del precio de venta.
27. Estimación del volumen de ventas mensual.
28. Estimación del estado de resultados.
29. Estimación del flujo de efectivo.
30. Estimación del balance general.
31. Inversión inicial.

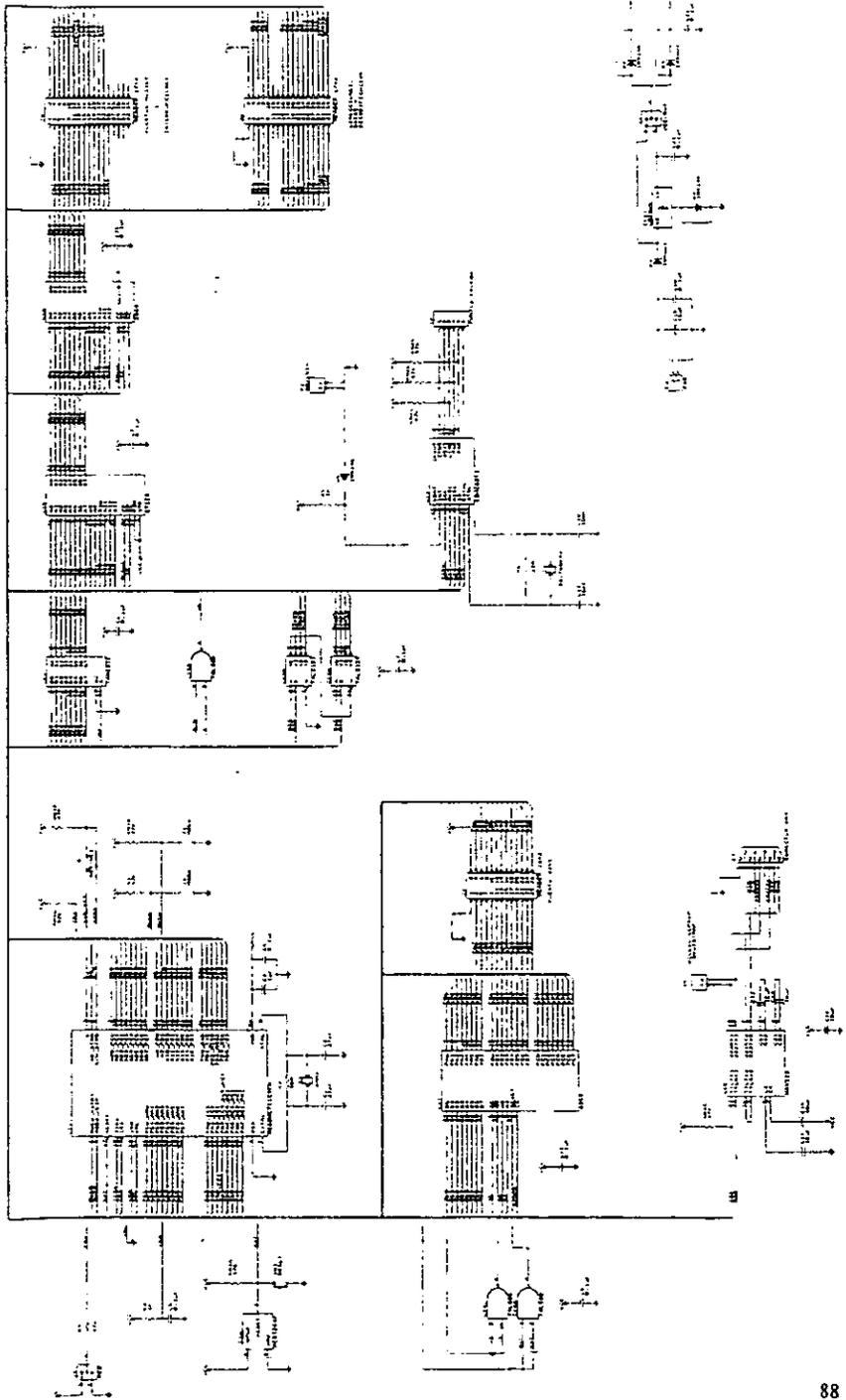
**Apéndice C.  
Índice de figuras.**

- 1.L1 Lámina principal
- 2.L2 Base principal (1er corte)
- 3.L3 Base principal (cortes internos)
- 4.L4 Lámina para soportes
- 5.L5 Corte de soportes X, Y.
- 6.L6 Corte de soporte estructural y cabezal de grabado.
- 7.CYD 1.- Base principal
- 8.CYD 2.- Soporte XI
- 9.CYD 3.- Soporte XD
- 10.CYD 4.- Soporte MX
- 11.CYD 5.- Soporte XDI
- 12.CYD 6.- Soporte YII
- 13.CYD 7.- Soporte TIS
- 14.CYD 8.- Soporte YDS
- 15.CYD 9.- Base motor Y
- 16.CYD 10.- Soporte estructural
- 17.CYD 12.- Placa de transformador
- 18.CYD 11.- Cabezal de grabado

Apéndice D. Diagrama esquemático de circuitos.



Apêndice D. Diagrama esquemático de circuitos.



**Apéndice E.**  
**Lista de comandos HP-GL/2 empleada para**  
**la decodificación del diseño.**

Comando	Acción		Parámetros
<b>Grupo de configuración y status.</b>			
1	DF	Asigna valores default a variables	ninguno
2	IN	Inicializa el plotter	ninguno
3	IP	Establece valores para escala	X1,Y1,X2,Y2
4	IR	Establece valores relativos para escala	X1,Y1,X2,Y2
5	IW	Establece ventana de trazado	X1,Y1,X2,Y2
6	RO	Rota sistema de coordenadas	ángulo
7	SC	Establece escala	Xmin,Xmax,Ymin,Ymax,tipo
<b>Grupo Vectorial.</b>			
8	AA	Arco en coordenadas absolutas	Xcentro, Ycentro, ángulo, ángulo paso
9	AR	Arco en coordenadas relativas	Xcentro, Ycentro, ángulo, ángulo paso
10	AT	Arco a partir de 3 puntos	Xinter, Yinter, Xend, Yend, ángulo paso
11	CI	Traza un círculo	radio, ángulo paso
12	PA	Trazado en coordenadas absolutas	X,Y,X,Y...
13	PG	Idem PA	
14	PD	Bajar punta	X,Y,X,Y...
15	PE	Trazado de poligonos codificado.	{bandera},{valorX,Y}, {bandera},{valorX,Y},...
16	PR	Trazado en coordenadas relativas	X,Y,X,Y...
17	PU	Levantar punta	X,Y,X,Y...
18	RT	Arco relativo a partir de 3 puntos	Xinter, Yinter, Xend, Yend, ángulo paso
<b>Grupo poligonal</b>			
19	EA	Traza rectángulo absoluto	X,Y
20	RA	Idem EA	
21	EP	Cierra y traza un poligono	ninguno
22	FP	Idem EP	
23	ER	Traza un rectángulo relativo	X,Y
24	RR	Idem ER	
25	EW	Traza una sección de pie	radio, ángulo inicial, ángulo, ángulo paso
26	WG	Idem EW	
27	PM	Controla modo poligonal	definición
<b>Grupo de Atributos</b>			
28	PW	Establece el ancho de la punta	ancho.
29	SP	Activa punta	# punta
30	WU	Establece unidad para PW	tipo

Para mayor información: The HP-GL/2 and HP RTL Reference Guide

Apéndice E. Lista de comandos HP-GL/2 empleada para la decodificación del diseño.

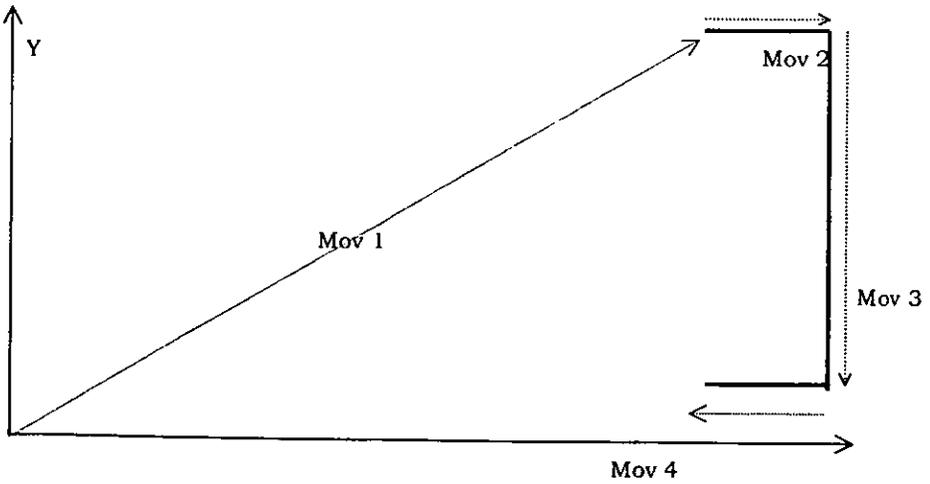
El comando más utilizado es el "PE" (polyline encoded) este incluye una instrucción para levantar y bajar la punta, y puede tomar las coordenadas en forma absoluta o incremental (relativa). Las coordenadas del movimiento se encuentran codificadas en base 64 de tal forma que se optimice la transmisión de datos. Se presenta un ejemplo de la interpretación de este comando que traza tres líneas rectas.

Ejemplo:

PE=<QHÁoðW/Æ¿¿hcX/Æ¿;

SIMBOLO	ASCII	HEXADECIMAL	DECIMAL	FACTOR	RESULTADO	UNIDADES PLOTTER	cm	
=	Aplica a la primera coordenada e indica que es absoluta							
<	Aplica a la primera coordenada e indica elevar la punta							
Q	Q	51	81	-63	18	4690	19.8	1x
H	H	48	72	-63	9			
Á	Á	C0	192	-191	1	3184	13.4	1y
o	o	6F	111	-63	48			
ð	ð	F0	240	-191	49	472	2	2x
W	W	57	87	-63	24			
/Æ	F	C6	198	-191	7	0	0	2y
o	-	BF	191	-191	0			
ø	-	BF	191	-191	0	2061	-11.02	3y
h	h	68	104	-63	1			
Á	Á	E7	231	-191	40	473	-2	4x
X	X	58	88	-63	25			
/Æ	F	C6	198	-191	7	0	0	4y
ø	-	BF	191	-191	0			

Gráfico trazado



Las figuras son descompuestas en pequeñas rectas las cuales son enviadas a el microcontrolador como una dirección cada una para ser diagramadas.

Apéndice F.  
Programa para decodificación HP-GL2.

PIRO32

**Descripción:** Este programa realiza la interpretación del diagrama para su grabado. El código se interpreta de manera simplificada para su uso en PIROLOT.

**A partir de este código se genera el archivo ejecutable "Piro.dll" para un sistema Win32 (Windows a 32 bits, compatible con Windows 95 y Windows Net.)**

**Entrada:** Para su ejecución el programa requiere la localización (dirección) de un archivo impreso en código HP-GL2.

**Proceso:** El archivo impreso es leído e interpretado generando así los movimientos necesarios para el desplazamiento de la punta para realizar el diagramado.

El proceso consta de los siguientes puntos:

- **Inclusión de subrutinas predefinidas.**  
Necesarias para el funcionamiento de funciones definidas en lenguaje C
- **Definición de constantes.**  
Establece valores constantes que serán empleados durante el programa.
- **Definición de funciones.**  
Inicializa funciones del programa indicando sus variables de entrada y salida.
- **Definición de funciones exportables.**  
Inicializa funciones del programa que serán llamadas desde la interfaz de usuario.
- **Código de programa.**  
Contiene el código de interpretación del diagrama.  
Para mayor información respecto al lenguaje HP-GL2: "The HP-GL/2 and HP RTL Reference Guide. A Handbook for Program Developers. Edit: Addison Wesley.

**Salida:** Se genera un archivo temporal en la dirección C:\Coord.tmp, el "archivo de coordenadas" se compone de un arreglo de vectores, los cuales contienen las coordenadas absolutas y posición con la cual la punta del pirógrafo deberá moverse a estos de la siguiente forma:

registro : coordenada absoluta X ;, coordenada absoluta Y : posición de punta

Registro: Número entero consecutivo el cual indica el número de vectores generados.

Coordenada absoluta X: Número real que indica la posición absoluta X en unidades plotter.

Coordenada absoluta Y: Número real que indica la posición absoluta Y en unidades plotter.

Posición de punta: Indica si el movimiento deberá ser grabado o no, puede tener dos valores 0 (cero) punta arriba (no graba), 1 (uno) punta abajo (graba).

HP-GL/2 Marca registrada Hewlett Packard  
Windows, Windows Net, Win32, Marcas registradas de Microsoft Co.

\*/

## Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

/*Inclusión de subrutinas predefinidas*/
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <ctype.h>
#include <windows.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <dos.h>

/*Definición de constantes*/
#define pi 3.14159265359
#define pmsize 1000
#define outsize 1000
#define psize 3

/*Definición de variables*/
float px=0, py=0, p1x=0, p1y=0, p2x=24000, p2y=18000, apx=0, apy=0, apta=0,
bpx=0, bpy=0, bpta=0, rx=0, ry=0, lastx=0, lasty=0;
float para[8], polybuff[pmsize], polybuffy[pmsize];
int polybuffi[pmsize], polyc=0, ppolyc=0;
float outbuff[outsize], outbuffy[outsize];
int outbuffi[outsize];
int buffy=0;
float printbuff[psize], printbuffy[psize];
int printbuffi[psize];

float *parapr = &para[0];
float xli=0, yli=0, xur=24000, yur=18000;
float xdu=0, ydu=0, xur=24000, yur=18000;
int relative = 0;
int absolute = 0;
int act=0, pmf=0;
paf=1, termim=0, type=0, pta=0, spta=0, lastp=0, lastpmf=0, pm1f=0, pm1f=0, apunta=25;
vbf=1;
float xac=1, ysc=1;
char FILEVB[]="";
FILE *p, *ps;
char chc = 'X';

void ESCC( void );
void ESW( void );
void F( void );
void FN( void );
void FP( void );
void FR( void );
void FT( void );
void GM( void );
void IN( void );
void IP( void );
void IR( void );
void N( void );
void LA( void );
void LB( void );
void LM( void );
void LO( void );
void LT( void );
void MC( void );
void MG( void );
void MI( void );
void NP( void );
void NR( void );
void OO( void );
void OE( void );
void OF( void );
void OH( void );
void OP( void );
void OS( void );
void PA( void );
void PC( void );
void PD( void );
void PE( void );
void PG( void );
void PM( void );
void PP( void );
void PR( void );
void PS( void );
void PU( void );
void PW( void );
void OL( void );
void RA( void );
void RF( void );
void RO( void );
void RP( void );
void RR( void );
void RT( void );
void SA( void );
void SB( void );
void SC( void );
void SD( void );
void SI( void );
void SL( void );
void SM( void );
void SP( void );
void SR( void );
void SS( void );
void ST( void );
void SV( void );
void TD( void );
void TR( void );
void UL( void );
void WG( void );
void WU( void );

void lee( int numvar );
float arad(float valor);
float agrad(float valor);
void empieza(void);
void zeros(void);
void muestra( float px, float py );
float anguloentre(float x, float xc, float y, float yc);
void letposicionvb(void);

/*Definición de funciones exportables*/
int FAR PASCAL FFILEVB(char far *filevb);

void AA( void );
void AC( void );
void AD( void );
void AR( void );
void AT( void );
void BP( void );
void BR( void );
void BZ( void );
void CF( void );
void CH( void );
void CP( void );
void CR( void );
void CT( void );
void DC( void );
void DF( void );
void DK( void );
void DP( void );
void DR( void );
void DT( void );
void DV( void );
void EA( void );
void EC( void );
void EP( void );
void ER( void );
void ES( void );
void ESC( void );

```

/\*Código de programa\*/

```
int FAR PASCAL FFLEVB( char far *filev)
{
    zeros();
    f(=fopen(filev, "r");
    if(f!= NULL)
        if(!f(=fopen("c:\coord tmp", "wb"))!=NULL)
            {
                empieza();
                fclose(f);
                fclose(fps);
                return 1;//f(=0;
            }
    else
        return 10;
}
```

void zeros(void)

```
{
    int i=0;
    buffy=0;
    for(i=0;i<outsize;i++)
        {outbuffx[i]=0;outbuffy[i]=0;outbuffz[i]=0;}
    for(i=0;i<prsize;i++)
        {polybuffx[i]=0;polybuffy[i]=0;outbuffz[i]=0;}
    for(i=0;i<8;i++)
        {para[i]=0;}
    polyc=0; buffy=0;
}
```

```
px = 0; py = 0; p1x=0; p1y=0; p2x=24000; p2y=18000; xac=1; ysc=1;
xib=0; yib=0; xur=24000; yur=18000;
xlu=0; ylu=0; xuru=24000; yuru=18000; relative = 0; absolute = 0;
scf=0; pmf=0; pal=1; lermano=0; type=0; pla=0; apunta=25; vbf=1;
}
```

void empieza(void)

```
{char ch;
while((ch=fgetc(fp))!=EOF)
if(!isalpha(ch))
    {
        ch = toupper(ch);
        switch( ch )
        {
            case 'A': opcionesA(); break;
            case 'B': opcionesB(); break;
            case 'C': opcionesC(); break;
            case 'D': opcionesD(); break;
            case 'E': opcionesE(); break;
            case 'F': opcionesF(); break;
            case 'T': opcionesT(); break;
            case 'L': opcionesL(); break;
            case 'M': opcionesM(); break;
            case 'N': opcionesN(); break;
            case 'O': opcionesO(); break;
            case 'P': opcionesP(); break;
            case 'Q': opcionesQ(); break;
            case 'R': opcionesR(); break;
            case 'S': opcionesS(); break;
            case 'T': opcionesT(); break;
            case 'U': opcionesU(); break;
            case 'W': opcionesW(); break;
            default: break;
        }
    }
}
```

void opciones( void )

```
{char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
    {
        ch = toupper(ch);
        switch( ch )
        {
            case 'A': AA(); break;
            case 'C': AC(); break;
            case 'D': AD(); break;
            case 'R': AR(); break;
            case 'T': AT(); break;
            default: break;
        }
    }
}
```

void opcionesB( void )

```
{char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
    {
        ch = toupper(ch);
        switch( ch )
        {
            case 'P': BP(); break;
            case 'R': BR(); break;
            case 'Z': BZ(); break;
            default: break;
        }
    }
}
```

void opciones( void )

```
{char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
    {
        ch = toupper(ch);
        switch( ch )
        {
            case 'F': CF(); break;
            case 'C': break;
            case 'P': CP(); break;
            case 'R': CR(); break;
            case 'T': CT(); break;
            default: break;
        }
    }
}
```

void opcionesD( void )

```
{char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
    {
        ch = toupper(ch);
        switch( ch )
        {
            case 'C': DC(); break;
            case 'F': DF(); break;
            case 'D': break;
            case 'P': DP(); break;
            case 'R': DR(); break;
            case 'T': DT(); break;
            case 'V': DV(); break;
            default: break;
        }
    }
}
```

Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

        }
        break;
    }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'A': EA(); break;
      case 'C': EC(); break;
      case 'P': EP(); break;
      case 'R': ER(); break;
      case 'S': ES(); break;
      case 'W': EW(); break;
      default: break;
    }
  }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'T': FX(); break;
      case 'N': FN(); break;
      case 'P': FP(); break;
      case 'R': FR(); break;
      case 'T': FT(); break;
      default: break;
    }
  }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'N': IN(); break;
      case 'P': IP(); break;
      case 'R': IR(); break;
      case 'W': IW(); break;
      default: break;
    }
  }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'A': LA(); break;
      case 'B': LB(); break;
      case 'M': LM(); break;
    }
  }
}

```

```

        case 'O': LO(); break;
        case 'T': LT(); break;
        default: break;
    }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'C': MC(); break;
      case 'G': MG(); break;
      case 'T': MT(); break;
      default: break;
    }
  }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'P': NP(); break;
      case 'R': NR(); break;
      default: break;
    }
  }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'D': OD(); break;
      case 'E': OE(); break;
      case 'H': OH(); break;
      case 'I': OI(); break;
      case 'O': OP(); break;
      case 'S': OS(); break;
      default: break;
    }
  }
}

void opciones( void )
{char ch;
  ch=getc(fp);
  if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
  {
    ch = toupper(ch);
    switch( ch )
    {
      case 'A': PA(); break;
      case 'C': PC(); break;
      case 'D': PD();
    }
  }
}

```

Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

        break;
    case 'E': PE(); break;
    case 'G': PG(); break;
    case 'M': PM(); break;
    case 'P': PP(); break;
    case 'R': PR(); break;
    case 'S': PS(); break;
    case 'U': PU(); break;
    case 'W': PW(); break;
    default: break;
}
}
}

void opcionesq( void )
(char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
{
ch = toupper(ch);
switch( ch )
{
case 'L': QL(); break;
default: break;
}
}
}

void opcionesr( void )
(char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
{
ch = toupper(ch);
switch( ch )
{
case 'A': RA(); break;
case 'F': RF(); break;
case 'O': RO(); break;
case 'P': RP(); break;
case 'R': RR(); break;
case 'T': RT(); break;
default: break;
}
}
}

void opcionesv( void )
(char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
{
ch = toupper(ch);
switch( ch )
{
case 'A': SA(); break;
case 'B': SB(); break;
case 'C': SC(); break;
case 'D': SD(); break;
case 'T': ST(); break;
case 'L': SL(); break;
case 'M': SM(); break;
case 'P': SP(); break;
case 'S': SS(); break;
}
}
}

case 'T': ST(); break;
case 'V': SV(); break;
default: break;
}
}

void opcionesl( void )
(char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
{
ch = toupper(ch);
switch( ch )
{
case 'D': TD(); break;
case 'R': TR(); break;
default: break;
}
}
}

void opcionesu( void )
(char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
{
ch = toupper(ch);
switch( ch )
{
case 'L': UL(); break;
default: break;
}
}
}

void opcionesw( void )
(char ch;
ch=fgetc(fp);
if(ch!=EOF&&isalpha(ch))
{
ch = toupper(ch);
switch( ch )
{
case 'G': WG(); break;
case 'U': WU(); break;
default: break;
}
}
}

void AA( void )
{
float pesos=0,faltan=0,game=0,ax=0,ay=0;
float xcentro=0, ycentro=0, angulo=0, angulopaso=0,r=0;
int numvar = 4,lpaf=0;

lee(numvar);
xcentro="parapr;if(scf==1){xcentro=usc(xcentro);}
parapr++;
ycentro="parapr;if(scf==1){ycentro=ysc(ycentro);}
parapr++;
angulo="parapr;
parapr++;
if("parapr==0){ angulopaso=5;
else {angulopaso="parapr;}
if(arelativo)
{
xcentro = px+xcentro;
ycentro = py+ycentro;
}

pesos=floor(fabs(angulo/angulopaso));
faltan=fabs(angulo)-fabs(angulopaso*pesos);

r=pow(pow(fabs(px-xcentro),2)+pow(fabs(py-ycentro),2),0.5);
game=angulo/centro(px,xcentro,py,ycentro);

```

Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

tpaf=pat,
pat=1;
ax = r*cos(arad(gama));
ay = r*sin(arad(gama));
muestra(xcentro+ax,ycentro+ay);

for(pesos,pesos+0,pesos-)
{
if(angulo<0){gama=gama+angulopeso;}
if(angulo<0){gama=gama-angulopeso;}
ax = r*cos(arad(gama));
ay = r*sin(arad(gama));
muestra(xcentro+ax,ycentro+ay);
}
if(angulo<0){gama=gama+faltan;}
if(angulo<0){gama=gama-faltan;}
ax = r*cos(arad(gama));
ay = r*sin(arad(gama));
muestra(xcentro+ax,ycentro+ay);
pat=pat;
termino=0;
}

void AC( void )
void AD( void )

void AR( void )
{
arative = 1;
AA();
}

void AT( void )
{
float xinter, yinter, xend, yend, angulopaso,r=0,c=0,d=0,e=0,xcentro=0,ycentro=0,
int numvar = 5, signo=-1,tpaf=0;
float pesos, gama,ax,ay,angulo,faltan, ainter=0;

lee(numvar);
xinter="parapr;if(scf==1){xinter=xac*xinter;}
parapr++;
yinter="parapr;if(scf==1){yinter=ysc*yinter;}
parapr++;
xend="parapr;if(scf==1){xend=xac*xend;}
parapr++;
yend="parapr;if(scf==1){yend=ysc*yend;}
parapr++;
if("parapr==0" ) { angulopaso=5;}
else {angulopaso="parapr;"}

if(yinter==py){yinter=yinter+.0001;}
if(yend==py){yend=yend+.0001;}
if(xend==px){xend=xend+.0001;}
if(xinter==px){xinter=xinter+.0001;}

c=((px*xinter+py*yinter-xinter*yinter)*(yend-py)-
((px*xinter+py*yinter-xinter*yinter)*(yend-py)))/
((yend-py)*(xinter-px)-{(yinter-py)*(xend-px)});
d=((px*xinter+py*yinter-xinter*yinter)-c*(xinter-px))*(yinter-py);
e=px*xinter+py*yinter-c*xinter*d;
xcentro=pow(c*d,0.5);
ycentro=pow(d*d,0.5);
r=pow(pow(fabs(px-xcentro),2)+pow(fabs(py-ycentro),2),0.5);

gama=anguloentre(px,xcentro,py,ycentro);
ainter=anguloentre(xinter,xcentro,yinter,ycentro);
angulo=anguloentre(xend,xcentro,yend,ycentro);

pesos=ainter-gama;
if(pesos<0){pesos=360+pesos;}
faltan=angulo-gama;
if(faltan<0){faltan=360+faltan;}

if(pesos<faltan){signo=1;}

angulo=angulo-gama;
if(signo==1)
{
if(angulo<0){angulo=360+angulo;}
angulo=signo*fabs(angulo);
pesos=floor(fabs(angulo/angulopeso));
faltan=fabs(angulo)-fabs(angulopeso*pesos);

tpaf=pat;
pat=1;

for(pesos,pesos+0,pesos-)
{
if(angulo<0){gama=gama+angulopeso;}
if(angulo<0){gama=gama-angulopeso;}
ax = r*cos(arad(gama));
ay = r*sin(arad(gama));
muestra(xcentro+ax,ycentro+ay);
}
if(angulo<0){gama=gama+faltan;}
if(angulo<0){gama=gama-faltan;}
ax = r*cos(arad(gama));
ay = r*sin(arad(gama));
muestra(xcentro+ax,ycentro+ay);

termino=0;
pat=tpaf;
}

void BP( void )
void BR( void )
void BZ( void )
void CF( void )

void CK( void )
{
float r=0,angulopaso=0,pesos=0,faltan=0,gama=0,ax=0,ay=0,xcentro,ycentro,
int numvar = 2,tpaf=0,pta=0;

relative=0;

lee(numvar);
r="parapr;if(scf==1)}/{r=xcr;}
parapr++;
if("parapr==0" ) { angulopaso=5;}
else {angulopaso="parapr;"}

pesos=floor(fabs(360/angulopeso));
faltan=360-fabs(angulopaso*pesos);
xcentro=px;
ycentro=py;

tpaf=pat;
pat=1;

ax = xsc*(r*cos(arad(gama)));
ay = ysc*(r*sin(arad(gama)));
muestra(xcentro+ax,(ycentro+ay));
pta=pta;
if(pta==0){pta=1;}

for(pesos,pesos+0,pesos-)
{
gama=gama+angulopaso;
ax = xsc*(r*cos(arad(gama)));
ay = ysc*(r*sin(arad(gama)));
muestra(xcentro+ax,(ycentro+ay));
}
gama=gama+faltan;
ax = xsc*(r*cos(arad(gama)));
ay = ysc*(r*sin(arad(gama)));
muestra(xcentro+ax,(ycentro+ay));

px=xcentro;
py=ycentro;

pta=pta;
muestra(px,py);
pat=pat;

termino=0;
}

void CP( void )
void CR( void )
void CT( void )
void DC( void )

void DF( void )
{
AC();
AD();
CF();
DK();
DT();
DV();
ES();
FT();
IW();
}

```

Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

PA();
SC();
RF();
SM();
TD();
UL();
}

void D( void X)
void OP( void X)
void DR( void X)
void DT( void X)
void DV( void X)

void EA( void )
{
  int numvar=2, tpta=pta, tpa=pa;
  float a=0, b=0, aa=0, bb=0;

  pa=1;
  lee(numvar);
  a="parapr;f(scf==1)(a=xsc'a);
  parapr++;
  b="parapr;f(scf==1)(b=ysc'b);
  parapr++;
  aa=px;
  bb=py;

  if(spta=0){pta=1;}
  muestra(a,bb);
  muestra(a,b);
  muestra(aa,b);
  muestra(aa,bb);

  pta=tpta;
  pa=tpa;

  termino=0;
}

void EC( void X)

void EP( void )
{
  int count=0, tpta=pta, tpmf=pmf;
  pmf=5;
  termino=59;
  PD();
  termino=0;

  tpta=pta;
  for(count=0; count<polyc*1; count++)
  {
    pta=polybuff[count];
    muestra(polybuff[count], polybuff[count]);

    if(spta=0){pta=1;}
  }
  pta=tpta;
  pmf=tpmf;
}

void ER( void )
{
  int numvar=2, tpta=pta;
  float a=0, b=0, aa=0, bb=0;

  lee(numvar);
  a="parapr;f(scf==1)(a=xsc'a);
  parapr++;
  b="parapr;f(scf==1)(b=ysc'b);
  parapr++;
  aa=px;
  bb=py;

  if(spta=0){pta=1;}
  muestra(a,bb);
  muestra(a,b);
  muestra(aa,b);
  muestra(aa,bb);

  pta=tpta;

  /*restablece estado*/

  termino=0;
}

void ES( void X)
void ESC( void X)
void ESCE( void X)

void EW( void )
{
  int tpta=pta;
  float r=0, angulopaso=0, pesos=0, faltan=0, gama=0, ax=0, ay=0, xcentro, ycentro, angri, angb;
  b;
  /*levantar punta PU():*/

  relative=0;

  lee(4);
  r="parapr;f(scf==1)(r=xsc'r);
  parapr++;
  angri="parapr;
  parapr++;
  angdb="parapr;
  parapr++;
  if("parapr==0) { angulopaso=5;
  else {angulopaso="parapr;}

  pesos=floor(fabs(angdb/angulopaso));
  faltan=angdb-fabs(angulopaso*pesos);
  xcentro=px;
  ycentro=py;
  gama=angri;

  if(spta=0){pta=1;}
  for(pesos, pasos+1>0, pasos-)
  {
    ax = (r*cos(arad(gama)));
    ay = (r*sin(arad(gama)));

    muestra(xcentro+ax, ycentro+ay);

    if(angdb>0){gama=gama+angulopaso;}
    if(angdb<0){gama=gama-angulopaso;}
  }

  muestra(xcentro, ycentro);
  if(angdb>0){gama=gama+faltan;}
  if(angdb<0){gama=gama-faltan;}
  ax = r*cos(arad(gama));
  ay = r*sin(arad(gama));

  muestra(xcentro, ycentro);

  pa=xcentro;
  py=ycentro;

  pta=tpta;
  termino=0;
}

void F( void X)
void FN( void X)

void FP( void )
{
  EP();
}

void FR( void X)
void FT( void X)
void GA( void X)

void IN( void )
{
  PA();
  pla=0;
  muestra(0,0);
  zeros();
  IP();
  WU();
  PW();
  PS();

  px=0, py=0;
}

void IP( void )
{
  int numvar = 4;

  lee(numvar);
  p1="parapr;

```

## Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

paraptr++;
p1y="paraptr;
paraptr++;
p2x="paraptr;
paraptr++;
p2y="paraptr;
paraptr++;
if(p1x==0&&p1y==0&&p2x==0&&p2y==0)
{ p1x=0,p1y=0,p2x=24000,p2y=18000;}
if(p2x==0&&p2y==0)
{ p2x=2*p1x,p2y=2*p1y;}

termino=0;
}

void IR( void )
{
int numvar = 4;

lee(numvar);
p1x="paraptr;
paraptr++;
p1y="paraptr;
paraptr++;
p2x="paraptr;
paraptr++;
p2y="paraptr;
paraptr++;
if(p1x==0&&p1y==0&&p2x==0&&p2y==0)
{ p1x=0,p1y=0,p2x=24000,p2y=18000;}
if(p2x==0&&p2y==0)
{ p2x=2*p1x,p2y=2*p1y;}

{
p1x=24000*p1x/100;
p1y=18000*p1y/100;
p2x=24000*p2x/100;
p2y=18000*p2y/100;
}
termino=0;
}

void IM( void )
{
int numvar = 4;
lee(numvar);
dx="paraptr; if(scf==1){dx=xsc*dx;}
paraptr++;
dy="paraptr; if(scf==1){dy=yisc*dy;}
paraptr++;
sur="paraptr; if(scf==1){sur=xsc*sur;}
paraptr++;
yur="paraptr; if(scf==1){yur=yisc*yur;}
paraptr++;
if(dx==0&&dy==0&&sur==0&&yur==0)
{
if(scf==0){dx=0,yd=0,sur=24000,yur=18000;}
if(scf==1){dx=dxu,yd=ydu,sur=suru,yur=yuru;}
}
termino=0;
}

void LA( void )
void LB( void )
void LM( void )
void LO( void )
void LT( void )
void MC( void )
void MG( void )
void MT( void )
void NP( void )
void NR( void )
void OD( void )
void OE( void )
void OH( void )
void OI( void )
void OP( void )
void OS( void )

void PA( void )
{
char ch;
pal = 1;
termino=0;
relative=0;

if(isdigit(ch==fgetc(b)))
{ungetc(ch,b);

```

```

while(termino!=59)
{
if(pal==1)
{
lee(2);
px="paraptr; if(scf==1){px=xsc*px;}
paraptr++;
py="paraptr; if(scf==1){py=yisc*py;}
muestra(px,py);
}
if(pal==0)
{
lee(2);
rx="paraptr; if(scf==1){rx=xsc*rx;}
paraptr++;
ry="paraptr; if(scf==1){ry=yisc*ry;}
muestra(rx,ry);
}
}
}
else {ungetc(ch,b);}
termino=0;
}

void PC( void )
{
void PD( void )
{
float va1=2,va2=2,va3=px,va4=py;
int ipal=0;

if(spal==0){pta=1;}

while(termino!=59)
{
lee(2);
if("paraptr==0" {va1=0;}
else {px="paraptr; if(scf==1){px=xsc*px;}
paraptr++;
if("paraptr==0" {va2=0;}
else {py="paraptr; if(scf==1){py=yisc*py;}
if(va1==0){va2=0;}
{py="paraptr; paraptr--;px="paraptr;
muestra(px,py);}
va1=2,va2=2;
}
termino=0;
}
}

void PD( void )
{
char ch;

if(spal==0){pta=1;}
if(isdigit(ch==fgetc(b)))
{ungetc(ch,b);
while(termino!=59)
{
if(pal==1)
{
lee(2);
px="paraptr; if(scf==1){px=xsc*px;}
paraptr++;
py="paraptr; if(scf==1){py=yisc*py;}
muestra(px,py);
}
if(pal==0)
{
lee(2);
rx="paraptr; if(scf==1){rx=xsc*rx;}
paraptr++;
ry="paraptr; if(scf==1){ry=yisc*ry;}
muestra(rx,ry);
}
}
}
else {ungetc(ch,b);}
termino=0;
}

void PE( void )
{
int i=2,b=0,spf=0,puf=0,ldf=0,count=0,incr=0,lpal=pal;
char ch;
float echeck=0, n=0, a=191;
float leyend[4]={0,0,0,0,0,0,0};

termino=0;

```

Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

para ptr = &para[0];
for(i=5;>0; i--){para[i]=0;}

while(50!=acheck)
{
    acheck=0;
    i=1;
    while(acheck<191&&acheck!=59)
    {
        if((ch=fgetc(fp))!=EOF)
        {
            s=ch;
            if(a<0)
                a=a+256;
            acheck=s;

            if(a==58){spf=1;}/*dos puntos elije punta*/
            else if(a==60){puf=1;}/*menor que levanta
            punta*/
            else if(a==62){df=1;}/*mayor que datos
            fraccionales*/
            else if(a==61){paf=1;}/*igual, valor absoluto*/
            else if(a==55){/*err1=1;*/}/*verifica que se
            transmite a 6 bits sin paridad*/
            else
            {
                if(a<127){a=a-63;}
                if(a>190){a=a-191;}
                leyendo[i] = a;
                i++;
            }
            s=48;
            if(acheck>150)
            {
                for(count=1;count-1<i;count++)
                {
                    leyendo[count]=leyendo[count]*pow(64,count-1);
                    n=0;
                    for(count=1;count-1<i;count++)
                    {
                        n=n+leyendo[count];
                    }
                    para[b]=n;
                    b++;
                    if(spf==1){b--; SP(), spf=0; }
                }
            }

            if(b==2)
            {
                /*verifica y vuelve negativos restando uno
                2*-1;*/
                if(0!=mod(para[b-2],2)){para[b-2]=para[b-2]-1;para[b-2]=para[b-
                2]*-1;}
                if(0!=mod(para[b-1],2)){para[b-1]=para[b-1]-1;para[b-
                1]=para[b-1]*-1;}
                if(incra>0){paf=0;}
                incre++;
                if(paf==1)
                {
                    if(puf==1)
                    {
                        pta=0; /*leva pta arriba a CERO*/
                    }
                    else{
                        if(spta!=0){pta=1;}/*leva pta abajo a UNO
                        */
                        muestra(para[b-2]*xsc2,para[b-1]*ysc2);
                    }
                }
            }
            else
            {
                if(puf==1)
                {
                    pta=0; /*leva pta arriba a CERO*/
                }
                else
                {
                    if(spta!=0){pta=1;}/*leva pta abajo a UNO
                    */
                    muestra(para[b-2]*xsc2,para[b-1]*ysc2);
                }
            }

            spf=0;
            puf=0;
            df=0;
            paf=0;
        }
    }
}

b=0;

if(acheck==59)
{
    termino=acheck;
    goto ex;
}
ex;
termino=0;
paf=1;
}

void PG( void )
{
    PA();
    pta=0;
    muestra(0,0);
}

void PM( void )
{
    int pta=pta,count=0;
    float var=0;

    lee(1);
    var=para ptr;

    if(var==0)
    {
        pml=1;
        for(polyc=pmaize-1;polyc+1>0;polyc--)
        {
            polybuff(polyc)=0;
            polybuff(polyc)=0;
            polyc=0;
            pml=1;
            ppolyc=1;
        }

        if(var==1)
        {
            polybuff(polyc)=polybuff(ppolyc);
            polybuff(polyc)=polybuff(ppolyc);
            polybuff(polyc)=polybuff(ppolyc);
            polyc++;
            ppolyc=polyc;
        }

        pml=1;
        pml=1;
        if(polyc==1) {polyc=0;}
    }

    if(var==2)
    {
        polybuff(polyc)=polybuff(ppolyc);
        polybuff(polyc)=polybuff(ppolyc);
        polybuff(polyc)=polybuff(ppolyc-1);
        ppolyc=polyc;
        pml=0;
    }
}

termino=0;
}

void PP( void ){}

void PR( void )
{
    char ch;
    paf=0;
    termino=0;
    relative=1;

    if(isdigit(ch=fgetc(fp)))
    {
        (isdigit(ch,fp))
        while(termino!=59)
        {
            if(paf==1)
            {

```

Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

lee(2);
px="paraptr; if(scl==1){px=xsc*px;}
paraptr++;
py="paraptr; if(scl==1){py=ysc*py;}
muestra(px,py);
}
if(pal==0)
{
lee(2);
rx="paraptr; if(scl==1){rx=xsc*rx;}
paraptr++;
ry="paraptr; if(scl==1){ry=ysc*ry;}
muestra(rx,ry);
}
}
}
else {ungetc(ch,fp);
termino=0;
}

void PS( void )

void PU( void )
(char ch;
pta=0;
if(!isdigit(ch=fgetc(fp)))
(ungetc(ch,fp);
while(termino!=50)
{
if(pal==1)
{
lee(2);
rx="paraptr; if(scl==1){rx=xsc*rx;}
paraptr++;
ry="paraptr; if(scl==1){ry=ysc*ry;}
muestra(rx,ry);
}
if(pal==0)
{
lee(2);
rx="paraptr; if(scl==1){rx=xsc*rx;}
paraptr++;
ry="paraptr; if(scl==1){ry=ysc*ry;}
muestra(rx,ry);
}
}
}
else {ungetc(ch,fp);
termino=0;
}

void PW( void )
{
lee(2);
apunta="paraptr;
if(apunta==0)
{
if(type==0){apunta=25;} //asigna 25 unidades plotar a la punta
if(type==1){apunta=sqrt(p1*x+p2*x*p2*x)*0.1;} //asigna 0.1% de
distancia de p1 a p2'Y
}
else
{
if(type==0){apunta=apunta*25;}
if(type==1){apunta=sqrt(p1*x+p2*x*p2*x)*apunta/100;}
}
termino=0;
}

void QL( void )

void RA( void )
{
EA();
}

void RF( void )

void RO( void )
{
int numvar = 1;
float angulo=0;
lee(numvar);
angulo="paraptr;
if(angulo==0)
{
sd=0;
yl=0;
xur=24000;
yur=18000;
}
if(angulo==90)
{
sd=18000;
yl=0;
xur=0;
yur=24000;
}
if(angulo==180)
{
sd=24000;
yl=18000;
xur=0;
yur=0;
}
if(angulo==270)
{
sd=0;
yl=24000;
xur=18000;
yur=0;
}
termino=0;
}

void RP( void )

void RR( void )
{
ER();
}

void RT( void )
{
relative=1;
AT();
relative=0;
}

void SA( void )

void SB( void )

void SC( void )
{
float xmin=0,ymin=0,zmax=0,ymax=0,tipo=0,left=0,bottom=0;
int numvar = 7;
lee(numvar);
xmin="paraptr;
paraptr++;
xmax="paraptr;
paraptr++;
ymin="paraptr;
paraptr++;
ymax="paraptr;
paraptr++;
tipo="paraptr;
paraptr++;
left="paraptr;
paraptr++;
bottom="paraptr;
paraptr++;
if(xmin==0&&ymin==0&&zmax==0&&ymax==0&&tipo==0&&left==0&&bottom==0)
{
scl=0;
}
else
{
scl=1;
if(tipo==0)
{
xsc=(p2x-p1x)/(xmax-xmin);
ysc=(p2y-p1y)/(ymax-ymin);
dx=xsc*xmin;
xur=xsc*xmax;
yl=ysc*ymin;
yur=ysc*ymax;
dxu=dxhsc;
xuru=xurhsc;
}
}
}

```

## Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```

ybu=yblysc;
yuru=yurlysc;
}

d(tipo==1)
{
    d(((p2x-p1x)*(xmax-xmin))>=(p2y-p1y)*(ymax-ymin))
    {
        ysc=(p2y-p1y)*(ymax-ymin);
        xsc=ysc;
    }
    else
    {
        xsc=(p2x-p1x)*(xmax-xmin);
        ysc=xsc;
    }

    /*Unidades ploter*/
    d((p2y-p1y)!=ysc*(ymax-ymin))
    {
        xli=0;
        yli=(p2y-p1y)-ysc*(ymax-ymin);
        xur=(xli+xsc*(xmax-xmin));
        yur=yli+ysc*(ymax-ymin);
    }
    else
    {
        xli=(p2x-p1x)-xsc*(xmax-xmin);
        yli=0;
        xur=xli+xsc*(xmax-xmin);
        yur=yli+ysc*(ymax-ymin);
    }
    /*Unidades usuario*/
    xli=xli/xsc;
    yli=yli/ysc;
    xur=xur/xsc;
    yur=yur/ysc;
}

d(tipo==2)
{
    xsc=xmax;
    ysc=ymax;
    xli=xsc*xmin;
    yli=ysc*xmin;
    xur=xmax;
    yur=ymax;
    xliu=xli/xsc;
    yliu=yli/ysc;
    xuru=xur/xsc;
    yuru=yur/ysc;
}

px=x/xsc;
py=y/ysc;
}

```

```

void muestra(float x, float y)
{
    if(paf==1) //f(relative==0)
    {
        if(pmf==1 && polyc==ppolyc && pm11==0)
        {
            polybuff(polyc)=lastx;
            polybuff(polyc)=lasty;
            polybuff(polyc)=lastp;
            if(lastpmf==1)
            {
                polybuff(polyc)=lastx+p1x;
                polybuff(polyc)=lasty+p1y;
                polybuff(polyc)=lastp;
            }
            polyc++;
            px=x;
            py=y;
            if(pmf==1)
            {
                polybuff(polyc)=px+p1x;
                polybuff(polyc)=py+p1y;
                if(pmf1==1) polybuff(polyc)=0; pm11=0;
            }
            else polybuff(polyc)=pta;
            polyc++;
        }
        if(paf==0) //f(relative==1)
        {
            if(pmf==1 && polyc==ppolyc)
            {
                polybuff(polyc)=lastx;
                polybuff(polyc)=lasty;
                polybuff(polyc)=lastp;
                polyc++;
                px=px+x;
                py=py+y;
                if(pmf==1)
                {
                    polybuff(polyc)=px;
                    polybuff(polyc)=py;
                    polybuff(polyc)=pta;
                    polyc++;
                }
            }
            if(pmf==1)
            {
                if(pmf1==1) pta=0;
                if(paf==0)
                {
                    }
                else
                {
                    }
                buffxy++;
                if(pmf1==1) pta=1-pmf1=0;
            }
        }
    }
}

```

termino=0;

```

}

void SD( void )
void SI( void )
void SL( void )
void SM( void )

```

```

void SP( void )
{
    lee(1);
    spta="paraptr;
    termino=0;
}

```

```

void SR( void )
void SS( void )
void ST( void )
void SV( void )
void TD( void )
void TR( void )
void UL( void )
void VS( void )

```

```

void WC( void )
{
    EW();
}

```

```

void WU( void )
{
    int type;
    lee(1);
    type="paraptr;
    termino=0;
}

```

```

pm11=0;
lastx=px;
lasty=py;
lastp=pta;
lastpmf=pmf;
}

```

void lee( int numvar )

```

{
    int i=0, b=1;
    float scheck=0, a=48, n=0;
    char ch;
    char "leyendo=" ;
    termino=0;
    paraptr = &para[0];

    for(i=0; i<B; i++)
    {
        para[i]=0;
    }
}

```

```

for(numvar; numvar>0; numvar--)
{

```

```

while(a=44&& a!=59&& (58-a&& a>43))
{
    ch=getc(fp);
    {
        leyendo[i] = ch;
        a=ch;
        i=i+1;
        scheck=a;

        if((123>a&& a<64))
        {
            ungetc(ch, fp);
            leyendo[i-1]= 0;
            scheck=59;
        }
    }
}

```

## Apéndice F. Programa para decodificación HP-GL2.

```
break;
}
}

n = (float)stof(leyendo);
para(b-1)=r;

i=0;
b=b+1;
a=48;

if(acheck==59){62<acheck|acheck<43}
{ termino=acheck; goto ex;}

ex:
jumpout;}

float erad(float valor)
{
valor = pi * valor/180;
return valor;
}

float agrad(float valor)
{
valor = valor*180/pi;
return valor;
}

float anguloentre(float x, float xc, float y, float yc)
{
float alfa;

if(x>xc&&y==yc){alfa =0;}
else if(x==xc&&y>yc){alfa =90;}
else if(x<xc&&y==yc){alfa =180;}
else if(x==xc&&y<yc){alfa =270;}
else
{
alfa=agrad(atan(fabs((x-xc)/(y-yc))));

if(x<xc&&y>yc){alfa =90+alfa;}
if(x<xc&&y<yc){alfa =270+alfa;}
if(x>xc&&y<yc){alfa =270+alfa;}
if(x>xc&&y>yc){alfa =90+alfa;}
}
return alfa;
}
```

## Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

Descripción: Este programa realiza el ambiente de interfaz entre el usuario y el sistema, permitiendo visualizar el diagrama que se pretende programar. Para mayor referencia con respecto al empleo de la interfaz referirse al "Manual de uso del sistema de programado", (Apéndice "J").

Form 2.

**Private Sub Abrearchivo(Archivo As String)**

```
ReDim mat(4) As Double
Dim arch As String
Dim char As String
Dim Filename, TextData
Dim count As Integer
```

```
Refresh
DoEvents
arrsize = 0
char = 0
Close #1
If Len(Archivo) Then
```

```
Open Archivo For Input As #1
```

```
While Not (EOF(1))
```

```
For i = 1 To 4
```

```
Do While char <> Chr(58) And Not EOF(1)
```

```
char = Input(1, #1)
```

```
If char <> Chr(58) Then
TextData = TextData & char
End If
```

```
Loop
```

```
mat(i) = Val(TextData)
TextData = ""
char = 0
Next i
```

```
If mat(4) = 0 Then
If todoamov = 1 Then
Picture2.ForeColor = QBColor(10)
lineas Picture2, mat(2), mat(3)
Else
lastx = mat(2)
lasty = mat(3)
moveflag = 1
End If
```

```
Else
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
lineas Picture2, mat(2), mat(3)
```

```
End If
If mat(1) > arrsize Then
arrsize = mat(1)
End If
```

```
Wend
```

```
Close #1
```

Else

```
MsgBox "Error al abrir el archivo"
```

```
End If
```

```
End Sub
```

**Private Sub Abrir\_Click()**

```
Dim Archivo As String
```

```
Dim res1 As Integer
Dim res2 As Single
ReDim var1(6) As Single
ReDim var2(4) As Integer
```

```
Call limpiar_Click
```

```
CommonDialog1.Filter
["*.prn"]*.prn[["*.txt"]*.txt[Todos (*.*)]*.*
CommonDialog1.CancelError = True
CommonDialog1.Flags = &H2000& Or &H800&
CommonDialog1.DialogTitle = "Abrir archivo impreso"
```

```
On Error Resume Next
CommonDialog1.Action = 1
If Not (Err = 32755) Then
Archivo = CommonDialog1.FileName
```

```
Refresh
Form6.Show
Refresh
For zz = 0 To 200
Next zz
Refresh
openfile = FFLEVB(Archivo)
Unload Form6
```

```
If openfile = 10 Then
MsgBox "No se encontró el archivo"
End If
```

```
End If
Abrearchivo "c:\coord.tmp"
Picture2.SetFocus
Form2.Caption = Archivo
```

```
If refe = 1 Then
Picture2.ForeColor = QBColor(12)
Picture2.Line (0, 4000)-(24000, 4000)
Picture2.Line (0, 8000)-(24000, 8000)
Picture2.Line (0, 12000)-(24000, 12000)
Picture2.Line (0, 16000)-(24000, 16000)
```

```
Picture2.Line (4000, 0)-(4000, 18000)
Picture2.Line (8000, 0)-(8000, 18000)
Picture2.Line (12000, 0)-(12000, 18000)
Picture2.Line (16000, 0)-(16000, 18000)
Picture2.Line (20000, 0)-(20000, 18000)
End If
```

```
Archivo = ""
```

```
End Sub
```

**Private Sub acerca\_Click()**

```
frmAbout.Show
End Sub
```

**Private Sub Cerrar\_Click()**

```
Close #1
```

```
Picture2.Refresh
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
```

Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

```

Kill "C:\coord.tmp"
openfile = 0
Form2.Caption = "Simulación de Plotter"
End Sub

Private Sub Command1_Click()
If openfile = 1 Then
Kill "c:\coord.tmp"
End If
End
End Sub

Private Sub contenido_Click()
Form4.Show
End Sub

Private Sub Form_Activate()
Dim res1 As Integer
Dim res2 As Single
ReDim var1(6) As Single
ReDim var2(4) As Integer
Dim Archivo As String
Dim reaxy As Integer
ReDim varx(1000) As Single
ReDim vary(1000) As Single
ReDim Varp(1000) As Integer

Picture2.ForeColor = QBColor(0)
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0

If refe = 1 Then
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
Picture2.ForeColor = QBColor(12)
Picture2.Line (0, 4000)-(24000, 4000)
Picture2.Line (0, 8000)-(24000, 8000)
Picture2.Line (0, 12000)-(24000, 12000)
Picture2.Line (0, 16000)-(24000, 16000)

Picture2.Line (4000, 0)-(4000, 18000)
Picture2.Line (8000, 0)-(8000, 18000)
Picture2.Line (12000, 0)-(12000, 18000)
Picture2.Line (16000, 0)-(16000, 18000)
Picture2.Line (20000, 0)-(20000, 18000)
End If

If openfile = 1 Then
Abrearchivo "c:\coord.tmp"
End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
centerform Me
openfile = 0
End Sub

Private Sub Form_Paint()

Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
End Sub

Private Sub Grabar2_Click()
Load grabar
grabar.Show
End Sub

Private Sub Grabar1_Click()
grabar.Show
End Sub

Private Sub Grabar_barra_Click()
Load grabar
grabar.Show
End Sub

Private Sub Image1_Db1Click()

Abrir_Click
End Sub

Private Sub Image2_Db1Click()
Form2.Hide
Form3.Show
End Sub

Private Sub Image3_Db1Click()
Load grabar
grabar.Show
End Sub

Private Sub Image4_Db1Click()
If openfile = 1 Then
Kill "c:\coord.tmp"
End If
End
End Sub

Private Sub Label10_Db1Click()
Load grabar
grabar.Show
End Sub

Private Sub Label11_Click(Index As Integer)
If openfile = 1 Then
Kill "c:\coord.tmp"
End If
End
End Sub

Private Sub Label8_Db1Click()
Abrir_Click
End Sub

Private Sub Label9_Db1Click()
Form2.Hide
Form3.Show
End Sub

Private Sub Limpiaz_Click()
Picture2.Refresh
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
End Sub

Private Sub Picture2_Db1Click()
Form2.Hide
Form3.Show
End Sub

Private Sub ploter_Db1Click()
Form2.Hide
Form3.Show
End Sub

Private Sub referencia_Click()
referencia.Checked = Not referencia.Checked

If referencia.Checked = True Then
refe = 1
Else
refe = 0
End If

If refe = 1 Then
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
Picture2.ForeColor = QBColor(12)
Picture2.Line (0, 4000)-(24000, 4000)
Picture2.Line (0, 8000)-(24000, 8000)
Picture2.Line (0, 12000)-(24000, 12000)
Picture2.Line (0, 16000)-(24000, 16000)

Picture2.Line (4000, 0)-(4000, 18000)
Picture2.Line (8000, 0)-(8000, 18000)
Picture2.Line (12000, 0)-(12000, 18000)
Picture2.Line (16000, 0)-(16000, 18000)
Picture2.Line (20000, 0)-(20000, 18000)

```

Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

```

End If
End Sub

Private Sub salir_Click()
If openfile = 1 Then
Kill "c:\coord.tmp"
End If
End
End Sub

Private Sub salirmenu_Click()
If openfile = 1 Then
Kill "c:\coord.tmp"
End If
End
End Sub

Private Sub Verimp_Click()
Picture2.Refresh
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
If openfile = 1 Then
todosmov = 0
Abrearchivo "C:\coord.tmp"
Else
MsgBox "No se encontró el archivo"
End If
End Sub

Private Sub Vermovs_Click()
If openfile = 1 Then
todosmov = 1
Abrearchivo "C:\coord.tmp"
Else
MsgBox "No se encontró el archivo"
End If
End Sub

Private Sub zoom_Click()
Form2.Hide
Form3.Show
End Sub

Form 3

Private Sub Abrearchivo(Archivo As String)

ReDim mat(4) As Double
Dim arch As String
Dim char, Filename, TextData
Dim count As Integer

char = 0
If Len(Archivo) Then
Open Archivo For Input As #1

While Not (EOF(1))

For i = 1 To 4

Do While char <> Chr(58) And Not EOF(1)

char = Input(1, #1)

If char <> Chr(58) Then
TextData = TextData & char
End If
Loop

mat(i) = Val(TextData)
TextData = ""
char = 0
Next i

If mat(4) = 0 Then
If todosmov = 1 Then
Picture2.ForeColor = QBColor(10)
lineas Picture2, mat(2), mat(3)
Else
lastx = mat(2)
lasty = mat(3)
moveflag = 1
End If

Else
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
lineas Picture2, mat(2), mat(3)

End If

Wend

Close #1
End If

End Sub

Private Sub Form_Activate()
ReDim mat(4) As Double
Dim arch As String
Dim char, Filename, TextData
Dim count As Integer
If openfile = 1 Then
Abrearchivo "c:\coord.tmp"
End If

Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
If rfc = 1 Then
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
Picture2.ForeColor = QBColor(12)
Picture2.Line (0, 4000)-(24000, 4000)
Picture2.Line (0, 8000)-(24000, 8000)
Picture2.Line (0, 12000)-(24000, 12000)
Picture2.Line (0, 16000)-(24000, 16000)

Picture2.Line (4000, 0)-(4000, 18000)
Picture2.Line (8000, 0)-(8000, 18000)
Picture2.Line (12000, 0)-(12000, 18000)
Picture2.Line (16000, 0)-(16000, 18000)
Picture2.Line (20000, 0)-(20000, 18000)
End If
End Sub

Private Sub Form_Click()
Form3.Hide
Form2.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
centerform Me
End Sub

Private Sub Image1_Click()
Unload Form3
Form2.Show
End Sub

Private Sub limpiar_Click()
Picture2.Refresh
Picture2.ForeColor = QBColor(0)
Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
End Sub

Private Sub Picture2_DblClick()
Form3.Hide
Form2.Show
If openfile = 1 Then
Abrearchivo "c:\coord.tmp"
End If
End Sub

```

Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

```

Private Sub Picture2_Paint()
    If rcf = 1 Then
        Picture2.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
        Picture2.ForeColor = QBColor(12)
        Picture2.Line (0, 4000)-(24000, 4000)
        Picture2.Line (0, 8000)-(24000, 8000)
        Picture2.Line (0, 12000)-(24000, 12000)
        Picture2.Line (0, 16000)-(24000, 16000)

        Picture2.Line (4000, 0)-(4000, 18000)
        Picture2.Line (8000, 0)-(8000, 18000)
        Picture2.Line (12000, 0)-(12000, 18000)
        Picture2.Line (16000, 0)-(16000, 18000)
        Picture2.Line (20000, 0)-(20000, 18000)
    End If
End Sub

Private Sub ploter_Db1Click()
    Form3.Hide
    Form2.Show
End Sub

Private Sub Regresar_Click()
    Unload Form3
    Form2.Show
End Sub

Private Sub Versoelotmpres_Click()
    If openfile = 1 Then
        todomov = 0
        Abrearchivo "C:\coord.tmp"
    Else
        MsgBox "No se encontró el archivo"
    End If
End Sub

Private Sub vertodomov_Click()
    If openfile = 1 Then
        todomov = 1
        Abrearchivo "C:\coord.tmp"
    Else
        MsgBox "No se encontró el archivo"
    End If
End Sub

form 4

Private Sub Command3D1_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub Command1_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
    centerform Me
End Sub

FrmAbout

Const KEY_ALL_ACCESS = &H2003F
Const HKEY_LOCAL_MACHINE = &H80000002
Const ERROR_SUCCESS = 0
Const REG_SZ = 1
Const REG_DWORD = 4

Const gREGKEYSYSINFOLOC -
"SOFTWARE\Microsoft\Shared Tools Location"
Const gREGVALSYSINFOLOC = "MSINFO"
Const gREGKEYSYSINFO -
"SOFTWARE\Microsoft\Shared Tools\MSINFO"
Const gREGVALSYSINFO = "PATH"

Private Declare Function RegOpenKeyEx Lib "advapi32"
Alias "RegOpenKeyExA" (ByVal hKey As Long, ByVal lpSubKey
As String, ByVal ulOptions As Long, ByVal samDesired As
Long, ByRef phkResult As Long) As Long
Private Declare Function RegQueryValueEx Lib "advapi32"
Alias "RegQueryValueExA" (ByVal hKey As Long, ByVal
lpValueName As String, ByVal lpReserved As Long, ByRef
lpType As Long, ByVal lpData As String, ByRef lpcbData As
Long) As Long
Private Declare Function RegCloseKey Lib "advapi32"
(ByVal hKey As Long) As Long

Private Sub cmdSysInfo_Click()
    Call StartSysInfo
End Sub

Private Sub cmdOK_Click()
    Unload Me
End Sub

Public Sub StartSysInfo()
    On Error GoTo SysInfoErr
    Dim rc As Long
    Dim SysInfoPath As String

    If GetKeyValue(HKEY_LOCAL_MACHINE,
gREGKEYSYSINFO, gREGVALSYSINFO, SysInfoPath) Then

        ElseIf GetKeyValue(HKEY_LOCAL_MACHINE,
gREGKEYSYSINFOLOC, gREGVALSYSINFOLOC, SysInfoPath)
Then

            If (Dir(SysInfoPath & "\MSINFO32.EXE") <> "")
Then
                SysInfoPath = SysInfoPath &
"\MSINFO32.EXE"
            Else
                GoTo SysInfoErr
            End If

        Else
            GoTo SysInfoErr
        End If

        Call Shell(SysInfoPath, vbNormalFocus)

    Exit Sub
    SysInfoErr:
        MsgBox "System Information is Unavailable At This
Time", vbOKOnly
    End Sub

Public Function GetKeyValue(KeyRoot As Long,
KeyName As String, SubKeyRef As String, ByRef KeyVal As
String) As Boolean
    Dim rc As Long
    Dim rc As Long
    Dim hKey As Long
    Dim hDepth As Long
    Dim KeyValType As Long
    Dim tmpVal As String
    Dim KeyValSize As Long
    rc = RegOpenKeyEx(KeyRoot, KeyName, 0,
KEY_ALL_ACCESS, hKey)
    If (rc <> ERROR_SUCCESS) Then GoTo GetKeyError

    tmpVal = String$(1024, 0)
    KeyValSize = 1024

    rc = RegQueryValueEx(hKey, SubKeyRef, 0,
KeyValType, tmpVal, KeyValSize)

    If (rc <> ERROR_SUCCESS) Then GoTo GetKeyError

    If (Asc(Mid(tmpVal, KeyValSize, 1)) = 0) Then
        tmpVal = Left(tmpVal, KeyValSize - 1)
    End If
End Function

```

Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

```

Else
    tmpVal = Left(tmpVal, KeyValSize)
End If

Select Case KeyValType
Case REG_SZ
    KeyVal = tmpVal
Case REG_DWORD
    For i = Len(tmpVal) To 1 Step -1
        KeyVal = KeyVal + Hex(Asc(Mid(tmpVal, i,
1)))
    Next
    KeyVal = Format$("0h" + KeyVal)
End Select

GetKeyValue = True
rc = RegCloseKey(hKey)
Exit Function

GetKeyError:
    KeyVal = ""
Val To Empty String
    GetKeyValue = False
Failure
    rc = RegCloseKey(hKey)
Registry Key
End Function

Grabar

Private Sub Command1_Click()
    abortando = 1
    Close (1)
    MSComm1.PortOpen = False
    Unload grabar
End Sub

Private Sub readv()
    ReDim entrada(20) As Variant

    For i = 0 To 3
        l = 0 'AQUI SE COMETE EL ERROR AL SALIR SIN
TERMINAR DE GRABAR
        Do While char <> Chr(58) And Not EOF(1)
            char = Input(1, #1)
            If char <> Chr(58) And Not EOF(1) Then
                entrada(i) = char
            End If
            l = l + 1
        Loop

        vec(je, i) = entrada(0) & entrada(1) & entrada(2) &
entrada(3) & entrada(4) & entrada(5) & entrada(6) & entrada(7)
& entrada(8) & entrada(9) & entrada(10) & entrada(11) &
entrada(12) & entrada(13) & entrada(14) & entrada(15) &
entrada(16) & entrada(17) & entrada(18) & entrada(19)

        If i = 0 Then
            vec(je, i) = Slider1.Value
        End If

        For l = 0 To 19
            entrada(l) = ""
        Next l

        char = ""
        l = 0

    Next i
End Sub

'Envia el diseño a Ptroplot para su grabado
Private Sub Command3_Click()

    Dim i, j, k As Integer
    Dim Archivo As String
    Dim imprimiendo As Integer
    Dim lectura1 As Integer
    ReDim xyp(500, 3) As String
    ReDim entrada(20) As Variant

    Dim Buffer As Variant
    Dim ok As String

    ReDim mat(4) As Double
    Dim arch As String
    Dim char, Filename, TextData
    Dim count As Integer
    Dim Instring As String
    lectura1 = 0
    If arrsize = 0 Then
        MsgBox "No es ha elegido un diseño" + Chr(13) + "Elija el
archivo a imprimir y vuelva a intentar", 48
        GoTo salir
    End If

    For j = 0 To 2
        For i = 0 To 3
            vec(j, i) = 0
        Next i
        Next j
        i = 0
        j = 0

    Close #1
    Archivo = "c:\coord.tmp"
    char = 0

    Open Archivo For Input As #1

    k = arrsize \ 500
    k = (k + 1) * 500

    ProgressBar1.Min = 0
    ProgressBar1.Max = k
    ProgressBar2.Min = 0
    ProgressBar2.Max = 500
    k = 0
    Do While Not (EOF(1))
        ciclos = 0
        For j = 0 To 499
            For i = 0 To 3
                xyp(j, i) = 0
            Next i
        Next j
        noinea = 0

        Do While ok <> "Esperando"
            MSComm1.Output = "S"
            For k1 = 0 To 200000
                Next k1
                ok = MSComm1.Input
                If ok = "SEesperando" Then
                    ok = "Esperando"
                End If
                If ok = "Esperando" Then
                    Form8.Hide
                    Form7.Show
                    DoEvents
                End If
            End While
        End While
    End While

```

Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

```

    End If
    DoEvents
    nolinea = nolinea + 1
    If nolinea = 15 And gd = 0 Then
    MsgBox "No es posible establecer comunicacion con
    Piroplot" + Chr(13) + "Verifique que Piroplot se encuentre
    encendido y en linea", 48
    GoTo salir
    End If
    Loop
    gd = 1
    ok = 0
    If lectural = 0 Then
    je = 0
    Call readv
    je = 1
    Call readv
    je = 2
    Call readv
    lectural = 1
    End If

j = 0

While j < 500

ProgressBar2.Value = j
If ciclos = 1 Then
    For X = 0 To 3
    For retraso = 0 To 1000
    Next retraso

    charsalida = Len(xyp(499, X))
    For csal = 1 To charsalida
    chaal = Mid(xyp(499, X), csal, 1)
    MScComm1.Output = chaal
    Next csal

    For retraso = 0 To 1000
    Next retraso
    MScComm1.Output = Chr(58)
    For retraso = 0 To 1000
    Next retraso
    DoEvents
    Next X
j = 1
ciclos = 0
End If

If vec(0, 3) = 0 And vec(1, 3) = 0 And vec(2, 3) = 0 Then
    For X = 0 To 3
    vec(1, X) = vec(2, X)
    Next X
    je = 2
    Call readv

Else
    For X = 0 To 3
    xyp(j, X) = vec(0, X)
    Next X

    For y = 0 To 1
    For X = 0 To 3
    vec(y, X) = vec(y + 1, X)
    Next X
    Next y

    je = 2
    Call readv

    For X = 0 To 3
    For retraso = 0 To 1000
    Next retraso

    charsalida = Len(xyp(j, X))

```

```

For csal = 1 To charsalida
chaal = Mid(xyp(j, X), csal, 1)
MScComm1.Output = chaal
Next csal

```

```

For retraso = 0 To 1000
Next retraso
MScComm1.Output = Chr(58)
For retraso = 0 To 1000
Next retraso

```

```

DoEvents
If abortando = 1 Then
GoTo salir
End If
Next X
j = j + 1

```

```
End If
```

```
If EOF(1) Then
```

```

For X = 0 To 3
For retraso = 0 To 1000
Next retraso
charsalida = Len(vec(0, X))
For csal = 1 To charsalida
chaal = Mid(vec(0, X), csal, 1)
MScComm1.Output = chaal
Next csal

```

```

MScComm1.Output = Chr(58)
For retraso = 0 To 1000
Next retraso
Next X
j = j + 1

```

```

For a = j To 499
For b = 0 To 3
xyp(a, b) = "0.0"
MScComm1.Output = "0.0"
MScComm1.Output = Chr(58)

```

```

DoEvents
Next b
k = k + 1
ProgressBar1.Value = ProgressBar1.Max -
500 + a
ProgressBar2.Value = a

Next a
GoTo escape
End If

```

```

k = k + 1
ProgressBar1.Value = k

```

```
DoEvents
```

```

If j = 499 Then
For b = 0 To 2
For retraso = 0 To 1000
Next retraso
MScComm1.Output = xyp(j - 1, b)
For retraso = 0 To 1000
Next retraso
MScComm1.Output = Chr(58)
For retraso = 0 To 1000
Next retraso
DoEvents
Next b

```

## Apéndice G. Código de programa de Interfaz a usuario.

```

MSComm1.Output = "0"
MSComm1.Output = Chr(58)
j = 500
Form7.Hide
Form8.Show
DoEvents

```

```

cicloc = 1
End If

```

```

DoEvents
Wend
escape:

```

```

DoEvents

```

```

Loop
salir:
gd = 0
Close (1)
MSComm1.PortOpen = False
Form7.Hide
Form8.Hide
Unload Form7
Unload Form8
Unload grabar
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
abortando = 0
Option1(1).Value = True

ProgressBar1.Visible = True
ProgressBar1.Max = 499 * 1
Slider1.Value = 11
Text3.Text = Slider1.Value

```

```

MSComm1.CommPort = puerto
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
MSComm1.InputLen = 0
MSComm1.PortOpen = True
End Sub

```

```

Private Sub Option1_Click(Index As Integer)
Select Case Index
Case 0: puerto = 1
Case 1: puerto = 2
Case 2: puerto = 3
Case 3: puerto = 4
End Select
End Sub

```

```

Private Sub Slider1_Change()
Text3.Text = Slider1.Value
End Sub

```

```

Private Sub Text3_Change()
If Val(Text3.Text) > 0 And Val(Text3.Text) < 151 Then
Slider1.Value = Text3.Text
Else
Text3.Text = ""
Slider1.Value = 0
End If
End Sub

```

### Module1

```

Declare Function FFILEVB% Lib "c:\windows\piro32.dll"
(ByVal a$)

```

```

Sub Main()
frmSplash2.Show
frmSplash2.Refresh
Set fMainForm = New Form2
Load Form2
For i = 0 To 500000
h = h + 1
Next i
Unload frmSplash2

```

```

Form2.Show
End Sub

```

```

Sub centerform(X As Form)

```

```

Screen.MousePointer = 11
X.Top = (Screen.Height) / 2 - X.Height / 2
X.Left = Screen.Width / 2 - X.Width / 2
Screen.MousePointer = 0

```

```

End Sub

```

```

Sub Hline(X As PictureBox, a As Double, b As Double)

```

```

If todosmov = 0 Then
If moveflag = 1 Then
X.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
X.Line (lastx, lasty)-(a, b)
moveflag = 0
Else
X.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
X.Line -(a, b)
End If
Else
X.Scale (0, 18000)-(24000, 0)
ScaleMode = 0
X.Line -(a, b)
End If
End Sub

```

### Module3

```

Global Archivo As String
Global openfile As Integer
Global todosmov As Integer
Global lastx As Single
Global lasty As Single
Global moveflag As Integer
Global refe As Integer
Global arrsize As Double
Global puerto As Integer
Global je As Integer
Public vec(2, 3) As String
Global abortando As Integer

```

**Apéndice H.  
Programa del microcontrolador.**

**Controlador**

**Descripción:** Este programa realiza las funciones básicas de control de PIROPLOT. En este las coordenadas absolutas proporcionadas por la interfaz a usuario son descompuestas en movimientos rectilíneos paralelos a los ejes X y Y, lo cual aunado con el control de la punta permiten realizar el grabado.

A partir de este programa se genera un código utilizado por sistemas HC11, mismo que se localiza en la tarjeta principal de PIROPLOT.

**Entrada:** El programa espera datos que proporcionan información de cómo realizar el grabado.

**Proceso:** Antes de inicial la lectura de datos el programa,

El proceso consta de los siguientes puntos:

1. Da la orden para que los motores lleven al sistema a su posición inicial en los ejes X, Y, Z (cero máquina)
2. Espera recibir una señal de la interfaz a usuario indicando que la transmisión será llevada a cabo
3. Recibe 500 arreglos correspondientes a 500 movimientos para ser llevados a cabo de inmediato.
4. Realiza los desplazamientos para el grabado.
5. Finalizada la tarea el programa vuelve a estado de espera para la siguientes grabación.

**Salida:** Los movimientos asignados a cada eje son traducidos a pasos para los motores. Los movimientos para los motores de los ejes X, Y, Z, son enviados a los puertos externos B, A, C respectivamente

HP-GL/2 Marca registrada Hewlett Packard  
Windows, Windows Net, Win32, Marcas registradas de Microsoft Co.

\*/

```

/*
Programa principal de plotter

Stack pointer 0x01FF
Text section address 0xE000.0xFFFF
Data section address 0x8000.0x9FFF
Record to address:
Mem E000.FFFF
F Mem 0000:1FFF
Dim Mem 0000.FFFF
Dim Mem 0000.FFFF
Compile to S.19 Format

*/

#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <hc11.h>
#include <float.h>

#define avx 0.155520995
#define avy 0.090090090
#define avp 0.0812625

float arrx[500];
float arry[500];
int arrp[500];

int salidax[5];
int saliday[5];
int salidaz[6];
int *ptrx;
int *ptry;
int *ptrz;

float y2,yy1,xy,xx,yx,yy,mm,b,dx,dy,px,py,x1,x2;
int inicio,ptaanterior,ret,m,movp;
float pxanterior, pyanterior;
int ok;

void zeros(void);
void lee(void);
void muestra( float px, float py );
void actualiza(void);
void actualpta(int m);
void tiempo(int ret);
void calibra(void);

main(void)
{char i;
ok=0;

salidax[0]=5;
salidax[1]=1;salidax[2]=2;salidax[3]=4,salidax[4]=0;
saliday[0]=5;
saliday[1]=1;saliday[2]=2;saliday[3]=4,saliday[4]=0;
salidaz[0]=8;
salidaz[1]=0x89;salidaz[2]=0x8A;salidaz[3]=0x86;salidaz
[4]=0x85;salidaz[5]=0; /*85 86 8A 89*/
ptrx = &salidax[1];
ptry = &saliday[1];
ptrz = &salidaz[1];

y2=0,yy1=0,
xy=0,xx=0,yx=0,yy=0,mm=0,b=0,dx=0,dy=0,
px=0,py=0,x1=0,x2=0;

inicio=0;
pxanterior=0, pyanterior=0,ptaanterior=0;

PORTECONFIG= 0x80;
PORTD=0x01;
DDRD =0x00; /*1009 DDRD output;*/
SPCR=0x20;
BAUD=0x30; /*especifica baud 9600*/
SCCR1=0x00; /*04*/
SCCR2=0x0E; /*SCCR2 transmit enable =04 receiver
enable 0C*/

PORTEC = *ptrz;

zeros();
while(ok==0)
{
ok=5;
while(ok==5)
{
i=0;
printf("5");
i = getchar();
if (i==0x35) {ok=i;}
}
printf("Esperando");
lee();
actualiza();
ok=0;
}
}

void zeros(void)
{int i;
}

```

```

while((i=PORTE)&(32))==32)
{ptrz--
;if(*ptrz==8){ptrz=&salidaz[4;]PORTEC=*ptrz;tiempo(400)
;}
while((i=PORTE)&(128))==128)
{ptrx--
;if(*ptrx==5){ptrx=&salidax[3;]PORTEB=*ptrx;tiempo(400);
}
while((i=PORTE)&(64))==64)
{ptry--
;if(*ptry==5){ptry=&saliday[3;]PORTEA=*ptry;tiempo(400);
}
}

```

```

void lee(void)
{ char leyendo[16];
int i=0,d,m;
char ch;
float n=0;

```

```

for(m=0;m<500;m++)
{
for(d=0;d<4;d++)
{
ch=48;
while(ch!=58) /* 3A' */
{
ch=getchar();
/* printf("%c\n",ch); */
if(ch > 45 && ch < 59) /* 2D 3B' */
{
leyendo[i] = ch;
i++;
}
}
n = (float)atof(leyendo);
/*for(i=0;i<12;i++)
{printf("leyendo[%d]=%c\n",i,leyendo[i]);
printf("%f\n",n);
if(d==0){if(n>movp){movp=n;}}
if(d==1){arrx[m]=n*.025;}
if(d==2){arry[m]=n*.025;}
if(d==3){arrp[m]=n;}
i=0;
}
}
}

```

```

void actualiza(void)
{float kk;
for(m=0;m<500;m++)
{x2=arrx[m];y2=arry[m];
actualpta(m);
{
if(x2==x1)

```

```

{
px=x1; py=yy1;
while(fabs(py-y2)>avy)
{
if(yy1>y2){py=py-avy;}
if(yy1<y2){py=py+avy;}
muestra(px,py);
}
yy1=py;
else
{
if(y2==yy1)
{
py=yy1.px=x1;
while(fabs(px-x2)>avx)
{
if(x1>x2){px=px-avx;}
if(x1<x2){px=px+avx;}
muestra(px,py);
}
x1=px;
}
else
{
mm=(y2-yy1)/(x2-x1);
b=yy1-(mm*x1);
px=x1;
py=yy1;
xx=px;
xy=py;
yx=px;
yy=py;
}
}
while(fabs(px-x2)>avx||fabs(py-y2)>avy)
{
if(x2>x1&&y2>yy1){xx=px+avx,yy=py+avy;}
if(x2<x1&&y2>yy1){xx=px-avx,yy=py+avy;}
if(x2<x1&&y2<yy1){xx=px-avx,yy=py-avy;}
if(x2>x1&&y2<yy1){xx=px+avx,yy=py-avy;}

kk=(sqrt(mm*mm+1));
dx=(fabs(mm*xx-1*xy+b))/kk;
dy=(fabs(mm*yx-1*yy+b))/kk;
if(dx<dy){px=xx;}
else{py=yy;}
muestra(px,py);
}
}
}
}
x1=px;
yy1=py;

```

```

}
}

void actualpta( int m)
{int i;
if(arp[m]!=ptaanterior)
{
for(i=movp;i>0;i--)
{
if(arp[m]==1){ptrz++;ptaanterior=arp[m];if(*ptrz==0){ptrz=
&salidaz[1];}tiempo(400);}
if(arp[m]==0){ptrz--
ptaanterior=arp[m];if(*ptrz==8){ptrz=&salidaz[4];}tiempo(
400);}
PORTEC=*ptrz;
}
}
}

void muestra( float px, float py )
{
if(inicio==0){pxanterior=px;pyanterior=py;inicio=1;}

if(pyanterior<py){ptry++;if(*ptry==0){ptry=&saliday[1];}}
if(pyanterior>py){ptry--;if(*ptry==5){ptry=&saliday[3];}}
if(pxanterior<px){ptrx++;if(*ptrx==0){ptrx=&salidax[1];}}
if(pxanterior>px){ptrx--;if(*ptrx==5){ptrx=&salidax[3];}}

PORTEB = *ptrx;
PORTEA = *ptry;
pxanterior=px;
pyanterior=py;
tiempo(350);
}

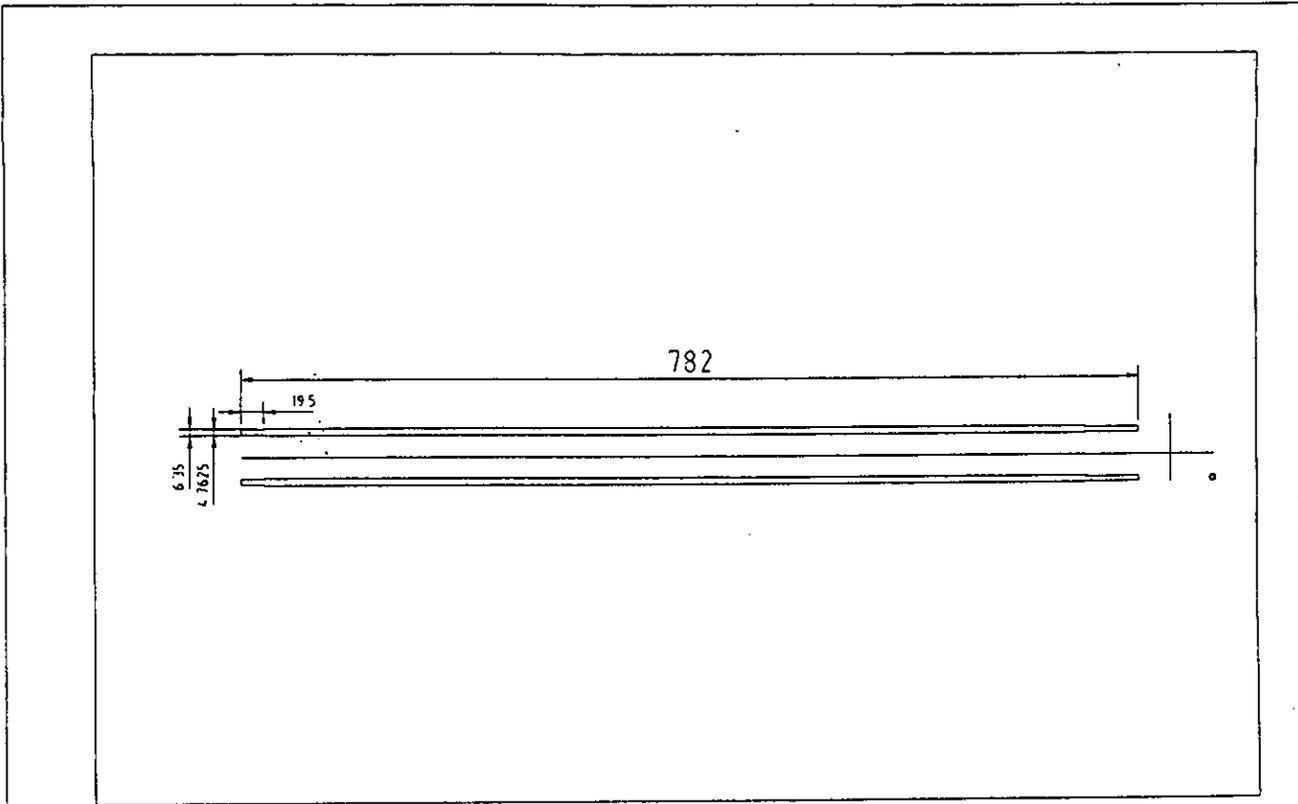
void tiempo(int ret)
{int t;
for(t=ret;t>0;t--){}
}

```

**Apéndice I.  
Planos de Piezas.**

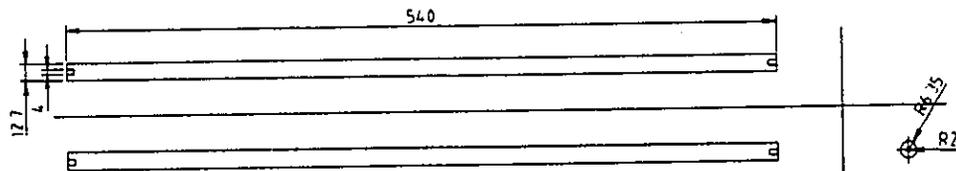
En este apéndice se presentan las montañas de las principales piezas que constituyen el sistema de pirograbado.

1. Barra de transmisión de potencia.
2. Barra guía del sistema Y.
3. Barra guía sistema X.
4. Base del cabezal de grabado.
5. Base motor sistema Y
6. Base principal del plotter.
7. Engrane de aluminio.
8. Engrane tipo 1.
9. Engrane tipo 2.
10. Engrane tipo 3.
11. Engrane tipo 4.
12. Guía 01.
13. Guía 02.
14. Soporte de rodamientos.
15. Soporte estructural.
16. Soporte sistema X lado derecho (SOP\_XD).
17. Soporte sistema X lado izquierdo (SOP\_XI).
18. Soporte sistema Y lado derecho parte inferior (SOP\_YDI).
19. Soporte sistema Y lado derecho parte superior (SOP\_YDS).
20. Soporte sistema Y lado izquierdo parte inferior (SOP\_YII).
21. Soporte sistema Y lado izquierdo parte superior (SOP\_YIS).



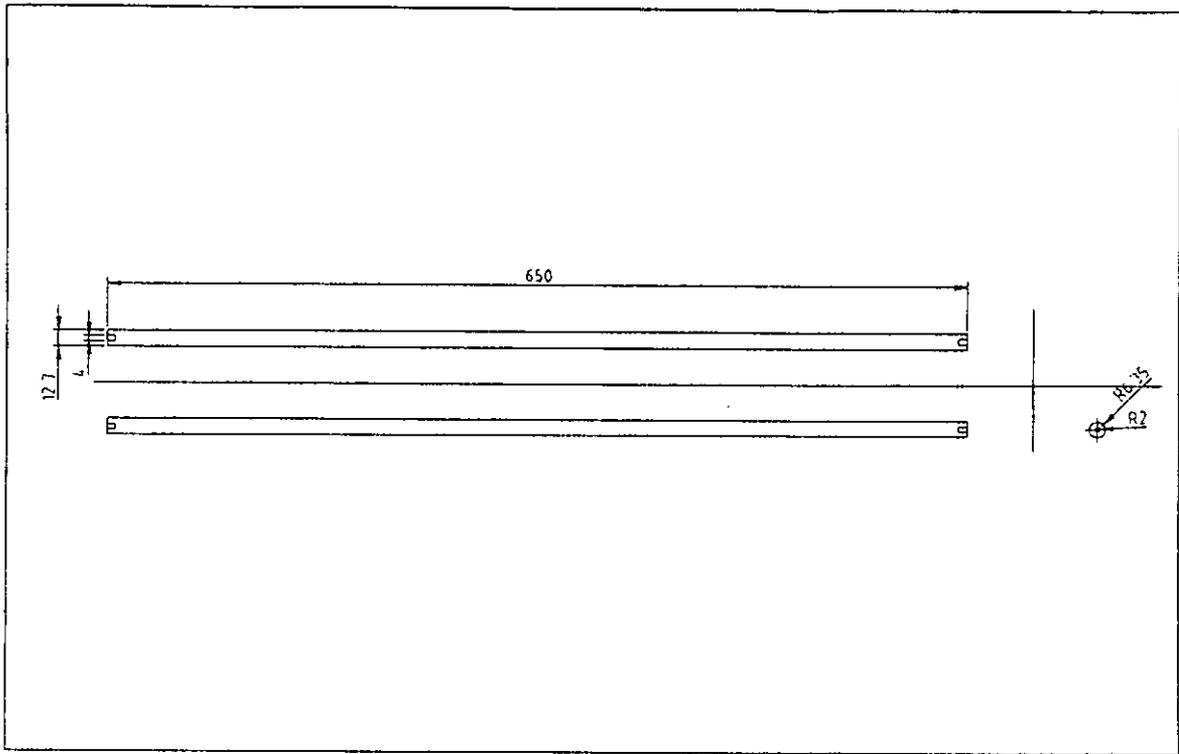
# PIROPLOT

<i>Barra transmisión de potencia.</i>	Esc. 1:6.23
Barra de aluminio 1/8"	Acot: mm
Cantidad: 1 pieza.	25/07/98
	Plano 1.



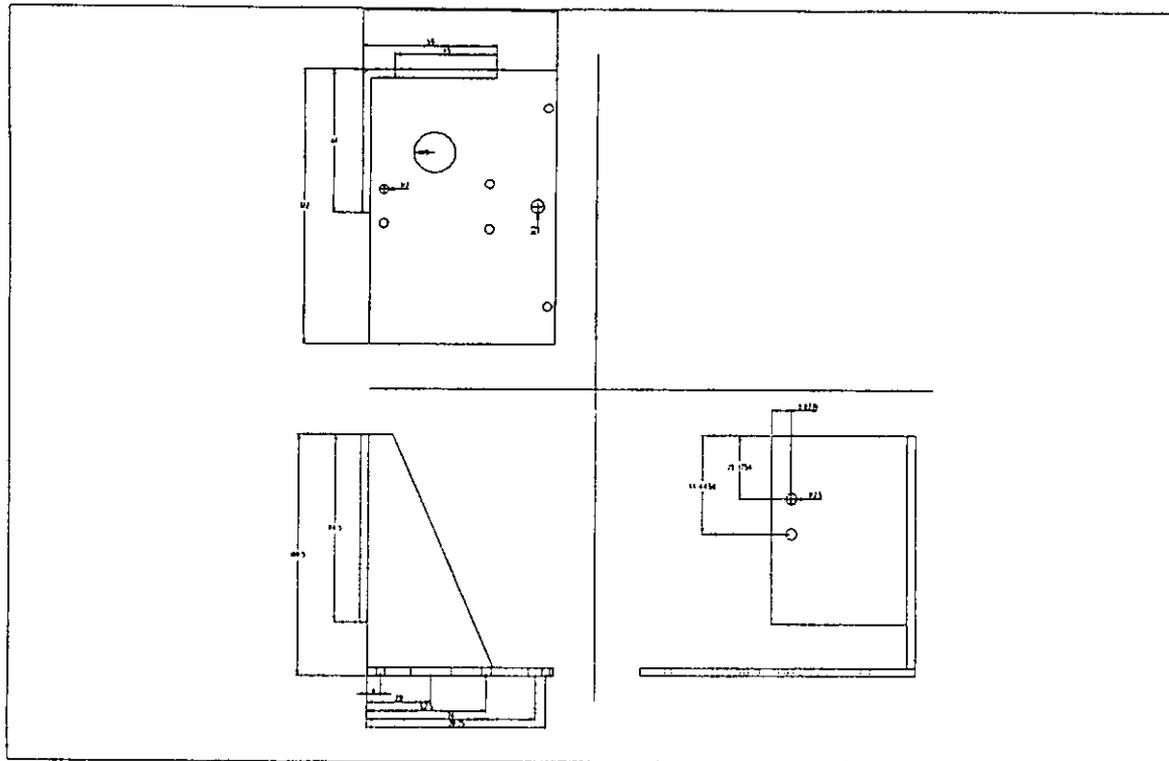
## PIRO PLOT

<i>Barra guía sistema Y.</i>	Esc. 1:3.83
	Acot: mm
Material Barra de acero plata 1/4"	25/07/98
Cantidad: 2 piezas.	Plano 2.



## PIRO PLOT

<i>Barra guía sistema X.</i>	Esc 1 3.85
	Acot: mm
Material: Barra acero-plata 1/4"	25/07/98
Cantidad: 2 piezas	Plano 3.



# PIRO PLOT

*Base del cabezal de grabado.*

Esc. 1 6 23

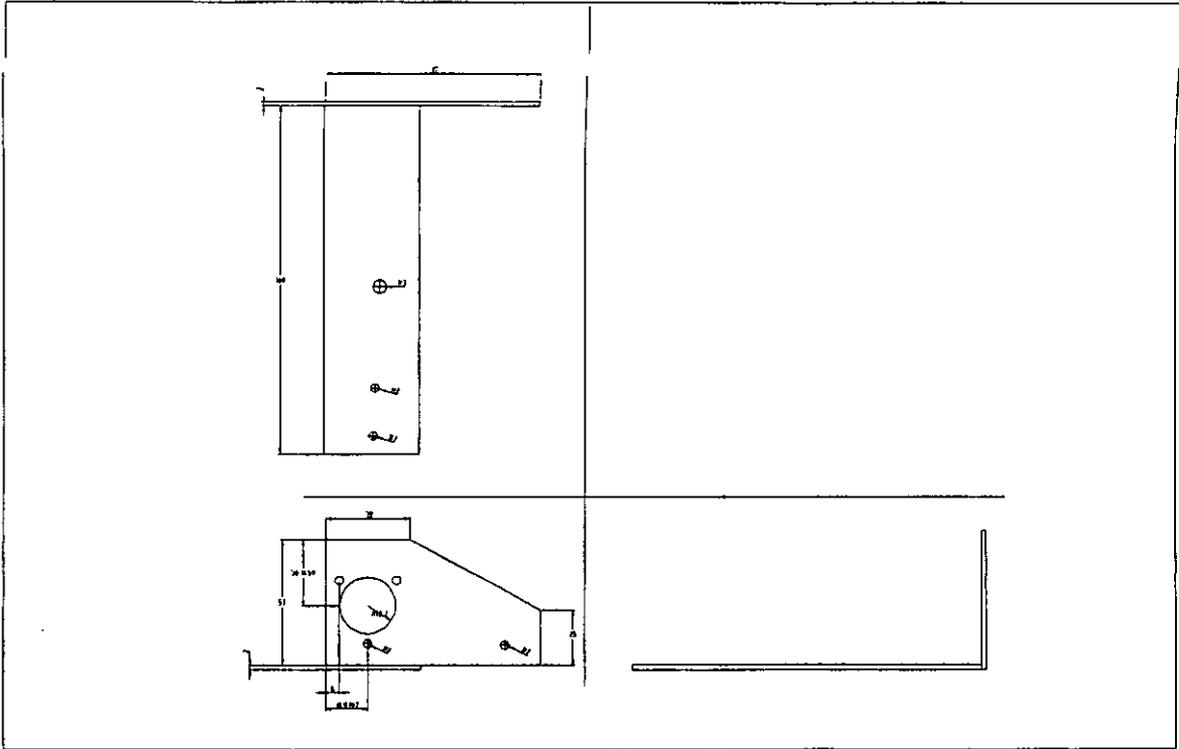
Acot. mm

Lamina aluminio calibre 18

25/07/98

Cantidad 1 pieza.

Plano 4



120

## PIROPLOT

*Base motor X.*

Esc. 1:2.28

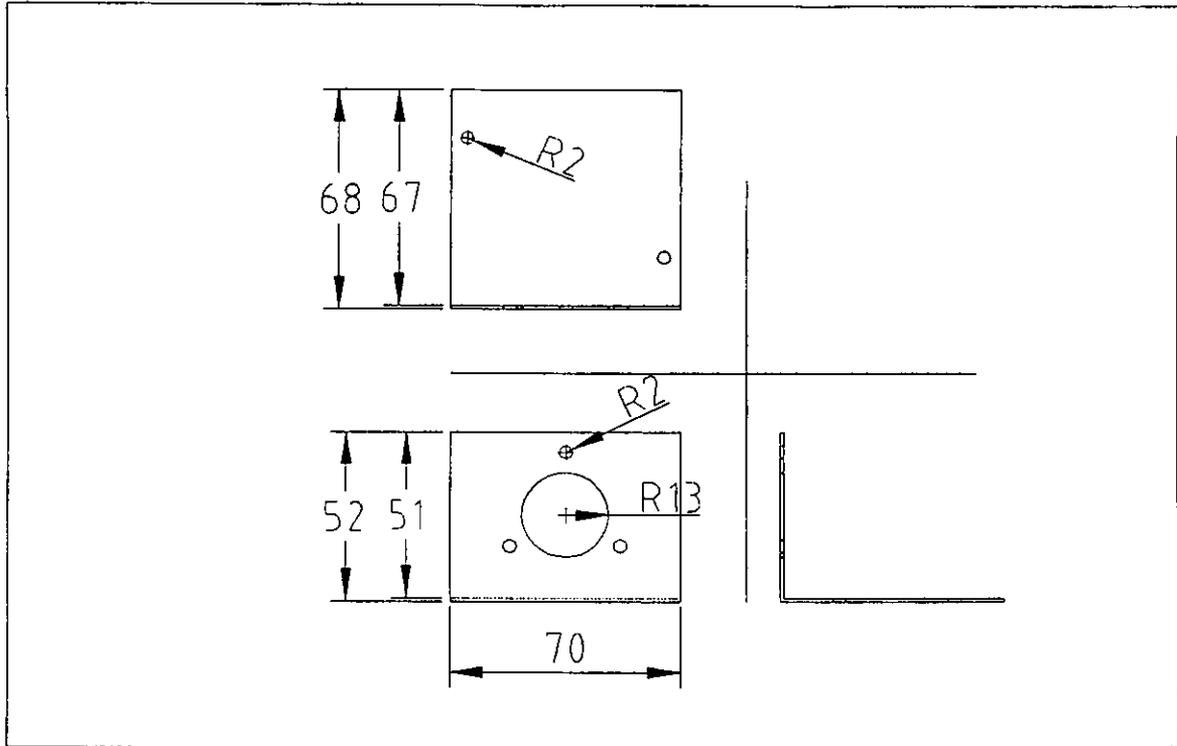
Acot: mm

Lámina aluminio calibre 18

25/07/98

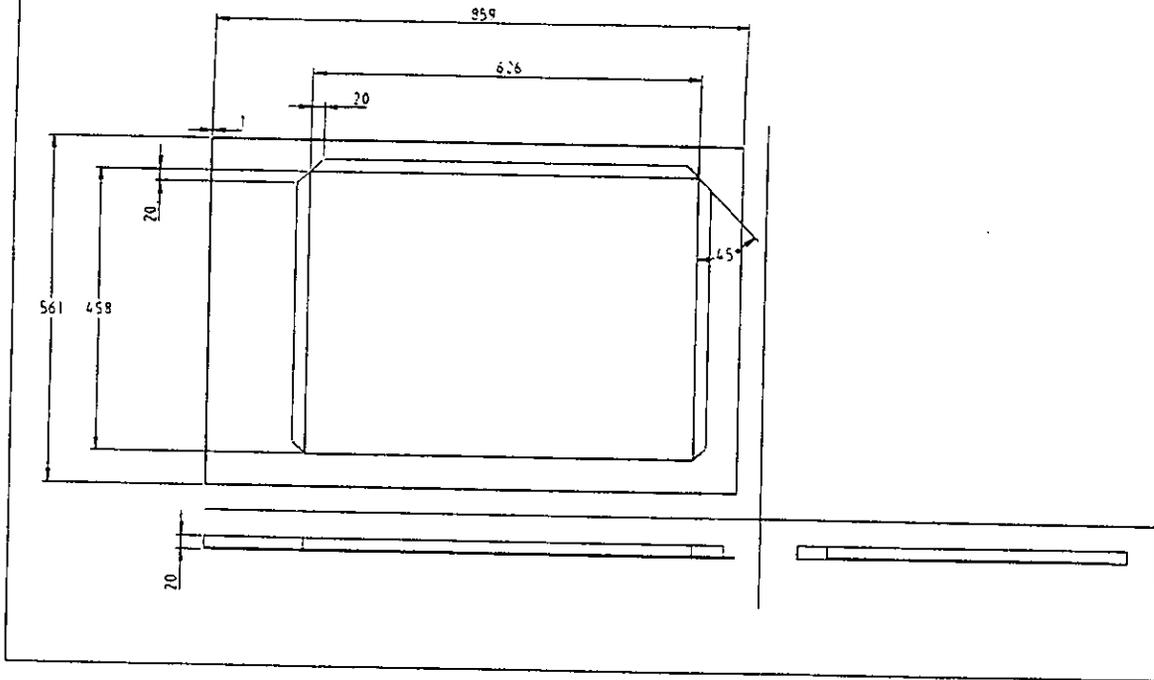
Cantidad: 1 pieza.

Plano 5.

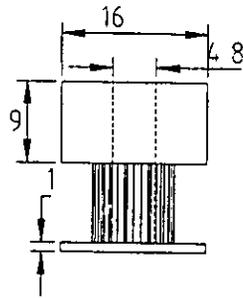


## PIRO PLOT

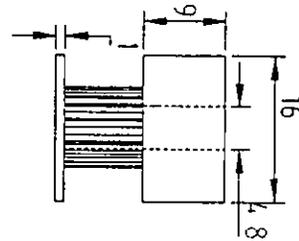
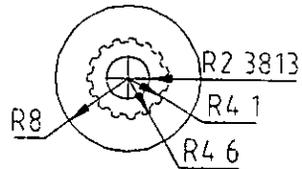
<i>Base motor sistema Y.</i>	Esc. 1:1.53
	Acot: mm
Lamina aluminio calibre 18	25/07/98
Cantidad: 1 pieza.	Plano 6.



<b>PIRO PLOT</b>	
<i>Base principal del plotter.</i>	Esc. 1:7.40
	Acot: mm
Lamina aluminio calibre 18	25/07/98
Cantidad: 1 pieza.	Plano 7



# de dientes: 15



## PIROPLOT

*Engrane tipo 1.*

Esc. 1:0.54

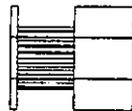
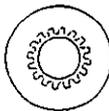
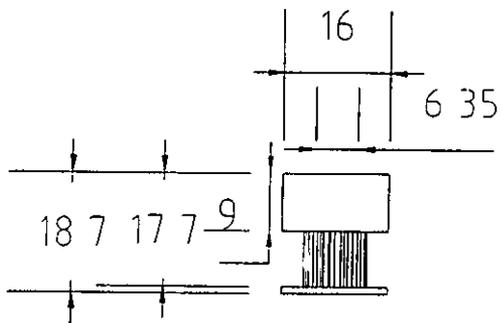
Acot: mm

Material: Plástico.

25/07/98

Cantidad: 2 piezas.

Plano 8



## PIRO PLOT

*Engrane tipo 2.*

Esc. 1:0.76

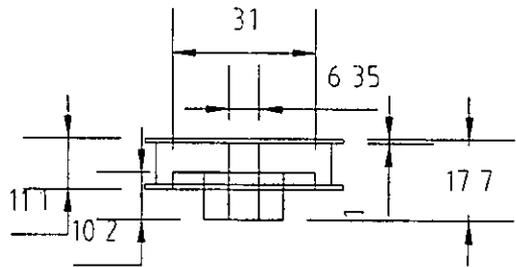
Acot: mm

Material: Plástico.

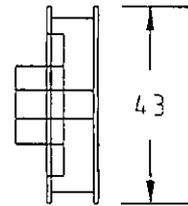
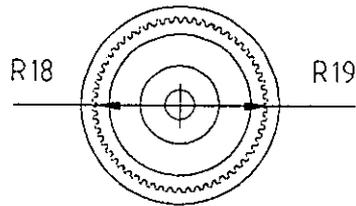
25/07/98

Cantidad: 2 piezas.

Plano 9.



# de dientes: 60



## PIRO PLOT

*Engrane tipo 3.*

Esc. 1:1 10

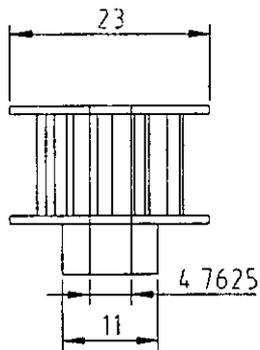
Acot: mm

Material: Plástico.

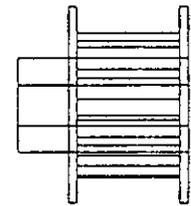
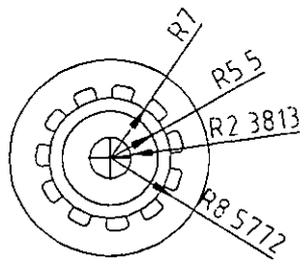
25/07/98

Cantidad: 1 pieza

Plano 10.

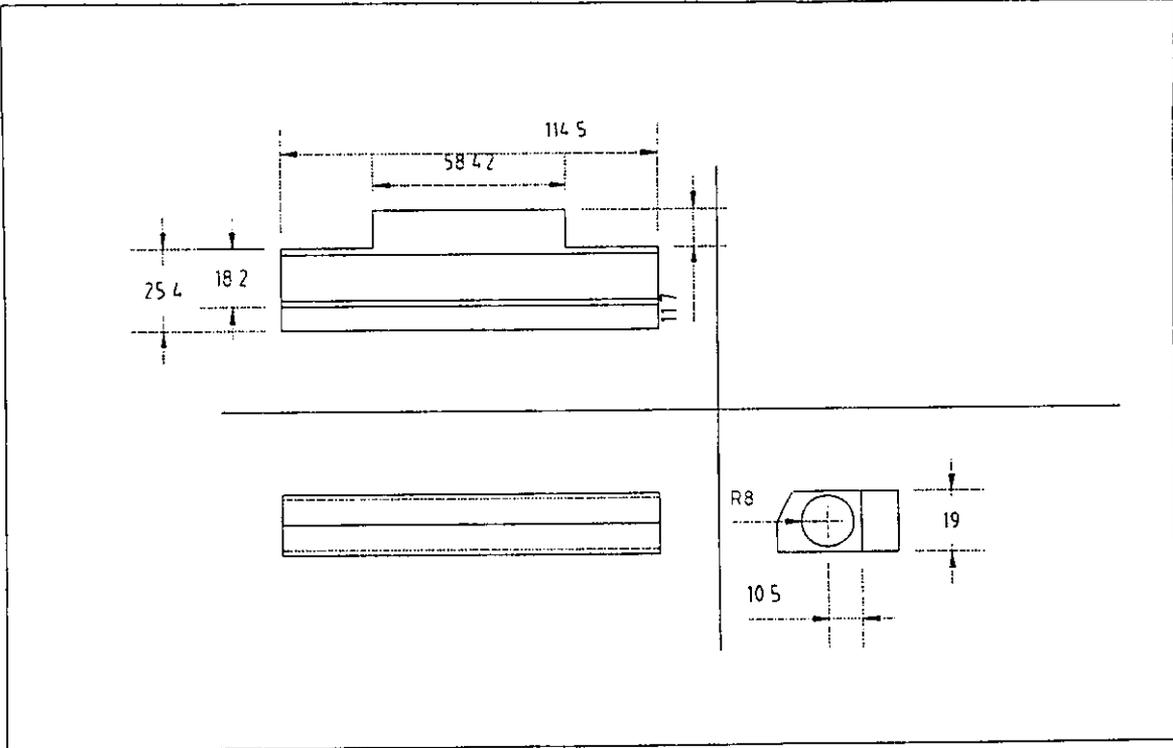


# de dientes: 11



## PIRO PLOT

<i>Engrane tipo 4.</i>	Esc. 1:0.59
	Acot: mm
Material: Aluminio.	25/07/98
Cantidad: 2 piezas.	Plano 11.



# PIRO PLOT

*Guía 01.*

Esc. 1:1.54

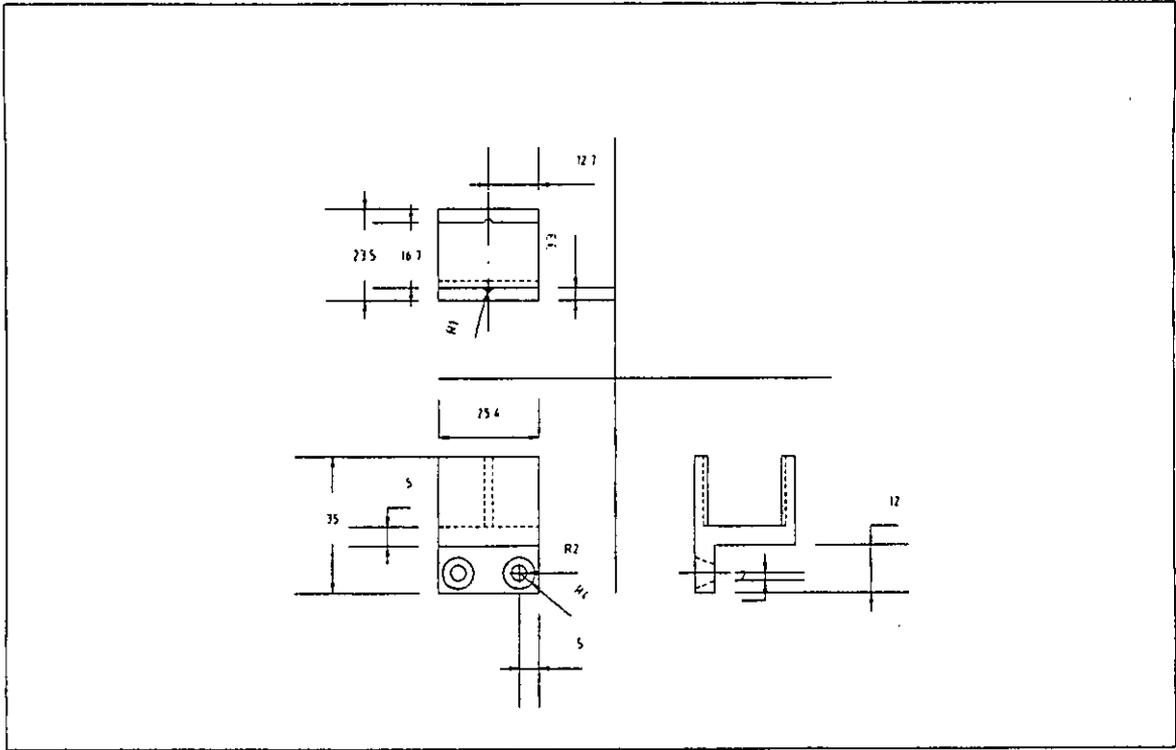
Acot: mm

Barra aluminio sección cuadrada 15

25/07/98

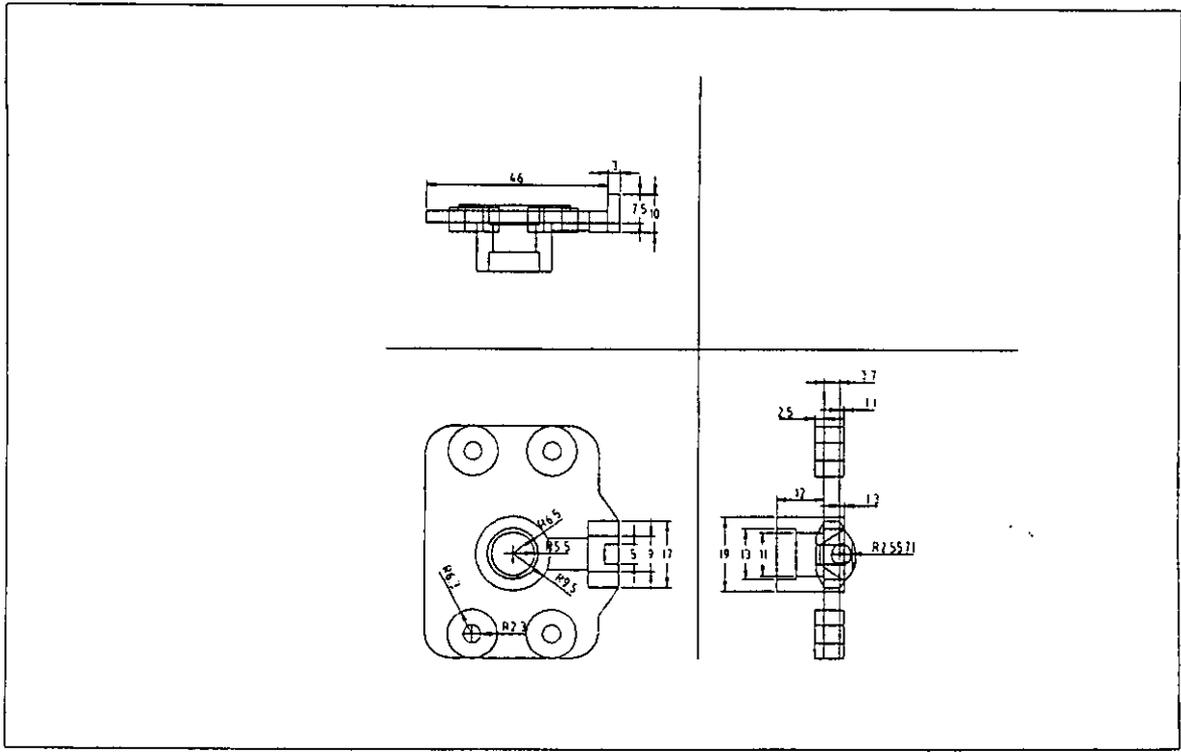
Cantidad: 3 piezas.

Plano 12.



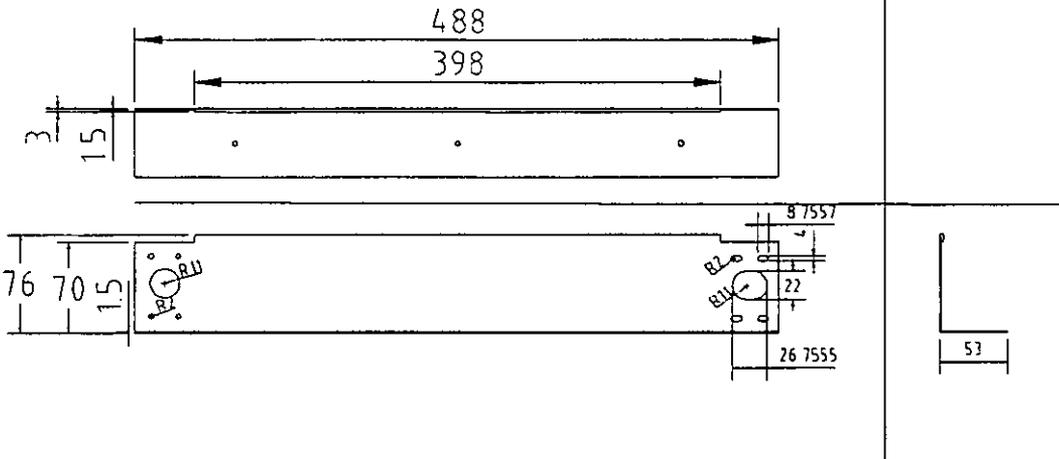
# PIROPLOT

<i>Guía 02.</i>	Esc. 1:1.28
	Acot: mm
Materia: Plástico.	25/07/98
Cantidad: 1 pieza.	Plano 13.



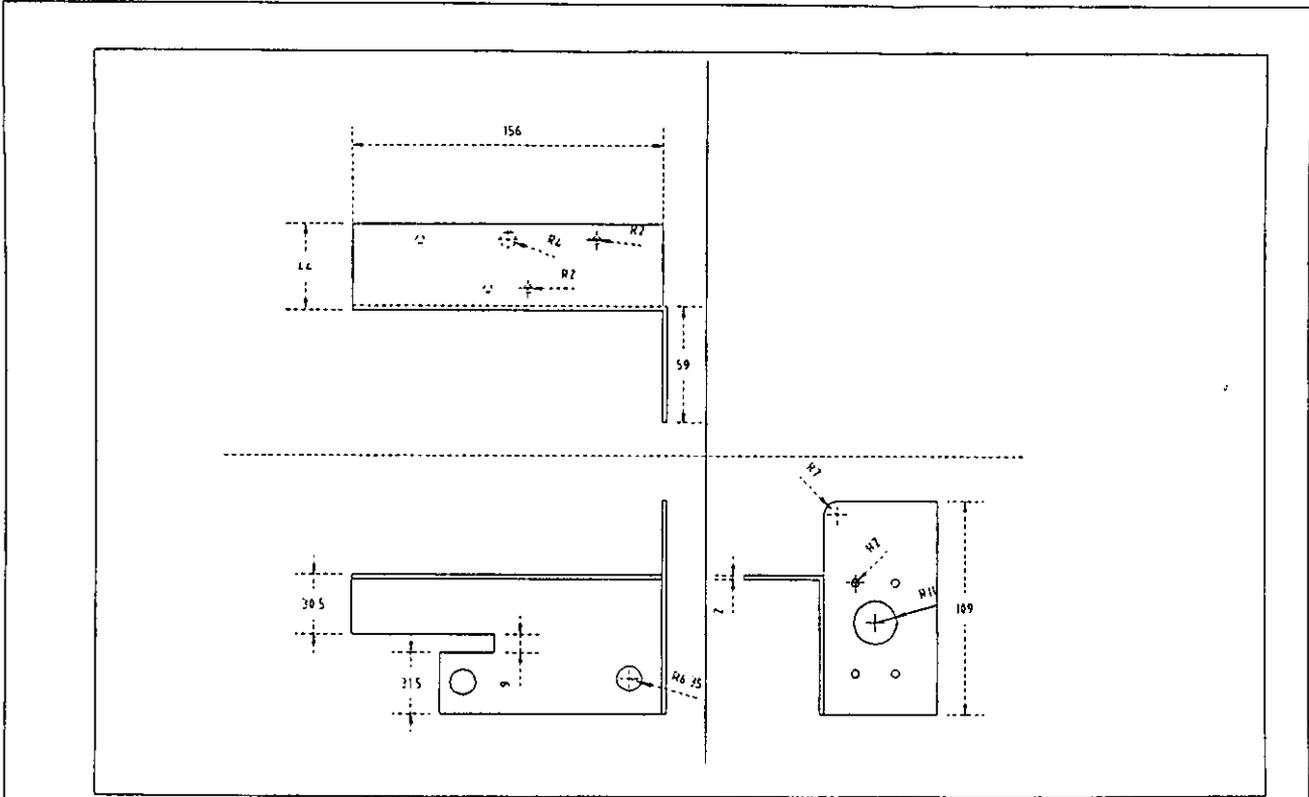
# PIRO PLOT

<i>Soporte de rodamientos</i>	Esc. 1:1.27
	Acot: mm
Material: Plástico	25/07/98
Cantidad: 6 piezas.	Plano 14.



# PIROPLOT

<i>Soporte estructural.</i>	Esc. 1:3.82
	Acot: mm
Lámina aluminio calibre 18.	25/07/98
Cantidad: 1 pieza.	Plano 15.



# PIRO PLOT

*Soporte sistema X lado derecho (SOP\_XD)*

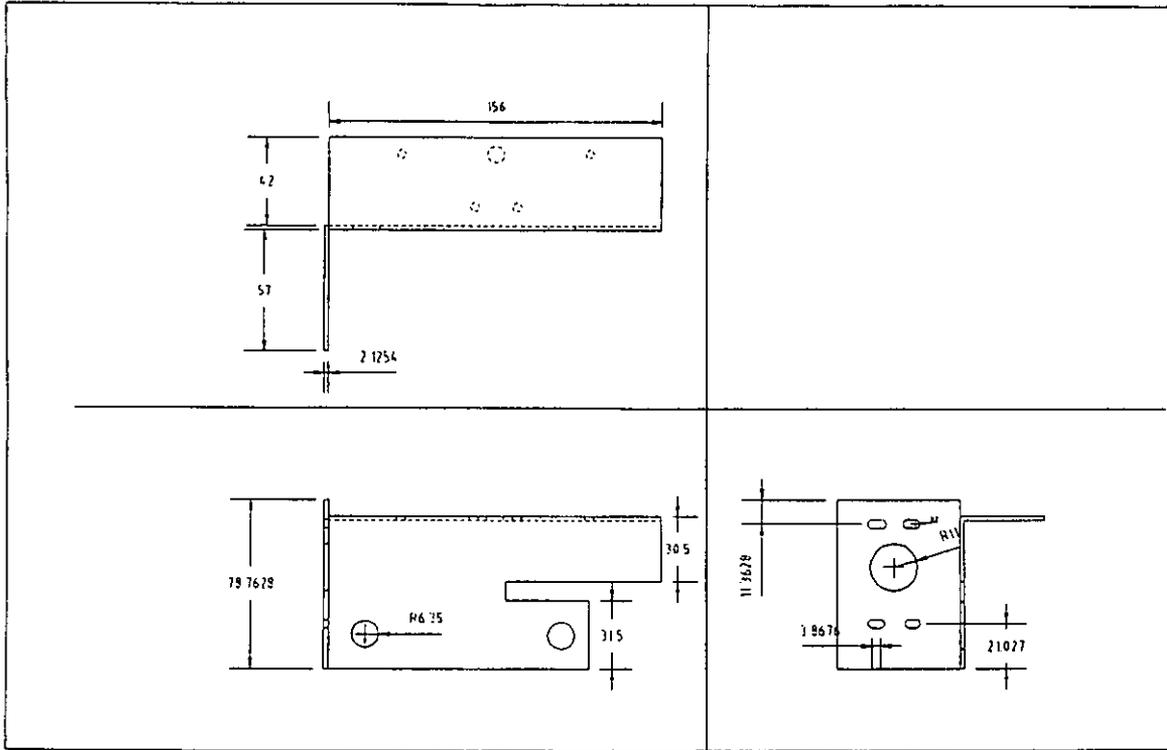
Esc. 1:2.03  
Acot: mm

Lámina aluminio calibre 18.

25/07/98

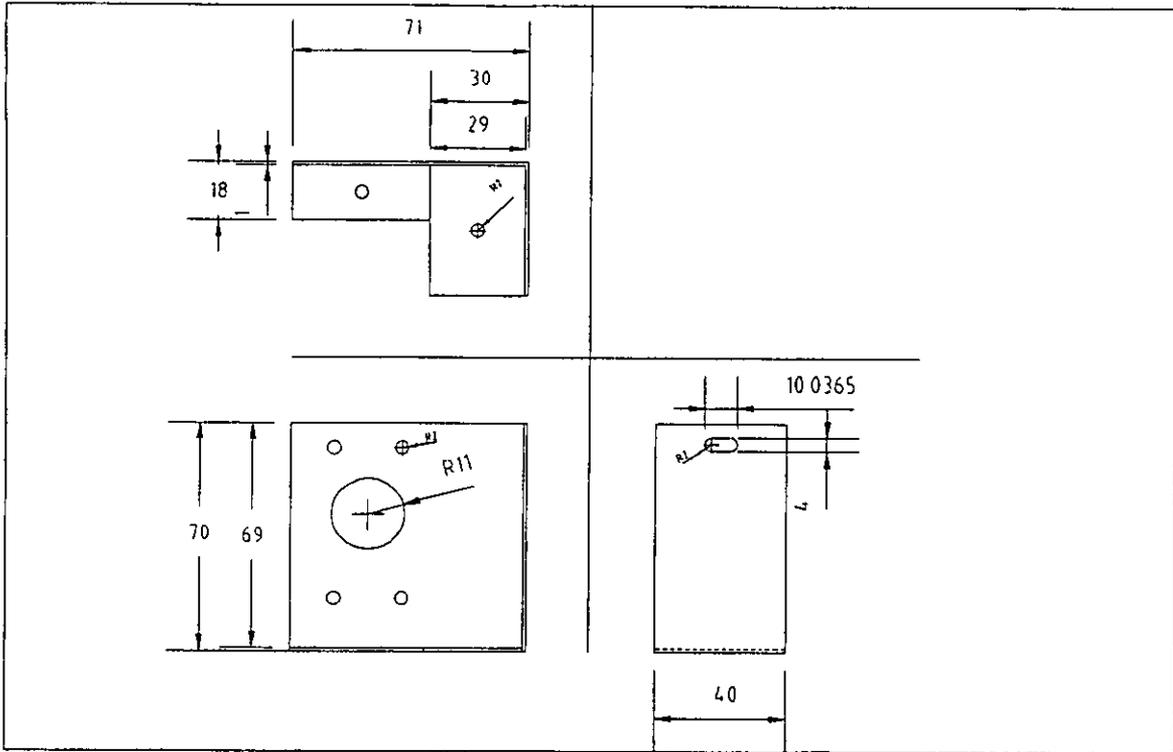
Cantidad: 1 pieza.

Plano 16.



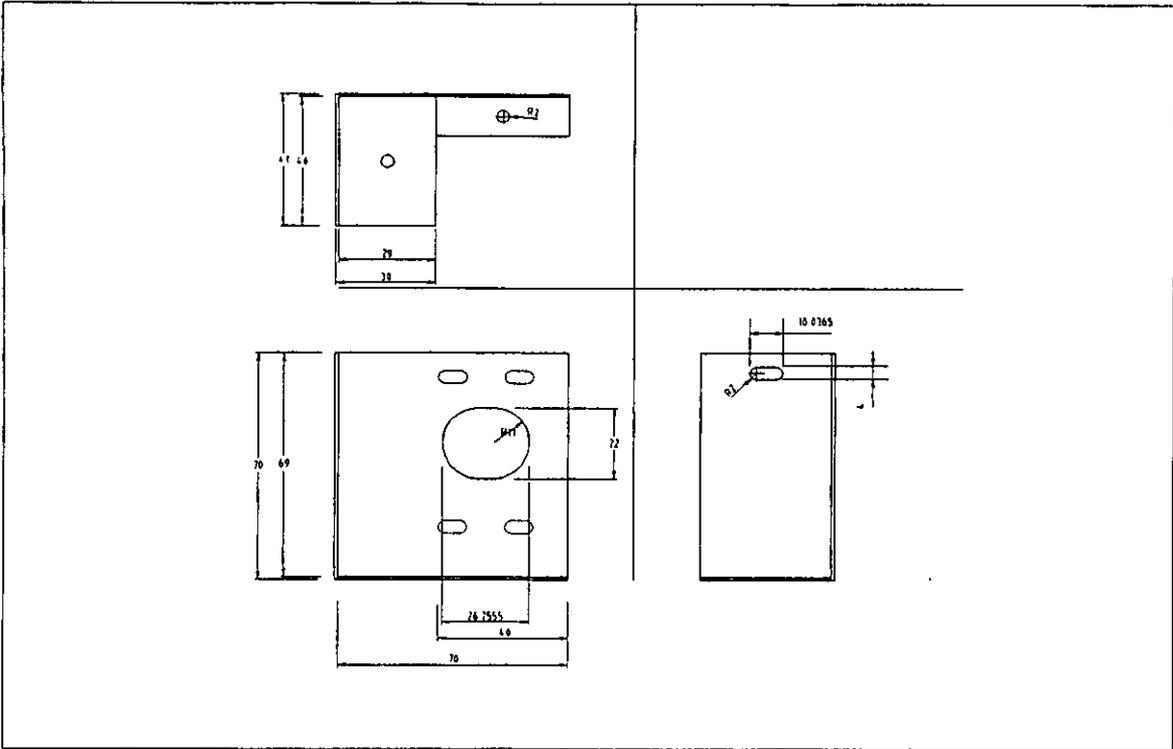
## PIRO PLOT

<i>SopORTE sistema X lado izquierdo (SOP_XI)</i>	Esc. 1:2.53
Lámina aluminio calibre 18.	Acot: mm
Cantidad: 1 pieza.	25/07/98
	Plano 17.



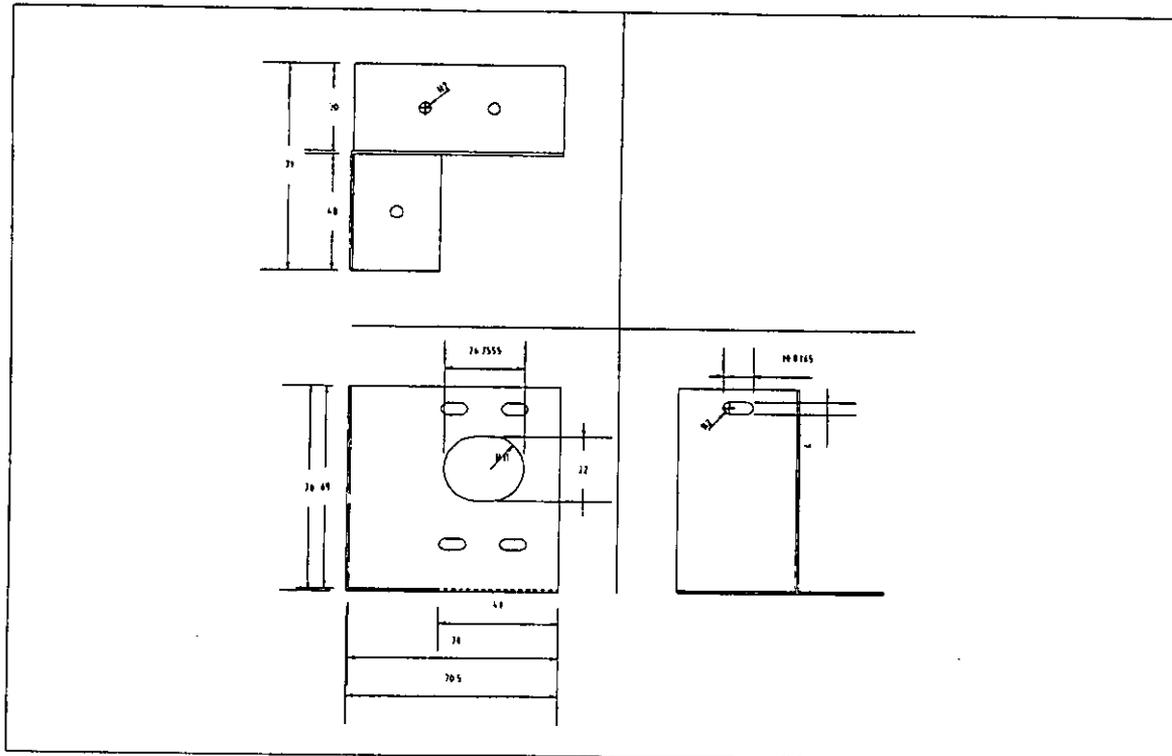
## PIRO PLOT

<i>Soporte sistema Y lado</i>	Esc. 1:1,54
<i>derecho inferior (SOP_YDI)</i>	Acot: mm
Lamina aluminio calibre 18.	25/07/98
Cantidad: 1 pieza.	Plano 18



# PIROPLOT

<i>Soporte sistema Y</i>	Esc. 1:1.52
<i>derecho superior (SOP_YDS)</i>	Acot: mm
Lámina aluminio calibre 18.	25/07/98
Cantidad: 1 pieza.	Plano 19



## PIRO PLOT

*Soporte sistema Y izquierdo inferior (SOP. YII).*

Esc. 1:1.69

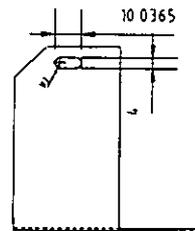
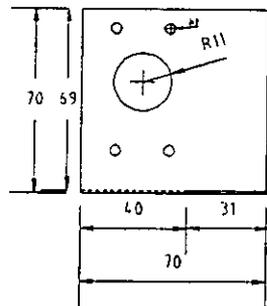
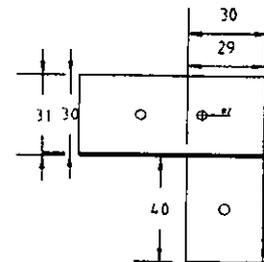
Acot: mm

Lámina aluminio calibre 18

25/07/98

Cantidad: 1 pieza.

Plano 20



## PIRO PLOT

*Soporte sistema Y izquierdo superior (SOP\_YIS)*

Esc. 1:1.89

Acot: mm

Lámina aluminio calibre 18.

25/07/98

Cantidad: 1 pieza.

Plano 21

**Apéndice J.**  
**Manual de uso del sistema de pirograbado.**

- Requerimientos de sistema
- Contenido

1) Instalación

Como realizar las conexiones necesarias.

Instalación de software.

Instalación del driver HP-GL/2.

Instalación de la punta

2) Descripción de la interfaz.

Descripción general de software.

Funciones de la barra de menú.

3) Grabado de un diseño.

Generación de un archivo impreso.

Grabado de un diseño.

4) Materiales:

Características del material.

5) Temperatura de la punta.

6) Resolución de problemas.

### Requerimientos de sistema.

- Sistema operativo Windows 95.
- Un puerto serial disponible.
- 1 MB disponible en disco duro.
- 8 MB en memoria (mínimo).

### Contenido:

- Plotter. (1)
- Punta (1)
- Discos de instalación de software (3)
- Manual instructivo de operación (1)
- Cable serial (1)
- Cable de corriente alterna (CA) (1)

### 1) Instalación

#### Como realizar las conexiones necesarias.

- a) Coloque el plotter sobre la superficie a emplear. (la superficie deberá ser plana, y encontrarse en una zona limpia y seca.).
- b) Antes de realizar cualquier conexión verifique que su computadora y todos los periféricos se encuentren apagados.
- c) Conecte el cable CA al conector del plotter.
- d) Conecte el otro extremo del cable a un tomacorriente de 120V.
- e) Conecte el cable serial, al puerto del plotter.
- f) Conecte el otro extremo del cable a un puerto serial de la computadora (sugerencia COM2).

#### Instalación de software.

Inserte el Disco1 en la unidad A: de su computadora.

Ejecute A:\setup.exe

Siga las instrucciones en pantalla hasta finalizar la instalación.

### Instalación del driver HP-GL/2.

NOTA: Si no cuenta con un driver de este tipo, es posible obtener una copia gratuita en: <http://hpcc887.external.hp.com:9000/cgi-bin/awss/awss.cgi> o bien en el FTP:[ftp2.hp.com/plotters/software/PL120sp.exe](ftp://ftp2.hp.com/plotters/software/PL120sp.exe). Si se desea emplear un sistema CAD para la elaboración de sus diseños es necesario obtener un driver para sistemas CAD, dicho driver se encuentra en las mismas fuentes que el anterior.

- a) Elija "Configuración: -> Impresoras" bajo el menú de INICIO.
- b) Ejecute "Agregar Impresora"
- c) Siga las instrucciones en pantalla.
- d) Elija "Utilizar disco" como fuente del nuevo driver y proporcione la dirección que contiene el driver. Ejemplo: "A:\\" o bien "C:\directorio donde se encuentra el driver"
- e) Elija como plotter "Hewlett Packard HP-GL/2 Plotter"
- f) En la opción "Puertos disponibles" seleccione "FILE" (crear un archivo en disco)
- g) Siga las instrucciones en pantalla hasta finalizar la instalación.

### Instalación de la punta

**PRECAUCIÓN: APAGUE Y DESCONECTE EL PLOTTER. ESPERE 10 MINUTOS PARA ASEGURAR QUE SE ENFRÍE LA PUNTA**

- a) Coloque el plotter de tal forma que le permita tener fácil acceso a la parte inferior del cabezal de impresión.
- b) Si ya cuenta con una punta, sostenga el portapuntas, con una mano y retire la punta con la otra mano.
- c) Sosteniendo con una mano el portapuntas inserte firmemente la punta con la otra mano.
- d) Coloque el plotter sobre la superficie a emplear. (la superficie deberá ser plana, y encontrarse en una zona limpia y seca).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Es posible emplear cualquier punta comercial para pirografo

## 2) Descripción de software.

### Descripción general de la interfaz.

Con fin de grabar su diagrama a Piroplot, es necesario que cree un archivo impreso con el formato HP-GL/2, de este modo es posible homogeneizar el formato en el cual se encuentre su diseño a uno común que le permite a la interfaz interpretar su diseño y diagramarlo con Piroplot.

### Funciones de la barra de Menús

#### Archivo

**Abrir:** Abre un diagrama con formato HP-GL/2, el archivo deberá tener formato "\*.PRN".

**Grabar:** Graba el diagrama activo.

**Cerrar:** Cierra el diagrama activo.

**Salir:** Sale de sistema.

#### Editar

**Limpiar:** Borra la simulación de área de grabado manteniendo el diagrama en memoria.

#### **Opciones**

**Ver todos los movimientos:** Permite ver todos los movimientos que realizará el sistema de pirograbado. Aquellos movimientos que serán grabados se despliegan en color negro, aquellos movimientos en los cuales no se realiza grabado se despliegan en color verde.

**Ver solo impresión:** Muestra solo aquellos movimientos del sistema en los cuales se realiza grabación. Estos movimientos son desplegados en color negro.

**Zoom:** Muestra la simulación del área de grabado maximizada.

**Cuadrícula de 10 cm:** Muestra una cuadrícula de 10 cm, con origen en la esquina inferior izquierda del sistema esta permite visualizar el tamaño y posición reales de grabado.

**NOTA:** Los iconos abrir, zoom, grabar y salir, realizan las mismas funciones que sus homónimos de la barra de herramientas.

### **Ayuda**

**Créditos:** Presentación del sistema Piroplot.

**Acercas de:** Proporciona ayuda en línea acerca de como realizar sus grabados paso a paso, así como información del sistema.

### **3) Grabado de un diseño**

#### **Generación de un archivo impreso.**

- a) Elabore su diseño en un paquete gráfico (Autocad<sup>1</sup>, CorelDraw<sup>1</sup>, Paintbrush<sup>1</sup>, etc.).
- b) Elija como impresora activa el driver: HP-GL/2 a archivo.
- c) Seleccione imprimir, el sistema solicitará el nombre bajo el cual desea imprimir su diagrama. Elija el nombre que desee, este deberá ser identificado con extensión PRN. Ejemplo "C:\mi\_diagrama.PRN"

---

<sup>1</sup> Autocad, CorelDraw y Paintbrush, son marcas registradas.

### **Grabado de un diseño**

- a) Inicie el software de PIROPLOT
- b) Elija "Abrir" bajo el menú de Archivo.
- c) Seleccione y abra su archivo.

El sistema simulará en pantalla su diagrama.

Si desea maximizar el diagrama haga doble "click" en el simulador de impresión.

Para regresar a la pantalla anterior haga doble "click" sobre el simulador de impresión.

- d) Elija "Grabar" bajo el menú de Archivo
- e) Ajuste los parámetros de grabación, la penetración de la punta depende de la punta empleada, el material y su superficie, y varía de 0 a 3 cm.
- f) Seleccione el puerto serial en el cual se encuentra localizado Piroplot, en su computadora.
- g) Pulse "Grabar" para comenzar el proceso.
- h) (Permita al sistema terminar el grabado antes de realizar nuevas acciones)

### **4) Materiales:**

#### **Características del material.**

- **Madera:** Con fin de garantizar un grabado homogéneo, la madera a emplear deberá contar con una superficie lisa, además es recomendable que esta sea una madera suave y blanca.

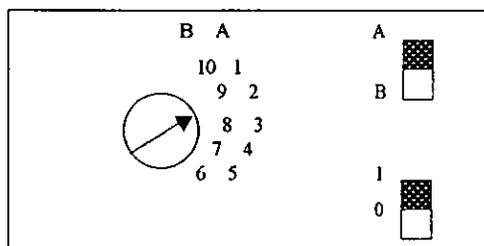
- **Piel:** Esta deberá estar colocada sobre madera y prensada de las orillas para dar rigidez a la superficie. Es recomendable emplear piel clara y no rugosa para asegurar un grabado claro y homogéneo.

### 5) Temperatura de la punta.

La temperatura de la punta deberá ser regulada de acuerdo al material que será grabado, materiales más claros requieren temperaturas menores.

Para ajustar la temperatura de la punta levante la tapa de Piroplot y ajuste manualmente según se indica a continuación:

Se dispone de un rango de intensidad en una escala de 1 a 10, que se controla a través de una perilla y un selector, presentando la siguiente configuración.



Configuración del sistema regulador de temperatura.

- El interruptor 1-0 permite una interrupción física de corriente a la punta (on-off).
- El interruptor A-B selecciona el rango a ser empleado por la perilla.
- La perilla permite elegir la intensidad de corriente y, por lo tanto, del grabado, siendo 1 la menor intensidad y 10 la mayor.

## 6) Resolución de problemas.

### **Problema:**

Mensaje "El archivo no cuenta con el formato correcto"

### **Solución:**

Realice una impresión a archivo en forma HP-GL/2 ( )

### **Problema:**

Mensaje "No es posible establecer comunicación con PIROPLOT",

### **Solución:**

Verifique que el plotter se encuentra encendido.

Apague y vuelva a encender Piroplot.

Revise las conexiones del cable serial.

### **Problema:**

Al abrir el archivo no aparece el diagrama en el simulador.

### **Solución:**

El archivo no cuenta con el formato correcto, vuelva a realizar la impresión a archivo, si persiste el problema intente realizar la impresión desde otro paquete.

### **Problema:**

La punta no calienta

### **Solución:**

El regulador se encuentra en su posición mínima, eleve la temperatura.

Verifique que la punta no se encuentre rota.

Verificar que el interruptor 1-0 del regulador de corriente se encuentra en posición 1

**Bibliografía.**

1. Hewlett Packard  
The HP-GL/2 and HP RTL Reference Guide.  
A Handbook for Program Developers.  
*Addison-Wesley Publishing Company*. San Diego Ca. 1995
2. Microsoft, Co.  
Microsoft Quick C Compiler. C for yourself.  
Versión 2.5.  
*Microsoft Co.* EU. 1990.
3. InagreC. and Willrich C.  
ImageCraft 68HC11 C Compiler and Development Environment. User's Manual.  
Release 3.61 Manual Edition  
EU. 1996.
4. Oriental Motor General Catalog 1997.  
*Oriental Motor Corp.* USA 1997.
5. Motorola Advanced Microcontroller Documentation Group.  
HC11, MC68HC11E9 Technical Data.  
*Motorola Inc.* , USA 1991
6. Motorola Advanced Microcontroller Documentation Group.  
M68HC11 E SERIES  
HCMOS MICROCONTROLLER UNIT  
*Motorola Inc.* , USA 1995
7. Krick, E.  
Fundamentos de ingeniería, métodos conceptos y resultados.  
Primera edición.  
*Limusa*, México 1979.
8. Fisher, L.  
Mercadotecnia,  
*Interamericana*, México 1990.
9. Copeland, R y Dascher P.  
Fundamentos de contabilidad administrativa.  
Primera edición.  
*Limusa*, México 1979.

10. Baca, G.  
Evaluación de proyectos.  
Primera edición.  
*McGraw-Hill*, México 1987.
11. Rodríguez, C., Rodríguez, M., Sarmiento, M., Becerra, G.  
El grabado. Historia y trascendencia.  
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.  
México D.F 1989.
12. Westheim P.  
El grabado en madera.  
*Fondo de Cultura Económica*. México 1954.
13. W.M.Ivins jr.  
Imagen impresa y conocimiento (Análisis de la imagen prefotografica).  
Colección Comunicación Visual.  
*Gustavo Gill*, Barcelona 1975.
14. Hearn D., Baker P.  
Gráficas por computadora.  
*Prentice-Hall Hispanoamericana*. México 1988.