



43  
2 y

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**SISTEMA AUTOMATIZADO PARA  
PERFORAR CIRCUITOS IMPRESOS**

T E S I S  
Que para obtener el Título de :  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P r e s e n t a n :  
D'HYVER DE LAS DESES DE JUILLAC WIECHERS PAUL  
GEREZ SABORIT JULIO

DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS ROA BEIZA

México, D.F.

1991

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## INDICE

TEMA	PAG.
- JUSTIFICACION DEL TEMA	1
- INTRODUCCION	4
- I " DISEÑO MECANICO "	7
Ia. Determinación del sistema posicionador	9
Ib. Elección del sistema de perforación	20
Ic. Selección de materiales	24
Id. Elaboración de los planos de construcción	26
Ie. Construcción y pruebas del sistema mecánico	30
- II " DISEÑO ELECTRONICO "	34
IIa. Investigación de las salidas de instrucciones del programa diseñador de circuitos impresos	36
IIb. Diseño del controlador del equipo mecánico	44
IIc. Implementación y pruebas del controlador	58
IIId. Diseño de la interfase computadora-controlador	59
IIe. Implementación y pruebas de la interfase	61

## INDICE

TEMA	PAG.
- III " EVALUACION DEL SISTEMA "	62
IIIa. Pruebas de la interfase con el programa	64
IIIb. Pruebas del controlador con el equipo mecánico	65
IIIc. Ensamblado final	68
IIId. Evaluación del prototipo	70
- CONCLUSIONES	71
- BIBLIOGRAFIA	74
- APENDICE "A"	77
- APENDICE "B"	101
- APENDICE "C"	113

JUSTIFICACION

DEL

TEMA

## JUSTIFICACION DEL TEMA

Hoy en día, debido a los problemas y múltiples ocupaciones que tiene el Hombre, uno de los principales objetivos que busca resolver es el tratar de hacer las cosas con mayor velocidad, facilidad, exactitud y preferentemente mediante procesos automáticos. Es por esto que decidimos realizar un prototipo perforador automático de circuitos impresos, ya que con este dispositivo, cumplimos con el objetivo antes mencionado, elaborando así una herramienta nueva para el progreso de México.

La máquina perforadora es capaz de horadar circuitos impresos hasta de 140 x 140mm. Estos deben estar provistos de una ceja de 5mm por lado, con la cual la tableta impresa será sujeta, siendo el tamaño máximo del circuito impreso de 150 x 150mm. Consideramos que este tamaño no es de uso industrial, pero sí de uso de laboratorio en el cual los requerimientos no son tan grandes.

El dispositivo tiene la capacidad de realizar una perforación cada 2.54mm (0.1") en ambas direcciones "X" y "Y". La resolución fue adoptada en base a que las patas de conexión de un circuito integrado tienen la separación de 2.54mm (0.1"), por lo que se consideró que no era necesaria mayor resolución.

Esta resolución nos lleva a una limitante. Al momento de realizar el diseño del circuito impreso en el programa designado, hay que guardar siempre un espacio mínimo de 2.54mm entre "isla"

## JUSTIFICACION DEL TEMA

e "isla" en forma matricial, ya que se utilizó el programa "SMART-WORK", que en la parte inferior izquierda de la pantalla de diseño nos muestra las coordenadas en la que se encuentra el cursor, y así poder guardar siempre la mínima resolución.

# INTRODUCCION

---



Para la fabricación de la máquina perforadora de circuitos impresos, se llevaron a cabo tres procesos principalmente:

1.- Mecánico:

Aquí se estudiaron las opciones de los diferentes sistemas posicionadores y sistemas de perforación, así como de los materiales con los que se fabricó, considerando el uso de la misma, su transportabilidad, rigidez, durabilidad, precisión, y costo. Para esto, se elaboraron planos de construcción, incluyendo despieces del sistema para facilitar la construcción. Una vez maquinada, se ensambló y se le realizaron pruebas de funcionamiento, ayudados de dispositivos externos provisionales.

2.- Electrónico:

Para la implementación de la parte electrónica, fue necesario decodificar la información que presenta el programa elegido para diseñar circuitos impresos, en el puerto paralelo, para después poder realizar los programas de control del sistema mecánico perforador. Se emplearon programas auxiliares de computadora, al igual que un microcontrolador para recibir las señales y adecuarlas a las necesidades de los controladores de los motores de pasos. Se realizaron pruebas de lectura de datos recibidos por el microcontrolador provenientes de la computadora, se implementaron los sistemas requeridos una vez hechas las pruebas preliminares y se realizaron los programas necesarios en

## INTRODUCCION

código de máquina, para el control, adquisición y envío de datos al sistema electromecánico.

### 3.- Mecánico-electrónico:

Se terminaron las conexiones necesarias entre la computadora y el prototipo de perforadora, se implementó una auto-prueba dentro del sistema para la verificación automática del funcionamiento de los diferentes dispositivos empleados para llevar a cabo horadaciones en un circuito impreso. Se terminaron de realizar los ajustes y modificaciones para el buen funcionamiento del aparato.

I

DISEÑO

MECÁNICO

## DISEÑO MECANICO

Ia. Determinación del sistema posicionador

Ib. Elección del sistema de perforación

Ic. Selección de materiales

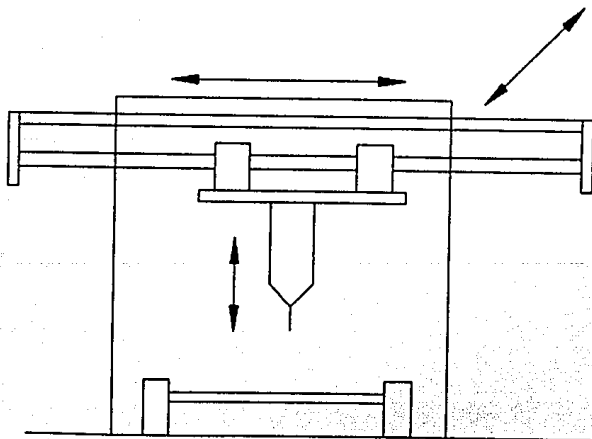
Iđ. Elaboración de los planos de construcción

Ie. Construcción y pruebas del sistema mecánico

Ia. DETERMINACION DEL SISTEMA POSICIONADOR

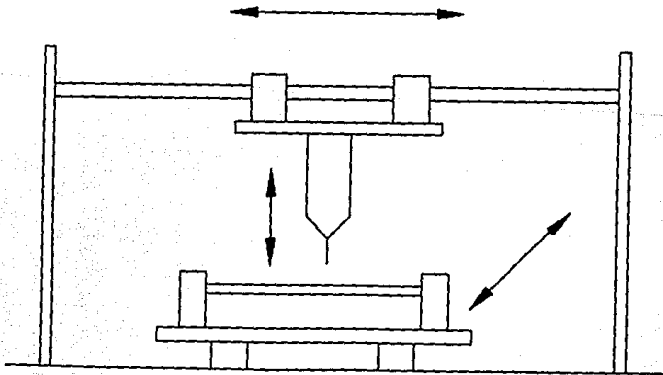
Para poder realizar perforaciones automaticamente en un circuito impreso existen fundamentalmente tres alternativas de diseño, en cuanto al sistema posicionador se refiere.

En la primera alternativa el circuito impreso permanece estático, mientras que el sistema de perforación (taladro) es quien se mueve a la coordenada de perforación deseada.

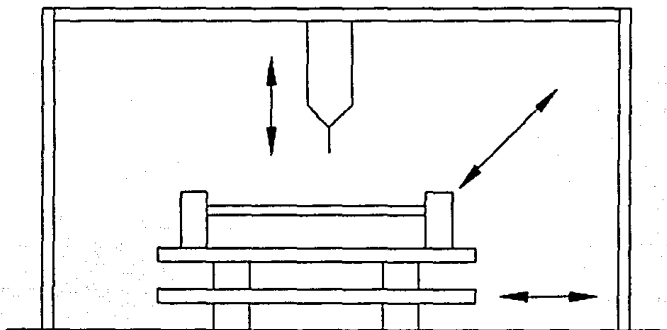


En esta alternativa, el sistema de perforación se tiene que mover en las direcciones "X" y "Y", con lo que el diseño y fabricación serían muy complicados, ya que, como todo tendría que ir montado en un marco móvil, éste tendría que ser muy pequeño y ligero. Por otra parte, el marco fijo que sujeta los dos motores (movimientos "X" y "Y") y el sistema de perforación tendría que ser demasiado grande, con lo que el sistema completo tendría dimensiones exageradas.

La segunda opción, sería una mesa móvil en una sola dirección, y el taladro en la dirección complementaria incluyendo el descenso del mismo. Esta es una buena solución, pero tiene el inconveniente de que para la fabricación es necesario un diseño específico para cada movimiento, lo cual hace difícil y costoso el trabajo.



En la tercera alternativa el circuito impreso es quien se mueve y se coloca en la posición de perforado, es decir, debajo del sistema de perforación. Con esta alternativa, el sistema de perforación va sujeto a un marco fijo. Además, para lograr los movimientos "X" y "Y" del circuito impreso a perforar, se diseñan y construyen dos mesas idénticas, con lo que el diseño y construcción se simplifican considerablemente, así como también disminuye el costo.



Considerando las tres alternativas anteriores, se puede observar claramente que la tercera opción es la más adecuada, por lo que se eligió este diseño. A continuación se describe detalladamente el sistema posicionador.

Para lograr el objetivo deseado, se requieren fundamentalmente tres movimientos. Estos son:

- a) movimiento horizontal (eje "X")
- b) movimiento horizontal (eje "Y")
- c) movimiento vertical (eje "Z")

Con los dos primeros movimientos se logra el desplazamiento necesario del circuito impreso para que éste sea perforado y con el tercero se obtiene la perforación.

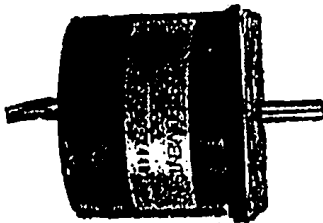
Los movimientos horizontales, ejes "X" y "Y", sirven para posicionar el circuito impreso a perforar exactamente debajo del sistema de perforación (taladro), de acuerdo a las coordenadas ("X" y "Y") que provengan de la interfase computadora-perforadora.

El movimiento vertical, eje "Z", se utiliza para mover el sistema de perforación (taladro) hacia abajo y hacia arriba, una vez que el circuito impreso haya sido posicionado en la coordenada correspondiente de perforado.

Dimos el nombre de ejes "X", "Y" y "Z" debido a que éstos nombres son de uso común en el medio físico y matemático, cuando se hace referencia al espacio tridimensional.



Los movimientos "X" y "Y" se obtienen por medio de motores de pasos marca SIGMA modelo 20-2220D-24461, con una resolución de 200 pasos/rev. El motor de pasos mueve un tornillo sinfin por medio de un sistema de transmisión, formado por un juego de poleas y banda. Este tornillo sinfin gira dentro de una tuerca que va sujeta a la mesa del sistema. Al girar el motor de pasos, por medio de las poleas y la banda el tornillo gira provocando un desplazamiento lineal de la tuerca, con lo cual se obtiene el movimiento lineal de la mesa del sistema. Para simplificar el diseño, dibujos y fabricación se optó, como se mencionó anteriormente, porque ambas mesas (eje "X" y "Y") tuvieran idénticos sistemas de movimiento.



Fue necesario acoplar el motor de pasos con el tornillo sinfin por medio de un sistema de transmisión reductor formado por poleas y banda ranuradas; se emplearon elementos ranurados para evitar que se patine. Fue necesario el sistema de

transmisión reductor ya que la resolución deseada para el sistema fue de 2.54mm (0.1") (Esta resolución fue elegida en base a la distancia existente entre las patas de un circuito integrado, considerando no necesaria una mayor resolución), y el paso del tornillo sinfin es de 3.175mm (0.125"). La relación de transmisión necesaria fue de 1.25, según los siguientes cálculos:

- Paso del tornillo sinfin: 0.125"
- Paso requerido para la resolución de 2.54mm : 0.1"

Paso tornillo / Resolución = Relación de transmisión

$$0.125" / 0.1" = 1.25$$

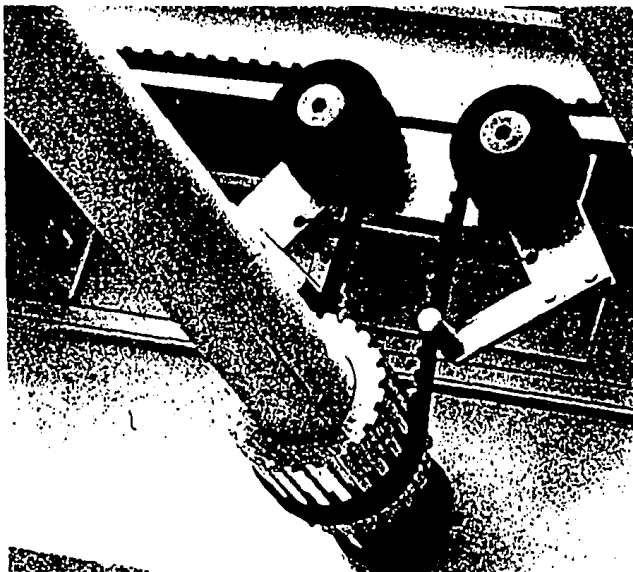
Para esta relación de transmisión, según el manual de transmisiones "UNIROYAL Power Grip, Timing Belt Design Manual", se requiere de una polea 16XL en el motor y una polea 20XL en el tornillo sinfin. La banda tiene 50 dientes y al igual que las poleas, tiene un paso de 1/5" y ancho de 3/8".

La nomenclatura de las poleas se define como sigue:

1 6 X L

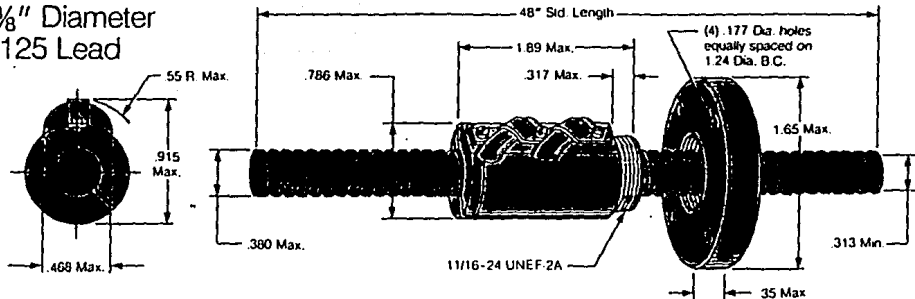
16 - número de ranuras de la polea

XL - uso extra-ligero (eXtra Light)



## R-0308

$\frac{3}{8}$ " Diameter  
.125 Lead



### Selection Data

Life (inches of travel)	25,000	100,000	300,000
Operating Load (lbs.)	4000	3000	2500

### Specifications

Static Load	1250 lbs.
Screw Thread	1 1/16-24 UNEF-2A
Ball Nut	23 balls, 3 balls per row
No. of Bearing Balls	23
Maximum Axial Lash between Nut and Screw	.017"

### Features

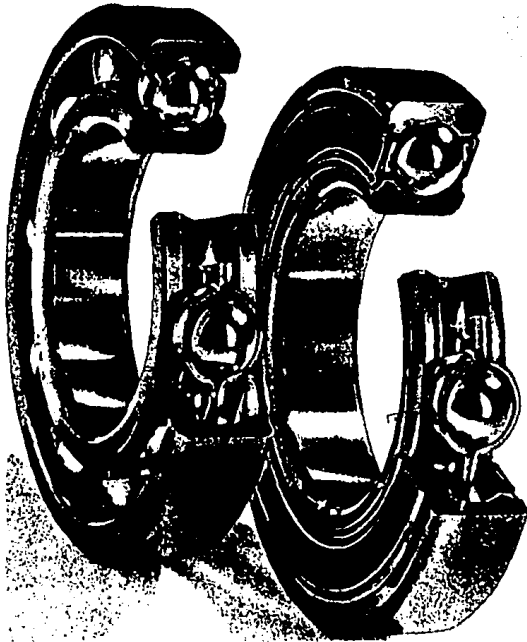
- Load locking spring feature standard
- Tangential ball nut design
- Optional flange
- Optional wiper kit (details page 23)
- Standard end journals/annealed ends (details pages 24 and 25)

### Part Numbers

Screw Stock*	809095	48" Std. Length
Ball Nut	81034AB-003	
Flange	81034AB-002	
Wiper Kit	81034AB-001	

## DISEÑO MECANICO

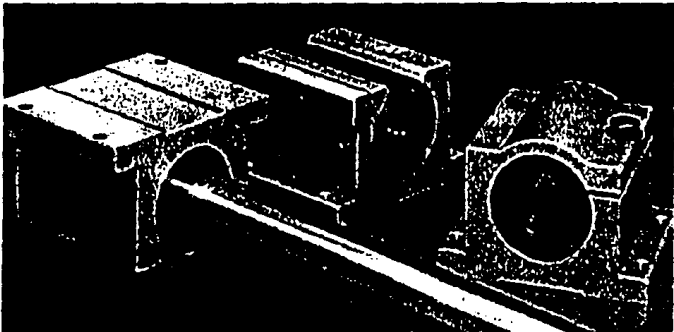
El tornillo sinfin va apoyado con un balero 607zz (Dia. ext. 19 mm, Dia. int. 7mm, Espesor 6mm) en cada lado de la mesa.



## DISEÑO MECANICO

Una vez obtenido el movimiento de la mesa, se requiere de apoyos. Estos apoyos se lograron por medio de barras de acero redondas. Sobre cada una de estas barras se deslizan dos cajas de baleros lineales, las cuales van sujetas a la mesa superior.

Las barras de acero de 1/4" de diámetro son marca Thompson modelo QS1/4L24, las cajas de baleros de la misma marca son modelo SPB-4 y son las especificadas para las barras de acero antes mencionadas. Se colocó una barra de cada lado del tornillo sinfin, con lo que el tornillo sinfin no soporta la mesa, requisito que se debe cumplir para obtener el mejor desempeño del tornillo sinfin.



## DISEÑO MECANICO

El sistema posicionador constará también de dos interruptores límite, uno para el movimiento "X" y el otro para el movimiento "Y". La función de estos interruptores es la de indicar el lugar de origen, es decir, el lugar en donde ambas coordenadas son cero (origen). Estos interruptores constan de un rodillo de acero que, al estar en contacto con una leva colocada en ambas mesas, acciona el interruptor, ya sea abriéndolo o cerrándolo según sea el caso.

**Id. ELECCION DEL SISTEMA DE PERFORACION**

Como sistema de perforación existen tres opciones. Una de ellas implicaba diseñar y construir un taladro, otra en la adaptación de un taladro ya sea de tipo casero o industrial y la otra utilizar el taladro moto-tool marca Dremel que es un elemento lo suficientemente poderoso para nuestro requerimiento.

La primera opción es muy cara y complicada, ya que involucra el diseño de un taladro completo, es decir, sistema de giro y portabroca. Esto sí se puede llevar a cabo, pero considerando la existencia de taladros comerciales, cuya aplicación es, entre muchas otras, la perforación de circuitos impresos en el laboratorio, se decidió mejor utilizar el taladro comercial. El emplear un taladro casero o industrial implicaba un diseño más sofisticado por el peso y par de arranque del mismo, siendo además completamente desproporcionado en dimensiones y capacidad para la utilización que recibiría.

Se eligió utilizar el taladro comercial moto-tool marca Dremel, puesto que éste es una herramienta de trabajo capaz de realizar las perforaciones necesarias en un circuito impreso, empleando sistemas de sujeción más ligeros y además de que así

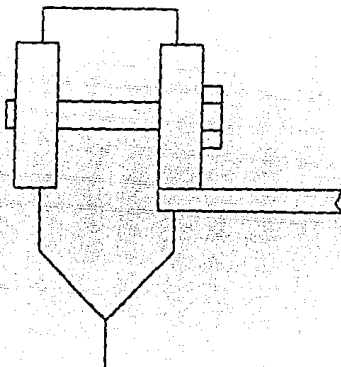


sólo se requiere el diseño del sistema de ascenso y descenso del Dremel.



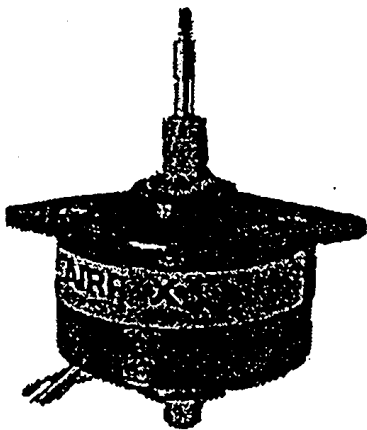
El Dremel, por su construcción interna, tiene la alternativa de poder adaptarle un control de velocidad variable externo, cuando el modelo del Dremel utilizado no lo tenga integrado. Dependiendo del material a perforar, ya sea baquelita o fibra de vidrio, se modifica la velocidad variable del Dremel. Aunado a esta opción y al circuito impreso a perforar en cuestión, se

puede intercambiar la broca dependiendo del diámetro requerido (usualmente  $0.1\text{mm} = 0.039''$ ). El sistema de sujeción del Dremel utilizado en este sistema, está diseñado para operar con el modelo 360-6, el cual consiste en un tipo de abrazadera, que lo sujeta por medio de dos tornillos que presionan al Dremel.



Para obtener el movimiento (eje "Z") se utilizó un motor de pasos. Este motor de pasos, marca Airpax modelo A92234/8403, tiene un vástago que sale y entra dependiendo del sentido de giro que se le da al motor. La carrera de dicho vástago es de 25.4mm (1"), mientras que la requerida es de 5mm como mínimo y 20mm como máximo. Fue necesario el diseño de un mecanismo de sujeción entre el vástago del motor de pasos y el Dremel. Dicho mecanismo va sujeto al sistema (mesa "X" y mesa "Y") por medio de un marco

estático, el cual sirve para obtener mayor rigidez en el sistema de perforación.



El sistema de perforación, al igual que el posicionador, tiene un interruptor límite con un vástago. Este interruptor sirve para indicar la posición de origen, es decir, posición superior del Dremel.

Ic. SELECCION DE MATERIALES

Para llevar a cabo la selección de materiales, se tomaron en cuenta varios aspectos:

1. Establecer el tamaño máximo y mínimo del circuito impreso a perforar, para conocer el tamaño total que tendría el sistema. Para determinar estas dimensiones, se tomaron en cuenta aspectos como el uso que tendría la máquina, así como diversas alternativas de uso (perforación de madera por ejemplo). El tamaño máximo es de 150 x 150mm, mientras que el mínimo es de 50 x 50mm, siendo el espesor del circuito impreso de 1.587mm (1/16").

2. Peso. Debido a que el peso del circuito impreso que se va a perforar es muy pequeño (prácticamente despreciable), sólo se consideró el peso del material y elementos mecánicos, como son las barras de acero, las cajas de baleros lineales, los tornillos sinfin y las tuercas. Debido a que el peso a soportar es únicamente debido al material empleado, se eligió el material más ligero y manejable.

3. Durabilidad. Se busca la mayor durabilidad posible, que requiera el mínimo de mantenimiento posible. Debido al manejo del perforador, no se requiere un sistema inmóvil o anclado para que no sufra de movimientos o vibraciones, por lo que no es necesario un material inmaleable.

Por estas razones, se escogió como material el aluminio, ya que el manejo de éste es más versátil, además de ser mucho más ligero que el acero, no importando que fuera un poco más costoso. El aluminio puede ser maquinado con mayor facilidad que el fierro.

Por otra parte, el aluminio no requiere mantenimiento alguno, como sería el caso de la pintura en el acero o fierro, para no sufrir el desgaste debido a la oxidación. Además del mantenimiento, la apariencia del aluminio es más estética que la del acero o fierro pintado en una máquina.

Los espesores de aluminio utilizados varían entre 1/4" y 3/4", siendo éstas medidas comerciales.

Id. ELABORACION DE LOS PLANOS DE CONSTRUCCION

Todos los planos mecánicos se llevaron a cabo con el programa de dibujo por computadora AutoCAD. Estos planos incluyen vistas generales, cortes y los despieces necesarios para la elaboración completa del dispositivo. En los dibujos se especifican todos los datos necesarios para la construcción del sistema mecánico.

Los planos relacionados con el diseño y construcción de este sistema se encuentran en el Apéndice "A", y son los siguientes:

- PCIMP-1.1: Ensamble general: planta mesa
- PCIMP-1.2: Ensamble general: elevación frontal
- PCIMP-1.3: ensamble general: elevación lateral
- PCIMP-2.1: Despieces: 1,6
- PCIMP-2.2: Despieces: 5,7
- PCIMP-2.3: Despieces: 3,4,8
- PCIMP-2.4: Despiece: 2
- PCIMP-3: Fijación y operación taladro (Dremel)
- PCIMP-4.1: Despieces: 9,14
- PCIMP-4.2: Despieces: 10,11,12,13,15
- PCIMP-5: Detalle fijación interruptor limite

Adicionalmente a los planos, se elaboraron una "Lista de piezas maquinadas" y una "Lista de material mecánico". En la "Lista de piezas maquinadas" se presenta el número de la pieza, el tipo de material, la cantidad, la utilización y el número de los planos que la relacionan, tanto para el ensamble como para la construcción. En la "Lista de material mecánico" se presenta el número de elemento mecánico, la cantidad, la utilización y el número de los planos que lo relacionan. Ambas listas se presentan junto con los planos.

En los dibujos PCIMP-1.2 y PCIMP-1.3 se muestran las elevaciones frontal y lateral del sistema posicionador, sin incluir el sistema de perforación. Se presentan tanto las piezas maquinadas como el material mecánico, indicando ambas partes con su correspondiente número, de acuerdo a las listas antes mencionadas. Las piezas maquinadas se señalan con un número alojado en una elipse, mientras que el material mecánico se presenta con un número alojado en un hexágono.

En el dibujo PCIMP-1.1 se presenta la planta de la mesa que soporta el circuito impreso, detallando las grapas, dos fijas y dos ajustables, que sujetarán al circuito impreso que se va a perforar.

En los dibujos PCIMP-2.1, PCIMP-2.2, PCIMP-2.3 y PCIMP-2.4 se muestran los despieces que conforman las dos mesas móviles y la mesa que soporta el circuito impreso. Para cada pieza se incluyen las vistas y cortes necesarios para la construcción de las mismas. También se especifica la cantidad total de cada pieza, el material y las medidas de éste.

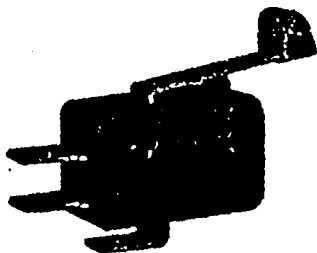
El dibujo PCIMP-3 muestra la elevación lateral y planta del sistema completo, incluyendo el sistema de perforación. En este dibujo sólo se numeraron las piezas maquinadas y material mecánico correspondientes al sistema de perforación, ya que las del resto del sistema se especificaron en los dibujos PCIMP-1.1, PCIMP-1.2 y PCIMP-1.3.

Los dibujos PCIMP-4.1 y PCIMP-4.2 muestran los despieces relacionados con la fabricación del sistema de perforación. También se especifica la cantidad total de cada pieza, así como el material y las medidas de éste.

Por último, el dibujo PCIMP-5 muestra la fabricación del soporte del interruptor límite y de la leva actuadora del mismo. Ambas piezas se fijaron en campo, ya que era más conveniente hacerlo una vez que estuviera armado todo el sistema. Se utilizó el mismo mecanismo de fijación para los tres interruptores



límite, con el fin de facilitar y abaratar la fabricación de las piezas. Este tipo de fijación de los interruptores límite permite que éstos sean ajustados, dependiendo de los requerimientos del sistema.



Ia. CONSTRUCCION Y PRUEBAS DEL SISTEMA MECANICO

La fabricación de este sistema de perforado se llevó a cabo de acuerdo a los planos. Para la fabricación se utilizaron como materiales basicamente el aluminio. Como herramienta se utilizaron fundamentalmente la fresadora y el taladro, ambos de tipo industrial.

Fue necesario realizar ciertos cambios de última hora debido a que al momento de diseñar el sistema no se habían tomado en cuenta ciertos factores, tales como el peso del Dremel que afectó el deslizamiento de perforación (posicionamiento "Z") y el espesor de algunos materiales que después de maquinados, quedaron muy endebles. Todos estos problemas se pudieron solucionar adecuadamente.

Todos los tornillos necesarios en la elaboración de este sistema prototipo, fueron tornillos tipo Allen, de cuerda estandar. Preferimos utilizar este tipo de tornillos debido a que la cabeza de éstos ocupa menos espacio que los tornillos de cabeza hexagonal o de gota y son más estéticos, además de poseer una mayor rigidez por ser tornillos de grado, es decir, estar hechos de acero.

Se hicieron pruebas conforme se fueron maquinando las piezas y se iban ensamblando. Las pruebas más importantes fueron las relacionadas con las cajas de baleros lineales y las barras de acero , así como las relacionadas con el tornillo sinfin.

La prueba consistió fundamentalmente en checar que las barras de acero redondas estuvieran perfectamente paralelas, al igual que las cajas de baleros lineales. Esto se cumplió, por lo que únicamente se lubricaron las barras de acero.

En cuanto al tornillo sinfin, también se verificó que estuviera perfectamente alineado con el soporte de la tuerca y que coincidieran los apoyos, formados por un balero en cada lado. Esto también se cumplió, por lo que sólo fue necesario lubricar el tornillo sinfin.

Con el sistema mecánico básico funcionando, se colocaron las poleas y se fijaron los motores. Se conectó un motor a la vez a un arnés de prueba para motores de pasos para poder mover cada mesa a lo largo de toda la carrera, que fue de 170mm para cada mesa.

En cuanto al sistema de perforación, se maquinaron todas las piezas necesarias y se ensambló el soporte del taladro. Se fijó el motor de pasos que se encarga de subir y bajar el taladro,

juntamente con el interruptor límite de origen. Se colocó el Dremel en el soporte.

Se conectó el motor de pasos al arnés de prueba. El sistema presentó algunas deficiencias. El taladro sí bajaba, pero al momento de subir se "atascaba", debido a que existía mucho juego en las guías del taladro. Esto se solucionó fabricando una guía de aluminio más larga y con menos juego, ya que la guía original estaba formada por dos pernos, uno en cada extremo del soporte del taladro; también se introdujeron pequeñas láminas de latón para ajustar lateralmente el sistema de guiado del Dremel. Con estas modificaciones se perfeccionó el sistema de perforación, con lo que se dio por concluido el diseño y fabricación de dicho sistema.

Por último, se fijó el sistema de perforación al sistema de mesas (movimientos "X" y "Y"). Se colocaron todos los motores y se extendieron los cables de éstos. Se guiaron y sujetaron todos los cables por medio de abrazaderas de plástico.

Cabe señalar, que todo el sistema mecánico, es decir, sistema posicionador y sistema de perforación, es completamente desarmable con un juego de llaves Allen. Se optó por que el

sistema fuera así para poder tener fácil acceso a mantenimiento, reparaciones o posibles modificaciones.

II

DISEÑO

ELECTRÓNICO

**IIa. Investigación de la salida de instrucciones del programa diseñador de circuitos impresos**

**IIb. Diseño del controlador del equipo mecánico**

**IIc. Implementación y pruebas del controlador**

**IId. Diseño de la interfase computadora-controlador**

**IIe. Implementación y pruebas de la interfase**

IIa. INVESTIGACION DE LA SALIDA DE INSTRUCCIONES DEL PROGRAMA  
DISEÑADOR DE CIRCUITOS IMPRESOS

La investigación de la salida de instrucciones del programa diseñador de circuitos impresos consiste en decodificar, entender y operar la información que emana de la computadora compatible por el puerto paralelo que alimenta a la impresora; desde este punto, la información ya procesada a los requerimientos del microcontrolador será traducida para poder obtener mecánicamente las posiciones en "X" y en "Y" necesarias para perforar adecuadamente el circuito impreso.

El programa diseñador de circuitos impresos elegido fue el "SMART-WORK", ya que es un programa al que la mayoría de la gente que se encuentra dentro del ramo de la electrónica y de los circuitos impresos tiene o podría fácilmente tener acceso; y no sólo esto, sino que por la autoayuda que proporciona el programa, resulta sencilla su utilización para el usuario, aún cuando éste no esté familiarizado con el mismo.

El Smart-Work nos brinda la opción de lograr una resolución de hasta 0.05" (0.05 pulgadas = 1.27 milímetros) entre isla e isla, pero como ya se mencionó anteriormente, por las características mecánicas de las mesas posicionadoras, se manejó



una resolución de 0.1" (2.54mm) entre isla e isla. Esto no implica ningún problema en el manejo del Smart-Work, ya que en la parte inferior izquierda nos muestra la coordenada (en pulgadas) en la que se encuentra el cursor, y lo único que se tiene que hacer, es tener cuidado de no introducir ninguna isla en 0.05" o múltiplos de éste al diseñar el circuito impreso. Un detalle importante de señalar, es que preferentemente se marque un inicio y un fin guardando la distancia mínima al diseño dentro del Smart-Work con una celda plana, para tener una referencia máxima de tamaño de nuestro circuito; esto con el fin de que el procesamiento de información no sufra alteraciones.

Una vez diseñado el circuito impreso se guarda en disco con el nombre de "DRILL.PCB"; "DRILL" por ser un identificador (traducción) para que se entienda que es un archivo para perforación, y ".PCB" para indicar que es un archivo fuente; se hace una primera transformación del archivo de datos a un archivo de impresión, el cual deberá llevar el nombre de "DRILL.PRN"; ".PRN" para indicar que ya ha sufrido la primera transformación y que se encuentra en un archivo de impresión, ya que "PRN" es una abreviatura de Printer, cuya traducción es impresora.

La segunda transformación se realizó mediante un programa de computadora desarrollado expofeso para descifrar el archivo de impresión "DRILL.PRN" y obtener un archivo con nombre

"DRILL.DRL", donde "DRILL" indica perforación y ".DRL" (abreviatura de DRILL) indica que es el archivo a enviar por el puerto paralelo de la impresora para que se realice la perforación a través del microcontrolador y de la mesa perforadora. Este programa fue realizado en lenguaje BASIC, por ser un lenguaje sencillo, entendible e instalado en la mayoría de las computadoras personales provistas con disco duro, además de ser lo suficientemente poderoso para este fin.

El programa básicamente realiza lo siguiente:

- Lectura del archivo de impresión
- Desecho de la teoría y el recuadro superior de la impresión
- Conteo de caracteres gráficos y selección de posición
- Creación del archivo posicionador

El archivo de impresión envía información teórica del tipo de impresión, fecha, hora, nombre del archivo, número de perforaciones, y el tamaño aproximado del circuito impreso; todo esto es desechado.

Posteriormente, envía información de la posición de cada isla en forma gráfica y lineal. Envía información especial a la impresora de gráficas de densidad sencilla:

BASIC	ESC	K	CHR\$(N1)	CHR\$(N2)
Hex	1B	4B	N1h	N2h

Las gráficas de densidad sencilla imprimen 60 puntos por pulgada, con una longitud de línea =  $N1 + (256 * N2)$ ; esta longitud de línea indica el número de datos que serán tomados como información gráfica. Esta información es equivalente al número binario de la información enviada; por ejemplo:

224 d = E0 h = 11100000 b

Visto el número binario en posición vertical (como si fuera la cabeza de una impresora de matriz), empezando en la parte superior se ve: 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0; esto en la impresora significa que imprima los puntos correspondientes a "1" y deje vacíos los "0". Por la resolución del Smart-Work, la impresora es capaz de imprimir también el número: 14 d = 0E h = 00001110b que es la isla contigua inferior en posición lateral a la isla cuyo número asociado es 224 d = E0 h = 11100000 b, o el número: 238 d = EE h = 11101110 b que son las dos islas contiguas una sobre de otra. La impresora utiliza un juego de tres números de estos para cada posición, por la resolución utilizada en la mesa perforadora, sólo interesan los caracteres asociados al 224d, y además cada seis caracteres para eliminar las islas a una distancia menor a 0.1".

Siguiendo el mismo procedimiento, cada línea de impresión tiene  $N1 + ( 256 * N2 )$  puntos de impresión por renglón, de éstos, los seis primeros y los seis últimos sirven para la impresión del marco de presentación, por lo que también se desechan. El equivalente del caracter siguiente indica si existe o no una isla, cuya posición es almacenada en una variable tipo vector. Se repite el procedimiento cada seis caracteres hasta que se encuentra el caracter equivalente a  $6d = 06h = 00000110b$  que es la parte inferior del recuadro de la impresión.

Una vez almacenadas las posiciones, se van identificando por el número de renglones que equivale a la posición deseada "Y" y a la posición dividida entre el número de puntos gráficos totales por renglón que dan la posición "X" deseada. Esta información es guardada en forma ordenada y en valores absolutos de posición para ser manejados por el controlador, utilizando los seis primeros bits para la posición, el 6<sup>o</sup> bit para indicar movimiento X/Y y el 7<sup>o</sup> bit para indicar si es perforación o unicamente movimiento.

El archivo de salida, contiene información de posicionamiento inicial ( $X=0, Y=0$ ), posiciones en "X" con información de perforación, regreso a " $X=0$ " e incremento en "Y" y sucesivamente hasta terminar, en donde se regresa a la posición inicial.

Teniendo que la información se recibe de la siguiente manera:

$$b_7 \ b_6 \ b_5 \ b_4 \ b_3 \ b_2 \ b_1 \ b_0$$

donde:

$b_7$  - indica perforación o movimiento

$b_6$  - indica eje de desplazamiento "X" o "Y"

$b_5 - b_0$  - indica posición absoluta

A modo de ejemplo, supongamos la siguiente secuencia:

0 40 85 87 0 45 90 0 40 que es la que transmite la computadora por el puerto paralelo hacia el microcontrolador, haciendo la decodificación en forma binaria tenemos:

0	00000000	posición X=0
40	01000000	posición Y=0
85	10000101	perforación en X=5
87	10000111	perforación en X=7
0	00000000	posición X=0
45	01000101	posición Y=5
90	10010000	perforación X=16
0	00000000	posición X=0
40	01000000	posición Y=0

Para la transmisión del archivo "DRILL.DRL" al sistema de perforación, se emplea la instrucción "PRINT" del sistema operativo. También existe una segunda opción para enviar la información, que es el comando "TYPE" (también contenido en el sistema operativo). Este no se emplea, ya que envía la información dato a dato, siendo que el sistema operativo no emplea "Buffers" para la salida de la información, lo que quiere decir que la computadora actuaría como "computadora esclava", esto es, que no es capaz de realizar funciones paralelas al perforado de un circuito impreso. Por otra parte la función "PRINT" permite estar utilizando la computadora para funciones alternas paralelas al perforado del circuito impreso.

La información se envía de la siguiente manera:

```
símbolo de comando\> PRINT DRILL.DRL
```

Con esto se le indica que transmita la información por el puerto paralelo designado para la impresora

El programa que ejecuta la segunda transformación de información interfase se encuentra en el "Apéndice B" con el nombre de: "Programa de transducción entre el archivo de entrada "DRILL.PRN" y el archivo de salida "DRILL.DRL".

## DISEÑO ELECTRONICO

Se implementó un pequeño programa de procesamiento por lotes, que nos ahorra tiempo en el proceso de edición-transformación-envío de información hacia el perforador. Este programa se ejecuta bajo el nombre de AUTO.BAT.

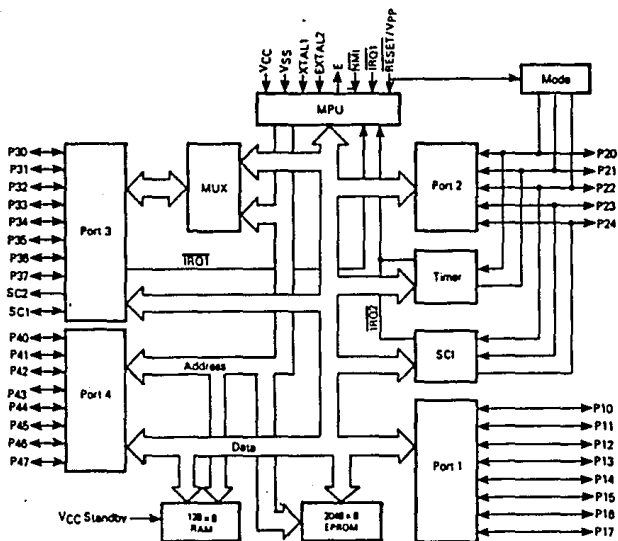
Iib. DISEÑO DEL CONTROLADOR DEL EQUIPO MECANICO

El diseño del controlador está formado basicamente por un microcontrolador, un letrero fluorescente, y tres circuitos controladores de motor de pasos.

El microcontrolador utilizado es el Motorola MC68701L. Elegimos este microcontrolador debido a que reúne todos los requisitos necesarios para la elaboración de este proyecto, además de que se contaba con el emulador de dicho microcontrolador, así como con toda la bibliografía requerida y el apoyo teórico.

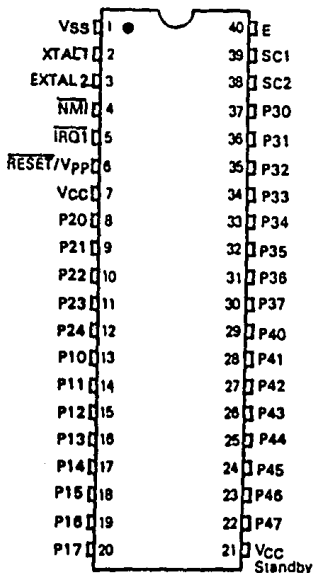


MC68701 MICROCOMPUTER BLOCK DIAGRAM



## DISEÑO ELECTRONICO

El emulador utilizado está formado por una terminal LINK 25 y la tarjeta emuladora para el microcontrolador MC68701. Con esto se probaron y perfeccionaron los programas sin tener que estar grabándolos en el microcontrolador. Además, el emulador permite detectar rápidamente fallas en los programas, así como hacer modificaciones a éstos, con lo que se ahorra mucho tiempo.



El microcontrolador MC68701 es un microprocesador de 8 bits. En cuanto a instrucciones, es compatible con el procesador M6800. Tiene una memoria EPROM de 2048 bytes, memoria RAM de 128 bytes, interfase para comunicación serie (SCI), cuatro puertos paralelos, que pueden ser programados (bit por bit) de entrada o de salida, tres de ellos de 8 bits y uno de 5 bits. También tiene un contador programable de tres funciones. El voltaje de polarización es de 5VDC, y el voltaje de entrada puede variar entre -0.3 y 7V. Existen varios tipos de microcontroladores MC68701, cuya diferencia radica en la frecuencia de operación, que oscila entre 1 y 4 Mhz y en la memoria EPROM, que puede ser de 4096 bytes.

Este microcontrolador proporciona tres Modos fundamentales de operación, que a su vez se dividen en ocho modos diferentes. Estos Modos de operación pueden ser seleccionados desde el hardware. A continuación se presentan los Modos fundamentales de operación:

- Modo "Single chip"
- Modo expandido multiplexado
- Modo expandido no-multiplexado

El Modo utilizado en este controlador fue el Modo 7: "Single chip", en el que los cuatro puertos se pueden configurar como

entrada o salida. En este Modo el MC68701 funciona como un microcomputador monolítico. La memoria RAM se encuentra entre las direcciones 0080 y la 00FF, mientras que la memoria EPROM se encuentra entre las direcciones F800 y FFFF.

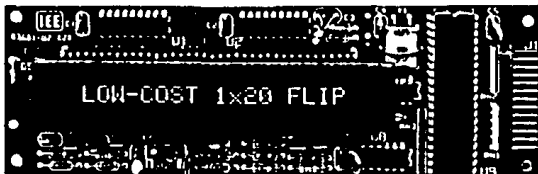
El microcontrolador tiene una desventaja: cuenta con muy poca memoria RAM. Por esto, no es posible realizar una lectura de principio a fin de la información proveniente de la computadora, con lo que se tiene que hacer la lectura de un dato a la vez y procesarla. Es por esto que debemos emplear memoria de la computadora (buffers de impresión, con el comando PRINT) para que no funcione como computadora esclava.

El programa del microcontrolador consta de un programa principal y el resto son subrutinas, ya que la información manejada es de ejecuciones repetitivas, por lo que de esta forma se obtienen resultados óptimos de operación y de programación. Dicho programa sufrió modificaciones de ajustes durante las pruebas finales; principalmente de velocidad de manejo de los motores.

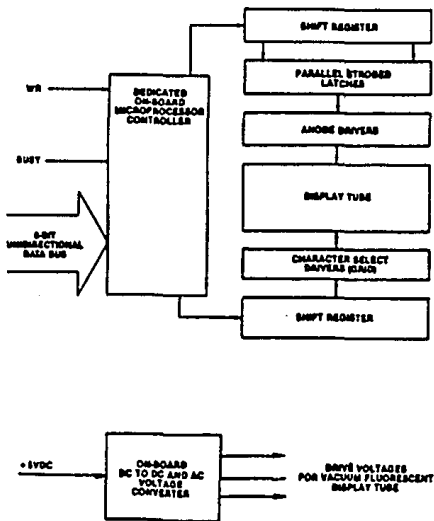
El programa del microcontrolador del sistema y los diagramas de flujo correspondientes se encuentran en el "Apéndice B" con el

nombre de: "Programa contenido en la memoria ROM del microcontrolador 68701L".

Se utilizó un letrero fluorescente para poder indicar al operador del sistema que es lo que está ocurriendo durante la elaboración de un circuito impreso.



### BLOCK DIAGRAM



El letrero fluorescente utilizado es marca IEE modelo FLIP 3601-82-020. Es de vacío fluorescente, alfanumérico y de una línea por 20 caracteres. Los caracteres están formados por una matriz de 5 x 7 puntos, lo que permite la representación de letras mayúsculas y minúsculas utilizando los 96 caracteres ASCII. Todos los controles de refresco y del letrero fluorescente son llevadas a cabo por un microprocesador interno. El voltaje de polarización es de 5VDC.

Las leyendas que se presentan por medio del letrero fluorescente son las siguientes:

- "ORIGEN X": para indicar que el sistema se está moviendo al origen en la dirección "X".
  
- "ORIGEN Y": para indicar que el sistema se está moviendo al origen en la dirección "Y".
  
- "ORIGEN Z": para indicar que el sistema se está moviendo al origen en la dirección "Z".
  
- "AUTO-PRUEBA": para indicar que está realizando la autopruueba.

- "SISTEMA LISTO": para indicar que el sistema ya realizó la auto-prueba y está listo para recibir información de la computadora.
- "<==X==>": para indicar que se está moviendo en la dirección "X".
- "<==Y==>": para indicar que se está moviendo en la dirección "Y".
- "PERFORANDO...": para indicar que está perforando.

Cada mensaje se codificó en el equivalente hexadecimal del correspondiente valor en el código ASCII.

Se utilizaron tres circuitos controladores de motores de pasos, uno para cada motor (movimientos "X", "Y" y "Z"). Los tres circuitos utilizados son iguales, variando sólo en las resistencias de los embobinados centrales de los motores, éstas debido a que los circuitos controladores de los motores requieren una alimentación de 24VDC, mientras que los motores emplean voltajes menores, por lo que las resistencias de potencia ayudan

a disminuir el voltaje de 24VDC al voltaje requerido por los diferentes motores.

La operación básica del controlador es la siguiente: recibe la señal proveniente de la computadora, lee el dato, se mueve a la coordenada correspondiente ("X" y "Y") y, de ser necesario, perfora. Manda una señal de "Strobe" a la computadora para que mande el siguiente dato, lo lea y lo procese y así sucesivamente hasta terminar con todos los datos provenientes de la computadora, conociendo de antemano que la información termina con una secuencia específica de datos.

La alimentación de todo el sistema es de 127 VAC, 1 fase, 60Hz. Tiene un interruptor general (servicio) y una luz piloto para indicar que el sistema está encendido. Todo el sistema está protegido por medio de un fusible.

El diseño electrónico del sistema esta dividido en varios dibujos, que contienen los distintos diagramas utilizados, que son:

PCIMP-10: U2, U3 y U4 Control motor de pasos

PCIMP-11: Localización de los elementos en frente del gabinete



- PCIMP-12.1: Diagrama eléctrico general: fuentes de poder
- PCIMP-12.2: Diagrama eléctrico general
- PCIMP-12.3: Diagrama eléctrico general
- PCIMP-12.4: Diagrama eléctrico general
- PCIMP-13: Diagrama de bloques sistema de control
- PCIMP-14: Fuente de poder microcontrolador
- PCIMP-15: U1 Microcontrolador
- PCIMP-16: Control encendido-apagado Dremel

En el dibujo PCIMP-14 se especifica la fuente de poder utilizada para el microcontrolador, que a continuación se describe:

Por medio de un transformador de reducción (127/9VAC) se obtiene, a través de un puente rectificador, capacitores y un regulador de voltaje fijo a +5VDC (LM7805), el voltaje necesario para el microcontrolador y el letrero fluorescente.

En el dibujo PCIMP-13 se describe el sistema a base de bloques. Aquí se indica básicamente la utilización de los distintos puertos del microcontrolador con el letrero fluorescente, los motores, la computadora y los interruptores límite (micros).

En el dibujo PCIMP-15 se describe el circuito impreso que aloja al microcontrolador. Se indican las conexiones que se deben hacer para que el microcontrolador funcione en el Modo deseado, el cristal, los puertos, el "reset" externo, entre otras cosas.

En el dibujo PCIMP-16 se indica el circuito de encendido y apagado del taladro (Dremel). Esto se logró por medio de un optoacoplador y un triac en configuración de manejo de dispositivo de tipo inductivo.

En el dibujo PCIMP-11 se señala la localización de los elementos de control del sistema en el frente del gabinete. Estos elementos de control incluyen interruptores, portafusibles, una luz piloto, un contacto doble polarizado y el conector "Centronics" utilizado para conectar el sistema con la computadora, al igual que los letreros correspondientes.

En el dibujo PCIMP-10 se encuentra el diagrama del circuito controlador de motor de pasos.

Este circuito impreso contiene los elementos lógicos para controlar en forma bidireccional un motor de pasos. Este

circuito puede ser activado por pulsos provenientes de un oscilador interno o por medio de pulsos provenientes del exterior. Utiliza un potenciómetro externo para controlar la velocidad del motor y una red de supresión, consistente en una resistencia y un capacitor. También requiere una fuente de poder de 24 VDC.

Se obtiene un pulso a la salida al cambiar el voltaje en la terminal CW Pulse o en la terminal CCW Pulse de un nivel lógico 1 (2.4 a 5.5VDC) a un nivel lógico 0 (0 a 0.4VDC). En cuanto a la dirección de giro del motor, si se le aplica un pulso a la terminal CW Pulse (S), el motor girará en el sentido de las manecillas del reloj, mientras que si se le aplica un pulso a la terminal CCW Pulse (R), el motor girará en contra de las manecillas del reloj.

Para controlar la dirección de giro del motor, se utiliza un interruptor de un polo-doble tiro con posición central (b3, b5, b7). Si se conecta este interruptor a algunos de los extremos de éste, el motor girará en el sentido correspondiente (CW o CCW) obteniendo los pulsos del oscilador interno y si el interruptor permanece en la posición central, el motor girará de acuerdo a los pulsos que reciba del exterior en la terminal correspondiente.

Para arrancar el motor es necesario un interruptor de un polo-un tiro. Si este interruptor está cerrado, el oscilador interno no opera. Si se abre, el oscilador comenzará a funcionar y subirá hasta alcanzar la velocidad deseada (determinada por el potenciómetro exterior (P1)). En este caso no se utilizará este interruptor, ya que los motores se operarán en automático o en manual, con lo que el oscilador puede estar siempre funcionando.

Es posible "girar" el motor paso por paso. Esta característica del circuito no va a ser utilizada, ya que no se requiere mover los motores de esta manera.

En los dibujos PCIMP-12.1, PCIMP-12.2, PCIMP-12.3 y PCIMP-12.4 se describen las conexiones generales de todo el sistema de control, es decir, las conexiones entre el microcontrolador U1, los motores de pasos U2, U3 y U4, las fuentes de poder, los interruptores, portafusibles y motores, entre otras.

El microcontrolador, circuitos controladores de motores de pasos, fuente de voltaje, letrero fluorescente y demás componentes se alojaron en un gabinete Federal Pacific Electric (FPE) de 535mm de largo, 305mm de ancho y 170mm de profundidad. Al frente de dicho gabinete se colocaron todos los interruptores necesarios, además del portafusible y la luz piloto. Para

## DISEÑO ELECTRONICO

identificar cada uno de los componentes se colocaron letreros de lamicoïd con la leyenda correspondiente a la operación de cada uno de ellos. Con esto, la operación del sistema se simplifica mucho y prácticamente cualquier persona puede utilizarlo.

IIc. IMPLEMENTACION Y PRUEBAS DEL CONTROLADOR

La implementación se llevó a cabo satisfactoriamente, ya que al realizarse las pruebas, todos los dispositivos funcionaban adecuadamente. Todas las pruebas preliminares del controlador se realizaron por medio de monitoreo de led's, conociendo la secuencia de encendido y apagado que deben de llevar.

Las pruebas que se le realizaron fueron muy sencillas pero significativas, como fueron el movimiento de los motores en ida y vuelta de cada uno de ellos en programas previamente grabados en el microcontrolador y el despliegue de letreros fluorescentes indicadores de la función que se estaba realizando en esos momentos. Dichos programas son actualmente partes integrantes de las subrutinas utilizadas en el programa principal del microcontrolador.

II.4. DISEÑO DE LA INTERFASE COMPUTADORA-CONTROLADOR

La interfase entre la computadora y el controlador se llevó a cabo por medio de una comunicación en paralelo con conectores "Centronics". Se utilizó este tipo de comunicación por varias razones. La comunicación en paralelo se utiliza en distancias cortas y es más rápida que la comunicación serie. Como en este caso la distancia es muy corta, algunos metros, la comunicación en paralelo es adecuada. Por otro lado, el cable con el conector "Centronics" ya existe, pues es el que se utiliza para la impresora y es más probable tener impresora que algún otro tipo de dispositivo de salida, como un graficador conectado en el puerto serie de la computadora.

La ventaja principal de utilizar una comunicación en paralelo aprovechando la distancia corta, es que la lectura por el puerto del microcontrolador es directa, es decir, no requiere de decodificación alguna, pues se lee el dato completo byte por byte.

Se instaló un conector "Centronics" en el tablero de control del sistema para poder conectar fácilmente el cable proveniente de la computadora, es decir, el mismo cable que se utiliza para la impresora se intercambia. Si se desea, el sistema puede ser

conectado al puerto paralelo #2 de la computadora (lpt2), requiriendo de otro cable idéntico.

Las patas del conector "Centronics" que se utilizaron en esta interfase fueron los siguientes:

Pata #	Nombre de la señal	Dirección	Conexión
2	Data 1	IN ---	--- Dato 8 bits
3	Data 2	IN	
4	Data 3	IN	
5	Data 4	IN	
6	Data 5	IN	
7	Data 6	IN	
8	Data 7	IN	
9	Data 8	IN ---	
11	Busy	OUT	Control
12	Paper out	OUT	GND
13	Selected	OUT	+5VDC
16	Signal GND		GND
18	+5VDC ext	OUT	+5VDC
19	GND		GND
32	Error	OUT	+5VDC

Para poder conocer bien el funcionamiento de estas señales, fue necesario investigar cómo se controlaba la transmisión de datos desde la computadora hasta la impresora, esto fue posible gracias a un sistema de led's que indicaban el dato en el puerto paralelo y, manualmente, se le daban a conocer a la computadora las señales de control.



**IIe. IMPLEMENTACION Y PRUEBAS DE LA INTERFASE**

La prueba más severa que se pudo realizar, consistió en entrelazar el bus de cables de entrada al microcontrolador con los de la alimentación de 127VAC, se encendieron lámparas fluorescentes, se arrancaron motores de inducción (tornos, taladros y fresadoras industriales). El sistema leyó los datos en forma adecuada sin presentar errores ni recibir señales de control falsas.

III

EVALUACION

DEL

SISTEMA

**IIIa. Pruebas de interfase con el programa**

**IIIb. Pruebas del controlador con el equipo mecánico**

**IIIc. Ensamblado final**

**IIId. Evaluación del prototipo**

IIIa. PRUEBAS DE LA INTERFASE CON EL PROGRAMA

Al igual que las pruebas anteriores, se utilizaron led's para monitorear las salidas del microcontrolador. Se emplearon dip switches para simular los interruptores limite de origen. Para ello, se diseñaron circuitos impresos con el programa Smart-Work, cuya secuencia de datos de salida era conocida (mediante un programa auxiliar que imprime los datos en código hexadecimal correspondientes al archivo de salida "DRILL.DRL"), de tal forma que en base a los led's y los dip switches se controlaba la secuencia y el recibimiento de datos provenientes de la computadora. Con la secuencia previamente impresa se compararon los mismos. De esta forma se comprobó el funcionamiento del programa-interfase-controlador.

IIID. PRUEBAS DEL CONTROLADOR CON EL EQUIPO MECANICO

Se incluyó en el programa contenido en el microcontrolador una rutina de auto-prueba para poder realizar una prueba entre el controlador y el equipo mecánico, sin la necesidad de un equipo de cómputo que transmita información alguna. La auto-prueba consta de los siguientes pasos:

- Posicionamiento de los tres motores en la posición de origen (en el orden siguiente: "Z", "Y" y "X")
- Despliegue del letrero fluorescente con la leyenda :  
"AUTO-PRUEBA"
- Movimiento simultáneo de las mesas correspondientes a los desplazamientos "X" y "Y" a una pulgada aproximadamente en dirección diagonal a partir del origen
- Descenso y encendido del Dremel, sin llegar a perforar el material
- Posicionamiento de los tres motores en la posición de origen (en el orden siguiente: "Z", "Y" y "X")
- Despliegue de un letrero fluorescente con la leyenda:  
"SISTEMA LISTO" para indicar que la máquina se

encuentra lista para recibir información de la computadora

La auto-prueba se realiza automáticamente cada vez que se enciende la máquina o que se reestablezca (se le indique un "Reset").

La auto-prueba también sirve para reposicionar las mesas y el taladro en la posición de origen, puesto que si alguno de estos mecanismos fue accionado manualmente, pudo haber quedado oprimido el interruptor de origen, sin estar en el punto adecuado del mismo. Con los movimientos de auto-prueba se posicionan en el origen predestinado por los interruptores (micros), por lo que es aconsejable, que si se ha utilizado el sistema en forma manual, se le aplique un Reset antes de enviarle información procesada proveniente de la computadora, para realizar una reubicación automática de los mecanismos del prototipo.

En base a los posicionamientos de origen del sistema, se realizaron los ajustes correspondientes para que el origen considerado quedara en la posición deseada. Esta posición corresponde al punto en que la broca del Dremel puede descender lo más cerca posible a los sujetadores fijos del circuito impreso, sin llegar a tocarlos, puesto que desde este punto es

## EVALUACION DEL SISTEMA

posible que la computadora indique un barrenos y, de esta forma, no se desperdicia espacio en el circuto a perforar.

IIIc. ENSAMBLADO FINAL

Para el ensamblado final se interconectaron todos los sistemas, y se diseñaron diversos circuitos con ayuda del Smart-Work. Estos fueron procesados y perforados en tablas de madera con el propósito de verificar las perforaciones, las dimensiones y las distancias obtenidas en las diferentes tablas perforadas. Las comparaciones, que se realizaron en base a las coordenadas indicadas por el programa de diseño, resultaron ser todo un éxito.

Se emplearon tablas de madera para evitar un desgaste desmesurado del filo de la broca (innecesario para pruebas preliminares), además de evitar un costo adicional utilizando circuitos vírgenes de baquelita o fibra de vidrio, que quedarían perforados únicamente para pruebas.

Una vez perforados y verificados los circuitos hechos en tablas de madera, se procedió a perforar y verificar algunos circuitos repetidos a los anteriores, pero ya en material real de circuitos impresos: baquelita con un laminado de cobre sobre la superficie.



## EVALUACION DEL SISTEMA

En el perforado de éstos se iniciaron las diferencias de distancia y errores de alineamiento. Estos errores eran provocados por la longitud exagerada de la broca y el laminado de cobre de los circuitos. Considerando que para evitar o disminuir al máximo este problema tendríamos que recortar la broca al mínimo tamaño permitido por el sistema, y para una mayor precisión, se intercambiaron las señales de los motores así como los respectivos interruptores de origen de "X" a "Y" y de "Y" a "X". Con esto se logró que el circuito fuera perforado por el reverso y que el primer contacto de la broca no fuera con un material ferroso como es el caso del cobre, sino con un material mucho más blando, como la baquelita y la fibra de vidrio.

III.4. EVALUACION DEL PROTOTIPO

Una vez funcionando el prototipo, se diseñaron circuitos impresos de gran tamaño, con lo que el sistema permaneció trabajando durante horas, alcanzando la temperatura final de operación aproximadamente a los 20 minutos del encendido. A partir de este momento la parte superior izquierda del gabinete se calienta a una temperatura prácticamente intocable. Pese a esto, el sistema continúa funcionando adecuadamente en el proceso automático de perforación de circuitos impresos.

Una solución conveniente con respecto al calentamiento, sería la utilización de un ventilador que produjera un flujo continuo de aire desde el exterior hacia el interior y del interior hacia el exterior para evitar dicha temperatura, pero ya que el sistema responde adecuadamente a la operación que se le indica, ya sea de forma manual o automática, consideramos innecesario el gasto de dicho ventilador.

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

Después de estos seis meses de trabajo, nos hemos dado cuenta de las dificultades de fabricación de una máquina automatizada, y que día a día se le pueden ir haciendo innovaciones para mejorarla. Es una tarea sin fin, que sin duda para la planeación completa de un sistema innovatorio debe de tener como principal objetivo ayudar a quien la posea, la manipule, la fabrique, la venda, etc. para poder sobresalir como buenos ingenieros.

Consideramos que el prototipo es un paso adelante hacia el progreso de la automatización en México. Estamos convencidos de que es un elemento que no es perfecto por sus limitantes de operación, pero aún así, es una herramienta automática que ahorra tiempo, dinero y esfuerzo, y que es una pequeña muestra de la Ingeniería en México.

Una vez concluido en su totalidad el prototipo de perforador automático de circuitos impresos, podemos comentar que independientemente de los problemas o aciertos sufridos durante el proceso de fabricación, es para nosotros todo un orgullo el saber, que mediante los conocimientos adquiridos durante todos estos años de arduo estudio y dedicación, hemos sido capaces de aunar nuestros conocimientos para poder plasmar en una máquina una idea que cruzó por nuestra mente, y que ahora es una realidad tangible y funcional.

## CONCLUSIONES

Con la realización de esta máquina prototipo, nos pudimos dar cuenta de la forma en que se pueden simplificar los procesos de manufactura en la industria de nuestro país, ya que es un factor muy importante para el desarrollo Nacional.

Existen una infinidad de máquinas que pueden ser diseñadas en nuestro país para simplificar y acelerar la producción, además de que con la ayuda de este tipo de máquinas se obtiene también una mejor calidad.

# BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bahg SG, Huseyin RH: Electric machinery and transformers. E.U.A: HBJ Publishers, 1988.
  
- 2.- Friend GE, Pike JL, Batrar HC: Understanding Data Communications. 1a. ed. E.U.A: A. Howard W. Sams & Co. Publications, 1987.
  
- 3.- Linear Databook: E.U.A: National Semiconductor Corp., 1982.
  
- 4.- Link 125/PC Term User's Guide: E.U.A: LINK Technologies Inc., 1985.
  
- 5.- MC<sub>1</sub> User's Guide: E.U.A: LINK Technologies Inc., 1986.
  
- 6.- Motorola Semiconductors: MC68701 Advance Information: E.U.A: Motorola Inc., 1984.
  
- 7.- MC68701EVM Evaluation Module User's Manual: 2a. ed. E.U.A: Motorola Inc., 1986.

BIBLIOGRAFIA

- 8.- Sigma Stepping Motor Handbook: E.U.A: Sigma Instruments Inc, 1972.
- 9.- Syed AN: Electric energy conversion and transmission. New York NY: MacMillan Publishing Co, 1985.
- 10.- The Optoelectronics Databook: 5a. ed. E.U.A: Texas Instruments, 1978.
- 11.- The TTL Databook: 2a. ed. E.U.A: Texas Instruments Inc., 1981.
- 12.- Uniroyal Power Grip, Timing Belt Design Manual : E.U.A: Uniroyal Limited.
- 13.- Voltage Regulator Handbook: E.U.A: National Semiconductor Corp., 1982.



APENDICE "A"

CANT	NUM.	DESCRIPCION	UTILIZACION	PLANOS RELACION	PLANOS FABRICACION
4	1	Al 1/2" x 1 3/4" x 210	Soportes laterales mesa	PCIMP-1	PCIMP-2
2	2	Al 1/4" x 210 x 399	Basa mesa	PCIMP-1	PCIMP-2
2	3	Al 1" x 1" x 40	Grapa ajustable circuito impreso	PCIMP-1	PCIMP-2
2	4	Al 1" x 1" x 145	Grapa fija circuito impreso	PCIMP-1	PCIMP-2
1	5	Al 1/4" x 210 x 210	Basa mesa circuito impreso	PCIMP-1	PCIMP-2
2	6	Al 1/2" x 1 3/4" x 1 3/4"	Soporte union mesa-tuerca sinfin	PCIMP-1	PCIMP-2
2	7	Al 1/4" x 2 1/4" x 94	Soporte motor movimiento X y Y	PCIMP-1	PCIMP-2
2	8	Al 3/4" x 3/4" x 2 1/4"	Separador soporte motor	PCIMP-1	PCIMP-2
2	9	Al 1/2" x 1 1/2" x 66	Grapas taladro (Dremel)	PCIMP-3	PCIMP-4
4	10	Bronce 1/4" x 12	Guias grapas taladro	PCIMP-3	PCIMP-4
2	11	Al 1/4" x 1/4" x 43	Brazo elevacion taladro	PCIMP-3	PCIMP-4
1	12	Al 1/4" x 1/4" x 48	Brazo elevacion taladro	PCIMP-3	PCIMP-4
2	13	Al 3/8" x 3/8" x 22	Soporte motor elevacion taladro	PCIMP-3	PCIMP-4
2	14	Al 1/2" x 59 x 417	Marco transversal dispositivo elevacion taladro	PCIMP-3	PCIMP-4
1	15	Al 1/2" x 92 x 290	Marco vertical dispositivo elevacion taladro	PCIMP-3	PCIMP-4

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS

PIEZAS MAQUINADAS

DHYVER-CEREZ  
FECHA: 15-11-91

HOUA  
1

MATERIAL MECANICO  
PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS

MATERIAL MECANICO

DHYVER-GEREZ

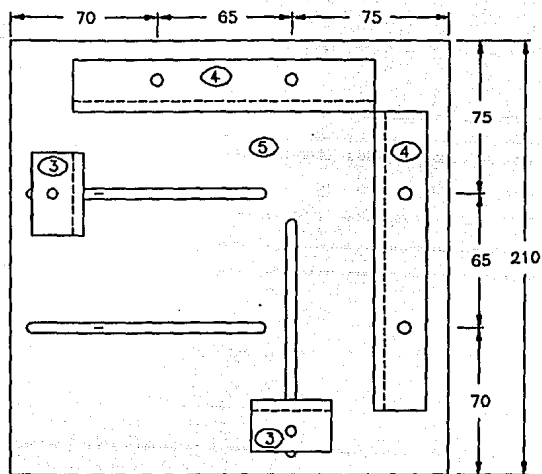
FECHA: 13-II-91

1

HQA

CANT	NUM.	DESCRIPCION	PROVEEDOR	UTILIZACION	PLANOS RELACION
4	1	Barros de acero redondas y pulidas	Thompson QS1/4L24	Soporte mesa	PCIMP-1
8	2	Cajas de baleros lineales	Thompson SPB-4	Soporte mesa	PCIMP-1
2	3	Tornillo sinfin	Warner Electric R-0308-17-F000W	Transmision mesa	PCIMP-1
2	4	Tuerca sinfin	Warner Electric R-0308-17-F000W	Transmision mesa	PCIMP-1
4	5	Balero 607 ZZ		Soporte tornillo sinfin	PCIMP-1 PCIMP-2
2	6	Motor de pasos	SIGMA 20-2220D-24461	Movimiento mesa	PCIMP-1
2	7	Polea ranurada (16 dientes)	Stock Drive Prod. 6A-3-16H-3708	Reduccion transmision mesa	PCIMP-1
2	8	Polea ranurada (20 dientes)	Stock Drive Prod. 6A-3-20H-3708	Reduccion transmision mesa	PCIMP-1
2	9	Banda ranurada (50 dientes)	Stock Drive Prod. 6R-3-050037	Reduccion transmision mesa	PCIMP-1
1	10	Taladro	Dremel Electric Co. Mod: 380-6	Perforacion circuito impreso	PCIMP-3
1	11	Motor de pasos	Airpax A92234 8403	Control ascenso y descenso taladro (Dremel)	PCIMP-3

SAIA DE LA SANTIAGO  
 ESTADISTICA DE LA SANTIAGO



- Ver Lista de piezas maquinadas  
 ◊ Ver Lista de material mecanico

**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autonoma de Mexico  
 Facultad de Ingenieria

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
 ENSAMBLE GENERAL: PLANTA MESA

**MAT:** IND.

**CANT:** IND.

**FECHA:** 9-1-91

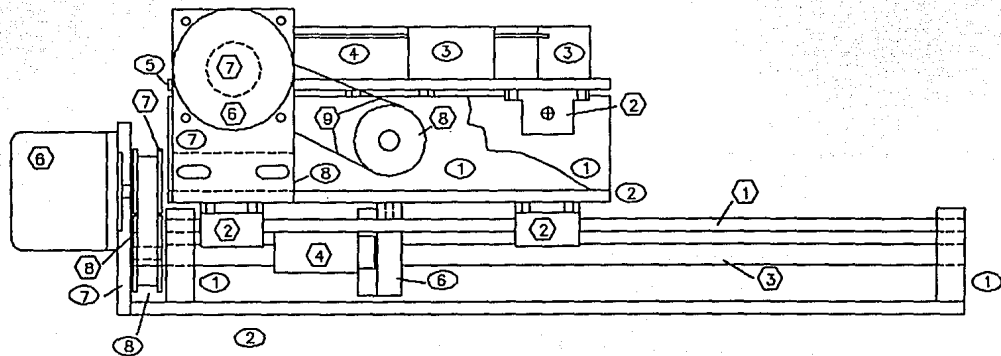
**ESC:** 1:2

**ACOT:** mm

**PROYECTO:** D.-G.

**DIBUJO:** PCIMP-1.1

**DIBUJO:** J.G.S.



- Ver Lista de piezas maquinadas  
 ⬡ Ver Lista de material mecanico

## D'HYVER/GEREZ

Universidad Nacional Autonoma de Mexico  
 Facultad de Ingenieria

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
 ENSAMBLE GENERAL: ELEVACION FRONTAL

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 9-1-91

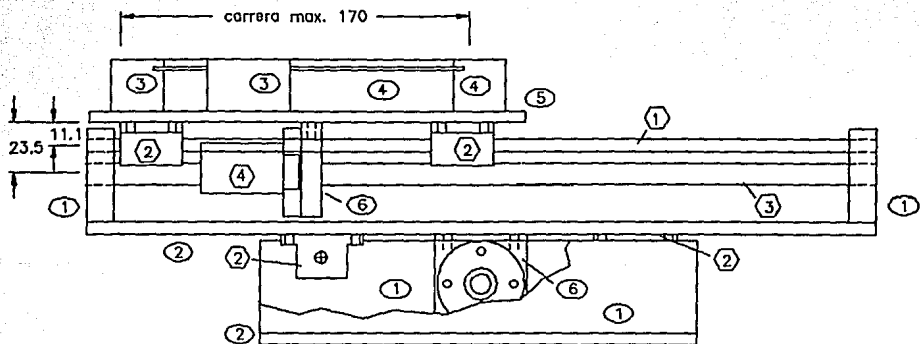
BSC: 1:2

ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

DIBUJO: PCIMP-1.2

DIBUJO: J.G.S.



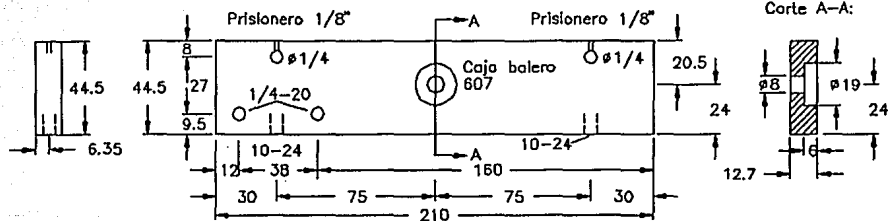
- Ver Lista de piezas maquinadas  
 ⊕ Ver Lista de material mecanico

<b>D'HYVER/GEREZ</b>		
Universidad Nacional Autonoma de Mexico Facultad de Ingenieria		
PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS: ENSAMBLE GENERAL: ELEVACION LATERAL		
<b>MAT:</b> IND.	<b>CANT:</b> IND.	
<b>FECHA:</b> 9-1-91	<b>ESC:</b> 1:2	<b>ACOT:</b> mm
<b>PROYECTO:</b> D.-G.	<b>DIBUJO:</b> PCIMP-1.3	
<b>DIBUJO:</b> J.G.S.		

PIEZA ①

MAT: Al 1/2" x 1 3/4" x 210

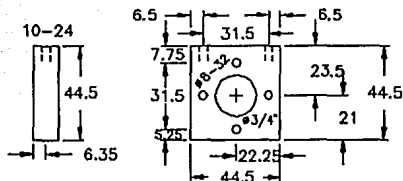
CANT: 4



PIEZA ⑥

MAT: Al 1/2" x 1 3/4" x 1 3/4"

CANT: 2



**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autonoma de Mexico  
Facultad de Ingenieria

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:

DESPIECES: 1,6

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 14-1-91

ESC: 1:2

ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

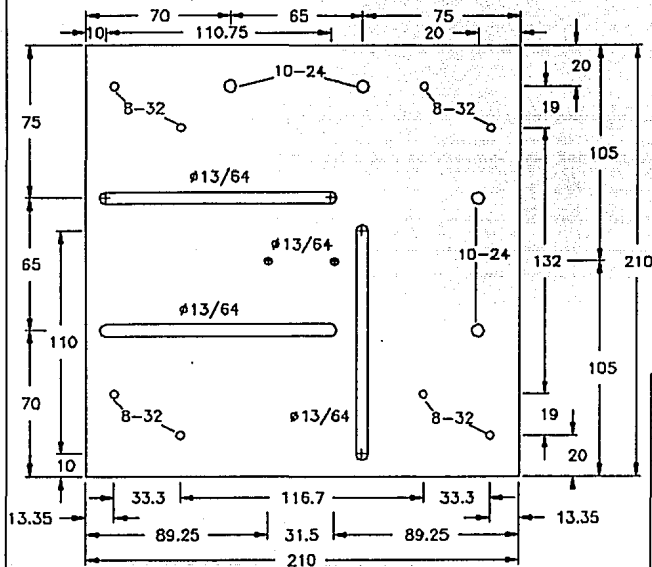
DIBUJO: PCIMP-2.1

DIBUJO: J.G.S.

PIEZA ⑤

MAT: Al 1/4" x 210 x 210

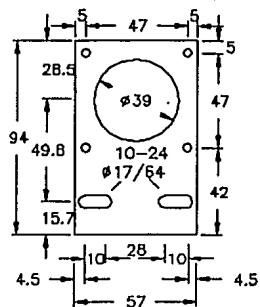
CANT: 1



PIEZA ⑦

MAT: Al 1/4" x 2 1/4" x 97

CANT: 2



**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autonoma de Mexico  
Facultad de Ingenieria

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
DESPIECES: 5,7

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 14-1-91

ESC: 1:2

ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

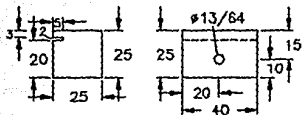
DIBUJO: PCIMP-2.2

DIBUJO: J.G.S.



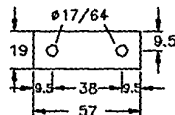
PIEZA ③

MAT: Al 1" x 1" x 40  
CANT: 2



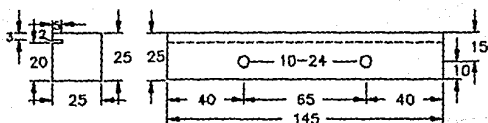
PIEZA ⑧

MAT: Al 3/4" x 3/4" x 2 1/4"  
CANT: 2



PIEZA ④

MAT: Al 1" x 1" x 145  
CANT: 2



**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ingeniería

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
DESPIECES: 3,4,8

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 14-1-91

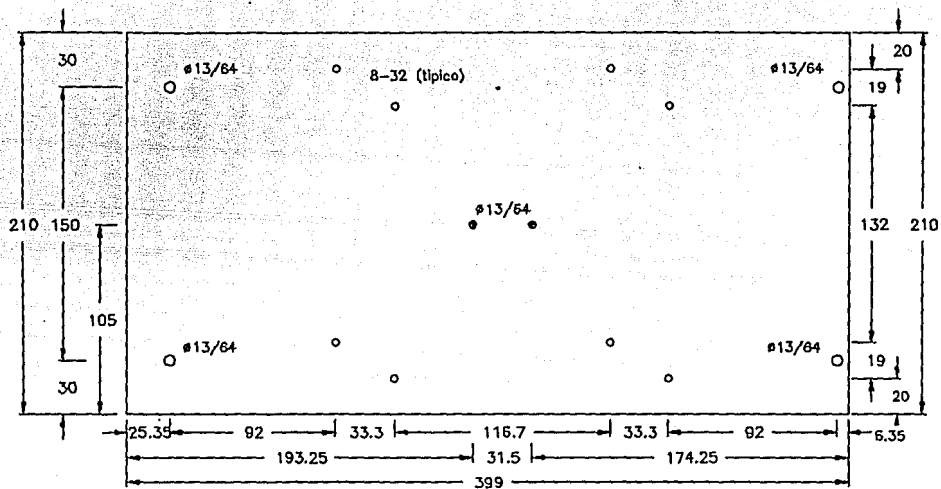
ESC: 1:2

ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

DIBUJO: PCIMP-2.3

DIBUJO: J.G.S.



PIEZA ②

MAT: A 1/4" x 210 x 399  
CANT: 2

**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autonoma de Mexico  
Facultad de Ingenieria

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
DESPIECE: 2

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 14-1-91

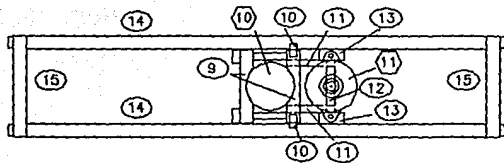
ESC: 1:2

ACOT: mm

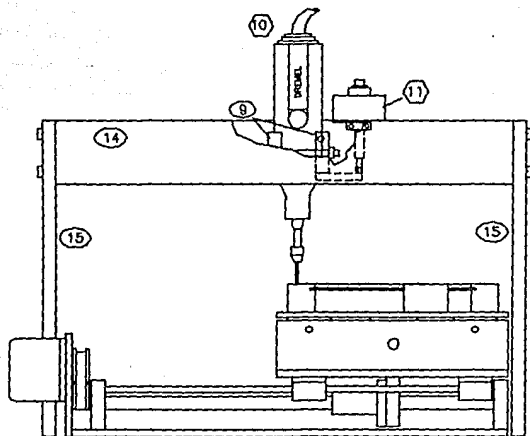
PROYECTO: D.-G.

DIBUJO: PCIMP-2.4

DIBUJO: J.G.S.



PLANTA



ELEVACION LATERAL

- Ver Lista de piezas maquinadas  
 ⬡ Ver Lista de material mecánico

**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autónoma de México  
 Facultad de Ingeniería

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
 FIJACION Y OPERACION TALADRO (DREMEL)

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 8-II-91

ESC: 1:4

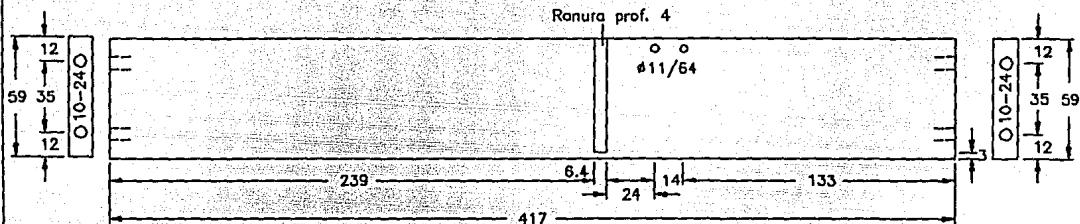
ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

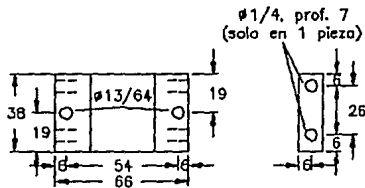
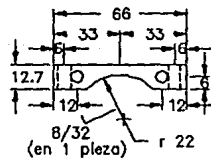
DIBUJO: PCIMP-3

DIBUJO: J.G.S.

PIEZA (14)  
 MAT: Al 1/2" x 59 x 417  
 CANT: 2



PIEZA (9)  
 MAT: Al 1/2" x 1 1/2" x 66  
 CANT: 2



Ø1/4, prof. 7  
 (sola en 1 pieza)

**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autónoma de México  
 Facultad de Ingeniería

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS  
 DESPIECES: 9,14

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 8-II-91

ESC: 1:2

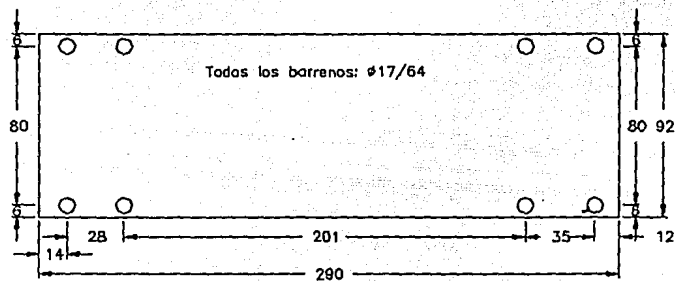
ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

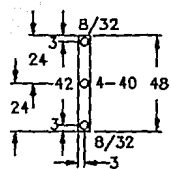
DIBUJO: PCIMP-4.1

DIBUJO: J.G.S.

PIEZA (15)

MAT: Al  $1/2'' \times 92 \times 290$   
CANT: 2

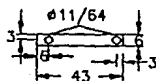
PIEZA (12)

MAT: Al  $1/4'' \times 1/4'' \times 48$   
CANT: 1

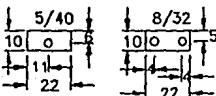
PIEZA (10)

MAT: Bronce  $\phi 1/4 \times 12$   
CANT: 8

PIEZA (11)

MAT: Al  $1/4'' \times 1/4'' \times 43$   
CANT: 2

PIEZA (13)

MAT: Al  $3/8'' \times 3/8'' \times 22$   
CANT: 2**D'HYVER/GEREZ**Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de IngenieríaPERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS:  
DESPICES: 10,11,12,13,15

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 8-II-91

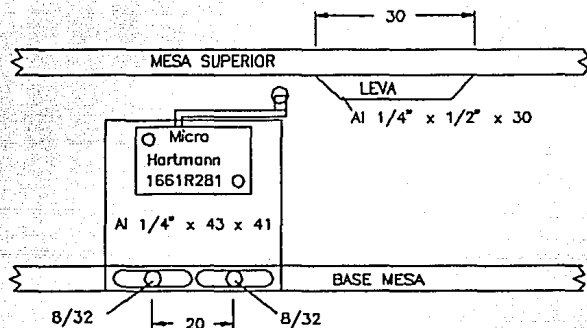
ESC: 1:2

ACOT: mm

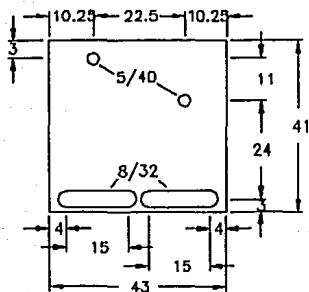
PROYECTO: D.-G.

DIBUJO: PCIMP-4.2

DIBUJO: J.G.S.



Al 1/4" x 43 x 41  
Cant: 2



**D'HYVER/GEREZ**

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ingeniería

PERFORADORA DE CIRCUITOS IMPRESOS  
DETALLE FJACION INTERRUPTOR LIMITE

MAT: IND.

CANT: IND.

FECHA: 23-IV-91

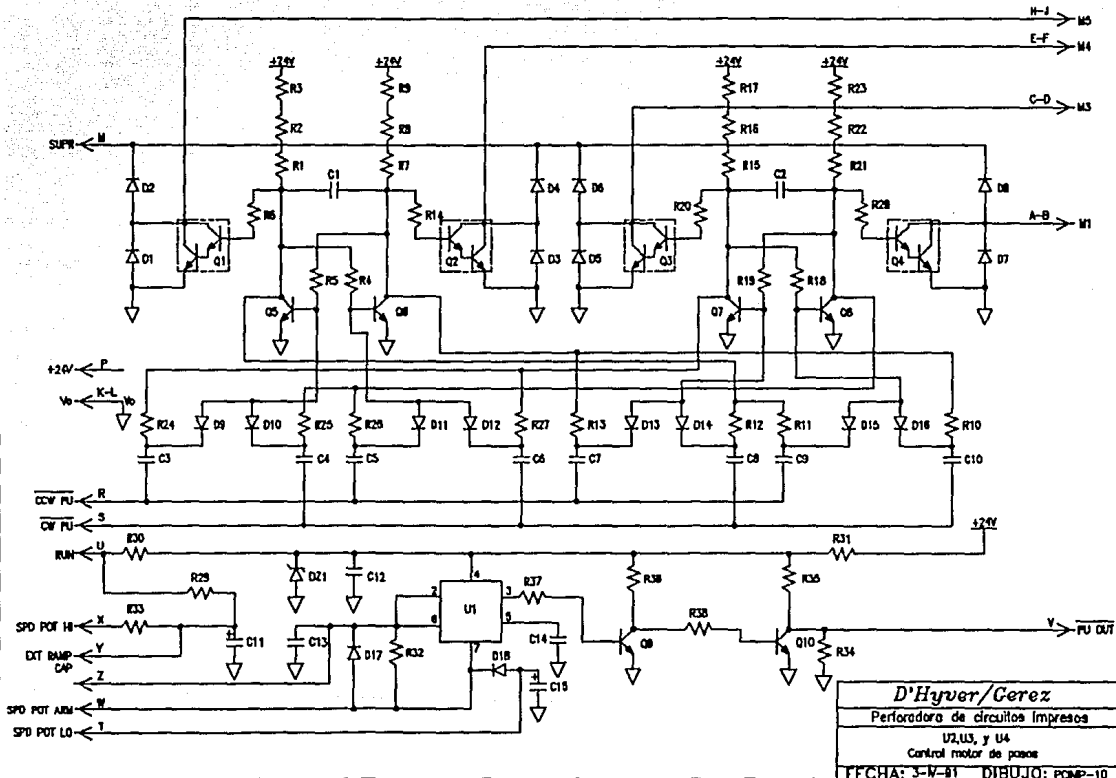
ESC: 1:1

ACOT: mm

PROYECTO: D.-G.

DIBUJO: PCIMP-5

DIBUJO: J.G.S.



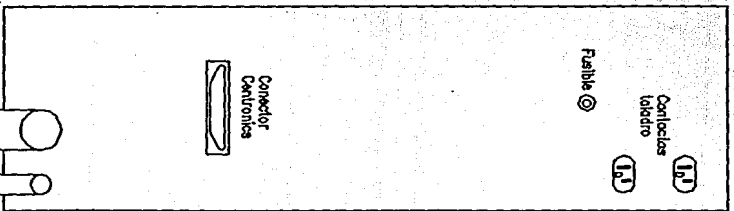
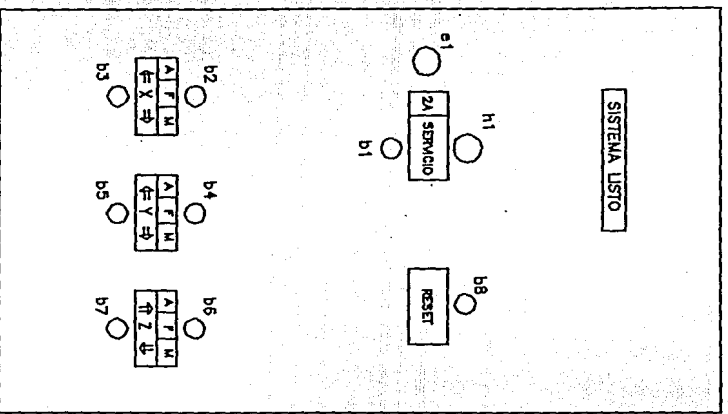
D'Hyver/Gerez

Perforadora de circuitos impresos

U2, U3, y U4

Control motor de pasos

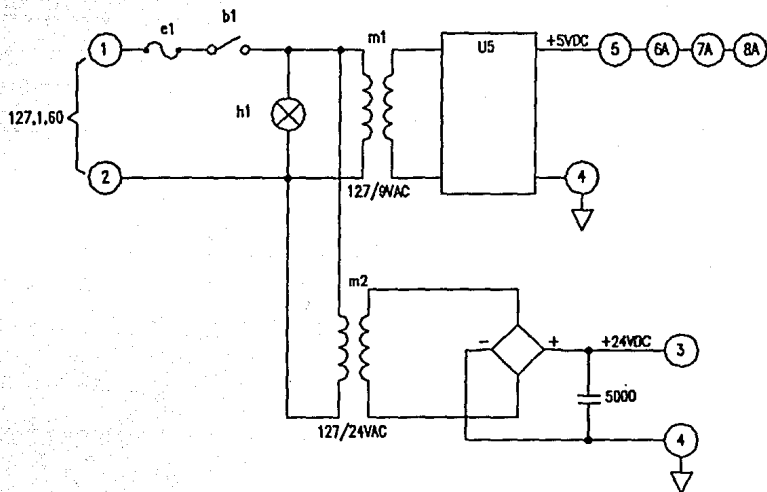
FECHA: 3-W-81 DIBUJO: PCMP-10



NOTA: sin escala

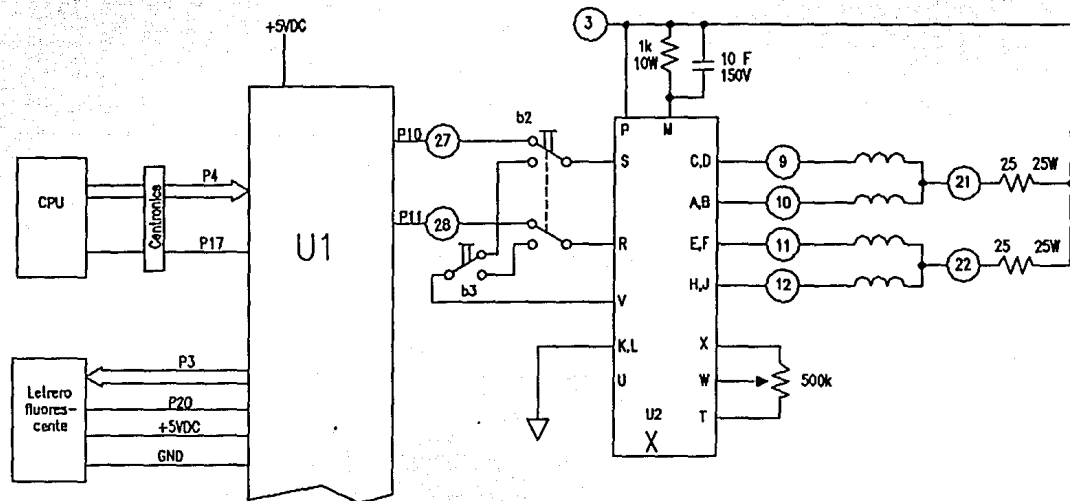
<i>D'Hyer/Gevez</i>
Perforadora de circuitos impresos
Localización de los alambres en frente del gabinete
FECHA: 5-N-91 DIBUJO: PCUP-11





○ CLEMA

<b>D'Hyver/Cerez</b>	
Perforadora de circuitos impresos	
Diagrama electrico general	
Fuentes de poder	
FECHA: 2-IV-91	DIBUJO: PCIMP-12.1



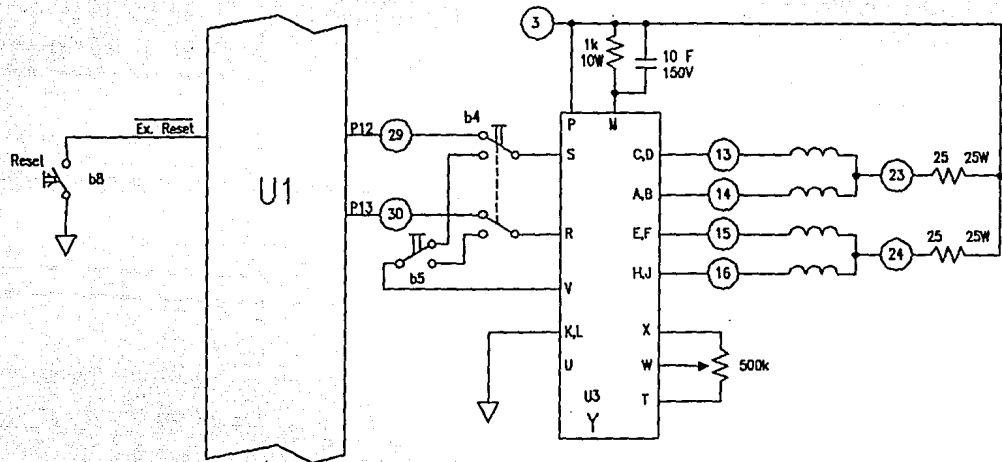
○ CLEMA

*D'Hyver/Gerez*

Perforadora de circuitos impresos

Diagrama electrico general

FECHA: 2-IV-91 | DIBUJO: PCIMP-12.2



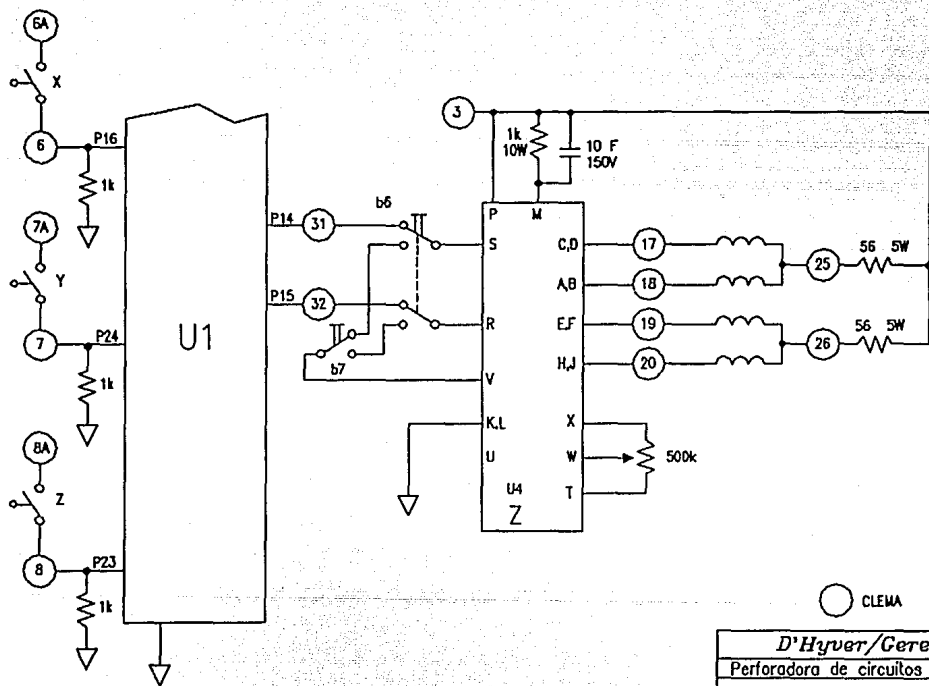
○ CLEMA

*D'Hyver/Gerez*

Perforadora de circuitos impresos

Diagrama electrico general

FECHA: 2-N-91 | DIBUJO: PCIMP-12.3

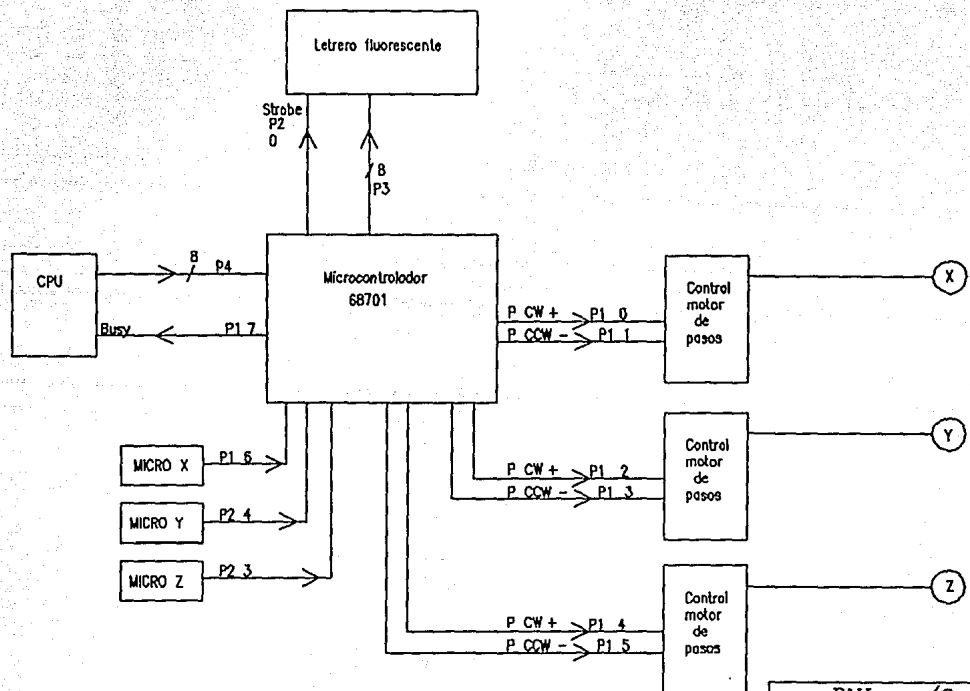


D'Hyver/Gerez

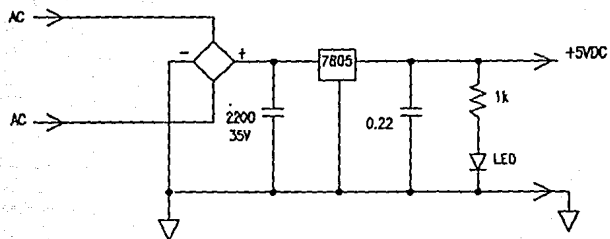
Perforadora de circuitos impresos

Diagrama electrico general

FECHA: 2-IV-91 | DIBUJO: PCMP-12.4



*D'Hyver/Cerez*  
Perforadora de circuitos impresos  
Diagrama de bloques sistema de control  
FECHA: 3-VI-91 | DIBUJO: PCINP-13



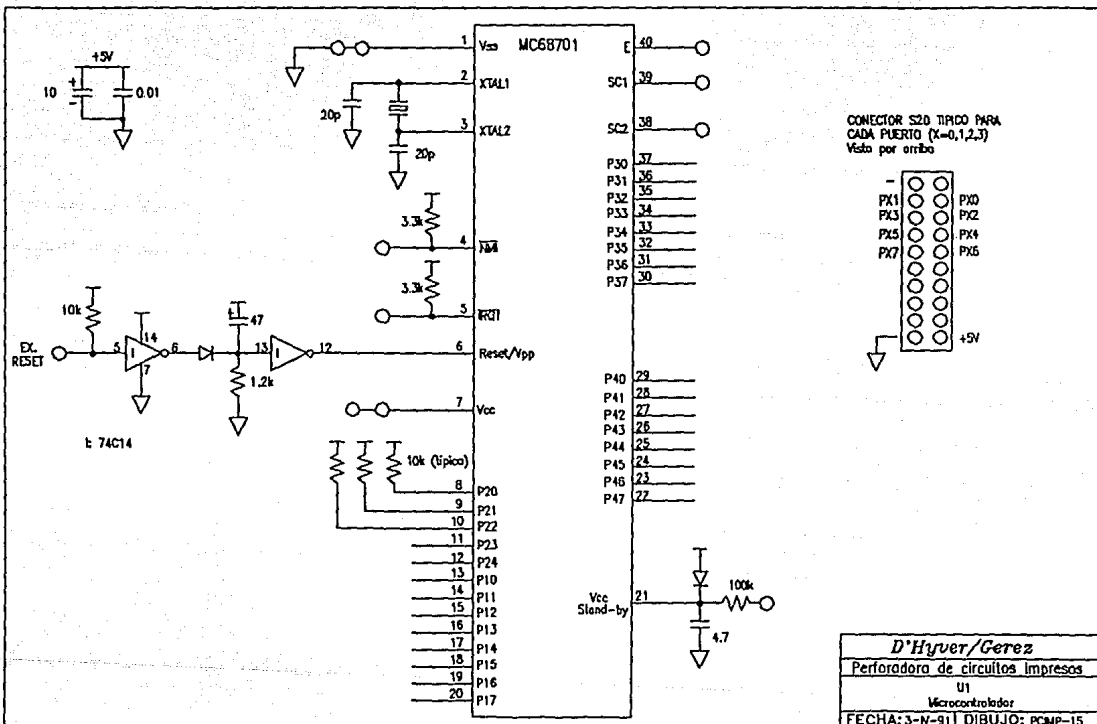
*D'Hyver/Cerez*

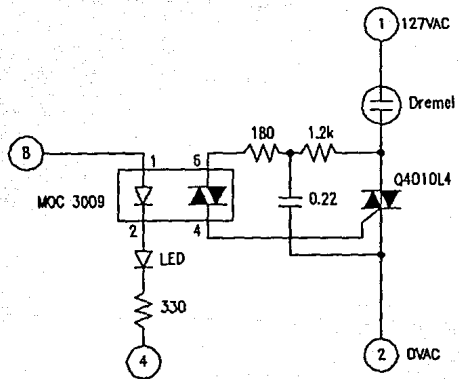
Perforadora de circuitos impresos

US

Fuente de poder microcontrolador

FECHA: 3-N-91 | DIBUJO: PCMP-14





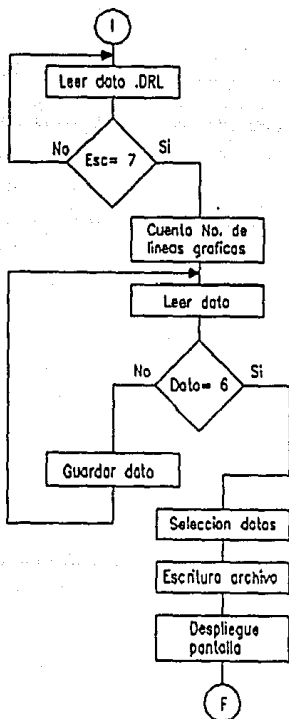
<i>D'Hyver/Gerez</i>
Perforadora de circuitos impresos
Control encendido-apagado Dremel
FECHA: 4-IV-91   DIBUJO: PCIMP-16



# APENDICE "B"

APENDICE # B

Diagrama de flujo programa de transducción entre el archivo de entrada "DRILL.PRN" y el archivo de salida "DRILL.DRL"



Programa de transducción entre el archivo de entrada "DRILL.PRN"  
y el archivo de salida "DRILL.DRL"

```

100 REM *****
110 REM *****PROGRAMA INTERFASE PARA PERFORACION AUTOMATICA*****
120 REM *****DE CIRCUITOS IMPRESOS*****
130 REM *****
140 REM
150 REM *****PROPIEDAD DE: DHYVER DE LAS DESES PAUL
160 REM                GEREZ SABORIT JULIO
170 REM
180 REM ***** TEMA DE TESIS
190 REM ***** UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
200 REM
210 REM *****
220 REM *****LECTURA Y SELECCION DEL ARCHIVO A CONVERTIR*****
230 REM *****
240 REM
250 REM
260 CLS
270 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
280 PRINT"                ; TRANSFORMANDO ARCHIVO !"
290 DIM A(3600)
300 OPEN "R",#1,"DRILL.PRN",1
310 FIELD #1, 1 AS A$
320 REM *****
330 REM *****DESECHO DE TEORIA DEL ARCHIVO A CONVERTIR*****
340 REM *****
350 C=C+1
360 GET #1,C
370 IF A$=CHR$(27) THEN ESC=ESC+1
380 IF ESC=7 THEN 400
390 GOTO 350
400 C=C+2
410 GET #1,C
420 N1=ASC(A$)
430 C=C+1
440 GET #1,C
450 N2=ASC(A$)
460 REM *****
470 REM **CUENTA DE CARACTERES GRAFICOS Y SELECCION DE POSICION**
480 REM *****
490 CAR=(N1+(256*N2)-9)/6
500 C=C+6
510 C=C+1
520 GET #1,C
530 IF ASC(A$)=6 THEN 610
540 A1=A1+1:A2=A2+1
550 IF A1>3601 THEN CLS:PRINT:PRINT"ARCHIVO DEMASIADO GRANDE":END
560 A(A1)=ASC(A$)
570 C=C+5

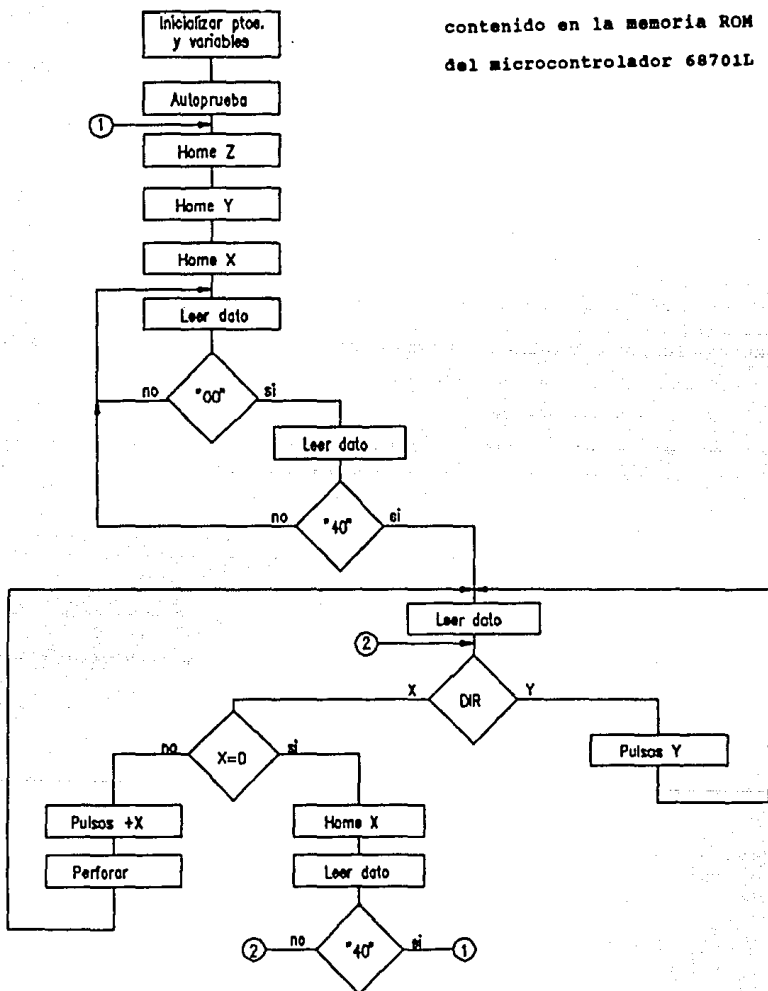
```

```

580 IF A2<CAR THEN 510
590 A2=0:C=C+24
600 GOTO 520
610 CLOSE
620 REM *****
630 REM *****CREACION DE ARCHIVO POSICIONADOR*****
640 REM *****
650 C=0:C1=0
660 OPEN "R",#1,"DRILL.DRL",1
670 FIELD #1,1 AS D$
680 D=0:GOSUB 950
690 D=64:GOSUB 950
700 X=CAR:Y=A1/CAR
710 FOR Y1=1 TO Y
720 FOR Z=1 TO X
730 A3=A2+Z
740 IF A(A3) = 224 THEN D=Y1+63:GOSUB 950 :GOTO 760
750 NEXT Z
760 FOR X1=1 TO X
770 A2=A2+1
780 IF A(A2) = 224 THEN BAR=BAR+1:D=X1+128:GOSUB 950
790 IF A(A2) <> 224 THEN C1=C1+1
800 NEXT X1
810 IF C1=X THEN 830
820 D=0:GOSUB 950
830 C1=0
840 NEXT Y1
850 D=64:GOSUB 950
860 CLOSE
870 CLS
880 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
890 PRINT "          NÚMERO DE BARRENOS:";BAR
900 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT"          TIEMPO APROXIMADO DE
PERFORACION:"INT(BAR*.2421052631)+1;" minutos"
910 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT"          TAMAÑO DEL
ARCHIVO DE SALIDA:";C
920 PRINT:PRINT:PRINT
930 END
940 REM *****
950 REM *****SUBROUTINA DE ESCRITURA EN ARCHIVO DE SALIDA*****
960 REM *****
970 C=C+1
980 LSET D$=CHR$(INT(D))
990 PUT #1,C
1000 RETURN

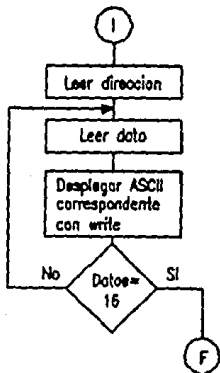
```

Diagrama de flujo del programa  
 contenido en la memoria ROM  
 del microcontrolador 68701L

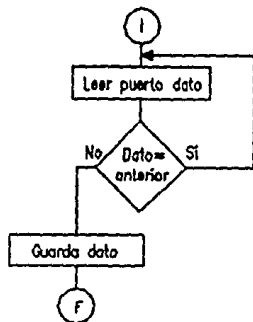


Diagramas de flujo de las subrutinas del programa contenido en la memoria ROM del microcontrolador 68701L

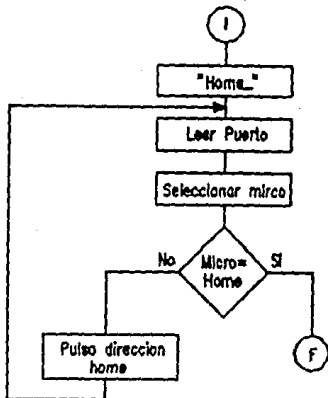
Display



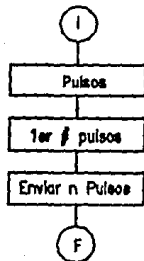
Leer dato



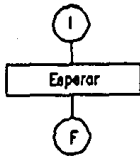
Home



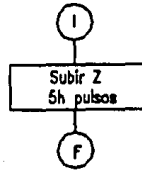
Pulsos



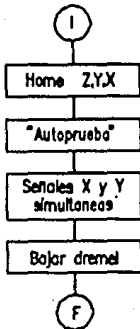
Pulso T (todos)



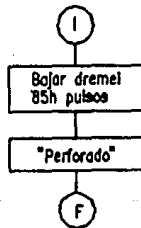
Rect. Home Z



Autoprueba



Perfora



Programa contenido en la memoria ROM del microcontrolador 68701L

PROGRAMA PRINCIPAL

F800	NOP	F83E	BNE \$F839	F870	CMPA #00
F801	NOP	F840	JSR \$FA20	F872	BNE \$F84A
F802	NOP	F843	CMPA #40	F874	JSR \$F8C0
F803	NOP	F845	BNE \$F839	F877	LDAB #00
F804	LDAA #BF	F847	JSR \$FA20	F879	STAB 8D
F806	STAA 00	F84A	LSLA	F87B	JSR \$FA20
F808	LDAA #FF	F84B	LSRA	F87E	CMPA #40
F80A	STAA 04	F84C	LSRA	F880	BNE \$F84A
F80C	LDAA #80	F84D	LSRA	F882	JMP \$F822
F80E	STAA 02	F84E	LSRA	F885	NOP
F810	LDS #00E0	F84F	LSRA	F886	NOP
F813	LDAA #07	F850	LSRA	F887	NOP
F815	STAA 01	F851	LSRA	F888	NOP
F817	LDAA #00	F852	BNE \$F890	F889	NOP
F819	STAA 03	F854	LDAA 8A	F88A	NOP
F81B	STAA 05	F856	BEQ \$F86D	F88B	NOP
F81D	NOP	F858	LSLA	F88C	NOP
F81E	NOP	F859	LSLA	F88D	NOP
F81F	JSR \$FAA0	F85A	LSRA	F88E	NOP
F822	LDAA #00	F85B	LSRA	F88F	NOP
F824	STAA 8B	F85C	STAA 8C	F890	LDAA 8A
F826	STAA 8D	F85E	LDAB 8D	F892	LSLA
F828	STAA 8E	F860	SBA	F893	LSLA
F82A	JSR \$F920	F861	LDAB 8C	F894	LSRA
F82D	JSR \$F8F0	F863	STAB 8D	F895	LSRA
F830	JSR \$F8C0	F865	JSR \$F950	F896	STAA 8F
F833	LDX #FB70	F868	JSR \$F9B0	F898	LDAB 8E
F836	JSR \$F9E0	F86B	NOP	F89A	SBA
F839	JSR \$FA20	F86C	NOP	F89B	LDAB 8F
F83C	CMPA #00	F86D	JSR \$FA20	F89D	STAB 8E
				F89F	JSR \$F980
				F8A2	JMP \$F847

ORIGEN X

F8C0	LDX #FB10
F8C3	JSR \$F9E0
F8C6	STAA 87
F8C8	LDAB 02
F8CA	ANDB #40
F8CC	BEQ \$F8DE
F8CE	LDAA #82
F8D0	STAA 02
F8D2	JSR \$FA50
F8D5	LDAA #80
F8D7	STAA 02

ORIGEN Y

F8F0	LDX #FB20
F8F3	JSR \$F9E0
F8F6	STAA 86
F8F8	LDAB 03
F8FA	ANDB #10
F8FC	BEQ \$F90E
F8FE	LDAA #88
F900	STAA 02
F902	JSR \$FA50
F905	LDAA #80
F907	STAA 02

ORIGEN Z

F920	LDX #FB30
F923	JSR \$F9E0
F926	STAA 85
F928	LDAB 03
F92A	ANDB #08
F92C	BEQ \$F93E
F92E	LDAA #A0
F930	STAA 02
F932	JSR \$FA80
F935	LDAA #80
F937	STAA 02



APENDICE # B

F8D9 JSR \$FA50  
 F8DC BRA \$F8C8  
 F8DE LDAA 87  
 F8E0 RTS

F909 JSR \$FA50  
 F90C BRA \$F8F8  
 F90E LDAA 86  
 F910 RTS

F939 JSR \$FA80  
 F93C BRA \$F92B  
 F93E JSR \$FAFO  
 F941 LDAA 85  
 F943 RTS

PULSOS +X

F950 LDX #FB40  
 F953 JSR \$F9E0  
 F956 STAA 82  
 F958 LDAB #CB  
 F95A LDAA #81  
 F95C STAA 02  
 F95E JSR \$FA50  
 F961 LDAA #80  
 F963 STAA 02  
 F965 JSR \$FA50  
 F968 DECB  
 F969 CMPB #00  
 F96B BNE \$F95A  
 F96D LDAA 82  
 F96F DECA  
 F970 CMPA #00  
 F972 BNE \$F956  
 F974 RTS

PULSOS +Y

F980 LDX #FB50  
 F983 JSR \$F9E0  
 F986 STAA 83  
 F988 LDAB #CB  
 F98A LDAA #84  
 F98C STAA 02  
 F98E JSR \$FA50  
 F991 LDAA #80  
 F993 STAA 02  
 F995 JSR \$FA50  
 F998 DECB  
 F999 CMPB #00  
 F99B BNE \$F98A  
 F99D LDAA 83  
 F99F DECA  
 F9A0 CMPA #00  
 F9A2 BNE \$F986  
 F9A4 RTS

PERFORA

F9B0 LDX #FB60  
 F9B3 JSR \$F9E0  
 F9B6 STAA 84  
 F9B8 LDAB #85  
 F9BA LDAA #90  
 F9BC STAA 02  
 F9BE JSR \$FA80  
 F9C1 LDAA #80  
 F9C3 STAA 02  
 F9C5 JSR \$FA80  
 F9C8 DECB  
 F9C9 CMPB #00  
 F9CB BNE \$F9BA  
 F9CD JSR \$F920  
 F9D0 LDAA 84  
 F9D2 RTS

DISPLAY

F9E0 STAA 81  
 F9E2 LDAA #0F  
 F9E4 STAA 90  
 F9E6 LDAA 00, X  
 F9E8 STAA 06  
 F9EA LDAB #01  
 F9EC STAB 03  
 F9EE JSR \$FA60  
 F9F1 LDAB #00  
 F9F3 STAB 03  
 F9F5 JSR \$FA70  
 F9F8 LDAB #00  
 F9FA STAB 06  
 F9FC INX  
 F9FD LDAA 90  
 F9FF DECA  
 FA00 STAA 90  
 FA02 CMPA #00  
 FA04 BNE \$F9E6  
 FA06 LDAA 81  
 FA08 RTS

LEER DATO

FA20 LDAB #01  
 FA22 LDAA #00  
 FA24 STAA 02  
 FA26 DECB  
 FA27 CMPB #00  
 FA29 BNE \$FA26  
 FA2B LDAA #80  
 FA2D STAA 02  
 FA2F LDAA 07  
 FA31 STAA 8A  
 FA33 LDAB 8B  
 FA35 CBA  
 FA36 BEQ \$FA20  
 FA38 STAA 8B  
 FA3A RTS

PULSO T

FA50 LDX #0060  
 FA53 DEX  
 FA54 CPX #0000  
 FA57 BNE \$FA53  
 FA59 RTS

PULSO	T DISPLAY	PULSO	T DISPLAY	PULSO T "Z"
FA60	LDAB #15	FA70	LDAB #50	
FA62	DECB	FA72	DECB	FA80 LDX #0750
FA63	CMPB #00	FA73	CMPB #00	FA83 DEX
FA65	BNE \$FA62	FA75	BNE \$FA72	FA84 CPX #0000
FA67	RTS	FA77	RTS	FA87 BNE \$FAB3
				FA89 RTS

AUTO-PRUEBA

FAA0 JSR \$F920  
 FAA3 JSR \$F8F0  
 FAA6 JSR \$F8C0  
 FAA9 LDX #FB80  
 FAAC JSR \$F9E0  
 FAAF LDAA #09  
 FAB1 STAA 95  
 FAB3 LDAB #C8  
 FAB5 LDAA #85  
 FAB7 STAA 02  
 FAB9 JSR \$FA50  
 FABC LDAA #80  
 FABE STAA 02  
 FAC0 JSR \$FA50  
 FAC3 DECB  
 FAC4 CMPB #00  
 FAC6 BNE \$FAB5  
 FAC8 LDAA 95  
 FACA DECA  
 FACB CMPA #00  
 FACD BNE \$FAB1  
 FACF LDAB #30  
 FAD1 LDAA #90  
 FAD3 STAA 02  
 FAD5 JSR \$FAB0  
 FAD8 LDAA #80  
 FADA STAA 02  
 FADC JSR \$FAB0  
 FADF DECB  
 FAE0 CMPB #00  
 FAE2 BNE \$FAD1  
 FAE4 RTS

RECT. ORIGEN Z

FAF0 LDAB #05  
 FAF2 LDAA #A0  
 FAF4 STAA 02  
 FAF6 JSR \$FAB0  
 FAF9 LDAA #80  
 FAFB STAA 02  
 FAFD JSR \$FAB0  
 FB00 DECB  
 FB01 CMPB #00  
 FB03 BNE \$FAF2  
 FB05 RTS

ORIGEN X		ORIGEN Y		ORIGEN Z	
FB10	0A	FB20	0A	FB30	0A
	20		20		20
	20		20		20
	20		20		20
	4F		4F		4F
	52		52		52
	49		49		49
	47		47		47
	45		45		45
	4E		4E		4E
	20		20		20
	58		59		5A
	20		20		20
	20		20		20
	20		20		20
FB1F	20	FB2F	20	FB3F	20

<==X==>

<==Y==>

PERFORANDO...

FB40		FB50		FB60	
	0A		0A		0A
	20		20		20
	20		20		50
	20		20		45
	20		20		52
	3C		3C		46
	3D		3D		4F
	3D		3D		52
	58		59		41
	3D		3D		4E
	3D		3D		44
	3E		3E		4F
	20		20		2E
	20		20		2E
	20		20		2E
FB4F	20	FB5F	20	FB6F	20

SISTEMA LISTO

AUTO-PRUEBA

VECTOR INTERRUPCION  
RESET

FB70	0A	FB80	0A	FFFE	F8
	20		20	FFFF	00
	53		20		
	49		41		
	53		55		
	54		54		

	45		4F
	4D		2D
	41		50
	20		52
	4C		55
	49		45
	53		42
	54		41
	4F		20
FB7F	20	FB8F	20

# APENDICE "C"

# HARTMANN

## MICRO-INTERRUPTORES



Hecho en México por

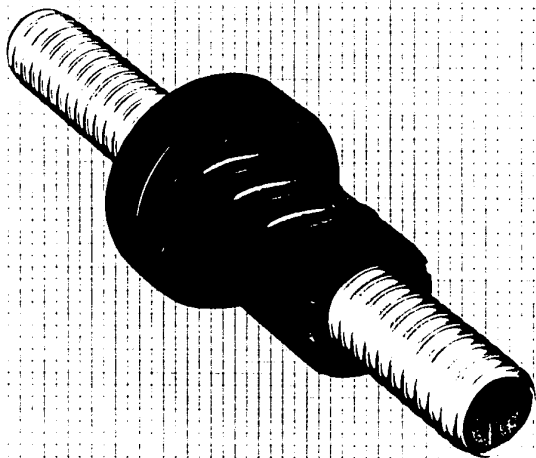
**INDUSTRIAS AMB, S. A.**

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO

CATALOGO 1978 A

# WARNER

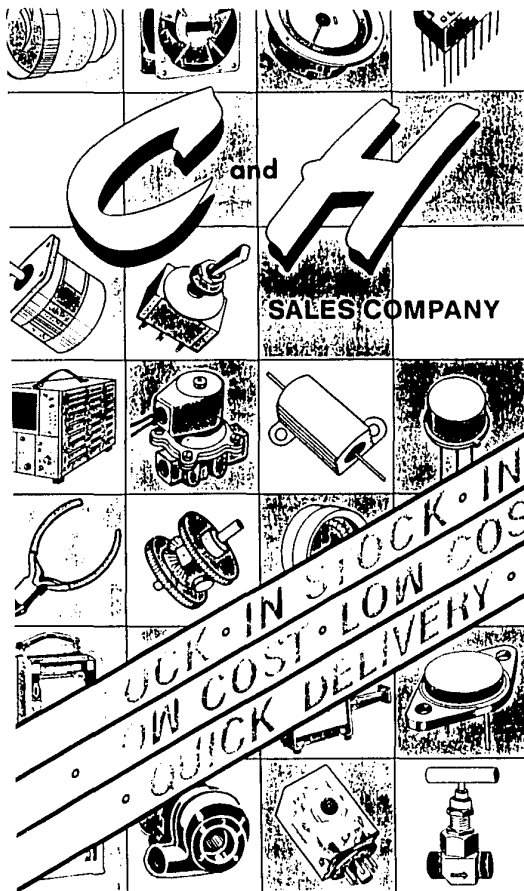
## Ball Bearing Screws



**WARNER ELECTRIC**

Subsidiary of





- BATTERIES
- MOTORS
- POWER SUPPLIES
- SOLENOIDS
- TIMERS
- SEMI-CONDUCTORS
- FILTERS
- WIRE
- HAND TOOLS
- OPTICS
- TEST EQUIPMENT
- CONTAINERS
- BLOWERS
- TRANSFORMERS
- SWITCHES
- SHAFT ENCODERS
- METERS
- TRANSISTORS
- VALVES
- RECTIFIERS
- CIRCUIT BREAKERS
- CAPACITORS
- SYNCHROS
- MAGNETS
- VARIABLE TRANSFORMERS
- DIFFERENTIALS
- RHEOSTATS
- COUNTERS
- GALVANOMETERS
- LOAD CELLS
- ACCELEROMETERS
- COUPLINGS
- RELAYS
- FLOW METERS
- TRANSDUCERS
- PUMPS
- CHART RECORDERS
- GEARS
- WAVE GUIDES
- RESISTORS
- GYROS
- PRESSURE GAUGES

176 E. Colorado Blvd. • Pasadena, CA 91107  
 Mailing Address: P.O. Box 5356 • Pasadena, CA 91117-9989  
 (213) 681-4925 • (818) 796-2628 • FAX: (818) 796-4875

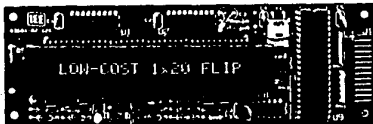
FREE (800) 925-2498





INDUSTRIAL  
PRODUCTS  
DIVISION

"NO-FRILLS" FLIP  
1 LINE x 20 CHARACTER  
DOT MATRIX  
VACUUM FLUORESCENT  
DISPLAY MODULE



## FEATURES

- "No-Frills" display for low cost and simplified operation; ideal for high volume applications
- Popular 20-character format utilizes a 5 x 7 dot matrix for bright, clear display of upper and lower case characters
- Compact package—less than 1/4" thick
- Enter data from left to right using ASCII control functions including carriage return, line feed, advance, or backspace
- 8-bit unidirectional bus requires minimum hardware to interface with most microprocessors
- Requires only +5VDC power supply
- Pleasant blue-green display spectrum is filterable to blue, green, aqua, or yellow

## APPLICATIONS

- Numerical control machine tools
- Telecommunications devices
- Medical equipment
- Copiers
- Automatic labeling equipment
- Mobile communications
- Point-of-sale terminals
- Remote data entry terminals
- Alarm, safety and security systems
- Simulators
- Automatic test and diagnostic equipment
- Energy management systems

## DESCRIPTION

The FLIP 3601-82-020 is a Vacuum Fluorescent Alphanumeric Display Module arranged as 1 line of 20 characters. The characters are formed using a 5 x 7 dot matrix which allows the representation of both upper and lower case letters. Characters are displayed using the standard 96-character ASCII set.

The FLIP characters are a BRIGHT blue-green color which is filterable to blue, green, aqua or yellow, and they are easily read at a distance and over a wide viewing angle.

All control, refresh, and display functions of the module are executed by a dedicated on-board microprocessor. A miniature on-board DC to DC voltage converter provides all the voltages necessary to light the vacuum fluorescent display while allowing the FLIP module to operate from a SINGLE 5 VOLT POWER SUPPLY.

Data interfacing is via an 8-bit unidirectional TTL data bus. A "BUSY" output may be monitored to determine when the module is ready to accept the next command or character.

For over 40 years IEE has been known as a reliable, responsive, quality-conscious supplier of displays of various technologies. Every IEE customer is an important customer. We are certain that after you have reviewed the following information and evaluated our FLIP modules you will understand how we have earned our reputation as "The Display Makers".

NO-FRILLS  
**FLIP**

FLIP 1 x 20 DOT MATRIX VACUUM FLUORESCENT

3601-82-020

**MOTOROLA****SEMICONDUCTORS**

3501 ED BLUESTEIN BLVD., AUSTIN, TEXAS 78721

**Advance Information****MC68701 MICROCOMPUTER UNIT (MCU)**

The MC68701 is an 8-bit single chip microcomputer unit (MCU) which significantly enhances the capabilities of the M6800 family of parts. It can be used in production systems to allow for easy firmware changes with minimum delay or it can be used to emulate the MC6801/03 for software development. It includes an upgraded M6800 microprocessor unit (MPU) with upward source and object code compatibility. Execution times of key instructions have been improved and several new instructions have been added including an unsigned multiply. The MCU can function as a monolithic microcomputer or can be expanded to a 64K byte address space. It is TTL compatible and requires one +5 volt power supply for nonprogramming operation. An additional Vpp power supply is needed for EPROM programming. On-chip resources include 2048 bytes of EPROM, 128 bytes of RAM, Serial Communications Interface (SCI), parallel I/O, and a three function Programmable Timer. A summary of MCU features includes:

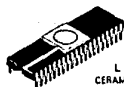
- Enhanced MC6800 Instruction Set
- 8 x 8 Multiply Instruction
- Serial Communications Interface (SCI)
- Upward Source and Object Code Compatibility with the MC6800
- 16-Bit Three-Function Programmable Timer
- Single-Chip or Expanded Operation to 64K Byte Address Space
- Bus Compatibility with the M6800 Family
- 2048 Bytes of UV Erasable, User Programmable ROM (EPROM)
- 128 Bytes of RAM (64 Bytes Retainable on Powerdown)
- 29 Parallel I/O and Two Handshake Control Lines
- Internal Clock Generator with Divide-by-Four Output
- -40 to 85°C Temperature Range

**GENERIC INFORMATION**

Package Type	Frequency (MHz)	Temperature	Generic Number
Ceramic	1.0	0°C to 70°C	MC68701L
L Suffix	1.0	-40°C to 85°C	MC68701CL
	1.25	0°C to 70°C	MC68701L-1
	1.25	-40°C to 85°C	MC68701CL-1
	1.5	0°C to 70°C	MC68A701L
	2.0	0°C to 70°C	MC68B701L

**MC68701****MOS**IN-CHANNEL, SILICON-GATE,  
DEPLETION LOAD

MICROCOMPUTER WITH EPROM

L SUFFIX  
CERAMIC PACKAGE  
CASE 715**PIN ASSIGNMENT**

VSS	1	40	E
XTAL	2	39	SC1
EXTAL	3	38	SC2
NMI	4	37	P30
IRQ1	5	36	P31
RESET/Vpp	6	35	P32
VCC	7	34	P33
P20	8	33	P34
P21	9	32	P35
P22	10	31	P36
P23	11	30	P37
P24	12	29	P40
P10	13	28	P41
P11	14	27	P42
P12	15	26	P43
P13	16	25	P44
P14	17	24	P45
P15	18	23	P46
P16	19	22	P47
P17	20	21	VCC Standby

**M68701EVM/AD3**

**M68701EVM**  
**Evaluation Module**  
**User's Manual**



**MOTOROLA**



## LM78XX Series Voltage Regulators

### General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

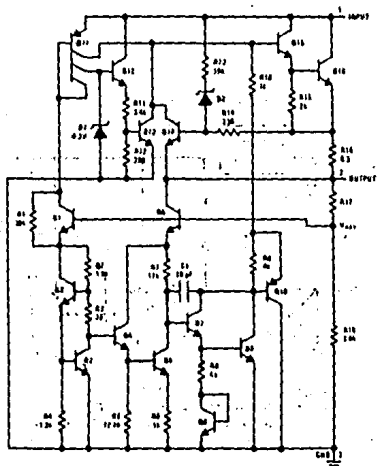
### Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

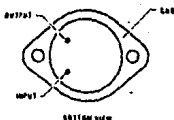
### Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

### Schematic and Connection Diagrams



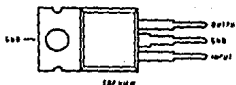
Metal Can Package  
TO-3 (K)  
Aluminum



BOTTOM VIEW

Order Numbers  
LM7805CK  
LM7812CK  
LM7815CK  
See Package KC02A

Plastic Package  
TO-220 (T)



Order Numbers:  
LM7805CT  
LM7812CT  
LM7815CT  
See Package T03B



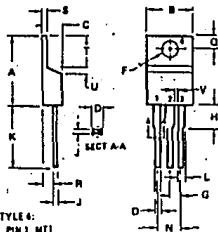
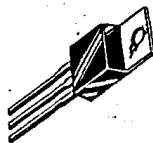
## TRIACS

6 AND 10 AMPERE RMS  
200-600 VOLTS

## BIDIRECTIONAL TRIODE THYRISTORS

... designed primarily for full-wave ac control applications, such as light dimmers, motor controls, heating controls and power supplies.

- Triggering Specified in Three Quadrants
- Blocking Voltage to 600 Volts
- All Diffused and Glass Passivated Junctions for Greater Parameter Uniformity and Stability
- Small, Rugged, Thermowatt Construction for Low Thermal Resistance, High Heat Dissipation and Durability



STYLE 4:  
1. MT1  
2. MT2  
3. GATE  
4. MT2

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	15.11	16.75	0.595	0.660
B	8.65	10.78	0.340	0.425
C	4.68	4.87	0.184	0.190
D	0.64	0.89	0.025	0.035
E	3.81	3.73	0.142	0.147
F	2.54	3.81	0.100	0.150
G	2.79	3.30	0.110	0.130
H	0.38	0.56	0.014	0.022
I	12.70	14.27	0.500	0.562
J	1.18	1.27	0.045	0.050
K	4.82	5.53	0.190	0.219
L	2.54	2.54	0.100	0.100
M	1.54	1.75	0.060	0.069
N	1.14	1.32	0.045	0.052
O	0.76	0.76	0.030	0.030
P	0.76	1.27	0.030	0.050
Q	1.18	1.18	0.045	0.045

CASE 221A-D2  
TO-220 AB

AN JEDEC dimension and note apply

## MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Peak Repetitive Off-State Voltage, Gate Open	$V_{ORM}$	200 400 600 600	Volts
RMS On-State Current $T_C = 80^\circ C$	$I_T(RMS)$	6 10	Amp
Peak Non-Repetitive Surge Current One Full Cycle, 60 Hz	$I_{TSM}$	80 120	Amp
Circuit Fusing Considerations $t = 8.3$ ms	$I_{T2}$	20.5 60	$A^2s$
Peak Gate Power (Pulse Width = 10 $\mu s$ )	$P_{GM}$	10	Watts
Average Gate Power ( $T_C = +80^\circ C, t = 0.3$ ms)	$P_{G(AV)}$	0.5	Watt
Peak Gate Current (Pulse Width = 10 $\mu s$ )	$I_{GM}$	3.5	Amp
Peak Gate Voltage	$V_{GM}$	10	Volts
Operating Junction Temperature Range	$T_J$	-40 to +100	$^\circ C$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-40 to +125	$^\circ C$
<b>THERMAL CHARACTERISTICS</b>			
Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case SC141 SC146	$R_{\theta JC}$	2.2 1.6	$^\circ C/W$

### OPTICALLY ISOLATED TRIAC DRIVERS

These devices consist of gallium-arsenide infrared-emitting diodes optically coupled to silicon bilateral switches and are designed for applications requiring isolated triac triggering, low-current isolated ac switching, high electrical isolation (to 7500 V peak), high detector standoff voltage, small size, and low cost.

- UL Recognized File Number 54915
- Output Driver Designed for 115 Vac Line
- Standard 6-Pin DIP

#### MAXIMUM RATINGS ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
--------	--------	-------	------

#### INFRARED EMITTING DIODE MAXIMUM RATINGS

Reverse Voltage	$V_R$	3.0	Volts
Forward Current - Continuous	$I_F$	50	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Transistor Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	100	mW
		1.33	mW/ $^\circ\text{C}$

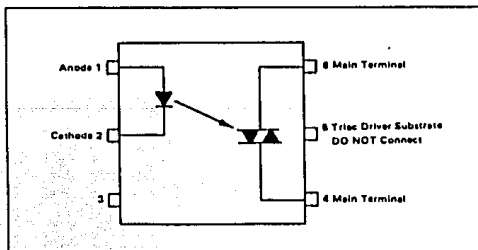
#### OUTPUT DRIVER MAXIMUM RATINGS

Off-State Output Terminal Voltage	$V_{ORM}$	250	Volts
On-State RMS Current $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Full Cycle, 50 to 60 Hz) $T_A = 70^\circ\text{C}$	$I_T(\text{RMS})$	100 50	mA
Peak Nonrepetitive Surge Current (PW = 10 ms, DC = 10%)	$I_{TSM}$	1.2	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	300	mW
		4.0	mW/ $^\circ\text{C}$

#### TOTAL DEVICE MAXIMUM RATINGS

Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 5 Second Duration)	$V_{ISO}$	7500	Vac
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	330 4.4	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	$T_J$	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range	$T_A$	-40 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 s)	-	260	$^\circ\text{C}$

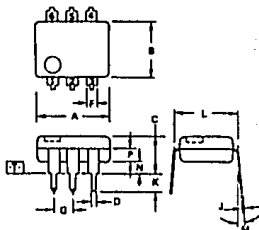
(1) Isolation Surge Voltage,  $V_{ISO}$ , is an internal device dielectric breakdown rating.



### OPTO COUPLER/ISOLATOR

PHOTO TRIAC DRIVER  
OUTPUT

250 VOLTS



STYLE 6:

1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
6. MAIN TERMINAL

#### NOTES:

1. DIMENSIONS A AND B ARE DATUMS.
2. [ ] IS SEATING PLANE.
3. POSITIONAL TOLERANCES FOR LEADS  
 $\pm 0.10 \pm 0.13 (0.005 \phi) T \pm 0.2 \phi \phi$
4. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS  
WHEN FORMED PARALLEL.
5. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER  
ANSI Y14.5, 1973.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	6.15	6.6	0.242	0.263
B	1.6	2.0	0.063	0.079
C	7.8	8.0	0.311	0.315
D	0.41	0.51	0.016	0.020
E	1.0	1.18	0.040	0.047
F	1.4	1.5	0.055	0.059
G	0.76	0.8	0.030	0.031
H	0.76	0.8	0.030	0.031
I	0.76	0.8	0.030	0.031
J	0.76	0.8	0.030	0.031
K	1.54	1.6	0.061	0.063
L	1.27	1.3	0.050	0.051
M	0.76	0.8	0.030	0.031
N	0.76	0.8	0.030	0.031
P	1.27	1.3	0.050	0.051

CASE 730A-01

---

# *Link 125 / PC Term*

User's Guide

**LINK**  
Technologies, Inc.



**DREMEL**<sup>™</sup>  
Gets the job done bit by bit.

# Moto-Tool

The special tool for special jobs

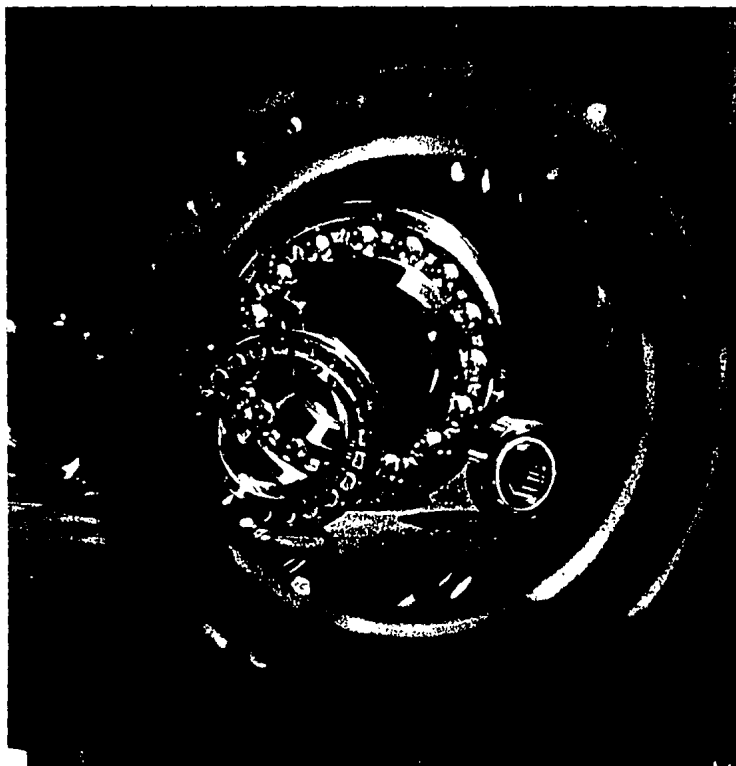




# Rodamientos de bolas FAG Rodamientos de rodillos FAG

Catálogo 41250 SA

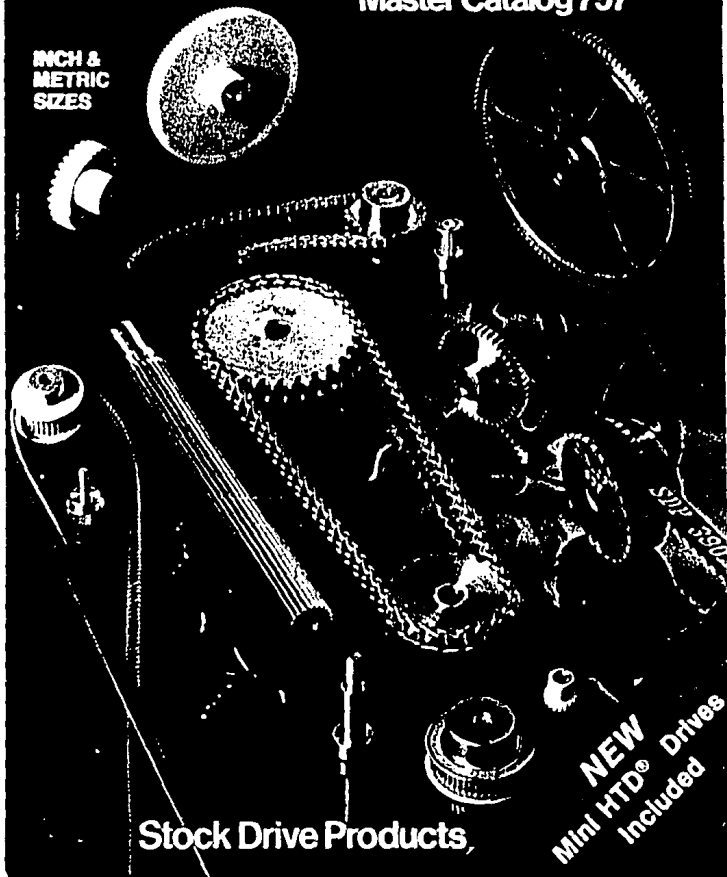
FAG Kugelfischer Georg Schäfer & Co. Schweinfurt · Alemania



# Handbook of Small Standardized Components

Master Catalog 757

INCH &  
METRIC  
SIZES



Stock Drive Products,

**NEW**  
Mini HTD® Drives  
Included