

# Interpretación y Maquinado de Archivos Gerber

Ing. Agustín Cruz Contreras.  
M. en C. J. Carlos Herrera Lozada.  
M. en C. J. Carlos González Robles.  
 Profesores del CIDETEC-IPN.

**E**n este artículo se describe el desarrollo de un sistema CAM (Computer-Aided Manufacturing, Manufactura Asistida por Computadora) de tres ejes, dedicado a la elaboración de circuitos impresos por desbaste de material; el impreso se genera partiendo de la información contenida en archivos Gerber con formato RS-274X.

---

## INTRODUCCIÓN

---

Todas las áreas de la electrónica requieren de circuitos impresos para plasmar sus desarrollos. Los prototipos de circuito impreso se pueden elaborar empleando técnicas artesanales, utilizando sustancias químicas que tienen un costo considerable, son contaminantes, afectan la salud y requieren de cierta destreza manual para su uso. El perforado es un trabajo adicional al grabado, y puede volverse tedioso en circuitos con una gran cantidad de perforaciones, además que no se garantiza la precisión del perforado.

También es posible contratar el servicio profesional de fabricantes de circuitos impresos; aunque el costo de los prototipos es muy alto y el tiempo

de entrega considerable, debido al bajo volumen de producción.

El sistema que se presenta en este trabajo es, esencialmente, un graficador (Plotter) robusto de precisión, con herramienta de corte. La programación del sistema controla los ejes X, Y, Z e interpreta la información de los archivos Gerber generados con un programa CAD (Computer-Aided Design, Diseño Asistido por Computadora), Orcad en este caso; los archivos Gerber describen la trayectoria de una herramienta de corte, y se integran por diversas directivas y códigos.

El proceso incluye las siguientes etapas:

- Perforación.
- Interpretación de archivos Gerber.
- Determinación de contornos.
- Seguimiento de contornos.

---

## MECANISMO

---

Este trabajo es la continuación del sistema XYZ para la perforación automática de circuitos impresos, presentado en el Congreso Electro 2000 (Instituto Tecnológico de Chihuahua, memoria Electro 2000, página 311).

Para este trabajo se tiene un motor de 400 pasos/vuelta y un husillo con un paso de 8 mm, por lo que el avance por paso es  $8/400 = 0.02$  mm o 0.787 milésimas de pulgada.

---

## PERFORACIONES

---

El primer paso en la elaboración del impreso es la perforación. Se requieren las coordenadas X-Y con el diámetro de perforación, las cuales se obtienen interpretando el archivo de diámetros y coordenadas que genera el programa CAD. Este archivo es de tipo texto en forma de lista, el listado No. 1 muestra la información correspondiente al circuito de la figura 1. A simple vista se observan 14 marcas de perforación (pad) en el circuito impreso de dicha figura, y su relación

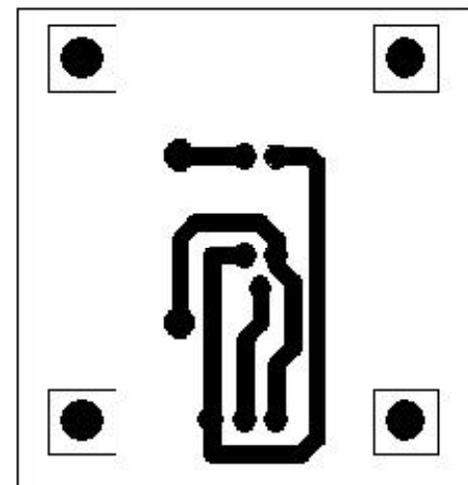


Figura 1. Ejemplo de Circuito Impreso.

```

%
T1C0.031F200S100
X005000Y005000
X006000Y002000
X005000Y010000
X007000Y002000
X007500Y006000
X007000Y007000
X007000Y010000
X008000Y002000
X008000Y007000
X008000Y010000
T2C0.125F200S100
X002000Y002000
X012000Y002000
X012000Y013000
X002000Y013000
M30
    
```

Diagrama de Listado No. 1 con anotaciones:

- Inicio: T1C0.031F200S100
- Coordenadas: X005000Y005000, X006000Y002000, X005000Y010000, X007000Y002000, X007500Y006000, X007000Y007000, X007000Y010000, X008000Y002000, X008000Y007000, X008000Y010000
- Inicio del segundo bloque de perforación: T2C0.125F200S100
- Coordenadas y diámetros: X002000Y002000, X012000Y002000, X012000Y013000, X002000Y013000
- Fin: M30

Listado No. 1. Coordenadas y diámetros de perforación.

directa con 14 coordenadas en el listado, en donde los campos precedidos por X y Y corresponden al valor de la coordenada en milésimas de pulgada, el carácter % marca el inicio del programa, M30 es código que marca el final y los campos precedidos por T, indican el diámetro de perforación para el siguiente bloque de coordenadas.

Para interpretar cada coordenada se guardan los caracteres del campo en un arreglo para formar una cadena, y se convierte a valor entero.

El siguiente bloque de programa muestra la forma de obtener el valor entero para la coordenada X a partir de la cadena correspondiente.

```

X018000Y002000
if(letra=='X'){
for(i=0;letra!='Y';i++){
letra=getc(in);
dato[i]=letra;
}
dato[i]='\0';
nx=atoi(dato)/10;
    
```

Cadena con el valor de X

Con el valor de las coordenadas se determina el número de pasos que debe avanzar cada eje; por ejemplo,

si la coordenada es de 125 milésimas se tiene  $125/0.78=160.25$ , redondeando se requieren 160 pasos para llegar a la posición deseada.

ARCHIVOS GERBER

La lista siguiente describe los códigos del listado No.2, el cual corresponde al impreso de la figura 1.

- G04 Comentario
- G54 Prepara herramienta
- G74 Deshabilita interpolación circular de 360°
- D01 Herramienta abajo
- D02 Herramienta arriba
- D03 Corte sin desplazamiento
- M02 Fin de programa
- IN Nombre
- FS Declaración de formato
- \* Fin de Bloque
- MO Unidades
- IP Polaridad
- AS Selección de eje
- AD Descripción de apertura
- C Círculo
- R Rectángulo

Con el desplazamiento de un círculo de diámetro predeterminado se dibujan las pistas, texto y todas las formas que integran el dibujo de un circuito impreso (ver figura 2).

Analizando los archivos Gerber, estos se pueden considerar formados por tres bloques de información:

- Bloque de aperturas; contiene el tipo y dimensión de las herramientas de corte, que en este caso corresponden a formas geométricas tales como círculos y rectángulos.
- Bloque de coordenadas para el trazo de pistas, texto, planos de tierra, etc.

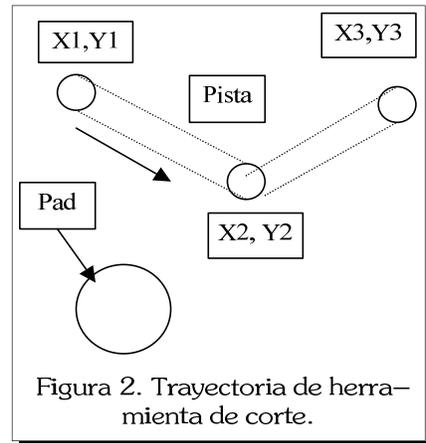


Figura 2. Trayectoria de herramienta de corte.

```

Comentarios
G04 Mass Parameters ***
*
G04 Image ***
*
%INC:\FOTOINTER.BOT*%
%ICAS*%
%MOIN*%
%IPPOS*%
%ASAXBY*%
G74*%FSLAN2X34Y34*%
L = omitir ceros
A = coordenadas absolutas
N = dos dígitos en código
X34 = 3 enteros 4 decimales
*
G04 Aperture Definitions ***
*
%ADD10C,0.1250*%
%ADD11C,0.0800*%
%ADD12R,0.0800X0.0800*%
%ADD13C,0.1000*%
%ADD14C,0.0010*%
%ADD15C,0.0080*%
%ADD16C,0.0600*%
%ADD17C,0.0500*%
%ADD18C,0.0900*%
%ADD19R,0.0900X0.0900*%
%ADD20C,0.1100*%
%ADD21C,0.0100*%
    
```

Diagrama de Listado No. 2 (primera parte) con anotaciones:

- Comentarios: G04 Mass Parameters \*\*\*
- Nombre: G04 Image \*\*\*
- Unidades (IN=pulgadas): %MOIN\*%
- Polaridad positiva: %IPPOS\*%
- Selección de ejes: %ASAXBY\*%
- Aperturas: %ADD10C,0.1250\*% (Apertura en círculo con apertura en 0.0125")

```

G04 Plot Data ***
*
G54D14*
    Prepara herramienta 14

G01X0003000Y0014000D02*
Y0012000D01*
X0001000D01*
Y0014000D01*
X0003000D01*
X0013000D02*
Y0012000D01*
X0011000D01*
Y0014000D01*
X0013000D01*
    Subherramienta
    Baja herramienta
G54D15*
G01X0014000Y0014500D02*
Y0000000D01*
X0000000D01*
Y0014500D01*
X0014000D01*
G54D16*
G01X0008000Y0002000D02*
Y0007000D01*
X0007000D01*
Y0002000D01*
G54D10*
X0002000Y0013000D03*
Y0002000D03*
X0012000D03*
Y0013000D03*
G54D11*
X0007000Y0010000D03*
X0006000D03*
Y0007000D03*
X0006500Y0006000D03*
X0007000Y0007000D03*
X0006000Y0002000D03*
X0007000D03*
X0008000D03*
G54D13*
X0009000Y0005000D03*
Y0010000D03*
M02*
    Fin del programa
    
```

Listado No.2 (segunda parte)

- Bloque de coordenadas para la posición de los pads.

DETERMINACIÓN DE CONTORNOS

Con la información del archivo Gerber se dibuja el circuito impreso en pantalla para verificar que la interpretación de los códigos sea correcta.

Para efectuar el grabado del circuito, la herramienta de corte debe recorrer los contornos de las diversas formas que componen el impreso; este corte separa las pistas del resto de la superficie de cobre.

Con el fin de conocer las coordenadas de los contornos, se procede a dibujar el impreso en una matriz  $M \times N$ , donde cada elemento corresponde a un paso de los ejes X-Y. Inicialmente, la matriz se llena con ceros, y en los puntos correspondientes a las pistas y pads se asignan valores enteros representativos; esto para todo el impreso. Posteriormente, se determinan los contornos recorriendo la matriz línea por línea, horizontal y verticalmente y marcando los puntos en donde se presenta el cambio de valor con referencia al cero, por medio de un caracter (4 en este caso).

En la secuencia formada por las figuras 2,3 y 4, se ilustra este proceso.

SEGUIMIENTO DE CONTORNOS

Después de determinar los contornos, lo siguiente es localizarlos y recorrerlos en la matriz; el recorrido se refleja en el mecanismo avanzando un paso por cada punto en la matriz. Para ello se busca en la matriz, de izquierda a derecha y de arriba abajo, al elemento que los identifica (un 4); hasta este punto el mecanismo se desplaza con la herramienta retraída, y al llegar al inicio del contorno esta se baja y se mantiene así durante el resto del recorrido. Para encontrar los siguientes puntos del contorno se revisan las ocho posibles direcciones, figura 5.



Figura 2. Matriz con ceros.

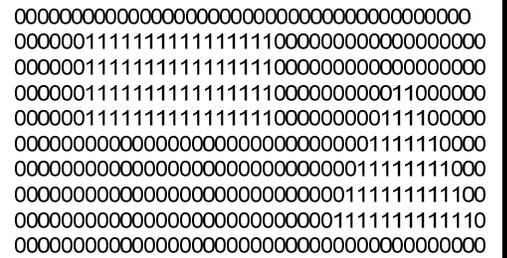


Figura 3. Las formas de triángulo y rectángulo se representan con unos.

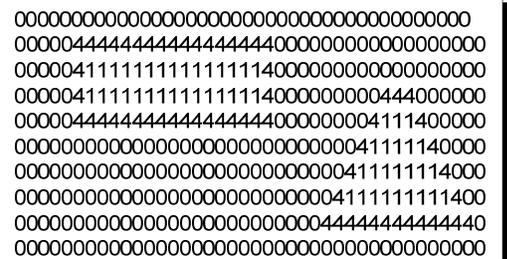


Figura 4. Los números cuatro marcan los contornos.

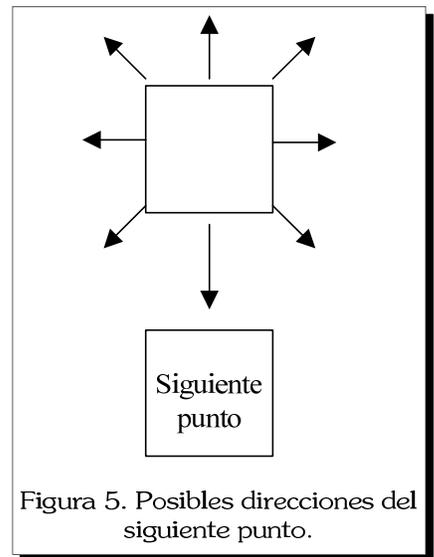


Figura 5. Posibles direcciones del siguiente punto.

Si se encuentra otro punto, se avanza a éste, marcando el anterior con una identificación para indicar que ya ha sido considerado; en caso contrario, el contorno se ha terminado. Se repite el proceso en busca del siguiente contorno hasta abarcar toda la matriz.

En la figura 6 se muestra el proceso concluido, apreciándose las perforaciones y contornos grabados.

### CONCLUSIONES

El sistema desarrollado ha permitido comprobar las ideas y algoritmos contenidos en el planteamiento de este trabajo; para tener un prototipo comparable con los equipos comerciales se requiere mejorar el mecanismo y desarrollar una interfaz de usuario. Con respecto al mecanismo, se requiere un bastidor rígido y compacto, un motor de 50,000 r.p.m. en la herramienta de corte, reducir el paso de los husillos de 8 mm a 4 mm, colocar servomotores con codificador en los ejes e implementar el cambio automático de herramienta.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Barco Gerber System Corporation, "RS-274X Format User's Guide".
- [2] Chris H. Papas, William H. Murray, "Manual de Borland C", Osborne/Mcgraw-Hill.

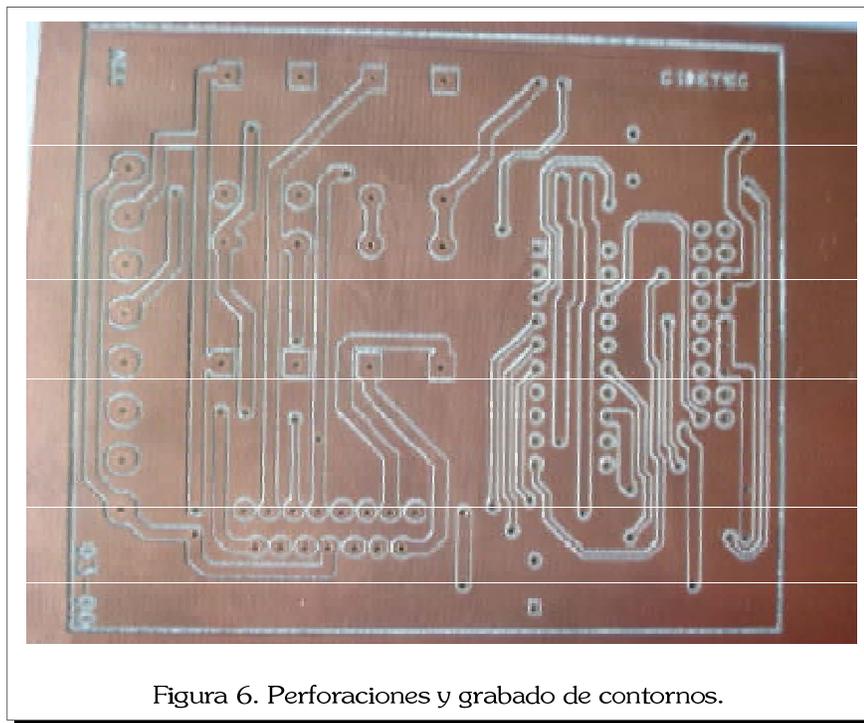


Figura 6. Perforaciones y grabado de contornos.