

Tallados Computarizados

© Carlos Contreras 1998
ccm@red6.mic.cl

RESUMEN

Este artículo describe a grandes rasgos, cómo se construyó una máquina controlada por computador personal para tallar maquetas topográficas de predios forestales para los que había información digitalizada de curvas de nivel de la topografía. Esta máquina fue usada también como talladora de planchas de madera, para la cual se crearon programas para manejar archivos de control alimentados por diseños y figuras preparados en un sistema CAD.

La máquina tiene una estructura de perfiles corrientes de acero sin mecanizar sobre la que se desplazan carros ortogonales que posicionan una fresa para madera (*router*) frente al tablero de madera a tallar. Motores paso-a-paso (*stepper motors*) son comandados por el computador a partir de un archivo de coordenadas preparado off-line a partir de la información digitalizada de las figuras, la que se compone de tramos rectos.

La máquina ha funcionado por mas de dos años fabricando mas de cien mil piezas.

ABSTRACT

We roughly describe how a computer-controlled machine for engraving prototypes of topographical maps was constructed given digitalized information of the maps. This machine was also used to engrave wooden plates. We designed and implemented software to manipulate files of control information fed by designs and figures created in a CAD system.

The machine is made up of iron cross-sections over which routers travel orthogonally over the piece of wood that is to be carved. Stepper motors are commanded from the computer using the information of a file

of coordinates prepared off-line from the digitalized information of the figures which contains only straight lines.

This machine has been working for more than two years making more than one hundred thousand wooden plates.

Introducción

A veces como un hobby y otras como un trabajo, desde hace 10 años he construido una serie de máquinas controladas por computador personal. Una de éstas, usada para hacer tallados en madera, dio origen a un taller en mi casa. Para promover mi actividad firmaba mis mensajes a la lista CIENCIA-CHILE de INTERNET con el título de este artículo, que provocaba una gran curiosidad; lo que a su vez es la causa de esta serie de tres artículos en que describo la construcción muy simple y barata de estas máquinas. Este primer artículo describe como se gestó el desarrollo de la máquina talladora y sus características generales. Un segundo artículo describirá las interfaces electrónicas usadas y el software de control, por último en el tercer artículo describiré las otras máquinas, o juguetes, construidas. El objetivo es dar a conocer este trabajo, poco común en países subdesarrollados e informar a personas que no son especialistas cómo realizar control computarizado de movimientos con medios comunes.

A raíz de una presentación con el Club Científico de Peñalolén en la Feria de computación SOFTEL en 1993 en Santiago, la empresa CELCO S.A. encargó al laboratorio de robótica de INTEC, Instituto de Investigaciones Tecnológicas, la fabricación de una serie de maquetas topográficas de sus predios forestales, de los cuales tenían levantamiento topográfico digitalizado. Celco financió parte del desarrollo de una máquina controlada por computador capaz de leer la información digitalizada de curvas de nivel y cortarlas en planchas de fibra de madera, para armar las maquetas.

Una vez completada la fabricación de las maquetas, la máquina quedó en propiedad de INTEC y la adquirí para dedicarla a los tallados computarizados en madera.

Control de máquinas por computador

Hoy estamos acostumbrados a que los computadores realicen tareas que hasta hace unos 30 años parecían sólo adecuadas a seres humanos bastante refinados: anotaciones, registros, búsquedas e impresión. La automatización de movimientos en máquinas productivas tiene una larga historia y el uso de codificación para comandarlas data desde hace más de un siglo con las tejedoras "Jaquard".

Las fresadoras de control numérico, llamadas así pues la figura a fabricar estaba especificada por una larga lista de números en una cinta de papel perforada, aparecieron hace unos cuarenta años para fabricar curvas bajo especificaciones muy exactas en aviación, barcos y cohetes. La fabricación de estas máquinas con elementos electromecánicos se justificaba por las exigencias de la guerra. La aparición de los computadores digitales de alta velocidad ha transformado esto haciendo posible el construir máquinas y robots con el presupuesto de un aficionado.

En la máquina talladora debemos mover una fresa que gira a alta velocidad sobre un tablero de madera para tallarla. El funcionamiento de la máquina talladora es similar al de los plotters antiguos, en los que el papel está fijo y es la pluma la que se desplaza en dos dimensiones para escribir. Un plotter conservado como antigüedad en INTEC fue la inspiración inicial del diseño mecánico.

Para mover la máquina usamos motores paso-a-paso (*stepper motores*), los que tienen la característica de dar pequeños pasos cada vez que se cambia la alimentación de sus bobinas. La velocidad de proceso de los computadores permite cambiar rápidamente esta alimentación provocando en los motores un movimiento aparentemente continuo semejante al de motores eléctricos usuales al aplicarles corriente, pero con la ventaja de que en el programa de control podemos llevar una cuenta exacta del número de pasos que (supuestamente pues no medimos para comprobarlo) ha dado el motor y saber dónde se encuentra.

La corriente requerida en los motores es mil veces mayor que la usual dentro de un computador y es necesario amplificar las señales que genera el programa de control en el computador. Los motores paso a paso, su alimentación y control los veremos en otro artículo. En este artículo doy una descripción más general.

Diseño mecánico

Por razones de espacio disponible y del tamaño apreciable de las maquetas y también para facilitar la evacuación de la viruta y aserrín, las planchas de madera se ubican en posición vertical. La estructura de la máquina [Fig.1] está compuesta de perfiles y tubos de acero sin mecanizar. El carro principal C1 se desplaza horizontalmente en una carrera de 1,10 m sobre los tubos horizontales T1 y T2. Sobre los tubos verticales T3 y T4 del carro principal se desplaza el carro secundario C2, en una carrera de 1.05 m, cuyo peso es equilibrado por un contrapeso. Dentro del tubo T5, se desplaza hacia adentro y hacia afuera, en una tercera dimensión ortogonal al movimiento de los dos carros, el motor con la fresa talladora.

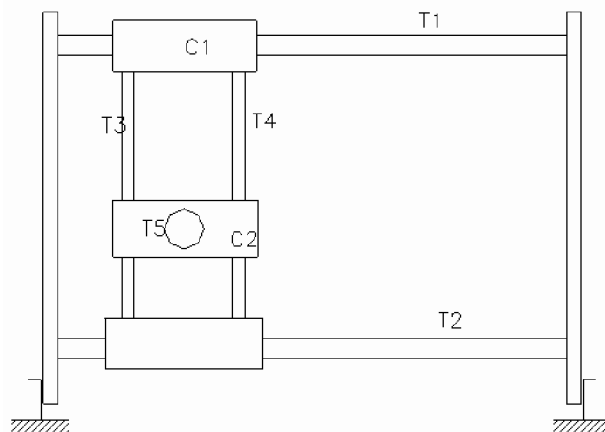


Figura 1. Esquema de la máquina

Los motores paso a paso mueven los carros por medio de tuerca y tornillo, o por medio de correas dentadas con relaciones de 0.02 mm/paso para la profundidad de corte, y 0.1 mm/paso para los desplazamientos horizontal y vertical, precisión suficiente para los fines de la máquina. Estas relaciones satisfacen la necesidad de disminuir el torque reflejado en los motores por el esfuerzo de corte de la herramienta, por la inercia de las estructuras móviles y por el roce.

Rodamientos a modo de ruedas permiten el desplazamiento de los carros sobre los tubos sin mecanizar con un mínimo roce. Una máquina de este tamaño fabricada con las técnicas usuales hubiera costado varios cientos de miles de dólares y su fabricación hubiera demorado más que los tres meses disponibles.

Diseño de patrones de corte

Para diseñar las figuras a recortar o tallar se ha usado ArcInfo en el caso de las maquetas y AutoCAD en el caso de figuras y tallados. Estos programas permiten usar herramientas poderosas para dibujar, copiar, agrandar, etc. Afortunadamente el "*Drawing Exchange Format*" de AutoCAD, más conocido como formato .DXF, es abierto, fácil de analizar y usado por la mayoría de los sistemas CAD.

La trayectoria de la herramienta se representa por polilíneas de tramos rectos tan pequeños como requiera el contorno de las figuras, y con el desplazamiento (*offset*) necesario para considerar el radio de la herramienta en el caso de cortes. En el caso de los tallados se representa la profundidad del corte por medio del ancho de la polilínea, lo que da, en el dibujo en pantalla, una visión realista de como quedará el tallado al usar una herramienta cónica ya que el ancho de corte

es proporcional a la profundidad. Para cortar, con una profundidad fija igual al espesor del material, tenemos un programa especial pero lo usual es que el operador prepare un dibujo con varias figuras y especifique una profundidad de "tallado" suficiente para cortar el material. El programa de control hace que la máquina retire la herramienta al terminar cada polilínea, o figura, y vuelva a entrar al comenzar otra.

Para copiar dibujos complejos utilizamos una cámara de video y una tarjeta digitalizadora de imágenes monocromática que genera archivos en formato .PCX. El programa PCXDXF.EXE lo transforma en dibujo de líneas horizontales, sobre el que hay que copiar a mano las polilíneas. Una vez completado el diseño se obtiene un archivo .DXF (formato estándar de AutoCAD) de la trayectoria de la herramienta, el que se procesa con un programa "preprocesador" llamado MAQ.EXE. Este programa lee el archivo .DXF y, para cada vértice de las polilíneas, obtiene las coordenadas del punto y determina el número de pasos que debe dar cada motor de acuerdo a la escala de la respectiva transmisión mecánica. Los valores en pasos del desplazamiento de cada motor se graban en un archivo .MAQ que lee el programa de control de la máquina.

La máquina es controlada con un computador PC-286 mientras que los archivos de diseño se preparan en otro computador más poderoso. Los archivos se transportan a la máquina en disquetes y se almacenan en el disco duro de ese computador.

Un programa especial permite preparar archivos de tallado con textos. El programa lee un archivo con el texto en caracteres ASCII, busca en una base de datos el archivo .DXF de cada letra y lo incorpora al archivo del poema o texto a tallar. Junto al archivo de la figura de las letras hay información sobre la separación conveniente. La primera aplicación de este programa consistió en grabar el poema ganador en el Segundo Concurso de Poesía "Ricardo Yamal" organizado en la lista CHILE-HUMANIDADES de Internet.

El programa para grabar textos se ha usado para tallar lápidas de mármol. En este caso debe agregarse agua a la herramienta para evitar el calentamiento del mármol. Esta aplicación tiene buenas perspectivas pues la forma de las letras es más graciosa que la que se logra con el tallado artesanal a mano. También se tallaron bajorrelieves en mármol, para lo cual se desarrolló un sensor y programas capaces de hacer un archivo de puntos tridimensionales de una superficie, lo que se describirá en el tercer artículo.

Conclusiones

La construcción de la máquina y el desarrollo del software inicial para cortar las curvas de nivel demoró 4 meses y participaron tres personas: un inge-

niero civil y dos alumnos en práctica de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile, uno de ellos, Rodrigo Fredes, estudió una carrera técnica en Francia y luego ingeniería eléctrica en la U. de Chile. Su experiencia mixta en mecánica, electricidad y computación fue valiosa.

El desarrollo de una máquina controlada por computador con pocos recursos materiales y humanos, en un medio sin tradiciones tecnológicas, es producto de coincidencias: el impulso inicial al Laboratorio de Robótica se había desvanecido y no teníamos ya nuevos proyectos, el entusiasmo de dos jóvenes especialistas de Forestal CELCO, la experiencia adquirida como una afición en el manejo de motores paso a paso, y finalmente el hecho de que la máquina sería usada por nosotros mismos sin exigencias de aspecto, y calidad más allá de su funcionalidad.

Por más de dos años se ha usado la máquina fabricando más de cien mil piezas recortadas en fibra de madera. Requiere de ajustes periódicos y las interfaces eléctricas sufren fallas en unas resistencias de potencia que se queman periódicamente aunque trabajan en el rango especificado.

La máquina ha sido visitada por empresarios e ingenieros y, aunque no se prevé muchas aplicaciones por parte de ellos en Chile, actualmente participó en un proyecto, en parte financiado por CORFO, inspirado por las máquinas que hacen estos "tallados computarizados".

Carlos Contreras Empresario dedicado a la automatización de la elaboración de dibujos. Egresó de Ingeniería Civil Industrial en la Universidad de Chile en 1963. Fue astrónomo en la U. de Chile (1965-1970), gerente general del Servicio de Cooperación Técnica, empresario e investigador del Instituto de Investigaciones Tecnológicas. Actualmente automatiza la elaboración de dibujos en INTRAT S.A. ingeniería vial. Ha publicado artículos técnicos de automatización y de divulgación en computación y es fundador del Club Científico de Peñalolén.