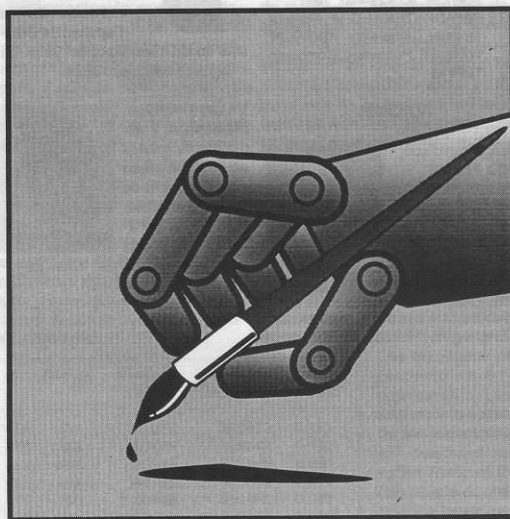


Sistema programable de diagramación y maquinado en un plano x-y controlado por computador



Finalizada la etapa de diseño, sigue la de impresión (siempre y cuando el usuario lo desee), en la que el sistema mecánico, con tres libertades de movimiento, se encarga de realizar en forma coordinada y autónoma la reproducción a escala de la gráfica elaborada en la pantalla del computador, en el material seleccionado (mármol, madera, yeso, hierro) dependiendo de éste, se debe escoger el tipo de herramienta de corte, que puede ser lateral, axial u oxiacetilénica.

ABSTRACT

This paper presents itself a reprogram system of diagramation and machined on a plane x-y, controlled for computer, independent of the element to manipulate. A series of allusive icons to the trace, execution of impresion, is given in disk, between another, are showed for screen.

Concluded the stage of design, the stage of impresion continue (provided when the user wants it), in which the mechanical system with three freedoms of movement takes charge of to realize reproduction to scale of the graph elaborated in the screen of the computer in autonomous and coordinate form, in the selected material (marble, wood, plaster, iron), depending on this, should choose the type of tool of cut, that could be lateral, axial or oxiacetylenical (with acetylene).

□ Nelso Flórez I.
Ingeniero Electricista

□ Alexander Velasco A.
Ingeniero Electricista.

□ Eduardo Caicedo B. Ph.D.
Ingeniero Electricista
Profesor Titular, Universidad del Valle

□ Astur Barandica L.
Ingeniero Electricista
Profesor Asociado, Universidad del Valle.

RESUMEN

En este artículo se presenta un sistema reprogramable de diagramación y/o maquinado en un plano x-y basado en computador, independiente del elemento a manipular. Por pantalla se suministran una serie de iconos alusivos al trazo, ejecución de impresión, guardar en un medio magnético el archivo del gráfico, entre otros.

* Este texto se recibió, para ser publicado, en mayo de 1997

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este artículo es presentar el diseño y la construcción de un sistema de diagramación y maquinado, con tres grados de libertad en movimiento y un sistema de control por computador de la posición del elemento manipulador. Este sistema aumenta las posibilidades de diseño artístico y formas de gráficos, diseño en relieve, calidad, precisión del gráfico y su extensión a otras aplicaciones de mando y control de máquinas de control numérico. Este sistema es una herramienta diseñada y construida para diseño gráfico, labrando sobre el material a trabajar mediante una fresadora o broca que puede ser de corte lateral o axial. Permitiendo también hacer cortes de láminas o platinas de hierro con acetileno, dependiendo de la herramienta que se adecue en el manipulador formal. Debiéndose adecuar el número de pasos de los motores, así como el diámetro de la herramienta de corte, para obtener una o varias gráficas en una o diferentes escalas elaboradas por el sistema mecánico. Para aplicaciones de trabajo sobre materiales como acrílico, baquelita, fibra de vidrio, madera, yeso y mármol, entre otros, se debe tener en cuenta la velocidad de corte de la herramienta y el avance de corte de la misma.

2. SISTEMA DE 3 EJES DE MOVIMIENTO

En la figura 1 se muestra, en diagrama de bloques, la composición general de la solución. Está compuesto por un sistema de potencia ais-

lado eléctricamente que alimenta el sistema de computo y al sistema de corriente D.C. regulado que, a su vez, energiza los motores controlados por el sistema de electrónica de potencia; un sistema de computo que a través de un bus de datos y control lleva la información al sistema de electrónica de potencia que, con la ayuda del sistema mecánico, se encarga de realizar el gráfico.

2.1. Soporte físico del sistema (Hardware)

Se utiliza el puerto paralelo para establecer comunicación con los circuitos electrónicos y las entradas y salidas estarán disponibles para tal fin.

Un sistema simplificado de la co-

nexión del optoacoplado se observa en la figura 2a, 2b, donde el transistor se usa como interruptor, realizados con diodo emisor de luz infrarroja y fototransistor encapsulados en un mismo chip, con tiempos de conmutación del orden de los 300ns a 1ms. Usado para transmitir los datos desde el circuito electrónico que controla los movimientos del sistema mecánico al sistema de computo y viceversa.

El sistema de energización para los motores paso a paso de imán permanente, es de una ola con dos bobinas energizadas al mismo tiempo [AGOSTINO 89]. Dependiendo del orden de alimentación de las cuatro bobinas se obtiene un determinado sentido de giro en el eje del motor. (Tabla 1).

Tabla 1
Alimentación de los devanados para un motor paso a paso.

Pasos	Bobina1	Bobina2	Bobina3	Bobina4
1	Energizada	Energizada	Desenergizada	Desenergizada
2	Desenergizada	Energizada	Energizada	Desenergizada
3	Desenergizada	Desenergizada	Energizada	Energizada
4	Energizada	Desenergizada	Desenergizada	Energizada
1	Energizada	Energizada	Desenergizada	Desenergizada

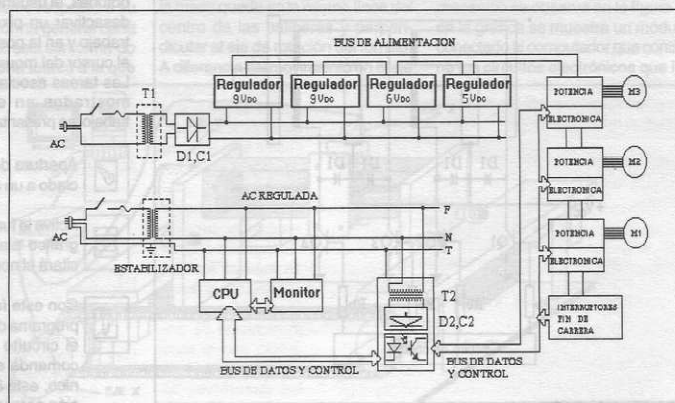


Figura 1. Esquema general de la solución.

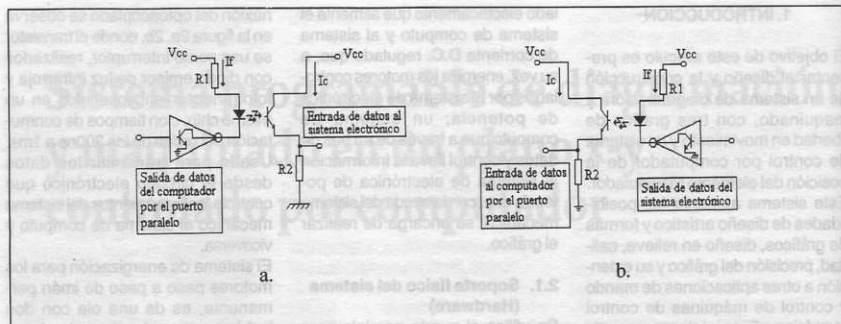


Figura 2. Esquema eléctrico simplificado del circuito optoaislador

Energizando las bobinas con la secuencia de pasos 1, 2, 3, 4, 1,... el eje del motor gira en el sentido de las manecillas del reloj, pero si la secuencia de energización de los devanados es 1, 4, 3, 2, 1,... el eje rota en dirección contraria.

Para obtener un número menor de líneas de control para cada motor desde el sistema de computo, es necesario el diseño de un sistema que controle el sentido de giro, el número de pasos y la energización de los devanados. Con ayuda del método de diagramas de estado, se

implementa el circuito secuencial que contiene tres líneas de control: señal de sentido de giro (S), Señal de reloj (CLK), Señal de habilitación de las salidas (OE).

2.2. Soporte lógico del sistema (Software)

El código fuente implementado en lenguaje C, cubre las expectativas mencionadas, obteniéndose como resultado, un ambiente de trabajo que el usuario puede manejar fácilmente y que lo guía durante el proceso de graficado. Con la utilización

del mouse y la ayuda de los iconos, las operaciones de almacenamiento y recuperación de imágenes se hace amigable.

Dentro del ambiente de trabajo se pueden distinguir dos áreas: la de trabajo y la de iconos. El área de trabajo tiene dimensiones de 319 filas y 640 columnas, representando 204160 pixeles (319x640 pixeles). En la figura 4 se muestra el esquema real del ambiente de trabajo con el cual el usuario se enfrenta para llevar a cabo su idea.

Con el movimiento del mouse y la acción de click en uno de los botones, el usuario puede activar o desactivar un pixel en el área de trabajo y en la posición que apunta el cursor del mouse.

Las tareas asociadas a los iconos mostrados en el ambiente de trabajo, se presentan a continuación:

-  Apertura de un gráfico asociado a un archivo
-  Activa la función de grabar el gráfico elaborado. Se solicitará el nombre del archivo.
-  Con este ícono se activa el programa de interacción con el circuito electrónico que comanda el sistema mecánico, está leyendo información acerca de la activación del teclado y de los interrup-

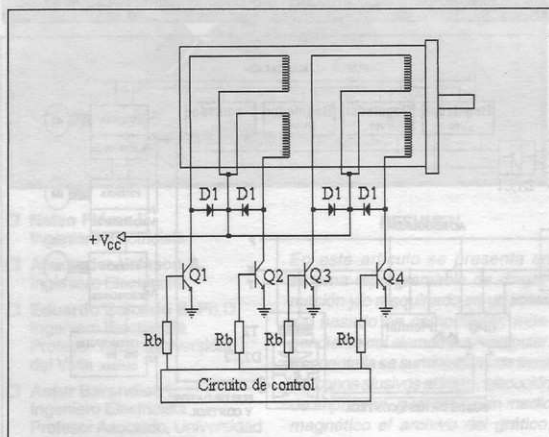


Figura 3. Circuito de potencia conectado al motor.

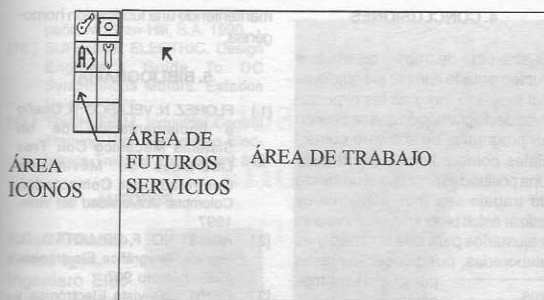


Figura 4. Esquema real del ambiente de trabajo.

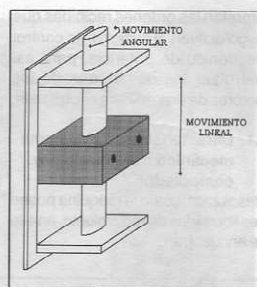


Figura 5. Elemento del movimiento lineal

tores de fin de carrera. Si alguno de estos dispositivos es activado, el programa termina su ejecución y pregunta que se debe hacer al respecto.



Traslada el control al sistema operativo D.O.S.

2.3. Grados de libertad del sistema

El sistema mecánico implementado cumple con los requerimientos propuestos de rigidez, resolución, eficiencia y estabilidad. Los módulos elaborados de cada eje actúan en forma independiente respecto a su movimiento, de forma general cada eje de movimiento está conformado por un tornillo y una tuerca a la que

se le asocia una masa que se va a mover como se muestra en la figura 5.

2.3.1. Movimiento en el eje Z. Como se observa en la figura 6, el objeto que se va a utilizar, como herramienta, debe ser movido en sentido vertical. A este módulo se le adiciona la herramienta a manipular.

2.3.2. Movimiento en el eje Y. El movimiento efectuado por la pieza es en sentido horizontal. La masa está soportada sobre cuatro balineras para disminuir el torque que la moverá linealmente. La estabilidad del sistema se consigue haciendo que el centro de gravedad de la masa quede en la misma línea del centro de las balineras y perpendicular al eje de rotación del tornillo. A diferencia del movimiento en el eje

z, la componente de fuerza ejercida por la masa en movimiento horizontal se reduce por un factor que relaciona la fuerza necesaria para moverla y el coeficiente de fricción por rodamiento.

2.3.3. Movimiento en el eje X. El movimiento de este eje lo conforman dos tornillos acoplados mecánicamente, por medio de una cadena de rodillos, para la transmisión de potencia mecánica.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

Un diagrama general del sistema de control integrado con el sistema mecánico se observa en la figura 6, en la gráfica se muestra un módulo conectado al computador que contiene los circuitos electrónicos que in-

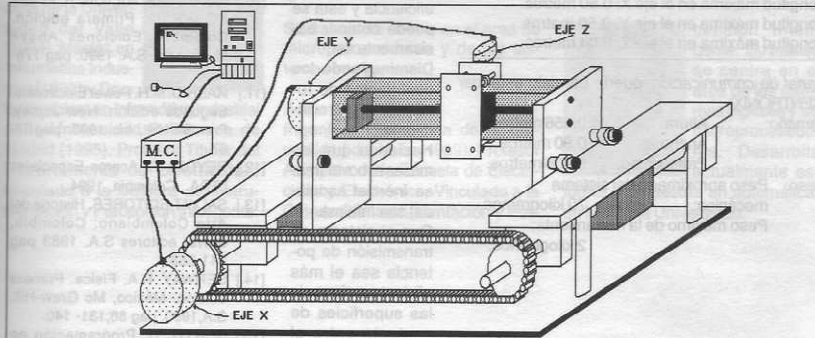


Figura 6. Diagrama general del sistema mecánico con tres grados de libertad.

terpretan las ordenes recibidas que luego activan el sistema de control electrónico de potencia, para así energizar los devanados de los motores de una manera coordinada.

3.1. Características del sistema mecánico controlado por computador

Resolución: como la máquina posee tres libertades de movimiento, en ella se encuentran:

Resolución en el eje X: 0.141x10⁻³ metros.
Resolución en el eje Y: 0.141x10⁻³ metros.
Resolución en el eje Z: 0.127x10⁻³ metros.

Precisión: está determinada por el maquinado de las piezas, como la rosca y el gato tornillo, en otras palabras el ajuste que hay entre la rosca y el gato de tornillo.

Torque: Eje X: 0.776 Newton-metro
Eje Y: 0.776 Newton-metro
Eje Z: 0.500 Newton-metro

Velocidad: debido a sus tres ejes en ellas se especifican,

Velocidad en el eje X: 4.70x10⁻³ metros/segundo
Velocidad en el eje Y: 4.70x10⁻³ metros/segundo
Velocidad en el eje Z: 4.23x10⁻³ metros/segundo

Volumen de trabajo: este se define como la longitud máxima de trabajo por cada eje.

Longitud máxima en el eje X: 0.50 metros.
Longitud máxima en el eje Y: 0.50 metros.
Longitud máxima en el eje Z: 0.04 metros.

Canal de comunicación: puerto paralelo estándar (CENTRONIX)

Tamaño: Altura: 0,356 metros.
Ancho: 0,90 metros.
Profundidad: 0,736 metros.

Peso: Peso aproximado del sistema mecánico: 70 kilogramos.
Peso máximo de la herramienta: 2 kilogramos.

4. CONCLUSIONES

El ambiente de trabajo diseñado e implementado cumple los objetivos del proyecto, pero no las expectativas de diagramación que se ofrecen en programas de software comerciales como autocad, paintbrush. Una posibilidad para que el ambiente de trabajo sea más llamativo es utilizar estos programas comerciales y ajustarlos para que las imágenes elaboradas, puedan ser impresas

por el sistema mecánico.

En el sistema de control actual que es de lazo abierto, no se garantiza el movimiento de los ejes del sistema mecánico, produciendo con esto posibles errores en la impresión de gráficos. Para corregir este efecto se hace necesario el desarrollo e implementación de un sistema de control de posición realimentado, con base en decodificadores de posición.

Para el sistema mecánico se debe buscar una máxima eficiencia y ésta se puede obtener básicamente así:

Disminuyendo los coeficientes de rozamiento y rodamiento. Haciendo que las masas a mover (masa inercial asociada) sea mínima. Que el sistema de transmisión de potencia sea el más eficiente mejorando las superficies de contacto entre el tornillo-tuerca y

manteniendo una lubricación homogénea.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1.] FLOREZ, N. VELASCO, A. Diseño e Implementación de un Sistema Mecánico Con Tres Libertades de Movimiento Controlado por Computador. Colombia: Universidad del Valle. 1997
- [2.] AGOSTINO, F. BELLOTTO, G. Revista Telegráfica Electrónica, 1989. número 907.
- [3.] CEKIT. Revista Electrónica y Computadores. Colombia: Publicaciones Cedit S.A. 1995. Fascículos 4,21.
- [4.] F.A.G. Programa Estándar F.A.G. Estados Unidos: FAG Interamericana AG. Catálogo WL41510/2SE. pag 88-97.
- [5.] HALL, A.S. HOLOWENCO, A.R. LAUGHLIN, H.G. Diseño de Máquinas. Primera edición. España: McGraw-Hill, S.A. 1982.
- [6.] JACKSON, J. H. WIRTZ, H.G. Estática y Resistencia de Materiales. Primera edición. México: McGraw-Hill, S.A. 1985.
- [7.] JENSEN, C.H. Dibujo y Diseño de Ingeniería. Primera edición. México, McGraw-Hill, S.A. 1973.
- [8.] MALONEY, T. J. Electrónica Industrial. Primera edición. México, Prentice Hall, Inc. 1983. pag 10-20, 303-307.
- [9.] MALVINO, A. P. Principios de Electrónica. Cuarta edición. México, McGraw-Hill, S.A. 1991.
- [10.] NORTON, P. WILTON, R. El IBM PC y PS/2. Primera edición. Colombia, Ediciones Anaya Multimedia, S.A. 1990. pag 176-199.
- [11.] RASHID, M.H. Power Electronics. Segunda edición. New Jersey, Prentice Hall, Inc. 1993. pag 37-67.
- [12.] REYDIN, R. Aceros Especiales LTDA. Colombia, 1994.
- [13.] SALVAT EDITORES. Historia del Arte Colombiano. Colombia, Salvat editores S.A. 1983 pag 241-268.
- [14.] SERWAY, R.A. Física. Primera edición. México, Mc Graw-Hill, S.A. 1990. pag 88,131- 140.
- [15.] SHILDT, H. Programación en Turbo C. Segunda edición. Es-

- paña, McGraw-Hill, S.A. 1990.
- [16.] SUPERIOR ELECTRIC. Design Engineer's Guide To DC Synchronous Motors. Estados Unidos. 1976.
- [17.] TISCHLER, M. Industrial Control Training High Technolog Electronics Training. Experiment 3

AUTORES

Nelso Armando Flórez Igua.

Ingeniero Electricista, Universidad del Valle 1997. Áreas de interés: Física aplicada, automática, computadores y programación aplicada, máquinas herramientas, robótica.



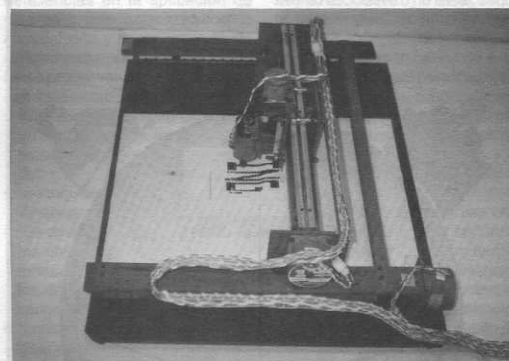
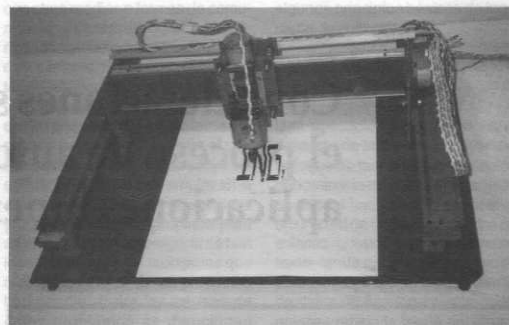
Alexander Velasco Arias.

Ingeniero Electricista, Universidad del Valle 1997. Áreas de interés: física aplicada, automática, computadores aplicados, programación aplicada, máquinas herramientas, robótica.



Eduardo F. Caicedo B.

Ingeniero Electricista de la Universidad del Valle (1984), Máster en Informática Industrial (1993) y Doctor Ingeniero en Informática Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid (1995). Profesor Titular del Departamento de Electricidad, vinculado a la Cátedra de Instrumentación y Percepción Inteligente.



Vistas, frontal y lateral de sistema mecánico implementado

Su trabajo se centra en el área de microprocesadores y de los sistemas inteligentes.

Asfur Barandica L.

Ingeniero Electricista de la Universidad del Valle (1989). Profesor Asistente de la Escuela de Electricidad y Electrónica, Vinculado a la Cátedra de Instrumentación y Per-



cepción Inteligente. Su trabajo se centra en el área de los sistemas digitales y los microprocesadores. Desarrolla actualmente estudios de maestría en automática, en la misma Universidad.