

TITULO

Diseño de un Controlador basado en un computador personal para la perforación automática de Circuitos Impresos montado en los talleres del colegio Salesiano Domingo Savio

AUTORES

Luis Silvio Córdova Rivadeneira¹ , Hugo Villavicencio Villavicencio²

¹*Ingeniero Eléctrico en Electrónica 1999*

²*Director de Tesis, Ingeniero Electrico, Escuela Superior Politecnica del Litoral, 1975, Postgrado EE.UU North Dakota State University 1975. Profesor de la ESPOL desde 1975 .*

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el diseño y construcción de un Controlador basado en un computador personal, el cual permite perforar tarjetas de circuito impreso de una manera más eficiente, rápida y automática .

El controlador toma las coordenadas de un dibujo realizado en el programa TANGO, las ordena y le da esta informacion a los circuitos que controlan los 3 ejes, X, Y y Z , para proceder a la perforacion de una tarjeta.

Es posible también obtener las coordenadas de los PAD de otra tarjeta ya perforada que se monte sobre la mesa de trabajo, esto se da gracias al software de control realizado en Lenguaje “C” ,que complementa al controlador.

INTRODUCCION

El controlador consta de una circuitería electrónica conectada a un computador, y de un programa elaborado en Lenguaje “C”. para complementar el control. La circuitería electrónica se encarga del control de los movimientos de los motores de paso para los ejes X, Y y Z , del motor DC para la perforación de la tarjeta y además de la protección de los límites de carrera de los ejes antes mencionados, también tiene protecciones de sobrecorriente en cualquiera de los tres ejes por si se diera el caso.

Además existe una tarjeta de interfase conectada en un slot del computador, la cual posee 2 integrados 8255 o Interfase Programable Paralela (PPI), y 2 integrados 8253 que son contadores descendentes utilizados para el conteo de los pulsos de los motores de paso.

El programa realizado en Lenguaje “C” es capaz de leer las coordenadas de los puntos de perforación de un archivo .PCB o sea de TANGO, programa para realizar el trazado de las pistas de un circuito electrónico, y transformarlo a un formato propio de la máquina, luego lo ordena y por último manda esta información a la circuitería electrónica para lograr la perforación final del circuito.

El programa además puede mover los ejes manualmente mediante las teclas direccionales y grabar las coordenadas de otra tarjeta ya perforada que se monte sobre la mesa de trabajo, una vez obtenida esta información se monta una nueva tarjeta y se procede a taladrarla.

Todo el sistema puede ser alimentado por la red eléctrica ya sea en 110v. o con 220v.

CONTENIDO

En una máquina controlada por computadora, es de gran importancia mantener una muy buena comunicación en ambos sentidos, lo que nos permite conseguir un alto grado de precisión en la tarea que se pretende efectuar.

Esta comunicación es lograda mediante un circuito de interfase, el cual puede enviar o recibir datos, dependiendo de los requerimientos básicos de la máquina.

En vista de esta situación se implementó la comunicación en base a una interfase programable paralela PPI, la cual me permite manejar una gran cantidad de señales de entrada y salida requeridas para la comunicación máquina-computadora.

INTERFASE PROGRAMABLE 8255

La interfase programable 8255 es una tarjeta de comunicación, con la que fácilmente se puede controlar un proceso determinado, con la ayuda de un computador.

Esta interfase es capaz de manejar un total de 48 señales, gracias a 2 integrados 8255, los cuales controlan 24 señales de entrada o salida cada uno.

Además, esta tarjeta posee 3 contadores independientes de 16 bit de conteo cada uno, con pulsos de reloj arriba de los 2Mhz. encapsulados en un mismo integrado llamado 8253.

Posee también 16 leds que sirven como indicadores de nivel de entrada o salida de datos.

Esta tarjeta va ubicada en uno de los slot perteneciente al computador, es decir se engancha a la barra de datos, dirección y control de los microprocesadores.

El 8253 es un temporizador/contador programable, que va a ser el encargado de contar los pulsos recibidos por los motores de paso.

Mediante la programación del registro de control, se configuran los puertos, y el funcionamiento del PPI, es decir, que puertos serán los de salida y cuales los de entrada, además de indicar el modo de funcionamiento con el que se va a trabajar.

MOTOR DE PASO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Un motor de paso es un transductor electromecánico que convierte señales electrónicas de tipo digital, es decir ondas cuadradas, en una rotación del árbol del motor. Cada impulso produce una rotación angular del árbol del motor el cual es llamado comúnmente PASO o STEEP.

El PASO es variable de motor a motor y depende de las características electromecánicas de su fabricación; actualmente los motores de paso son realizados con valores típicos de paso de 1.8, 7.5 y 15 grados. Ya que la rotación angular es proporcional al número de pulsos aplicados, un motor con 1.8 grados completa un giro de 360 grados con 200 pulsos de mando, mientras que un motor de paso de 7.5 grados cumple un giro completo con 48 pulsos de mando.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento de un motor de paso se basa sobre la interacción entre el campo magnético fijo del rotor y la fuerza electromotriz variable generada por la corriente circulante en los devanados

Tal corriente tiene un valor fijo, la fuerza electromotriz generada por los polos del estator es constante existiendo entonces un punto de equilibrio estable. En esta situación el rotor se mueve hacia el punto más cercano de equilibrio y luego se detiene en posición fija,

Cuando los devanados son activados siguiendo una oportuna secuencia, la fuerza magnetomotriz generada por los polos del estator variará su polaridad y entonces el punto de

equilibrio cambiará su posición siguiendo la misma secuencia. El rotor entonces es obligado a moverse, siguiendo el cambio de la secuencia del punto de equilibrio.

Se aplica una tensión de oportuna polaridad solo a los devanados que deben ser activadas para generar la necesaria fuerza magnetomotriz.

TIPOS DE MOTORES DE PASO

Del punto de vista tecnológico existen dos tipos fundamentales de motores de paso:

- Motor de paso a imán permanente*
- Motor de paso a riluctancia variable*

Para ambos tipos de motores, el estator es realizado con un cierto número de espiras.

La diferencia entre ambos motores radica en las características del rotor, que es de cualquier modo siempre realizado sin devanados.

En los motores de paso a imán permanente el rotor es construido de un material permanentemente magnetizado, mientras que el motor a riluctancia variable el rotor es construido de un material ferromagnético que se magnetiza sólo con el campo magnético generado por el estator.

Para obtener motores de paso con ángulos de paso bastante pequeños (7.5, 3.75, 1.8 grados) se debe adoptar técnicas constructivas mecánicas decisivamente complejas.

Motores de paso a imán permanente son mas eficientes, y se encuentran disponibles en versiones de alta potencia con una elevada precisión de posicionamiento.

Motor de paso a riluctancia variable es por el contrario más simple su construcción, tienen una inercia rotórica muy baja, una elevada velocidad de trabajo pero una limitada precisión de posicionamiento

A continuación se muestra en la tabla comparativamente las características principales de ambos motores de paso.

tabla I Características de los tipos de motores de paso.

CARACTERÍSTICAS	MOTOR DE PASO A IMÁN PERMANENTE	MOTOR DE PASO A RILUCTANCIA VARIABLE
EFICIENCIA	ALTA	BAJA
VELOCIDAD ANGULAR DE ROTACIÓN	BAJA	ALTA
PRECISIÓN DE POSICIÓN	MUY ELEVADA	BAJA
INERCIA DE ROTOR	ALTA	BAJA
VALOR TÍPICO DE ÁNGULO DE PASO	1.8, 1.5, 3.0 grados	7.5, 1.5, 3.0 grados

CONFIGURACIÓN DE LOS MOTORES DE PASO

Para aplicar entonces la secuencia de mando con la correcta sucesión de pasos y la correcta polaridad es importante conocer la construcción interna de los devanados de un motor de pasos.

En la práctica existen dos diversas configuraciones de motores de paso:

- Motor de paso bipolar
- Motor de paso unipolar

Para cada una de las dos configuraciones de motores, se debe realizar diferentes técnicas de mando.

MOTOR DE PASO BIPOLAR

Estos motores son realizados con dos solos devanados distinto.

Con este tipo de motores, para obtener la inversión de la polaridad del campo magnético es necesario invertir el sentido de la circulación de la corriente de los dos devanados del estator. Esto en la practica, se realiza invirtiendo la polaridad de la tensión aplicada al devanado del estator.

MOTOR DE PASO UNIPOLAR

Estos motores de paso son realizados con devanados de estator independientes o con devanados de estator de una pieza central, de modo de tener dos medios devanados opuestos uno del otro.

Con la segunda ejecución se genera un campo magnético opuesto sin haber invertido la polaridad de la tensión de alimentación.

Estos tipos de mando requieren la realización de circuitos electrónicos extremadamente simples y comúnmente llamados MANDO UNIPOLAR, ya que la tensión aplicada a los devanados mantiene constante su polaridad.

OPERACIÓN PASO COMPLETO

Este es un modo típico de operación. Simultáneamente la alimentación de poder es para ambos bobinados permitiendo así el máximo momento de torsión.

Las señales de entrada de Fase determinan la dirección del flujo de corriente en los devanados, mientras que las señales de entrada I0 e I1 indican de la corriente. Este es el más simple método de control para ser implementado.

OPERACIÓN PASO MEDIO

Este modo permite la resolución doble del motor y además elimina las vibraciones producidas. Esta fuerza es aplicada alternativamente para un bobinado y después para ambos. En posición medio paso, solo un bobinado es energizado, teniendo en este momento la más baja torsión sobre el motor perno eje. Las mismas señales de control que fueron usadas para la operación paso completo son aplicados para a las señales de entrada de "Fase"..

CIRCUITERIA ELECTRONICA

PUENTE MOSFET

Este es el circuito de potencia para dar movimiento al eje X o al eje Y, ya que ambos tienen igual funcionamiento. Existen 4 MOSFET piloteados por medio de transistores, que reciben señales correspondientes a la secuencia a seguir, por medio de sus bases. Estas señales provienen del circuito de control del eje X y las denominaremos A B C D.

Cuando se cierran los mosfet 1 y 4 se energiza una de las 2 bobinas del motor de paso, produciendo una secuencia A+.

Cuando se cierran los mosfet 2 y 3 se energiza la misma bobina, pero la corriente esta vez es en sentido contrario, a ésta secuencia se la llamará A-

Un segundo puente de Mosfet de idénticas características energizará la segunda bobina del motor de paso con denominación B+ o B- según sea el caso.

De esta forma ambos puentes se encargan de energizar ambas bobinas del motor de paso.

Al final del puente existe una resistencia que sirve para sensar la corriente que pasa a través del bobinado del motor de paso.

Esta corriente que circula a través de la resistencia produce un voltaje que es enviado a un circuito de control que necesita ésta información.

Los voltajes apropiados para cerrar los MOSFET son:

Vi equivalente a 12 v, cierra los Mosfet inferiores

Vp. equivalente a 35v, es el voltaje de funcionamiento del puente

Vs equivalente a 50 v, cierra los Mosfet superiores

CIRCUITO DE CONTROL DEL MOVIMIENTO DEL EJE X o Y

Para describir mejor su funcionamiento lo analizaremos en dos partes por separado.

La primera parte tiene que ver con el control del puente de Mosfet y

La segunda parte del circuito tiene que ver con el control de la secuencia por medio del programa, para la ejecución del movimiento del eje.

Existe un circuito integrado digital denominado L297 que es el que genera la secuencia deseada de pulsos, ya sea para delante o para atrás dependiendo de la señal AD/ATRÁS proveniente del computador. De igual manera este integrado es el encargado de trabajar a medio paso o paso entero.

Además de las salidas ABCD posee 2 salidas más denominadas INH1 e INH2, las cuales pasan a través de una lógica de puertas AND para obtener las señales ABCD y A'B'C'D' que son las que sirven para pilotear a los Mosfet de potencia de ambos puentes descritos anteriormente.

Las señales provenientes de las resistencias sensoras de ambos puentes llamados SENS1 y SENS2 entran también al L297 los cuales sirven para sensar el voltaje de las fases activas A y B y también de C y D.

A su vez estas señales son comparadas con un voltaje de referencia por medio de los 2 operacionales 741.

Si alguno de estos voltajes es mayor que el de referencia se obtendrá un nivel bajo en

la entrada de la puerta AND con lo que la salida de la misma puerta también será bajo y mantendrá el transistor en corte lo que producirá que se interrumpa el paso de corriente por el Relé que es el encargado de energizar todo este circuito.

Es decir éste circuito sirve de protección contra corrientes demasiado altas.

Para volver a energizar el circuito es necesario nuevamente pulsar la botonera.

En el Pin 15 del L297 ingresamos el voltaje de referencia del circuito del chopper, este valor es diferente dependiendo de la secuencia en que se está, esto se lo realiza por medio de una lógica que tiene como señales de ingreso las señales INH1 e INH2.

Existe también un 555 en configuración astable que sirve para producir la frecuencia de chopper.

Esta frecuencia la hacemos variar dependiendo si estamos en marcha o paro de los motores, por medio de interruptores analógicos CD 4016 piloteados por la señal, de marcha o paro ,M/P proveniente del computador.

La señal de reloj del astable ingresa a un monoastable 74LS221 para luego ingresar definitivamente al controlador L297 con lo que quedaría descrito el funcionamiento de ésta parte del circuito de control.

La segunda parte de este circuito toma y recibe señales de la tarjeta de interfase montada en uno de los SLOT de computador.

Analizaremos el funcionamiento del circuito tomando en cuenta los pasos que sigue el programa..

1.-) Sale por el puerto PIB el valor de la velocidad del movimiento con valores binario de 0000 a 1111.

Estos datos pasan a través de un buffer 74244 para activar interruptores analógicos CD4016, obteniéndose de esta forma un convertidor de digital a analógico, con ayuda de un circuito con operacionales, resistencias y diodos.

2.-) Se pone en el puerto de salida el correspondiente dato que especifica la dirección del movimiento del eje, mediante la señal adelante/atrás (1 = adelante, 0 = atrás).

Este dato que sale de la tarjeta de interfase además de llegar al controlador L297 pin No17 para declarar la dirección del movimiento del motor, es procesado mediante una lógica de puertas AND conjuntamente con los datos enviados de los sensores de fines de carrera del eje, de tal forma que si llegase el taladro al extremo del eje , esta lógica enviará una señal para bloquear los pulsos de reloj que producen el movimiento del eje en ese sentido, este bloqueo permanecerá hasta sacar el taladro de dicha posición o cambiar la dirección del movimiento del eje.

De tal manera podemos decir que el taladro posee protecciones de fines de carrera no solamente por medio del software, sino también de hardware.

3.-) Se carga los contadores con el número de pulsos necesarios para recorrer cierta distancia; cuando esto sucede, las señales de la tarjeta OUT 1 y OUT 2 se ponen en bajo.

Ambas señales indican el estado de los contadores ; con bajo significa que todavía no llega el conteo al valor predeterminado en el contador, mientras que en alto significa la finalización del conteo..

El contador 2 carga el valor total de los pulsos requeridos, mientras que el primer contador carga solo el 90 % de los pulsos requeridos, de tal forma que éste finalizará primero el conteo, y enviando esta señal a un circuito apropiado, comenzará a disminuir la velocidad de los pulsos para ir frenando el movimiento del eje hasta que finalice el conteo el segundo contador.

4.-) Se sube el bit de Marcha /Paro el cual conmuta interruptores para cambiar la frecuencia de chopper descrita anteriormente.

5.-) Se sube el bit de start, que conjuntamente con la señal OUT 1 ingresan a una puerta

AND la cual conmuta un interruptor analógico CD4016 para comenzar la carga de un condensador el que irá aumentando poco a poco el voltaje con una rapidez que dependa del dato 'Velocidad' enviado por el puerto PIB y de un circuito con operacionales, transistores y zener que proporcionan una corriente constante, lo que produce una carga lineal del condensador.

Este valor de voltaje del condensador ingresa a un seguidor de voltaje realizado con un operacional, la salida del operacional es el valor requerido por un convertidor de voltaje a frecuencia (CI4046) para producir los pulsos de reloj que ingresan al controlador LM2297 y a la tarjeta de interfase, específicamente a los contadores, que serán los encargados de ir contando el número de pulsos de reloj, hasta que dicho número sea igual al predeterminado anteriormente.

Cuando el 90% de los pulsos requeridos halla ingresado, la señal OUT 1 conmutará el interruptor que produce la carga del condensador y éste empezará ahora a descargarse; lo que influirá disminuyendo la velocidad del 10 % de los pulsos restantes, teniendo como resultado la disminución de la velocidad del eje hasta su total paro.

DESCRIPCIÓN DEL EJE Z

Este circuito sirve para controlar el movimiento del eje Z hacia arriba o hacia abajo, para lo cual dispone de un contador UP/DOWN 74191 que cuenta ascendente o descendente dependiendo de la señal proveniente del computador. La salida de este contador ingresa a las entradas de control de un decodificador 74138, el que a su salida tiene una lógica compuesta de 3 puertas AND de 3 entradas cada una, las cuales sirven para llevar a corte o saturación a 3 transistores en configuración Darlington que pilotan cada una de las bobinas del motor de Paso, produciendo la siguiente secuencia.

A - AB - B - BC - C - CA Ascendente
CA - C - BC - B - AB - A Descendente

La rapidez de la secuencia es dada por un oscilador 555 que sirve como señal de reloj para el contador. Este oscilador posee un potenciómetro para regular la velocidad de subida y otro para regular la velocidad de bajada, esto es posible gracias a un par de interruptores que automáticamente se conmutan dependiendo de la señal ARRIBA / ABAJO proveniente del computador.

Existe otra lógica que recoge las señales de los sensores de fines de carrera inferior y superior y los procesa de tal manera que si llegara el taladro hacia un extremo de la carrera esta lógica mediante una señal baja deshabilitaría al 555 y por ende se detendría inmediatamente el motor y el movimiento de dicho eje Z, hasta que ingrese una señal que de movimiento contrario al eje, esta señal es ARRIBA / ABAJO.

De igual forma esta lógica sensa las señales START y OUT que vienen del computador, con los que dan inicio y parada al movimiento de este eje Z.

DISPOSITIVOS SENSORES

En la actualidad, es muy frecuente encontrar todo tipo de sensores en las máquinas diseñadas para controlar algún proceso industrial. Estos dispositivos son los encargados de sensar los estados en que se encuentra la máquina y comunicarlo al controlador de la misma, para que este a su vez, continúe con el proceso, lo modifique o lo detenga según sea el caso.

La máquina se encuentra montada sobre una mesa de trabajo de 130 cm de longitud y 80 cm. de ancho, siendo ésta la dimensión total de la misma, mas no la dimensión real de

trabajo la cual es mas pequeña, y es de 90 cm de largo por 60cm. de ancho.

Una vez especificado esto se entiende que la tarjeta más grande que se puede perforar sería igual a la dimensión real de trabajo de la mesa, por lo que si la tarjeta rebasa estos límites puede ocasionar problemas en los motores de paso ya que estos seguirían mandando pulsos para avanzar y la carrera del eje se habrá terminado, lo que le proporcionaría al motor un calentamiento de sus partes internas, como lo son sus devanados, y acto seguido causaría la pérdida del motor. Todo esto sin contar con el daño que se le pueda ocasionar a los ejes y a la estructura mecánica de la máquina misma en general.

Es por esta razón que se emplea un par de topes de fines de carrera para cada uno de los ejes que se encuentran en movimiento es decir ejes, X, Y, Z.

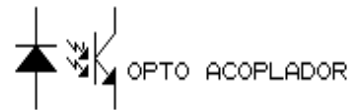
Estas señales de los sensores de fines de carrera están continuamente monitorizadas por un adecuado software de control, el cual se encuentra leyendo ésta información cada vez que el manda a moverse alguno de los motores de paso de los diferentes ejes.

Si se llegara al fin de uno de los ejes el programa se encargara de suprimir la orden START , la cual, es la que habilita al circuito destinado a proporcionar los pulsos, de ésta manera se detendrá el proceso de movimiento de los motores de paso, y proporcionará un mensaje en la pantalla advirtiendo lo sucedido y especificando lo que se debe hacer.

De igual forma, la señal proveniente de los sensores es tratada por un circuito electrónico, que detecta esta anomalía y también se encarga de bloquear el movimiento de los motores. Es decir, los sensores proporcionan una doble protección en este caso, mediante el Hardware y el Software.

TIPO DE SENSOR ESCOGIDO

Existen una gran variedad de sensores de fines de carrera ya sean eléctricos, electrónicos o mecánicos, todos ellos capaces de funcionar adecuadamente, pero el del tipo electrónico es más rápida su respuesta, por tal motivo opté por elegir un sensor tipo óptico, llamado módulo interruptor opto acoplador de denominación ECG 3100 el cual posee un circuito emisor realizado en base a un diodo, y un circuito receptor realizado mediante un transistor el que trabajará en corte o saturación dependiendo del estado y de la posición de la máquina. Ver Gráfico 1.



Como el taladro posee tres ejes, X, Y y Z. hubo la necesidad de implementar 6 sensores opto acopladores, es decir 2 por cada eje.

Para tener un a mejor respuesta de los sensores, se elaboró un circuito capaz de recibir la información de los opto acopladores y enviársela al circuito electrónico de control de los ejes X, Y y Z, y a la Interfase Paralela Programable PPI, la cual a su vez está conectada al computador.

Gráfico 1

CARACTERÍSTICAS DE LA FUENTE DE PODER

Como es conocido, toda máquina requiere diferentes tipos de voltajes ya sean estos alternos o continuos, y esta máquina no es la excepción, por tal motivo creí importante dedicar un capítulo entero a la construcción de la fuente de poder con sus respectivos voltajes.

En realidad la fuente de alimentación del taladro no es otra cosa que varias fuentes de diferentes voltajes que forman la gran fuente.

ESTUDIO DE LOS VOLTAJES REQUERIDOS

Para analizar los voltajes requeridos por el taladro es importante dividir los circuitos electrónicos en :

- Circuitos digitales.
- Circuitos analógicos.

CIRCUITOS DIGITALES

Todos los circuitos digitales encontrados en la máquina funcionan con tecnología TTL, los que requieren 5v. para ser alimentados.

Tabla 2 Consumo de Corriente de los C.I. digitales

Tipo de Eje	# DE C.I.	I. POR C.I. (mA)	CORRIENTE I (mA)
EJE X	14	20	280
EJE Y	14	20	280
EJE Z	9	20	180
		TOTAL	740

La fuente completa para alimentar los circuitos digitales seria entonces la siguiente:

- Transformador reductor de voltaje a 8v. rms en el secundario, con una potencia de 12 vatios, lo que significa un consumo de hasta 1.5 Amp. en el secundario.
 - Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con un voltaje inverso de pico de 100 voltios.
 - Filtro de voltaje a la entrada del circuito regulador, con un valor de 100 uf.
 - Circuito regulador de tensión LM7805 de 5v. positivos y 1 Amp. máximo de corriente
 - Filtro de 47uf. para suavizar aún más el rizado y proporcionar un voltaje constante.
- De esta manera queda completamente descrita la fuente digital.

CIRCUITOS ANALÓGICOS

Dividiremos el estudio para análisis de los circuitos analógicos en lo que se refiere a los voltajes a utilizar, en ejes X, Y, Z, tanto de los circuitos de control como para los de potencia de los motores.

Como existe similitud entre los ejes X y Y será suficiente analizar uno de ellos para comprender al otro. En este caso analizaremos el eje X.

A continuación se muestra el número de circuitos integrados analógicos usados con su respectivo consumo de corriente.

Tabla 3. Consumo de Corriente de los C.I. analógicos de baja potencia

ELEMENTO	# DE COMPONENTES	I.POR COMPONENTES (mA)	CORRIENTE TOTAL (mA)
LM741	12	40	480
4016	4	40	160
RELE	3	40	120
		TOTAL	760

La fuente completa para alimentar los circuitos analógicos de control seria entonces la siguiente:

- Transformador reductor de voltaje a 26v. rms en el secundario, con tab central y una potencia de 39 vatios, lo que significa un consumo de hasta 1.5 Amp. en el secundario.
- Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con un voltaje inverso de pico de 100 voltios.
- Doble filtro de voltaje a la entrada de los circuitos reguladores positivo y negativo, con un valor de 470uf.
- Circuito regulador de tensión LM7812 de 12v. positivos y 1 Amp. máximo de corriente

- Circuito regulador de tensión LM7912 de 12v. negativos y 1 Amp. máximo de corriente.

- Filtro de 100uf. para suavizar aun mas el rizado y proporcionar un voltaje constante, uno para cada salida de los reguladores, tanto positivo como negativo.

De esta manera queda especificada la fuente analógica para los circuitos de control de la máquina.

CIRCUITO ANALÓGICO DE POTENCIA

El eje X posee un par de tarjetas para alimentar a los motores de paso, por estas tarjetas y a través de los transistores MOSFET que se encuentran en ella, circula la corriente necesaria para energizar los 2 devanados de los motores de paso y por ende lograr el movimiento del eje.

Esta tarjeta posee un puente de MOSFET polarizado a 40v. valor de voltaje que será suministrado a los motores de paso, por lo que se necesitara por lo menos un voltaje de 52v. en la compuerta de los MOSFET superiores, y 12v. en las compuertas de los MOSFET inferiores, para que puedan cerrarse y conducir. Pero para no aumentar luego las características del transformador al pretender obtener los 52v. referenciados a tierra, se puede recurrir a otra fuente de 12v. referenciada a los 40v. del puente de MOSFET para así completar los 52v.

Entre los datos de placa del motor de paso se especifica la corriente necesaria de trabajo, con un valor de 2Amp. por lo que, en la construcción del transformador la corriente del secundario esta calculada para **6 Amp.** Mientras que la corriente necesaria para la fuente de 12v. referenciada a los 40v. es de apenas **1 Amp.**

Por otra parte el eje Z se desplaza gracias a un motor de paso de 3 bobinas independientes con características de placa de 24v. y **3 Amp.** de corriente, por lo que se necesitara un secundario con las características antes mencionadas.

Recordemos que el taladro electrónico posee también un motor de corriente continua, que es el encargado de perforar la tarjeta que se esta trabajando. Este motor DC está compuesto de un devanado de estator alimentado a 8v. con una corriente no mayor a **1 Amp.** y de un devanado de rotor alimentado a 50v. Como la fuerza que realizara el motor DC no es demasiado grande, bastara con **2 Amp.** para alimentarse.

A continuación la siguiente tabla muestra los valores de voltaje requeridos por los circuitos analógicos de potencia.

Tabla 4 Consumo de los Circuitos Analógicos de alta Potencia

	V_p	V_s	V_i	V_z	ROTOR	ESTATOR
VOLTAJE DC (v)	40	52	12	24	50	8
CORRIENTE	6	1	1	3	2	1
VOLTAJE EN TRANSF. AC	35	13	13	22	40	10

La fuente completa para alimentar los circuitos analógicos de potencia sería entonces la siguiente:

- Transformador reductor de voltaje a 35v. rms en el secundario, y una potencia de 210 vatios, lo que significa un consumo de hasta 6 Amp. en el secundario.

- Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con un voltaje inverso de pico de 100 voltios.

- Filtro de 470uf. a la salida del puente rectificador para reducir el rizado en la salida y obtener un voltaje constante de 40v.

- Transformador reductor de voltaje a 13v. rms en el secundario, y una potencia de 13 vatios, lo que significa un consumo de 1 Amp. en el secundario.

- Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con un voltaje inverso de pico de 100 voltios.

- Filtro de 100uf. a la salida del puente rectificador para reducir el rizado en el voltaje de salida.

- Circuito regulador de tensión LM7812 de 12v. positivos y 1 Amp. máximo de corriente, el cual será referenciado a la fuente descrita anteriormente

- Filtro de 100 uf. para suavizar aún más el rizado y proporcionar un voltaje constante.

- Transformador reductor de voltaje a 22v. rms en el secundario, y una potencia de 66 vatios, lo que significa un consumo de hasta 3 Amp. en el secundario.

- Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con voltaje inverso de pico de 100 voltios.

- Filtro de 470 uf. a la salida del puente rectificador para reducir el rizado en la salida y obtener un voltaje constante de 24v.

- Transformador reductor de voltaje a 10v. rms en el secundario, y una potencia de 10 vatios, lo que significa un consumo de 1 Amp. en el secundario.

- Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con un voltaje inverso de pico de 100 voltios.

- Filtro de 100 uf. a la salida del puente rectificador para reducir el rizado.

- Circuito regulador de tensión LM7808 de 8v. positivos y 1 Amp. máximo

- Filtro de 10 uf. para suavizar aún más el rizado y proporcionar un voltaje constante.

- Transformador reductor de voltaje a 40v. rms en el secundario, y una potencia de 80 vatios, lo que significa un consumo de hasta 2 Amp. en el secundario.

- Puente rectificador de diodos ECG166 con características de 2 Amp. de corriente directa de rectificación y con un voltaje inverso de pico de 100 voltios.

- Filtro de 470 uf. a la salida del puente rectificador para reducir el rizado en la salida y obtener un voltaje constante de 50v.

De esta manera queda especificada la fuente analógica para los circuitos de control de la máquina, y por ende la fuente total del taladro.

ESPECIFICACIONES DEL PROGRAMA

La estructura del programa, realizado en “Lenguaje C”, que controla la máquina taladradora, comprende 13 funciones que se detallan a continuación.

FUNCION PRINCIPAL

La función Principal del programa es la que controlará al taladro, y es la encargada de organizar todo el proceso a seguir.

FUNCION ABRE ARCHIVO

Esta función tiene como objetivo principal el de coger un archivo del dibujo del programa tango, abrirlo y obtener de él la información necesaria sobre las coordenadas de cada uno de los Pad existentes en el dibujo. Dicho de otra manera, esta función sirve como filtros de información desechando otras entidades como lo son pistas y componentes, cogiendo tan solo los Pad con sus coordenadas, los que son guardados en un archivo intermedio con extensión TXT. Este archivo intermedio consta de coordenadas de X y Y con sus respectivos sentidos de movimiento, es decir hacia un lado o hacia el otro.

Además esta función se encarga de reordenar las coordenadas de los ejes para optimizar el trabajo y realizar las perforaciones de una manera ordenada.

En realidad la información de las coordenadas de cada Pad es la distancia relativa que existe entre un Pad y el siguiente.

FORMATO DEL ARCHIVO INTERMEDIO

Este fichero contendrá la información de los puntos donde debemos hacer los agujeros respetando el siguiente formato:

INICIO

X(distancia)SX(dirección 0 o 1)Y(distancia)SY(dirección 0 o 1);

FIN

El fichero comienza con la palabra inicio y termina con la palabra fin.

La distancia es referenciada al punto anterior. La dirección puede ser 0 para la izquierda en cualquiera de los dos ejes, o 1 para la derecha.

Al finalizar cada línea de dato se pondrá un punto y coma. A continuación presentamos un ejemplo de cuatro Pads que forman un cuadrado de 40 x 40.

INICIO

X40SX1Y0SY0;

X0SX0Y40SY1;

X40SX0Y0SY0;

X0SX0Y40SY0;

FIN

FUNCION CREAR_ ARCHIVO

Esta función tiene como objetivo crear un archivo en el que se guarden coordenadas de un sin número de Pads o agujeros a taladrar que fueron obtenidos de otra tarjeta ya perforada montada sobre la mesa de trabajo,. para este fin nos valemos de la ayuda de las teclas sube y baja, delante y atrás y de las teclas funcionales F!, F2 y F3 de la computadora.

FUNCION HOLA

La función hola es una pantalla de presentación y despedida la que aparecerá al inicio y al final de la sesión de trabajo.

Esta pantalla de presentación y despedida nos indica el nombre de proyecto, es decir Taladro Electrónico controlado por computadora. Además el nombre de la institución que auspició y colaboró para que este proyecto se haga realidad como es el colegio Salesiano “Domingo Savio”. También muestra el nombre del autor del trabajo o sea Luis Córdova R. y la Universidad encargada de impartir en mi, los conocimientos adquiridos, es decir la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Esta pantalla permanecerá con estas indicaciones por un lapso de 3seg. luego de lo cual se limpiará la pantalla dando fin a la función hola.

FUNCION INIPUERTO

Esta función tiene como principal objetivo el de escribir la palabra de control de cada uno de los dos puertos paralelos programables de interfase PPI (8255) y de los contadores programables (8253). En otras palabras, aquí se programa a los PPI y a los contadores para asignarles el modo en que deberán trabajar.

FUNCION MARCHA - PARO

Esta función fue creada con la finalidad de reducir los niveles de corriente que manejará el motor de paso cuando éste se encuentre detenido, mientras que al estar en movimiento aumentará la cantidad de corriente.

Esto es fácil realizar ya que contamos con un Hardware apropiado, el cual solo necesita un bit para saber si se encuentra en marcha o en paro.

FUNCION MENSAJE

Esta función sirve para indicarnos algunos mensajes que el usuario o el operario del programa debe conocer para un mejor manejo del mismo. Estos mensajes son mostrados en cualquiera parte de la pantalla, ya sea en la parte superior, en el centro o en la parte inferior de la misma. Estas frases pueden ser de diferente color y tamaño.

Algunos de estos mensajes son los siguientes:

< F1 > Rápido- lento

< F2 > Subir- bajar

< F3 > Graba Pad

Movimiento manual de los ejes X y Y

Pulse cualquier tecla para ingresar al menú principal.

Utilice las flechas.

Movimiento manual del eje Z

FUNCION MENU

La función menú es la encargada de mostrar en pantalla al usuario 4 diferentes alternativas a las que puede acceder como son:

- 1.-) Graba perforaciones de otras tarjetas.
- 2.-) Captura archivo de programa tango.
- 3.-) Perforación de la tarjeta.
- 4.-) Salir del programa.

Una vez que el usuario escoge una de las alternativas presentada debe ingresar el número que corresponde a ella, el cual es guardado en la variable opción.

Luego se limpia la pantalla y retorna el valor de la variable opción a la función Principal, acto seguido finaliza la función menú.

FUNCION MOVIMIENTO_XY

Esta función tiene como objetivo el de mover los ejes X y Y de acuerdo a la distancia que le sea enviada a la misma. Además regula la velocidad a la que van a ser movidos los ejes, en un rango de velocidad de 1 a 15.

A esta función le es mandada la distancia entre cada Pad, encontrada en el archivo intermedio, para que esta a su vez cargue con este valor un contador, el que se ira decrementando con cada pulso dado a los motores de paso, proporcionado por un circuito electrónico, hasta llegar a cero, interrumpiendo el movimiento de dichos motores.

Un segundo contador también es cargado con el valor de la distancia del Pad menos el 10 por ciento de ella. Este contador de igual manera con cada pulso ira decrementándose hasta llegar a cero. Como este valor es menor que el del otro contador finalizara primero dando una orden, a otro circuito electrónico, para que disminuya la velocidad de los pulsos y por ende del movimiento de los ejes, de una manera gradual. Esto sucederá para ambos ejes X y Y.

FUNCION MOVIMIENTO_Z

Esta función esta dedicada a controlar el movimiento del eje Z del taladro, o sea el desplazamiento hacia arriba y hacia abajo de la pieza que sujeta la broca.

Para lograr esto la función MOVIMIENTO_Z carga un contador con la distancia que va a desplazarse el eje Z. Esta distancia puede ser ingresada por teclado con un valor máximo de 120 pulsos, sin embargo tiene un valor por defecto de 100 pulsos. Los pulsos generados por el Hardware para el movimiento del motor de paso del eje Z son también tomados por el contador mencionado anteriormente, este comenzara a decrementarse hasta llegar a un valor de cero, lo que detendrá el movimiento del eje.

Además esta función se encargará del control de dirección del eje.

FUNCION PERFORACION

La función perforación es la encargada de controlar los ejes X, Y, Z, y a la vez activar el movimiento de rotación de la broca para perforar la tarjeta ,es decir esta función perforará la tarjeta cuando las coordenadas del agujero sean las precisas.

FUNCION SUBE Y BAJA

Esta función tiene como objetivo principal el de mover el eje Z ya sea hacia arriba o hacia abajo, mediante las teclas de flechas hacia arriba y hacia abajo que posee la computadora.

FUNCION CHEQUEA_MICROS

Esta función es la encargada de chequear a través del puerto, si se ha llegado con la parte móvil del taladro a uno de los fines de carrera, ya sean estos del eje X, Y o Z.si esto sucede la función se encarga de detener el proceso hasta que sean sacados de esa posición.

CONCLUSIONES

El Software que utiliza el controlador, es un programa elaborado completamente en Lenguaje C y desarrollado exclusivamente por el diseñador de la máquina

Las tarjetas electrónicas que posee el controlador fueron realizadas completamente en los Laboratorios del Colegio Domingo Savio, a excepción de la tarjeta de Interfase que se encuentra montada en uno de los slot de la computadora .

El software que posee la máquina fue diseñado para que cualquier usuario con pocas nociones de computación lo pueda usar.

Esta máquina también puede ser instalada en cualquier empresa que se dedique a la fabricación de Circuitos Impresos para acelerar los procesos de fabricación y producción.

El diseño del controlador puede servir a futuros alumnos que estén interesados en controlar motores de paso.

BIBLIOGRAFIA

1. Folleto de guía de Laboratorio
De Lorenzo, Control de motores de paso, pp 1-25, 29-32
2. Manual de la CGS Thompson pp 70-102
3. Ronald J. Tocci, Sistemas Digitales(5ta edición México : Prentice Hall, 1993), pp48-62
4. Robert Lafore Grupo Waite, Programación en Microsoft C para IBM y Compatibles (1era Edición Madrid, 1989) pp 27-300