

## 1. TÍTULO DEL PROYECTO

Diseño y Construcción de un Sistema Automático de Corte por Plasma mediante Control Numérico Computarizado – CNC.

## 2. AUTORES

Holguer Fabián Guanoluisa Pilatásig  
Freddy Eduardo Yáñez Tapia

## 3. DIRECTOR Y COODIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Fausto Acuña  
Ing. Wilson Sánchez

## 4. RESUMEN DEL PROYECTO

La mecanización con arco de plasma utiliza un chorro de gas a alta temperatura y gran velocidad para fundir y eliminar el material. El arco de plasma se emplea para cortar materiales difíciles de seccionar con otros métodos, como el acero inoxidable y las aleaciones de aluminio. Es así que en la mayoría de talleres y empresas industriales a nivel nacional, este proceso sigue siendo manual donde los operadores utilizan una máquina de corte por arco al plasma, lo cual requiere una gran habilidad humana para producción de piezas. Sin embargo en países mejor desarrollados se han construido máquinas destinadas a esta labor, que con el uso de la automatización han mejorado los recursos utilizados para este proceso mecánico, por lo cual el corte con una maquina CNC es práctico y sencillo en las aplicaciones livianas y medianas, donde el espacio físico es reducido.

Con el fin de ayudar al sector industrial, con este proyecto se propone diseñar y construir un sistema automático de corte por arco al plasma, en donde se optimice los tiempos de producción y se pueda generar piezas cortadas en forma rápida y sencilla, las mismas que puedan ser usadas en el área mecánica tales como: estampado, troquelado, embutición, construcción de moldes o matrices, elementos de máquinas y eslabones, donde las formas de sus contornos son variadas.



Figura

Sistema Automático de Corte por Plasma CNC

El proceso de automatización se indica en la figura 2.

1.-

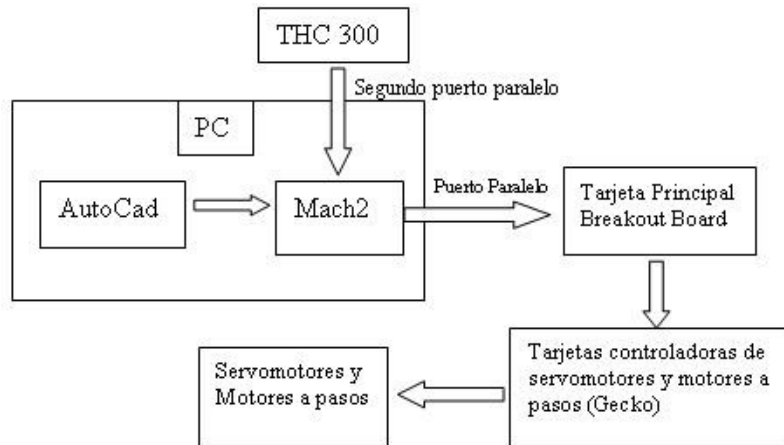


Figura 2.- Diagrama de Automatización del Sistema PAC

Primeramente se tiene que diseñar la pieza o modelo que se desea obtener en un software CAD para diseño gráfico como por ejemplo AutoCad, Mechanical Desktop, Solid Work, Inventor o similar, cerciorándose de guardar el archivo con extensión DXF (Data Exchange File).

Seguidamente se utilizará un software CAM para la generación de códigos de máquina y el control del sistema que bien puede ser MasterCam, SolidCAM o el Mach2, en donde se va a importar el archivo en extensión .DXF, en este paso se debe colocar las velocidades de corte, dependiendo del espesor y del tipo de material a cortar, adicionando la distancia de trabajo entre la antorcha y la pieza de trabajo que es de 1.5mm, después se genera los códigos G y se guarda el archivo con su respectiva extensión, que puede ser TXT, TAP, NC o NCI., dependiendo del software.

Una vez cargado el archivo con los códigos de máquina denominado códigos G, el software en cuestión envía y recibe datos mediante el puerto paralelo hacia la tarjeta principal, esta tarjeta es la encargada de decodificar y administrar la información, la misma que es reenviada hacia los controladores de los servomotores y motor a pasos, dicha información es controlada mediante encoders para verificar la posición y velocidad de los actuadores o motores.

Las actuadotes están unidos a husillos, que en este caso son de bolas para disminuir la fricción y el juego a un sistema de movimiento de coordenadas en los tres ejes X, Y y Z, en el eje Z se encuentra acoplado la antorcha de la cortadora por plasma, la cual se enciende al momento que el programa envíe información a través del segundo puerto paralelo.

Para obtener un acabado de calidad está instalado un módulo de control de arco THC 300 que permitirá controlar el voltaje y corriente que suministre la máquina.

Con este proyecto lo que se quiere es eliminar los tiempos muertos y el desperdicio del material, además obtener piezas con formas complejas con alta calidad en el acabado y que sea realizado mediante un computador.

## 5. PALABRAS CLAVES

PLASMA (Materia gaseosa fuertemente ionizada, con igual número de cargas libres positivas y negativas). CN (Control Numérico.- Es un método de control de movimientos de los componentes de una máquina que se realiza insertando instrucciones alfanuméricas en el sistema). CNC (Control Numérico Computarizado.- Control se ejerce a través de un computador y la máquina está diseñada a fin de obedecer las instrucciones de un programa dado). CAD/CAM (Diseño y Manufactura Asistido por Computador.- Disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y la fabricación de cualquier tipo de producto). DXF (Archivo de

intercambio de datos). ACTUADORES (Dispositivos de salida que ejercen movimiento). HUSILLO DE BOLAS (Eje de acero diseñado para disminuir la fricción y el juego)

## **6. ABSTRACT**

The mechanization with arch of plasm uses a jet of gas to high temperature and great speed to fuse and to eliminate the material. With the purpose of helping to the industrial sector, with this project intends to design and to build an automatic system of court for arch to the plasm where is optimized the times of production and you can generate pieces cut in quick and simple form, the same ones that can be used in the mechanical such area as: printing, minted, embutición, construction of molds or wombs, elements of machines and links, where the forms of their contours are varied.

Firstly the pattern is designed wanted in a software CAD, subsequently another software CAM will be used for the generation of machine codes and the control of the system, in this step it should be placed the court speeds, depending on the thickness and of the material type to cut, later it is generated the codes G and stays of the file, once loaded the file with the machine codes, the software in question sends and receives data by means of the parallel port toward the main card, this card is the one in charge of to decode and to administer the information, the same one that is forwarded toward the controllers of the actuadores, this information is controlled by means of encoders to verify the position and speed of the motors.

The actuadotes is together with screws of balls to a movement system of coordinated in the three axes X, Y and Z, in the axis Z the brand of the lawn mower is coupled by plasm, which lights to the moment that the program sends information through the second parallel port. To obtain a finish of quality it is installed a module of arch control that will allow to control the voltage and current that it gives the machine.

## **7. INTRODUCCIÓN**

El Diseño y la manufactura asistidos por ordenador (CAD/CAM) es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y la fabricación de cualquier tipo de producto. Esta disciplina se ha convertido en un requisito indispensable para la industria actual que se enfrenta a la necesidad de mejorar la calidad, disminuir los costes y acortar los tiempos de diseño y producción. La única alternativa para conseguir este triple objetivo es la de utilizar la potencia de las herramientas informáticas actuales e integrar todos los procesos, para reducir los costes (de tiempo y dinero) en el desarrollo de los productos y en su fabricación. El uso cooperativo de herramientas de diseño y de fabricación ha dado lugar a la aparición de una nueva tecnología denominada 'Fabricación Integrada por Ordenador' e incluso se habla de la 'Gestión Integrada por Ordenador' como el ultimo escalón de automatización hacia el que todas las empresas deben orientar sus esfuerzos. Esta tecnología consiste en la gestión integral de todas las actividades y procesos desarrollados dentro de una empresa mediante un sistema informático. Para llegar a este escalón sería necesario integrar, además de los procesos de diseño y fabricación, los procesos administrativos y de gestión de la empresa.

## **8. MATERIALES Y MÉTDOS**

El proyecto consta de dos partes fundamentales a saber: el sistema mecánico y el sistema de control, a más de la PAC

Para el primero se lo realizó con materia prima nacional como son ejes, perfiles, planchas de acero A-36 y acero inoxidable 308 como se indica en la figura 3, salvo los husillos de bolas que fueron importados.

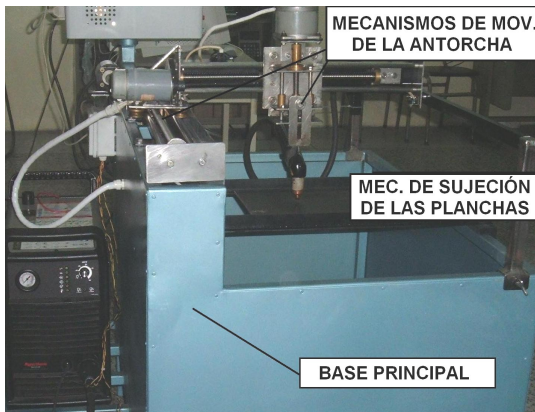


Figura 3.- Sistema Mecánico

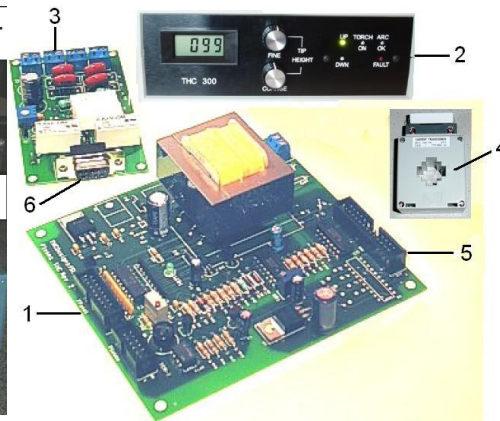


Figura 4.- Sistema de Control

Para el sistema de control se tuvo que importar varios elementos como drivers, encoders, motores y demás elementos electrónicos, como se indica en la figura 4. Finalmente la máquina de corte por plasma que lo vende en el mercado nacional siendo su procedencia extranjera. Figura 5



Figura 5.- Máquina PAC

El método utilizado fue investigativo experimental, es decir adaptar la tecnología actual a nuestro medio para conseguir un producto nacional a bajo costo, fácil de operación y mantenimiento.

## 9. CONCLUSIONES

El diseño y construcción del sistema automático de corte por plasma, mediante control numérico computarizado (CNC), es posible desarrollarlo en nuestro país con investigación, personal técnico o estudiantes universitarios, a fin de reducir los costos que involucraría la importación de maquinaria de origen internacional, así explotando nuestros recursos podemos estar acorde con los avances tecnológicos que brinda el control y la automatización.

Con un sistema CNC construido a bajo costo, las instituciones de educación tanto nivel medio como superior, los centros de capacitación e incluso las microempresas, pueden implementar en sus laboratorios o talleres maquinaria de este tipo, a fin de que puedan impartir a sus estudiantes y operadores los conocimientos necesarios sobre las bondades que brinda la tecnología.

Con la construcción de este sistema automático de corte por arco al plasma CNC, los estudiantes de las diferentes carreras, puedan hacer uso de esta máquina como módulo de laboratorio, para prácticas en las asignaturas vinculadas con la automatización, soldadura, taller mecánico, etc. de manera que comprendan el funcionamiento y operación de un sistema CAD/CAM.

El diseño y construcción de maquinaria para corte por plasma CNC, garantiza la elaboración individual o en serie de piezas metálicas, con alta precisión y exactitud, disminuyendo el tiempo de mecanizado y el desperdicio de materia prima, con lo cual se logra el incremento de la producción.

Se utilizó dos interfaces de comunicación con puertos paralelos entre la PC y la máquina de corte, el primero realiza la comunicación del software con las tarjetas controladoras para todo el sistema mecánico de movimientos de la antorcha, mientras que el segundo puerto comunica al software con la THC 300, encargada de controlar los parámetros de la máquina de corte por plasma PAC.

La precisión y exactitud en los desplazamientos de la antorcha a lo largo de las coordenadas “X”, “Y”, dependen de una fina construcción de las partes mecánicas, en especial de los tornillos que transmiten el movimiento, por lo cual se usó husillos a bolas permitiendo una eficiencia de hasta el 90%, lo que hace que el sistema mecánico de movimientos sea muy confiable para trabajos de precisión.

El sistema mecánico construido con guías, ruedas de deslizamiento y husillos a bolas, han permitido bajar considerablemente la potencia requerida por los servomotores, gracias al bajo coeficiente de rozamiento, pero aun así, se usó un reductor de velocidad con una relación de 5:1, disminuyendo aun más la potencia e incrementando el torque, con lo cual se reduce considerablemente el costo y tamaño de los actuadores.

Se usó servomotores en las estructuras de las coordenadas “X”, “Y” ya que su control se basa en la realimentación otorgada por el encoder, logrando controlar la posición y velocidad real con la que se desplaza la antorcha, mientras que en la coordenada “Z” se usó un motor a pasos ya que posee un elevado torque a bajas revoluciones, adecuado para los movimientos verticales que realizan al subir o bajar la antorcha.

## 10. REFERENCIAS

HYPERTERM, “POWERMAX600 PLASMA ARC CUTTING SYSTEM-OPERATOR MANUAL”, Segunda Edición, Estados Unidos, Octubre 1999.

TECHNO INC., “LINEAR MOTION PRODUCT”, Catalog H834, Cuarta Edición, Ed. Techno Os Designatronics. Inc, USA, 2001.

TECHNO INC., “LINEAR MOTION COMPONENTS”, Catalog H860, Cuarta Edición, Ed. Techno Os Designatronics. Inc, USA, 2002.

SKF, “HUSILLO DE BOLAS”, Catálogo 4141 ES., SKF Francia, 2005.

TEODORE BAUMEISTER-MARKS, “MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO DE MARKS”, Cuarta Edición, Ed. Mc-GrawHill, Inc., México, 1994.

NICOLAS LARBURÚ, “PRONTUARIO DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS”, Sexta Edición, Ed. Paraninfo S.A., Madrid – España, 1994.

MECÁNICA DE TALLER, “SOLDADURAS, UNIONES Y CALDERERÍA”, Edición 1998, Ed. Cultural S.A, Madrid – España, 1998.

MANUAL DE MECÁNICA INDUSTRIAL, “SOLDADURA, Y MATERIALES”, Edición 1999, Ed. Cultural S.A, Madrid – España, 1999.

SKF, “MANUAL DE MANTENIMIENTO Y RECAMBIO DE RODAMIENTOS”, Catálogo 3014 Sp., SKF Inglaterra, Abril 1977.

IRVING L. KOSOW. PH.D, “MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y TRANSFORMADORES”, Edición en español, Editorial Reverté S.A, Barcelona – España, 1975.

MOTT ROBERT L., “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS”, Segunda Edición, Ed. Prenticehall Hispanoamericana, Mexico D. F., 1995.

### ENLACES:

<http://www.techno-isel.com>

<http://www.linearmotion.skf.com>

<http://www.techno-isel.com/lmc/Products/AcmeMetric.htm>

<http://www.rincondelvago.com/control-numerico-computarizado-en-mecanizado.html>  
<http://www.eurobotics.org/modulación del ancho del pulso I>  
[http://robots-argentina.com.ar/MotorServo\\_basico.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorServo_basico.htm)  
[www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml](http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml)  
<http://ecinfo2.escuelaing.edu.co/asignaturas/industrial/cquinter/pman+/Protocolo%20soldadura.pdf>  
<http://www.hiwin.com.tw/ballscrews.htm>  
<http://www.cnczone.com>  
<http://www.campbelldesigns.com>  
<http://www.campbelldesigns.com/plasma-torch-height-control.php>  
<http://www.campbelldesigns.com/breakout-board.php>  
<http://www.artofcnc.ca>