

**CONSTRUCTION OF A MACHINE FOR THERMAL CUT OF METALLIC  
SILHOUETTES ATTENDED BY COMPUTER****CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA CORTE TÉRMICO DE SILUETAS  
METÁLICAS ASISTIDA POR COMPUTADOR**

**Ing. Mery Yaneth Sarmiento Saavedra, Ing. Jesús Pedroza Rojas, Sergio Abril Márquez,  
Yusely Galvis Carrascal**

**Universidad Francisco de Paula Santander**

Avenida Gran Colombia No. 12e-96 B. Colsag, Cúcuta

{msarmien, jbpedroz}@bari.ufps.edu.co, {sam\_01\_01, yus\_gc}@hotmail.com

**Abstract:** Advances of a project of automatization of an industrial process appear, based on control by computer, which consists of the thermal cut of metallic silhouettes. It consists of the following stages, creation of a physical prototype, software elaboration for designing of silhouettes, accomplishment of a system of control for the connection between hardware-software and the construction of the accommodation ladder machine that will carry out the cut of the designed metallic silhouettes in the graphical interface.

**Resumen:** Se presentan avances de un proyecto de automatización de un proceso industrial, basado en control por computador, el cual consiste en el corte térmico de siluetas metálicas. Consta de las siguientes etapas, creación de un prototipo físico, elaboración del software de diseño de siluetas, realización de un sistema de control para la conexión entre hardware-software y la construcción de la máquina a escala real que llevará a cabo el corte de las siluetas metálicas diseñadas en la interfaz gráfica.

**Keywords:** Automation, Control, CNC, Machine tools, Thermal cutting

## 1. INTRODUCCIÓN

El creciente desarrollo de las industrias ha generado la necesidad de adquirir nuevas tecnologías que permitan manejar las tareas dentro de los procesos industriales con mayor facilidad, beneficio, precisión y rendimiento. Para esto se utiliza la automatización de las tareas, con el fin de poder tener una mayor y mejor producción.

Los procesos de automatismos han dado un gran impulso a la industria manufacturera a nivel mundial, permitiendo así la ejecución de tareas en tiempos más cortos y con mayor eficiencia que los

modos de producción tradicional, por tal razón el corte térmico de siluetas metálicas asistido por computador, es una herramienta vital para las industrias de corte de materiales.

En la región de Norte de Santander no se construye esta tecnología ni a nivel individual ni en serie, lo que hace que los industriales recurran a proveedores nacionales, los cuales son escasos. Lo anterior ocasiona el alto costo en la adquisición de dicha maquinaria. El presente proyecto plantea el diseño de una máquina que podrá fabricarse a nivel local con un costo menor a los existentes actualmente en el mercado.

El proceso será realizado por un computador convencional mediante un software de diseño de siluetas que de igual forma tendrá el control para elaborar el corte en una lámina y así superar con facilidad las dificultades que actualmente tienen los operarios tales como, trazar la figura de forma manual en la lámina y contar con un equipo de protección. Se pueden obtener siluetas metálicas de diversas formas con una precisión aceptable, sin necesidad de fabricar troqueles que son altamente costosos y en cualquier momento se permite variar la forma del producto cambiando solamente el diseño en la interfaz gráfica del software.

El sistema se diseñó bajo parámetros de flexibilidad ya que mediante algunos cambios se le podrá sustituir la herramienta de corte (oxigas) por otro dispositivo de corte térmico como plasma, láser, etc o por otras herramientas como taladro, sierra de calar o vaivén, entre otros, los cuales le darán otra utilidad al mismo.

## 2. DESARROLLO

Se propone la construcción de un sistema para el corte térmico asistido por computador, cuyo hardware se compone de un computador convencional, un sistema de control, una mesa XY y un cortador térmico. (Ver Fig. 1).

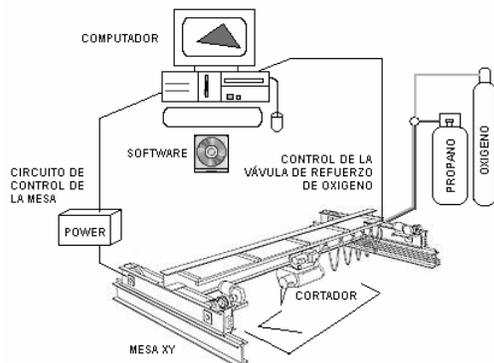


Fig. 1. Esquema del sistema para el corte térmico asistido por computador.

El sistema está dividido en los siguientes subsistemas:

**2.1 Esbozar.** Permite realizar un dibujo en una interfaz gráfica en un computador convencional.

El usuario goza de herramientas que facilitan el trabajo de diseño de la silueta tales como escoger su área de trabajo, dibujar cualquier figura geométrica y colorearla, entre otras. (ver Fig. 2).

**2.2 Preprocesamiento.** Este subsistema se encarga de reducir el volumen de datos de la imagen, inicialmente se convierte la imagen de color a escala de grises. El proceso consiste en: dada una imagen  $f(x,y)$ , generar una imagen suavizada  $g(x,y)$ , cuya intensidad para cada punto  $f(x,y)$ , se obtiene calculando la mediana en un entorno de vecindad predefinido de cada píxel.

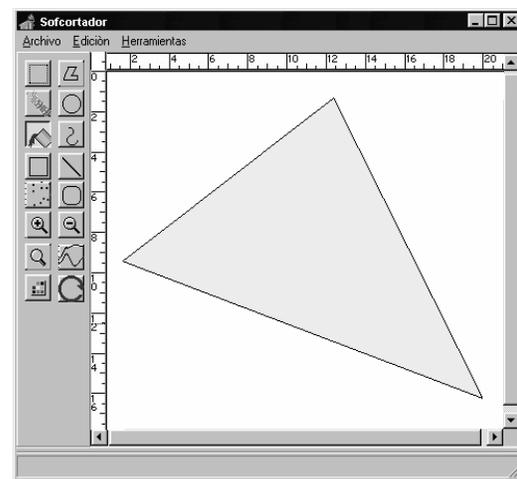


Fig. 2. Interfaz gráfica del software para diseño de siluetas.

**2.3 Segmentación.** En esta etapa se divide la imagen capturada en las partes que la constituyen: los objetos y el fondo. Cabe resaltar que una buena segmentación facilita el corte de la silueta en la lámina en forma continua.

Los algoritmos de segmentación se basan en los siguientes principios: continuidad y similitud. Los procedimientos principales basados en la primera categoría suelen utilizar detección de bordes y los de la segunda categoría usan los umbrales y el crecimiento de regiones. Para el presente proyecto se utilizó la técnica de detección de bordes, que se llevó a cabo a través del cálculo de un operador de "derivada local" llamado sobel. Esta técnica permite definir el contorno del objeto. (ver Fig.3.)

**2.4 Descripción.** Es necesario que el software extraiga las características del dibujo y envíe la información a una mesa XY en la cual se encuentra el cortador que realizará el corte. Dichas características se obtienen mediante la aplicación de descriptores de frontera y de región. Como descriptor de frontera se usó la técnica del código de cadena, ya que permite representar los límites o bordes de un objeto mediante una secuencia conectada de segmentos con dirección y longitud específica, es decir, codifica la dirección entre puntos sucesivos de los límites del objeto. Como descriptores de región, se utilizaron los cálculos del perímetro, área y centroide que son de vital importancia si la silueta en proceso forma parte de una pieza mecánica, aunque esta información no sea necesaria para realizar el corte.

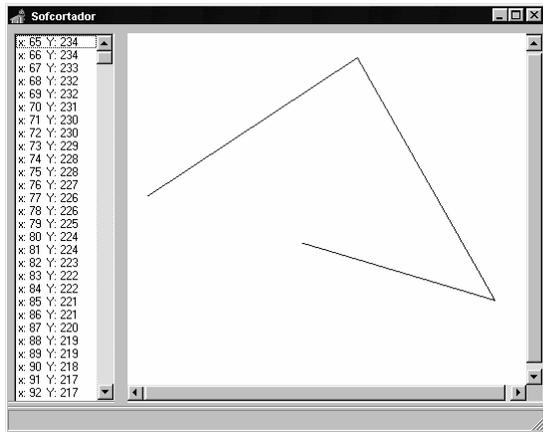


Fig. 3. Imagen de contorno de figura procesada en el subsistema etapa de segmentación.

**2.5 Entorno.** Para que el sistema de control (computador) pueda realizar el corte es necesaria la información de contorno del objeto, obtenida en el subsistema de segmentación, el software se encarga de hacer que el sistema de control trace una ruta de tal forma que la llama de corte la pueda delinear, controlando únicamente los motores de los ejes (XyY) y la válvula de refuerzo de oxígeno, bajo la petición ya sea de los subsistemas de esbozar y segmentación (diseño de la silueta) cuando la secuencia de corte debe interrumpirse para continuar en otra ubicación o en otro caso, por petición del sistema global (problemas generales), para reiniciar el proceso. Al iniciar el proceso de corte, el software se encarga de hacer que el sistema de control verifique las

condiciones de funcionamiento del sistema.

El siguiente diagrama de estados permite describir la secuencia del funcionamiento de los subsistemas mencionados anteriormente (ver Fig. 4).

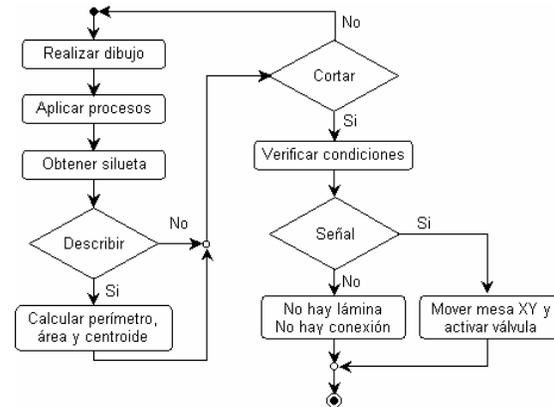


Fig. 4. Diagrama de estados para obtener el corte de una silueta metálica.

### 3. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Se utilizó como lenguaje de desarrollo, Delphi, por ser un lenguaje que interactúa en forma rápida con el hardware, lo cual facilita el trabajo para aplicaciones en tiempo real. Respecto al sistema físico se utilizó el diseño propuesto, compuesto por un computador convencional, un sistema de control para realizar la conexión entre el hardware y software, una mesa XY y un cortador térmico que realiza el corte de las siluetas una vez diseñadas en la interfaz gráfica.

### 4. ASPECTOS TECNICOS

Durante el desarrollo de los subsistemas descritos se observaron aspectos importantes que se deben tener en cuenta para la construcción de sistemas similares al propuesto, los cuales se detallan a continuación. El software de diseño debe permitir precisión en cuanto a las medidas de una silueta y a la vez interactuar en forma coordinada con la máquina que realizará el corte para así obtener un producto de mejor calidad que el que se obtiene mediante procesos manuales.

En cuanto al sistema de control se deben utilizar elementos electrónicos que agilicen la comunicación entre el computador y la máquina.

Seleccionar los dispositivos y mecanismos adecuados para la parte mecánica del sistema y que al mismo tiempo interactúen en forma sincronizada con la parte electrónica y el software.

## 5. CONCLUSIONES

El sistema planteado propone el uso del computador convencional como herramienta en la automatización, control y supervisión de procesos industriales lo cual reduce el costo notablemente en la construcción de estos sistemas.

El proyecto planteado culmina con la construcción de una máquina a escala real que servirá como innovación tecnológica al sector industrial de la región de Norte de Santander para responder a la necesidad de automatización en el proceso de corte de láminas.

El sistema de corte térmico desarrollado hace un aporte en el área de automatización y control teniendo en cuenta que se realizó la integración de técnicas de automatismos para procesos industriales con algoritmos de control de dispositivos externos.

## REFERENCIAS

- Audi Pierra, Daniel. (1986). *Cómo y cuando aplicar un Robot industrial*. Marcombo.
- Cantú, Marco. *La biblia de Delphi 5*, 928p.
- Charte Ojeda, Francisco. *Programación con Delphi 5*, 1.184p.
- Faires, Virgil Moring. (1965). *Diseño de elementos de máquinas*. Barcelona: Montaner y Simón S.A., 8850 p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. *Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación*. Quinta actualización. Santa fé de Bogotá D.C.: Icontec, 2004. NTC 1486.
- K.S.F.U. rc.gonzalez. Cs glee. (1994). *Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia*. Mc. Graw Hill.
- Mischke, Charles R. y Shigley, Joseph E. (1995). *Fundamentos de diseño mecánico engranes y engranajes*. México: McGraw Hill, 540p.
- Mott, Robert L. (1992). *Diseño de elementos de máquinas*. 2 ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 554 p.

Presman, Roer. (1992). *Ingeniería del software- un enfoque práctico*. Mac Graw Hill,

Russel, Stuart; Norvig, Peter. (1995). *Inteligencia Artificial un enfoque Moderno*. Prentice Hall Hispanoamerican, S.A.

Slaymaker, R. R. (1969). *Diseño Y análisis de elementos de máquinas*. México: Limusa - Wiley S.A., 780 p.

Spotts. M. F. (1966). *Proyecto de elementos de máquinas*. Madrid: Editorial Reverté S.A., 897p.

Towrsend, Dennis P. *Dudley's Gear Handbook*. USA: McGraw Hill, 1992. 897 p.