

03-016

DESIGN OF A METAL BLADE SHARPENING MACHINE

Sierra Garriga, Carlos (1)

(1) UPC

The objective of the paper is to describe the entire development process of an automated machine for sharpening metal cutting blades. First, a needs analysis will be carried out, in which the specifications and characteristics of the solution will be identified. The types, materials and characteristics of the blades to be sharpened will be studied. The movements and displacements necessary for the sharpening process will be defined. Once all the design specifications have been established, the structural design of the machine will be defined, as well as the selection of the motors and drives necessary to guarantee the sharpening process. The software developed for the management of the machine, designed specifically for this project, will also be described.

Keywords: CAM; machine tools; sharpening; cutting blades.

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE AFILADO DE CUCHILLAS METÁLICAS

El objetivo de la ponencia es el describir todo el proceso de desarrollo de una máquina automatizada para afilar cuchillas metálicas de corte. En primer lugar se realizará un análisis de necesidades, en el que se identificarán las especificaciones y características de la solución. Se estudiará los tipos, materiales y características de las cuchillas a afilar. Se definirán los movimientos y desplazamientos necesarios para el proceso de afilado. Una vez establecidas todas las especificaciones de diseño, se procederá definir el diseño estructural de la máquina, así como la selección de los motores y accionamientos necesarios para poder garantizar el proceso de afilado. Se describirá también el software desarrollado para la gestión de la máquina, diseñado específicamente para este proyecto.

Palabras clave: CAM; máquina herramienta; afilado; cuchillas de corte.

Correspondencia: Carlos Sierra Garriga. Correo: carlos.sierra@upc.edu



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La presente comunicación tiene por objetivo describir el proceso de diseño de una máquina afiladora de cuchillas de corte lineales.

Una cuchilla de corte lineal se emplea en procesos industriales de corte, como por ejemplo corte de plástico, de papel, etc.

Imagen 1 – Máquina herramienta manual para el afilado de cuchillas



Durante el ciclo de vida de la máquina, la cuchilla debe garantizar un corte adecuado, sin rebabas. Para ello debe ser afilada varias veces durante la vida útil de la misma.

Este proceso de afilado se realiza con máquinas herramienta a base de muelas que por desbaste devuelven el filo a la cuchilla. Se realiza de una forma manual, sin ningún tipo de asistencia, como podría ser el control numérico. Actualmente consiste en un proceso artesano, en la que un operador va acomodando la muela de la máquina herramienta al filo de la cuchilla.

Imagen 2 – Máquina herramienta manual para el afilado de cuchillas



Como puede apreciarse en la imagen 2, la máquina herramienta dispone de una muela, seleccionada en función del tipo de cuchilla, a la cual se la hace girar con una velocidad determinada, entre 1500 rpm y 6000 rpm, en función del tipo de corte y del material de la cuchilla.

El presente proyecto limita su alcance a las cuchillas dentadas, tanto lineales como circulares. En la imagen 3 se muestra una muela tipo empleada en el proceso de afilado de este tipo de cuchillas. Un ejemplo de este tipo de cuchillas se muestra en la imagen 4.

Imagen 3– Muela empleada en el afilado de cuchillas



Imagen 4 – Tipos de cuchilla objeto de estudio



Una vez definida la muela y su velocidad, se dispone la cuchilla en un plato magnético a modo de soporte que se fijará a la base de la máquina. A partir de ese momento, el operador de la máquina inicia el proceso de afilado, accionando las ruedas de la máquina para desplazar la cuchilla según los tres ejes de coordenadas.

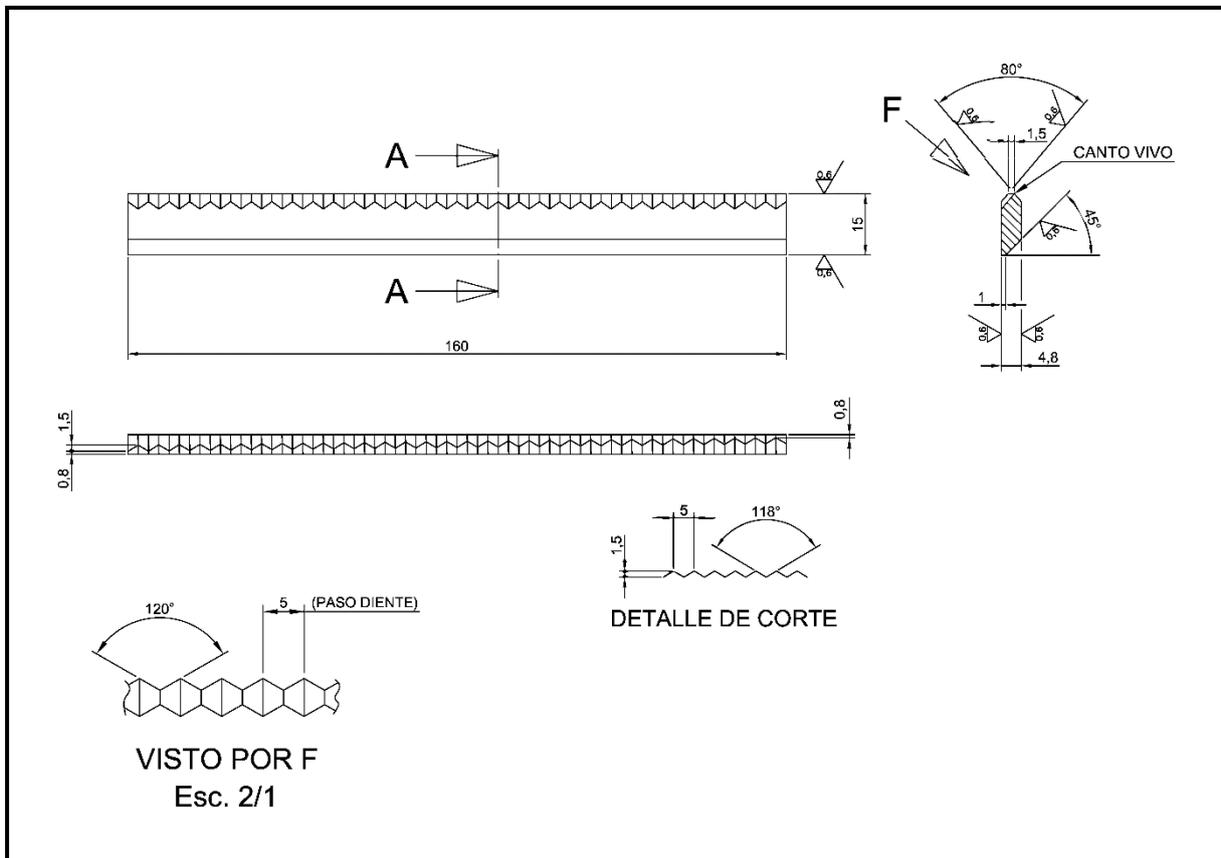
Existe una gran variedad de cuchillas, pero el presente proyecto hará únicamente referencia a las que se conocen como cuchillas dentadas, ya sean lineales o circulares, tal y como se muestra en la imagen 4.

Proceso manual de afilado

En la imagen 5 se muestra el plano descriptivo de una cuchilla lineal. Como se ha comentado, el primer paso consiste en posicionar la cuchilla. Se la inclinará el ángulo que define el “canto vivo”. En el caso del ejemplo descrito en la imagen 5, la cuchilla se fijará con una inclinación de 45°.

El segundo paso consiste en seleccionar la muela para el afilado, de forma que coincida con el ángulo del diente (en el mismo ejemplo, se seleccionará una muela de 120°).

Imagen 5 – Plano descriptivo de una cuchilla lineal



El proceso de afilado es un proceso iterativo, para cada diente se va realizando una pasada de muela, generalmente y dependiendo del material de la cuchilla, de 0.01 mm hasta 0.05 mm por pasada, hasta alcanzar el filo adecuado, a juicio del operador de la máquina.

Es un proceso en el que el riesgo del error humano es importante, puesto que un error en cualquier cota supondría desechar la cuchilla. Debemos pensar que pueden llegar a afilarse un número importante de cuchillas, que multiplicado por el número de dientes y el número de pasadas por diente representa un número muy elevado de operaciones repetitivas.

Automatización del proceso de afilado

Ante el incremento de la demanda de afilado de cuchillas, se plantea la posibilidad de diseñar un sistema de afilado automatizado que permita optimizar tiempos y reducir los errores.

Para ello se procede a actuar en dos líneas: Por un lado, diseñar una máquina capaz de realizar las operaciones de afilado para cuchillas dentadas lineales y circulares, y por otro, diseñar un software de control que permita programar y gestionar dichas operaciones.

Diseño de la máquina

Para la realización de las operaciones se ha diseñado una máquina con 3 grados de libertad (tres movimientos lineales X, Y, Z). No se han añadido rotaciones dado que para las cuchillas definidas no es necesario.

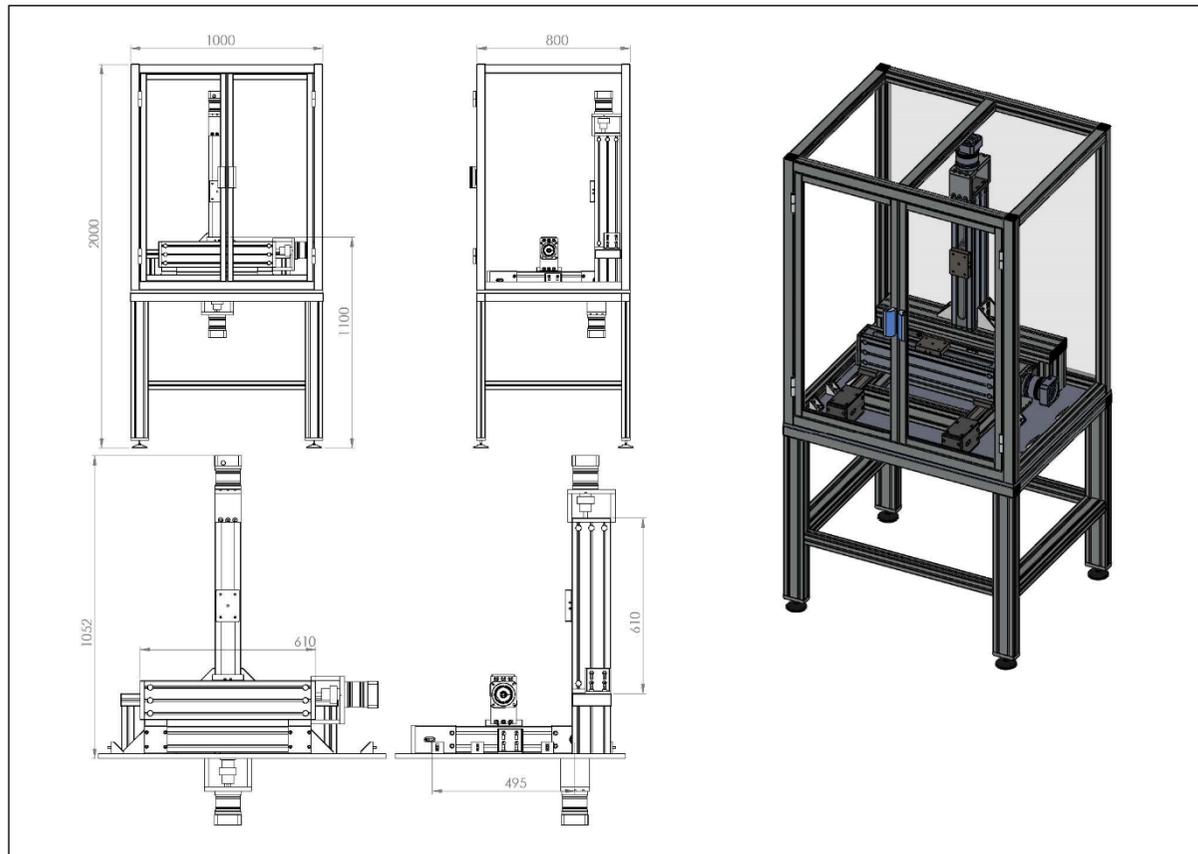
Cada uno de estos movimientos estará controlado por un motor paso a paso, al que habrá que añadir otro para la rotación de la muela.

Cada uno de los motores asociados a los ejes irá solidario a una mesa lineal, con un paso de 0.01 mm/rev, de forma que se consiga la precisión necesaria en el movimiento de la cuchilla.

Para la estructura se han seleccionado perfiles de aluminio normalizado, de forma que su diseño y montaje no represente una gran complejidad.

Se adjunta una imagen con el diseño y dimensiones de la máquina, que puede verse en la imagen 6.

Imagen 6 – Diseño de la máquina de afilado



Se ha dimensionado la máquina para que sea capaz de afilar cuchillas de hasta 500 mm de longitud.

Diseño del sistema de control

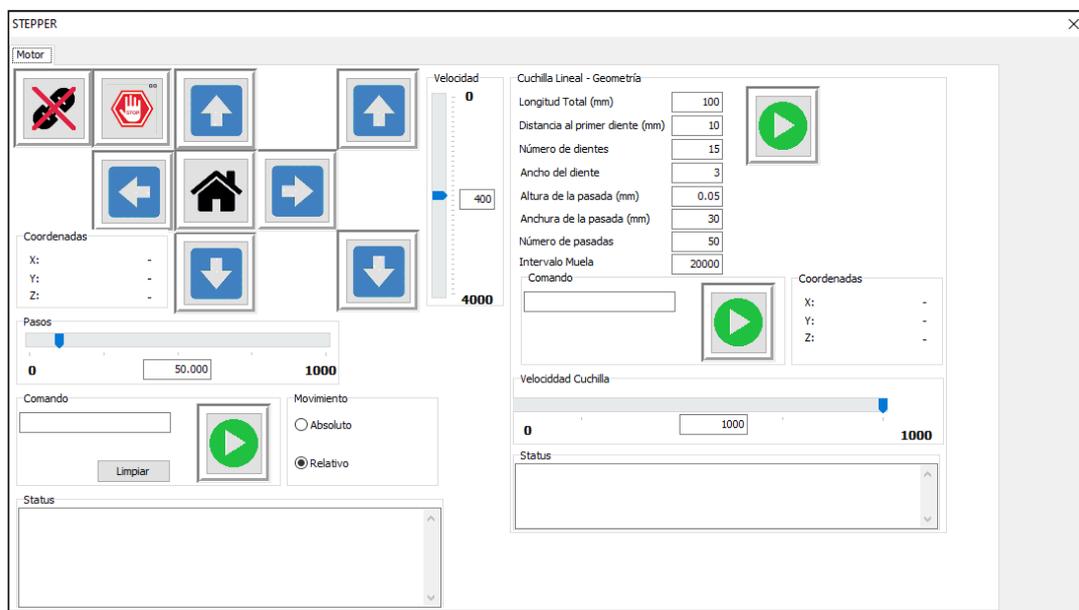
Con el objetivo de minimizar costes y estandarizar al máximo, se ha desarrollado un sistema de control basado en Arduino, ya que ofrece todas las herramientas necesarias para poder desarrollar el sistema de control.

Se han empleado dos placas Arduino UNO, ya que cada una es capaz de controlar 3 motores.

Para programarlas se ha cargado en cada uno de las placas la librería GRBL, una librería específica para control numérico de máquinas herramienta. Con ello se envían comandos g-code a cada una de las placas para indicarles posición y velocidad de cada motor.

Se ha desarrollado un software en C++ para gestionar cada operación, de forma que se consiga la automatización del proceso de afilado.

Imagen 7 – Aspecto del software de control

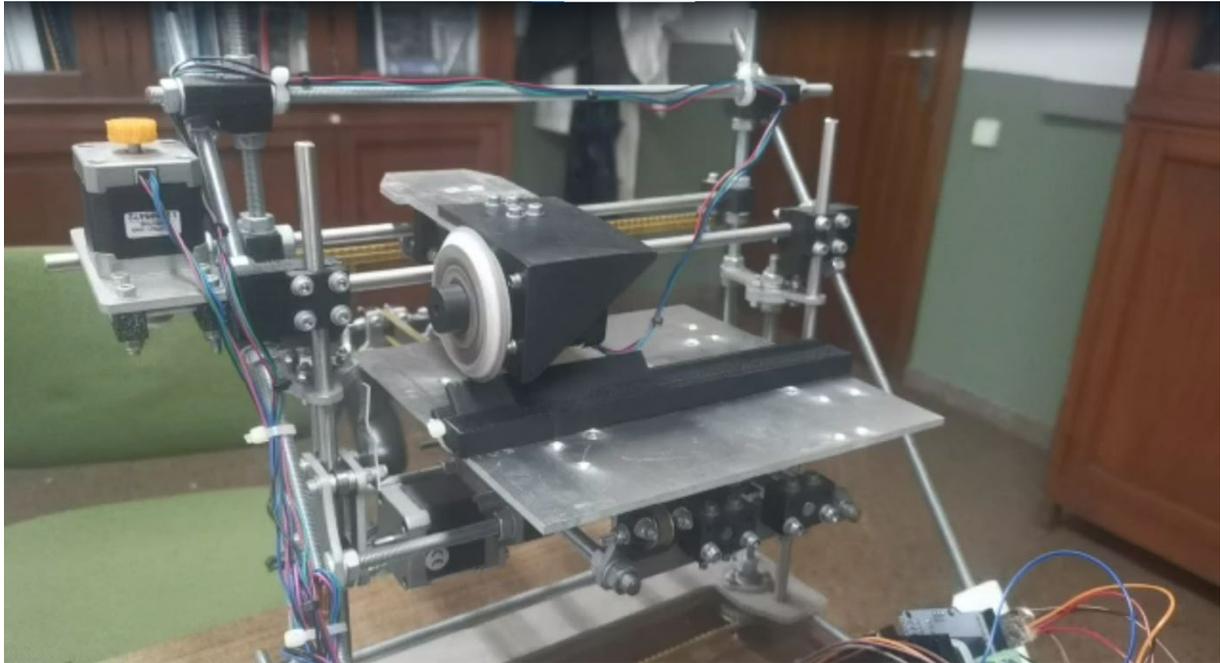


Por parte del operador de la máquina, lo único que deberá hacer es ubicar la cuchilla en su posición inicial y fijar los parámetros para el proceso de afilado. A partir de ese momento será la máquina la que se encargará de realizar todo el proceso.

Estado actual del proyecto

En el momento presente se ha procedido a realizar un prototipo a escala de la máquina. Para ello se ha tomado una impresora 3D, a la cual se le han adaptado las piezas y elementos necesarios para simular las operaciones.

Imagen 8 – Prototipo de máquina de afilado



Se ha conseguido simular todo el proceso con éxito, con sus correspondientes limitaciones. Se espera en los próximos meses construir la máquina real, instalarla y optimizar el proceso de afilado.

Conclusiones

El proyecto presentado ha representado un reto importante, sobre todo con el de conseguir una solución a un coste relativamente asumible, ya que era una imposición por parte del cliente.

Se ha conseguido diseñar una máquina relativamente sencilla, a base de piezas estándar y con la precisión necesaria para este tipo de operaciones.

Para el sistema de control se ha conseguido adaptar una solución también sencilla y de fácil manejo y programación, como es Arduino.

Se ha conseguido también diseñar un prototipo a escala de la máquina, a un coste bastante contenido, de forma que pudiera evaluarse y probarse el concepto desarrollado.

A partir de aquí, habiendo validado la solución, el paso siguiente consiste en construir la máquina definitiva y proceder a su instalación. De esta manera se conseguirá optimizar el proceso de afilado en cuanto a tiempo, precisión y minimización de errores, ya que es un mercado creciente para el cliente de la máquina.

Bibliografía

Medios electrónicos

Que es Arduino. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2021

Construcción de una máquina CNC con Arduino.
<https://www.youtube.com/watch?v=vGy2ktvddeE>
Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021

CNC Casera con Arduino + Impresión 3D - Homemade
CNC https://www.youtube.com/watch?v=x9_vDfQVzLI
Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021

Máquina CNC con Aduino.
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/21/maquinas-cnc/>
Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021

Descarga de librería GRBL v1.1 para Arduino. <https://github.com/grbl/grbl>
Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2021

Comandos g-code para impresoras 3D. <https://impresora-3d.online/g-code-para-impresoras-3d/>
Fecha de consulta: 7 de enero 2022

G-Code Examples & G-Code Files [Free Downloads
] <https://www.cnccookbook.com/g-code-examples-files/>
Fecha de consulta: 12 de enero 2022