

# Montaje de un sistema de visión artificial para capturar imágenes de desgaste en herramientas de corte

## Assembly of an artificial vision system to capture wear images in cutting tools

Hernández Gegen L.K.<sup>1</sup>, Martínez Oviedo.E <sup>2</sup>, Arévalo Ruedas J.H <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente. Universidad de Pamplona, grupo GIMUP. Lukahege@hotmail.com

<sup>2</sup> Docente. Universidad de Pamplona. Edisoninvent@hotmail.com

<sup>3</sup> Docente. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Jharevalor@ufpso.edu.co

### Resumen

En este trabajo se someterá a evaluación, la normativa ISO 8688-1 que rige el criterio de desgaste de herramientas. Existen varias maneras de observar o determinar el estado de vida de la herramienta, en este caso particular se determinará la vida útil de la herramienta de corte por medio de tratamientos de imágenes, obtenidas por un electro-microscopio, realizando un montaje minucioso para la obtención de las mismas. En esta publicación se especifican los detalles del montaje de sistema de visión para la captura de las imágenes.

*Palabras clave:* Desgaste, norma ISO 8688-1,

tratamiento de imágenes.

### Abstract

In this work, the ISO 8688-1 standard that governs the tool wear criterion will be subjected to evaluation. There are several ways to observe or determine the state of life of the tool, in this particular case the life of the cutting tool will be determined by means of image treatments, obtained by an electro-microscope, making a meticulous assembly to obtain from the same. This publication specifies the details of the vision system assembly for capturing the images.

*Keywords:* wear, ISO 8688-1 standard, Image processing.

## 1. Introducción

La extensión de la vida útil de las herramientas de corte utilizadas en procesos de arranque de material, suponen un ahorro relevante en cuanto a los tiempos y costos de producción. Los tiempos muertos en el mecanizado, en especial los vinculados con el cambio de herramientas representan un porcentaje significativo en las paradas de máquinas, las cuales no siempre son necesarias

pues su vida útil aún puede estar vigente. La importancia de la vida útil se extiende en diversos estudios de los que se destacan el de Attanasio et al.2010; quienes aseguran que el desgaste de la herramienta afecta la vida útil, la cantidad de sustituciones de herramientas, calidad de productos en términos de rugosidad, precisión geométrica y estado de tensión residual. Así mismo, Bin Li (Li, 2012), afirma que es esencial comprender el proceso de mecanizado de material para seleccionar el material

de la herramienta, garantizar una precisión dimensional y la integridad de la superficie del producto terminado.

Existen dos maneras de mirar el estado de vida de la herramienta y tomar la decisión si se cambia o todavía es útil; una de ellas hace referencia a la destreza que tenga el operario en identificar este estado, otra opción, es según la normativa ISO 8688-1 donde se estipulan unos criterios de desgaste para establecer si la herramienta es útil o no. Sin embargo, se ha demostrado que se puede reducir el tiempo de inactividad causado por errores tecnológicos y humanos en un 75% y aumentar la eficiencia de producción en un 10 a 50% con una tecnología confiable de monitoreo de desgaste (Ko, Cho, & Jung, 1995).

Para el uso de la norma ISO se requiere de un sistema de monitoreo que evalúe el estado de la herramienta. Estos sistemas de monitoreo están divididos en dos métodos de medida, directos e indirectos. Los métodos directos son los más exactos a la hora de evaluar el desgaste, aunque no los más utilizados puesto que en la mayoría requiere la extracción de la herramienta y su medida en dispositivos adecuados. Los métodos indirectos son más utilizados por su sencillez y facilidad de lectura, implican la medida de desgaste a través de variables intermedias como fuerzas, temperatura, vibraciones, o potencia consumida (Gegen, 2007) (L. Wang, 2006).

Siguiendo el modelo directo de medida

para evaluar el desgaste, se encuentra el uso de sistemas de visión artificial, objeto de este estudio. Las técnicas de procesamiento de imágenes digitales son útiles para la detección sencilla y rápida de varios tipos de desgaste de herramientas. Estos algoritmos de procesamiento de imágenes se pueden usar para mejorar la capacidad de automatización en centros de mecanizado (Dutta, Pal, Mukhopadhyay, & Sen, 2013), (Rueda P J.E, Castro L.M, 2006), (Moreno & Pinto, 2019). Este tipo de sistema se utiliza comúnmente para medir el desgaste en la cara de la herramienta conocido como desgaste de flanco, y el desgaste en la cara de inclinación conocido como desgaste de cráter (Kassim, Mannan, & Mian, 2007). Es por esto que diversos estudios investigaron esta metodología como es el caso de Yiquan Dai & Kunpeng Zhu (Dai & Zhu, 2018), quienes presentaron una configuración novedosa de un sistema de visión artificial, usando una inspección automática del desgaste progresivo en la máquina de mecanizado. El propósito de este modelo era mejorar la calidad final de la pieza manufacturada y extender la vida útil de la herramienta en procesos de micro fabricación. Por otra parte T. Mikołajczyk et al. (Mikołajczyk, Nowicki, Bustillo, & Yu Pimenov, 2018), utilizan un software de predicción de vida útil de la herramienta para operaciones de torneado, alimentado por datos obtenidos con redes neuronales y el reconocimiento de imágenes. Este

100

sistema presenta un error ligeramente mayor que las mediciones directas, sin embargo, cumple con los requisitos industriales. Chen Zhang & Jilin Zhang (Zhang & Zhang, 2013), investigaron un método de medición de desgaste de herramienta basado en visión artificial en el proceso de fresado. En su trabajo proporcionan el modelo detallado del método para la estimación del desgaste, demostrando que este proceso se puede utilizar con éxito.

Tras diversos estudios sobre análisis de modelos de visión artificial, se ha decidido enfocar esta publicación en detallar las condiciones mínimas que requieren un sistema de visión, esto con el propósito de capturar imágenes de desgaste de herramientas que permitan un exitoso procesamiento.

## 2. Metodología

Para observar la mella dejada por el desbaste realizado por la herramienta de corte de fresado se requieren equipos y posiciones específicas. Las diferentes imágenes a ser capturadas deben mantener ciertas condiciones en común con el fin de hacer más fácil su procesamiento. Entre esas condiciones es prioritaria la escala y la posición de cada una de las tomas. Estos dos parámetros deben mantenerse constantes con el propósito que el post-procesamiento de la imagen sea más

sencillo y la información a obtener más fiable.

Para esta captura se utilizó un electro-microscopio marca OPTIKA como el mostrado en la **Figura. 1**. Al cual se le instaló una cámara de 30mm UHCCD marca SONY (ver **Figura. 2**) para obtener una mejor resolución de las imágenes. Las características técnicas se indican en la **Tabla 1**.

**Figura.1.** Electro-Microscopio óptico SMZ 800



**Figura. 2.** Cámara UHCCD marca SONY



**Tabla 1.** Especificaciones técnicas cámara UHCCD marca Sony

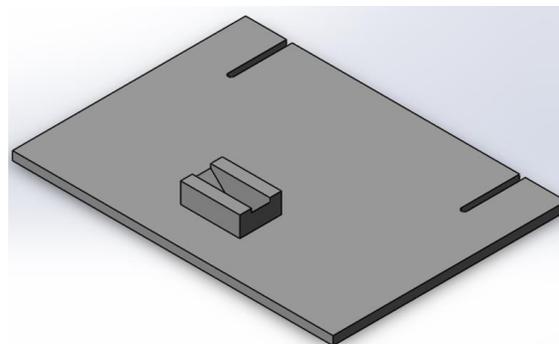
Características	Especificaciones
Temperatura de funcionamiento (en Centígrados)	-10 ~ 50
Humedad de funcionamiento	30 ~ 80% RH
fuelle de Alimentación	DC 5 V en el Puerto USB DEL PC
Sistema operativo	Microsoft ® Windows ® XP/Vista/7/8 (32 y 64 bits)  os x (Mac OS X)  Linux
Requisitos del PC	CPU: Igual a Intel Core2 2.8 GHz o Superior  memoria: 2 GB o Más  Puerto USB: USB \$ NUMBER Puerto de Alta velocidad  pantalla: 17 " o Más Grande  CD-ROM

Uno de los inconvenientes, al momento de sujeción del inserto fue su posición con respecto al electro-microscopio ya que el ángulo requerido entre los dos es de 90 grados, para la toma de las imágenes. El equipo no cuenta con un sistema de sujeción adecuado para este caso en particular debido a la geometría

del inserto. Por tal razón, fue necesario la creación de un dispositivo de sujeción para la herramienta de corte, el cual permitiera mantener de forma sencilla la misma posición, facilitando el cambio de la herramienta y múltiples capturas. Este dispositivo fue diseñado en un CAD, (SolidWorks), y construido en polietileno por una máquina 3D, el diseño es el mostrado en la **Figura.3**.

Una de las ventajas de este diseño, es la toma de las imágenes ya que la herramienta de corte permanece en el mismo sitio a la hora de la captura.

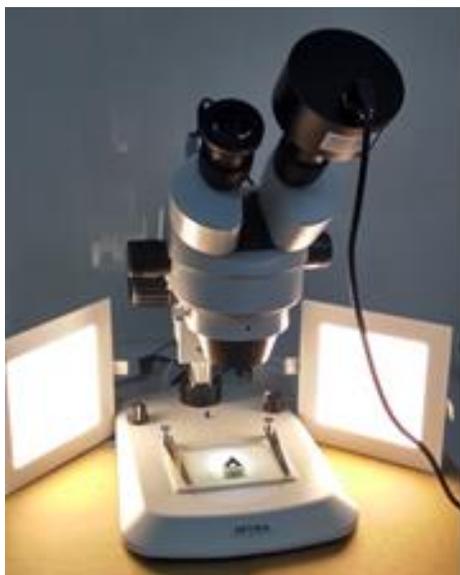
**Figura.3.** Sistema de fijación del inserto



Una vez colocado el dispositivo, en el electro-microscopio, se pasó a la etapa de captura de las imágenes. Estas imágenes no eran las adecuadas al momento de tratarlas en Matlab, debido al contraste producido por la iluminación en el inserto, ya que en ciertas ocasiones la nitidez alrededor de la mella era desfavorable. Por tal motivo, se instalaron dos lamparas led alrededor del equipo, para proporcionar un mejor tono de lumen y una mejor visualización del inserto. **Figura. 4.** Las características

técnicas de las lámparas se indican en la **Tabla 2**. Estas lámparas fueron ubicadas en una posición estratégica, en cuanto al ángulo con respecto al electro-microscopio, ya que de ello dependía el contraste de la imagen, reduciendo los brillos y tonos oscuros en la herramienta de corte. El ángulo requerido en cada una de las lámparas es de 45 grados, respecto al microscopio.

**Figura. 4.** Instalación de lámparas LED



**Tabla 2.** Especificaciones técnicas lámparas LED

Característica	Especificaciones
Potencia nominal	12 W
Tensión nominal	110-220 V
Frecuencia nominal	50-60 HZ
Corriente nominal	280 mA
Lumen de flujo	$\geq 1100$ Lúmenes
Lumen (de flujo)	$\geq 90$ %

Factor de potencia (PF)	$\geq 0.85$
-------------------------	-------------

Para cada recorrido se requirió la toma de 7 imágenes, ya que la fresa posee dicha cantidad de insertos. Para la obtención de las imágenes, por la cámara UHCCD fue necesario instalar el software ToupView de dicho dispositivo para la interfaz entre el pc, donde se almacenaron las imágenes a tratar. El programa de tratamiento de imágenes fue realizado en Matlab, determinando el desgaste de la mella.

Dado que el procesamiento se realiza por archivos, se requiere que la captura de las imágenes sea en la misma posición y con las mismas características (iluminación, resolución, contraste y posición), para cada una de las imágenes, y no incurrir en posiciones erróneas a la hora de tratarlas, y dar el concepto más cercano de desgaste de la mella. La *Figura. 4* muestra el montaje definitivo de todo el sistema de captura, lo cual permite tomar imágenes que brinden las condiciones aptas para un post-procesamiento.

### 3. Resultados

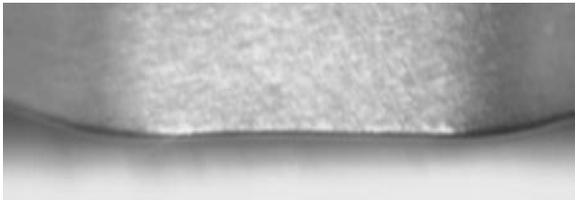
Se logró obtener el ángulo adecuado en el montaje de la placa del cual depende la buena calidad en el momento de capturar las imágenes, con la ayuda del dispositivo se observó la mella con buena nitidez. **Figura. 5.** En el primer recorrido de la herramienta de corte por el tocho se observó que la iluminación no varió en cada toma realizada en el proceso de desgaste del inserto. **Figura. 6.**

En cada etapa del proceso de desbaste, fue tomada la imagen para cada inserto, y así poder realizar su segmentación y tratado en Matlab, llegando a dar un resultado de desgaste, dejado por la mella.

Cada valor obtenido de desgaste producido por la mella fue tratado de acuerdo con el programa diseñado en Matlab, en comparación con el inserto patrón. **Figura. 5.**

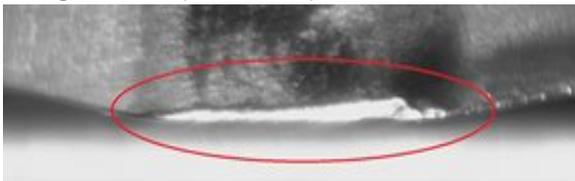
La **Figura. 7.** Muestra la imagen capturada sin el montaje adecuado sirviendo como punto de partida para cada una de las mejoras necesarias en el montaje. Comparece con la imagen de la **Figura. 5.** Para notar la variación en la nitidez.

**Figura. 5.** Imagen del inserto patrón

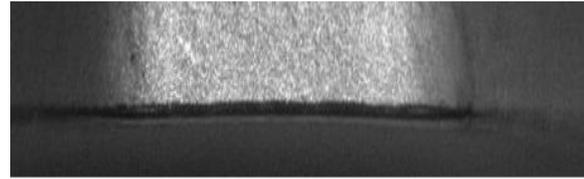


(inserto 1)

**Figura. 6.** Imagen del inserto desgastado (inserto 1)



**Figura. 7.** Sin montaje adecuado



## Conclusiones

A través de las imágenes obtenidas por el electro-microscopio, se puede concluir, que se requiere de un sistema de fijación del inserto, en donde cada captura realizada no varíe, con respecto a la imagen patrón.

En cuanto a la iluminaria se precisa agregar luz de manera que no afecte las imágenes debido a los brillos reflejados en la herramienta de corte y los tonos oscuros producidos por el sistema de luz dado por el equipo. Las iluminarias fueron colocadas en una posición el cual con la luz emitida por el electro-microscopio reflejara en el inserto una adecuada iluminación a la hora de la captura de las imágenes.

Para una mejor resolución de cada imagen tomada por el electro-microscopio, se instaló una cámara digital donde la captura fuera realizada no directamente con el equipo (electro-microscopio), si no con otro dispositivo (pc), para que no se incurriera en movimientos en el inserto, o se variaran parámetros del equipo, produciendo tomas erróneas que conlleven a un valor del desgaste equivocado de la herramienta de corte.

## Agradecimientos

104

El autor agradece a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por el apoyo brindado por esta investigación.

## Bibliografía

- Attanasio, A., Ceretti, E., Fiorentino, A., Cappellini, C., & Giardini, C. (2010). Investigation and FEM-based simulation of tool wear in turning operations with uncoated carbide tools. *Wear*, 269(5–6), 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2010.04.013>
- Dai, Y., & Zhu, K. (2018). A machine vision system for micro-milling tool condition monitoring. *Precision Engineering*, 52(December 2017), 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2017.12.006>
- Dutta, S., Pal, S. K., Mukhopadhyay, S., & Sen, R. (2013). Application of digital image processing in tool condition monitoring: A review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 6(3), 212–232. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2013.02.005>
- Kassim, A. A., Mannan, M. A., & Mian, Z. (2007). Texture analysis methods for tool condition monitoring. *Image and Vision Computing*, 25(7), 1080–1090. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2006.05.024>
- Ko, T. J., Cho, D. W., & Jung, M. Y. (1995). On-line monitoring of tool breakage in face milling using a self-organized neural network. *Journal of Manufacturing Systems*, 14(2), 80–90. [https://doi.org/10.1016/0278-6125\(95\)98889-E](https://doi.org/10.1016/0278-6125(95)98889-E)
- L. Wang, R. G. (2006). monitoring , an important area of manufacturing engineering. *Springer Series in Advanced Manufacturing*, 49(0), 6221.
- Li, B. (2012). A review of tool wear estimation using theoretical analysis and numerical simulation technologies. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 35, 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2012.05.006>
- Mikołajczyk, T., Nowicki, K., Bustillo, A., & Yu Pimenov, D. (2018). Predicting tool life in turning operations using neural networks and image processing. *Mechanical Systems and Signal Processing*. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.022>
- Moreno, A. E. G., & Pinto, J. A. D. (2019). Reconocimiento de Personas en Ambiente con Emisiones de Humo Usando Sensor Laser y Redes Neuronales Convolucionales desde Nube de Puntos 3D . Recognition of People in Environment with Smoke Emissions Using Laser Sensor and Convolutional Neural Networks fr, 17(1), 179–186.
- Rojas, C. L., Flórez, E., & Serrano, J. C. (2019). Diseño del álabe de un aerogenerador horizontal de baja potencia. BISTUA, 219-229.
- Rueda P J.E, Castro L.M, G. L. . (2006). Implementacion de un sistema de reconocimiento de personas utilizando un filtro discriminante sintético calculado como una combinación lineal de imágenes en el dominio de frecuencias., 4(1), 8.
- Zhang, C., & Zhang, J. (2013). On-line tool wear measurement for ball-end milling cutter based on machine vision. *Computers in Industry*, 64(6), 708–719. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.03.010>

\*Para citar este artículo: Hernández Gegen L.K., Martínez Oviedo.E, Arévalo Ruedas J.H. .Assembly of an artificial vision system to capture wear images in cutting tools .Revista Bistua. 2019.17(3):98-104.



+ *Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas:* Hernández Gegen L.K. Universidad de Pamplona, grupo GIMUP.  
Email:Lukahege@hotmail.com  
Recibido: Noviembre 01 de 2018

Aceptado: Febrero 01 de 2019

