



MÓDULO III: MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA

TEMA 15: Métodos no convencionales de mecanizado

TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN Y TECNOLOGÍA DE
MÁQUINAS

DPTO. DE INGENIERÍA MECÁNICA

Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea

- 1. Introducción**
- 2. Electroerosión (EDM)**
- 3. Mecanizado por Ultrasonidos (USM)**
- 4. Mecanizado por chorro de agua (WJM)**
- 5. Mecanizado por chorro de agua abrasivo (AWJM)**
- 6. Mecanizado electroquímico (ECM)**
- 7. Mecanizado químico (CM)**
- 8. Cuestionario tutorizado**
- 9. Oportunidades laborales: empresas y productos**

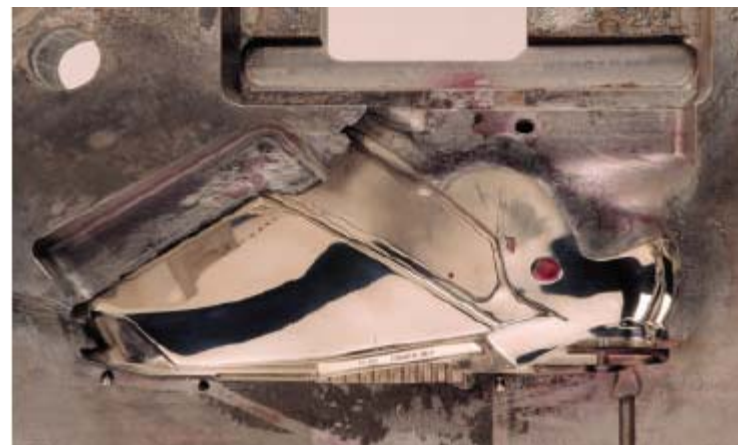
Los procesos **NO CONVENCIONALES** de mecanizado dan respuesta a los nuevos problemas planteados en el mecanizado de materiales de **BAJA MAQUINABILIDAD** y **ESPECIFICACIONES EXTREMAS DE FORMA, TOLERANCIAS Y ACABADOS**.

CARACTERÍSTICAS COMUNES

- Elevado consumo de energía para arrancar una cierta cantidad de material.
- Tasas de arranque (mm^3/min) bajas.
- Posibilidad de generar geometrías complejas, con tolerancias muy ajustadas y acabados superficiales excelentes.

PROCESOS DE MAYOR INTERÉS INDUSTRIAL

- Electroerosión (EDM).
- Mecanizado por ultrasonidos (USM).
- Mecanizado por chorro de agua (WJM).
- Mecanizado por chorro de agua abrasivo (AWJM).
- Mecanizado electroquímico (ECM)
- Mecanizado químico (CM).



La fabricación de moldes de inyección exige obtener geometrías complicadas, con tolerancias muy ajustadas y acabados muy finos en aceros difíciles de mecanizar

2. Electroerosión (EDM)

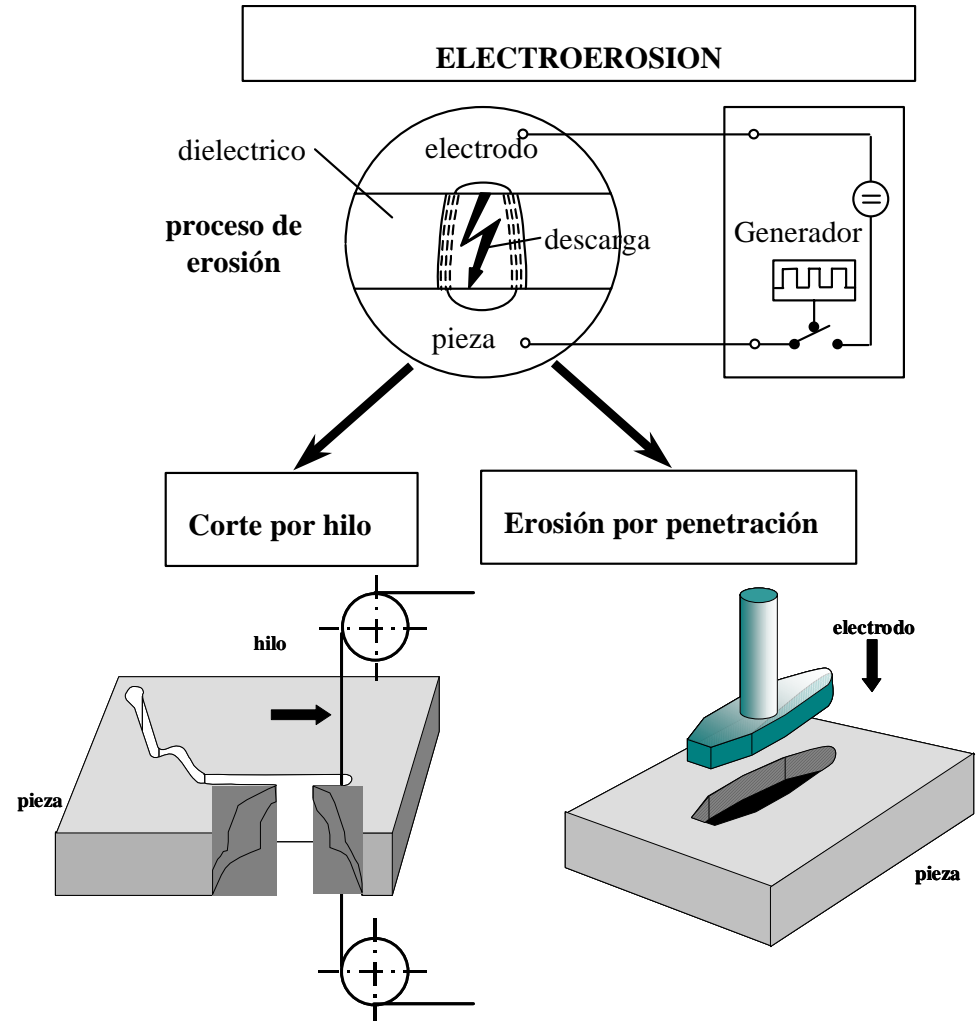
Proceso de arranque térmico: el calor que funde el material es generado por **descargas eléctricas controladas entre la herramienta (electrodo) y la pieza**. Ambos deben ser conductores.

VENTAJAS

- Proceso muy popular y conocido.
- Independiente de la dureza del material.
- Posibilidad de geometrías muy complejas.
- Elevada precisión.
- Excelente rugosidad.

APLICACIONES

- Estampas de forja.
- Moldes de inyección.
- Elementos de troqueles.
- Útiles y herramientas en general.



2. Electroerosión (EDM)

ELECTROEROSIÓN POR PENETRACIÓN (SEDM)

Un electrodo “graba” su forma en la superficie de la pieza.

- Material de electrodo: grafito o cobre.
- Líquido dieléctrico para las descargas: aceite.



Molde de inyección (izquierda) y electrodo de grafito (derecha) para su fabricación mediante electroerosión

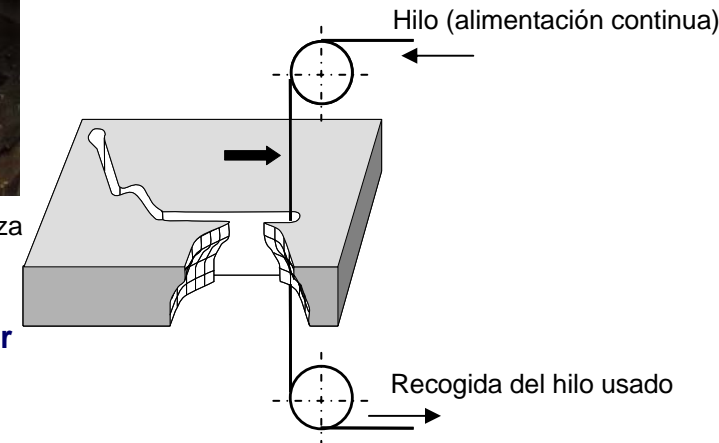
CORTE POR ELECTROEROSIÓN POR HILO (WEDM)

Un hilo chispea contra la pieza siguiendo una trayectoria programada en el Control Numérico.

- Material de hilo: latón.
- Líquido dieléctrico para las descargas: agua desionizada.



Pieza



Esquema del proceso de corte por electroerosión por hilo (derecha). Corte de un álabes para la industria aeronáutica (izquierda)

3. Mecanizado por Ultrasonidos (USM)

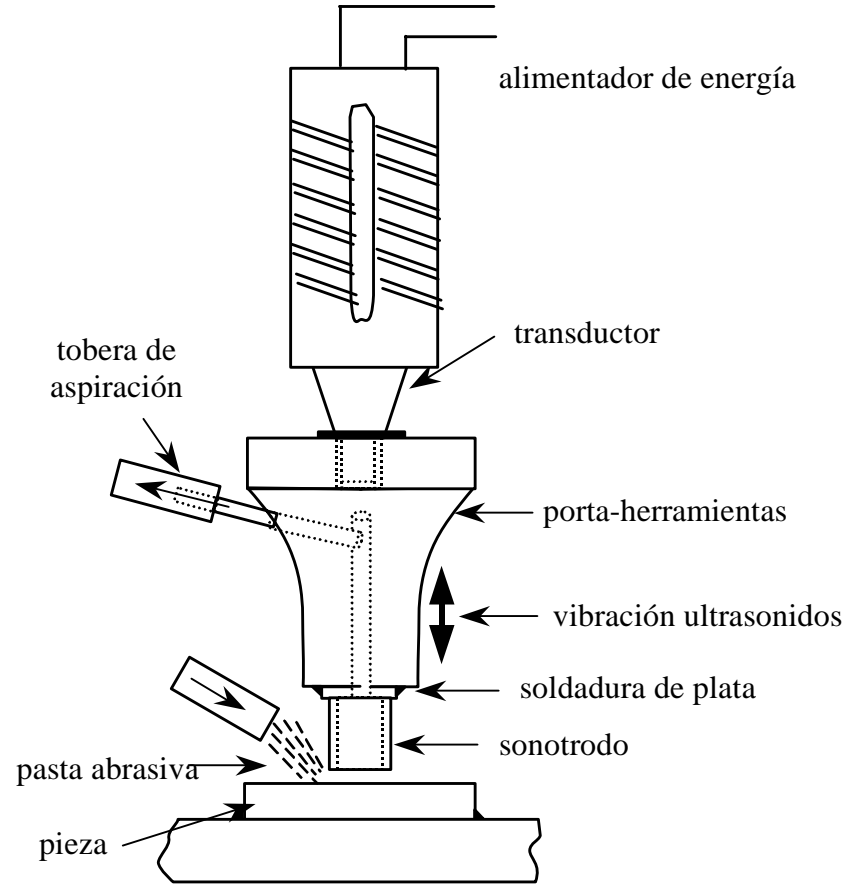
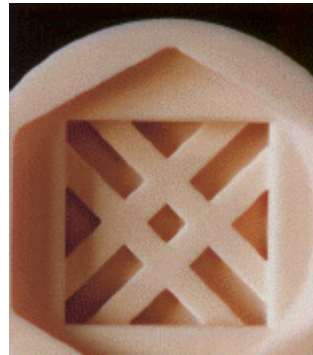
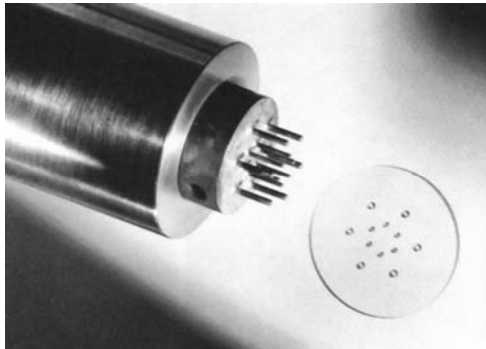
Interacción entre **una herramienta (sonotrodo) que vibra a frecuencias muy elevadas (en el rango de ultrasonidos, 20KHz) y una pasta de agua y abrasivo.**

VENTAJAS

- No se producen alteraciones térmicas ni químicas de la superficie de la pieza.
- Proceso independiente de la conductividad de la pieza.

APLICACIONES

- Agujeros y cavidades de forma en materiales frágiles.
- Operaciones de pulido.



Sonotrodo y pieza de precisión. El sonotrodo se fabrica en materiales dúctiles como acero o bronce

Cavidad obtenida por USM en material cerámico

4. Corte por chorro de agua (WJM)

Corte de materiales dúctiles no metálicos utilizando un fino **chorro de agua a alta presión (400MPa)** y **alta velocidad (900m/s)**.

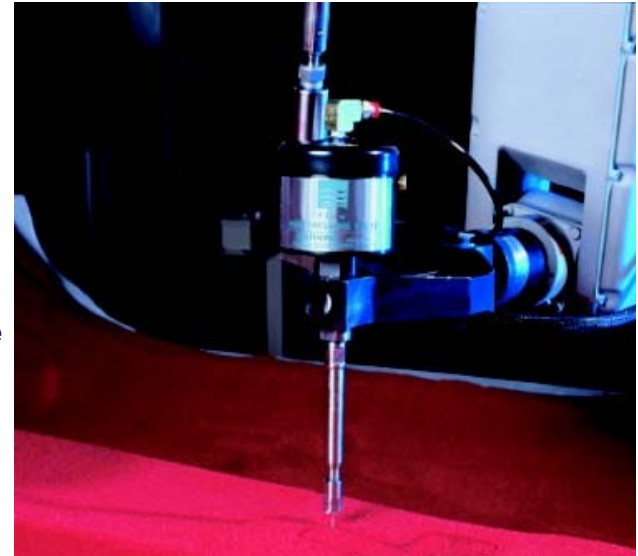
VENTAJAS

- No se producen alteraciones térmicas ni químicas en la pieza.
- Proceso ecológico, adecuado para alimentos.

APLICACIONES

- Corte de materiales dúctiles no metálicos:
 - Plásticos.
 - Textiles y cuero.
 - Cartón.
 - Placas de circuitos impresos.
 - Alimentos (congelados, pizzas, etc.).

Corte por WJM de tapicería para la industria del automóvil



Corte de pizza mediante WJM





5. Corte por chorro de agua abrasivo (AWJM)

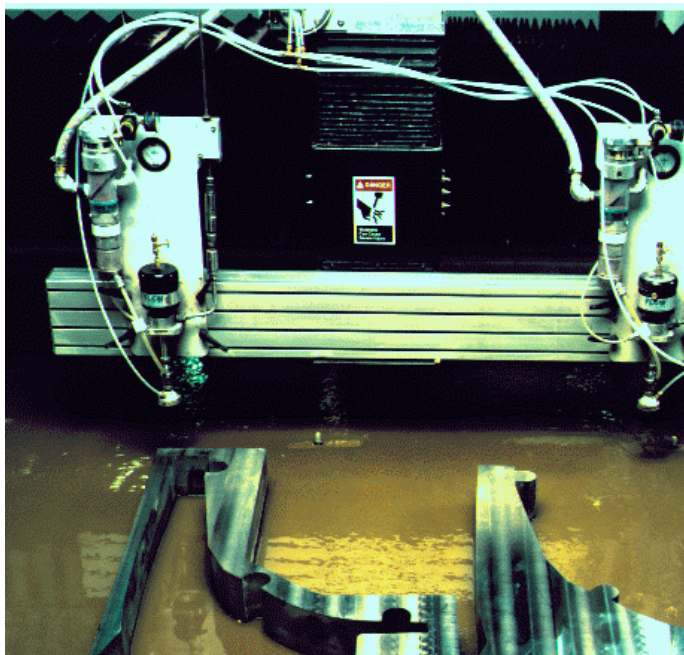
Sistema de corte que utiliza un fino **chorro de agua a alta presión** (hasta 600MPa!!) y **alta velocidad** (900m/s) combinado con partículas abrasivas.

VENTAJAS

- No se producen alteraciones térmicas ni químicas en la pieza.

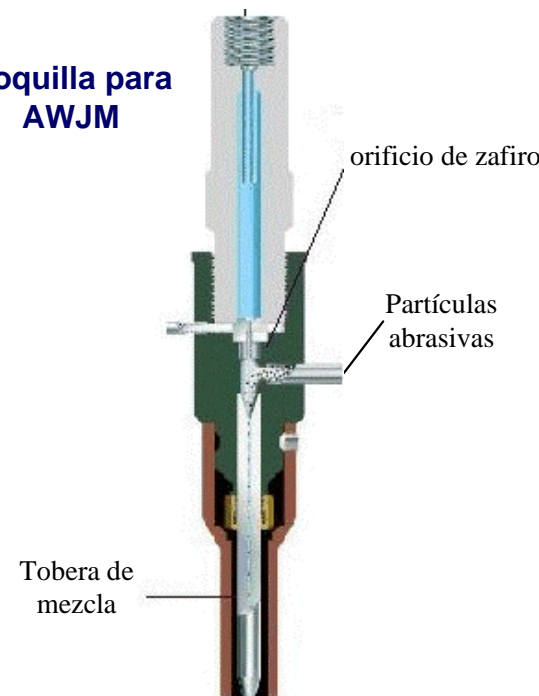
APLICACIONES

- Corte de metales, composites, vidrio, etc. en espesor hasta 200mm
- Taladrado de materiales duros.
- Mecanizado de cavidades.
- Limpieza de piezas en general.



Corte por AWJM de chapa de titanio de espesor 150mm

Boquilla para AWJM

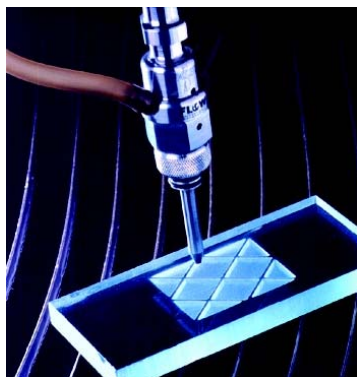




5. Corte por chorro de agua abrasivo (AWJM)



Mecanizado de una
cavidad compleja en
una pieza de vidrio
mediante AWJM



Corte por chorro de agua abrasivo en 5 ejes

6. Mecanizado electroquímico (ECM)

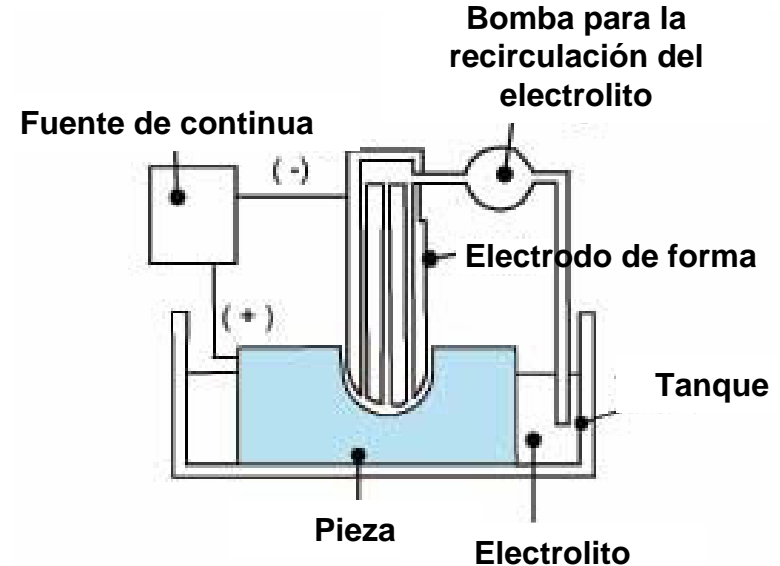
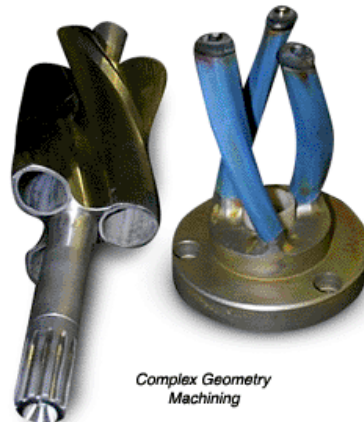
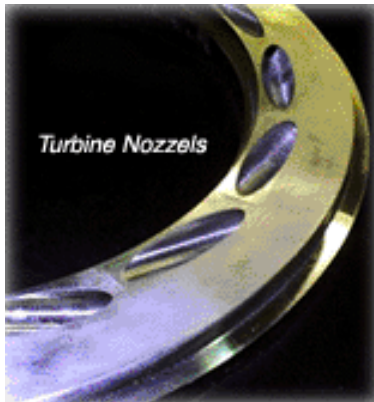
Arranque de material mediante **efecto electrolítico**. Se hace pasar a través de un electrolito líquido una elevada intensidad de corriente continua (hasta 40.000 A) a bajo voltaje (menos de 20 V) entre un electrodo de forma y la pieza. La tecnología y las máquinas son caras y muy complejas.

VENTAJAS

- No se producen alteraciones térmicas en la pieza.
- Posibilidad de geometrías muy complejas.
- Tolerancias muy ajustadas.

APLICACIONES

- Mecanizado de materiales conductores muy difíciles de mecanizar por otros medios (industria aeronáutica).



Representación esquemática del proceso ECM

7. Mecanizado químico (CM)

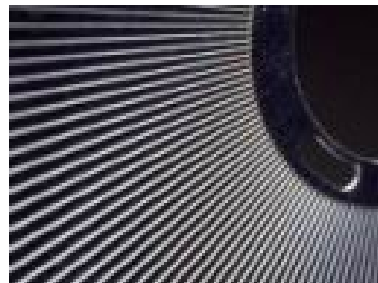
Arranque de material por contacto de la pieza a mecanizar con un potente **agente químico** (por ejemplo, ácido sulfúrico).

VENTAJAS

- No se producen alteraciones térmicas en la pieza.
- Materiales muy difíciles de mecanizar por otros medios.

APLICACIONES

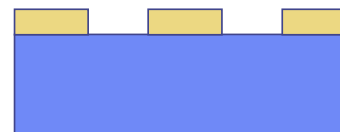
- Industria aeronáutica.
- Instrumentos quirúrgicos.
- Microcomponentes.



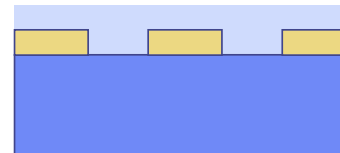
1. Limpieza del material en bruto.



2. Aplicación de una máscara protectora en aquellas zonas donde no se desea eliminar material.



3. El conjunto se sumerge en un agente químico que ataca a las zonas no protegidas.



4. Retirada de la máscara y limpieza de la pieza.



8. Cuestionario tutorizado

1. ¿Por qué se usan grafito o cobre como materiales para electrodos en el proceso de electroerosión por penetración?
2. Investiga cuál es el máximo espesor de pieza que puede cortarse mediante electroerosión por hilo.
3. En la actualidad es posible utilizar el proceso de fresado para el mecanizado de estampas de forja. Sin embargo, para la fabricación de moldes de inyección sigue utilizándose la electroerosión, a pesar de ser más compleja y cara que el fresado. ¿A qué crees que se debe esto?
4. Se desea mecanizar un agujero de 0,5mm de diámetro y profundidad 5mm en una pieza cerámica. Se plantea la posibilidad de utilizar taladrado, electroerosión o mecanizado por ultrasonidos. ¿Cuál de estas soluciones es la más adecuada? Razona la respuesta.
5. Analiza la figura de la transparencia 8 en la que se muestra el corte por AWJM de chapa de titanio de espesor 150mm. Analiza algún método alternativo para llevar a cabo esta operación y las ventajas o desventajas del mismo frente al corte por chorro de agua abrasivo.
6. ¿Crees que las máquinas de WJM y de AWJM necesitan Control Numérico? Razona la respuesta.
7. Compara los procesos de electroerosión y de mecanizado electroquímico. ¿Qué razones te harían inclinarte por uno u otro proceso para mecanizar una pieza?
8. ¿Cuáles crees que son las limitaciones más importantes del proceso de mecanizado químico?



9. Oportunidades laborales: empresas y productos

ONA Electroerosión S.A.

Fabricante de MÁQUINAS de ELECTROEROSIÓN

Localización: Durango (Bizkaia)

www.ona-electroerosion.com

ITP S.A.

Usuario de métodos no convencionales para el mecanizado de piezas para la industria AERONÁUTICA

Localización: Zamudio (Bizkaia)

www.itp.es

LANTEK

Fabricante de Software para máquinas de punzonado, corte por láser y AWJM

Localización: Miñano (Alava)

www.lantek.es

Además existen otras grandes multinacionales fabricantes de máquinas de EDM, AWJM, etc. como FLOW, FANUC, SODICK,



Máquina ONA AF80 modular para el corte de gran precisión por electroerosión por hilo fabricada por ONA Electroerosión S.A.