

EL CONTROL DIGITAL: PROGRAMACIÓN CAM PARA FABRICACIÓN CNC.

Especialista en Programación CAM para Fabricación CNC Avanzada
CAD/CAM · Fresado CNC · 3, 4 y 5 Ejes · Simulación · Postprocesado

40 HORAS · FORMACIÓN PROFESIONAL INTENSIVA

CADA LÍNEA DE CÓDIGO DETERMINA LA **VIDA** DEL UTILLAJE.

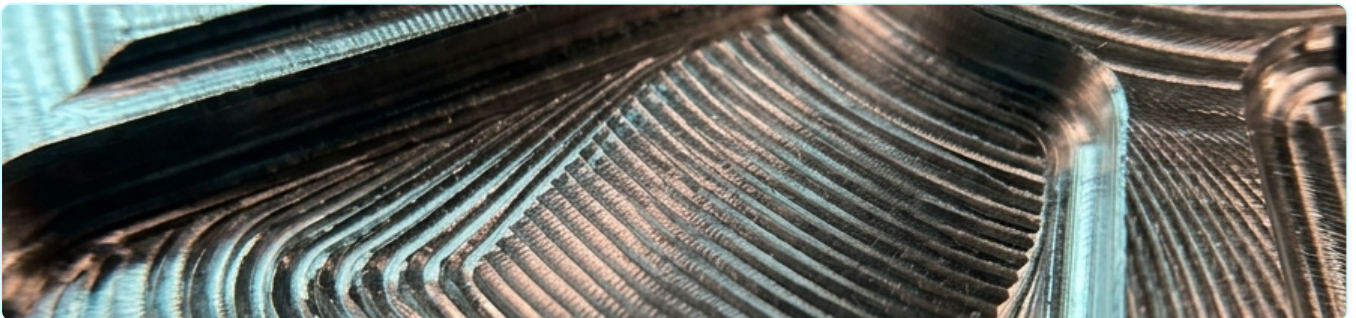
En la fabricación avanzada de componentes de alta responsabilidad, la diferencia entre una trayectoria de herramienta mediocre y una óptima no es una cuestión de estética. Es una métrica financiera e ingenieril directa.

La carga de viruta constante, el ángulo de acoplamiento radial de la fresa y las dinámicas de aceleración de los ejes determinan si un utillaje resistirá 20 piezas o se fracturará en la primera pasada, destruyendo un bloque de material de miles de euros.

100%

INTEGRIDAD DEL PROCESO

El CAM profesional no busca automatizar código. Busca predecir el comportamiento dinámico del metal en el área de corte y controlar las fuerzas físicas aplicadas.



"Antes de que el cabezal de una máquina CNC de cinco ejes roce el metal, alguien debe simular las fuerzas, trazar las trayectorias y garantizar la seguridad del proceso en el plano virtual."

El programador CAM es el puente entre el diseño y la fabricación. Un modelo 3D perfecto en CAD es inerte sin una estrategia física de transformación que guíe los servomotores y sistemas de refrigeración de la máquina.

AeroMetrix capacita al alumno para ser el dueño de este flujo. Formamos profesionales capaces de controlar el metal desde la interfaz de software más sofisticada de la ingeniería moderna.

AQUÍ COMIENZA LA PROGRAMACIÓN DE FABRICACIÓN AVANZADA.

AeroMetrix presenta su programa definitivo de especialización en programación CAM CNC para fabricación de precisión. Como ****Technology Partner de Hexagon Manufacturing Intelligence****, AeroMetrix alinea sus programas con las últimas tecnologías en fabricación digital y metrología industrial. Una formación de 40 horas intensivas diseñada bajo estándares aeroespaciales para dotar al alumno de autonomía completa en el taller moderno.

Aprende no solo a presionar botones, sino a modelar stocks, evaluar dinámicas de colisiones, adaptar postprocesadores para diferentes controles CNC e implementar estrategias que reducen el tiempo ciclo del virutaje.

METODOLOGÍA DE INGENIERÍA

Integración completa de herramientas avanzadas desde el primer día. Las clases son simulaciones de oficina técnica aeronáutica.

CAD → CAM → VALIDACIÓN → ISO

PIEZAS QUE DEBEN RESISTIR EN CONDICIONES **EXTREMAS.**



Aeroespacial

Mecanizado de aleaciones exóticas de titanio e inconel, perfiles aerodinámicos de álabes y costillas estructurales ligeras pero ultra-resistentes.



Automoción y F1

Bloques de motor optimizados, manguetas de suspensión aligeradas y componentes de transmisión rápidos mediante estrategias dinámicas de alta velocidad.



Defensa y Naval

Elementos balísticos blindados, propulsores de hélice multiejes con complejas geometrías fluidodinámicas de tolerancia micrométrica.



Moldes y Matrices

Acabados superficiales espejo en aceros templados. Trayectorias continuas de desbaste y acabado que garantizan tolerancias geométricas estrictas.

Cada sector impone reglas mecánicas severas. El programador CAM de AeroMetrix aprende a modular las estrategias según los materiales y la geometría de cada componente industrial.

LA FALTA DE ESPECIALISTAS FRENA LA PRODUCCIÓN.

Los centros de mecanizado de 3 y 5 ejes representan inversiones de cientos de miles de euros para los talleres mecánicos. Sin embargo, estas máquinas a menudo funcionan a velocidades conservadoras o están paradas debido a la falta de programas NC seguros y eficientes.

Las empresas demandan especialistas con la competencia necesaria para estructurar el árbol de operaciones, configurar el stock, evitar colisiones con mordazas y optimizar trayectorias para reducir el desgaste de herramienta.

CUELLO DE BOTELLA CRÍTICO

El 82% de las empresas de mecanizado de precisión declaran tener dificultades para contratar programadores CAM cualificados en múltiples ejes.

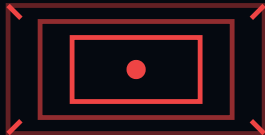
COSTE DE COLISIÓN

Un solo impacto del husillo contra la mesa o el utillaje por un error en las trayectorias de aproximación puede costar más de 25.000€ en reparaciones mecánicas.

OPTIMIZACIÓN ANTES DEL MECANIZADO.

En AeroMetrix entrenamos al alumno para comprender la física del corte. Una trayectoria inteligente mantiene constante el ángulo de contacto de la herramienta, permitiendo mayores avances y cortes mucho más profundos.

✗ MÉTODO TRADICIONAL



Esquinas vivas que duplican la carga radial instantánea sobre la herramienta, provocando vibraciones, roturas térmicas y obligando a reducir las velocidades del husillo de corte.

🚀 DESBASTE ADAPTATIVO MODERNO



Trayectorias trocoidales y bucles suaves continuos que eliminan los impactos repentinos en esquinas. Permite utilizar toda la longitud de filo de corte, multiplicando la productividad por 4.

40 HORAS DE ENTRENAMIENTO **INTENSIVO** PARA EL FLUJO INDUSTRIAL.

40

Horas de especialización

5

Módulos de
especialización

75%

Mecanizado práctico y
simulación

1

Proyecto aeronáutico
completo

El curso está diseñado para capacitar a los alumnos de manera integral en programación CAM de 3 ejes, operaciones complejas multiejes (3+2), simulación cinemática avanzada contra colisiones y postprocesado final para adaptarlo a cualquier máquina del taller (Heidenhain, Siemens, Fanuc o Fagor).

Nuestra metodología no incluye clases teóricas desconectadas. Cada hora lectiva se traduce en la resolución de un reto geométrico, la optimización de parámetros dinámicos de corte o la validación cinemática de un modelo digital de simulación.

FUNDAMENTOS DEL MECANIZADO CNC Y PROGRAMACIÓN ISO.

Antes de programar en un entorno CAM, es imprescindible comprender el comportamiento mecánico del metal en corte y el lenguaje nativo que interpreta el controlador de la máquina CNC.

01

Cinemática y Programación ISO

Estructura del código G (G00, G01, G02, G03, ciclos fijos). Estructura física de un programa NC y gestión de planos cartesianos.

02

Tecnología de Herramientas de Corte

Geometría de fresas de carburo y plaquitas. Selección de geometrías según el material (acero, aluminio, titanio). Recubrimientos.

03

Parámetros de Corte y Virutaje

Cálculo analítico de velocidades de corte (V_c) y avances por diente (F_z). Dinámicas de evacuación de viruta e influencia del refrigerante.

04

Sistemas de Sujeción y Amarre

Diseño y selección de mordazas, platos magnéticos, garras e ingeniería de utillajes dedicados para evitar deformaciones en la pieza.

CONOCIMIENTO PRÁCTICO DIRECTO

El alumno aprende a calcular las revoluciones por minuto (RPM) y la velocidad de avance de mesa utilizando fórmulas de física de corte reales.

PROGRAMACIÓN CAM: ESTRUCTURA, DESBASTES Y CAJERAS.

Estructuración del árbol lógico de mecanizado. Configuración del sistema de coordenadas de máquina (G54) y definición de las etapas de sobrematerial y desbaste.

05

Gestión del Árbol y Entorno CAM

Definición del WCS (Origen de Trabajo). Creación y parametrización de la base de datos de herramientas. Definición física de stocks brutos de partida.

06

Operaciones de Desbaste Eficientes

Fresado adaptativo 3D. Estrategias de desbaste por niveles z (roughing). Definición de solapamientos óptimos y transiciones helicoidales.

07

Cajeras, Perfilados y Contorneados

Cajeras paramétricas 2.5D con control de sobremedida. Perfilado de paredes inclinadas y seguimiento de curvas 3D para chaflanados y rebajes.

08

Acabado y Copiado de Superficies

Estrategias de copiado de bola (scallop) con paso constante, fresado horizontal y vertical optimizado para acabados rugosos de alta calidad.

MECANIZADO MULTIEJES: 3+2 POSICIONADO Y 5 EJES CONTINUOS.

La verdadera ventaja competitiva reside en el control espacial de los ejes rotativos. Orientar la herramienta acorta el voladizo de corte, multiplicando la precisión y la rugosidad superficial.

09

Mecanizado 3+2 Ejes Posicionado

Creación de planos de trabajo orientados. Redireccionamiento del eje del husillo y operaciones locales de fresado convencional con utillajes inclinados.

10

5 Ejes Continuos: Estrategias Swarf

Fresado por el lateral de la herramienta (Swarf machining) para el mecanizado cónico de paredes delgadas aeroespaciales en una sola pasada.

11

Control Vectorial del Eje de Herramienta

Definición de vectores de inclinación (Lead/Tilt angles). Estrategias de evitación cinemática para evitar que el portaherramientas colisione con el cabezal.

12

Límites Dinámicos de Ejes Rotatorios

Gestión del rango de giro de las mesas basculantes basándose en la configuración cinemática del fabricante de la máquina CNC.



SIMULACIÓN VIRTUAL Y EVITACIÓN DE COLISIONES.

En la industria aeroespacial, ningún programa G se ejecuta en máquina sin haber sido validado digitalmente a nivel cinemático. El coste de un error es inasumible.

13

Remoción de Material y Estado Intermedio

Visualización dinámica del material eliminado paso a paso. Control del stock residual en tiempo real (In-Process Stock).

15

Análisis del Volumen de Viruta por Segundo

Detección de sobrecargas dinámicas en la herramienta. Optimización del avance en entradas y salidas (feedrate optimization).

14

Detección de Colisiones e Interferencias

Definición de zonas de seguridad para el portaherramientas y el husillo de la máquina CNC. Alertas automáticas de interferencias dinámicas.

16

Límites de Recorrido de los Servos (Over-travel)

Validación del volumen de trabajo útil. Detección de singularidades y límites de aceleración espacial en las articulaciones de la máquina.

INTEGRIDAD DIGITAL DE PROCESO

Validamos no solo las trayectorias de corte, sino todos los movimientos auxiliares rápidos (G00) y de transición aérea para maximizar la seguridad.

POSTPROCESADO Y DOCUMENTACIÓN DE TALLER (SHOP DOCS).

Un excelente programa CAM no sirve de nada si el controlador de la máquina no es capaz de interpretar los vectores de movimiento generados por el software.

17

Postprocesado de Código Personalizado

Estructura del postprocesador. Adaptación de sintaxis para Heidenhain (L, C, CC), Siemens (CYCLE) y Fanuc / Fagor (G).

18

Generación de Hojas de Proceso (Shop Docs)

Exportación automática de fichas de taller detallando: lista de herramientas, longitudes de voladizo, orígenes de trabajo (WCS) y tiempos estimados.

```
; CÓDIGO POSTPROCESADO A FANUC 31i
```

```
N10 G90 G94 G17 G21 G49
```

```
N20 G28 G91 Z0.
```

```
N30 T04 M06 (FRESA CAB. D16)
```

```
N40 S8500 M03 F3400
```

```
N50 G00 G90 G54 X12.5 Y-45.3
```

```
N60 G43 H04 Z10. M08
```

```
N70 G01 Z-5. F850
```

```
N80 G03 X25. Y-32.8 R12.5
```

NO SON CLASES. ES ENTRENAMIENTO PROFESIONAL.

En AeroMetrix desterramos la memorización teórica estéril. Nuestra metodología emula exactamente el flujo de trabajo de una oficina técnica de ingeniería de fabricación aeronáutica de primer nivel.

El alumno recibe un modelo CAD en bruto, un cuaderno de especificaciones técnicas y un conjunto de herramientas disponibles. A partir de ahí, asume la responsabilidad completa de diseñar y validar el proceso físico de transformación.

Análisis y Preparación CAD

Estudio del componente mecánico, tolerancias de fabricación y definición de amarres físicos en la mesa CNC.

Estrategia y Programación CAM

Definición del árbol operativo, selección de herramientas idóneas de corte y generación de trayectorias limpias de viruta.

Simulación y Postprocesado

Validación virtual del código contra colisiones cinemáticas, postprocesado a ISO y maquetado de hojas de taller para el maquinista.

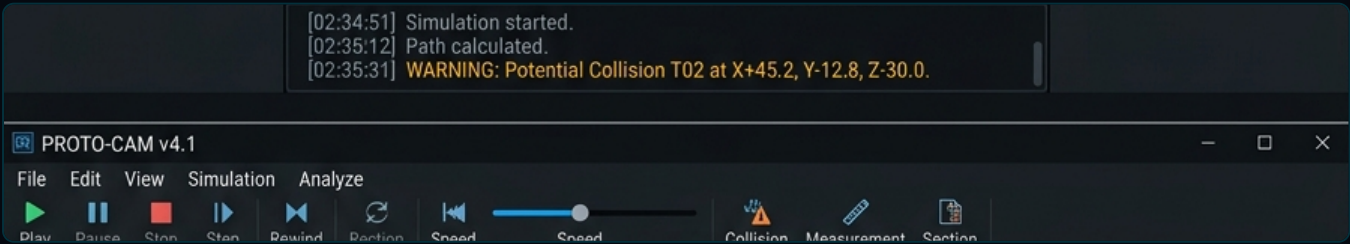
PROYECTO FINAL: PIEZA ESTRUCTURAL AEROSPACIAL.

La prueba final para evaluar tu autonomía es programar el mecanizado completo de una costilla de ala de avión comercial a partir de un tocho bruto de aluminio 7075-T6. Un ejercicio real sometido a auditorías dimensionales severas.

Componente Mecánico	Aeronautical Wing Rib (Costilla de Ala)
Material de Partida	Bloque Bruto AL 7075-T6 (280x150x65mm)
Husillos Admitidos	Hasta 15.000 RPM · Husillo HSK-A63
Operaciones Críticas	Fresado adaptativo, Cajeras profundas, Pared fina (1.2mm)
Tolerancias Críticas	Dimensional $\pm 0.015\text{mm}$ · Acabado Rugosidad $Ra < 0.8\mu\text{m}$

DOCUMENTACIÓN ENTREGABLE

- Árbol lógico CAM de operaciones optimizado.
- Código ISO final verificado libre de colisiones.
- Fichas técnicas de taller con sistemas de amarre.
- Justificación técnica de velocidades de corte seleccionadas.



DEL MODELO CAD 3D HASTA LA COMPROBACIÓN FÍSICA EN TALLER.



Flujo Digital Cerrado. El alumno controla todas las fases de la cadena de valor digital. Desde el modelo CAD paramétrico original hasta la verificación dimensional final del componente metálico obtenido en máquina.

DE MECANIZADOR TRADICIONAL A INGENIERO DE PROCESOS CAM.

PERFIL DE PARTIDA

- Conoce el funcionamiento mecánico del CNC a pie de máquina.
- Depende de programas generados por otros o codifica manualmente.
- Resuelve colisiones cometiendo errores físicos en máquina.
- Utiliza parámetros de corte conservadores por temor a romper la fresa.

VS

PERFIL EGRESADO AEROMETRIX

- Autonomía completa para diseñar estrategias CAM complejas.
- Domina el flujo digital completo desde el modelo CAD al ISO G.
- Realiza simulaciones virtuales cinemáticas y detecta colisiones digitalmente.
- Optimiza parámetros dinámicos de corte y reduce el tiempo ciclo.

Este programa intensivo cambia tu estatus laboral en el taller: pasas de ejecutar comandos a diseñar los procesos que definen la competitividad de tu empresa.

PERFILES CLAVE EN LAS OFICINAS TÉCNICAS.

Programador CAM CNC

Especialista encargado de definir la estrategia de corte, configurar el stock, seleccionar herramientas y generar los archivos G para el taller.

Ingeniero de Procesos

Optimiza las líneas de producción mecánica, reduciendo tiempos de mecanizado y costes operativos globales de la planta de fabricación.

Especialista en 5 Ejes

El puesto más cotizado del taller mecánico. Programación de piezas de doble curvatura y trayectorias continuas dinámicas complejas.

La digitalización del taller de mecanizado significa que la oficina técnica de programación es el verdadero cerebro operativo. Ahí es donde se decide la rentabilidad de cada lote fabricado.

DÓNDE EJECUTARÁS TU TRABAJO.

Nuestros alumnos acceden a puestos de trabajo en el tejido industrial de alta responsabilidad tecnológica, donde la precisión es la regla de oro.

PROVEEDORES TIER 1

Empresas contratistas de primer nivel que fabrican piezas estructurales directamente para Airbus, Boeing o Safran. Sectores donde cada pieza mecanizada exige control dimensional estricto.

TALLERES DE MATRICERÍA DE ALTO VALOR

Talleres de ingeniería dedicados a la fabricación de moldes de inyección complejos de acero templado y matrices de estampación progresiva de precisión milimétrica.

AeroMetrix mantiene convenios con las principales empresas del sector aeronáutico y metalmecánico del país, facilitando la inserción de nuestros egresados.

POR QUÉ LA INDUSTRIA VALORA A AEROMETRIX.

Profesores de Élite

Nuestros instructores son ingenieros de fabricación y jefes de planta en activo en multinacionales del sector aeronáutico y defensa.

Grupos Reducidos

Limitamos las plazas por grupo para garantizar la corrección individual de las estrategias CAM de cada alumno.

Casos Industriales Reales

No realizamos ejercicios teóricos. Cada pieza programada es una réplica exacta de un reto de fabricación real de taller.

Formación de Precisión. AeroMetrix es ****Technology Partner de Hexagon Manufacturing Intelligence****. No enseñamos únicamente los comandos de un software CAM; formamos programadores con criterio de fabricación industrial capaces de optimizar cualquier proceso de mecanizado CNC.

EL ECOSISTEMA DE FABRICACIÓN DIGITAL CERRADO.

La fabricación avanzada no es una isla aislada. Para dominar el proceso mecánico completo, es fundamental entender cómo interactúa el CAM con las disciplinas periféricas.

AeroMetrix ofrece la única formación del país capaz de conectar la programación CAM con el Diseño CAD, la Metrología 3D Portátil y la Ingeniería Inversa.

DISEÑO CAD 3D	Definición paramétrica y PMI
PROGRAMACIÓN CAM	Trayectorias CNC y Simulación
METROLOGÍA 3D	Validación y escaneado de piezas
INGENIERÍA INVERSA	Reconstrucción CAD de piezas físicas

LA CREDENCIAL QUE ACREDITA TU COMPETENCIA.

Al completar las 40 horas lectivas y superar con éxito la auditoría del proyecto final, obtendrás la credencial ****AEROMETRIX CERTIFIED™ CAM Specialist****.

Esta certificación no es un simple papel de asistencia. Es una credencial digital verificable respaldada por el portfolio técnico completo de piezas programadas que has resuelto a lo largo del curso. Un portfolio que demuestra tu capacidad de resolución de retos en cualquier proceso de selección.

COMPETENCIAS EVALUADAS

- Programación ISO nativa y depuración de código G.
- Configuración de stocks complejos y sistemas de amarre.
- Programación CAM de 3 ejes y posicionamiento 3+2.
- Simulación cinemática avanzada contra colisiones.

RESOLVIENDO LAS DUDAS TÉCNICAS.

¿Necesito experiencia previa en mecanizado CNC?

Es muy recomendable tener nociones de mecanizado (lectura de planos, conceptos de fresado) para aprovechar al máximo el programa. No obstante, el primer módulo de fundamentos se encarga de nivelar a todos los alumnos en programación ISO y parámetros de corte.

¿Se enseña un software CAM en particular?

Nos enfocamos en enseñar la metodología y lógica del CAM industrial de alta gama (definición de stocks, gestión de herramientas, desbaste adaptativo, evitación de colisiones). Estas competencias son 100% transferibles a cualquier software del mercado actual (PowerMILL, Mastercam, NX CAM, HyperMILL, Fusion 360).

¿Cómo se evalúa el proyecto final?

El proyecto se somete a una auditoría técnica idéntica a la de un departamento de calidad aeronáutico. Evaluamos la limpieza del árbol de operaciones, el tiempo estimado del ciclo, el desgaste previsto del utillaje y la ausencia total de colisiones en la simulación.

¿Qué equipo informático necesito?

Las simulaciones CAM 3D exigen estaciones de trabajo potentes. Durante las clases presenciales, AeroMetrix te proporciona una estación de trabajo de alta gama optimizada con tarjeta gráfica dedicada y procesador Xeon para garantizar tiempos mínimos de cálculo de trayectorias.

Conviértete en el especialista capaz de transformar modelos CAD en procesos de mecanizado optimizados, eficientes y listos para fabricar.

CONTROLA EL METAL DESDE LA INTERFAZ DIGITAL.

40 horas · 5 Módulos · Proyecto Aeronáutico · Certificación Oficial

609 111 985

LLÁMANOS O ESCRÍBENOS POR WHATSAPP · RESPUESTA INMEDIATA

aerometrix.es

info@aerometrix.es

C/ Vereda de Chapatales 3

41300 San José de la Rinconada · Sevilla

IG @aero.metrix LI Aerometrix Formación



AeroMetrix



HEXAGON