



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao

erman ta zabal zazu



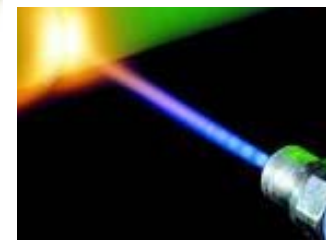
Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

*English version at the end of this document!!*

# ***Aula de Máquina Herramienta y Tecnologías de Fabricación***

## ***Makina Erreminta eta Fabrikazio Teknologien Gela***



*Aula de Máquina Herramienta*



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao

## Acción financiada por



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



Departamento de Industria, Comercio y Turismo

Departamento de Educación, Universidades e  
Investigación



Bizkaiko Foru  
Aldundia  
Diputación  
Foral de Bizkaia

Diputación Foral de Bizkaia

Con la colaboración de



Asociación Española  
de Fabricantes  
de Máquinas-herramienta

*Aula de Máquina Herramienta*



La Máquina Herramienta, sector en alza

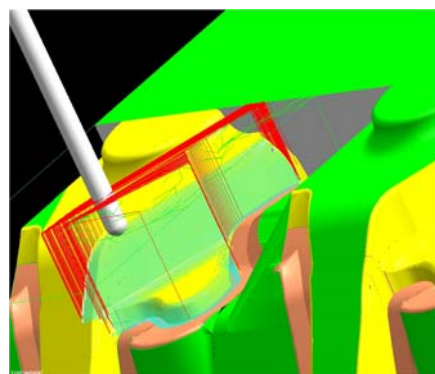
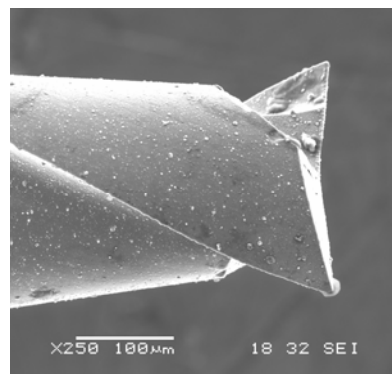
El Sector de la Máquina Herramienta y relacionados

El Aula, propósito general

Estructura del Aula

Asignaturas y proyectos

Contactos



*Aula de Máquina Herramienta*

La Máquina Herramienta es el bien de equipo básico que permite dar una forma precisa a un material aplicando un proceso (mecanizado, deformación, otros), todo ello con una elevada productividad y mínimo impacto ambiental.....

*Un producto, la empresa, el empleo* *el Director de producción*

La Máquina Herramienta es un manipulador espacial servocontrolado, que debe mover una herramienta o pieza según una trayectoria programada con una elevada precisión y velocidad (aceleración), soportando grandes fuerzas.....

*el Tecnólogo* *La mecatrónica, el diseño, integración de tecnologías, TICs*

La Máquina Herramienta es la única que puede fabricar a otras máquinas y... a sí misma. La historia de la máquina herramienta es la historia de la industrialización, desde antes de James Watt incluso...

*El avance, la economía real* *el Filósofo*

*Aula de Máquina Herramienta*





Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao

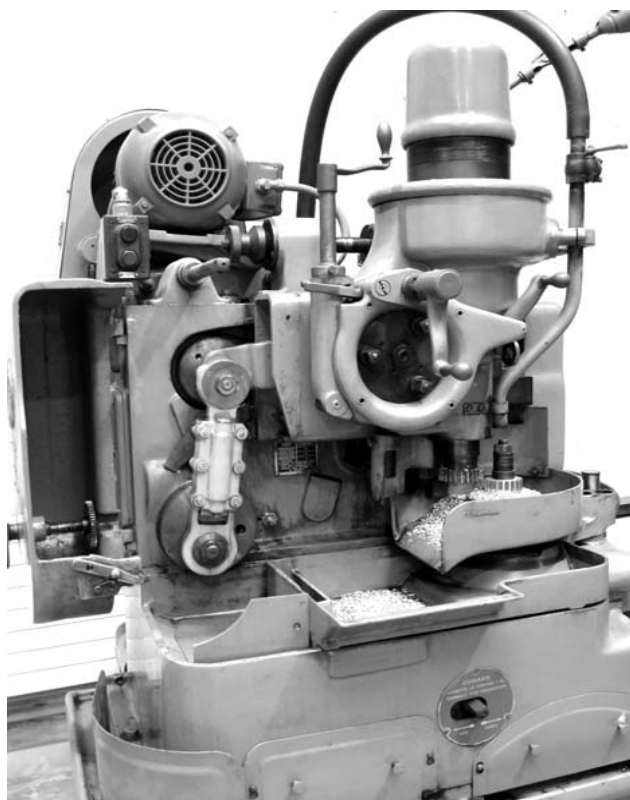
# Cambio tecnológico de la mecánica a la mecatrónica

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



1960



Robot para  
taladrado de alas,  
de Fatronik

2008



e-tower de Mazak



*Aula de Máquina Herramienta*



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao

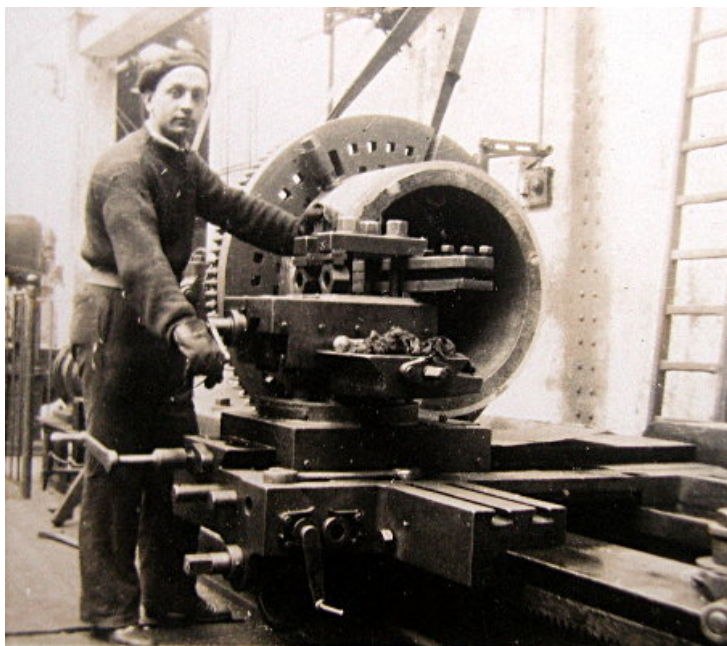
...y cultural

del metal a los composites, superaleaciones...



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



**Tornero, 1960**



**Fresador, 2015**

**Trabajo en equipos**

**La e-máquina**      **Integración tecnológica,  
multidisciplinaridad**

**Trabajo junto al sector cliente**

**Nuevos materiales**

**Formación**

**A por la micra**

*Aula de Máquina Herramienta*



# La máquina herramienta y sus clientes



Automoción



Aeronáutica

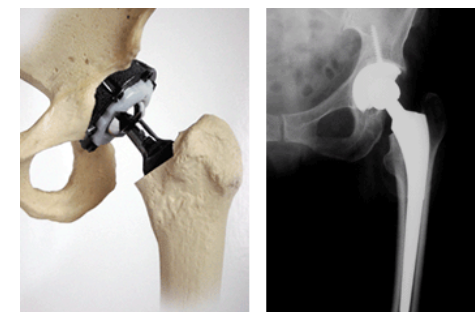


Eólico

Electrodoméstico



Salud



Precisión



Energía



**Máquina  
herramienta**



# Por qué me puede interesar (I)



## Porque aprendo de:

- Mecánica: diseño avanzado, MEF
- Mecatrónica: control, CNC, TICs
- Procesos de fabricación: mecanizado, deformación, no convencionales
- De todos los sectores usuarios!!!: la máquina herramienta debe resolver aspectos claves de otros sectores

## Porque hay grandes posibilidades de trabajo en:

- Empresas de Máquina Herramienta: España es 4º productor mundial, el 80% se ubica en el País Vasco
- Empresas de automoción: Cie, Gestamp, PYMES en Acicae
- Empresas aeronáuticas: ITP, Aernnova, Pymes encuadradas en Hegan
- Empresas de eólica: Gamesa, etc.
- Centros tecnológicos y sectoriales: Ideko, Fatronik, Tekniker, Labein, Aotek, Koniker, etc.
- I+D en máquina herramienta, procesos de fabricación, robótica, mecatrónica.
- Servicios asociados a la fabricación





# Por qué me puede interesar (II)



## Porque no me encasillo

- El de Máquina Herramienta e Ingeniería de Fabricación es el sector más permeable, intercambios de personal con sus clientes
- La multidisciplinaridad es el día a día

## Porque me gusta el espíritu innovador

- Las empresas hacen un gran esfuerzo en un entorno muy competitivo
- La máquina herramienta española vende en todo el mundo...
- Me especializo en un campo que puede tener continuidad en el extranjero, en centros de Europa, Japón, USA, etc.

*“Yo quería estudiar ingeniería para hacer cosas útiles: la Máquina Herramienta e Ingeniería de fabricación es una realidad palpable, donde aplico lo que he aprendido. Nada existe si no se fabrica, y nada se fabrica sin una máquina, es evidente....*

*.... ¡¡ En el Aula he visto cumplidas mis expectativas !!*

# La Ingeniería, la Máquina Herramienta y la Fabricación



LuisG Uriarte (izq) en la puesta en marcha del proyecto de la el primer banco de ensayos de fuentes de iones del mundo

*“La máquina herramienta recoge los últimos avances de la mecatrónica”*

Luis Gerardo Uriarte, Director del departamento de Mecatrónica e Ingeniería de Precisión de Tekniker,  
Ingeniero por nuestra ETSI, profesor del Aula

*“Este es un sector noble, que genera riqueza real, poco dado a la especulación...y que necesita las mejores personas*

Koldo Arandia,  
Director de Ibarmia Innovatek  
Presidente de AFM



Koldo Arandia, presidente de AFM



*“Mi preparación en tecnologías de fabricación me permitió trabajar en Tarabusi (CIE), dirigir la producción de una planta de la empresa en Rumania, luego en Bionor, ahora en Cie...Un cambio de sectores, pero no de la base que adquirí”*

Javier Berrioategortúa, Ingeniero por nuestra Escuela, alumno colaborador del taller mecánico  
Ingeniero en Cie Automotive



# Qué es un Aula

- Es un conjunto de **actividades formativas y de desarrollo de proyectos de innovación...**  
...qué dispone de un **Aula física en la Escuela**, dotada para llevar a cabo las actividades...  
... y que al su alrededor genera una dinámica de **colaboración entre la Escuela y las empresas** (*'Academia et Industria'*)

La aquí presentada se asemeja al Aula Aeronáutica en lo referido al **curso de especialización**, sumando además la **capacidad de I+D+i** de varios departamentos de la ETSI (Ingeniería Mecánica, Control y Sistemas, Expresión gráfica, etc.)

En la actualidad existen en el ETSI de Bilbao las Aulas de:

Aeronáutica

Energía renovables

Robotiker

Befesa

Ormazabal

Iberdrola

Ecodiseño

Emprendedores

Laga Solutions

*Aula de Máquina Herramienta*

El Aula nace con la idea de ser la una herramienta para la formación en I+D+i en Máquina Herramienta e Ingeniería de Fabricación

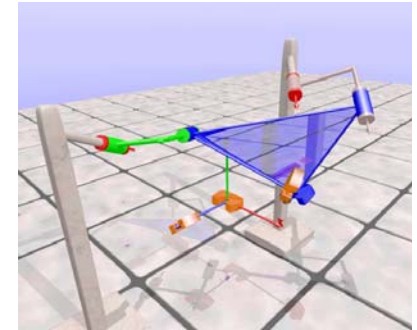
## Cuatro propósitos:

**Formar** a los alumnos en la **últimas técnicas de diseño, control y proceso** para acelerar su integración en la industria

**Abrir** a los **estudiantes de último curso** la posibilidad de realizar un proyecto Fin de Carrera innovador en estas áreas temáticas

**Despertar** el interés y **atraer talento** al campo de la máquina herramienta e ingeniería de fabricación

**Servir** de **plataforma para el desarrollo de actividades** concretas de formación difusión y realización de proyectos de I+D



*Aula de Máquina Herramienta*





# Estructura del curso de especialización



**Dirigido a Alumnos de 5º curso**, con ganas de aprender: título oficial de la UPV/EHU [www.ikasketak.ehu.es](http://www.ikasketak.ehu.es)

## Dos segmentos :

- **Seminarios de formación** especializada

210 horas a las mañanas (a elegir de 300), de octubre a febrero

A la tarde hay clases normales de 5º (con compatibilidades)

- **Proyecto Fin de Carrera** realizado en Cooperación en alguna empresa o centro dedicado a la máquina herramienta y usuarios avanzados (aeronáutica, matricería, automoción), utilizando el Programa de Cooperación la ETSI

- Coste para el alumno: no existe sobrecoste ni tasas asociadas, solamente las de 5º curso



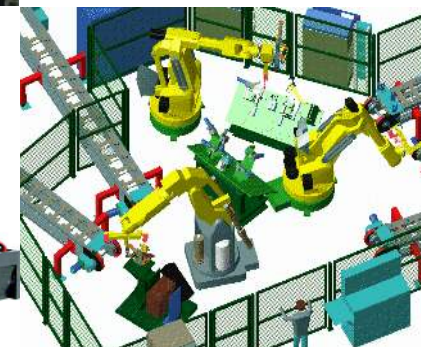
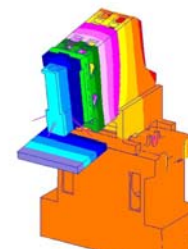
*Vaya chollo...  
¿habré leído bien?*

*Aula de Máquina Herramienta*



Estructuras de máquina herramienta  
Accionamientos: servos, motores lineales  
Husillos de bolas y otro elementos mecánicos  
Precisión en máquinas  
Control Numérico  
Sensores y medida  
Autómatas programables  
Nuevos materiales  
Cálculo y Diseño de máquina herramienta  
Mecanizado de alto rendimiento  
Verificación y calibración de MH  
Mecanizado de precisión y procesos abrasivos  
EDM y procesos no convencionales  
Vibraciones en máquina herramienta  
PLM y Análisis del ciclo de vida  
CAM  
El sector de la Máquina Herramienta  
Investigación en Máquina herramienta  
Metrología avanzada y otras más

Conferencias invitadas ciclo:  
“Know-how in action”





# El proyecto de Aula



## Algunos proyectos:

- **Análisis de la estructura y comportamiento de un torno fresador para torneado de segmentos de aerogeneradores.**
- Optimización de la precisión del corte de esquinas por WEDM
- **Sistema de detección a priori del chatter en piezas aeronáuticas de baja rigidez**
- Una bancada de fresadora realizada en hormigón polimérico
- **Viabilidad del uso de la electroerosión para el reavivado de muelas de conglomerante metálico**
- Mecanismo de dos grados libertad movido por motores lineales
- Optimización de la relación precisión, aceleración, jerk en el fresado multieje de lentes de gran diámetro
- Implementación de un sistema de calidad en los proyectos de I+D de una empresa de automoción
- **Vibraciones en frenos de grandes prensas de estampación de troqueles**
- Estructura óptima de una microfresadora destinada a producir piezas de menos de 0,5 milímetros.
- **Medición de componentes de satélite en condiciones de gravedad reducida**

## Escuela Téc. Superior de Ingeniería de Bilbao (UPV/EHU)

- Departamento de Ingeniería Mecánica
- Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
- Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería
- Departamento de Ingeniería Minero-Metalúrgica y Ciencia de los Materiales

## Centros tecnológicos:

Fatronik- Tecnalía

Tekniker-IK4

Ideko- IK4



**Otros:** AFM, INVEMA

Las conferencias o miniseminarios “*know-how in action*” se programarán según disponibilidad de los expertos internacionales



*Aula de Máquina Herramienta*





---

El Aula busca alumnos motivados, abiertos a muchas tecnologías:

**Ingeniería de fabricación**

**Diseño mecánico**

**Diseño Industrial y Gestión de Proyectos**

**Ingeniería de automática y Control**

Puede ser compatible con...

Y si eres de la zona geográfica de....



## La Escuela de Ingeniería dedica un aula a la máquina-herramienta

EL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN, QUE NACE POR INICIATIVA DE LA ASOCIACIÓN DE FABRICANTES, CUENTA CON LA FINANCIACIÓN DEL GOBIERNO VASCO Y LA DIPUTACIÓN FORAL DE VIZCAYA

### PERMANENTE

La industria española de la máquina-herramienta es la tercera más importante de la Unión Europea y la novena del mundo. Da empleo directo a más de 5.000 personas, influyendo a más de 1.000 por ciento. El País Vasco es el principal centro de este estratégico sector; la comunidad autónoma concentra más del 75% de la actividad de un sector que destina aproximadamente un 6% de su facturación a la investigación y desarrollo, y que siempre con o sin crisis demanda profesionales altamente cualificados. La Asociación de Fabricantes de Máquina-Herramienta (AFMH) traslada esa necesidad a la Escuela Superior de Ingeniería Técnica de Bilbao, que ha acogido el gesto. Así, el pasado lunes abrió sus puertas al Aula de Máquina-Herramienta y Tecnología de Fabricación, que cuenta con el apoyo financiero del Gobierno Vasco y la Diputación vizcaína, a las que se unió posteriormente la institución foral abertzale.

«En la carrera ya se abordan

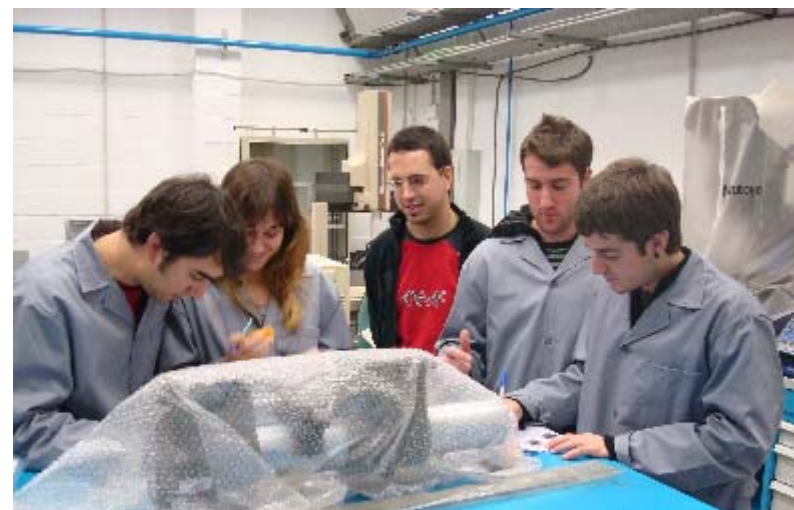
Es el octavo laboratorio creado para cubrir las necesidades de una empresa o sector



El Aula de Máquina-Herramienta especializará en los próximos cuatro años a unos 60 u 80 alumnos.



Los alumnos de la primera promoción del Aula, con el director de la Escuela, Enrique Arceaga.



Aula de Máquina Herramienta



# Resumen



- El Aula es una **apuesta personal** para la mejora como **profesional**
- Abre la puerta a muchos sectores industriales
- Nos acerca y hace asequible el know-how más avanzado
- Fomenta el I+D+i general, actuando en la formación de investigadores

“El Aula me ha abierto caminos para participar en grandes proyectos de I+D”

“La mecatrónica es la visión integral de varias tecnologías”

“Quería saber más... ¡y tras el Aula aún más!”

“¡ No sabía que se sabía tanto de ingeniería y tan cerca!”

“Lo que aprendí en primero, segundo... ¡¡ hace que se muevan estas máquinas a 2g !!”

“El Aula ha sido el esfuerzo más gratificante de mi carrera”

“La carrera profesional llega más lejos y arriba si se empieza antes, ¡el Aula es un buen medio!”

*Aula de Máquina Herramienta*



# Abiertos a la colaboración

El Aula es una iniciativa abierta en la que a lo largo de su desarrollo esperamos contar con el apoyo y colaboración de:

- AFM e Invema (Fundación para la Investigación en MH)
- Otras universidades del País Vasco
- Coordinación con el Instituto de MH de Elgoibar
- Empresas de Máquina herramienta y usuarias
- Centro de Investigación Cooperativa marGUNE



**En definitiva:** un proyecto de la Universidad Pública abierto a colaborar con todos los agentes que buscan que el sector de MH y sus usuarios puedan disponer del mejor personal.

Esta es una tarea común que involucra a muchos agentes y que nuestra sociedad exige

!!! Toda aportación, consejo, contacto, idea es bienvenida!!!

*Aula de Máquina Herramienta*



Una Escuela centenaria ■■■■



Ingeniaritza Goi Eskola Teknikoa  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Bilbao

■■■■ La Universidad Pública al servicio de la sociedad

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

!!!Abierta la inscripción!!!

Más información:

*Luis Norberto López de Lacalle*

*José Antonio Sánchez*

*Enrique Amezua*

Departamento de Ingeniería Mecánica  
ETSI Alameda Urquijo s/n; 48013-Bilbao

Tel.: 94 601 4216, 94 601 4068

email: implomal@bi.ehu.es,impsagaj@bi.ehu.es

[www.ikasketak.ehu.es](http://www.ikasketak.ehu.es)

...y por supuesto cualquier miembro del  
Aula os informará

Links grupos implicados:

[www.ehu.es/manufacturing](http://www.ehu.es/manufacturing)

[www.ehu.es/compmech](http://www.ehu.es/compmech)



*Aula de Máquina Herramienta*

# **Research, Education and Technology Transference in the Machine-Tool Workplace of the Faculty of Engineering of Bilbao**

***Department of Mechanical Engineering  
Faculty of Engineering of Bilbao  
University of the Basque Country (UPV-EHU)***

## CONTENTS

- ◆ **Introduction**
- ◆ **The Machine-Tool Workplace: a case study of University-Industry Cooperation**
  - Objectives
  - Training activities
  - Lecture Topics
  - Projects in Industry
  - Institutional and Industrial support
- ◆ **Conclusions**

## INTRODUCTION



**The Machine-Tool industry is one of the most important industrial sectors in the Basque Country, accounting for more than 80% of the total Spanish production of machine-tools.**



**Faculty of Engineering of Bilbao, founded in 1897**

**The Faculty of Engineering of Bilbao has a long tradition of collaboration with Industry in both research and training.**



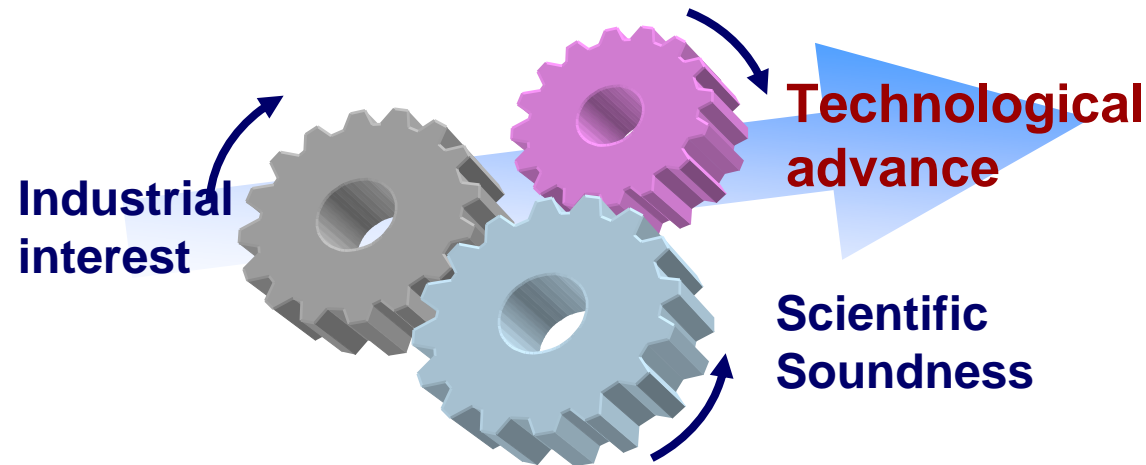
**More info at:**

**[www.ehu.es/manufacturing](http://www.ehu.es/manufacturing)**

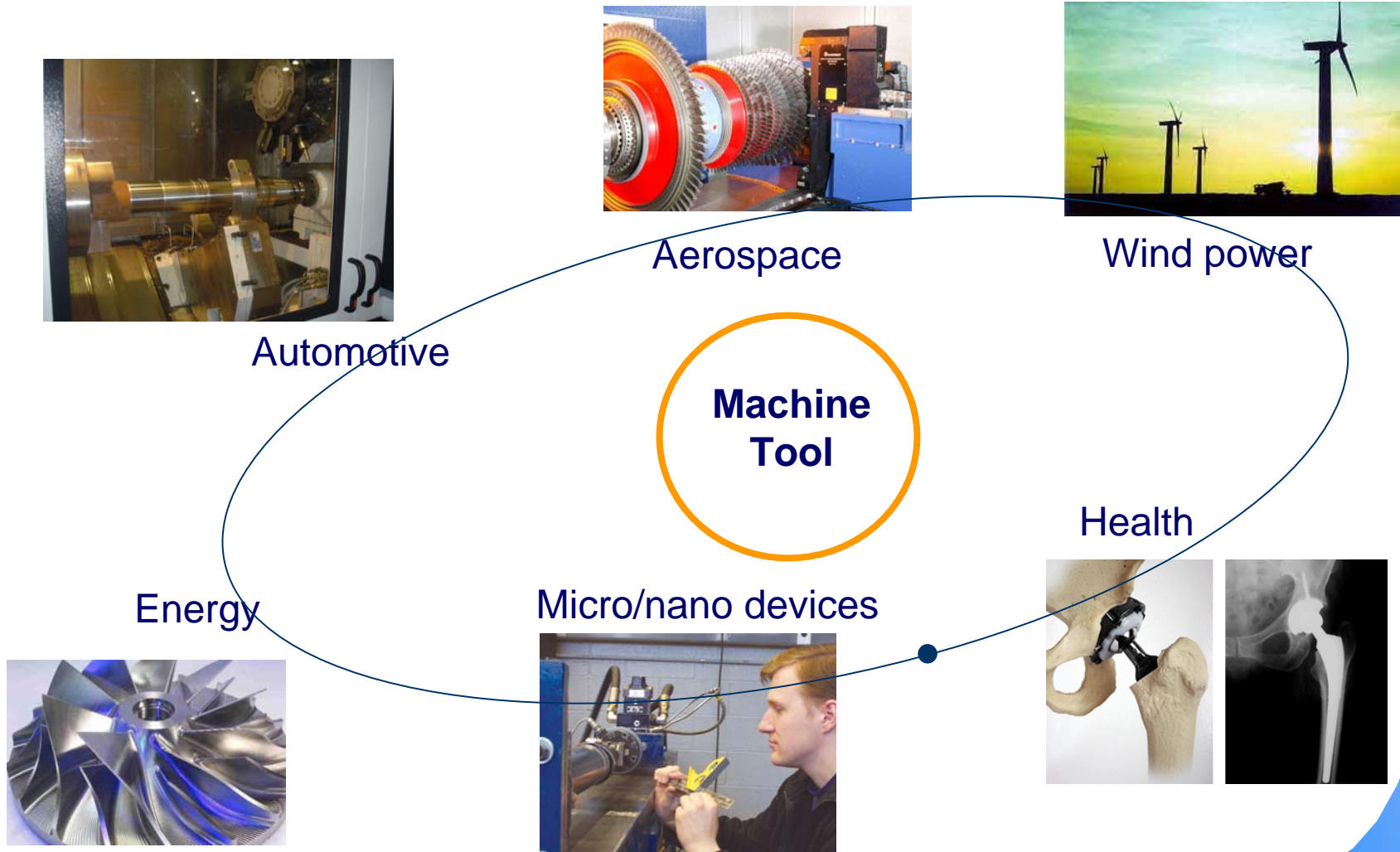


## INTRODUCTION

- It is a common thought that industrial interest and application are not compatible with scientific soundness.
- However, in the field of Machine-Tools, the search for a scientific solution to a particular industrial problem has been the key to explain many recent innovations.



# INTRODUCTION



# THE MACHINE-TOOL UNIT

## A CASE STUDY OF UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION



### OBJECTIVES:

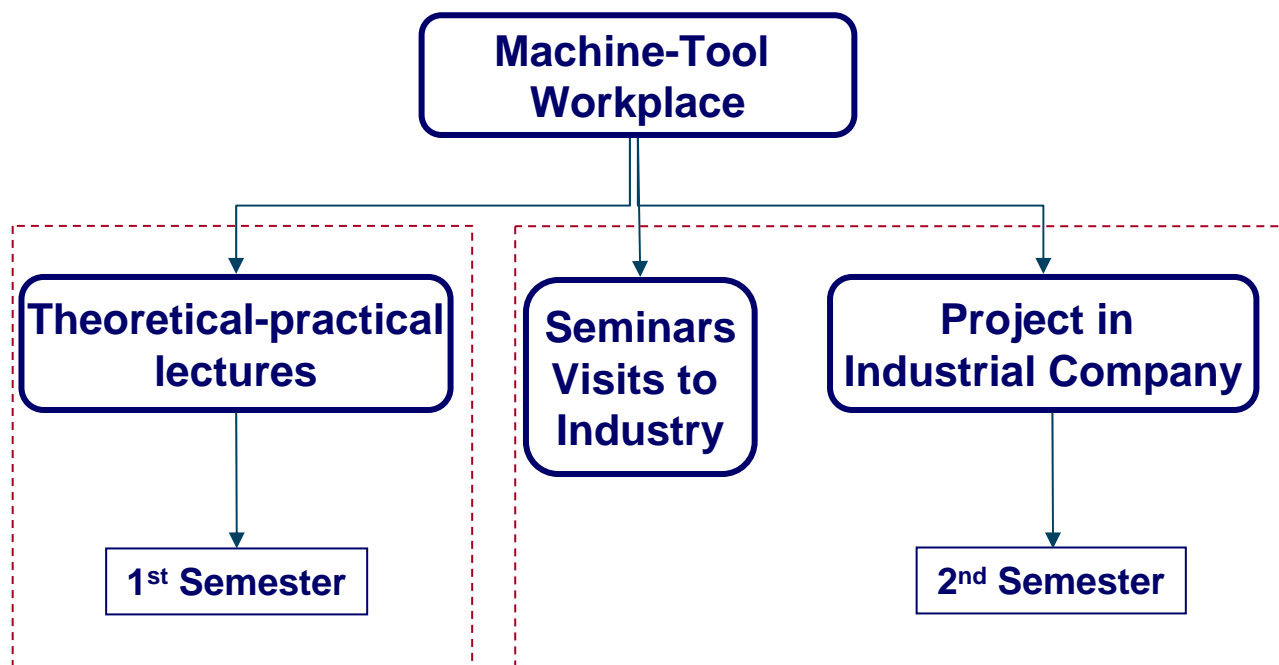
- 1.- **TO TRAIN** experts for the Machine-Tool Industry.
- 2.- **TO MATERIALIZE** the pay-off to Society.
- 3.- **TO SPREAD** amongst industrial companies the culture of innovation and scientific knowledge.
- 4.- **TO PROMOTE** new proposals of research and development.



# THE MACHINE-TOOL UNIT

## A CASE STUDY OF UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION

### TRAINING ACTIVITIES





# THE MACHINE-TOOL UNIT

## A CASE STUDY OF UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco  
Dpto. Ingeniería  
Mecánica

Euskal Herriko  
Unibertsitatea  
Mekanika  
Ingeniaritza Saila

### TOPICS

#### ➤ Advanced Design of Machine Tools

- Structures and Materials
- Machine Precision
- Parallel Kinematics
- Machine Tool Dynamics
- Machine Tool Verification

#### ➤ The Machine and the Process

- High Performance Machining
- Abrasive Processes
- CAM
- Laser and emerging processes

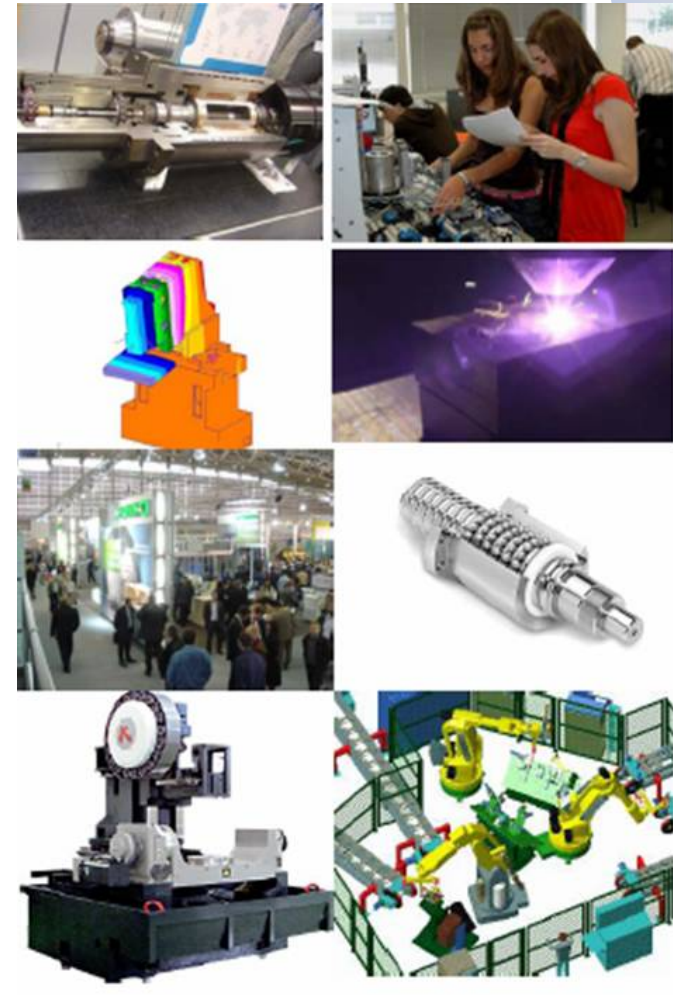
#### ➤ Machine Tool Control

- PLC's
- Numerical Control
- Pneumatics and Hidraulics

#### ➤ Machine Tool Life Cycle

- TIC's applied to Machine Tools
- Life Cycle
- LCA Analysis

#### ➤ Innovation in Machine Tools



# THE MACHINE-TOOL UNIT

## A CASE STUDY OF UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION

### FINAL PROJECT IN INDUSTRIAL COMPANIES

In the 2nd Semester, the students carry out their **Final Year Project in a company** of the Machine Tool Sector

The student can take to practice the **knowledge acquired** during the 1st Semester, developing a Project proposed by a Machine Tool Company



### Some examples...

- Advanced machining of superalloys for the aerospace industry
- Control of electromechanic devices
- New welding and joining processes FSW



# THE MACHINE-TOOL UNIT

## A CASE STUDY OF UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION

### INSTITUTIONAL SUPPORT



Basque Government, Department of Industry and Innovation

Basque Government, Department of Education, Universities and Research



Diputación Foral of Bizkaia, Department of Innovation and Economic Promotion

### INDUSTRIAL SUPPORT



Spanish Association of Machine Tool Builders