

## I Convocatoria de acciones para la adaptación de UEx al EEES

<i>Datos del Proyecto</i>	
<i>Título del Proyecto</i>	Diseño multidisciplinar e integrado de planes docentes en la titulación de ingeniero industrial
<i>Director</i>	Enrique Romero Cadaval
<i>Titulación/es implicada/s</i>	Ingeniero Industrial

<i>Perfil profesional de la Titulación</i>	
<i>Perfiles</i>	<i>Subperfiles o contextualización en el entorno (en su caso)</i>
I. Generalista	Eléctrico, Energético, Mecánico.

<i>Competencias Específicas de la Titulación (CET)</i>		<i>Nº perfil/es</i>
<i>(Profesionales)</i>		
T1	Identificar y formular problemas de ingeniería.	I
T2	Resolver dichos problemas aplicando conocimientos científicos y técnicos o utilizando técnicas y herramientas actuales.	I
T3	Analizar y valorar los resultados obtenidos y tomar decisiones.	I
T4	Diseñar sistemas, componentes, procesos y procedimientos para alcanzar objetivos.	I
<i>(Personales)</i>		
T5	Funcionar en equipos multidisciplinares.	I
T6	Comunicar de forma efectiva	I
T7	Entender el impacto de la técnica en un contexto social global	I
T8	Ser capaz de reciclarse	I

<i>Competencias Generales del Titulado</i>		<i>Nº perfil/es</i>
G1	Capacidad de análisis y síntesis	I
G2	Capacidad de organización y planificación	I
G3	Comunicación oral y escrita	I
G4	Conocimiento de lengua extranjera	I
G5	Conocimientos de informática	I
G6	Capacidad de gestión de la información	I
G7	Resolución de problemas	I
G8	Toma de decisiones	I
G9	Trabajo en equipo	I
G10	Trabajo en un contexto internacional	I
G11	Habilidades en las relaciones interpersonales	I
G12	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad	I
G13	Razonamiento crítico	I
G14	Compromiso ético	I
G15	Aprendizaje autónomo	I
G16	Adaptación a nuevas situaciones	I
G17	Creatividad	I
G18	Liderazgo	I
G19	Conocimiento de otras culturas y costumbres	I
G20	Iniciativa y espíritu emprendedor	I
G21	Motivación por la calidad y mejora continua	I
G22	Sensibilidad por temas Medioambientales	I
G23	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	I
G24	Conocimientos básicos de la profesión	I
G25	Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia	I

# **ANÁLISIS PREVIO DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **Introducción**

El análisis que resumimos en esta memoria ha sido realizado por los grupos de profesores firmantes de los proyectos “Fundamentos matemáticos y físicos de la Ingeniería Industrial”, “Diseño multidisciplinar e integrado de Planes Docentes en la titulación de Ingeniería Industrial”, y “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales”. Las conclusiones son el fruto de la discusión realizada en tres sesiones.

Este análisis no pretende ser un estudio exhaustivo y completo, ni tan siquiera técnicamente bien desarrollado, de los contextos en los que se debe desenvolver la titulación de Ingeniería Industrial. Esto es debido fundamentalmente a dos razones. En primer lugar, es evidente que no disponemos ni de los conocimientos ni del tiempo necesarios para llevarlo a cabo. Por otra parte, este mismo estudio está siendo realizado en estos momentos por especialistas mediante la elaboración de los llamados “libros blancos”. Con nuestro trabajo hemos pretendido simplemente contrastar opiniones sobre aspectos claves de nuestra docencia, y llegar a unos acuerdos básicos que permitan expresar algunas conclusiones.

## **Contexto profesional**

Desde nuestro punto de vista, que corresponde quizás una percepción académica, el ingeniero industrial es un titulado de perfil generalista dentro del contexto ingenieril, que debe haber adquirido las siguientes capacidades al final de sus estudios:

(Profesionales)

1. Identificar y formular problemas de ingeniería.
2. Resolver dichos problemas aplicando conocimientos científicos y técnicos o utilizando técnicas y herramientas actuales.
3. Analizar y valorar los resultados obtenidos y tomar decisiones.
4. Diseñar sistemas, componentes, procesos y procedimientos para alcanzar objetivos.

(Personales)

5. Funcionar en equipos multidisciplinarios.
6. Comunicar de forma efectiva
7. Entender el impacto de la técnica en un contexto social global
8. Ser capaz de reciclarse

En nuestra opinión es válida la lista de competencias, habilidades y conocimientos propuesta en el proyecto de elaboración de “libro blanco” de la titulación de Ingeniería Industrial. Esta lista se recoge en la tabla 1, que incluye una puntuación de 1 (poco considerada) a 4 (muy considerada) realizada por los profesores que participan en los proyectos mencionados.

<b>Valoración de competencias, habilidades y conocimientos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Capacidad de análisis y síntesis				
2	Capacidad de organización y planificación				
3	Comunicación oral y escrita				
4	Conocimiento de lengua extranjera				
5	Conocimientos de informática				
6	Capacidad de gestión de la información				
7	Resolución de problemas				
8	Toma de decisiones				
9	Trabajo en equipo				
10	Trabajo en un contexto internacional				
11	Habilidades en las relaciones interpersonales				
12	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad				
13	Razonamiento crítico				
14	Compromiso ético				
15	Aprendizaje autónomo				
16	Adaptación a nuevas situaciones				
17	Creatividad				
18	Liderazgo				
19	Conocimiento de otras culturas y costumbres				
20	Iniciativa y espíritu emprendedor				
21	Motivación por la calidad y mejora continua				
22	Sensibilidad por temas Medioambientales				
23	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica				
24	Conocimientos básicos de la profesión				
25	Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia				

Tabla1: Lista de competencias, habilidades y conocimientos

## **Contexto curricular**

### **1. Itinerarios académicos**

La figura 1 muestra un diagrama de bloques en el que se observan las relaciones existentes entre las asignaturas pertenecientes al Plan de Estudios<sup>1</sup> de la titulación de Ingeniero Industrial, y que figuran en los proyectos “Fundamentos matemáticos y físicos de

<sup>1</sup> Este Plan de Estudios fue aprobado el 25 de Julio de 1994 (BOE del 19-8-1994) y modificado el 22 de Octubre de 1998 (BOE del 12-11-1998).

la Ingeniería Industrial” y “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales””. Dado que las asignaturas contempladas en el proyecto “Diseño multidisciplinar e integrado de Planes Docentes en la titulación de Ingeniería Industrial” no fueron agrupadas atendiendo a criterios de afinidad, no las consideraremos en este punto. En la figura, las asignaturas incluidas en los proyectos aparecen en **negrita**. Los títulos subrayados se corresponden con la denominación común que aparece en el B.O.E. en el caso de las asignaturas troncales. Los números que aparecen entre paréntesis detrás del nombre de cada asignatura y que se encuentran separados por un punto, se refieren al curso y al cuatrimestre de impartición, respectivamente. A continuación comentaremos por separado la relación existente entre las asignaturas pertenecientes a cada uno de los proyectos.

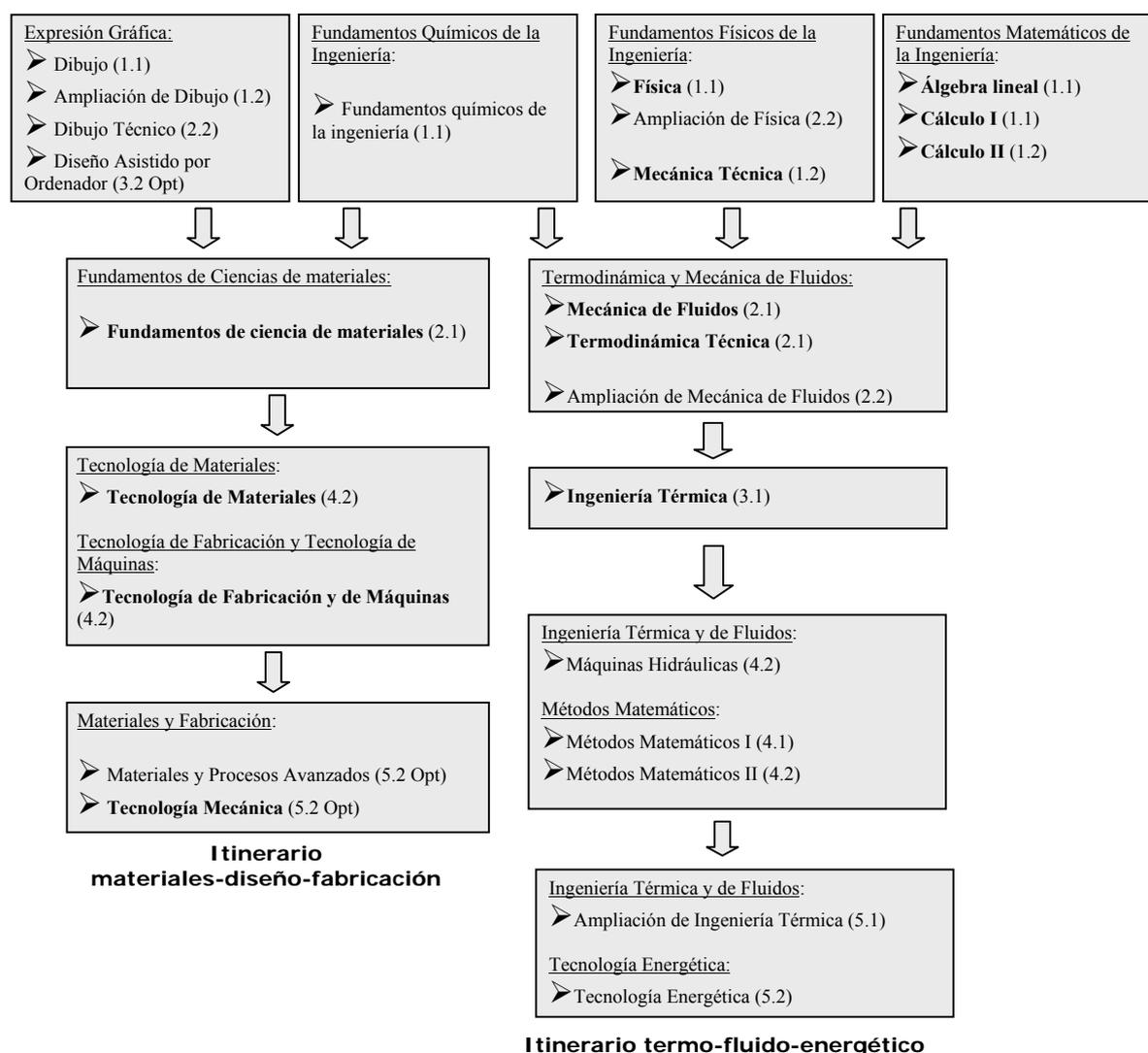


Figura1: Diagrama de bloques

## Proyecto “Fundamentos matemáticos y físicos de la Ingeniería Industrial”

Este proyecto engloba a un conjunto de asignaturas pertenecientes a un itinerario común que podríamos denominar “termo-fluido-energético”. En primer lugar, y dada la fuerte componente de cálculo que tienen estas materias, se puede afirmar que todas las asignaturas de Matemáticas estarían incluidas en este itinerario. Estas asignaturas son:

- *Álgebra lineal* (Troncal, 6 créditos, 1<sup>er</sup> curso)
- *Cálculo I* (Troncal, 7,5 créditos, 1<sup>er</sup> curso)
- *Cálculo II* (Troncal, 7,5 créditos, 1<sup>er</sup> curso)
- *Métodos Matemáticos I* (Troncal, 6 créditos, 4<sup>o</sup> curso)
- *Métodos Matemáticos II* (Troncal, 6 créditos, 4<sup>o</sup> curso)

Las materias en las que se imparten conocimientos básicos de Física deben ser igualmente consideradas. Así, la asignatura *Física* (Troncal, 7,5 créditos, 1<sup>er</sup> curso) incluye temas dedicados a la Mecánica, Teoría de Campos y Termodinámica Fundamental íntimamente relacionados con este itinerario. La asignatura *Ampliación de Física* (Troncal, 4,5 créditos, 2<sup>o</sup> curso) dedica algunos temas a la Teoría Cinética de Gases, disciplina conectada con los fundamentos de la Mecánica de Fluidos. En la asignatura *Mecánica Técnica* (Obligatoria, 4,5 créditos, 1<sup>er</sup> curso) se introducen conceptos de cinemática, se analizan los sistemas de fuerzas, y se establecen principios básicos muy útiles posteriormente.

La asignatura *Fundamentos Químicos de la Ingeniería* (Troncal, 6 créditos, 1<sup>er</sup> curso) cierra el conjunto de asignaturas de primer año relacionadas con este itinerario. En esta materia se establecen, por ejemplo, los fundamentos químicos de la combustión que será considerada frecuentemente en el resto de las asignaturas.

Es de destacar la estrecha relación existente entre la Mecánica de Fluidos y la Termodinámica. En este sentido, es lógico encontrar un cierto solapamiento de los programas de las asignaturas relacionadas con estas materias. La asignatura *Termodinámica Técnica* (Troncal, 7,5 créditos, 2<sup>o</sup> curso) desarrolla en detalle aspectos termodinámicos de la Mecánica de Fluidos. La asignatura *Termodinámica Técnica* también incluye lecciones dedicadas a problemas elementales de movimiento de fluidos. En el tercer curso de la titulación se imparte la asignatura *Ingeniería Térmica* (Obligatoria, 9 créditos, 3<sup>er</sup> curso) que trata los fundamentos de la transmisión de calor y sus aplicaciones industriales. Se dedican varias lecciones al estudio de la transmisión de calor en sus tres formas (conducción, radiación y convección). La convección, con evidentes implicaciones fluidomecánicas, es tratada obviando detalles propios de la Mecánica de Fluidos. La formación del alumno en temas relacionados con la Termodinámica se completa con las asignaturas *Ampliación de Termodinámica* (Obligatoria, 6 créditos, 4<sup>o</sup> curso) y *Ampliación de Ingeniería Térmica* (Troncal, 4,5 créditos, 5<sup>o</sup> curso).

Con carácter general, podemos afirmar que las máquinas fluidodinámicas se dividen en máquinas hidráulicas y térmicas, según sea el régimen de compresibilidad del flujo que las

atravesada (incompresible en las máquinas hidráulicas, y compresible en las térmicas). En este sentido, no debemos olvidar la relación (aunque sea indirecta) existente entre la asignatura *Máquinas Hidráulicas* y todas aquellas que analizan el funcionamiento de las máquinas térmicas. Por ejemplo, la asignatura *Termodinámica Técnica* (Troncal, 7,5 créditos, 2º curso) incluye en la actualidad temas dedicados a las turbinas de vapor y a los turbocompresores.

A lo largo de la titulación podemos encontrar varias asignaturas que analizan el funcionamiento de las turbinas (hidráulicas o de vapor). Así, las asignaturas *Tecnología Energética* (Troncal, 6 créditos, 5º curso), *Sistemas Energéticos* (Optativa, 6 créditos, 2º ciclo) y *Fuentes Alternativas de Energía* (Libre elección, 6 créditos) abordan este problema desde distintos puntos de vista. Debemos mencionar también la asignatura *Turbomáquinas* (Optativa, 6 créditos, 2º ciclo) impartida por el Área de Máquinas y Motores Térmicos del Departamento de Ingeniería Química y Energética. Esta asignatura está dedicada casi exclusivamente al estudio de las turbinas (hidráulicas y de vapor). El programa se completa con el análisis del funcionamiento de turbocompresores y turborreductores. También requiere una mención la asignatura *Aerogeneradores* (Optativa, 6 créditos, 2º ciclo) que desarrolla conceptos relacionados tanto con la Aerodinámica (y, por lo tanto, con la Mecánica de Fluidos) como con la maquinaria hidráulica.

Proyecto “Diseño coordinado de Planes Docentes de asignaturas relacionadas con los materiales, procesos de diseño y fabricación de componentes industriales”

A rellenar por Lupe que ahora tiene la gripe...

## **2. Requisitos de acceso**

Es nuestra opinión que debería existir un examen de ingreso elaborado por profesores de la Escuela de Ingenierías Industriales como requisito de acceso adicional a los requisitos generales ya existentes. Esta prueba de acceso debería evaluar, por un lado, los conocimientos adquiridos por el alumno durante la Educación Secundaria relacionados con la Ingeniería Industrial (Física, Matemáticas, Dibujo, Química, ...), y por otro, las capacidades intelectuales que le permitirán sacar provecho del proceso de aprendizaje que se desarrolla en la titulación.

Si este procedimiento de selección no pudiera ser articulado legalmente, sería conveniente establecerlo al menos con carácter orientativo o informativo, persiguiendo dos objetivos: (1) que el alumno conozca sus condiciones de partida en relación a la titulación que va a estudiar para fortalecer sus debilidades, o incluso para modificar su elección de carrera; y (2) que el centro de enseñanza conozca con fundamento los conocimientos y aptitudes con los que parten sus alumnos antes de iniciar los estudios universitarios, para de esta manera enfocar adecuadamente la docencia.

Este examen podría ser aprovechado por parte del centro para obtener otro tipo de información relevante acerca de sus estudiantes; por ejemplo, con qué prioridad eligieron la carrera de Ingeniería Industrial, o cuáles fueron sus calificaciones en la Educación

Secundaria en asignaturas relacionadas con la titulación. Toda esta información permitiría realizar un análisis previo crucial para reducir al máximo el fracaso o el abandono de los estudios.

### **3. Estrategias de coordinación intra e interdepartamental en el marco de la titulación**

En nuestra opinión la coordinación entre profesores de una misma titulación es una componente esencial para que la enseñanza sea de calidad. La coordinación debe abarcar distintos aspectos de la docencia. En una primera fase, es necesario establecer los Planes Docentes de las asignaturas de forma coordinada, evitando solapamientos, estableciendo itinerarios coherentes, unificando nomenclaturas, etc. En una segunda fase, se debe realizar un seguimiento de los planes acordados y evaluar de forma conjunta el grado de eficacia del proceso de aprendizaje planteado. La coordinación debe ser estimulada y dirigida por el Centro a través de la figura del Coordinador de la Titulación. Pensamos que no debería considerarse como algo “optativo”, sino como parte consustancial de nuestra labor docente.

Un procedimiento para elaborar los Planes Docentes de las asignaturas de la titulación podría constar de las siguientes etapas:

1. Profesores pertenecientes a un Área de Conocimiento se coordinan entre sí y con profesores de áreas afines (pertenecientes al mismo u a otro Departamento) para acordar los Planes Docentes de sus asignaturas.
2. Estos Planes Docentes se trasladan al Departamento responsable de la docencia para que sean aprobados como propuestas al Centro
3. El Coordinador de la Titulación recibe las propuestas y establece un procedimiento que involucre a los profesores implicados para realizar, si fuera el caso, alguna modificación del Plan Docente.
4. El Coordinador de la Titulación traslada los Planes Docentes revisados a los Departamentos para su aprobación definitiva.

En este esquema, el Departamento debe propiciar fundamentalmente la coordinación intradepartamental, mientras que el Centro, a través del Coordinador de la Titulación, debe asegurarse de que también tenga lugar la coordinación entre distintos Departamentos.

Proyectos de innovación docente  
Modalidad A  
(grupos que trabajan con la  
titulación “Ingeniería Industrial”)

A stylized silhouette of a mountain range in a teal color, located in the bottom right corner of the slide.

# Fases del proyecto

## Entre todos:

- ◆ Análisis previo de la titulación. (Hasta Navidades)  
No hay todavía un “libro blanco” de la titulación.

## Cada grupo por separado:

Elaboración del Plan Docente de cada asignatura.

- ◆ Contextualización de la asignatura. Contenidos y objetivos. (Hasta Semana Santa)
- ◆ Metodología. Evaluación de la asignatura. (Hasta la primera semana de mayo)
- ◆ Evaluación del proyecto. Memoria final. (Hasta 15 de junio)

# Primera Fase: análisis previo de la titulación

- ◆ Información general.  
¿Qué tipo de titulación tendremos?

Reunión anterior

- ◆ Contexto profesional

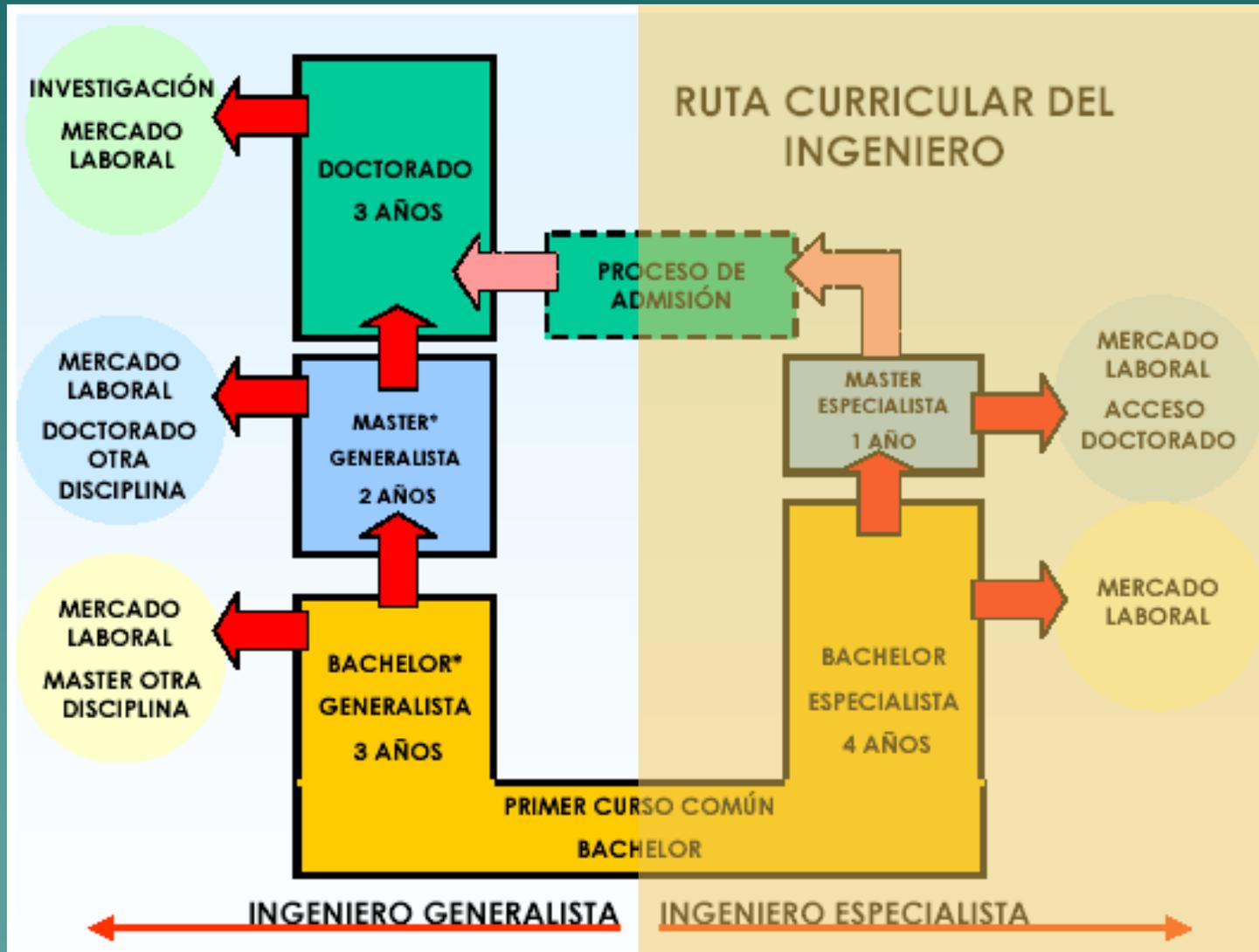
- ◆ Contexto curricular

- ◆ Contexto personal

Reunión de hoy

- ◆ Se trata de realizar una reflexión previa en común
  
  - ◆ Es un punto de partida para elaborar los planes docentes de nuestras asignaturas.
    - El resultado aparecerá en las memorias finales.
    - Elaboraremos un borrador que os enviaremos para que lo reviseis.
  
  - ◆ No se trata de elaborar un informe “oficial” o “vinculante”, ni siquiera a nivel del centro
- 

# Sistema BaMa: Ingeniero Industrial, Ingeniero de perfil generalista.



# Habilidades del Ingeniero Industrial.

(fuente: : "**Ingeniería Industrial 150 años en España**". 2000)

- Aplicar el conocimiento de matemáticas, ciencia e ingeniería
- Diseñar y realizar experimentos; analizar los datos
- Identificar, formular y resolver problemas ingenieriles
- Diseñar sistemas, componentes o procesos para alcanzar objetivos
- Utilizar técnicas y herramientas modernas necesarias para la práctica de la ingeniería
- Funcionar en equipos multidisciplinares
- Comunicar de forma efectiva
- Capacidad para entender el impacto de la técnica en un contexto social global
- Capacidad para reciclarse

# Contexto curricular

- ◆ Los tres primeros puntos se refieren a competencias. Ya fueron abordados
  - ◆ Análisis comparativo de Planes de Estudio. No hemos hecho nada. ¿Alguien tiene algún análisis hecho?
  - ◆ Diseño de bloques de contenido del Título e interrelación de las materias que participan en el proyecto
- 

Expresión Gráfica:

- Dibujo (1.1)
- Ampliación de Dibujo (1.2)
- Dibujo Técnico (2.2)
- Diseño Asistido por Ordenador (3.2 Opt)

Fundamentos Químicos de la Ingeniería:

- Fundamentos químicos de la ingeniería (1.1)

Fundamentos Físicos de la Ingeniería:

- Física (1.1)
- Ampliación de Física (2.2)
- Mecánica Técnica (1.2)

Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería:

- Álgebra lineal (1.1)
- Cálculo I (1.1)
- Cálculo II (1.2)

Fundamentos de Ciencias de materiales:

- Fundamentos de ciencia de materiales (2.1)

Termodinámica y Mecánica de Fluidos:

- Mecánica de Fluidos (2.1)
- Termodinámica Técnica (2.1)
- Ampliación de Mecánica de Fluidos (2.2)

Tecnología de Materiales:

- Tecnología de Materiales (4.2)

➤ Ingeniería Térmica (3.1)

Tecnología de Fabricación y Tecnología de Máquinas:

- Tecnología de Fabricación y de Máquinas (4.2)

Ingeniería Térmica y de Fluidos:

- Máquinas Hidráulicas (4.2)
- Métodos Matemáticos:
  - Métodos Matemáticos I (4.1)
  - Métodos Matemáticos II (4.2)
- Ampliación de Termodinámica (4.1)

Materiales y Fabricación:

- Materiales y Procesos Avanzados (5.2 Opt)
- Tecnología Mecánica (5.2 Opt)

Ingeniería Térmica y de Fluidos:

- Ampliación de Ingeniería Térmica (5.1)

Tecnología Energética:

- Tecnología Energética (5.2)

**I itinerario  
materiales-diseño-fabricación**

**I itinerario termo-fluido-energético**

# Contexto curricular

- ◆ Requisitos de acceso (adicionales):
  - ¿Es conveniente establecerlos?
  - Si legalmente no se pudieran articular, ¿podría establecerse una prueba de acceso con carácter informativo?
  - ¿Qué características podría tener esa prueba? ¿Se evalúan conocimientos y/o aptitudes?
  
- ◆ Vinculación de las materias del proyecto a las competencias de título.
  - Trabajo personal en la elaboración del Plan Docente
  - Utilizando la memoria común

# Contexto curricular

- ◆ Otros puntos para reflexionar en la elaboración del Plan Docente y discutir por grupos:
  - Estimación de coeficientes de practicidad-experimentalidad de cada materia\*
  - Estimación del trabajo autónomo (no presencial) que necesita invertir como mínimo el alumno para alcanzar los objetivos, incluyendo la realización de trabajos dirigidos y la preparación de exámenes (estrategia retrospectiva del “doble promedio”; estrategia de autorregistro...)
  - Estimación y justificación de coeficientes de agrupamiento de cada materia (porcentaje de créditos que sería conveniente (y “realista”) realizar en actividades (a) de grupo grande, (b) de seminario o laboratorio; (c) en grupo pequeño; (d) trabajo autónomo no presencial

# Contexto curricular

- ◆ Estrategias de coordinación **didáctica** intra e interdepartamental en marco de la titulación
    - ¿Quién debe coordinar?
    - ¿Qué se debe coordinar?
    - ¿Con qué frecuencia?...
  
  - ◆ Análisis de recursos necesarios
- 

# Contexto personal

- ◆ Análisis de itinerarios de procedencia de los alumnos para nuestra titulación:
  - Sabemos que “todos” proceden de selectividad
  - No disponemos de más datos:
    - ◆ Notas en asignaturas relevantes de educación secundaria
    - ◆ Orden de elección de la carrera
  - ¿Se podrían obtener?
  
- ◆ Grado de fracaso y abandono. ¿Qué entendemos por fracaso?  
¿En cuantos años se debe terminar la carrera?

Proyectos de innovación docente  
Modalidad A  
(grupos que trabajan con la  
titulación “Ingeniería Industrial”)

A stylized, layered mountain range graphic in shades of teal and blue, located in the bottom right corner of the slide.

# Fases del proyecto

## Entre todos:

- ◆ Análisis previo de la titulación. (Hasta Navidades)  
No hay todavía un "libro blanco" de la titulación.

## Cada grupo por separado:

Elaboración del Plan Docente de cada asignatura.

- ◆ Contextualización de la asignatura. Contenidos y objetivos. (Hasta Semana Santa)
- ◆ Metodología. Evaluación de la asignatura. (Hasta la primera semana de mayo)
- ◆ Evaluación del proyecto. Memoria final. (Hasta 15 de junio)

Este miércoles: "Estructura del Plan Docente en la UEx"  
(Salón de Actos de la Facultad de Ciencias. A las 16:30 horas.)

# Primera Fase: análisis previo de la titulación

- ◆ Información general.  
¿Qué tipo de titulación tendremos?

Reunión de hoy

- ◆ Contexto profesional

- ◆ Contexto curricular

- ◆ Contexto personal

Reunión del miércoles  
22 a las 12:00 horas

# Información general

- ◆ Presentamos documentación recogida referente a la convergencia europea y las ingenierías
  - ◆ Proponemos un modelo de titulación ("BAMA") que englobe nuestras asignaturas
  - ◆ No se pretende discutir acerca del modelo más apropiado ni realizar ninguna propuesta a nadie
- 

# Contexto profesional

## Se nos pide:

- ◆ “Estudio de los posibles perfiles profesionales y competencias generales que demanda el mercado laboral”
- ◆ “Grado de implicación en los perfiles profesionales de las materias de la titulación”  PLAN DOCENTE
- ◆ Se trata de realizar una reflexión previa en común
- ◆ Es un punto de partida para elaborar los planes docentes de nuestras asignaturas
- ◆ No se trata de elaborar un informe “oficial” o “vinculante”, ni siquiera a nivel del centro



## Plan Docente de “Máquinas Eléctricas”

### I. Descripción y contextualización

Identificación y características de la materia				
<b>Denominación</b>	<b>Máquinas Eléctricas</b>			
<i>Curso y Titulación</i>	3 <sup>er</sup> curso. Ingeniero Industrial			
<b>Profesor</b>	María Isabel Milanés Montero			
<i>Área</i>	Ingeniería Eléctrica			
<i>Departamento</i>	Electrónica e Ingeniería Electromecánica			
<i>Tipo y ctos. LRU</i>	<b>Obligatoria</b>		<b>6 créditos (3 + 3)</b>	
<i>Coefficientes</i>	<b>Practicidad: 3</b>		<b>Agrupamiento: 2</b>	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	1 <sup>er</sup> cuatrimestre		4,8 créditos ECTS (130 h alumno) <sup>1</sup>	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	<b>Grupo Grande:</b> 17,5%	<b>Seminario-Lab.:</b> 22,5%	<b>Tutoría ECTS:</b> 5%	<b>No presenciales:</b> 55%
	23 horas 17,5%	15 horas laboratorio 11,5 % 14 horas seminario 11%	6 horas 5%	72 horas 55%
<i>Descriptorios (según BOE)</i>	Teoría general de Máquinas Eléctricas. Transformadores. Motores. Generadores. Cálculo y construcción de máquinas eléctricas			

### II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>CET</i>
1. Adquirir los conocimientos de Teoría General de Máquinas Eléctricas necesarios para aplicarlos al cálculo y diseño de transformadores y máquinas rotativas.	T1, T2, T3, T4
2. Analizar el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas.	T1, T2, G1
3. Identificar las máquinas eléctricas presentes habitualmente en un sistema de energía eléctrica.	T1, T7, G24
4. Manejar adecuadamente instrumentación y material de laboratorio necesarios para realizar ensayos y puesta en carga de máquinas eléctricas.	T2, G23
5. Conocer programas de simulación que permitan analizar el funcionamiento de las máquinas eléctricas ante diferentes situaciones de operación.	T2, G1, G5
<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
6. Adquirir capacidad de análisis y síntesis	G1
7. Mejorar la comunicación oral y escrita, aprendiendo también a comunicarse con personas no expertas en la materia	G3, G25
8. Resolución de problemas y toma de decisiones	G7, G8
9. Potenciar la creatividad y motivar la calidad y mejora continua	G17, G21
10. Adquirir la capacidad de aplicar los conocimientos estudiados en la asignatura en la práctica del ejercicio libre de la profesión	G23, G24
11. Formarse y actualizar conocimientos de forma continuada	T8

<sup>1</sup> A falta de libro blanco, en este plan docente se ha adoptado que un crédito ECTS equivale a veintisiete horas de dedicación del alumno.

### III. Contenidos

En esta sección se presenta el Programa Teórico de la asignatura *Máquinas Eléctricas*, con indicación de la secuenciación de bloques temáticos y temas. El diagrama de bloques de dicho programa se representa en la Figura 1. Se adjunta, además, el Programa de Prácticas.

Por último, se muestra la interrelación entre esta asignatura y otras del Plan de Estudios. En la Figura 2 se resalta dicha interrelación a partir del esquema de la ordenación temporal del aprendizaje de Ingeniero Industrial.

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>	
<b>BLOQUE 0: INTRODUCCIÓN</b>	
1.	INTRODUCCIÓN A LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Definición y clasificaciones.</li> <li>1.2. Constitución general de las máquinas eléctricas.</li> <li>1.3. Fundamentos de la conversión electromagnética.</li> <li>1.4. Balance de energía. Pérdidas y rendimiento.</li> <li>1.5. Potencia nominal. Regímenes de carga</li> </ul>
<b>BLOQUE 1: EL TRANSFORMADOR</b>	
2.	LA MÁQUINA ESTÁTICA ELEMENTAL. EL TRANSFORMADOR IDEAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. El transformador elemental.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1.1. Criterios de signo.</li> <li>2.1.1.2. Reversibilidad.</li> <li>2.1.1.3. Potencia interna.</li> </ul> </li> <li>2.2. Parámetros nominales.</li> <li>2.3. Finalidad de los transformadores.</li> <li>2.4. Constitución de los transformadores.</li> </ul>
3.	FUNCIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR REAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Corriente en vacío del transformador.</li> <li>3.2. Circuito equivalente del transformador real con acoplamiento perfecto.</li> <li>3.3. Puesta en carga del transformador.</li> <li>3.4. Diagrama vectorial y circuito equivalente con acoplamiento ideal.</li> </ul>
4.	ANÁLISIS DEL TRANSFORMADOR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Reducción de los valores de un transformador a primario.</li> <li>4.2. Circuitos equivalentes con reducción.</li> <li>4.3. Diagrama de Kapp. Triángulo de Kapp.</li> <li>4.4. Determinación del circuito equivalente mediante ensayos.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1. Ensayo de vacío</li> <li>4.4.2. Ensayo de cortocircuito</li> </ul> </li> </ul>
5.	PARÁMETROS DE TRABAJO DEL TRANSFORMADOR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1. Cálculo del rendimiento a partir de los ensayos.</li> <li>5.2. Caída de tensión. Cálculo a partir del circuito equivalente.</li> <li>5.3. Corriente de conexión.</li> <li>5.4. Corriente de cortocircuito.</li> </ul>
6.	TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1. Banco trifásico de transformadores monofásicos.</li> <li>6.2. Transformador trifásico de tres columnas.</li> <li>6.3. Conexiones y acoplamientos.</li> <li>6.4. Índice horario.</li> <li>6.5. Análisis y ensayos del transformador trifásico.</li> </ul>
7.	OTROS ASPECTOS DE LA TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>7.1. Acoplamiento de transformadores.</li> <li>7.2. Autotransformadores.</li> <li>7.3. Transformadores de tomas.</li> <li>7.4. Transformadores de medida y protección.</li> </ul>

<b>BLOQUE 2: LA MÁQUINA ROTATIVA</b>	
<b>8. LA MÁQUINA ROTATIVA ELEMENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8.1. Fundamentos de la conversión electromecánica:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1.1. Ley de Faraday-Lenz: Generador elemental.</li> <li>8.1.2. Ley de Laplace: Motor elemental.</li> </ul> </li> <li>8.2. Reversibilidad. Simultaneidad de la acción generadora y motora.</li> <li>8.3. Clasificación general de las máquinas rotativas. Aspectos constructivos.</li> <li>8.4. Máquina multipolar: velocidad y pulsación. Ángulos eléctricos y mecánicos.</li> </ul>
<b>9. LA MÁQUINA ROTATIVA DE CORRIENTE ALTERNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>9.1. Principio de funcionamiento de las máquinas rotativas de corriente alterna. Teorema de Ferraris.</li> <li>9.2. Fuerza electromotriz en las fases de un bobinado distribuido de corriente alterna. Factores de corrección.</li> <li>9.3. Velocidad de sincronismo. Relación con las frecuencias de red e inducida.</li> </ul>
<b>10. LA MÁQUINA DE INDUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10.1. Principios de funcionamiento de la máquina de inducción.</li> <li>10.2. Funcionamiento como motor.</li> <li>10.3. Funcionamiento como transformador.</li> <li>10.4. Funcionamiento como generador.</li> <li>10.5. Funcionamiento como freno.</li> </ul>
<b>11. ANÁLISIS DE LA MÁQUINA DE INDUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>11.1. Circuito equivalente de la máquina real.</li> <li>11.2. Circuito equivalente a frecuencia única.</li> <li>11.3. Balance de potencias.</li> <li>11.4. Curva par/deslizamiento y par/velocidad.</li> <li>11.5. Ensayos.</li> <li>11.6. Arranque de motores de inducción.</li> <li>11.7. Control de velocidad en un motor de inducción.</li> </ul>
<b>12. LA MÁQUINA SÍNCRONA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>12.1. Aspectos constructivos.</li> <li>12.2. Sistema de excitación.</li> <li>12.3. Principios de funcionamiento de la máquina síncrona:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>12.3.1. Como generador.</li> <li>12.3.2. Como motor.</li> </ul> </li> </ul>
<b>13. EL ALTERNADOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>13.1. Funcionamiento en vacío.</li> <li>13.2. Funcionamiento en carga y reacción de inducido.</li> <li>13.3. Diagrama vectorial y circuito equivalente.</li> <li>13.4. Características en cortocircuito y reactiva.</li> <li>13.5. Relación de cortocircuito.</li> <li>13.6. Balance de potencias y rendimiento.</li> </ul>
<b>14. LA MÁQUINA ROTATIVA DE CORRIENTE CONTINUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>14.1. La máquina de ca trabajando en cortocircuito; inconvenientes constructivos.</li> <li>14.2. Constitución de la máquina de cc.</li> <li>14.3. El colector de delgas.</li> <li>14.4. Modos de funcionamiento:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>14.4.1. Como generador.</li> <li>14.4.2. Como motor.</li> </ul> </li> <li>14.5. Bobinados de inducido.</li> <li>14.6. Circuito equivalente.</li> <li>14.7. Autoexcitación.</li> <li>14.8. Maniobras de la máquina de cc:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>14.8.1. Regulación de tensión del generador.</li> <li>14.8.2. Arranque del motor.</li> <li>14.8.3. Regulación de velocidad del motor</li> </ul> </li> </ul>

<b>BLOQUE 3: ASPECTOS Y PROPIEDADES INDUSTRIALES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS</b>
15. ASPECTOS Y PROPIEDADES INDUSTRIALES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS
<p>Calentamiento.                      Curva de calentamiento.                      Curva de enfriamiento.                      Clases de aislamiento. Selección de aislamiento.</p> <p>Grado de protección.                      Códigos de refrigeración.                      Clases de servicio.                      Placas de características.</p>

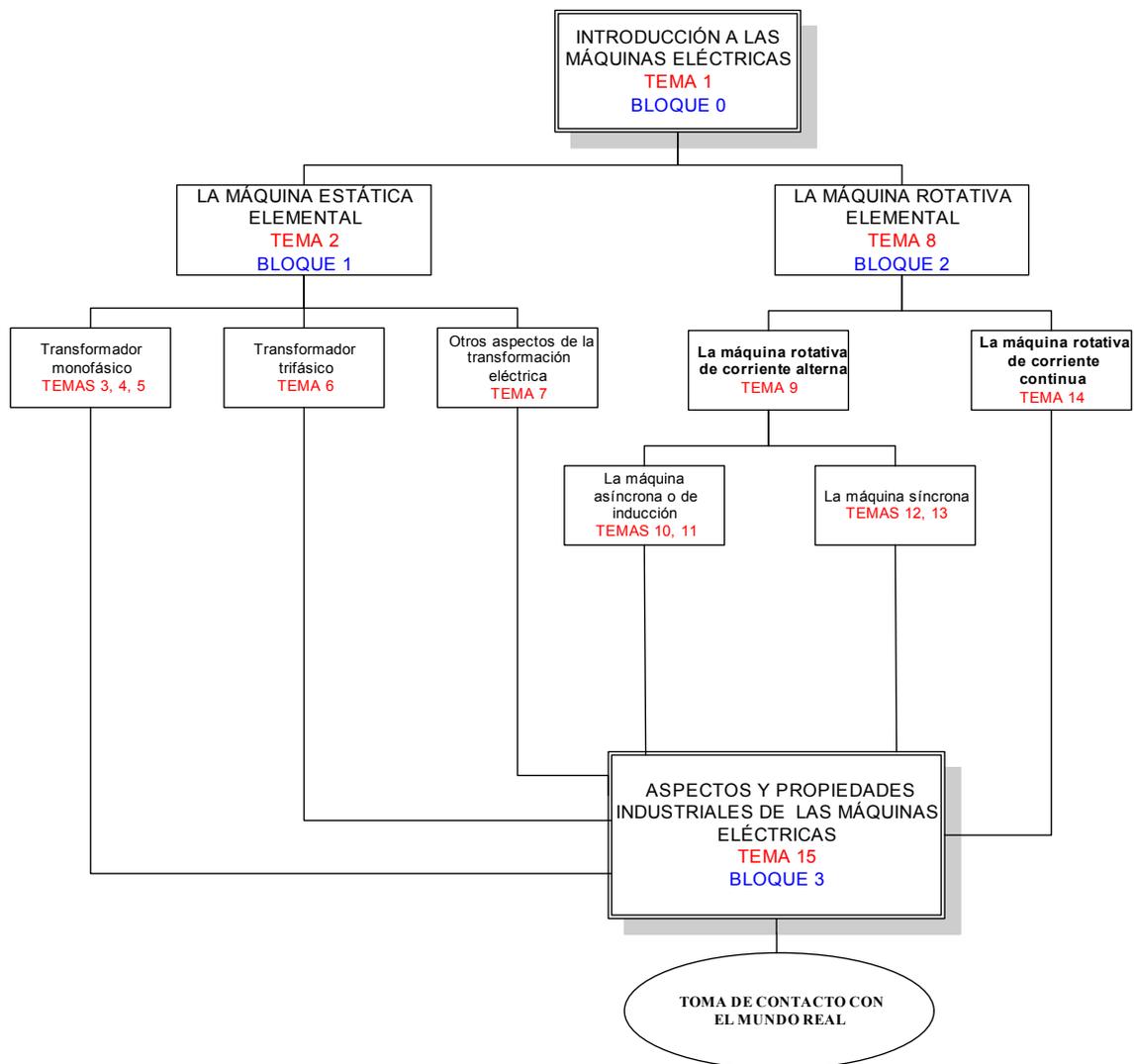


Figura 1: Diagrama de bloques del programa teórico de la asignatura Máquinas Eléctricas

*PROGRAMA DE PRÁCTICAS*

**PRÁCTICAS DE LABORATORIO (10 h)**

<b>LAB1: Transformador monofásico. Polaridad. Reversibilidad. Relaciones de transformación. Anexo: Reducción de parámetros a primario. Regulación.</b> Duración: 1,5 horas (1 sesión). Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Temas 1 y 2
<b>LAB2: Curva de histéresis de un material ferromagnético</b> Duración: 1,5 horas (1 sesión) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Temas 1 y 3
<b>LAB3: Cálculo del índice horario de un transformador</b> Duración: 1,5 horas (1 sesión) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Hasta el tema 6
<b>LAB 4: Ensayos de un transformador trifásico. Cálculo del rendimiento</b> Duración: 2 horas (1 sesión) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Hasta el tema 6
<b>LAB 5: Introducción a las máquinas rotativas</b> Duración: 1,5 horas (1 sesión) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Hasta el tema 11
<b>LAB 6: Curva par-velocidad y control de velocidad de la máquina de corriente alterna asíncrona. Maniobras de la máquina de corriente continua</b> Duración: 2 horas (1 sesión) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Hasta el tema 14

**PRÁCTICAS DE INFORMÁTICA (5 h)**

<b>INF1: Diagrama vectorial completo de un transformador real en carga</b> Duración: 3 horas (2 sesiones) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Hasta el tema 4
<b>INF2: Simulación del Teorema de Ferraris</b> Duración: 2 horas (1 sesión) Conocimientos teóricos mínimos necesarios: Hasta el tema 9

*Interrelación*

Requisitos (Rq), redundancias (Rd) y base previa (Bp)		Tema	Procedencia
Conocimientos básicos de circuitos eléctricos	Rq	1-14	Física (1º)
Conocimientos de derivación e integración de funciones	Rq	1-15	Cálculo I y Cálculo II (1º)
Conocimientos avanzados de técnicas de análisis y resolución de circuitos eléctricos	Rq	1-14	Teoría de Circuitos (2º)
Conocimiento básicos de electromagnetismo	Rd	1, 8	Física (1º)
Principio de funcionamiento y circuito equivalente del transformador, autotransformador, máquina síncrona y máquina de corriente continua	Bp	6, 7, 12-14	Tecnología Eléctrica (5º)
Arranque y control de velocidad de máquinas asíncronas y máquinas de corriente continua	Bp	11, 14	Sistemas Electrónicos de Potencia (Optativa 2º ciclo)
Elaboración de trabajos que versen sobre máquinas eléctricas o proyectos en los que se intervengan tales máquinas	Bp	1-15	Trabajo Fin de Carrera (5º)

## ESQUEMA DEL PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERO INDUSTRIAL AÑO 1998

(RESOLUCIÓN DE 22 DE OCTUBRE, PUBLICADA EN BOE 271 DE 12 DE NOVIEMBRE)

ORDENACIÓN TEMPORAL DEL APRENDIZAJE					
PRIMER CURSO		SEGUNDO CURSO		TERCER CURSO	
1 <sup>ER</sup> CUATRIMESTRE	2 <sup>º</sup> CUATRIMESTRE	1 <sup>ER</sup> CUATRIMESTRE	2 <sup>º</sup> CUATRIMESTRE	1 <sup>ER</sup> CUATRIMESTRE	2 <sup>º</sup> CUATRIMESTRE
ÁLGEBRA LINEAL	MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE LA INGENIERÍA	TEORÍA DE CIRCUITOS	ELECTRÓNICA GENERAL	MÁQUINAS ELÉCTRICAS	TEORÍA DE SISTEMAS
CÁLCULO I	CÁLCULO II	TERMODINÁMICA TÉCNICA	AMPLIACIÓN DE FÍSICA	INGENIERÍA TÉRMICA	DISEÑO DE MÁQUINAS
DIBUJO	AMPLIACIÓN DE DIBUJO	MECÁNICA DE FLUIDOS	AMPLIACIÓN DE MECÁNICA DE FLUIDOS	TEORÍA DE MÁQUINAS	ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL
FÍSICA	MECÁNICA TÉCNICA	FUNDAMENTOS DE CIENCIA DE MATERIALES	DIBUJO TÉCNICO	ECONOMÍA INDUSTRIAL	OPTATIVA 2
FUNDAMENTOS QUÍMICOS DE LA INGENIERÍA	FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA	RESISTENCIA DE MATERIALES I	RESISTENCIA DE MATERIALES II		
			OPTATIVA 1		

CUARTO CURSO		QUINTO CURSO	
1 <sup>ER</sup> CUATRIMESTRE	2 <sup>º</sup> CUATRIMESTRE	1 <sup>ER</sup> CUATRIMESTRE	2 <sup>º</sup> CUATRIMESTRE
MÉTODOS MATEMÁTICOS I	MÉTODOS MATEMÁTICOS II	PROYECTOS	CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE
SISTEMAS AUTOMÁTICOS	SISTEMAS ELECTRÓNICOS	AMPLIACIÓN DE ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL	ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
TEC. DE FABRICACIÓN Y TEC. DE MÁQUINAS	MÁQUINAS HIDRÁULICAS	TECNOLOGÍA ELÉCTRICA	TECNOLOGÍA ENERGÉTICA
TEORÍA DE ESTRUCTURAS	TECNOLOGÍA DE MATERIALES	CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES	OPTATIVA 4
AMPLIACIÓN DE TERMODINÁMICA	CAMPOS Y ONDAS	AMPLIACIÓN DE INGENIERÍA TÉRMICA	OPTATIVA 5
AMPLIACIÓN DE MÉTODOS ESTADÍSTICOS DE LA INGENIERÍA	OPTATIVA 3	INGENIERÍA DEL TRANSPORTE	OPTATIVA 6

**TRABAJO FIN DE CARRERA**

Figura 2: Ordenación temporal del aprendizaje del Plan de Estudios de Ingeniero Industrial

En el esquema temporal del aprendizaje del Plan de Estudios de Ingeniero Industrial, mostrado en la Figura 2, se ha señalado en **amarillo** la asignatura que es objeto de estudio: *Máquinas Eléctricas*, asignatura OBLIGATORIA de 3<sup>er</sup> curso de Ingeniero Industrial (1<sup>er</sup> ciclo).

En **azul** se resaltan las asignaturas directamente relacionadas con *Máquinas Eléctricas*:

- *Teoría de Circuitos* es la asignatura básica que constituye el apoyo para el análisis de los circuitos equivalentes de las Máquinas que se estudian (**Rq**).
- *Tecnología Eléctrica* utilizará los conocimientos adquiridos en *Máquinas Eléctricas* para ubicar dichas máquinas dentro del Sistema Eléctrico, cuyo análisis es el objetivo de esta asignatura (**Bp**).

Además de estas asignaturas, existen dentro del Plan de Estudios de Ingeniero Industrial materias básicas, en 1<sup>er</sup> curso, como *Cálculo I*, *Cálculo II* (**Rq**) y *Física* (**Rd**), donde se adquieren los conocimientos matemáticos y se estudian las leyes físicas que rigen las transformaciones energéticas que se producen en las máquinas eléctricas. Estas materias, que sirven como punto de partida, están señaladas en **verde**.

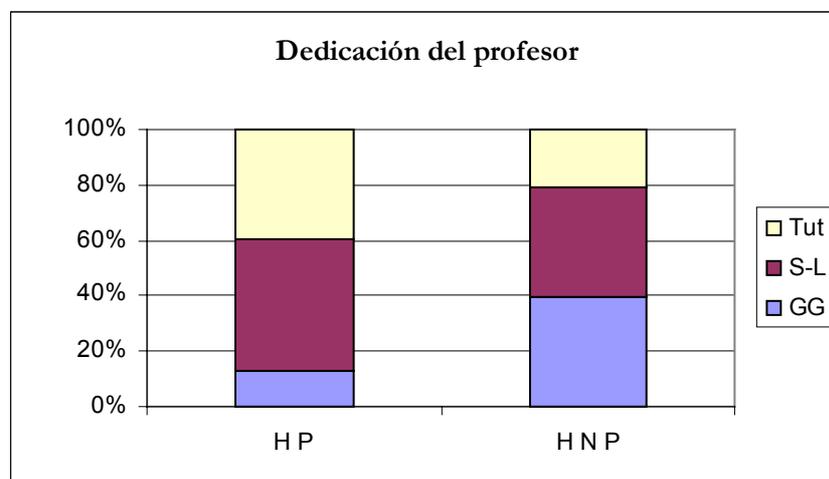
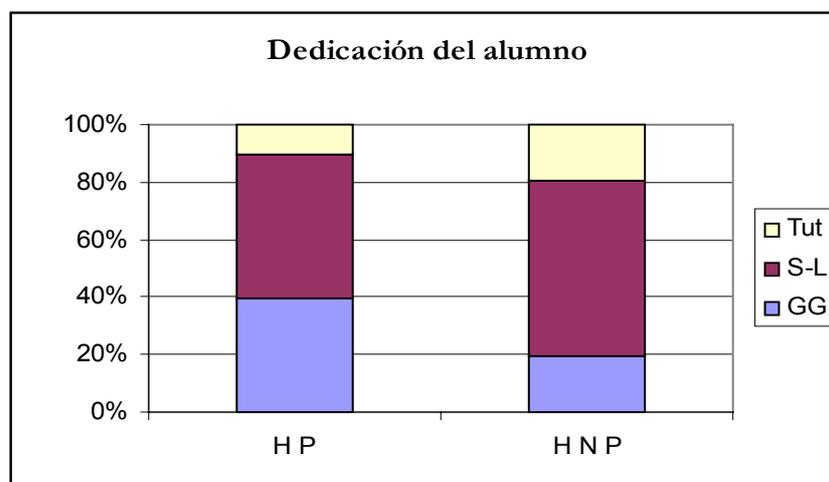
Por último, se propone en el Plan de Estudios una asignatura optativa, *Sistemas Electrónicos de Potencia*, en la que se estudian los convertidores electrónicos capaces de controlar ciertas máquinas rotativas. Del mismo modo, la asignatura *Trabajo Fin de Carrera* que el alumno ha de realizar, puede versar sobre máquinas eléctricas (trabajos de simulación o experimentales, proyectos de instalaciones en las que intervengan máquinas eléctricas, etc.). En ambos casos *Máquinas Eléctricas* actúa como una asignatura básica previa (**Bp**) que depende de la elección del alumno. Estas dos materias son resaltadas en **rojo**

#### IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>		<i>Tipo<sup>ii</sup></i>	<i>D<sup>iii</sup></i>	<i>Tema</i>	<i>Objetivo</i>
1.	Presentación de la asignatura y encuesta de conocimientos previos	GG C-E	0,5	1-15	Todos
2.	Exposición general de las máquinas eléctricas	GG T	1,5	1, 2, 8	1, 3
3.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	1	1, 3
4.	Resolución de Problemas Propuestos del Bloque 0	NP T-P	3	1	1, 8
5.	Resolución de dudas de Problemas Propuestos del Bloque 0	S T-P	1	1	1, 8
6.	Explicación y discusión en clase	GG T	2	2	1, 2
7.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	2	1, 2
8.	Práctica de laboratorio LAB 1	L P	1,5	1-2	1, 2, 4
9.	Explicación y discusión en clase	GG T	2	3	1, 2, 6
10.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	3	1, 2, 6
11.	Práctica de laboratorio LAB 2	L P	1,5	1-3	1, 2, 4
12.	Explicación y discusión en clase	GG T	1	4	1, 2, 6
13.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	4	1, 2, 6
14.	Práctica de informática INF 1	L T-P	3	1-4	1, 2, 5
15.	Explicación y discusión en clase	GG T	3	5-6	1, 2, 6
16.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	2	5-6	1, 2, 6
17.	Práctica de laboratorio LAB 3	L T-P	1,5	1-6	1, 2, 4
18.	Práctica de laboratorio LAB 4	L T-P	2	1-6	1, 2, 4
19.	Resolución de Problemas Propuestos del Bloque 1	NP T-P	6	1-7	1, 2, 6, 8
20.	Resolución de dudas de Problemas Propuestos del Bloque 1	S T-P	4	1-7	1, 2, 6, 8
21.	Preparación de un trabajo del Tema 7	NP T-P	8	7	1, 2, 7, 9, 11
22.	Exposición oral del trabajo preparado. Debate con compañeros	Tut T-P,C-E	2,5	7	1, 2, 7, 9, 11
23.	Planificación del estudio	Tut T-P	1	1-7	1, 6, 11
24.	Resolución de Problemas de Exámenes del Bloque 1	NP T-P	6	1-7	1, 6, 8
25.	Encuesta sobre desarrollo de la actividad docente	GG C-E	0,5	1-7	9
26.	Visita al centro de transformación de la Escuela (opcional)	S T-P	1	1-7	1, 3, 10
27.	Explicación y discusión en clase	GG T	1	8	1, 2
28.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	8	1, 2
29.	Explicación y discusión en clase	GG T	1	9	1, 2
30.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	9	1, 2
31.	Práctica de informática INF 2	L P	2	8-9	1, 2, 5
32.	Explicación y discusión en clase	GG T	1	10	1, 2
33.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	10	1, 2
34.	Explicación y discusión en clase	GG T	2	11	1, 2, 6
35.	Estudio de los contenidos explicados	NP T	1	11	1, 2, 6
36.	Práctica de laboratorio LAB 5	L P	1,5	8-11	1, 4, 6, 8
37.	Explicación y discusión en clase	GG T	1	12	1, 2
38.	Estudio de los contenidos explicados	GG T	1	12	1, 2
39.	Explicación y discusión en clase	GG T	2	13	1, 2, 6
40.	Estudio de los contenidos explicados	GG T	1,5	13	1, 2, 6
41.	Explicación y discusión en clase	GG T	1,5	14	1, 2, 6
42.	Estudio de los contenidos explicados	GG T	1,5	14	1, 2, 6
43.	Práctica LAB 6	L P	2	8-14	1, 2, 4, 6, 8
44.	Resolución de Problemas Propuestos del Bloque 2	NP T-P	6	8-14	1, 2, 6, 8
45.	Resolución de dudas de Problemas Propuestos del Bloque 2	S T-P	4	8-14	1, 2, 6, 8
46.	Preparación de un trabajo del Tema 15	NP T-P	4	1-15	1, 7, 9, 10, 11
47.	Exposición oral del trabajo preparado. Debate con compañeros	Tut T-P,C-E	2,5	1-15	1, 7, 9, 10, 11
48.	Elaboración de una Memoria Final de Prácticas	NP T-P	6	1-15	Todos

49.	Resolución de Problemas de Exámenes del Bloque 2	NP	T-P	6	8-15	1, 2, 6, 8
50.	Estudio y preparación del examen final	NP	T-P	13	1-15	Todos
51.	Resolución de dudas de Problemas de Exámenes del Bloque 1	S	T-P	2	2-7	1, 2, 6, 8
52.	Resolución de dudas de Problemas de Exámenes del Bloque 2	S	T-P	2	8-15	1, 2, 6, 8
53.	Examen final	GG	C-E	3	1-15	Todos

<b>Distribución del tiempo (ECTS)</b>			<b>Dedicación del alumno</b>		<b>Dedicación del profesor</b>	
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenc.</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenc.</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	60	3,5	-	3,5	20
	Teóricas	60	19,5	14	19,5	10
	Prácticas	60	-	-	-	-
	<b>Subtotal</b>	<b>60</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>30</b>
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	20	-	-	-	20
	Teóricas	20	-	-	-	-
	Prácticas	20	29	44	87	10
	<b>Subtotal</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>44</b>	<b>87</b>	<b>30</b>
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac.	5	-	-	-	10
	Teóricas	5	1	-	12	1
	Prácticas	5	5	14	60	5
	<b>Subtotal</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>72</b>	<b>16</b>
<b>Totales</b>			<b>58</b> <i>(2,15 ECTS)</i>	<b>72</b> <i>(2,66 ECTS)</i>	<b>182</b>	<b>76</b>



## V. Evaluación

Criterios de evaluación*		Vinculación*	
Descripción		Objetivo	CC <sup>iv</sup>
1.	Demostrar la adquisición, comprensión de los principales conceptos de la asignatura	1, 2, 3, 6, 10, 11	35%
2.	Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos y basándose en resultados experimentales	Todos	40%
3.	Preparar con rigor una revisión bibliográfica sobre dos temas de la asignatura.	1, 2, 3, 7, 11	10%
4.	Exponer con claridad dichos temas.	1, 2, 3, 7, 11	5%
5.	Analizar críticamente y con rigor los resultados de las prácticas.	Todos	10%
6.	Participar activamente en la resolución de problemas en clase.	1, 6, 7, 8, 9, 11	(5%)

Actividades e instrumentos de evaluación		
Seminarios y Tutorías ECTS	La preparación de los trabajos de los temas 7 y 15 de la asignatura y la exposición ante los compañeros en grupos reducidos de 5 alumnos en sesiones de tutorías, serán valorados con el 15% de la nota final. Además, la profesora asignará una nota de clase obtenida a partir de la participación del alumno en los seminarios teórico/prácticos de la asignatura (5%).	15% (5%)
Examen escrito	El examen escrito constará de 2 partes: 1ª parte: Teoría General y Transformadores (Bloques 0, 1, 3) 2ª parte: Máquinas Rotativas (Bloque 2) Cada parte, que constará de cuestiones teóricas y/o prácticas, se calificará entre 0 y 10 puntos. Podrá hacerse media entre las partes a partir de una calificación no inferior a 4 puntos, siendo necesaria, en cualquier caso, una nota media de 5 puntos para superar el examen.	75%
Examen práctico	Los alumnos que superen el examen escrito serán convocados a un examen práctico de la asignatura, consistente en el montaje de una práctica similar a las realizadas en el laboratorio o aula de informática a lo largo del curso. Este examen se calificará entre 0 y 10 puntos según la aptitud demostrada. Será necesario obtener una calificación igual o superior a 5 puntos para eliminar este examen. Su valoración en la nota final de la asignatura es del 10%.	10%

## VI. Bibliografía

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. Fraile, J. *Máquinas Eléctricas*. Mc Graw-Hill; Madrid, 2003 (1ª edición)
2. Ras, E. *Transformadores de potencia, medida y protección*. Aguilar S.A. Ediciones; Madrid, 1978
3. Cortés, M.; Corrales, J.; Enseñat, A. *Teoría general de Máquinas Eléctricas*. Universidad Nacional de Educación a distancia; Madrid, 1991 (3ª edición)
4. Sanz Feito, J. *Máquinas eléctricas*. Prentice Hall; Madrid, 2002
5. Chapman, S. *Máquinas Eléctricas*. Mc Graw-Hill L; Madrid, 2000 (3ª edición)

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

6. Ortega, G.; Gómez, M.; Bachiller, A. *Problemas resueltos de Máquinas Eléctricas*. Thomson Paraninfo, S.A.; Madrid, 2002
7. Kingsley; Kusko; Fitzgerald. *Teoría y análisis de las máquinas eléctricas*. Hispano Europea; Barcelona, 1994
8. Sanjurjo, R. *Máquinas Eléctricas*. Mc Graw-Hill; Madrid, 1989
9. Nasar, S.A. *Máquinas Eléctricas y Electromecánicas*. Mc Graw-Hill; Madrid, 1988