

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura 326 - Escuela Universitaria Politécnica de Teruel
<b>Titulación</b>	440 - Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática 444 - Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	2
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Obligatoria
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Introducción

Breve presentación de la asignatura

Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor forma parte de las asignaturas obligatorias de la rama industrial del Grado de Ingeniería Electrónica y Automática, impartida en el segundo cuatrimestre del segundo curso de la titulación.

Su extensión es de 6 créditos ECTS, que equivalen a **150 horas totales de trabajo**, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, resolución de problemas, y prácticas de laboratorio) y a 90 horas no presenciales (resolución de ejercicios o trabajos tutorados, estudio, evaluaciones).

Es la única asignatura obligatoria de la titulación donde el alumnado va a **adquirir los conocimientos necesarios para completar cálculos termodinámicos y térmicos relacionados con el funcionamiento de dispositivos electrónicos de aplicación en la industria**, y en particular con el dimensionado de sistemas producción de potencia, control de temperatura y disipación de calor. Dado su carácter generalista, el programa es amplio y cubre conceptos fundamentales con el fin de proporcionar al alumnado una sólida base en este campo concreto de conocimiento.

#### 1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se requieren conocimientos de Fundamentos de Termodinámica, impartidos en la asignatura **Física I**. Asimismo, se necesita conocer el modo de resolución de derivadas e integrales básicas, funciones logarítmicas y exponenciales, etc., así como de ecuaciones diferenciales sencillas. Todo ello aprendido en la materia de **Matemáticas**.

Para superar la asignatura se requiere de **trabajo y estudio continuado desde el primer día de su impartición**, ya que de lo contrario el aprendizaje resultará infructuoso. La asistencia a las clases de teoría y problemas son recomendables, así como la resolución de los problemas propuestos. Se sugiere asimismo la preparación previa de las sesiones de prácticas a través de la lectura y comprensión de los guiones elaborados.

Es importante que el alumno realice un seguimiento continuado de los contenidos impartidos, para lo cual cuenta con la asesoría del profesorado, tanto durante las clases de teoría como en las horas de tutoría destinadas a ello.

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

### 1.3.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor forma parte de las asignaturas obligatorias de la rama industrial del Grado de Ingeniería Electrónica y Automática, impartida en el segundo cuatrimestre del segundo curso de la titulación. Su extensión es de 6 créditos ECTS, que equivalen a 150 horas totales de trabajo.

La asignatura presenta las bases de la termodinámica técnica y su aplicación a sistemas de interés y describe los fundamentos de los mecanismos de transferencia de calor más relevantes en relación con el diseño y operación de equipos electrónicos. Estos conceptos se relacionan directamente con los de otras asignaturas de la rama industrial como son **Física I** y **Mecánica de Fluidos**.

### 1.4.Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico para el curso próximo (el cual podrá ser consultado en la web del centro).

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación adicional sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente desde el inicio del cuatrimestre.

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3 horas de clases en aula, que se destinarán a clases magistrales de teoría y a clases de resolución de problemas.
- Aproximadamente cada dos semanas el estudiante realizará una práctica, hasta completar un total de 15 horas presenciales en actividades prácticas.
- Las actividades adicionales que se programen (trabajos tutorados, presentaciones, etc.) se anunciarán con suficiente antelación, tanto en clase como en la página de la asignatura en el Anillo Digital Docente
- Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.

## 2.Resultados de aprendizaje

### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

Conoce las propiedades termofísicas de sustancias de interés industrial y es capaz de seleccionar y utilizar procedimientos y herramientas adecuadas para su cálculo.

Conoce y aplica las leyes de la Termodinámica en el análisis energético de equipos y procesos básicos en Ingeniería.

Sabe analizar de forma básica el funcionamiento de ciclos termodinámicos.

Conoce y aplica los mecanismos básicos de transferencia de calor en el análisis de equipos térmicos.

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

Resuelve razonadamente problemas básicos de termodinámica técnica y transferencia de calor aplicados a la ingeniería.

### 2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje de la asignatura son fundamentales ya que con ellos el alumno será capaz de dimensionar y analizar térmicamente equipos de transferencia de calor relacionados con el funcionamiento de sistemas electrónicos de potencia y digitales, mediante la aplicación de los procedimientos y técnicas matemáticas pertinentes para ello.

Asimismo, su formación se complementará utilizando herramientas informáticas adecuadas para completar modelados termodinámicos de equipos y sistemas de interés en la industria.

### 3.Objetivos y competencias

#### 3.1.Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos de la Termodinámica Técnica y la Transferencia de Calor. Se pretende conseguir con ello que el alumno aprenda a analizar termodinámicamente equipos y ciclos, mediante modelos de ingeniería, así como a calcular sistemas de transferencia de calor **relacionados con el funcionamiento de dispositivos electrónicos** .

Para ello se estudiarán los principios de la termodinámica aplicados en el análisis de ciclos de potencia y refrigeración, comprendiendo la razón de las diferentes configuraciones existentes y obteniendo una cuantificación de sus prestaciones. Asimismo, se aprenderán los métodos de cálculo de los mecanismos de transferencia de calor dominantes **en aplicaciones de electrónica de potencia y digital** , con especial énfasis en el modelado de disipadores para componentes electrónicos.

#### 3.2.Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Conocer los principios básicos de Termodinámica Técnica y Transmisión del calor, aplicándolos a la resolución de problemas en ingeniería.

Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.

Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

### 4.Evaluación

#### 4.1.Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

## **29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor**

En esta asignatura se contempla la posibilidad de evaluación continua o bien prueba global.

### **EVALUACIÓN CONTINUA**

- Sesiones prácticas (15%)
- Trabajos tutorados (20%)
- Exámenes de teoría y problemas (65%)

### **Sesiones prácticas**

Tienen carácter presencial y obligatorio, con una duración aproximada de 3 h.

Se realizarán prácticas de laboratorio y prácticas informáticas. En las primeras, el estudiante se familiariza con sistemas térmicos reales instrumentados, con la toma de medidas y el análisis de datos experimentales. Aplica los procedimientos propios de la materia y entrega un informe de resultados o alternatively responde a un cuestionario. En las prácticas con herramientas informáticas, el estudiante aprende a resolver problemas propios de la Ingeniería Térmica mediante herramientas informáticas. Resuelve problemas y cuestiones y entrega un informe de resultados o cuestionario.

Los trabajos pueden entregarse en grupos de hasta cuatro estudiantes. Cada trabajo deberá entregarse en la fecha indicada (hasta una semana después del último grupo de cada tanda), de no ser así su calificación será de cero puntos.

Los trabajos concretos variarán cada curso, y la nota final será una nota ponderada de todos ellos. Se valorarán tanto la corrección y completitud de los resultados obtenidos como la calidad del informe técnico presentado.

La entrega se realizará a través de Moodle (entrega del guión y de los archivos informáticos correspondientes).

Para superar esta parte ha de alcanzarse una nota mínima de 5 puntos (4 puntos para los estudiantes que realizan la evaluación continua).

En caso de detectarse plagio entre distintos grupos de prácticas, todos los implicados tendrán una nota de cero puntos en ese trabajo, tanto los autores del trabajo fuente como los del copiado.

### **Trabajos tutorados**

Son obligatorios únicamente para los estudiantes en evaluación continua. Tienen carácter semipresencial y una duración

## **29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor**

total estimada de 20h.

Con el fin de evaluar la adquisición personal de las competencias desarrolladas en el a lo largo del curso, se propondrán quincenalmente ejercicios y problemas relacionados con la materia impartida. Tanto la distribución como la entrega se realizarán preferentemente a través del ADD.

Estos trabajos son de realización obligatoria para los estudiantes que realizan la evaluación continua.

Para superar esta parte ha de alcanzarse una nota mínima de 4 puntos.

En caso de detectarse plagio, todos los implicados tendrán una nota de cero puntos en esta parte, tanto los autores del trabajo fuente como los del copiado.

### **Exámenes de teoría y problemas**

Evaluación continua: durante el curso, los estudiantes que lo deseen podrán seguir un sistema de evaluación continua en el que se tendrán en cuenta la nota de diversas pruebas de evaluación y calificación de trabajos realizadas a lo largo del curso.

Para los estudiantes en evaluación continua, se realizarán a lo largo del curso varias pruebas de evaluación para la parte de teoría y problemas.

Examen correspondiente a la parte de Termodinámica (un tercio del 65% correspondiente a teoría y problemas):

1. Prueba de Termodinámica. Se realizará tras finalizar esta parte de la materia. Consta de una parte de teoría (30%) y una de problemas (70%). El peso de esta prueba dentro del 65% de teoría y problemas total será de un tercio.

Exámenes correspondientes a la parte de Transferencia de Calor (dos tercios del 65% correspondiente a teoría y problemas). Se realizan a lo largo del cuatrimestre.

1. Prueba de teoría de Conducción
2. Prueba de teoría de Convección y problemas de Transferencia de Calor

Los exámenes de teoría consistirán en preguntas de opción múltiple o similar y de cálculos sencillos de respuesta

## **29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor**

abierta. Las respuestas de opción múltiple descontarán en el caso de respuesta errónea. Para superar la parte de teoría de Transferencia de Calor por evaluación continua ha de alcanzarse una nota mínima de 5 puntos. Los alumnos que no superen la teoría por curso, tendrán que presentarse en junio a la parte teórica de la prueba global.

El examen de problemas constará de uno o dos problemas del tipo de los realizados en clase o disponibles en la colección de problemas.

Tanto para teoría como para problemas se podrá llevar el material autorizado (compendio de fórmulas y tablas) anotado, que se podrá descargar a principio de curso. Dicho material deberá estar impreso a DOBLE CARA, y si lo está a una cara, no podrá incluir anotaciones en el reverso de las hojas.

### **PRUEBA GLOBAL (CONVOCATORIAS OFICIALES - 100%)**

En las dos convocatorias oficiales se llevará a cabo la evaluación global del estudiante, realizándose las pruebas que se detallan a continuación:

#### **1. Examen final (80%)**

El examen final tendrá dos partes: teoría y problemas. Se evaluará de forma conjunta la parte de Termodinámica Técnica y la de Transferencia de Calor.

El examen de teoría incluirá tanto preguntas tipo test consistirán en preguntas de opción múltiple o similar como cálculos sencillos de respuesta abierta. Las respuestas de opción múltiple descontarán en el caso de respuesta errónea.

El examen de teoría contará el 30% del examen final, y para promediar con los problemas será necesario sacar más de un 5 sobre 10.

El examen de problemas constará de dos o tres problemas del tipo de los realizados en clase o disponibles en la colección de problemas. La nota del examen de problemas supondrá el 70% del examen final, y para promediar con la teoría será necesario sacar más de un 5 sobre 10.

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

### 2. Examen de Prácticas (20%)

El examen incluirá la realización en el ordenador de modificaciones o cálculos adicionales sobre los trabajos prácticos programados para el curso y diversas preguntas sobre los conceptos o temas directamente relacionados con los mismos.

Para dicho examen se podrán utilizar tanto los guiones de prácticas y versiones impresas y comentadas de los trabajos entregados o versiones mejoradas de los mismos.

Se recuerda que según el artículo 10 del "Reglamento de normas de evaluación del aprendizaje" de la Universidad de Zaragoza, "La segunda convocatoria de evaluación, a la que tendrán derecho todos los estudiantes que no hayan superado la asignatura, se llevará a cabo mediante una prueba global realizada en el periodo establecido al efecto por el Consejo de Gobierno en el calendario académico". Por tanto, las notas de evaluación continua no se guardan para septiembre.

#### **Criterios de valoración y niveles de exigencia.**

En todas las actividades de evaluación se valorarán los siguientes aspectos y cualidades en el grado indicado en cada caso:

- Realización propia de las tareas (fundamental): si se detectaran plagios o copia fraudulenta de los trabajos, la nota correspondiente será cero.
- Correcto planteamiento del procedimiento de resolución de las cuestiones y problemas planteados (fundamental).
- Exactitud del resultado obtenido.
- Existencia de cuestiones en blanco: se valorará negativamente no responder a ciertas preguntas planteadas.
- Corrección y claridad en la comunicación escrita (fundamental): correcta ortografía y expresión, letra clara, y estructura de contenidos coherente.
- Análisis crítico de los resultados (importante): coherencia, relación con otros aspectos de la asignatura, posibilidades de mejora, etc.

Adicionalmente, para las actividades prácticas y trabajos tutorados se valorará también:

- Entrega en el plazo estipulado (fundamental): no se admitirán informes fuera de la fecha límite, salvo causa justificada debidamente.

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

- Entrega en el formato y procedimiento indicado por el profesorado.

### 5. Metodología, actividades, programa y recursos

#### 5.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de enseñanza se desarrollará en cuatro actividades principales: clases de teoría, clases de resolución de problemas, prácticas de laboratorio y ordenador, y realización de trabajos evaluables, con creciente nivel de participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán los fundamentos de la asignatura y las bases de su aplicación a los casos prácticos.
- En las clases de problemas se resolverán problemas y casos tipo que ilustren la aplicación de los conceptos teóricos, proponiendo asimismo problemas adicionales que requieran de la elaboración de los estudiantes durante las horas de estudio.
- Durante las sesiones de prácticas se resolverán casos, ya sea en laboratorio o bien mediante simulaciones de ordenador, en pequeños grupos, con la asistencia del profesor durante la sesión.
- Finalmente, tras las sesiones prácticas los alumnos deberán realizar trabajo complementario a la misma en grupos pequeños, en los cuales, primará la realización autónoma y no presencial del mismo.

#### 5.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

##### TRABAJO PRESENCIAL: 2.4 ECTS (60 horas)

##### 1) Clase presencial (tipo T1) (30 horas presenciales).

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los conceptos y fundamentos de termodinámica técnica y transferencia de calor, ilustrándolos con ejemplos reales relacionados con el perfil del grado. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y participación en la resolución de problemas.

##### 2) Clases de problemas y resolución de casos (tipo T2) (15 horas presenciales).

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados de manera temporal con los contenidos teóricos. Se fomentará que el estudiante trabaje previamente los problemas, para lo cual dispondrá de los enunciados y de las pautas de resolución de los mismos.

##### 3) Prácticas de laboratorio y ordenador (tipo T3) (15 horas presenciales).

El estudiante modelará el funcionamiento de equipos y sistemas térmicos mediante medidas reales en laboratorio o mediante simulaciones en ordenador. El estudiante calculará el funcionamiento de equipos y sistemas térmicos mediante el uso de programas de cálculo en ordenador. Dispondrá de un guión de cada práctica, que tendrá previamente que leer y preparar. Las prácticas completarán los contenidos desarrollados durante la clase de teoría y problemas, y podrán versar sobre alguno de los siguientes contenidos:

- Representación de circuitos térmicos de dispositivos y sistemas electrónicos. Estudios paramétricos.
- Cálculo de disipadores. Estudios paramétricos.
- Cálculo de propiedades de sustancias puras para cálculos térmicos y termodinámicos.
- Modelado de ciclos de potencia Modelado de ciclos de refrigeración



## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

- Caracterización experimental del funcionamiento de un ciclo frigorífico
- Caracterización experimental de la transferencia de calor en un cilindro en flujo cruzado
- Cálculo de disipadores con bancos de aletas. Estudios paramétricos.
- Caracterización experimental de la transferencia de calor en un cilindro en flujo cruzado
- Cálculo de coeficientes de convección forzada. Aplicación a la refrigeración de dispositivos electrónicos.
- Cálculo de coeficientes de convección natural. Aplicación a la refrigeración de dispositivos electrónicos.
- Cálculo de propiedades de sustancias puras para cálculos térmicos y termodinámicos.
- Modelado de ciclos de potencia. Modelado de ciclos de refrigeración
- Caracterización experimental del funcionamiento de un ciclo frigorífico

### TRABAJO NO PRESENCIAL: 3.6 ECTS (90 horas)

#### 4) Trabajos (tipo T6) (20 horas).

Actividades que el estudiante realizará en pequeños grupos de hasta cinco alumnos y que el profesor irá proponiendo a lo largo del período docente en las sesiones prácticas.

#### 5) Estudio (tipo T7) (64 horas) .

Estudio personal del estudiante de la parte teórica y realización de problemas. Se fomentará el trabajo continuo del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del cuatrimestre de las diversas actividades de aprendizaje. Se incluyen aquí las tutorías, como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos...

#### 6) Pruebas de evaluación (tipo T8) (6 horas) .

Además de la función calificadora propiamente dicha, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje en la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación alcanzado.

### 5.3.Programa

#### PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

• Introducción.

• Fundamentos de termodinámica

• Propiedades termodinámicas.

• Termodinámica técnica

• Segundo principio de termodinámica

• Ecuación de conducción del calor

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

Resistencias y circuitos térmicos

Ampliación de conducción estacionaria

Aletas de refrigeración

Conducción transitoria

Nociones de convección del calor

Convección forzada

Convección natural

### 5.4. Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web).

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría al comienzo del cuatrimestre.

El resto de actividades se planificará en función de la programación conjunta del semestre (pruebas de evaluación, tutorías grupales..) y del encargo docente fijado, según el número de alumnos matriculados, y se dará a conocer con la suficiente antelación.

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

[BB: Bibliografía básica / BC: Bibliografía complementaria]

Zaragoza:

- [BB] 1. Incropera, Frank P.. Fundamentos de transferencia de calor / Frank P. Incropera, David P. DeWitt . 4a ed. México : Prentice Hall, 1999
- engel, Yunus A.. Transferencia de calor y masa : fundamentos y aplicaciones / Yunus A. Çengel, Afshin J. Ghajar ; revisión técnica Rosario Dávalos Gutiérrez, Juan José Coble Castro, Sofía Faddeeva Sknarina, Álvaro Ochoa López . - 4ª ed. México D.F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2011
- [BB] 3. Moran, Michael J.. Fundamentos de termodinámica técnica / Michael J. Moran, Howard N. Shapiro . 2ª ed. en español, reimp. Barcelona [etc.] : Reverté, D. L. 2005
- [BB] 5. Velasco Callau, María Carmen. Termodinámica técnica / Carmen Velasco Callau, Amaya Martínez Gracia y Tomás Gómez Martín . 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010
- [BB] 6. Velasco Callau, María Carmen. Termodinámica técnica (II) : termodinámica aplicada a instalaciones térmicas / Carmen Velasco Callau, Amaya Martínez Gracia y Tomás Gómez Martín . 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011
- engel, Yunus A.. Fundamentals of thermal-fluid sciences / Yunus A. Çengel, Robert H. Turner . Boston, Massachusetts [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2001

## 29816 - Termodinámica técnica y fundamentos de transmisión de calor

- [BB] 8. Introduction to thermal systems engineering : thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer / Michael J. Moran ... [et al.] . [New York] : John Wiley & Sons, cop. 2003
- engel, Yunus A.. Termodinámica / Yunus A. Çengel, Michael A. Boles ; revisión técnica, Abraham Laurencio Martínez Bautista ... [et al.] . 8ª ed. Mexico [etc.] : McGraw-Hill Interamericana, D.L. 2015

### Listado de URL

- EES Manual [<http://www.fchart.com/>]
- Problemas de Termodinámica Técnica y Prácticas de simulación de Termodinámica Técnica Termograf (programa, manual, ejemplos y problemas). [<http://termograf.unizar.es>]

### Teruel:

- engel, Yunus A.. Fundamentals of thermal-fluid sciences / Yunus A. Çengel, Robert H. Turner . Boston, Massachusetts [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2001
- engel, Yunus A.. Termodinámica / Yunus A. Çengel, Michael A. Boles . 1ª ed. en español Mexico [etc.] : McGraw-Hill, 1995-1996
- engel, Yunus A.. Transferencia de calor y masa : un enfoque práctico / Yunus A. Çengel ; revisor técnico Sofía Faddeva . 3ª ed. México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2007
- [BB] Incropera, Frank P.. Fundamentos de transferencia de calor / Frank P. Incropera, David P. DeWitt . - 4a ed. México : Prentice Hall, 1999
- [BB] Introduction to thermal systems engineering : thermodynamics, fluid mechanics, and heat transfer / Michael J. Moran ... [et al.] [New York] : John Wiley & Sons, cop. 2003
- [BB] Moran, Michael J.. Fundamentos de termodinámica técnica / Michael J. Moran, Howard N. Shapiro . - 2ª ed. en español, reimp. Barcelona [etc.] : Reverté, D. L. 2005
- [BB] Velasco Callau, María Carmen. Termodinámica técnica / Carmen Velasco Callau, Amaya Martínez Gracia y Tomás Gómez Martín . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2010

### Listado de URL

- EES Manual.[<http://www.fchart.com/> (ADD).]
- Termograf (programa, manual, ejemplos y problemas)[<http://termograf.unizar.es>]