



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE  
INGENIEROS DE MINAS  
-----

Ríos Rosas, 21  
28003 MADRID.

**DEPARTAMENTO DE**  
**INGENIERÍA QUÍMICA Y COMBUSTIBLES**

**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**  
***TERMOECONOMÍA Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA***

**Curso** : 4º  
**Cuatrimestre** : 2º  
**Carácter** : Optativa

**Créditos totales**  
Teóricos : 2  
Prácticos : 2,5

**PLAN DE ESTUDIOS 1996**

Edición 1: 2001-09-03

## TERMoeconomía Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA: PROGRAMA

### a) *OBJETIVOS Y CONTENIDOS*

#### **BLOQUE 1: Nociones fundamentales**

##### *OBJETIVOS ESPECIFICOS:*

- 1.1 Comprender los conceptos de energía utilizable, ambiente estable de referencia y estado muerto.*
- 1.2 Comprender el concepto de exergía.*

##### CONTENIDOS:

###### 1.1: CONCEPTOS BÁSICOS

- Calidad de la energía.
- Formas de energía y posibilidades de conversión.
- Ambiente estable de referencia y estado muerto. Estado ambiental.

###### 1.2: SISTEMAS CERRADOS

- Energía utilizable de un sistema cerrado.
- Propiedades.

###### 1.3: SISTEMAS ABIERTOS

- Régimen permanente.
- Exergía.
- Exergía calorífica.
- Exergía química.
- Propiedades y aplicaciones.

#### **BLOQUE 2: Determinación de exergías**

##### *OBJETIVOS ESPECIFICOS*

- 2.1 Calcular la exergía de las diversas sustancias que intervienen en procesos de interés industrial.*
- 2.2 Manejar las tablas y bases de datos adecuadas.*
- 2.3 Utilizar las aproximaciones adecuadas a cada caso.*
- 2.4 Calcular la exergía de mezclas, disoluciones y sistemas heterogéneos.*

## CONTENIDOS:

### 2.1: CONCEPTOS GENERALES

- Planteamiento general.
- Exergía química. Exergías químicas normales.

### 2.2: GASES Y DISOLUCIONES

- Exergía de gases y mezclas gaseosas ideales.
- Exergía de disoluciones ideales.
- Desviaciones respecto del comportamiento ideal.

### 2.3: COMBUSTIBLES

- Exergía de combustibles gaseosos.
- Exergía de combustibles sólidos y líquidos.
- Ejemplos de cálculo.

## **BLOQUE 3: Balances y rendimientos**

### *OBJETIVOS ESPECIFICOS:*

- 3.1 Realizar balances de materia, energía, entropía y exergía en sistemas abiertos en régimen permanente.*
- 3.2 Comprender los conceptos de recurso, producto y residuo.*
- 3.3 Aplicar el concepto de rendimiento exergético o racional a cualquier proceso.*
- 3.4 Comprender la utilidad del concepto de exergía en relación con la economía de recursos y productos.*
- 3.5 Comprender la utilidad del concepto de exergía en relación con la ecología.*

## CONTENIDOS:

### 3.1: BALANCES

- Balances de materia, energía y entropía.
- Balance de exergía. Interpretación.

### 3.2: RENDIMIENTOS

- Recurso, producto y residuo.
- Rendimiento exergético o racional. Sus clases.

### 3.3: RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS

- Exergía y Economía.
- Exergía y Ecología.

## **BLOQUE 4: Aplicaciones**

### *OBJETIVOS ESPECIFICOS*

*4.1 Aplicar el concepto de exergía a casos simples.*

*4.2 Analizar procesos sencillos.*

### *CONTENIDOS:*

#### 4.1: EXPRESIONES Y VALORES DE EXERGÍAS

- Exergías de cuerpos condensados.
- Exergías de gases y vapores.
- Aplicaciones.

#### 4.2: CAMBIOS DE EXERGÍA

- Cambios de exergía en diversos procesos simples.
- Procesos de mezcla y disolución.
- Transmisión de calor.
- Flujo de fluidos.
- Procesos de combustión.
- Otros procesos.
- Interpretación y discusión de los resultados.

## **BLOQUE 5: Análisis de sistemas complejos**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

*5.1 Aplicar el álgebra de matrices al análisis de sistemas termodinámicos.*

*5.2 Representar matricialmente la estructura física y la económica de un sistema.*

*5.5 Realizar balances de materia, energía y exergía mediante álgebra de matrices.*

*5.4 Aplicar el concepto de coste exergético.*

*5.5 Realizar balances de coste exergético mediante álgebra de matrices e interpretar los resultados.*

*5.6 Aplicar el concepto de coste termoeconómico.*

*5.7 Realizar balances de coste termoeconómico mediante álgebra de matrices e interpretar los resultados.*

### *CONTENIDOS:*

#### 5.1: INTRODUCCIÓN

- Representación matricial de la estructura física de los sistemas.
- Cálculo matricial de balances de materia y energía.
- Cálculo matricial de balances de exergía. Vector de diagnóstico.
- Interpretación y discusión de resultados.

## 5.2: EL COSTE EXERGÉTICO Y SUS APLICACIONES

- Coste exergético. Aplicación a recursos, productos y residuos.
- Representación matricial de la estructura económica de los sistemas.
- Cálculo matricial de balances de coste exergético.
- Interpretación y discusión de resultados.
- Coste ecológico. Aplicaciones.

## 5.3: EL COSTE TERMOECONÓMICO Y SUS APLICACIONES

- Coste termoeconómico. Definiciones y conceptos relacionados.
- Cálculo matricial de balances de coste termoeconómico.
- Interpretación y discusión de resultados.

## **BLOQUE 6: Optimización termoeconómica**

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS:*

*6.1 Aplicar los conceptos fundamentales de la optimización termoeconómica.*

*6.2 Desarrollar los modelos matemáticos adecuados para la optimización.*

*6.3 Seleccionar la técnica adecuada para cada caso.*

*6.4 Realizar la optimización en casos sencillos.*

*6.5 Conocer los fundamentos de la integración energética de sistemas.*

### CONTENIDOS:

#### 6.1: INTRODUCCIÓN

- El problema de la optimización.
- Límites del sistema.
- Criterios de optimización. Óptimo termodinámico y óptimo económico.
- Optimización paramétrica y estructural.
- Parámetros de diseño. Variables de decisión. Variables dependientes.

#### 6.2: TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN

- Modelos matemáticos.
- Función objetivo y condiciones.
- Suboptimización.
- Enfoque termoeconómico. Formación de los costes termoeconómicos.

#### 6.3: SISTEMAS COMPLEJOS

- Técnicas aplicables.
- Integración energética de sistemas.

**b) BIBLIOGRAFÍA**

## BASICA:

- AGÜERA SORIANO, J. *Análisis exergoeconómico en centrales térmicas*. Ciencia 3, Madrid, 1997.
- GÓMEZ RIBELLES, J. L. et al. *Termodinámica: Análisis exergético*. Reverté, Barcelona, 1990.
- MONTES, J.M.; HERNÁNDEZ, J.M.; XIBERTA, J.; CÁMARA, A.; QUEROL, E. *Análisis exergético*. Fundación Gómez-Pardo, Madrid, 2001. (Texto).
- MONTES, J.M.; HERNÁNDEZ, J.M. *Termoeconomía*. Fundación Gómez-Pardo, Madrid, 2001. (Texto).
- ROTSTEIN, E. y FORNARI, R.E. *Termodinámica de procesos industriales. Exergía y creación de entropía*. Edigem, Buenos Aires, 1984.

## COMPLEMENTARIA:

- BEJAN, A. et al. *Thermal Design and Optimization*. Wiley, Nueva York, 1996.
- BRODYANSKY, M.V. et al. *The Efficiency of Industrial Processes: Exergy Analysis and Optimization*. Elsevier, Amsterdam, 1994.
- KOTAS, T. J. *The Exergy Method of Thermal Plant Analysis*. (2ª ed.), Krieger, Malabar, 1995.
- MORAN, M. J. *Availability Analysis. A Guide to Efficient Energy Use*. (ed. corregida). ASME, Nueva York, 1989
- SZARGUT, J., et al. *Exergy Analysis of Thermal, Chemical and Metallurgical Processes*. Hemisphere, Nueva York, 1988.

**c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS**

No hay.

**d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

A lo largo del curso se realizan pruebas de comprensión y ejercicios de aplicación. Con sus resultados se obtiene una calificación final por evaluación continuada, sin necesidad de un examen final.

Los alumnos que no obtengan el aprobado por evaluación continuada tendrán un examen final, constituido por ejercicios teórico-prácticos y de aplicación. A este examen podrán concurrir, además, aquéllos de los alumnos aprobados por curso que lo deseen, con el fin de lograr una eventual mejora de su calificación.