



## PLAN DE ESTUDIOS 2002

ASIGNATURA: **Termotecnia IV**

CÓDIGO: **M642**

ESPECIALIDAD/ES para las que se dicta: **Ingeniería Mecánica,  
Ingeniería Electromecánica.**

### Contenidos Analíticos:

I.- USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LOS SISTEMAS TERMICOS  
COGENERACION.

I.1. Generalidades. Principios generales. Recursos primarios y formas secundarias de la energía. Procesos de conversión para la producción de electricidad y calor. Valoración de la electricidad y el calor en los sistemas monopósitos. Consideraciones entálpicas y exergéticas. La problemática del uso racional de la energía en los procesos de conversión.

I.2. Cogeneración, conceptos generales. Visión del primero y segundo principio de la Termodinámica. Eficiencia marginal. Indicadores cualitativos. Rendimientos térmico, eléctrico, FERC y FI. Ahorro de recursos. Otros indicadores. Cogeneración por topping y bottoming, características, flexibilización. Turbogrupos de condensación con extracciones, Costos marginales de la energía y el vapor.

I.3. Cogeneración con turbinas de vapor. Módulo de predicción de las propiedades termodinámicas del agua en fase líquida y de vapor. Módulo computacional para el análisis de la expansión del vapor en turbinas de contrapresión y de condensación. Turbinas con extracciones controladas.

Modelización del diagrama de consumo de vapor. Costos marginales de la potencia generada y el vapor de extracción. Aplicación a la determinación de costos de la generación de frío con máquinas

frigoríficas de compresión y de absorción. Ejemplos de aplicación.

I.4. Modelización de sistemas industriales complejos de vapor. Fundamentos de los sistemas de múltiples presiones. Definición de las presiones de alta, media y baja. Cargas calóricas, Subenfriamiento del condensado. Recuperación de vapor flash. Laminación y desobrecalentamiento. Generación de vapor con calor residual de procesos. Desgasificadores térmicos. Modelización de un sistema de dos y tres presiones, Aplicación del modelo para la optimización operativa del sistema. Costos marginales. Evaluación de las implicancias en costos operativos de innovaciones de diseño del sistema

I.5. Cogeneración por bottoming. Características de estos sistemas. Determinación del costo del calor residual para la viabilización de su recuperación. Criterios típicos aplicables a este tipo de problemas. Comparación entre cogeneración por bottoming, y aplicación de la recuperación entálpica para su aplicación en usos calóricos.

I.6. Turbinas de gas. Evolución de los parámetros y las prestaciones de las turbinas de gas desde las de primera generación hasta las actuales. Consumos específicos, caudal



específico, temperatura de gases. Tendencias modernas. Costos de los turbogrupos de gas. Máquinas tipo heavy duty y aeroderivadas, aspectos comparativos. Variación de las performances por condiciones climáticas, pérdidas de carga en la aspiración y contrapresión de escape. Operación a cargas parciales. Equipos auxiliares de las instalaciones con turbinas de gas. Conducto de gases, by pass, diverters. Insonorización. Reducción de la emisión de NOx. Ciclo de Cheng o STIG, incrementos de la potencia y el rendimiento de la unidad. Microturbinas, perspectivas.

I.7. Calderas de recuperación. Tipos, clasificación. Generadores de vapor acuotubulares. Configuración. Paquetes de transferencia térmica. Parámetros de diseño, operación y performances. Análisis en modo diseño y simulación operativa. Diseño básico en base a balances entálpicos, modularización

Módulos de propiedades termodinámicas de gases de combustión. Perfil de temperaturas. Principios básicos de la modelización del HRSG en modo simulación. Programa HRSGSN. Uso y limitaciones.

I.8. Análisis técnico de los sistemas de cogeneración con turbina de gas y caldera de recuperación de una y dos presiones. Modelización computacional de estos sistemas. Sistemas con TV's, y con TG's. Repotenciación de sistemas de vapor. Esquemas de mínima inversión y de mayor recuperación. Balances input - output, e indicadores cualitativos. Ahorro de recursos.

I.9. Estudios de prefactibilidad de sistemas de cogeneración en la industria y en otros sectores, inversión, financiamiento, costos, beneficios, etc. Indicadores económico financieros. Análisis de riesgos. Revisión de casos analizados. Valor presente neto de los "Lifetime costs".

I.10. Análisis técnico y económico financiero de los proyectos de cogeneración con motores alternativos. Diferentes esquemas. Motores a gas con encendido por chispa. Motores diesel. Recuperación del calor residual, diferentes esquemas. Prestaciones de estos sistemas.

I.11. Nuevas tecnologías. Celdas de combustible. Diferentes tipos. Hidrógeno y su obtención a partir de combustibles convencionales y fuentes alternativas. Cogeneración con celdas de combustible. Microgeneración y generación distribuida.

I.12. Desarrollo de los proyectos de cogeneración. Efectos de la integración, y la participación de terceros en proyectos de cogeneración. Leasing de equipos. Empresas de servicios energéticos

Cuestiones económicas, legales y regulatorias relevantes en los proyectos de cogeneración.

## II. CICLOS COMBINADOS

II.1. Ciclos combinados. Conceptos, diferentes tipos y esquemas posibles. Ciclos combinados con turbina de gas, caldera de recuperación, y turbina de vapor. Características y prestaciones de estos sistemas. Ciclos Brayton - Rankine de una y dos presiones. Ciclo Brayton Ferranti de tres presiones. Modelización de estos sistemas. Análisis de la transferencia exergética en el HRSG. Incidencia de la temperatura, composición del gas de combustión, y la concepción del HRSG. Integración del sobrecalentador de AP y el recalentador de MP. Partición de los economizadores de AP y MP.

II.2. Repotenciación. Concepto. Tipos BFW preheating, boiler windbox, y por conversión a ciclo combinado. Repotenciación por bottoming. Características y limitaciones.



Selección de los parámetros del ciclo de bottoming. Pinch point. Rendimientos.  
II.3. Repotenciación por topping. Características. Consideraciones sobre la conveniencia del precalentamiento. Rendimientos. Incidencia de la calidad del turbogruppo de gas. Análisis de Centrales existentes repotenciables. Repotenciación de ciclos de vapor subcrítico con recalentamiento. Otros casos de interes.  
II.4. Repotenciación de sistema industriales tipo "Total Energy Systems" a ciclo combinado con cogeneración. Modelización de estos sistemas. Características y costos operativos. Evaluación de las opciones posibles, criterios generales.

### **Bibliografía:**

Bejan, A. "Advanced Engineering Thermodynamics". John Wiley and Sons. 1988.  
Ganapathy, V. "Waste Heat Boiler Deskbook", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ., 1991  
Mills, F.A., 1999. "Heat Transfer" 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ., 1999  
Bejan, A. Tsatsaronis, G. and Moran, M. Thermal Design and optimization. John Wily and Sons., 1996.