



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE
INGENIEROS DE MINAS

Ríos Rosas, 21
28003 MADRID.

DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
GENERADORES Y MOTORES I

Curso : 4º
Cuatrimestre : 1º
Carácter : Troncal

Créditos totales
Teóricos : 1,5
Prácticos : 1,5

PLAN DE ESTUDIOS 1996

Edición 1: 2000-09-22

GENERADORES Y MOTORES TÉRMICOS – I: PROGRAMA (CALDERAS Y TURBINAS DE VAPOR)

a) OBJETIVOS Y CONTENIDOS

BLOQUE 1: Calderas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 Interpretar el ciclo de vapor de Rankine a través de sus representaciones gráficas*
- 1.2 Conocer los diferentes tipos de calderas y sus campos de aplicación*
- 1.3 Comprender el esquema de operación de un generador de vapor de altas prestaciones*

CONTENIDOS

1.1: CICLO DE VAPOR DE RANKINE.

- Función de la caldera en el ciclo de vapor
- Representaciones gráficas (Diagrama de Mollier)

1.2: TIPOS DE CALDERAS

- Criterios de clasificación de las calderas
- Calderas pirotubulares y acuotubulares
- Calderas supercríticas
- Calderas de lecho fluido

1.3: CONSTITUCIÓN DE UN GENERADOR DE VAPOR

- Circuitos Aire – Gas y Agua – Vapor
- Estructura requerida para altas prestaciones

BLOQUE 2: Generación de vapor

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1 Comprender el sistema de funcionamiento de los diferentes tipos de quemadores en relación con los combustibles empleados*
- 2.2 Comprender los procesos de generación y tratamiento del vapor*
- 2.3 Comprender los fundamentos básicos de la circulación del fluido agua-vapor y calcular las características de la misma*
- 2.4 Conocer los diferentes sistemas de regulación de la temperatura del vapor y comprender sus principios de funcionamiento*

CONTENIDOS

2.1: HOGARES Y QUEMADORES

- Fundamentos y cálculos de la combustión
- Preparación y utilización del carbón y otros combustibles sólidos
- Preparación y utilización de combustibles líquidos y gaseosos

2.2: EL PROCESO DE VAPORIZACIÓN DEL AGUA

- Leyes de la transformación del agua en vapor y sus representaciones gráficas (Diagrama de Mollier)
- Separación y purificación del vapor. Función del calderín
- Sobrecalentamiento y recalentamiento del vapor
- Condiciones subcríticas y supercríticas de la vaporización

2.3: LA CIRCULACIÓN DEL FLUIDO AGUA-VAPOR

- Funciones de la circulación. Clasificación y tipos
- Ecuaciones de equilibrio de la circulación

2.4: REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL VAPOR

- Medidas de ajuste y de control
- Necesidad de los sistemas de automatización

BLOQUE 3: Recuperación energética en calderas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1 *Comprender el funcionamiento de los sistemas de alimentación y precalentamiento del agua y del aire*
- 3.2 *Comprender el proceso de funcionamiento de los sistemas de circulación de gases en relación con su aprovechamiento energético*
- 3.3 *Comprender los procesos de reducción de las emisiones contaminantes*
- 3.4 *Plantear los procesos de cálculo de los sistemas de transferencia de energía.*
- 3.5 *Calcular los rendimientos de las calderas*

CONTENIDOS

3.1: ALIMENTACIÓN Y PRECALENTAMIENTO DEL AGUA Y DEL AIRE

- Economizadores
- Clasificación y tipos de calentadores de aire.
- Calentadores recuperativos y regenerativos
- La circulación de gases.
- Función del tiro
- Clasificación y tipos de tiro
- Chimenea y ventiladores
- Condiciones de equilibrio

3.2: LIMPIEZA Y DEPURACIÓN DE HUMOS

- Elementos contaminantes y estándares requeridos
- Medidas primarias de control de emisiones
- Combustión en lecho fluido
- Eliminación de partículas y filtrado de humos
- Sistemas secos y húmedos de reducción de emisiones
- Sistemas regenerativos y no regenerativos

3.3: LA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

- Transmisión de calor en las zonas de radiación y convección
- Cálculo de temperaturas. Diferencia media logarítmica
- Planteamiento del cálculo de las superficies de intercambio y de las caídas de presión en la circulación de fluidos

3.4: RENDIMIENTOS DE LAS CALDERAS

- Las pérdidas energéticas en el proceso de generación de vapor
- Rendimientos de combustión y de transmisión.
- Rendimiento global de la caldera
- Cálculo del rendimiento por el procedimiento directo y por pérdidas separadas

BLOQUE 4: Ciclos de turbinas de vapor

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 4.1 Conocer los diferentes tipos de turbinas y comprender el funcionamiento de las turbinas de vapor*
- 4.2 Comprender los ciclos de Rankine con sus modificaciones de mejora energética y calcular los rendimientos de los mismos*
- 4.3 Conocer la importancia de la cogeneración como proceso de integración y optimización energética*
- 4.4 Calcular por ordenador rendimientos y otras funciones energéticas*
- 4.5 Simular en ordenador supuestos prácticos de ciclos de vapor*

CONTENIDOS

4.1: CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE TURBINAS

- La función de la turbina en el ciclo de Rankine
- La situación de las turbinas en el conjunto de las máquinas
- Conceptos fundamentales de las turbinas
- Constitución y características de las turbinas de vapor
- Aplicaciones de las turbinas de vapor
- Los diferentes criterios de clasificación

4.2: CICLOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TURBINAS DE VAPOR

- Tendencias y modificaciones del ciclo de Rankine
- Recalentamiento intermedio
- Ciclo de Ericsson o de aproximación al ciclo de Carnot
- Ciclo regenerativo
- Representaciones gráficas (Diagrama de Mollier)
- Rendimientos de los diferentes ciclos

4.3: INTRODUCCIÓN A LA COGENERACIÓN

- Producción combinada de calor y electricidad
- Ciclo cogenerativo
- Rendimiento global
- Ciclo binario
- Ciclos combinados
- Sistemas de energía total

b) BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA:

- ALEGRÍA, F.; *Calderas de vapor*. Apuntes ETSI Minas, Madrid, 1999
- ALEGRÍA, F.; *Turbinas de vapor*. Apuntes ETSI Minas, Madrid, 1995
- MUÑOZ, M.; PAYRI, F.; *Turbomáquinas térmicas*. Servicio de Publicaciones de la ETSIIM, Madrid, 1994
- BABCOCK & WILCOX; *Steam, its generation and Use*. Babcock & Wilcox, New York, 1992
- ALEGRÍA, F.; *Calderas de combustión en lecho fluido*. Apuntes de la Fundación Gómez Pardo, Madrid, 1988

COMPLEMENTARIA:

- ALEGRÍA, F. et al; *Técnicas de conservación de energía en la industria (Calderas y turbinas)*. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid, 1982
- COMBUSTION; *Fossil power systems*. Combustion Engineering, Windsor CT, 1993
- CPCU; *Vapor de agua, teoría y aplicaciones*. Limusa, México D.F., 1987
- AGÜERA, J.; *Termodinámica lógica y motores térmicos*. Ciencias 3, S.A., Madrid 1999
- JONES, J.B.; DUGAN, R.E.; *Ingeniería termodinámica*. PHH, Madrid, 1999

c) PRÁCTICAS EN GRUPOS REDUCIDOS

Simulación de ciclos de vapor.

- Análisis de los elementos representativos de los principales equipos constituyentes del ciclo
- Representaciones gráficas de los elementos y de los ciclos completos en los diagramas T-S y H-S

Cálculos de las funciones energéticas de los ciclos de vapor.

- Energía aportada por la caldera en el calentamiento del agua, la vaporización, sobrecalentamiento y recalentamiento del vapor
- Energía útil generada por la turbina en todas sus fases de alta, media y baja presión
- Extracciones y tomas de vapor
- Influencia de la bomba de alimentación del agua
- Energía cedida al condensador
- Pérdidas energéticas en el proceso de expansión del vapor
- Rendimientos de los ciclos simple, con recalentamiento intermedio, regenerativo y cogenerativo.

Nº de alumnos por grupo: 10

d) PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El examen de la asignatura constará de dos partes, una teórica, **T**, consistente en preguntas test o de contestación breve, y otra práctica, **P**, consistente en la resolución de una serie de ejercicios o supuestos prácticos. Cada una de estas pruebas se valorará de **0** a **10** puntos.

Se harán preguntas esporádicas en clase acerca de conceptos básicos y sencillos explicados en la misma. Cada pregunta correcta se valorará con **1** y la incorrecta con **0**. La nota global de clase, **C**, será la media de las puntuaciones obtenidas en las preguntas de clase. La realización de trabajos personales pueden complementar esta nota, pero en cualquier caso siempre será **C ≤ 1**.

La nota final de la asignatura será: $N = (T+P)/2 + C$