



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
DEPARTAMENTO DE CONVERSIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA

<b>DIVISIÓN</b>	<b>CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS</b>
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>CONVERSIÓN Y TRANSPORTE DE ENERGÍA</b>
<b>ASIGNATURA</b>	<b>CT-4417 TURBINAS DE GAS</b>
<b>HORAS/SEMANA</b>	
<b>FECHA</b>	

## PROGRAMA

### TEMAS

#### 1. Introducción:

Objetivos. Historia, desarrollo y aplicaciones. Unidades típicas.

#### 2. Ciclos básicos:

Reversibles e irreversibles. Simple reversible. Simples. Regenerativo. De recalentamiento. De enfriamiento intermedio, Mixtos. Trabajo y rendimiento. Configuraciones de un eje y de dos ejes.

#### 3. Ciclos de propulsión:

Empuje neto. Empuje bruto. Caballaje de empuje. Consumo específico de combustible de empuje. Factores que afectan el empuje. Termodinámica de los ciclos de propulsión. Aptitud de la máquina. Rendimiento de propulsión. Turbohélices y máquinas de doble flujo. Turborectores de combustión y de by-pass. Rendimiento total. Rendimiento térmico. Rendimiento de hélice.

#### 4. Turborreactores de aviación en instalaciones de turbinas de gas estacionarias.

Concepto de generador de gas. Características de las unidades con turborreactores. Configuraciones típicas.

#### 5. Co- Generación:

Significado del concepto. Componentes. Requisitos. Criterios de configuración y selección.

#### 6. Inyección

De vapor o de agua.

#### 7. Ciclos con aire comprimido en cavernas.

Ciclo básico. Ciclo con enfriamiento, recalentamiento. Ciclos compuestos. Cavernas de presión constante y de volumen constante. Plantas existentes.

## **8. Compresores Centrífugos.**

Ecuación de energía. Ecuación de cantidad de movimiento. Factor de resbalamiento: aproximación de Stodola, análisis de Busemann, expresión de Stanitz y Ellis. Efectos de la circulación a la entrada y de paletas no radiales. Efecto de la fricción del disco. Componentes: el inductor. N° de Mach relativo en la periferia del inductor. El impulsor. Velocidad de remolino. Proceso de difusión. Proceso de compresión por acción centrífuga. El difusor: con aletas y sin aletas. Estabilidad. Funcionamiento. Efectos del N° de Reynolds. Limitaciones de los compresores centrífugos.

## **9. Compresores axiales:**

Introducción. Función Configuración. Principios de operación. Termodinámica de una etapa de compresor axial. Aumento de temperatura. Limitaciones debidas a la mecánica de fluidos. Formas de las paletas resultantes de estas limitaciones. Relación real de los ángulos del fluido y de las paletas. Variables de las rejillas de paletas. Resultados de la investigación en rejillas de paletas. Equilibrio radial. Remolino libre. Variaciones radiales. Efectos del flujo a alta velocidad. Grado de reacción y sus efectos. Efectos de N de Mach. Factor de precalentamiento. Bomboe. Curvas características. Problemas de operación. Comparación de compresores centrífugos y axiales.

## **10. Cámara de combustión :**

Configuraciones típicas. Límites de inflamabilidad. Rendimiento del proceso . Cálculos. Funcionamiento .Rendimiento de combustión. Caída de presión. Perfil de temperatura. Rendimiento de combustión. Caída de presión. Perfil de temperatura. Límites de estabilidad. Límites de altitud. Criterios de diseño del sistema de combustión: Vida, encendido carbón y humo.

## **11. Turbinas Axiales:**

Turbinas de acción. Grado de reacción. Turbina simétrica. Turbina de descarga axial. Distribución de la caída de presión. Variaciones radiales. Caída de temperatura. Rendimientos. Termodinámica de una etapa de turbina. Cálculo de las pérdidas en paletas. Termodinámica de flujo en una turbina de etapas múltiples. Factor de recalentamiento. Características de turbinas axiales.

## **12. Turbinas centrípetas.**

Terminología, componentes y conceptos. Ecuaciones de transferencia de energía con flujo radial: Euler, rotalpía, relación de presión ideal. Funcionamiento ideal en las condiciones del punto de diseño . Coeficientes de flujo y de extracción de trabajo. Características de funcionamiento de las máquinas reales. Velocidad específica. Pérdidas. Mapas de funcionamiento.

## **13. Funcionamiento de turbinas de gas estacionarias:**

Generalidades. Características de las componentes. Operación fuera del punto de diseño de una turbina de gas de un solo eje. Ejemplo. Funcionamiento en equilibrio de un generador de gas. Operación fuera del punto de diseño de una turbina libre. Emparejamiento de 2 turbinas en serie. variación de la potencia y consumo específico de combustible con la velocidad de salida. Turbinas de un solo eje y de dos ejes. Ejemplo. Métodos para mejorar el funcionamiento a carga parcial: estator de área variable de la turbina de potencia. Predicción de funcionamiento transitorio. Máquinas de un eje VS. turbina libre. Principios de sistemas de control.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### Texto Principal

Apuntes sobre “Teoría de Turbinas Gas” del Prof. Mauricio Casanova B.

“Gas Turbine Theory”, Cohen, Rogers and Saravenamutto, Longman, 1996. 4ta Edición.

“Gas Tables”, Keenan & Kaye, John Wiley & Sons, N.Y. 1980.

### Referencias

“Marine gas Turbines, William W. Bathie, John Wiley & Sons, 1975.

“Fundamentals of Gas Turbines”, William W. Bathie, John Wiley & Sons, 1984.

“Desing of high Efficiency Turbomachinery and gas Turbines”, David G. Wilson, M.I.T. Press, 1998.”Turbinas Engineering Handbook”, M.P.Boyce, Gulf Publishing Co. Houston, 1982 (no es propiamente un manual).

“Gas Turbine Engineering”Richard T.C. Harman, Halsted Press, 1981.

“Axial Flow Compressors”, J.H.Horlock, Krieger Publissinging Co., N.Y ,1973.

“Aerodynamics of Turbines and Compressor” , Edd. W.R. Hawthormene y W.T.Olson, Princeton University Press, 1960.

“Introduction to the Gas Turbine”, 2a. Edición, D.G. Shepered, Van Nostrand, N.Y.,1960.

“Mechanics and Themodynamics of Propulsion”, Phillip G. Hill & Hill & Carl R. Peterson, Addison-Wesley, 1992.