



PROGRAMA ANALITICO “TURBOMAQUINAS”

<p>Contenidos:</p>	<p>CAPITULO I.- La marcha del desarrollo de turbinas de vapor desde De Laval y Parsons. Estado actual: turbinas grandes para centrales termoeléctricas, centrales nucleares, turbinas industriales de contrapresión, turbinas para barcos. Turbinas industriales de contrapresión y condensación con extracción de vapor para procesos. Cogeneración de energía eléctrica y vapor para procesos. Auxilio de vapor para procesos con válvulas reductoras de presión. Turbina superpuesta.</p> <p>CAPITULO II.- Las transformaciones energéticas en centrales térmicas de vapor. El segundo principio de la termodinámica y el proceso cíclico ideal de Carnot. El ciclo ideal de Clausius Rankine en el diagrama T-S y en el h-S. Relación entre presión y temperatura iniciales del vapor y el título del mismo en la salida de la turbina. Recalentamiento intermedio simple y doble del vapor. Ciclo térmico con precalentamiento regenerativo del agua de alimentación por medio de extracciones de vapor en distintas etapas de la turbina. Factores que limitan el número de etapas de calentamiento.</p> <p>CAPITULO III.- Ciclos combinados: turbina de gas - turbina de vapor. Ciclo abierto y simple de la turbina de gas. Rendimiento térmico del ciclo ideal en función de la relación de presiones. Ciclo real sin intercambiador de calor. Rendimiento total o grado de bondad de una turbina de gas sin intercambiador de calor en función de la relación de presiones y de la temperatura del gas para rendimientos determinados del compresor y de la turbina. Influencia de estos rendimientos sobre el rendimiento total. Proceso combinado con introducción de los gases de salida de la turbina como aire de combustión en un generador de vapor. Proceso combinado con intercambiador de calor para la producción de vapor sin consumo adicional de combustible.</p> <p>CAPITULO IV.- La expansión del vapor en los diagramas h-S, T-S y p-v, con y sin pérdidas. Comparación entre la máquina alternativa de vapor y la turbina. Concepto general sobre el tamaño de la última etapa de expansión de turbinas grandes. Tobera de Laval: su diseño y cálculo. Expansión del vapor en el corte oblicuo, desviación del chorro de vapor y su cálculo simplificado con la fórmula de Forner - Baehr. Choque de compresión recto, curvas de Fanno y de Rayleigh</p> <p>CAPITULO V.- Teoría elemental de la turbomáquina axial. Enrejillados directriz y móvil, triángulos de velocidades. Rendimientos de los enrejillados y coeficientes de velocidades. Cambio de estado del vapor en la etapa. Grado de reacción. Rendimiento periférico. Influencia del ángulo de salida sobre el rendimiento periférico. Etapa con un pequeño grado de reacción.</p>
---------------------------	---



Contenidos

CAPITULO VI.-

Las formas básicas de las turbinas de vapor. Etapa de presión constante, rueda de acción y/o regulación. Rueda Curtis, escalonamientos de velocidades. Grupo de etapas de presión constante, turbina de cámara. Grupo de etapas de reacción, turbina de tambor. Gráficos de la variación de presión, volumen específico entalpía estática y velocidad absoluta del vapor en una etapa o en grupos de éstas. Turbinas radiales, turbinas Ljungstrom.

CAPITULO VII.-

Admisión parcial y total; grado de admisión, volumen del vapor y largo de las paletas. Pérdidas por rozamiento y ventilación. Protección del sector sin admisión de vapor. Las diferentes fórmulas empíricas para su cálculo.

CAPITULO VIII.-

Pérdidas por intersticios en turbinas de cámara y de tambor. Pérdidas por laberintos, su cálculo, fugas admisibles e inevitables. Vapor de cierre para laberintos al vacío. Pérdidas por el émbolo de compensación del empuje axial. Pérdidas mecánicas y por radiación.

CAPITULO IX.-

El cono de vapor de Stodola; la ecuación de Flügel y sus aplicaciones. Cambio de la repartición de presiones en las etapas de la turbina al variar la carga. Variación de la presión del vapor en la cámara de la rueda de regulación en función de la carga. El empuje axial y su compensación. Empuje axial en turbinas de acción. Peligro de una obstrucción parcial por depósitos de sales.

CAPITULO X.-

La regulación de turbinas: regulación por calidad de vapor o laminación y por cantidad o grupo de toberas. Cálculo de las medidas características de una válvula de regulación. Regulación mecánica, mecánica-hidráulica, hidráulica y electrónica. Cierre de emergencia del vapor en los casos de velocidad excesiva, baja presión de aceite o desplazamiento del rotor.

CAPITULO XI.-

Problemas aislados de diseño; elección del número de etapas de la turbina; primera etapa o rueda de regulación; número de revoluciones, acople directo, turbinas con reductor del número de revoluciones. Relación entre el diámetro de la rueda, longitud de paletas y volumen de vapor. Cifras características de las turbinas o etapas; el antiguo número de Parsons y las cifras modernas.

CAPITULO XII.-

Sistemas de condensación por medio de agua y aire, sistema Heller. Tamaño del condensador, cantidad de tubos, coeficiente de transmisión de calor. Vacío teórico y práctico.

Listado de Trabajos Prácticos

- Nº 1: Problemas de aplicación; cálculo de una tobera; choque de compresión.
- Nº 2: Fuerzas en canales curvos.
- Nº 3: Ciclo de C-R, mejoras y ciclo combinado de TG y TV.
- Nº 4: Cálculo del rendimiento periférico de una rueda de acción simple y una R. Curtis.
- Nº 5: Cálculo del diámetro óptimo de una R.C.
- Nº 6: Cálculo de laberintos de una TV.
- Nº 7: Cálculo del vacío límite de una TV de condensación. 2 clases
- Nº 8: Aplicación de la ecuación de Flügel en el ensayo de una TV.
- Nº 9: Cálculo de la válvula de regulación de una TV.
- Nº 10: Selección de una TV industrial para cogeneración. Video de una TV.



Objetivos	Conocer los conceptos básicos de diseño y selección de turbinas de vapor, estudio de los ciclos térmicos y el funcionamiento de las turbinas de centrales de generación de energía eléctrica y de turbinas industriales empleadas en la cogeneración de fuerza motriz y vapor para procesos de calefacción.
Descripción analítica de las actividades teóricas y prácticas	Las clases consisten en exposiciones del docente en el pizarrón, con proyección de transparencias y análisis de catálogos y planos. En las prácticas los alumnos resuelven problemas con asistencia del profesor. Clases teóricas: en ellas se desarrollan todos los temas contenidos en el programa de la asignatura. Se utiliza el pizarrón complementado con proyección de transparencias. Se trabaja sobre planos y catálogos de turbinas y los alumnos reciben apuntes impresos de los principales temas, extraídos y traducidos de la bibliografía alemana que se detalla. Clases prácticas: (asistencia obligatoria mínima de 80%) en ellas los alumnos deben resolver los problemas contenidos en el programa, después de recibir una guía y explicación de cada tema. Los alumnos realizan consultas con los profesores, sobre temas teóricos y prácticos, durante las horas de clases y fuera de ellas. Cada alumno debe presentar una carpeta con todos los trabajos prácticos desarrollados y con la misma rendir un examen de evaluación previo al examen oral final.
Carga horaria:	128 horas
Distribución de actividad	Clases teóricas- prácticas: 120 horas Evaluaciones: 8 horas
Bibliografía Básica:	"Turbomáquinas" - Luccini "Turbinas de Vapor" - Church "Turbinas de Vapor" - A. V. Schegliaiev "Termodinámica" - H. D. Baehr Apuntes y Láminas TV y TVA de la Cátedra
Otra bibliografía	"Thermische Kraftanlagen" - H. J. Thomas "Dampfturbinen" - Fritz Dietzel "Dampfturbinen" - H. W. Roemer "Thermische Turbomaschinen" - W. Traupel "Turbines a Vapeur et a Gas" - Stodola "Dampfturbinen" - Zietemann "Turbomáquinas Térmicas" - Claudio Mataix
Sistema de evaluación:	Los alumnos deben rendir el examen previo de evaluación de sus trabajos prácticos. Una vez aprobado, les permite acceder al certificado de aprobación de trabajos prácticos (regularidad en la asignatura). Cumplido este requisito el alumno podrá presentarse a rendir la materia en un examen oral final, que debe aprobar con una nota de evaluación de 4 a 10, en la escala de 1 a 10. El examen consiste en una exposición de un tema previamente sorteado y contestar las preguntas de los profesores examinadores. El interrogatorio es fundamentalmente conceptual y el alumno podrá consultar sus apuntes o carpetas en caso de necesitar apelar a alguna expresión matemática que sea difícil de memorizar

.....
Ing. Roberto Lauro Andina
Profesor Asociado
Cátedra de Turbomáquinas