



## **Programa de ENERGÍA 2**

### **1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Energía 2: Generación de energía con plantas de vapor y gas.

### **2. CRÉDITOS**

10 créditos

### **3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Que el estudiante adquiera conocimientos acerca de los ciclos de generación de energía -tanto simples como combinados- y de cogeneración. Además del análisis global del ciclo se estudiarán los distintos componentes de cada uno de ellos. Asimismo, el estudiante adquirirá un conocimiento general acerca de los distintos tipos de energía (primarias, secundarias, etc.) y su utilización a nivel mundial y nacional con el fin de comprender el papel en el país de la generación eléctrica a partir de combustibles. Al finalizar la asignatura, el estudiante podrá obtener resultados cuantitativos válidos de ciclos e instalaciones.

### **4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

Cuatro horas semanales de clase, distribuidas en clases teóricas, clases de ejercicios y/o de desarrollo de proyecto de diseño, visitas y/o ensayos en laboratorio.

Dedicación total del estudiante: 60 horas de clase + 4 horas de visitas o laboratorios + 80 horas de dedicación no presencial del estudiante.

### **5. TEMARIO**

1. Ciclos de vapor. Ciclo Rankine ideal. Ciclos con recalentamiento, sobrecalentamiento, regeneración. Componentes del ciclo.
2. Ciclos de gas. Ciclo de Joule-Brayton ideal. Ciclos con recalentamiento, interenfriamiento, regeneración. Componentes del ciclo.

3. Ciclos combinados. Ciclos binarios.
4. Cogeneración. Eficiencia total y razón de cogeneración.
5. Consideraciones sobre irreversibilidades. Estudio exergetico.
6. Complejidad de los problemas energéticos en la escala mundial y nacional. Aspectos económicos, ambientales y estratégicos. Papel de las distintas fuentes primarias en el sistema energético mundial. fósiles (carbón, petróleo, gas), hidráulica, eólica, solar, biomasa, nuclear.
7. Características principales del balance energético nacional. Consumo por sector de energías secundarias. Descripción de los principales subsectores del sistema energético de Uruguay: electricidad, derivados del petróleo y gas natural. Papel de la generación térmica en el abastecimiento eléctrico del país.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1. Ciclos de vapor	(3), (5)	
2. Ciclos de gas	(4)	
3. Ciclos combinados y binarios	(3), (4), (5)	
4. Cogeneración	(3), (4), (5)	
5. Irreversibilidades y estudio exergetico	(1), (2)	
6. Problema energético mundial y nacional	(7)	(8)(9)
7. Balance energético nacional		(6)

### 6.1 Básica

1. Edward F. Obert (1948). Thermodynamics. New York: McGraw-Hill.
2. George N. Hatsopoulos & Joseph H. Keenan (1963). Principles of General Thermodynamics. New York: Wiley.
3. William Johnston Kearton (2011, original 1931). Steam Turbine Theory and Practice – A Textbook for Engineering Students. New York, Chicago: Pitman.
4. Rogers, Gordon; Cohen, Henry; Herb, Savaranamuttoo (1983). Teoría de las Turbinas de Gas. Barcelona: Marcombo.
5. John Francis Lee (1954). Theory and Design of Steam and Gas Turbines. Mc Graw Hill.

### 6.2 Complementaria

6. Dirección Nacional de Energía, MIEM (años sucesivos). Balance Energético Nacional. Montevideo.
7. BP Statistical Review of World Energy (años sucesivos).
8. International Energy Agency. World Energy Outlook (años sucesivos).

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

9. Jacques Percebois y Jean Pierre Hansen (2018). Energía. Economía y Políticas. Buenos Aires, Instituto Torcuato Di Tella.
10. Mark Scoretz, Raymond Williams (2008). Industrial Steam Turbine Value Packages. GE Energy, Atlanta, Georgia, USA.  
[http://site.ge-energy.com/prod\\_serv/products/tech\\_docs/en/downloads/ger4191.pdf](http://site.ge-energy.com/prod_serv/products/tech_docs/en/downloads/ger4191.pdf)
11. R.A. Chaplin (2010). Steam Turbine Operational Aspects. Department of Chemical Engineering, University of New Brunswick, Canada;  
<http://www.eolss.net/sample-chapters/c08/e3-10-03-05.pdf>
12. Jiří Škorpík (2006). Flow of gases and steam through nozzles. Universidad Tecnológica de Brno, República Checa;  
[http://www.transformacni-technologie.cz/en\\_proudeni-plynu-a-par-tryskami.html](http://www.transformacni-technologie.cz/en_proudeni-plynu-a-par-tryskami.html)

## **7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS**

**7.1 Conocimientos Previos Exigidos:** Conocimientos básicos de termodinámica, transferencia de calor, combustión, balances energéticos y mecánica de fluidos.

**7.2 Conocimientos Previos Recomendados:** Conocimientos básicos de instalaciones de vapor.

## ANEXO A

### A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial.

### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Fuentes de Energía/Mercados (2 hr.) – Repaso de Termodinámica (2 hr.)
Semana 2	Fuentes de Energía/Mercados (2 hr.) – Repaso de Termodinámica (2 hr.)
Semana 3	Fuentes de Energía/Mercados (2 hr.) – Repaso de Termodinámica (2 hr.)
Semana 4	Fuentes de Energía/Mercados (2 hr.) – Práctico de Ejercicios (2 hr.)
Semana 5	Fuentes de Energía/Mercados (4 hr.)
Semana 6	Ciclos Rankine (2 hr.) – Práctico de Ejercicios (2 hr.)
Semana 7	Ciclos Rankine (2 hr.) - Práctico de Ejercicios (2 hr.)
Semana 8	Turbinas de vapor (4 hr.)
Semana 9	Toberas (2 hr.) – Trabajo práctico (2hr.)
Semana 10	Álabes móviles (2 hr.) – Trabajo práctico (2hr.)
Semana 11	Regulación de Turbinas de Vapor (2 hr.) – Trabajo práctico (2 hr.)
Semana 12	Turbinas de Gas / Ciclo Joule–Brayton (2 hr.) – Trabajo práctico (2 hr.)
Semana 13	Turbinas de Gas / Ciclo Joule–Brayton (2 hr.) – Trabajo práctico (2 hr.)
Semana 14	Turbinas de Gas / Aspectos Tecnológicos (2 hr.) – Trabajo práctico (2 hr.)
Semana 15	Emisiones Contaminantes (2 hr.) – Trabajo práctico (2 hr.) Visita o Laboratorio (4 hr.)

### A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

La evolución de la asignatura será reglamentada con posibilidad de exoneración parcial.

- A) Prueba escritas (parcial): Con un máximo de 40 puntos, a realizarse en el primer período de parciales.
- B) Actividad complementaria: realización de una actividad específica que se definirá oportunamente, por ejemplo, visita técnica guiada a instalaciones industriales, ensayo de laboratorio, estudio monográfico, u otra, con la entrega del respectivo informe, a satisfacción de los docentes. Se asignarán hasta 10 puntos.
- C) Trabajo práctico de diseño, a realizarse en grupo (de 2 o 3 estudiantes) a desarrollarse a lo largo de la segunda mitad del curso, bajo la tutoría de al menos un docente del curso. Este trabajo debe ser entregado y defendido al final del semestre. Se evalúa de forma individual y se le asignarán hasta 50 puntos. Se valorará el trabajo durante el desarrollo del proyecto, la calidad de la entrega y la defensa.

Aprobado por resolución N°113 del CFI de fecha 04.07.2017

El conjunto de pruebas y actividad presencial totalizan 100 puntos, requiriendo para aprobar el curso un mínimo de 25 puntos, la realización de la actividad complementaria (con entrega de informe) y un mínimo de 10 puntos en el trabajo práctico de diseño. La exoneración de la prueba escrita del examen se alcanzará con un mínimo de 65 puntos.

Todos los estudiantes que aprueben el curso deberán rendir examen, que consistirá en:

- 1) Prueba de ejercicios individual, escrita y eliminatória. Los estudiantes que cuenten con 65 puntos o más en el curso no rendirán esta parte.
- 2) Prueba individual oral, interrogativa-expositiva, con temática teórica.

#### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

Los estudiantes no podrán acceder a la Calidad de Libre.

#### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

N/A

**ANEXO B para la carrera INGENIERÍA INDUSTRIAL MECÁNICA**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Fluidos y Energía

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Curso:

Energía 1 (Curso)  
Máquinas para Fluidos I (Curso)  
Transferencia de Calor 1 (Examen)  
Transferencia de Calor 2 (Curso)

Examen:

Energía 1 (Examen)  
Energía 2 (Curso)  
Transferencia de Calor 2 (Examen)