



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE INGENIERIA
COMISIÓN ACADEMICA DE POSGRADO

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO

Nombre del Programa: *Diploma en Ingeniería de la Energía*

Montevideo – 2011

1. IDENTIFICACIÓN DE LA CARRERA:

Nombre del Programa: **DIPLOMA EN INGENIERIA DE LA ENERGÍA**
Programa: **DIPLOMA**

ÁREA ACADÉMICA

Facultad de Ingeniería

Institutos vinculados al Área:

Instituto de Física.
Instituto de Matemática y Estadística Rafael Laguarda
Instituto de Ingeniería Eléctrica
Instituto de Ingeniería Química
Instituto de Mecánica de Los Fluidos e Ingeniería Ambiental
Instituto de Computación.
Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial

Contacto institucional del Programa

Nombre: SCAPA - E

Teléfono: 2 71 0905

E-mail: energia@fing.edu.uy

2. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROGRAMA

Lugar y dirección completa de la sede del programa:

Facultad de Ingeniería – Julio Herrera y Reissig 565 – 11300 Montevideo - Uruguay

Nombre y teléfono de un contacto en la Institución Sede:

Nombre: José Cataldo

Teléfono: 2711 52 76 int. 220

Personal, instalaciones, y materiales disponibles para la realización del programa:

Participan como coordinadores de los cursos 10 docentes nacionales con título de Doctor, 5 docentes con título de Magister y 5 docentes con titulación de Ingeniero y Licenciaturas. Los 5 docentes del exterior que participan como coordinadores de los cursos tienen titulación de doctorado.

Además de los docentes coordinadores de los cursos, otros 11 docentes participarán en el dictado de los cursos, siendo todos ellos docentes nacionales, con títulos de Doctor, de Ingeniero y de Licenciatura.

Desde el punto de vista edilicio se dispondrán 4 salones de clases para cursos expositivos de posgrado, 2 salones equipados con PC para el dictado de cursos que incluya la aplicación de herramientas informáticas.

A los efectos de realización de prácticas, la Facultad de Ingeniería cuenta con 4000 m² de laboratorios con equipamientos de materiales diversos, equipos de ensayo escala piloto, túnel de viento, laboratorio de ensayo de luminarias, hornos, microscopios, banco de ensayo de maquinaria mecánica y eléctrica para la medición de eficiencia, entre otros.

En la Biblioteca Central de Facultad de Ingeniería así como en las bibliotecas de los distintos Institutos se disponen de aproximadamente 5000 libros vinculados con temáticas asociadas directa e indirectamente a la energía, se reciben del orden de 10 publicaciones periódicas vinculadas a la temática, se tiene además acceso a través del Portal Timbó (www.timbo.org.uy), a las bases de datos: Science Direct, Springer, Scopus, IEEE, cada una de ellas cuenta con aproximadamente 2.500 títulos de revistas.

3. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

FINALIDAD:

El Diploma en Ingeniería de la Energía, de acuerdo con el artículo 2° de la Ordenanza de las Carreras de Postgrado tiene por objeto:

- a) Brindar una formación más especializada que la correspondiente a los cursos de grado en el área de la Energía.
- b) Profundizar la formación del graduado en el manejo activo y creativo del conocimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

El Diploma se orienta a un perfeccionamiento en el área de la Energía, ampliando en profundidad los conocimientos adquiridos en los programas de grado en Ingeniería.

Se busca formar recursos humanos altamente calificados capaces de afrontar, resolver con solvencia y creatividad los distintos desafíos del área, atendiendo a la demanda creciente de energía y satisfaciendo las necesidades de la sociedad, mediante su participación en tareas de investigación, desarrollo científico y tecnológico, a través de una actitud innovadora en el ámbito público y privado.

PERFIL DEL EGRESADO

Al culminar los cursos del Diploma, el egresado del programa será capaz de:

- a) Exponer con solvencia los principios básicos y fundamentos teóricos que se manejan en la temática Energía en su estado actual.
- b) Conocer los fundamentos teóricos y principales características de las tecnologías más utilizadas en la actualidad, sus campos de aplicación, limitaciones y costos.
- c) Aplicar, utilizando los fundamentos teóricos, las nuevas tendencias en Energía, atendiendo a las exigencias del sector.
- d) Abordar los aspectos sociales y económicos asociados a la aplicación y utilización de tecnologías energéticas.

4. ORGANIZACIÓN Y NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

Duración prevista del programa: 18 meses

Número de plazas previstas (incluyendo becas si es aplicable):

Número mínimo de alumnos para realizar el programa: no hay

Requisitos para obtener el título

Número de créditos mínimos de Actividad Programada: 72

Horas presenciales mínimas de Actividad Programada: 500.

Estructura de la Actividad Programada (fundamentales y técnicas):

- **Materias fundamentales:** Matemática (Estadística, Optimización, Cálculo Numérico), Física (Termodinámica, Electromagnetismo), Transferencia de calor y combustión, Mecánica de los fluidos aplicada, Ingeniería de procesos químicos, físicos y biológicos, Electrotécnia, Investigación Operativa, y Ciencias de la atmósfera.
- **Materias tecnológicas especializadas:** Tecnologías de generación de energía, Tecnologías de producción de combustibles, Tecnologías acumulación de energía, Procesamiento de combustibles fósiles, Transporte y distribución de energía, Comercialización de la energía, Logística, Control y simulación de sistemas energéticos, Eficiencia energética, Tecnologías Limpias.
- **Materias de Desarrollo y Sociedad:** Regulación legal y económica, Teorías de desarrollo, Ciencias sociales, Impacto ambiental, Planificación Energética, Política Energética.

Mínimo 10 créditos de en materias fundamentales, un mínimo 28 créditos en materias tecnológicas especializadas y un mínimo de 10 créditos en materias de Desarrollo y Sociedad en el área de la Tesis.

Tesis: 12 créditos

Otros:



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

INGRESO

Perfil de ingreso

Se reconoce como el perfil más adecuado, una formación de grado en Ingeniería.

Requisitos de Ingreso

Podrán ingresar al Diploma en Ingeniería de la Energía quienes posean antecedentes académicos de acuerdo a lo expresado en el Artículo 19° del Reglamento General de las Actividades de Posgrado y Educación Permanente de la Facultad de Ingeniería (RGP-FING).

Aquellos aspirantes que a juicio de la SCAPA – E necesiten completar actividades previas, de manera de asegurar un completo aprovechamiento de las actividades del Diploma, deberán realizar estas actividades de nivelación inmediatamente después de haber sido admitidos al programa.

Criterios de selección de los candidatos

El aspirante deberá solicitar su ingreso a la SCAPA – E de acuerdo a los requisitos dispuestos en el Artículo 21° del RGP-FING, conjuntamente con un plan primario de actividades.

La SCAPA-E recomendará a la CAP-FING la aceptación de la solicitud si a juicio de la SCAPA-E el aspirante presenta méritos suficientes y si existen recursos adecuados para completar las actividades del Diploma exitosamente.

Junto con el ingreso del estudiante al Doctorado, la CAP designará un Director Académico del estudiante, quién le orientará durante la duración de la carrera y será responsable ante la institución del desarrollo, tanto de los diferentes aspectos de la Actividad Programada, cuando corresponda, como de la tesis. El Director Académico deberá ser propuesto por el estudiante o en su defecto por la SCAPA-E, debiendo satisfacer las condiciones académicas establecidas en los artículos 21 y 22 de la Ordenanza de las Carreras de Posgrado de la UDELAR. Para la designación del Director Académico se deberá contar previamente con el consentimiento expresado por escrito del docente involucrado.



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

5. CUERPO DOCENTE Y SUS ACTIVIDADES			
Nombre/titulación/instituto	Horas aula anuales dedicadas al programa	Nº previsto de candidatos a orientar	Horas anuales de otras actividades vinculadas al programa
01. Gonzalo Abal	40	1	60
02. Reto Bertoni	20		10
03. Aldo Bologna	30		
04. Liliana Borzacconi	40	1	10
05. Cesar Briozzo	30	1	10
06. Maria del Carmen Brum	40		
07. Gonzalo Casaravilla	40	1	20
08. José Cataldo	40	1	60
09. Pedro Curto	40	1	60
10. Ruben Chaer	40	1	20
11. Alcion Cheroni	30	1	10
12. Ventura Croce	30		10
13. Enrique Dalchiele	30		
14. Alvaro Diaz	30		
15. Verónica Diaz	40	1	

5. CUERPO DOCENTE Y SUS ACTIVIDADES			
Nombre/titulación/instituto	Horas aula anuales dedicadas al programa	Nº previsto de candidatos a orientar	Horas anuales de otras actividades vinculadas al programa
16. Horacio Failache	30	1	
17. Daniel Ferrari	40	1	
18. Jorge Freiria	40	1	
19. Elizabeth González	40		
20. Maria Antonia Grompone	40	1	10
21. Alejandro Gutiérrez	20		200
22. Pedro Lacava	40	1	10
23. Claudia Lareo	20	1	
24. Sergio Lattanzio	40		10
25. Graciela Lesino	40	1	20
26. José Luz	40	1	10
27. Ramón Mendez	20	1	
28. Jorge Martínez	40	1	60
29. Carlos Padovezi	30		
30. Alfredo Piria	40		



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

5. CUERPO DOCENTE Y SUS ACTIVIDADES			
Nombre/titulación/instituto	Horas aula anuales dedicadas al programa	Nº previsto de candidatos a orientar	Horas anuales de otras actividades vinculadas al programa
31. Marco Scavino	40		
32. Daniel Schenzer	40		
33. Marcos Tenconi	40		
34. Carlos Testuri	30		
35. Mario Vignolo	40	1	20
36. Fernando Zinola	40	1	10

6. CURRÍCULA

Asignatura nº 01 Energía Solar	
Responsable de la asignatura: Dr. Gonzalo Abal. Instituto: Física	
Nº de Créditos: 6 Horas Presenciales: 45	Cupos: No
Objetivos: Describir los mecanismos básicos determinantes para la conversión eficiente de energía solar en energía térmica utilizable. Describir en detalle algunas aplicaciones tecnológicas de interés para las condiciones climáticas de nuestro país. Aportar métodos simples para estimar la eficiencia y el análisis económico para este tipo de dispositivos.	
Conocimientos previos exigidos: Termodinámica de sistemas abiertos	
Metodología de enseñanza: Se dictarán clases teóricas y clases prácticas de resolución de ejercicios de aplicación	
Forma de evaluación: 1) Monografía sobre un tema a determinar, con defensa y presentación oral. 2) Examen oral sobre los contenidos del curso.	
Temario: -Radiación Solar. Movimiento del sol. Efecto de la atmósfera. Radiación directa y difusa. Medidas de radiación. Estimación de la radiación incidente en una superficie plana horizontal e inclinada. -Fundamentos de Transferencia de calor. Conducción térmica. Radiación. Superficies grises. Convección natural y forzada. Transmisión de radiación a través de placas de vidrio. -Colectores planos. Balance térmico. Distribución de temperaturas. Medidas de performance. -Colectores concentradores (CC). CC de Torre central. CC Parabólico lineal. CC individual con ciclo Stirling. CC lineal con óptica de Fresnel. Performance comparativa. -Almacenamiento de energía térmica. Tanques de agua. Estratificación. Otros materiales. Almacenamiento estacional. -Otras aplicaciones. Sistemas de calentamiento/enfriamiento ambiental. Calentamiento solar para procesos industriales. -Análisis de desempeño de sistemas solares térmicos. Estimación de carga. Modelos y simulaciones. Elementos de análisis económico.	
Bibliografía: -Solar Engineering of Thermal Processes, John A. Duffie and William A. Beckman, John Wiley and Sons, 2006, ISBN: 13-978-0-471-69867-8 -Solar radiation and daylight models, T. Muneer, Elsevier, 2004, ISBN 0-7506-5974-2 -Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage, 3ed, S. P. Sukhatme, J. K. Nayak, Tata McGraw Hill Publishing Co., Nueva Delhi, ISBN 0-07-014-296-3 -Solar Thermal Energy: Fundamentals And Experiments, H. P. Garg, T. C. Kandpal, Alpha Science International, Ltd; 1 edition (January 2005), ISBN 978-1842651520 -Solar Energy: Fundamentals, Design, Modeling and Applications, G.N. Tiwari, Narosa Publishing House, Nueva Delhi, 2004, ISBN 81-7318-450-5	

Asignatura nº 02: Turbulencia

Responsable de la asignatura: Dr. Ing. José Cataldo

Instituto: Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental

Nº de Créditos: 8

Cupos: No

Horas Presenciales: 40

Objetivos:

Se busca introducir al estudiante en el manejo de herramientas que le permita analizar los flujos turbulentos, en diferentes situaciones que se presentan en casos prácticos. Se plantearán las características del mismo, las ecuaciones que rigen su desarrollo, metodologías de medición y análisis de este tipo de flujos.

Conocimientos previos exigidos:

Mecánica de los Fluidos

Metodología de enseñanza:

El curso se compondrá de un 75% de clases magistrales de corte teórico y un 25% de clases de tipo práctico

Forma de evaluación

Examen final

Temario:

Características de los flujos turbulentos. Escalas de la turbulencia. Ecuaciones de Reynolds. Mecanismo de intercambio de potencia en flujos turbulentos. Modelación física y modelación numérica. Métodos de medición

Bibliografía:

- * A First Course in Turbulence, Tenekes and Lumley, MIT Press, ISBN 0-262-20019-8, 1981.
- * Turbulence. An Introduction to its mechanism and theory, Hinze, J.O., McGraw Hill, NY, ISBN 0-07-029037-7, 1959
- * Viscous Fluid Flow, White, F., McGraw Hill, ISBN 0-07-069710-8, , 1974.
- * Boundary-Layer Theory, Schlichting, H., McGraw-Hill, NY, ISBN 0-07-055334-3, 1979.
- * The measurement of turbulent fluctuations, Smolyakov, A.V. and Tkachenko, V.M., Springer-Verlag, NY, ISBN 3-540-12144-7, 1983.
- * Hot-Wire Anemometry. Principle and Signal Analysis, Bruun, H.H., Oxford University Press, ISBN 0-19-856342-6, 1995.
- * Turbulence in Fluid, Lesieur, M., R. Moreau, IBN 0-7923-4415-4, 1997.
- * Turbulent flows, Pope, S.B., Cambridge University Press, ISBN 0-521-59125 2, 2005.

Asignatura nº 03: Optimización bajo Incertidumbre

Responsable de la asignatura: MS.Carlos Testuri

Instituto: Computación

Nº de Créditos:

2

Cupos: No

Horas Presenciales:

24

Objetivos: Introducir a la metodología y la modelación de incertidumbre en problemas de programación matemática, el estudio de beneficios, desventajas y desafíos. Capacitar en técnicas generales de la materia y en algunas aplicaciones.

Conocimientos previos exigidos: Conocimientos básicos de programación lineal y teoría de probabilidades.

Metodología de enseñanza: Comprende el dictado y discusión temática en 16 clases (24h). Además, la evaluación y extensión de la formación mediante la realización de ejercicios (3 instancias, 24h) y un proyecto o prueba final (42h).

Forma de evaluación

La asignatura se aprueba demostrando adiestramiento (de al menos 60%) en los ejercicios asignados, el proyecto o prueba final y la asistencia a las clases. La calificación final se pondera según los factores evaluativos: ejercicios en un 45%, proyecto o prueba final 50% y asistencia / participación con 5%.

Temario:

1. Introducción con ejemplos- Definiciones básicas de conceptos y metodologías.
2. Formalización de la modelación estocástica- Decisiones y etapas.- Programación lineal estocástica de dos etapas con recurso fijo.- Programación probabilística.
3. Propiedades básicas y teoría- Programación lineal estocástica de dos etapas con recurso fijo.- Programación estocástica discreta- Programación estocástica de múltiples etapas con recurso.
4. Valor de la información- Valor esperado de la información perfecta- Valor de la solución estocástica- Relaciones de orden entre soluciones
5. Métodos de resolución- Método formato-L- Corrección simple en problemas de redes
6. Métodos de aproximación y muestreo- Discretización de distribuciones de probabilidad- Muestreo con Monte Carlo.

Bibliografía: *Introduction to Stochastic Programming*, J.R. Birge, F. Louveaux, Spring-Verlang 1997. (0-387-98217-5)

Asignatura nº 04: Optimización

Responsable de la asignatura: Ms. Ing. Alfredo Piria
Instituto: Matemáticas y Estadísticas Rafael Laguarda

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos:

Generar en los estudiantes la capacidad de resolución de problemas de optimización lineal y no lineal, en particular a aquellos en que existe incertidumbre en los datos (conocidos como de *programación estocástica*). Para lo cual se desarrollarán los modelos y herramientas algorítmicas necesarias para la resolución de algunos problemas, así como la fundamentación teórica de esos algoritmos. En el trabajo práctico se usará el software Matlab.

Conocimientos previos exigidos:

Matemática.

Metodología de enseñanza:

Clases teóricas y de ejercicios. Las clases de ejercicios requerirán del uso de herramientas matemáticas y de cálculo computacional.

Forma de evaluación:

Se deberá resolver en computadora un conjunto de problemas propuestos, y aprobar un examen final.

Temario:

- 1) Conceptos generales de programación no lineal.
Métodos cuasi-newton para problemas sin restricciones, condiciones de Kuhn-Tucker y sensibilidad, programación cuadrática secuencial en problemas con restricciones.
- 2) Algoritmos de programación lineal y programación dinámica.
Algoritmo Simplex y métodos de punto interior en programación lineal. Programación dinámica.
- 3) Métodos de descomposición.
Relajación lagrangeana y descomposición de Benders.
- 4) Programación estocástica.
Modelo de escenarios, con recurso, y multi-etapas. Metodo de Benders anidado, de hedging progresivo y de splitting de variables. Programación dinámica estocástica.
- 5) Aplicación a problemas de planificación

Bibliografía:

- J.B.Hiriart-Urruty y C.Lemarechal, *Convex Análisis and Minimization Algorithms*, tomos I y II, Springer-Verlag, 1993.
- M.Minoux, *Programmation Mathématique*, Dunod, 1983.
- G.L. Nemhauser, A.H.G. Rinnooy Kan y M.J. Todd (eds.), *Handbooks in Operation Research and Management Science, Volume 1, Optimization*, North-Holland, 1989.
- J. Birge y F. Louveaux, *Introduction to Stochastic Programming*, Springer-Verlag, New York, 1997.

Asignatura nº 05: Análisis estadísticos de datos climáticos	
Responsable de la asignatura: Ms. Álvaro Díaz	
Instituto: Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental	
Nº de Créditos: 8	Cupos: no
Horas Presenciales: 40	
Objetivos:	
Desarrollar en el estudiante habilidades para identificar y describir estructuras de datos climáticos, tanto en sus valores medios como en su variabilidad espacial y/o temporal; realizar aplicaciones al diagnóstico de relaciones entre distintas variables climáticas, y al pronóstico.	
Conocimientos previos exigidos:	
Probabilidad y Estadística y Álgebra lineal.	
Metodología de enseñanza:	
Las clases teóricas serán de tipo expositivas por los docentes, mientras que en las de práctico se espera una participación activa del estudiante. En los prácticos de ejercicios se hará uso extensivo de computadoras para la resolución de ejercicios de carácter numérico.	
Forma de evaluación:	
<ul style="list-style-type: none"> -Entrega de ejercicios obligatorios, los cuales deberán ser presentados resueltos por los estudiantes, en plazo y forma satisfactorios a criterio de los docentes. -Entrega por escrito de un Trabajo Final y su defensa oral, que debe ser considerado satisfactorio por los docentes. 	
Temario:	
Climatología y variabilidad climática (espacial y temporal). Análisis exploratorio aplicado a datos climáticos. Descripción de poblaciones por medio de distribuciones empíricas. Histogramas. Datos apareados. Diagramas de dispersión. Coeficientes de correlación. Aplicaciones al diagnóstico y pronóstico. Distribuciones paramétricas. Distribuciones discretas y continuas. Distribuciones de probabilidad frecuentes en variables climáticas. Estimación de parámetros. Pruebas de hipótesis. Aplicaciones. Modelos paramétricos de relaciones entre variables climáticas. Regresión lineal simple y múltiple. Regresión no lineal. Análisis de estratificación y composición. Aplicaciones en diagnóstico y en pronóstico. Series temporales o cronológicas. Revisión de conceptos fundamentales sobre estadística multivariada. Algebra de matrices. Distribución normal multivariada. Análisis de componentes principales. Ejemplos y aplicaciones. Análisis de correlación canónica. Aplicaciones a diagnóstico y pronóstico. Análisis de agrupaciones (cluster analysis). Valor y verificación de los pronósticos.	
Bibliografía:	
Wilks, D., 2006: Statistical Methods in the Atmospheric Sciences, Academic Press, 627 pp.	
Necco, G.V. 1984. Estudio del clima sobre la base de las estadísticas. Métodos de análisis de series en climatología. Universidad de Buenos Aires.	
Thom H.C.S. Some methods of climatological analysis. Technical Note N°81 WMO N°199	
Von Storch and F.W.Zwiers. 1999. Statistical Analysis in Climate Research. Cambridge University Press, 484 pp.	

Asignatura nº 06: Fenómenos de Combustión

Responsable de la asignatura: Dr. Pedro Lacava.

Instituto: Instituto Tecnológico Aeronáutico (ITA), Brasil

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos:

Familiarizar al estudiante con los procesos combustión y presentar herramientas de análisis de cálculo asociado a la dinámica de llama.

Conocimientos previos exigidos:

Termodinámica.

Metodología de enseñanza:

Se dictarán clases teóricas y clases prácticas de resolución de ejercicios de aplicación. En las clases de ejercicios se utilizarán herramientas de cálculo computacional para el modelado de la combustión.

Forma de evaluación:

Ejercicios y trabajo final.

Temario:

1) Termoquímica - Balance de Masa y Energía: (reacción de combustión estequiométrica, con exceso y deficiencia de oxígeno, análisis de productos de la combustión) e conservación de energía (entalpía absoluta, de formación, sensible, de combustión y poder calorífico, temperatura de llama adiabática. 2) Termoquímica – Equilibrio Químico: segunda ley de termodinámica, función de Gibbs, equilibrio para combustión rica, equilibrio con reacciones simultáneas, uso de softwares. 3) Cinética Química: reacciones elementares, reacciones reversibles, reacciones en cadena, mecanismos simplificados. 4) Análisis de Reactores de Flujo Continuo: reactor con mezcla homogénea y reactor tubular. 5) Llamas premezcladas, estructura de una llama premezclada, modelo simplificado para cálculo de velocidad de llama, laminar, métodos de medida de velocidad de llama, límites de inflamabilidad, introducción a llama premezclada turbulenta. 6) Llamas Difusivas: características fundamentales (aspectos conceptuales, resultados experimentales), modelo para cálculo de longitud de llama, llamas parcialmente premezcladas, modelo de llama difusiva para quema individual de gotas, llama difusiva de sprays.

Bibliografía:

1. VanWylen, G.J., Sonntag, R.E.; *Fundamentos da Termodinâmica Clássica*, Edgard Blucher, 2ª edição, 1989.
2. Turns, S.R.; *An Introduction to Combustion, Concepts and Applications*, McGraw-Hill, 1996.
3. Borman, G.L., Ragland, K.W.; *Combustion Engineering*, McGraw – Hill, 1998.
4. Strehlow, R.A.; *Combustion Fundamentals*, McGraw-Hill, 1984.
5. Keating, E.L.; *Applied Combustion*, 1993.

Asignatura nº 07: Estadística Multivariada Computacional

Responsable de la asignatura: : Dr. Marco Scavino

Instituto: Instituto Matemática y Estadística Rafael Laguarda

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos:

Introducir la metodología de las principales técnicas clásicas de la estadística multivariada y de sus modernas variantes así como su implementación con conjuntos de datos reales. Acercar el estudiante al empleo de los paquetes para el análisis estadístico de datos disponibles en el ambiente de desarrollo de software libre R

Conocimientos previos exigidos:

Introducción a la probabilidad y estadística, álgebra lineal, cálculo matricial.

Metodología de enseñanza: El estudiante aprobará el curso a través de la entrega de ejercicios previamente acordados con el docente. También se valorará (15%) la participación activa del estudiante durante las clases. Horas directas de clases teórico-prácticas: 40 hs. (20 clases de 2 hs cada una). Horas de estudio estipuladas por el docente para realizar la entrega de los ejercicios domiciliarios: 50 hs.

Forma de evaluación:

Ejercicios y trabajo final.

Temario:

- Regresión lineal múltiple (repaso).
- Regresión lineal multivariada.
- Reducción lineal de la dimensionalidad (análisis en componentes principales).
- Análisis discriminante lineal.
- Técnicas de clasificación (análisis de cluster)
- Tópicos en escalamiento multidimensional.
- Análisis de correspondencias.

Bibliografía:

- Modern Multivariate Statistical Techniques, Alan Julian Izenman, Springer, ISBN 978-0-387-78188-4, 2008.
- An R and S-Plus © Companion to Multivariate Analysis, Brian S. Everitt, Springer, ISBN 1-85233-882-2, 2005.
- Otras referencias bibliográficas serán indicadas durante el curso.

Asignatura nº 08: Tecnología Solar Térmica	
Responsable de la asignatura: Dr. Ing. Graciela Lesino	
Instituto: Universidad Nacional de Salta (UNSA) Argentina	
Nº de Créditos:	6
Horas Presenciales:	30
	Cupos: no
Objetivos:	
Proveer a los maestrandos de los conceptos básicos y de las herramientas de cálculo que les permitan evaluar la adecuación del recurso, de los equipos y de los sistemas y realizar su predimensionamiento para suministrar, por vía solar, cierto requerimiento de energía térmica en una localización dada y con una idea general de su costo.	
Conocimientos previos exigidos:	
Termodinámica.	
Metodología de enseñanza:	
El curso consistirá de clases semanales. Se sustituirán algunas de dichas clases por demostraciones de laboratorio o vistas de campo. Posteriormente los participantes deberán realizar un trabajo en grupos de dos personas, bajo la supervisión de los docentes.	
Forma de evaluación:	
Resolución de problemas y desarrollo de trabajos experimentales. Resolución de problemas. Ejemplos de trabajos experimentales.	
Temario:	
Radiación extraterrestre. Aspectos geométricos. Radiación solar disponible en la Tierra. Radiación directa y difusa, horaria, diaria, anual. Aspectos geométricos. Modelos y programas. Medición de la radiación. Instrumental. Ejemplos de colectores solares planos, concentradores y colectores con acumulación. Cubiertas. Propiedades ópticas de cubiertas transparentes. Transmisividad de distintos materiales. Cubiertas mejoradas: aplicación de distintos tipos de capas. Absorbedores y sus propiedades. Superficies selectivas. Ecuación térmica de los colectores planos calentadores de agua y de aire. Materiales reflejantes, sus propiedades. Ecuación térmica de los concentradores. Colectores de agua con acumulación. Pozas Solares. Ecuación térmica. Aplicaciones. Información sobre costos. Acumulación térmica como energía sensible, por cambio de fase, en sólidos y líquidos según la temperatura máxima del acumulador. Ejemplos de generación eléctrica solar térmica.	
Bibliografía:	
Solar Engineering of Thermal Processes, John A. Duffie & William A. Beckman 3ª edición. Wiley Interscience, New York. (2006)	
Principles of Solar Engineering, D. Yogi Goswami, Taylor & Francis; 1st edition (January 1, 2000)	
http://www.nrel.gov/solar_radiation/ 17 de octubre de 2007 página web con información del recurso, modelos e instrumental.	
Solar Thermal Technologies for Buildings: The State of the Art, Ed. Matheos Santamouris, 2003,	
Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Frank P. Incropera & David P. DeWitt, John Wiley & Sons, Inc 1996, ISBN 0 – 471 – 30460 – 3	
Entropy Generation Minimization - Adrian Bejan, CRC Press, Boca Ratón, USA, 1996,	
Endorversible Thermodynamics of Solar Energy Conversion - Alexis De Vos, Oxford University Press, New York, USA, 1992, ISBN 0 19 851392 5.	
Salinity-Gradient Solar Ponds J.R. Hull, C.E. Nielsen & P. Goldig, CRC Press, Boca Ratón, USA, 1989, ISBN 0-8493-6914-2.	

Asignatura nº 09: Solar Fotovoltaica conectada a la red o en sistemas autónomos

Responsable de la asignatura: Dr. Ing. Gonzalo Casaravilla

Instituto: Ingeniería Eléctrica.

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 20

Objetivos: Presentar el estado del arte en tecnologías asociadas a la utilización de paneles fotovoltaicos y aerogeneradores de pequeño porte. Al cabo del curso el estudiante habrá adquirido los conocimientos básicos necesarios a los efectos de especificar, diseñar, instalar y operar en sistemas autónomos híbridos (solar-eólicos) o en parques de energía solar fotovoltaica conectados a la red eléctrica.

Conocimientos previos exigidos:

Matemática, Física, Química, Energía Solar.

Metodología de enseñanza:

El curso consistirá de 2 clases semanales de 2 horas durante 4 semanas y la posterior resolución de problemas en consulta con los docentes de la asignatura. Se estima un tiempo de consultas de 4 horas.

Forma de evaluación:

Realizar un trabajo en el que deberán resolver una serie de ejercicios en grupos de a lo sumo dos personas. La dedicación horaria estimada para la realización del trabajo es de 30 horas.

Temario:

Energía fotovoltaica en el Mundo. Energía fotovoltaica y el Uruguay. Irradiación Solar en el Mundo y en Uruguay. Obtención de datos horarios a partir de diarios. Angulo de inclinación óptimo de paneles fijos. Componentes de sistemas fotovoltaicos. Celdas solares, Historia, Teoría de Funcionamiento, Curva característica, Tecnologías disponibles y en fase de investigación, Montaje, Curvas características, Alternativas de conexionado de paneles solares, Sombras, Baterías, Funcionamiento, Tecnologías y utilización. Reguladores (Controladores) de carga y descarga de Baterías Funcionamiento y dimensionado Inversores (convertidores DC/AC) Funcionamiento y dimensionado Instalaciones y Protecciones Parques fotovoltaicos conectados a la red eléctrica Dimensionado, Tecnologías de conexión a la red, Topologías autónomas híbridas solar-eólica, Uso de programas de simulación,

Bibliografía:

Fotovoltaica para Profesionales. Diseño, instalación y comercialización de plantas solares fotovoltaicas. Falk Anthony, Karl-Heinz Remmers, Christian Dürschner. PROGENSA. 2006
Radiación Solar y Dispositivos Fotovoltaicos (Vol. II). Eduardo Lorenzo., 2006.
Sistemas fotovoltaicos: introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaica. Miguel Alonso Abella, Urbano J. Escudero Díaz, Sinuhé Lozano Polo., 2001.
Handbook of Batteries (3rd edition). David Linden, Thomas B. Reddy., 1995.
Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications . M. A. Green, Prentice-Hall series in solid state physical electronics, 1982.
The Physics of Solar Cells . J. Nelson. Imperial College Press., 2003.
Photovoltaic Energy Systems Design and Installation. M. Buresch. McGraw-Hill., 1983.
Wind Power: Renewable Energy for Home, Farm, and Business, Paul Gipe. Wind Power., 2004.

Asignatura n° 10: Energía Eólica

Responsable de la asignatura: Dr. Ing. José Cataldo
Instituto: Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental
N° de Créditos: 6
Horas Presenciales: 30

Cupos: no

Objetivos: Introducir al estudiante en la descripción del parámetro viento, la evaluación del potencial eólico, la descripción de la tecnología destinada a la conversión de la energía eólica y a las técnicas de micro localización de parques. Se busca asimismo, introducir al estudiante en algunas técnicas destinadas a la predicción del recurso eólico.

Conocimientos previos exigidos:

Mecánica de los Fluidos.

Metodología de enseñanza:

El curso consistirá en clases teóricas y practicas y la posterior resolución de problemas en consulta con los docentes de la asignatura.

Forma de evaluación:

Realizar un trabajo final.

Temario:

- 1 - Introducción a la Energía Eólica
- 2 - Viento y turbulencia atmosférica
- 3 - Aspectos de la meteorología y de la climatología vinculados al viento
- 4 - Descripción de los aerogeneradores
- 5 - Evaluación del Potencial eólico
- 6 - Estudio de viabilidad y factibilidad del uso de la energía eólica
- 7 - Microlocalización de aprques eólicos
- 8 - Aspectos ambientales de la energía eólica
- 9 - Técnicas de predicción del recurso eólico

Bibliografía:

- Energie Eolienne. Théorie, conception et calcul pratique des installations" 10^o Edition, Désiré Le Gourieres EYROLLES, Paris, Francia, 1982.
- "Principios de Conversión de la Energía Eólica. 2^o Edición," CIEMAT, Serie Ponencias , Madrid, España, 1997
- "Sistemas Eólicos de producción de energía eléctrica", Rodríguez Amenedo, J.L., Burgos Díaz, J.C. y Arnalte Gómez, S., Editorial Rueda SRL, Madrid, 2003, ISBN 84-7207-139-1
- "Wind Power Plants, Fundamentals, Design, Construcción and Operatió". R. Gasch, J. Twele, 2002.
- "Wind and Wind System, Performance". C. G. Justus. THE FRANKILN INSTITUTE PRESS, USA. 1978
- "Wind turbine generator systems: Safety requirements", 2^o Edición. IEC 61400-1 1999-02.
- "Wind turbine generator systems. Wind turbine power performance testing". 1^o Edición. IEC 61400-12,I 1998-02.

Asignatura nº 11: Tecnología de Combustión de Biomasa y Cogeneración.	
Responsable de la asignatura: Dr. Ing. José Luz	
Instituto: Universidad Estadual de San Pablo (UNESP)	
Nº de Créditos: 6	Cupos: no
Horas Presenciales: 30	
Objetivos: Presentar las principales tecnologías de combustión de biomasa, y generar herramientas para el diseño y selección de sistemas de cogeneración.	
Conocimientos previos exigidos: Mecánica de los Fluidos.	
Metodología de enseñanza: El curso consistirá en clases teóricas y practicas y la posterior resolución de problemas en consulta con los docentes de la asignatura.	
Forma de evaluación: Realizar un trabajo final.	
Temario: Introducción conceptual de la cogeneración. Aspectos básicos de la combustión de biomasa y de la cogeneración: regimenes y estrategias operacionales. Parámetros para la selección de ciclos. Ciclos térmicos disponibles y tecnologías emergentes. Consumos específicos e razón (potencia /calor) de diferentes máquinas térmicas. Aspectos de costos de inversión e operacionales de máquinas térmicas; Modelos analíticos para la planificación operacional de centrales de cogeneración; Costos de cogeneración; Viabilidad técnica y económica de proyectos de cogeneración; Aspectos Institucionales.; Modelos de optimización para la planificación operacional y predimensionamiento de centrales de cogeneración. Aplicaciones a industrias químicas e papel/celulosa.	
Bibliografía: HU, D. Cogeneration. Reston, Reston Publ., 1985. HORLOCK, J.A. Cogeneration: combined heat and power. Exeter, Pergamon Press, 1987. BALESTIERI, J.A.P. Planejamento de centrais de co-geração: uma abordagem multiobjetiva. Campinas, tese (doutorado), UNICAMP, 1994. SILVEIRA, J.L. Cogeração disseminada para pequenos usuários: estudo de casos para o setor terciário. Campinas, tese (doutorado), UNICAMP, 1994. SILVEIRA, J.L. Estudo de sistema de cogeração aplicado a indústria de papel e celulose. Itajubá, dissertação (mestrado), 1990	

Ad
once

Asignatura nº 12: Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica

Responsable de la asignatura: Ms. Ing. Ruben Chaer

Instituto: Ingeniería Eléctrica

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos: Aprender los detalles de la optimización de los recursos energéticos del país, cómo simularlos y como calcular los costos de generación y los ingresos de los proyectos de generación de energía eléctrica. Aprender el uso de la herramienta de simulación SimSEE.

Conocimientos previos exigidos: Conocimientos básicos de ingeniería. Contacto con alguna herramienta de programación.

Metodología de enseñanza:

Se dictarán clases teóricas y clases prácticas de resolución de ejercicios de aplicación

Forma de evaluación:

Monografía con estudio de caso. Implica armar un sistema y simularlo para obtener resultados y hacer un análisis

Temario:

Introducción a la simulación de sistemas dinámicos. / Modelado y Simulación / Técnicas de Modelado Orientada por los Objetos / Simulación y Política de Operación de los Embalses / Descripción del Sistema y Mercado Eléctrico / Sistema Físico Generación, Transmisión y Distribución / Despacho de ENERGÍA / Simulación y Política de Operación de los Embalses / Disponibilidad de POTENCIA / COSTOS DE FALLA / Interconexiones Internacionales / Mercados de OCASION y CONTRATOS / TECNICAS DE MODELADO Y SIMULACION / Simuladores y Despacho Óptimo / DETALLES DE LA IMPLEMENTACION SOFTWARE / Modelado de series aleatorias / Algoritmos de optimización.

Bibliografía:

- [1] B.G.GORENSTIN N.M.CAMPDONICO J.P.COSTA M.V.F.PEREIRA. STOCHASTIC OPTIMIZATION OF A HYDRO-THERMAL SYSTEM INCLUDING NETWORK CONSTRAINTS. Transactions on Power Systems, Vol. 7, No. 2. May 1992.
- [2] Yoshiro Ikura George Gross. EFFICIENT LARGE-SCALE HYDRO SYSTEM SCHEDULING WITH FORCED SPILL CONDITIONS. IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-103, No. 12, December 1984.
- [3] M.V.F. Pereira and L.M.V.G. Pinto. A DECOMPOSITION APPROACH TO THE ECONOMIC DISPATCH OF HYDROTHERMAL SYSTEM. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-101, No. 10 October 1982 3851.
- [4] Suvrajeet Sen. "Stochastic Programming: Computational Issues and Challenges". Encyclopedia of OR/MS, S. Gass and C. Harris (eds.)

Asignatura nº 13: Bioetanol Combustible

Responsable de la asignatura: Dra. Ing. Quím. Claudia Lareo

Instituto: Ingeniería Química

Nº de Créditos:

6

Cupos: no

Horas Presenciales:

30

Objetivos: Conocer la situación del bioetanol combustible con respecto al contexto energético y ambiental. Identificar los aspectos básicos del desarrollo sostenible de la producción y el uso de bioetanol combustible. Conocer las principales materias primas usadas y los principales procesos de transformación. Describir las tecnologías de producción de etanol de primera y segunda generación. Conocer los fundamentos bioquímicos y biológicos de la fermentación alcohólica. Conocer los métodos usados para el seguimiento y control de la fermentación de modo de optimizar el desempeño..

Conocimientos previos exigidos: Química.

Metodología de enseñanza:

Se dictarán clases teóricas. Presentación de artículos científicos en modalidad tipo seminario a cargo de los participantes

Forma de evaluación:

Una prueba de evaluación escrita Presentación de un artículo científico en modalidad de seminario

Temario:

Situación energética mundial y nacional. Biomasa como fuente renovable de energía. Bioenergía y desarrollo sostenible

Situación mundial del bioetanol y otros biocombustibles líquidos. Microorganismos: panorama general.

Fermentación alcohólica y levaduras. Nutrición y metabolismo de levaduras. Materias primas para la producción de etanol y principales procesos de transformación; hidrólisis de almidón, celulosa y hemicelulosa. Crecimiento de levaduras. Control del crecimiento microbiano. Aspectos básicos del fermentador. Seguimiento y control de una fermentación

Evaluación de la fermentación y relación con otras etapas del proceso industrial. Análisis de casos prácticos

Bibliografía:

BP (2007). Statistical Review of World Energy, June 2007, (www.bp.com/statisticalreview)

Demain A.L, Solomon N.A. (Eds). Manual of Industrial Microbial and Biotechnology. American Society for Microbiology, Washington, (1986)

Hammlink, C.N., G. van Hooijdonk, and A.P.C. Faaij (2005). Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. Biomass and Bioenergy 28, 384-410.

Glazer, A. Nikaído, H. Microbial Biotechnology. Fundamentals of Applied Microbiology, 2nd ed. Cambridge University, Cambridge, 2007.

IEA (2004), World Energy Outlook 2004, International Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

Phaff H.J., Miller M.W., Mrak E.M. The Life of Yeasts, 2nd Ed. Harvard University Press, London, (1978).

Madigan, M.T., Martinko J.M y Parker, J. Brock Biología de los Microorganismos, 8^a edición revisada, Prentice Hall, Inc., (1999).

Roehr M. (Ed). The Biotechnology of Ethanol, Classical and Future Applications. Wiley-VCH, Verlag GmbH, Weinheim

- GARCIA, H. A. (2001) Análise dos procedimentos de projeto e desenvolvimento de método para determinação de custos de construção e operação de embarcações fluviais. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Naval, São Paulo, 2001.
- GUESNET, T. (1999) Modern concepts in the design of vessels for inland waters. International Conference on Coastal Ships and Inland Waterways. RINA, London: Paper No. 10, 17-18 February, 1999.
- HAGER, M. (1994) Considering ecological aspects in the development of inland waterways: a methodology. 28th International Navigation Congress. Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC), Seville, 1994.
- KHATTAB, O. (1999) Design aspects of low wash, high controllability hull forms for inland waterways. International Conference on Coastal Ships and Inland Waterways. RINA, London: Paper No. 14, 17-18 February, 1999.
- KOLB, A. ; WACKER, M. (1995) Calculation of energy consumption and pollutant emissions on freight transport routes. The Science of the Total Environment 169 (1995).
- NOVAES, A.G.N. (1975) Pesquisa operacional e transportes: Modelos probabilísticos. McGraw Hill do Brasil, São Paulo, 1975, 239p.
- PADOVEZI, C. D.; GIRALDO, A. (1986) Utilização de combustíveis alternativos em um comboio fluvial. IPT Comunicação Técnica No. 1651. 12 p., 1986.
- PADOVEZI, C. D. (2003) Conceito de embarcações adaptadas à via aplicado à navegação fluvial no Brasil. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, 2003.
- PLANCHAR, R. A. (1990) Economie dès transports et logistique. Ecole dès Hautes Etudes Commerciales de Liege – Institut Supérieur Universitaire de Gestion, Février 1990, 311 p.
- WILDENHAHN, E. (1994) Ecological aspects of the transport system waterway/barge. 28th International Navigation Congress. Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC). Seville, 1994.

Asignatura nº 15: Tecnologías de Generación de Energía Eólica conectada a la Red

Responsable de la asignatura: MSc. Ing. Cesar Briozzo,

Instituto: Ingeniería Eléctrica – Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental

Nº de Créditos: 6 Cupos: no

Horas Presenciales: 34

Objetivos: Presentar los fundamentos de las tecnologías de generación eléctrica a partir de energía eólica en conectada a sistemas eléctricos de potencia. La presentación incluirá las características básicas del viento como recurso energético, los sistemas mecánicos para su captación, los generadores eléctricos y los convertidores electromecánicos asociados y las estrategias de control.

Conocimientos previos exigidos: Matemática, Física y Electrotécnica

Metodología de enseñanza: El curso consistirá de 2 clases semanales de 2 horas durante 7 semanas y la posterior resolución de problemas en consulta con los docentes de la asignatura. Se estima un tiempo de consultas de 6 horas.

Forma de evaluación:

Realizar un trabajo en el que deberán resolver una serie de ejercicios en grupos de a lo sumo dos personas. La dedicación horaria estimada para la realización del trabajo es de 30 horas.

Temario:

Introducción al empleo de la Energía Eólica en Sistemas Eléctricos de Potencia. Turbinas eólicas. Características del clima de viento que afectan la operación de las turbinas eólicas. Sistemas mecánicos de transmisión y orientación. Generadores eléctricos. Sistemas de conexión a la Red: Convertidores de Electrónica de Potencia. Dimensionado y operación de un sistema. Interacción con el Sistema Eléctrico en Potencia y Energía. Normativa vinculada.

Bibliografía:

Energie Eolienne, Théorie, conception et calcul pratique des installations. Le Gourières, Désiré. Deuxième édition, EYROLLES, Paris, 1982.

Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. Siegfried Heier. ISBN-13: 978-0-470-86899 7, 2006.

Guidelines for gisign of wind turbines, 2nd edition, DNV/Risø, ISBN 87-550-2870-5, 2002

IEC 61400-1 Wind Turbines Part1: Design requirements. Edition 3.0, 2005

IEC TS 61400-13 Wind Turbine generator systems, Part 13: Measurement of mechanical loads, 2001.

IEC 61400 -12 Wind Turbine generator systems, Pat 12: Wind turbine power performance testing, 1998.

Principios de convenión de la energía eólica. CIEMAT. ISBN 84-7834-343-1, 1997.

Renewable Energy Systems: Design and Analysis with Induction Generators. M. Godoy Simões, F. A. Farret. Año 2004.

Sistemas Eólicos de Producción de Energía Eléctrica. J. L. Rodríguez; S. Arnaldo; J. C. Burgos. Editorial Rueda.

Wind Power: Renewable Energy for Home, Farm, and Business, Paul Gipe. Wind Power.

Asignatura nº 16: Celdas de Combustibles (Conversión electroquímica de energía)

Responsable de la asignatura: Dr. Fernando Zinola,

Instituto: Facultad de Ciencias UdelaR

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 40

Objetivos: Desarrollar en los estudiantes la capacidad de comprensión de las posibilidades y alcances del hidrógeno molecular como combustible químico y electroquímico para dispositivos de pequeño y mediano porte.

Conocimientos previos exigidos: Química

Metodología de enseñanza: Clases teóricas y prácticas.

Forma de evaluación:

Examen o Trabajo Final.

Temario:

Celdas de combustible, ultracapacitores; electrocatalizadores. Combustibles renovables y no renovables. Hidrógeno, metanol, gas natural y biocombustibles. Conceptualización en celdas de combustible. Diseño de catalizadores. Diseño de placas bipolares y difusores de gases. Ingeniería de celdas y distribución de corriente y potencial. Máquinas para conversión electroquímica de energía. Fluidodinámica en diseño de reactores electroquímicos.

Bibliografía:

- "Electrocatalysis" edited by Jacek Lipkowski and Philip N. Ross, ISBN: 0471246735.
- "Interfacial Electrochemistry: Theory, Experiment, and Applications," edited by Andrzej Wieckowski, "Electrochemical Surface Science: Molecular Phenomena at Electrode Surfaces," edited by Manuel P. Soriaga, ISBN: 0841215421.
- "Solid-Liquid Electrochemical Interfaces," edited by Gregory Jerkiewicz, Manuel P. Soriaga, Kohei Uosaki, and Andrzej Wieckowski, ISBN: 0841234809.
- "Surface Electrochemistry: A Molecular Level Approach," by John O'M. Bockris and Shahed U.M. Khan,
- "Fuel Cell Systems Explained", by James Larminie & Andrew Dicks, J. Wiley & Sons,
- Industrial Electrochemistry - Second Edition by D. Pletcher & F.C. Walsh ISBN: 0412304104
- A Comprehensive Treatise of Electrochemistry, Vol 2, (J. O'M. Bockris, B. R. Conway, E. B. Yeager & R. E. White, eds.) Plenum Press, New York London ISBN: 0-306-40503-2
- "Fuel Cell Handbook" by National Energy Technology Laboratory U.S. Departement of Energy Office, University Press of the Pacific

Asignatura n° 17:	Biogas
Responsable de la asignatura: Dr. Ing. Liliana Borzacconi	
Instituto: Ingeniería Química	
N° de Créditos:	6
Horas Presenciales:	40
Cupos: no	
Objetivos: Brindar los elementos necesarios para la comprensión de sistemas anaerobios para el tratamiento de residuos líquidos y sólidos con producción de biogás.	
Conocimientos previos exigidos: Conocimientos básicos de química; microbiología, reactores químicos	
Metodología de enseñanza: Exposiciones teóricas y discusión de casos prácticos.	
Forma de evaluación:	
Examen escrito	
Temario:	
Etapas de la digestión anaerobia, bases microbiológicas y cinéticas. Principios básicos de reactores. Indicadores de potencial en industria. Principios y parámetros básicos para el diseño de reactores. Experiencia de proyectos específicos. Biogás de relleno sanitario Hidrógeno	
Bibliografía:	
Tratamiento Anaerobio – III Taller y Seminario Latinoamericano – Editores: Viñas, Borzacconi, Soubes, Muxi – Ed. UdelaR – 1994.	
Design of anaerobic processes for the treatment of industrial and municipal wastes – Eds.: Malina, Pohland – Ed. Technomic Publishing Co., Inc., - ISBN 87762-942-0, 1992.	
Avances en biotecnología ambiental: tratamiento de residuos líquidos y sólidos, Ed. R. Chamy – Ediciones Universitarias de Valparaíso – ISBN 956-17-0341-6, 2003.	
Tratamiento anaerobio de residuos, producción de biogás – S. Montalvo, L. Guerrero – Ed. U. Técnica F. Santa María – 2004.	
Gestión integral de residuos sólidos – G. Tchobanoglous, H. Theisen, S. Vigil – Ed. Mc.Graw-Hill – ISBN 84-481-1766-2 , 1994.	
Artículos específicos publicados en revistas científicas tales como Water Science and Technology, Environmental Technology, Bioresource Technology, etc.	

Asignatura nº 18: Biodiesel

Responsable de la asignatura: Dra. Maria Antonia Grompone,

Instituto: Ingeniería Química

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos: Desarrollar en los estudiantes la capacidad de comprensión de las posibilidades y alcances del hidrógeno molecular como combustible químico y electroquímico para dispositivos de pequeño y mediano porte.

Conocimientos previos exigidos: Química

Metodología de enseñanza: Clases teóricas y practicas.

Forma de evaluación:

Examen o Trabajo Final.

Temario:

Generalidades sobre el biodiesel. Materias primas lipídicas. Posibles materias primas para la fabricación de biodiesel. Materias primas alcohólicas. Tecnología de la producción de biodiesel. Métodos alternativos de producción. Principios básicos de diseño de una planta de biodiesel. Propiedades del biodiesel. Aspectos ambientales vinculados al biodiesel. Glicerina como subproducto. Marco Regulatorio del Uruguay. Producción de biodiesel en el Uruguay

Bibliografía:

1. Bockish, M. "Fats and Oils Handbook", AOCS Press, 1998.
2. Reaney, M. J. T.; Hertz, P. B. and McCalley, W. W., "Vegetable Oils as Biodiesel", capítulo 6 del volumen 6 del libro "Bailey's Industrial Oil and Fat Products", Ed. Fereidoon Shahidi, 6th Edition, Wiley (2005).
3. Knote, G; Gerpen, J.V., Krahl, J., "The Biodiesel Handbook", 2004.
- 4.- Mittelbach, M., Remschmidt, C., "Biodiesel: The Comprehensive Handbook", 2nd edition, published by M. Mittelbach, University of Graz, Austria (2005).
- 5.- Gunstone, Frank D.; Hardwood, John L. and Dijkstra, Albert J. "The lipid handbook", 3rd edition, CRC Press (2007)



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Asignatura n° 19: Eficiencia energética de las instalaciones y los equipamientos eléctricos

Responsable de la asignatura: Dr. Ing. Mario Vignolo

Instituto: Ingeniería Eléctrica

N° de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos: Proveer a los participantes del curso de un entendimiento completo del concepto de eficiencia energética y de las distintas tecnologías que permiten su logro evitando el desperdicio de energía.

Conocimientos previos exigidos: Matemática, Física y Electrotécnica

Metodología de enseñanza: Se dictarán clases teóricas y clases prácticas con estudio de casos

Forma de evaluación:

Prueba escrita final.

Temario:

Energía: conceptos y fundamentos. Energía y medio ambiente. Equipamiento y etiquetado energético. Auditoría energética. Tarificación de la energía eléctrica. Análisis económico en la conservación de la energía. Iluminación. Accionamientos con motores de inducción trifásicos. Calidad de la energía eléctrica. Inversores de frecuencia. Eficiencia en las redes y generación distribuida.

Bibliografía:

Itajubá, MG: FUPAI, 2001. Moreira Santos, Alfonso H. et al. Conservação de Energia. Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos

Asignatura nº 20: Gases Combustibles

Responsable de la asignatura: Ing. Marcos Tenconi Viguere

Instituto: Ingeniería Mecánica y Producción Industrial.

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 40

Objetivos: Desarrollar los fundamentos físico-químicos para la utilización eficiente y segura de los gases combustibles, tanto a nivel industrial como residencial.

Conocimientos previos exigidos: Título de Grado en Ingeniería Química, Mecánica, Industrial o Industrial-Mecánica

Metodología de enseñanza: Exposición teórico-práctica organizada en dos clases semanales de tres horas de duración total, realización de trabajos prácticos y elaboración de monografías técnicas

Forma de evaluación:

Asistencia obligatoria y registrada al 80% de las clases dictadas en aula. Presentación en tiempo y forma de trabajos prácticos y monográficos. Examen final oral.

Temario:

Reseña histórica de la utilización de los gases combustibles: Primeras experiencias del uso de gases manufacturados. Desarrollo de proyectos comerciales. Utilización de los gases combustibles en el mundo durante el siglo XX. Antecedentes históricos y situación actual en el Uruguay. Gases utilizados con fines energéticos: Gases Manufacturados, Gas Natural, Gases Licuados de Petróleo, Biogás, Syngas, Hidrógeno. Características. Situación actual de aplicación y desarrollos. Producción, transporte, almacenamiento y distribución. Utilización a nivel residencial e industrial. Caracterización físico-química de los gases combustibles: Clasificación de los gases combustibles. Intercambiabilidad entre gases combustibles. Composición y propiedades físicas del GLP y el GN. Caracterización y propiedades de los gases combustibles: toxicidad, inflamabilidad, explosividad. Temperatura de ignición, punto de inflamación y punto de combustión. Deflagraciones y explosiones. Consideraciones para el diseño de instalaciones. Mecánica de fluidos compresibles. Flujo en cañerías: Flujo compresible. Flujo estacionario adiabático e isentrópico. Flujo compresible en conductos con fricción. Flujo en conductos sin fricción y con adición de calor. Ecuación general para flujos compresibles estacionarios e isotermos en cañerías horizontales. Compresión y transporte de gas. Regulación de presión y medición de caudal. Combustión de gases: Combustión e intercambiabilidad de gases combustibles. Poder calorífico, densidad relativa e índice de Woobe. Familias de gases combustibles. Intercambiabilidad de gases combustibles. Quemadores de gas. Evacuación de los productos de combustión: Requerimientos de ventilación de ambientes. Evacuación de los productos de combustión. Clasificación de los sistemas de evacuación. Sistemas no conectados a ductos. Sistemas conectados a ductos individuales y colectivos. Sistemas de tiro natural. Sistemas de tiro balanceado. Sistemas de tiro mecánico.

Bibliografía:

- 1 *Flame and Combustion*. J. F. Griffiths, J. A. Barnard, John N. Bradley. ISBN 0751401994. Second Edition - CRC Press, 1995
- 2 *Reglamento de Instalaciones de Gas*. Resolución del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) - 31 de Octubre de 2002
- 3 *Reglamento para la Prestación de Actividades de Comercialización Mayorista, Transporte, Envasado, Recarga y Distribución de Gas Licuado de Petróleo*. Resolución N° 5/004 de la Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua (URSEA) – 6 de Febrero de 2004
- 4 *Reglamento Técnico y de Seguridad de Instalaciones y Equipos Destinados al Manejo de Gas Licuado de Petróleo*. Resolución N° 5/004 de la Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua (URSEA) - 6 de Febrero de 2004
- 5 *UNIT 1005-00 – Norma de Instalaciones para Gases Combustibles por Cañería*. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)
- 6 *NAG - 100: Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte de Gas Natural y Otros Gases por Cañerías*. Ente Nacional Regulador del Gas de la República Argentina (ENARGAS)
- 7 *NAG - 201: Disposiciones, Normas y Recomendaciones para Uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales*. Ente Nacional Regulador del Gas de la República Argentina (ENARGAS)
- 8 *NFPA 54: National Fuel Gas Code*. National Fire Protection Association (EEUU)
- 9 *NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code*. National Fire Protection Association (EEUU)
- 10 *NFPA 68: Guide for Venting of Deflagrations*. National Fire Protection Association (EEUU)

Asignatura nº 21: Fundamentos de Generación Hidroeléctrica.

Responsable de la asignatura: Ing. Daniel Schenzer

Instituto: Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental

Nº de Créditos: 6

Cupos: no

Horas Presenciales: 30

Objetivos: Conocer las principales tecnologías de generación hidroeléctrica aplicables a la realidad uruguaya. Permitir un estudio preliminar para selección de emplazamiento para un aprovechamiento hidroeléctrico, evaluación de la potencia y energía posibles. Conocer y practicar los criterios básicos para selección de tipo de turbina y potencia a instalar.

Conocer los impactos de un aprovechamiento y las medidas a tomar para su evaluación, mitigación o potenciación.

Conocimientos previos exigidos: Mecánica de los Fluidos

Metodología de enseñanza: Se dictarán clases teóricas y clases prácticas con estudio de casos

Forma de evaluación:

Monografía sobre un tema a determinar, que incluya elaboración propia a partir de datos de campo brutos

Temario:

Caracterización del recurso en Uruguay. Turbinas aplicables al Uruguay: teoría de funcionamiento y principios constructivos. Estudios requeridos para la implementación de un aprovechamiento Diseño de represa, sala de máquinas y sistema de control. Ensayos de aceptación y de campo

Bibliografía:

- J. Fritz: "Small and mini hydropower systems"; McGraw-Hill, USA, 1984,
- S. L. Dixon: "Fluid Mechanics, thermodynamics of turbomachinery"; Pergamon Press Ltd.;
- C. Penche: "Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant" (ex: "Layman's Guidebook on How to Develop a Small Hydro Site"); European Small Hydropower Association - ESHA - 2004
- R. Gorla, A. Khan: "Turbomachinery. Design and theory"; M. Dekker Inc., New York, USA; 2003
- F. Zárate, C. Aguirre, R. Aguirre: "Turbinas Michell-Banki: criterios de diseño, selección y utilización"; Univ. Nal. de la Plata, Argentina, 1987.
- Norma IEC 193: "International code for model acceptance tests of hydraulic turbines"
- Norma IEC 41: 1991: "Field acceptance tests to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump turbines "
- IEC: 61116 (1992): "Electromechanical Equipment Guide for Small Hydroelectric Installations".
- RetScreen International "Small Hydro Project Analysis"; Minister of Natural Resources, Canada;



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Asignatura nº 22	Mercados de energía eléctrica
Responsable de la asignatura: Dr. Ing. Mario Vignolo Instituto: Ingeniería Eléctrica	
Nº de Créditos: 6	Cupos: 20
Horas Presenciales: 30	
Objetivos: Proveer a los participantes del curso de un entendimiento de los principios básicos de funcionamiento de los mercados eléctricos, considerando ejemplos prácticos a nivel mundial y el caso particular de la re-estructuración del sector eléctrico en el Uruguay y su adecuación a la realidad nacional.	
Conocimientos previos exigidos: Egresado o estudiante avanzado de nivel universitario	
Metodología de enseñanza: Se dictarán clases teóricas y clases prácticas con estudio de casos	
Forma de evaluación: Prueba escrita final.	
Temario: <ul style="list-style-type: none"> • El Sector Eléctrico. Generación, Trasmisión, Distribución y Suministro de energía eléctrica. La energía como producto y el transporte como servicio. Generación y Suministro como etapas competitivas. Trasmisión y Distribución como monopolios naturales. • Desregulación y Cambio de Propiedad. La Matriz de Estructura/Propiedad. La Nueva Industria Eléctrica en el Mundo. Causas de los cambios en el sector y resultados. Mercados de contratos y Mercado Spot. La competencia en el mercado vs. la competencia por el mercado. El modelo de comprador único. Ejemplos internacionales. El caso de Uruguay y su adecuación a la realidad nacional. • Necesidad de un marco normativo. Diseño de las reglas para las etapas competitivas y la regulación de los monopolios naturales. Regulación de la Distribución y de la Trasmisión de Energía Eléctrica. Peajes por el uso de las redes. • El Futuro del Sector Eléctrico. Generación Distribuida y fuentes renovables de energía. Nuevas Tecnologías de Generación. Presentación de Proyectos dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto. 	
Bibliografía: <ul style="list-style-type: none"> ▪ S. Hunt y G. Shuttleworth (1996). Competition and Choice in Electricity. ▪ L. Philipson, H. Lee Willis (1998). Understanding Electric Utilities and De-Regulation. Marcel Deker, Inc. ▪ H. Lee Willis, W. G. Scott. (2000) Distributed Power Generation. Planning and Evaluation. Marcel Deker, Inc. ▪ Varian. Microeconomía Intermedia. 	

Asignatura nº 23: Impacto ambiental

Responsable de la asignatura: Dra. Ing. Alice Elizabeth González
Instituto: Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental

Nº de Créditos: 6 Cupos: no
Horas Presenciales: 30

Objetivos: Discutir las bases conceptuales de la Gestión Ambiental y sus herramientas. Introducir las bases conceptuales y normativas de la Evaluación de Impacto Ambiental en nuestro país. Discutir metodologías de realización de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos involucrados en la temática del Diploma. Desarrollar las habilidades necesarias para realizar ese tipo de Estudios.

Conocimientos previos exigidos: Formación universitaria en alguna de las áreas vinculadas a la temática del Diploma.

Metodología de enseñanza: El Curso prevé el dictado de clases expositivas participativas, presentación de casos y trabajos en talleres. Se realizarán sesiones de discusión intergrupales al finalizar cada taller. Los trabajos en taller acompañarán cada uno de los temas a desarrollar.

Forma de evaluación:

Trabajo obligatorio a realizar por los asistentes en forma grupal.

Temario:

1. La evolución del pensamiento ambiental. La gestión ambiental y sus instrumentos. Incorporación de la dimensión ambiental en programas y proyectos de inversión. La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).
- 2: La Evaluación de Impacto Ambiental (EvlA.) como instrumento de gestión. Los procesos técnico-administrativos. Ciclo del proyecto y las evaluaciones ambientales. Marco normativo en Uruguay.
- 3: El Estudio de Impacto Ambiental (EslA). Contenidos. Descripción del proyecto. Identificación de acciones. Descripción del ambiente. Identificación de factores ambientales.
- 4: Métodos de identificación de efectos y de valoración de impactos. Metodologías, ventajas y desventajas. Ejemplos de aplicación. Evaluación de impactos en el marco de un EslA.
- 5: La elaboración de medidas de mitigación, potenciación y compensación. Contenidos del Plan de Gestión Ambiental en un EslA. Elaboración de programas de monitoreo, planes de contingencias y planes de comunicación con la comunidad.
6. Impactos principales de proyectos de generación de energías renovables: presentación y abordaje. Hidroelectricidad, energía eólica, biogás, biomasa, biocombustibles.

Bibliografía:

Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Larry Canter. Mc Graw Hill/Interamericana de España. 1998.
Environmental Impact Assessment. R.E.Munn. John Wiley and Sons. 1979.
Guía para la Evaluación del Impacto Ambiental. F. Conesa Fernández-Vítora.
La Gestión Ambiental en la Empresa. F. Conesa Fernández-Vítora.
Ley 16.466 de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial. 1994.
Decreto 349/0005 (Reglamento de Impacto Ambiental). Diario Oficial. 2005.
Materiales preparados especialmente para el curso.



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

Asignatura n° 24: Política Energética	
Responsable de la asignatura: Alción Cheroni	
Instituto: Departamento de Inserción Social del Ingeniero	
N° de Créditos: 6	Cupos: no
Horas Presenciales: 30	
Objetivos: El desarrollo del curso se integra con tres áreas interrelacionadas, en la cuales se tratarán la caracterización económico-social del Uruguay, una visión panorámica que abarca el desarrollo de las políticas energéticas existentes en el siglo XX y el análisis crítico de las propuestas alternativas actuales, tratando de dar respuesta si las mismas son la solución a la larga lucha por la independencia energética.	
Conocimientos previos exigidos: Formación universitaria en alguna de las áreas vinculadas a la temática del Diploma.	
Metodología de enseñanza: Clases teóricas y talleres	
Forma de evaluación: Monografía sobre trabajo a Determinar	
Temario: <ol style="list-style-type: none"> 1. Uruguay, país dependiente. 2. Políticas energéticas en el Uruguay contemporáneo: panorama histórico. 3. La lucha por la independencia energética: ¿energías alternativas? 	
Bibliografía: Celio Bermann (Coord.) Desafíos para la sustentabilidad energética en el Cono Sur. Buenos, Aires, Fundación Henrich Böll. Pablo Bertinal (Coord.) 3er. Foro Regional de energías renovables. Barreras y potencialidades para la inclusión de energías renovables en gran escala. Buenos aires, Fundación Henrich Böll, 2006. CIDE. Estudio económico del Uruguay. Evolución y perspectiva. 2v. Montevideo, CECEA, 1963. Eleuterio Fernández Huidobro. La batalla de la energía. Montevideo, Editorial Fin de Siglo, 2006. Instituto de Economía. El proceso económico del Uruguay. 2ª ed. Montevideo, Universidad de la República, 1971. A. Labraga y otros. Energía y política en el Uruguay del siglo XX. Tomo 1: del carbón al petróleo en manos de los trusts (1900-1930) Montevideo, Ediciones de la Banda Oriental, 1991. REDES. Uruguay sustentable: una propuesta ciudadana. Montevideo, Impresora Editorial, 2000.	

Asignatura nº 25 Dinámica del sector energético mundial

Responsable de la asignatura: Ing. Ventura Croce.

Instituto:

Nº de Créditos: 6

Cupos: No

Horas Presenciales: 30

Objetivos: El programa cubre los principales aspectos de la temática energética abordando los fundamentos que permiten entender los desafíos a los que se está enfrentando la humanidad en este siglo. Muestra las interrelaciones entre las diferentes ramas de la industria de la energía (hidrocarburos, renovables, etc.) desde los puntos de vista económico-tecnológico y de impacto sobre el ecosistema Tierra. Los asistentes obtendrán los elementos básicos para comprender y analizar la diversidad técnica y económica del sector.

Conocimientos previos exigidos:

Egresado de las carreras de Ingeniería o similar

Metodología de enseñanza:

Se dictarán clases teóricas y clases prácticas con estudio de casos

Forma de evaluación:

Entrega de dos estudios de casos obligatorios y examen final.

Temario:

Balance energético mundial - Definiciones: energía primaria y secundaria, fuentes y usos, relación con PBI, tendencias. Los modelos de proyección de la demanda: variables exógenas, su evolución. Consumo energético y población mundial - Definiciones demográficas básicas. Evolución de la población mundial, situación actual, transición demográfica. Localización de la población (rural, urbana) y su impacto en el consumo energético. Consumo energético mundial por sectores: residencial, industrial y transporte. Impacto de la eficiencia energética en los tres sectores. Recursos no renovables: Industria del Petróleo Upstream y Downstream: revisión de procesos de refinación de petróleo, tendencias mundiales y perspectivas. Transporte. Patrón de consumo en los mercados internacionales y tendencias. Industria del Gas. Industria del Carbón: balance de producción y consumo mundial, reservas. Recursos renovables: Energías renovables en la matriz mundial: Potencial de desarrollo en las diferentes zonas económicas. Biomasa y sus aspectos sociales y ambientales. Biocombustibles y sus externalidades. Economía de los productos energéticos. Precio del petróleo -. Enfoque histórico de los precios del petróleo. Presente: mercados financieros y mercados físicos. La energía como una "commodity". Fijación de precio internacional. Fundamentals, riesgo geopolítico. Transmisión de precios a los restantes energéticos. Elasticidad al precio para distintos. Paridad de importación: mercados de referencia. Lógica de mercado. Estrategia energética. Prospectiva Energética Impacto del Cambio Climático, Eficiencia y reducción de emisiones, Desafíos: Evolución tecnológica desarrollo y tiempos. tecnología de bajo carbono. Evolución en los hábitos y estilo de vida

Bibliografía:

International Energy Agency, World Energy Outlook (varios años)
International Energy Agency, Worldwide Trends in Energy use and Efficiency, 2008.
World Energy Council, Deciding the Future: Energy Policy Scenarios to 2050
World Bank (2007) State and Trends of the Carbon Market 2007
World Bank (2007): *Global Economic Prospects. Managing the Next Wave of Globalization*
European Commission, World Energy Technology Outlook – 2050
World Agriculture: Towards 2015 – 2030. An FAO perspective, 2003
Agricultural Ecosystems, Facts and Trends, World Business Council for Sustainable Development

19a
dicimien
a)

Montevideo, 17 de agosto de 2011.

Sres.
Comisión Académica de Posgrado
Facultad de Ingeniería

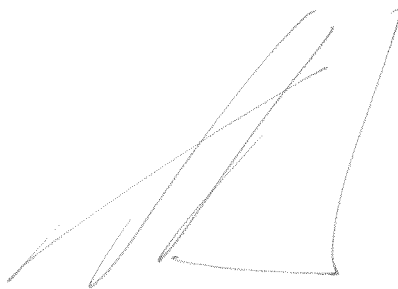
Enviamos, a consideración de ustedes, la propuesta del Plan de Estudios del Diploma en Ingeniería de la Energía.

Quedamos a la orden por cualquier aclaración que sea necesaria.

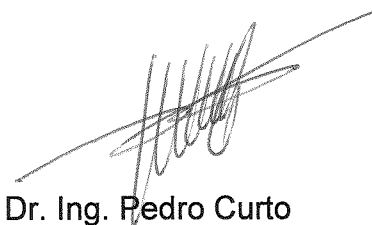
Cordialmente,



Dr. Gonzalo Abal



Dr. Ing. José Cataldo



Dr. Ing. Pedro Curto

Ing. Alejandro Gutiérrez

MSc. Ing. Quim. Jorge Martínez

7. ANTECEDENTES DEL CUERPO DOCENTE

A continuación a modo de anexo se adjuntan currículos de los docentes que participarán de los cursos.

