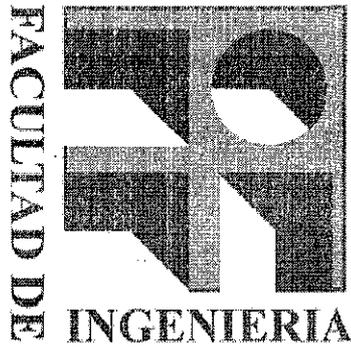


4
aueho



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
COMISIÓN ACADÉMICA DE POSGRADO

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO

Nombre del Programa: *Doctorado en Ingeniería Mecánica*

Montevideo – Mayo de 2018

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: Pedro Curto

Teléfono: 2711 03 61 int 132

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

Participan de los cursos, como coordinadores y como docentes, 17 docentes nacionales con título de Doctor, 8 docentes con título de Magíster y 3 docentes con titulación de ingeniero y licenciaturas. Los 4 docentes del exterior que participan como coordinadores de los cursos tienen titulación de Doctor.

Desde el punto de vista edilicio se dispondrá de 4 salones de clase 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 motores, hornos, microscópicos, 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 dispone de aproximadamente un total de 44864 documentos (libros, revistas, artículos, reportes técnicos, tesis, etc.) vinculados con temáticas asociadas directa e indirectamente a la maestría.

Se tiene además acceso a través del Portal Timbó (www.timbo.org.uy), a las bases de datos: Science Direct, Springer, Scopus, IEEE (entre otras). El mismo permite el acceso a 1884 publicaciones académicas y 2500 documentos aproximadamente (libros, conferencias, revistas, informes, etc.) vinculados a la ingeniería mecánica, con acceso a texto completo.

OBJETIVO DEL PROGRAMA

FINALIDAD

Requisito de ingreso: Podrán acceder al Doctorado quienes posean título de Magíster en Ingeniería Mecánica, otorgado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, u otra Maestría cuya formación en Ingeniería Mecánica, a juicio de la SCAPA-IM, sea suficiente para realizar la carrera de Doctorado.

Con carácter excepcional la SCAPA-IM podrá recomendar a la CAP de la Facultad de Ingeniería el ingreso a la carrera de Doctorado de candidatos que teniendo el nivel de grado en Ingeniería, demuestren una actividad de carácter científico y/o de innovación tecnológica suficiente y acreditada, que permitan la realización del Doctorado. En este último caso durante el desarrollo del Doctorado el candidato deberá realizar una actividad programada equivalente a la de la Maestría en Ingeniería Mecánica.

Criterios de selección de los candidatos: La SCAPA-IM recomendará a la CAP-FING la aceptación de la solicitud si a juicio de la SCAPA-IM el aspirante presenta méritos suficientes y si existen recursos adecuados para completar las actividades de posgrado exitosamente. En aquellos casos que lo considere conveniente la SCAPA-IM puede realizar una entrevista a los aspirantes para complementar la información presentada y como requisito adicional podrá proponer la realización de un examen de ingreso al Doctorado.

La CAP resolverá la admisión de cada candidato sobre la base de los antecedentes del mismo y el informe de la SCAPA-IM.

24	Eduardo Vedovatti / Ing. / IEM	96		
25	Pablo Raimonda / Ing. / IEM			
26	Pedro Curto / Dr. Ing. / IIMPI	80	2	60
27	Pedro Galione / Dr. Ing. / IIMPI		2	60
28	Italo Bove / Dr. / IF	59		
29	Francis H. Ramos França / Dr. Ing./ UFRGS	45	1	30
30	Paulo S. Schneider / Dr. Ing. / UFRGS	45	1	30
31	Herbert M. Gomes / Dr. Ing. / UFRGS	90	1	30
32	Eduardo André Perondi /Dr. Ing./ UFRGS	90	1	30

8/10

diferenciables, o algoritmos utilizados para grandes volúmenes de datos.
Conocimientos previos exigidos: Conocimientos básicos de Cálculo, Álgebra lineal, y Métodos Numéricos.
<p>Metodología de enseñanza: Horas clase (teórico): 40 Horas clase (práctico): 20 Subtotal horas presenciales: 60</p> <p>Horas estudio: 25 Horas resolución ejercicios/prácticos: 25 Horas proyecto final/monografía: 40 Total de horas de dedicación del estudiante: 150</p>
Forma de evaluación: Entrega de un conjunto de ejercicios teóricos y prácticos, y aprobación de un proyecto final, sobre un tema a definir entre el estudiante y los docentes.
<p>Temario:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. Condiciones de optimalidad. Nociones básicas de convexidad. Ejemplos de problemas clásicos. 2. Métodos de gradiente. Análisis y tasa de convergencia. Elección de paso de gradiente. Projected Gradient Descent, Frank-Wolfe. 3. Multiplicadores de Lagrange 4. Dualidad. Subgradientes. Resultados de dualidad. Algoritmo Primal – Dual. 5. Métodos sobre funciones no diferenciables y otros métodos Métodos proximales. ADMM (alternating direction method of multipliers) y variantes. Avances en algoritmos de optimización. 6. Stochastic Gradient Descent
<p>Bibliografía:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Convex Optimization. S. Boyd, L. Vanderberghe, Cambridge Univ. Press, 2004. • Nonlinear programming. D. Bertsekas, Athena Scientific, 1999.

<p>Asignatura N° 03 Turbulencia</p> <p>Responsable: Dr. Ing. José Cataldo Instituto: IMFIA N° de créditos: 8 Horas presenciales: 40</p>
<p>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 plantean las características del mismo, las ecuaciones que rigen su desarrollo, metodologías de medición y análisis de este tipo de flujos.</p>
<p>Conocimientos previos exigidos: Mecánica de los Fluidos</p>
<p>Metodología de enseñanza: El curso se compondrá de un 75% de clases magistrales de corte teórico y un 25% de clases de tipo práctico.</p>

<p> Horas proyecto final/monografía: 12 Total de horas de dedicación del estudiante: 102 </p>
<p> Forma de evaluación: Propuesta de un caso de estudio </p>
<p> Temario: </p> <ol style="list-style-type: none"> 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. Micro localización de parques eólicos 8. Aspectos ambientales de la energía eólica 9. Técnicas de predicción del recurso eólico
<p> Bibliografía: </p> <ul style="list-style-type: none"> • "Energie Eolienne. Théorie, conception et calcul pratique des installations" 10e Edition, Désiré Le Gourieres EYROLLES, Paris, Francia, 1982. • "Principios de Conversión de la Energía Eólica. 2o Edición," CIEMAT, Serie Ponencias, Madrid, España, 1997 • "Sistemas Eólicos de producción de energía eléctrica", Rodríguez Amenedo, J.L., Burgos Díaz, J.C. y ArnalteGómez, S., Editorial Rueda SRL, Madrid, 2003, ISBN 84-7207-139-1 • "Wind Power Plants, Fundamentals, Design, Construcción and Operatió". R. Gasch, J. Twele SOLARPRAXIS, Berlin, Alemania, 2002. • "Wind and Wind System, Performance". C. G. Justus. THE FRANKILN INSTITUTE PRESS, Pennsylvania, USA. 1978 • "Wind turbine generator systems: Safety requirements", 2o Edición. IEC 61400-1 1999-02. • "Wind turbine generator systems. Wind turbine power performance testing". 1o Edición. IEC 61400-12, 1998-02.
<p> Asignatura Nº 05 Eficiencia Energética </p> <p> Responsable: Dr. Ing. José Cataldo, Ing. Ernesto Elenter Instituto: IMFIA Nº de créditos: 4 Horas presenciales: 30 </p>
<p> Objetivos: </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento del Potencial de la Eficiencia Energética (EE), existente en Uruguay, por sector de consumo (Residencial/Industrial/Comercial/Transporte), y por fuente y uso de energía. 2. Conocimiento de la normativa uruguaya que aplica sobre EE (Ley de Eficiencia Energética y otras leyes y regulaciones que aplican en la materia) 3. Comprender los aspectos vinculados a la economía de la EE a nivel de la demanda. 4. Auditorías Energéticas: Comprender el alcance de una auditoría energética, su utilidad y los resultados esperables. 5. Ejemplos de aplicación de eficiencia energética: Análisis del uso de variadores de velocidad en bombas, ventiladores y compresores para el ahorro energético. Análisis del control de la combustión para el ahorro en calderas (tanto industriales como de calefacción). Eficiencia en la iluminación.

- Norma UNIT-ISO 50001 (2011): "Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso".
- DNE/MIEM, "Estudios de base para el diseño de estrategias y políticas energéticas: relevamiento de consumos de energía sectoriales en términos de energía útil a nivel nacional", Uruguay, 2009.
- Fundación Bariloche, DNE, "Estudio del Potencial de Ahorro de Energía Mediante Mejoramientos de la Eficiencia Energética en Uruguay", Uruguay, 2011.

Asignatura Nº 06 Métodos numéricos para las ecuaciones de Navier Stokes

Responsable: Dr. Ing. Gabriel Usera

Instituto: IMFIA

Nº de créditos: 8

Horas presenciales: 40

Objetivos: Introducir los fundamentos del tratamiento numérico de las ecuaciones de Navier Stokes. Desarrollar los métodos más comunes utilizados para resolver numéricamente estas ecuaciones. Finalizado el curso, el estudiante enfrentado a un problema de Mecánica de los Fluidos deberá ser capaz de:

- Establecer las ecuaciones relevantes, junto con sus condiciones de borde, identificando sus principales características (Estacionario o no, Condiciones de borde Neumann, Dirichlet o de otro tipo, etc.)
- Identificar los métodos numéricos adecuados para su resolución, reconociendo las más importantes ventajas /desventajas de cada uno en relación al problema particular.
- Estimar los requerimientos de la malla necesaria para resolver el problema y diseñarla.
- Adaptar códigos computacionales existentes para la resolución del problema específico.
- Diseñar y ejecutar procedimientos de validación para verificar la validez de la solución obtenida (Dependencia con el paso temporal y espacial, inestabilidad numérica y oscilaciones, difusión numérica, etc.).

Conocimientos previos exigidos: Se requieren los conocimientos correspondientes a un curso anual (o dos semestrales) en Mecánica de los Fluidos y un curso introductorio a los Métodos Numéricos.

Metodología de enseñanza: El curso constará de clases teóricas (30hs), laboratorios computacionales (5hs) y la realización de un proyecto individual por parte de los estudiantes, con su posterior defensa (5hs).

Horas de clase (teórico): 30

Horas de clase (práctico): 0

Horas de clase (laboratorio): 5

Horas consulta: 0

Horas de evaluación: 5

Subtotal de horas presenciales: 40

Horas de estudio: 30

Horas resolución de ejercicios/prácticos: 10

Horas proyecto final/monografía: 40

Total de horas de dedicación del estudiante: 120

Forma de evaluación: La evaluación se realizará mediante la presentación y defensa oral del proyecto

por parte de los estudiantes (40 hs).

Horas de clase (teórico): 30
 Horas de clase (práctico): 4
 Horas de clase (laboratorio): 5
 Horas consulta: 0
 Horas de evaluación: 1
 Subtotal de horas presenciales: 40

Horas de estudio: 20
 Horas resolución de ejercicios/prácticos: 20
 Horas proyecto final/monografía: 40
 Total de horas de dedicación del estudiante: 120

Forma de evaluación: La evaluación se realizará mediante la presentación y defensa oral del proyecto realizado por el estudiante.

Temario:

- Introducción
- Nociones de programación estructurada (Fortran 90)
- Nociones de Diferencias finitas y volúmenes finitos
- Aplicación de Volúmenes Finitos a las ecuaciones de Navier Stokes
- Componentes de un sistema de mecánica de los fluidos computacional
- Metodologías de discretización del dominio y generación de mallas
- Métodos multimalla
- Nociones prácticas de paralelismo en memoria compartida y distribuida.
- Modularización de extensiones.
- Temas avanzados : parametrizaciones, anidamiento, simulación multidinámica.

Bibliografía:

- Computational Methods for Fluid Dynamics. Ferziger & Peric, 1997, Springer
- MPI course. Epc. 2001
- Parallel Programming in Fortran 95 using OpenMP. UPC, 2002
- Fortran 90 course. U. Liverpool, 2000

Asignatura N° 08 Fundamentos de generación hidroeléctrica

Responsable: Ing. Daniel Schenzer

Instituto: IMFIA

N° de créditos: 6

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.

Horas evaluación:
Subtotal horas presenciales: 36

Horas estudio: 20
Horas resolución ejercicios/prácticos: 10
Horas proyecto final/monografía: 24
Total de horas de dedicación del estudiante: 90

Forma de evaluación: Realización de una monografía sobre un dispositivo de conversión de la energía de las olas a elegir por el estudiante. Presentando un documento escrito y realizando una presentación en clase

Temario:

Introducción (2hs)

Fuentes de energías del mar. Descripción y perspectivas futuras.
Evolución histórica del aprovechamiento de la energía de las olas.
Presentación del potencial global.

Descripción y análisis del oleaje (10hs)

Definición de oleaje.

Teoría lineal: Hipótesis y resultados obtenidos para una onda progresiva (evolución de la superficie libre, campo de velocidades y campo de presiones). Flujo de energía en una onda progresiva monocromática. Oleaje real: Definición de Estado de Mar. Descripción espectral y probabilística.

Modelación numérica: Ecuación de balance de la densidad de acción del oleaje. Parametrización de los principales procesos de transformación del oleaje. Presentación de los modelos de tercera generación. Fuentes de información de oleaje: Presentación de los distintos tipos discutiendo las limitaciones existentes en cada caso.

Caracterización del potencial undimotriz (8hs)

Obtención de la potencia omnidireccional de un estado de mar.

Caracterización del potencial undimotriz de un sitio: Distribución direccional, distribución según alturas y períodos de olas, y consideraciones sobre los eventos extremos.

Presentación del potencial undimotriz del Uruguay.

Estado del arte de los WEC (4hs)

Descripción general. Clasificación según diferentes criterios.

Presentación de los dispositivos que cuentan con un mayor desarrollo.

Métodos para el estudio de WEC's (10 hs)

Modelación numérica: Ecuación de movimiento de un dispositivo del tipo oscilatorio. Modelos numéricos para estudiar la interacción ola-dispositivo.

Modelación física: Descripción de las instalaciones necesarias. Visita al Canal de Pruebas Navales y Marítimas del IMFIA.

Bibliografía:

Ocean Wave Energy. Current Status and Prepectives. Joao Cruz. Springer Series in Green Energy and Technology. ISBN 978-3-540-74894-6. Año 2008.

Waves in Oceanic and Coastal Waters. Leo H. Holthuijsen. Cambridge Press. ISBN 9780521129954. Febrero 2010

Metodología de enseñanza:

Horas clase (teórico): 40
 Horas clase (práctico): 12
 Horas clase (laboratorio): 0
 Horas consulta: 4
 Horas evaluación: 4
 Subtotal horas presenciales: 60

Horas estudio: 30
 Horas resolución ejercicios/prácticos: 30
 Horas proyecto final/monografía: 0
 Total de horas de dedicación del estudiante: 120

Forma de evaluación: Dos Pruebas parciales, entrega de trabajos prácticos.

Temario:

- Cinemática, deformación de un cuerpo continuo. Tensores de deformación. Movimiento. Descripciones espacial y material. Teorema del transporte de Reynolds.
- Ecuaciones de Balance. Balance de masa. Balance de fuerzas y momentos. Tensor de tensiones. Balance de energía mecánica.
- Principio de indiferencia del referencial.
- Materiales elásticos. Ecuación constitutiva de un cuerpo elástico. Indiferencia del referencial de la respuesta material. Simetría de la respuesta material. Ecuación constitutiva general de un sólido elástico isótropo. Sólidos elásticos incompresibles.
- Planteo de un problema elástico general y de un problema de equilibrio elástico. Tipos de condiciones de contorno. No unicidad de la solución. Ejemplos de problemas de equilibrio de cuerpos isótropos. Efecto Poynting.
- Cuerpos hiperelásticos. Energía de deformación. Ejemplos. Balance de energía mecánica para cuerpos hiperelásticos. Ejemplos de ecuaciones constitutivas de materiales hiperelásticos.
- Teoría infinitesimal clásica de la elasticidad. Linealización de la ecuación constitutiva en la configuración de referencia. El tensor elástico y sus propiedades.

Bibliografía:

- Morton E. Gurtin. An introduction to continuum mechanics, volume 158 of Mathematics in Science and Engineering. Academic Press Inc. [Harcourt Brace Jovanovich Publishers], New York, 1981. ISBN 0-12-309750-9.
- Morton E. Gurtin, Eliot Fried, and Lallit Anand. The mechanics and thermodynamics of continua. Cambridge University Press, Cambridge, 2010. ISBN 978-0-521-40598-0.
- Keith D. Hjelmstad. Fundamentals of Structural Mechanics. Springer Science+Business Media, Inc., Barcelona, 2 edition, 2005. ISBN 978-0-387-23330-7.
- Gerhard A. Holzapfel. Nonlinear solid mechanics. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 2000. ISBN 0-471-82304-X. A continuum approach for engineering.
- Paolo Podio-Guidugli. A primer in elasticity. Journal of Elasticity. The Physical and Mathematical Science of Solids, 58(1):x+104, 2000. ISSN 0374-3535.

Asignatura Nº 12 Métodos Computacionales Aplicados al Cálculo de Estructuras

Responsable:

H
 Colore

- Creación del modelo
- Elemento pórtico. Características. Aplicación. Creación del elemento. Diferentes secciones geométricas. Restricciones. Liberación de restricciones. Manipulación de los ejes locales del elemento. Zonas de rigidez. Asignación de diferentes tipos de cargas. Nudos, características. Condiciones de apoyo del elemento. Restricciones de desplazamiento determinado. Resortes. Masas. elemento pórtico en el plano y en el espacio.
- Elemento cáscara. Definición y tipos de elemento: placa, membrana y cáscara. Secciones. Manipulación de ejes locales. Asignación de diferentes tipos de cargas. Nudos. Placa de entrepisos. muro de cortante en un pórtico, viga y placa utilizando restricciones de desplazamiento.
- Laboratorio. Estudio de los problemas a resolver. Definición del diagrama de flujo.
- Diseño del programa por el estudiante. Resolución del mismo caso con programas existentes. Discusión de resultados.

Bibliografía:

- Análisis de estructuras, método clásico y matricial, Mc Cormac J., Elling R. - Editorial Alfaomega (1991)
- Finite Element Modeling for Stress Analysis, Cook R.D. - Jhon Wiley & Sons, inc. (1995) - ISBN 0-471-10774-3
- Análisis numérico y visualización gráfica con Matlab, Nakamura - Prentice Hall & IBD (1997) - ISBN-13: 978-9688808603
- Introducción al estudio del elemento finito en ingeniería, Chandrupatla y Belegundu - Prentice Hall (2000) - ISBN 9789701702604
- Cálculo de estructuras por el método de los elementos finitos, Oñate - CIMNE (1995) - ISBN 84-87867-00-6
- Resolución de ecuaciones diferenciales con problemas de valor en la frontera, Boyce di Prima - LIMUSA WILLEY (2010) ISBN 968-18-4974-4

Asignatura N° 13 Análisis no lineal de estructuras

Responsable: : Dr. Ing. Jorge Pérez Zepa

Instituto: IET

N° de créditos: 6

Horas presenciales: 35

Objetivos: Presentar conceptos básicos del análisis no lineal de estructuras así como también permitir al estudiante contar con nociones que faciliten el uso de herramientas computacionales que realicen este tipo de análisis a nivel académico o profesional. Se hará énfasis en aplicaciones prácticas y didácticas.

Conocimientos previos exigidos: Análisis estático de estructuras. Nociones básicas del Método de Elementos.Finitos para el análisis lineal de estructuras.

Metodología de enseñanza:

Horas clase (teórico): 26

Horas clase (práctico): 6

Horas clase (laboratorio): 0

Horas consulta: 1

Horas evaluación: 2

Subtotal horas presenciales: 35

15
9/11/14

Horas clase (teórico): 44
Horas clase (práctico): 12
Horas clase (laboratorio):
Horas consulta:
Horas evaluación: 4
Subtotal horas presenciales:

Horas estudio: 24
Horas resolución ejercicios/prácticos: 24
Horas proyecto final/monografía: 12
Total de horas de dedicación del estudiante: 120

Forma de evaluación: Una pruebas parcial, entrega de trabajos prácticos durante el curso, entrega de trabajo final.

Temario:

- Criterio energético de estabilidad elástica. Teorema de la segunda variación de la energía potencial. Interpretación física. Teorema de ortogonalidad. Estabilidad del equilibrio elástico.
- Pandeo de columnas en su plano. Primera variación de la energía potencial de una viga columna. Carga crítica de una columna. Análisis de segundo orden de vigas columnas, viga columna de Timoshenko, efectos p-delta.
- Estabilidad de pórticos. Ecuación de las deflexiones angulares en teoría de segundo orden. Funciones de estabilidad. Deducción de los nomogramas de cálculo. Análisis de estabilidad de pórticos por métodos matriciales. Matriz geométrica.
- Análisis de torres atriantadas. Ecuación del cable, ecuación del mastil, análisis de segundo orden de la torre atriantada, carga de pandeo.
- Pandeo flexo-torsional de columnas. Primera variación de la energía potencial. Efecto Wagner. Análisis de columnas cuya sección transversal presenta dos ejes de simetría ortogonales, un eje de simetría y asimetría.
- Pandeo lateral de vigas. Primera variación de la energía potencial. Ecuación diferencial que gobierna el problema. Determinación de valores de la carga crítica para diferentes tipos de carga y condiciones de apoyo.
- Pandeo de placas. primera variación de la energía potencial. Ecuación diferencial que gobierna el problema. Aplicación al caso de pandeo local.
- Pandeo en el rango plástico. Pandeo plástico de columnas. Concepto de módulo tangente y reducido. Efecto de la plasticidad en el pandeo lateral de vigas.

Bibliografía:

- "Stability of Structures. Principles and Applications" – Chai H. Yoo and Sung C. Lee – Elsevier- ISBN 978-0-12-365122-2 (2011)
- "Stability Analysis and Design of Structures" – Murari Lal Gambhir- Springer –ISBN 978-3-642-05866-0 (2004)
- "Fundamentals of Structural Stability" – George J. Simitses and Dewey H. Hodges– Elsevier – ISBN 989-0-7608-7875-9 (2006)
- "Structural Stability of Steel: Concepts and Applications for Structural Engineers" – Theodore E. Galambos and A.E. Surovek – John Wiley and Sons, Inc. – ISBN 978-0-470-03778-2 (2008)
- "Flexural Torsional Buckling of Structures: New Directions in Civil Engineering" – N.S. Trahair – CRC Press, Inc. – ISBN 0-419-171105 – (2000)
- "Structural Stability: Theory and Implementation" W.F. Chen and E.M. Lui, -Elsevier - ISBN 0-444-01119-6 (1987)

Para aprobar la asignatura se debe aprobar cada una de las instancias de evaluación. La incidencia en la calificación final del curso de cada una de las instancias de evaluación es la siguiente: Trabajos prácticos (30%), Laboratorio (50%) y Informes del material teórico (20%).

Temario:

- Repaso de álgebra y errores numéricos
- Matrices y máquinas
- Técnicas de paralelismo
- Resolución de sistemas lineales
- Valores y vectores propios
- Bibliotecas de ALN y paralelismo

Bibliografía:

- Matrix Computations. Golub G. and Van Loan C., ISBN 0801854148, 1996.
- Introduction to parallel computing design and analysis of algorithms. Kumar V., Grama A., Gupta A. and Karypis G., ISBN 0-201-64865-2, 2003.

Asignatura N° 16 Fundamentos de la Robótica Autónoma

Responsable: Dr. Ing. Gonzalo Tejera

Instituto: INCO

N° de créditos: 7

Horas presenciales: 60

Objetivos: El objetivo general es que el estudiante comprenda los principios de funcionamiento y construcción de los robots móviles, así como las metodologías para su desarrollo.

Objetivos Particulares:

- Conocer la teoría y las técnicas que se utilizan para el diseño de robots y sus aplicaciones.
- Comprender ejemplos de implementaciones concretas de robots móviles que sean paradigmáticas en sus opciones de diseño.
- Utilizar diversos tipos de sensores y actuadores disponibles mediante varios elementos de cómputo.

Conocimientos previos exigidos: La asignatura requiere sólidos conocimientos de lógica y programación. Se recomienda que el estudiante posea conocimientos previos en programación (bajo nivel, orientación a objetos, concurrencia), arquitectura de sistemas y conocimientos básicos de física.

Plan 97:

Para cursar esta asignatura es necesario tener aprobado:

- 10 créditos en la materia Ciencias Experimentales.
- examen de Lógica
- examen de Programación 2
- curso de Programación 3
- curso de Arquitectura de computadores o curso de Arquitectura de Computadores 1 o curso de Introducción a la Arquitectura de Computadores

Conocimientos previos exigidos: Conocimientos generales de probabilidad y estadística y de métodos numéricos. Experiencia en algún lenguaje de programación imperativo y en el uso de bibliotecas.

Metodología de enseñanza: La metodología de enseñanza es a distancia, plataforma Moodle, con participación activa del estudiante en todas las actividades del curso y con seguimiento de un tutor.

Horas clase (teórico):

Horas clase (práctico):

Horas clase (laboratorio):

Horas consulta (participación en foros de discusión) : 10

Horas evaluación (ejercicios laboratorios y entregas): 60

Subtotal horas presenciales: 70

Horas estudio (lectura y estudio de material : 40

Horas resolución ejercicios/prácticos (Preparación examen escrito): 10 hs

Horas proyecto final/monografía:

Total de horas de dedicación del estudiante: 120

Forma de evaluación:

- Participación en los foros de discusión de cada unidad por parte del estudiante. El porcentaje de esta actividad en el total de puntos (100) será del 10%.
- La aprobación de los laboratorios realizados y entregados en forma individual (60 %).
- Una prueba escrita eliminatoria (30 %).
- Para la aprobación final del curso se requiere: mínimo de 60% de los puntos en cada parte.

Temario:

Introducción a los Métodos de Monte Carlo

1. Esquema general.
2. Conceptos básicos.

1. Estimación de volúmenes e integrales.

1. Introducción.
2. Tamaño de muestra y error.
3. Intervalos de confianza.
4. Comparación con otros métodos clásicos para integración en múltiples variables.

2. Problemas de Conteo.

3. Generación de muestras.

1. Números aleatorios y pseudoaleatorios.
2. Variables aleatorias independientes de distribuciones continuas y discretas.

4. Otros tópicos

1. Métodos para aumentar la eficiencia computacional.
2. Intervalos de confianza simultáneos.
3. Estimación de cocientes.

Estimación secuencial.

Bibliografía:

- Monte Carlo: concepts, algorithms and applications, George S. Fishman, Springer, 1995, ISBN 0-387-94527

2. Un ejemplo.
 3. Consideraciones relacionadas con los datos.
 4. Representación gráfica y continua.
 5. Un ejemplo: producción anual.
3. Método Simplex Revisado.
 1. El método.
 2. Ventajas con respecto al método "común".
 3. Ejercicios.
 4. Programación Entera.
 1. Método Branch and Bound.
 2. Ejercicios.
 5. Software de Modelado y Optimización

Bibliografía:

El curso no se basa en ninguna literatura especial. Alguna literatura de apoyo a algunos temas puede ser:

- Linear and Non Linear Programming, David G. Luenberger, Edisson Wesley, 1989, ISBN 2164408-8
- Introducción a la Investigación de Operaciones, Hillier y Lieberman, Mc Craw Hill, 1991, ISBN 968-422-993-3
- Integer and Combinatorial Optmization, Nemhauser, 1988, Wiley, ISBN 047182819-x

Asignatura N° 19 Análisis y Control de Sistemas no Lineales

Responsable: Dr. Pablo Monzón

Instituto: IIE

N° de créditos: 10

Horas presenciales: (4 horas de exposición semanal x 12 semanas) + 1 hora de consulta semanal x 16 semanas) + (defensa final) = 68 horas

Objetivos: Familiarizar al alumno con la teoría de estabilidad de sistemas no lineales de control (ecuaciones diferenciales a través de las cuales se analiza el comportamiento dinámico de fenómenos reales). Introducir al alumno a las principales áreas del control no lineal, desde el análisis de sistemas hasta el diseño de leyes de control.

Conocimientos previos exigidos: Estudio cualitativo de ecuaciones diferenciales lineales. Estabilidad de ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.

Metodología de enseñanza:

Horas clase (teórico, práctico, laboratorio): 48

Horas estudio: 40

Horas resolución ejercicios/prácticos: 12

diego

Horas clase (teórico): 19
 Horas clase (práctico): -
 Horas clase (laboratorio): 14
 Horas consulta: -
 Horas evaluación: -
 Subtotal horas presenciales: 33

Horas estudio: -
 Horas resolución ejercicios/prácticos: 12
 Horas proyecto final/monografía: -
 Total de horas de dedicación del estudiante: 45

Forma de evaluación: Asistencia a clases teóricas y realización de ejercicios de laboratorio con carácter grupal.

Temario:

- Introducción
- Arquitectura de un PLC
- Tipos de datos
- Lenguaje Ladder (LD)
- Introducción al ambientes de desarrollo de programas
- Lenguaje FBD
- El PLC como controlador
- Lenguajes IL y SFC
- Lenguaje ST
- Norma IEC 61131
- Comunicaciones
- Sistemas supervisorios (SCADA)

Bibliografía:

- "PLCOpen" - <http://www.plcopen.org/>
- "PLCs.net" - Phil Melore – <http://www.plcs.net/>
- "Programmable Logic Controllers: Principles and Applications" - J. Webb y R. Reis - 4th. edition, Prentice
- Hall - ISBN 0-13-679408-4 – 1999
- "Programmable Logic Controllers" - S. Brian Morriss - Prentice Hall – ISBN 0-13-095565-5, 2000
- "AC500-eCO Starter Kit" - ABB – 2012
- "CoDeSys 2.3 User Manual" – 3S Smart Software Solutions – 2010
- "Open Modbus/TCP specification Release 1.0" - Andy Swales, Schneider Electric – 29/3/1999

Asignatura N° 21 Ingeniería Clínica

Responsable: Dr. Ing. Franco Simini
Instituto: IIE

<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de mantenimiento de equipos biomédicos • Evaluación de gestión tecnológica en términos de eficiencia/eficacia entregadas • Repaso del curso y evaluación subjetiva de participantes <p>Prácticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. planificación de mantenimiento en Taller 7/24 2. relevamiento de avance de obra de un hospital (instalaciones biomédicas) 3. visita a planta de generación de energía eléctrica 4. planta de tratamiento de agua para diálisis: rutinas de verificación
<p>Bibliografía:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Franco Simini "Ingeniería Biomédica: perspectivas desde el Uruguay", Universidad de la República, Montevideo, 2007, ISBN 9974-0-0343-1 • John G. Webster, "Medical Instrumentation: Application & Design", John Wiley, New York, 1997, ISBN 0471-1-5368-0 • John G. Webster, "Bioinstrumentation", John Wiley, New York, 2003, ISBN 0471263273. • Zhi-Pei Liang, "Principles of Magnetic Resonance

<p>Asignatura N° 22 Seminario de Ingeniería Biomédica</p> <p>Responsable: Dr. Ing. Franco Simini Instituto: IIE N° de créditos: 4 Horas presenciales: 37</p>
<p>Objetivos: El Seminario tiene un contenido informativo con estímulos para el trabajo personal. La secuencia de conferencias abre el panorama técnico en Ingeniería Biomédica mediante la presentación de realizaciones de equipos, de investigaciones y de aplicaciones industriales novedosas. Estimula la iniciativa de desarrollos originales adaptados al país y a la Región y permite crear un espacio de cooperación con industrias afines a la fabricación de equipos biomédicos y con empresas de mantenimiento de equipamiento biomédico. Tomada como Curso de Postgrado, la asignatura requiere un trabajo personal como monografía cuyo nivel refleje el estado del arte en la frontera del conocimiento.</p>
<p>Conocimientos previos exigidos: Formación terciaria que permite llevar adelante una búsqueda bibliográfica y que habilite para la redacción de una monografía sobre un tema asignado, y luego presentarla.</p>
<p>Metodología de enseñanza:</p> <p>Horas clase (teórico): 30 horas Horas clase (práctico): 4 horas (visita a equipo en un Hospital) Horas clase (laboratorio): 0 horas Horas consulta: 2 horas Horas evaluación: 1 hora Subtotal horas presenciales: 37</p> <p>Horas estudio: 14 horas</p>

Horas proyecto final/monografía: 0
 Total de horas de dedicación del estudiante: 22

Forma de evaluación:

Temario:

1. Introducción
2. Curvas de crecimiento de daño/fisura
3. Ensayos no Destructivos (Nondestructive Testing, NDT) y Mecánica de la Fractura: su importancia en la definición de intervalos de inspección
4. Confiabilidad en NDT
5. Revisión de comportamiento frágil y comportamiento dúctil en materiales metálicos
6. Principios Básicos de Mecánica de la Fractura Lineal Elástica (Linear Elastic Fracture Mechanics, LEFM)
7. Determinación de propiedades e régimen de LEFM
8. Ejemplos de cálculo de LEFM
9. Alcances y limitaciones de LEFM en aplicaciones industriales
10. Introducción al mecanismo de falla por colapso plástico
11. Diagrama de Evaluación de Falla (failure Assessment Diagram, FAD) como método de evaluación de integridad estructural en Procedimientos de Adecuación al Uso (Fitness for Service, FFS)

Bibliografía:

1. Fracture Mechanics - Fundamentals and Applications, Anderson T.L., CRC Press, Third Edition, 2005.
2. The Practical Use of Fracture Mechanics, Broek, Davis, Kluwer Academic Publisher, 1988.
3. NDE Reliability Data Analysis in Metals Handbook, Vol. 17, Alan P. Berens, ASM, 9th Ed., 1989.

Papers

1. Christina Müller, Matt Goils and Tom Taylor, Basic Ideas of the American-European Workshops 1997 in Berlin and 1999 in Boulder, 15th World Conference on Nondestructive testing, Roma, Italy, 15-21 Oct., 2000.
2. Guidelines for Interpretation of Publishing data on Probability of Detection for Nondestructive Testing, C.A. Harding and G.R. Hugo, Defence Science and Technology Organisation, 20011.
3. Nondestructive Inspection Reliability: History, Status and futures Path, Ward D. Rummel, 18th World Conference on Nondestructive, 2010.

Asignatura Nº 24 Tratamientos superficiales contra el desgaste y la corrosión

Responsable: Ing. Carlos Mantero

Instituto: IEM

Nº de créditos:

Horas presenciales: 30

Objetivos: Comprender los mecanismos que rigen los procesos de desgaste y corrosión de materiales. Establecer los criterios para evitar un problema de corrosión o desgaste mediante selección de materiales adecuados y/o implementación de soluciones fisicoquímicas superficiales.

99
V. V. V. V. V.

Metalurgia Física: curso a curso y Examen a Examen.

Metodología de enseñanza:

El curso tendrá una carga de 6 horas semanales totalizando 96 horas asignándose:

- 64 horas para clases teóricas
- 32 horas de curso práctico. Estas últimas se subdividen en:

a) Aproximadamente 20 horas correspondientes a la realización de un trabajo referente a algún tema del curso, en el que se pretende que el estudiante desarrolle la búsqueda de información bibliográfica, el contacto con proveedores o empresas del medio y tareas en los laboratorios del instituto de Ensayo de Materiales o en la mencionadas empresas. A esos efectos el alumno acordará con el docente que guía su trabajo el horario que cumplirá para la realización del mismo, debiendo presentar el informe correspondiente antes del día de finalización del curso.

Forma de evaluación:

El curso teórico es de asistencia libre.

El curso práctico es de asistencia obligatoria, debiéndose asistir por lo menos al 80% de las reuniones de trabajo con los docentes y de las presentaciones de las monografías.

Durante el curso se realizará un trabajo monográfico individual y dos pruebas parciales, una a mitad y la restante al final del curso. Se otorgará un máximo de 20 puntos para el trabajo monográfico y de 80 puntos para el conjunto de las dos pruebas.

La actividad del trabajo monográfico incluye la asistencia a las reuniones que se coordinen con el docente encargado del grupo, la presentación escrita y oral del trabajo y la asistencia a las presentaciones de los restantes estudiantes del curso.

Para poder aprobar el curso y dar el examen se deberá obtener un mínimo de 10 puntos en el trabajo monográfico y por lo menos 30 entre el trabajo y las dos pruebas.

Para exonerar la asignatura se deberá obtener un mínimo de 10 puntos en el trabajo monográfico y un mínimo de 60 entre el trabajo y las dos pruebas. Deberá además cumplirse con un mínimo de 15 puntos en cada una de ellas.

Temario:

Bibliografía:

Asignatura N° 26 Trabajos especiales de metalurgia

Responsable: Eduardo Vedovatti

Instituto: IEM

N° de créditos: 10

Horas presenciales:

Objetivos: El objetivo del curso es dar continuidad en el proceso de aprendizaje de tópicos vinculados al área metalúrgica buscando introducir al estudiante al nivel de investigación científica en un área específica.

<p>Asignatura N° 29 Combustión de Biomasa</p> <p>Responsable: Dr. Ing. Pedro Curto Instituto: IIMPI N° de créditos: 5 Horas presenciales: 30</p>
<p>Objetivos: Familiarizar al estudiante con los procesos combustión de biomasa y gasificación, tanto en los conceptos fundamentales como en las tecnologías.</p>
<p>Conocimientos previos exigidos: Termodinámica y transferencia de calor</p>
<p>Metodología de enseñanza: Horas clase (teórico): 24 Horas clase (práctico): 6 Horas clase (laboratorio): 0 Subtotal horas presenciales: 30</p> <p>Horas estudio: 15 Horas resolución ejercicios/prácticos: 5 Horas proyecto final/monografía: 20 Total de horas de dedicación del estudiante: 70</p>
<p>Forma de evaluación: Proyecto Final.</p>
<p>Temario:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Biomosas: origen, producción y su utilización como combustible. 2. Caracterización fisicoquímica de la biomasa energética. 3. Combustión de biomasa sólida. 4. Procesos fundamentales de la combustión de sólidos. 5. Combustión en lecho fijo, combustión en suspensión y combustión en lecho fluidizado . 6. Formación de contaminantes en la combustión de biomasa. 7. Transferencia de calor en generadores de vapor a biomasa 8. Control de emisiones en la combustión de biomasa 9. Fundamentos de gasificación de biomasa y tecnología.
<p>Bibliografía:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Van Loo, S. e Koppejan, J., The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing, Earthscan, London, 2008 • Sánchez, C.G. (organizador), Tecnologia da Gaseificação de Biomassa, Editora Átomo, Campinas(Brasil), 2010. • Cortez, L.A.B., Lora, E.S. e Gómez, E.O.(organizadores), Biomassa para Energia, Editora da Unicamp, Campinas (Brasil), 2008. • URL:http://www.redenacionaldecombustao.org

<p>Asignatura N° 30 Optimización Termodinámica de Máquinas Térmicas</p> <p>Responsable: Dr. Ing. Pedro Curto Instituto: IIMPI-Salamanca</p>

25
 Verónica

<p>Objetivos: Desarrollar los fundamentos físico-químicos para la utilización eficiente y segura de los gases combustibles a nivel industrial, comercial y residencial.</p>
<p>Conocimientos previos exigidos: Fundamentos de Termodinámica, Mecánica de los Fluidos y Resistencia de Materiales.</p>
<p>Metodología de enseñanza: Horas clase (teórico): 18 Horas clase (práctico): 4 Horas clase (laboratorio): Horas consulta: Horas evaluación: Subtotal horas presenciales: 22</p> <p>Horas estudio: 18 Horas resolución ejercicios/prácticos: 10 Horas proyecto final/monografía: 10 Total de horas de dedicación del estudiante: 60</p>
<p>Forma de evaluación: Combinación de una o más de las siguientes metodologías: Entrega en tiempo y forma de trabajos prácticos específicos. Presentación y desarrollo en clase de temas monográficos. Examen oral teórico práctico.</p>
<p>Ternario:</p> <ol style="list-style-type: none"> Gases utilizados con fines energéticos: Reseña histórica. Caracterización físico-química de los gases combustibles. Clasificación de los gases combustibles. Gases Manufacturados, Gas Natural, Gases Licuados de Petróleo, Biogás, Syngas, Hidrógeno. Características. 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. Combustión, deflagraciones y explosiones. Producción y tratamiento: Origen y formación del GN. Características de los yacimientos. Extracción. Acondicionamiento del gas. Procesos empleados. Eliminación de partículas sólidas y líquidas, de vapor de agua y de hidrocarburos condensables. Criterios de diseño de los equipos. Extracción de CO₂ y SH₂. Punto de rocío. Recuperación de hidrocarburos. Producción, Transporte y Almacenamiento de GLP en fase líquida. Características del GLP producido por ANCAP en el Uruguay. 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. Flujo de gas en cañerías y diseño de cañerías: Flujo compresible. Velocidad del sonido. Flujo estacionario adiabático e isentrópico. Flujo isentrópico con cambios de área. Toberas convergentes y divergentes. 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. Cálculo mecánico de cañerías. Presión interna y solicitudes externas. Criterios de falla y factores de diseño en cañerías presurizadas.
<p>Bibliografía:</p> <ol style="list-style-type: none"> Tratado General del Gas, Raúl R. Llobera, I.S.B.N. 950-526-071-7, Cesarini Hnos. – Editores – Buenos Aires Material Especifico del Curso, desarrollado o seleccionado por los Docentes a cargo del Curso: apuntes, selección de notas y artículos bibliográficos, catálogos e información técnica de

- Decretos y Ordenanzas Municipales. Instructivos Técnicos de la Dirección Nacional de Bomberos. Procedimientos de presentación de proyectos ante las Autoridades Competentes y las Empresas Distribuidoras. Formularios CPP, CCTO, CCTO - Verificación Punto a Punto, CIA, CMI.
6. Operación y mantenimiento de gasoductos e instalaciones asociadas: Manuales de Ingeniería y Materiales, Construcciones, Operación y Mantenimiento, de Protección Ambiental, de Medición, de Atención de Emergencias, etc. Elaboración de procedimientos específicos para operación y mantenimiento de gasoductos, redes e instalaciones asociadas. Programas de Mantenimiento. Presiones Operativas. Verificación de Clases de trazado. Vigilancia continua. Planos y diagramas operativos. Unifilares. Modificación de la presión de operación. Inyección y extracción de gas. Cumplimiento de estándares de calidad. Criterios de seteo de válvulas reguladoras y de seguridad. Verificación de nivel de ruido e impacto ambiental. Control de funcionamiento de separadores, calentadores y odorizadores. Mantenimiento preventivo y correctivo. Plan anual de trabajos. Relevamiento de fugas. Medición de potenciales de protección catódica. Señalización. Control de instrumentos. Verificación de funcionamiento de reguladoras, dispositivos de line-break, otros equipos. Pasaje de scrapers. Sistemas SCADA. Historial de reparaciones realizadas. Organización de bases operativas y de mantenimiento. Dotación de personal. Selección de equipo. Máquinas y herramientas. Camiones taller. Stock de repuestos.
 7. Operación y mantenimiento de redes de distribución: Presiones operativas. Planos y diagramas operativos. Modelización y vectorización de redes. Control invernal de presiones. Puntas de red. Distribución de presiones para asegurar el normal funcionamiento en picos horarios y prevenir ampliaciones. Bases operativas en redes de distribución. Trabajos en cañerías de polietileno. Termofusión y electrofusión. Pinzado y corte de caños. Derivaciones en carga.
 8. Adquisición y comercialización de GLP y GN en el Uruguay. Tipos de contrato y modalidades de suministro. Expansión de redes en función de la demanda: Actores del mercado. Productores, cargadores, comercializadores, envasadores, transportistas, distribuidores y usuarios. Costo del GN en boca de yacimiento. Costos estacionales. Transporte en firme e interrumpible. Clientes industriales y residenciales. Costos de operación y mantenimiento correspondientes a materiales, mano de obra, repuestos, insumos, etc. Gas retenido. Gas no contabilizado. Impuestos. Seguros. Otros costos. Evaluación de proyectos de ampliación del sistema. Consideraciones sobre el pase a tarifa. Estudio de nuevas unidades de negocios. Posibilidad de incorporación de nuevos usuarios en función de su posible contribución económica. Perspectivas de crecimiento. Planificación estratégica. Desarrollo de obras en función del crecimiento esperado de clientes.
 9. Aspectos Tarifarios: Cuadros tarifarios. Tarifas de transporte. Tarifas de distribución. VADEG. Concepto y procedimiento de cálculo. Tasa de rentabilidad.
 10. Proyectos de suministro a industrias y grandes consumidores: Evaluación del costo de obras nuevas y de ampliaciones o modificaciones. Costo de materiales y mano de obra. Otros costos. Cronograma de obras y su incidencia en el financiamiento. Estudios de rentabilidad. Proyectos verdes; reducción de emisiones de CO₂, mercado de bonos de carbono e incremento de eficiencia energética. Proyectos amparados en la Ley de Inversiones.

Bibliografía:

1. Tratado General del Gas, Raúl R. Llobera, I.S.B.N. 950-526-071-7, Cesarini Hnos. – Editores – Buenos Aires
2. Reglamento de Instalaciones de Gas, Resolución del Ministerio de Industria, Energía y Minería (31 de Octubre de 2002) y sus Modificatorios
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) y sus Modificatorios
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) y sus Modificatorios

- las cañerías. Fórmulas de cálculo. Consideración de la eficiencia operativa. Fórmulas simplificadas. Cálculo del factor de fricción. Factor de diseño según trazados. Protección anticorrosiva. Procedimientos constructivos. Especificaciones de soldadura. Calificación de procedimientos de soldadura y soldadores. Planos y especificaciones técnicas. Seguridad. Materiales utilizados. Reglamentación. Pruebas. Inspecciones de materiales en fábrica. Inspección de obras. Certificaciones de calidad. Criterios de ampliación de gasoductos. Previsión de demanda. Gestión del line-pack. La problemática uruguaya. Evaluación de alternativas para la ampliación de la capacidad de transporte. Incremento de la máxima presión operativa. Incremento de la potencia de compresión. Construcción de loops.
2. Compresión y transporte de GN: Tipos de compresores y de impulsores. Turbinas a gas. Cálculo de la potencia de compresión. Modelos de turbinas disponibles comercialmente. Rendimientos. Factor de compresibilidad. Consumo de combustible. Transporte de gas por cañerías. Plantas compresoras. Optimización de su ubicación sobre la línea. Gasoductos Virtuales. Gas Natural Licuado.
 3. Diseño y construcción de redes de distribución: Presiones operativas. Diseño básico. Cálculo de diámetros. Válvulas de línea. Construcción de redes de polietileno. Materiales utilizados (cañerías, accesorios, herramientas). Obra mecánica. Obra civil. Planos y especificaciones técnicas. Seguridad. Reglamentación. Pruebas. Inspección de obras. Puesta en servicio. Calificación del personal. Criterios de ampliación de redes de distribución. Previsión de demanda y ampliación de la capacidad de la red.
 4. Estaciones reguladoras de presión: Criterios de diseño y construcción. Sistemas aislados y en antena. Tipos de abastecimiento. Abastecimiento a redes y consumos concentrados (industrias y grandes consumidores) Procedimientos de cálculo. Verificación de la velocidad de circulación del gas. Selección de válvulas de regulación y de seguridad. Instrumentos. Pruebas. Separadores de polvo y líquido, filtros, calentadores, otros dispositivos.
 5. Medición y odorización: Diseño y construcción de plantas de medición y odorización. Selección de equipos. Criterios de asignación de medidores para uso industrial y residencial. Cumplimiento de normas. Error de medición admitido. Dosificación de odorante. Controles.
 6. Instalaciones de GLP: Plantas de Almacenamiento y Envasado. Depósitos de Recipientes. Diseño y construcción de tanques y recipientes Portátiles de GLP. Baterías de cilindros. Características generales. Ubicación e instalación. Cálculo y dimensionamiento. Capacidad de suministro en régimen continuo. Factor de utilización. Almacenamiento de GLP en instalaciones industriales. Tipos de depósitos. Cálculo y dimensionamiento. Equipos de vaporización. Elementos de control y dispositivos de seguridad. Cañería interna. Cálculo y dimensionamiento. Instalaciones domiciliarias individuales y colectivas. Instalaciones de calefacción. Aplicaciones industriales. Utilización de gas licuado como combustible alternativo. Plantas de indilución. Sistemas de peak-shaving. Previsión para futura conversión e intercambiabilidad con GN
 7. Combustión y evacuación de humos: Combustión e intercambiabilidad de gases combustibles. Poder calorífico, densidad relativa e índice de Woobe. Familias de gases combustibles. Intercambiabilidad entre gas natural y propano indiluido. Conversión de redes de distribución. Adaptación de gasodomésticos. Efectos del monóxido de carbono. Evacuación de los productos de combustión. Clasificación de sistemas. Sistemas para artefactos no conectados a conductos. Requerimientos de ventilación de ambientes y cálculo de aberturas mínimas. Artefactos conectados a conductos individuales. Artefactos de tiro natural o cámara abierta. Artefactos de tiro balanceado ocámara cerrada. Sistemas de conexión a conducto colectivos. Cálculo del conducto colectivo. Ventiladores. Tipos y características. Regulación del caudal.
 8. Quemadores de gas: Tipos y características. Presión de trabajo. Incorporación de aire. Grado de automatización. Controlador. Secuencia de encendido. Tiempos de seguridad. Prebarrido. Control de aire primario y secundario. Regulación de la potencia de fuego. Dispositivos de seguridad: pilotos; detección de llama; detectores térmicos, iónicos y fotoeléctricos; dispositivos de control de límite; válvulas automáticas de cierre; enclavamientos. Quemadores duales.

modelado y la estimación del recurso solar. Analizar el funcionamiento de diversos dispositivos de captación, concentración y almacenamiento de energía solar. Analizar el fenómeno fotovoltaico en diversas estructuras sobre materiales cristalinos, policristalinos y amorfos. Caracterizar y diseñar celdas solares a través de sus figuras de mérito más importantes.

Conocimientos previos exigidos: Electromagnetismo y Termodinámica a nivel intermedio en Ingeniería o equivalente.

Metodología de enseñanza:

Horas clase (teórico): 33

Horas clase (práctico): 12

Horas clase (laboratorio): 4

Horas consulta: 6

Horas evaluación: 4

Subtotal horas presenciales: 59

Horas estudio: 45

Horas resolución ejercicios/prácticos: 30

Horas proyecto final/monografía: 30

Total de horas de dedicación del estudiante: 164

Forma de evaluación: 2 pruebas parciales + 1 proyecto final

Cada parcial: 30 puntos. Proyecto final: 40 puntos. Se aprueba el curso con al menos 60 pts, con al menos 30 pts en la suma de los parciales y al menos 20 pts en el proyecto

Temario:

- Radiación Solar. Movimiento del sol. Efecto de la atmósfera. Radiación directa y difusa. Medidas de radiación. Instrumentos. Estimación de la radiación incidente en una superficie plana horizontal e inclinada. Estimación de radiación horaria media a partir de datos diarios. Modelos de día claro. Modelos de radiación basados en datos satelitales.
- Fundamentos de Transferencia de calor. Conducción térmica. Radiación. Superficies grises. Convección natural y forzada. Transmisión de radiación a través de placas de vidrio. Producto $\tau \cdot \alpha$
- Colectores planos. Balance térmico. Distribución de temperaturas. Eficiencia para colectores planos. Colectores tubulares. Heat pipes. Tipos disponibles. Análisis de eficiencia.
- Colectores concentradores (CC). CC Parabólico lineal. CC parabólico individual. Performance comparativa. Arrays CC de torre central.
- Almacenamiento de energía térmica. Tanques de agua. Estratificación. Sistemas con cambio de fase. Almacenamiento químico. Baterías. Almacenamiento estacional.
- Cristales. Enlaces y bandas en cristales. Estados electrónicos en semiconductores. Metales, semi-metales, semiconductores. Masa efectiva. Electrones y agujeros. Gap directo e indirecto. Semiconductores en equilibrio: densidad de estados en semiconductores intrínsecos. Impureza y doping en semiconductores.
- Generación y recombinación. Absorción de la luz. Foto-generación. Juntura p-n. Metal-semiconductor. Semiconductor-semiconductor (homo- y hetero-juntura). Comportamiento en oscuridad y bajo iluminación. Curvas I-V. Respuesta espectral.
- Celdas solares de silicio monocristalino. Otros materiales. Películas delgadas. Celda de Gratzel. Límites de eficiencia y pérdidas. Tercera generación. Sistemas fotovoltaicos.

Bibliografía:

1. - Bejan, A., Convection Heat Transfer, Segunda Edição, John Wiley and Sons, 1995.
2. - Burmeister, L. C., Convective Heat Transfer, Segunda Edição, Wiley Interscience, 1997.
3. - Kaviany, M., Principles of Convective Heat Transfer, Springer-Verlag, 1994.
4. - Kaviany, M., Principles of Heat Transfer in Porous Media, Springer-Verlag, 1991.
5. - Kays, W. M., Crawford, M. E., Convective Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill, 1980.
6. - Nield, D. A., e Bejan, A., Convection in Porous Media, Springer-Verlag, 1992.
7. - Schlichting, Boundary Layer Theory, Sétima Edição, McGraw-Hill, 1979.

Asignatura Nº 36 MEC111 Simulação e Otimização de Sistemas Térmicos

Responsable: Dr. Ing. Paulo S. Schneider

Instituto: UFRGS

Nº de créditos: 3

Horas presenciales: 45

Objetivos:

Conocimientos previos exigidos:

Metodología de enseñanza:

- Horas clase (teórico): 30
- Horas clase (práctico): 6
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 9
- Horas evaluación:

Subtotal horas presenciales: 45

- Horas estudio: 25
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 5
- Horas proyecto final/monografía: 15

Total de horas de dedicación del estudiante: 90

Forma de evaluación:

Temario:

- Introdução ao projeto, sistemas e otimização
- Modelagem de equipamentos e de sistemas
- Análise energética e exérgica
- Ferramentas computacionais
- Análise econômica
- Otimização

Bibliografía:

1. - Bejan, A., 1988. **Advanced Engineering Thermodynamics**, John Wiley & Sons.
2. - Bejan, A.; Tsatsaronis, G. & Moran, M., 1996. **Thermal Design & Optimization**, John Wiley & Sons.
3. - Boehm, R.F., 1987. **Design Analysis of Thermal Systems**, John Wiley & Sons.
4. - Jaluria, Y., 1997. **Design and Optimization of Thermal Systems**, McGraw-Hill.
5. - Stoecker, W.F., 1989. **Design of Thermal Systems**, McGraw-Hill.

- 5.1 – Medidas de Deformação.
- 5.2 – Circuitos para utilização de medidores de deformação.
- 5.3 – Efeitos de compensação, sistemas de aquisição de dados.
- 5.4 – Orientação das medições de deformação e interpretação resultados .
- 5.5 – Relações tensões x deformações para corpos elásticos.
- 5.6- Técnicas de medições óticas.
- 6.1 – Sistemas mecânicos de peso, balanças.
- 6.2 – Transdutores elásticos, anéis
- 6.3 – Células de Carga, por medição de deformação, por material piezoelétrico.
- 6.4 – Medidas de torque, dinamômetros de torque.
- 7.1 – Acelerômetros.
- 7.2 – Acelerômetros sísmicos
- 7.3 – Calibração de acelerômetros. 7.4 – Métodos para testes de vibração. 7.5 – Testes de Impacto. 8.1- Medidas Acústicas de ruído.

Bibliografía:

1. BECKWITH, T. G.; MARANGONI, R. D.; LIENHARD V, J. H. Mechanical Measurements, 5th Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1993, 866p.
2. DALLY, J.; RILEY, W. F.; MCCONNELL, K. G. Instrumentation for Engineering Measurements, John Wiley & Sons, 1993, 584p.
3. HOLMAN, J. P., Experimental Methods for Engineers, Ed. McGraw Hill, 1995.
4. POBLET J. M., Transductores y medidores electrónicos, Marcombo Boixareu Editores, 1983.
5. WHEELER, A. J.; GANJI, AHMAD R., Introduction to Engineering Experimentation, Ed. Prentice Hall, 1995

Asignatura Nº 38 MEC117 Confiabilidad em Sistemas Mecânicos

Responsable: Dr. Ing. Herbert M. Gomes

Instituto: UFRGS

Nº de créditos: 3

Horas presenciales: 45

Objetivos:

Conocimientos previos exigidos:

Metodología de enseñanza:

- Horas clase (teórico): 30
- Horas clase (práctico): 6
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 9
- Horas evaluación:

Subtotal horas presenciales: 45

- Horas estudio: 25
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 5
- Horas proyecto final/monografía: 15

31
 turno
 uno

Objetivos: Ministrar conocimientos sobre as técnicas de integração entre os sistemas mecânicos, computacionais e eletrônicos visando proporcionar ao aluno a capacidade de analisar e projetar sistemas mecatrônicos.

Conocimientos previos exigidos:

Metodología de enseñanza:

- Horas clase (teórico): 30
- Horas clase (práctico): 6
- Horas clase (laboratorio): 0
- Horas consulta: 9
- Horas evaluación:

Subtotal horas presenciales: 45

- Horas estudio: 25
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 5
- Horas proyecto final/monografía: 15

Total de horas de dedicación del estudiante: 90

Forma de evaluación:

Temario:

- Sistemas de controle automáticos contínuos e discretos
- Simulação no auxílio de projeto sistemas de controle
- Transdutores
- Atuadores
- Pneurônica
- Controladores programáveis e programação de microcontroladores
- Projeto prático de um sistema de controle mecatrónico.

Bibliografía:

1. - Bollmann, A., Fundamentos da automação Industrial Pneurônica, Projetos de Comandos Binários Eletropneumáticos. ABHP – Associação Brasileira de Hidráulica e Pneumática, 1996.
2. - Bolton, W., Pneumatic and Hydraulic Systems. Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, U.K., 1997.
3. - Capelli, A., Mecatrônica Industrial, 1ª Ed. Editora Saber, São Paulo- SP, 2002.
4. - Cupido, A., Milanese, S., Sala, R., Sistemi ed Automazione Industriale 3. Edizione Cupido, 60025 LORETO (AN) – Zona Ind.le Brodolini 12, 1996.
5. - Pazos, F., Automação de sistemas & Robótica. Axcel Books do Brasil Editora, Rio de Janeiro, RJ, 2002.
6. - Silveira, P.R., Santos, W. E., Automação e Controle Discreto. 4ª Ed. São Paulo – SP, 2002.

39
W
del

1998.

6. ANTECEDENTES DEL CUERPO DOCENTE

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