FACULTAD DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería
Comisión Académica de Posgrado

Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2015

Asignatura: Diseño Topológico de Redes
(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

Profesor de la asignatura [1]: Dr. Ing. Franco Robledo, gr. 5 Dpto. Investigación Operativa - INCO
(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

Profesor Responsable Local [1]:
(título, nombre, grado, Instituto)

Otros docentes de la Facultad: Dr. Ing. Eduardo Canale, gr. 3 IMERL; Dr. Ing. Pablo Rodríguez Bocca, gr. 4 Dpto. Investigación Operativa - INCO.

(título, nombre, grado, Instituto)

Docentes fuera de Facultad:
(título, nombre, cargo, Institución, país)

Instituto ó Unidad: INCO

Departamento ó Area: Departamento de Investigación Operativa.

[1] Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.
(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

Fecha de inicio y finalización: Viernes 25 de Setiembre de 2015 - Lunes 28 de Diciembre de 2015 (inclusive)
Horario y Salón: Lunes y viernes de 19:30 a 21:30 horas.
- Del 25 de setiembre al 30 de octubre: Salón Marrón
- Del 02 de noviembre al 28 de diciembre: Salón Gris

Horas Presenciales: 65
(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

Nº de Créditos: 11
(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem metodología de la enseñanza)

Público objetivo y Cupos:

El curso, como curso de posgrado, esta dirigido a estudiantes de: Maestría en Informática, Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ing. Matemática, Doctorado en Informática, y Doctorado en Ingeniería Eléctrica.
No tiene cupos.

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

Objetivos: La determinación de la topología de redes de alto porte son problemas combinatorios usualmente de orden de exponencial en su resolución exacta. En la práctica, encontrar soluciones factibles que mejoren en pocos puntos porcentuales soluciones ya existentes, redunda en ahorros significativos para las empresas constructoras.
El propósito central del curso es introducir a la metodología y la modelación de problemas de diseño de redes con altos niveles de conectividad de forma de obtener topologías de bajo costo robustas ante fallas en links y/o servidores. El estudiante se capacitará en tópicos inherentes a la modelación de problemas de diseño de la

estructura topológica de redes con niveles de supervivencia preestablecidos y la resolución aproximada de éstos mediante el diseño de heurísticas a medida.

Conocimientos previos exigidos: Conocimientos básicos de teoría de grafos y teoría de probabilidades.

Conocimientos previos recomendados: Se recomienda tener conocimientos de optimización combinatoria.

Metodología de enseñanza:
(comprende una descripción de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura y su distribución en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 52
- Horas clase (práctico):
- Horas clase (laboratorio):
- Horas consulta: 9
- Horas evaluación: 4
    - Subtotal horas presenciales: 65
- Horas estudio:
- Horas resolución ejercicios/prácticos:
- Horas proyecto final/monografía:100
    - Total de horas de dedicación del estudiante: 165

Forma de evaluación:

Evaluación escrita final y un proyecto final realizado una vez terminado el dictado de clases teóricas.

Temario:

1) Introducción – Motivación.

2) Fundamentos básicos de la Teoría de Grafos.

3) Conectividad en Grafos:

i) Componentes conexas de un grafo; conjuntos de separación; conjuntos de corte; nodo de articulación; arista puente.

ii) Definiciones de *k*-arista-conectividad, *k*-nodo-conectividad y relación entre ellas.

iii) Caracterización de topologías de cubrimiento minimales (árboles).

iv) Teorema de Mader (condición suficiente de *k*-conectividad).

v) Contracción en un grafo.

vi) Redes 2-conexas:

a) Caracterización,

b) Operaciones que preservan la 2-conexidad.

c) Aplicación en modelos topologicamente robustos.

d) Caso Particular: Ciclos Hamiltoneanos.

vii) Redes 3-conexas:

a) Caracterización (Teorema de Tutte),

b) Operaciones que preservan la 3-conexidad.

c) Aplicación en modelos topologicamente robustos.

viii) El Teorema de Menger.

ix) Teorema de Ford-Fulkerson y su aplicación para la determinación de un conjunto de corte en un grafo.

x) Condición necesaria y suficiente para la existencia de k árboles de cubrimiento arista-disjuntos en un grafo (Teorema de Tutte-Nash-Williams).

4) Diseño de redes con niveles de sobrevivencia prefijados:

i) Definición de la k-nodo-(resp. arista)-sobrevivencia respecto a un conjunto distinguido de nodos de una red.

ii) Problemas:

a) ECON - Encontrar la sub-red de costo mínimo que satisfaga ciertos requerimientos de arista-sobrevivencia preestablecidos.

b) NCON - Encontrar la sub-red de costo mínimo que satisfaga ciertos requerimientos de nodo-sobrevivencia preestablecidos.

c) Casos particulares del ECON y NCON: kNECON, kNCON, 2NCON, 2ECON, etc.

iii) Casos particulares del NCON/ECON resolubles en tiempo polinomial.

iv) Formulación del ECON y NCON como problemas de programación lineal entera.

v) Condición necesaria para que una red sea k-nodo-conexa (Lema de Harary).

vi) Condición necesaria para que una red satisfaga requerimientos de conectividad heterogeneos (Lema de Chou-Frank).

vii) Número mínimo de aristas a agregar en una red dada, de forma de alcanzar requerimientos de conectividad preestablecidos (Teorema de Frank).

5) Resultados estructurales para redes con desigualdad triangular entre los costos de los arcos:

i) Modelos MWkVCSN y MWkECSN: el problema de encontrar el subgrafo k-nodo-conexo (resp. k-arista-conexo) de costo mínimo que cubre los nodos de un grafo completo.

ii) Caso particular (k=2): modelos MW2VCSN- MW2ECSN con desigualdad triangular:

a) Condiciones equivalentes para la 2-nodo-conectividad de un grafo (Teorema de Berge).

b) Existencia y estructura de una solución óptima 2-nodo-conexa para el problema MW2VCSN (Teorema de Monma et al.).

c) Condición suficiente para que una solución factible a un problema MW2VCSN (resp. MW2ECSN) con función de distancia canónica sea solución óptima global (Teorema de Monma et al.).

iii) Modelos MWkVCSN y MWkECSN con $k \geq 3$ y desigualdad triangular:

a) Existencia y estructura de una solución óptima k-arista-conexa para el problema MWkECSN (Teorema de Bienstock et al.).

b) Existencia y estructura de una solución óptima k-nodo-conexa para el problema MWkVCSN (Teorema de Bienstock et al.).

c) Condición necesaria de una solución óptima del MWkVCSN satisfaciendo la condición $|V| \geq 2k$ (Teorema de Bienstock et al.).

6) Algoritmos clásicos de diseño topológico: Heurística de Steiglitz, Heurística de Goemans-Bertsimas, etc.

7) Introducción a la Confiabilidad Estructural.

8) Heurísticas a medida como herramientas de diseño:

- Construcción *greedy* de soluciones factibles.
- Algoritmos de Búsqueda Local.

9) Resolución Heurística-Greedy de los problemas:

a) GSP (Generalized Steiner Problem).

b) STNCSP (Steiner 2-node-connected subgraph problem).

c) SPG (Steiner Problem in Graphs).

d) STSP (Steiner Traveling Salesman Problem).

e) RSP (Ring Star Problem).

10) Presentación de los problemas de diseño topológico que deberán resolver los estudiantes.

Bibliografía:

Design of Survivable Networks, Mechthild Stoer. Spring-Verlag 1992. (3-540-56271-0)
The Combinatorics of Network Reliability. Oxford University Press 1987. (0-19-504920-9)

Graph Theory, Reinhard Diestel. Springer 1997. (0-387-98210-8)

(Y otra proporcionada por el docente).

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)