

Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2010

Asignatura: Diseño Topológico de Redes.

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

Profesor de la asignatura ¹ : Dr. Ing. Franco Robledo, gr. 4 Dpto. Investigación Operativa – INCO
(Responsable del curso).

(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. 3
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: 21 de setiembre de 2010 al 27 de diciembre de 2010.

Horario y Salón: Lunes y Viernes de 19:30 a 21:30 en el Salón Azul del Instituto de Química.

Comienzo: Lunes 20 de Setiembre de 2009.

Finalización: 27 de Diciembre de 2010.

Horas Presenciales:

(sumar horas directas de clase – teóricas, prácticas y laboratorio – horas de estudio asistido y de evaluación)

Se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza.

- 26 clases de dos horas cada una, lo que hace un total de 52 horas de clase de teórico.
- 4 clases de consulta de laboratorio de 2 horas cada una (total 8 horas).

Total de horas presenciales: 60 horas.

Horas de Trabajo Final:

- 100 horas de trabajo obligatorio por parte de los estudiantes.

Nº de Créditos: 10

Público objetivo y Cupos:

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. 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)

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.

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, redundan 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 de clase asignadas y su distribución en horas de práctico, horas de teórico, horas de laboratorio, etc. si corresponde)

- Comprende el dictado y discusión temática en 26 clases (52 horas totales, 2 teóricos por semana de dos horas cada uno).
- Cuatro clases de consulta de dos horas cada una (total 8 horas).
- Evaluación Escrita de 4 horas (se evalúa la componente teórica del curso).
- Evaluación y extensión de formación mediante la realización de un proyecto final (100 horas de dedicación estimada para la elaboración del trabajo final).

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 Hamiltonianos.
- 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: k NECON, k NCON, 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).

5
eneo



Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

e) RSP (Ring Star Problem).

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

Bibliografía:

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

Design of Survivable Networks, Mechthild Stoer. Spring-Verlag 1992. (3-540-56271-0)

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

The Combinatorics of Network Reliability. Oxford University Press 1987. (0-19-504920-9)

(Y otra proporcionada por el docente).
