

---

**Formulario de Aprobación Curso de Posgrado 2015**  
(reiteración del curso 2013)

**Asignatura:**

**"Modelos Combinatorios de Confiabilidad en Redes"**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:**

Dr. Ing. Franco Robledo Amoza, gr5 DT, Dpto. de Inv. Operativa, INCO. Director del LPE / IMERL.

Dr. Ing. Hector Cancela, gr5 DT, Dpto. de Inv. Operativa, INCO.

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:**

Dr. Ing. Franco Robledo Amoza, gr5 DT, Dpto. de Inv. Operativa, INCO. Director del LPE / IMERL.

**Instituto ó Unidad:** IMERL

**Departamento ó Area:** Laboratorio de Probabilidad y Estadística (LPE)

---

**Fecha de inicio y finalización:** 23/3/2015 al 03/7/2015

**Horario y Salón:** Salón de Seminarios del IMERL

**Lunes y Viernes de 17:30 a 19:30 en el Salón de Seminarios del IMERL.**

**Comienzo:** Lunes 23 de Marzo de 2015.

**Finalización:** 3 de Julio de 2015.

**Horas Presenciales: 54**

(se deberán discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 10**

(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:**

(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 Matemática, Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ing. Matemática, Doctorado en Informática, Doctorado en Ingeniería Eléctrica, y Doctorado en Matemática.

---

**Objetivos:**

En el curso se estudiarán diferentes modelos de Network Reliability analizando los casos donde el cálculo de la confiabilidad se realiza bajo la hipótesis de:

- Fallan las aristas y los nodos son perfectos.
- Fallan los nodos y las aristas son perfectas.
- Fallan tanto aristas como nodos.

Así mismo, para estas variantes, se estudiará el cálculo de la:

- $R_V(G)$  - All-terminal reliability (Probabilidad que ante fallas en las componentes los nodos remanentes estén conectados).
- $R_{s,t}(G)$  - Source-Terminal reliability (Probabilidad que ante fallas en las componentes los nodos  $s$  y  $t$  estén conectados).

- $R_K(G)$  -  $K$ -terminal reliability (Probabilidad que ante fallas en las componentes los nodos del subconjunto  $K \subseteq V$  estén conectados).
- Casos anteriores con restricción de Diámetro Confiabilidad.

Se analizarán modelos de cálculo exactos y modelos estimados. Además de cotas y cálculos de la confiabilidad para clases particulares de grafos.

El estudio de los Modelos de Confiabilidad en Redes tiene altísima aplicación en el diseño de redes de telecomunicaciones, en particular en la planificación robusta de redes de fibra óptica de área metropolitana. El estudiante tendrá conocimientos teóricos sobre el cálculo exacto de la Confiabilidad de una Red (conociendo las probabilidades de operación de sus componentes), la NP-Hardness del problema, como calcular casos particulares polinomiales para ciertas topologías de grafos, estimación de cotas, así como de métodos de estimación como ser Monte Carlo con Reducción de Varianza, RVR, etc.

**Conocimientos previos exigidos:** Investigación Operativa, Probabilidad y Estadística

**Conocimientos previos recomendados:** Simulación Monte - Carlo.

**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): 36
- Horas clase (práctico): 10
- Horas clase (laboratorio):
- Horas consulta: 8
- Horas evaluación:
  - Subtotal horas presenciales: 54
- Horas estudio:
- Horas resolución ejercicios/prácticos: 100
- Horas proyecto final/monografía:
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 154

**Forma de evaluación:**

Para la evaluación se tendrá en cuenta:

- 15% la presentación de un paper sobre Network Reliability.
- 70% el informe con la carpeta de problemas resueltos.
- 15% asistencia a clase.

---

**Temario:**

- i) Presentación del problema de Confiabilidad en Redes. Definiciones y conceptos. Indicadores de Confiabilidad.
- ii) Modelos Probabilísticos de Confiabilidad.
  - a. Modelo de Aristas:
    - i. Confiabilidad Polinomial (Rational Reliability Problem).
    - ii. Método de Inclusión Exclusión. Método de Cuts-Paths. Descomposición Modular.
    - iii. Teorema de Bodim.
    - iv. Método de Reemplazo.
    - v. Aproximación a la confiabilidad de un sistema con componentes altamente confiables.
    - vi. Método de Poincare para el cálculo de  $R_K(G)$ .
    - vii. Teorema de Factorización.
    - viii. Algoritmo de factorización de Sayanarayana-Chang.
    - ix. Simplificación de grafos.
    - x. Teorema de la Dominación.
    - xi. Caracterización de un k-grafo.
    - xii. Algoritmos exactos para clases restringidas.
  - b. Cotas en el Cálculo de la Confiabilidad:
    - i. Definiciones y conceptos previos.
    - ii. Teorema de Tutte-Nash-Williams.
    - iii. Teorema de Poleskii.
    - iv. Cotas inferiores para redes two-terminal.
    - v. Teorema de Raman.
    - vi. Cotas inferiores para k-terminal reliability.
    - vii. Teorema de Colbourn.
    - viii. Teorema de Ramanathan-Colbourn.
    - ix. Cotas superiores para problemas de cálculo de confiabilidad.
    - x. Teorema de Robacker.
  - c. Modelo de Nodos:
    - i. Conectividad Residual.
    - ii. Sistema Monótono.
    - iii. Confiabilidad Residual.
    - iv. Cálculo de  $R_V(G)$  para casos particulares de grafos.
    - v. Teorema de Moskowitz.
    - vi. Teoremas de Satyanarayana-Boesch-Suffel.
    - vii. Estudio de Clases: Split Graphs, Threshold Graphs, Homeomorphic Graphs, Bi-partite planar Graphs, Series-Parallel Graphs.
    - viii. Resultados de Complejidad.
  - d. Algunos Modelos Nodos-Aristas.
- iii) Métodos Monte Carlo para el Cálculo de la Confiabilidad.
- iv) Estudio del Método RVR (*Recursive Variance Reduction*).

---

**Bibliografía:**

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

**Bibliografía a brindar:**

- Una carpeta con los papers a presentar por los estudiantes en el curso.
- Referencias bibliográficas adicionales de referencia que tendrán los estudiantes. Dichas referencias se les otorgará en forma oportuna.

Bibliografía general:

- Boesch, A. Satyanarayana, C. Suffel, "On residual connectedness network reliability", 1052-1798/91, DIMACS Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, Volume 5, 1991.
- Hector Cancela, Mohamed El Khadiri, "The Recursive Variance-Reduction Simulation Algorithm for Network Reliability Evaluation", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 52, No. 2, June 2003.
- Dov Bilka, Johanne Bechta Dugan, "Network s-t Reliability Bounds using a 2 Dimensional Reliability Polynomial", 0018-9529/94, IEEE Transactions on Reliability, vo. 43, No. 1, March 1994.
- Don Torrieri, "Calculation of Node-Pair Reliability in Large Networks with Unreliable nodes vertex cutsets of undirected graphs", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 43, No. 3, September 1994.
- Charles J. Colbourn, "The Combinatorics of Network Reliability". ISBN 0-19-504920-9, Oxford University Press, Inc., New York, USA, 1987.
- Patvardhan, V.C. Prasad, V. Prem Pyara, "Vertex Cutsets of Undirected graphs", 0018-9529/95, IEEE Transactions on Reliability, Vol. 44, No. 5, June 1995.