

Programa de Confiabilidad de Redes



Código: **No Completar**

Identificación y características de la Actividad Curricular

Carrera/s:	Ingeniería Electrónica	Caracter:	Electiva
Plan de Estudios:	2014	Área:	Comunicaciones
Bloque/Campo:	Tecnologías Aplicadas	Formato Curricular:	ECE
Régimen de cursado:	Cuatrimestral	Departamento:	Electrónica
Cuatrimestre:	10° [ECA]	Docente responsable:	Leslie Murray
Carga horaria:	32 hs / 2 hs semanales		
Escuela:	Ingeniería Electrónica		

Programa Sintético

Modelo Estático de Redes. Redes Estocásticas de Flujo. Confiabilidad. Números Aleatorios. Distribución Exponencial. Reducción de Varianza. Muestreo de Importancia. Reducción Recursiva de Varianza. Procesos de Creación y Destrucción. Monte Carlo Permutación. Splitting sobre Modelos Binarios de Redes. Splitting sobre Redes Estocásticas de Flujo.

Asignaturas Relacionadas

Previas: FB7-Infornática, FB12-Probabilidad y Estadística y A13-Fundamentos de las Comunicaciones Eléctricas.

Simultáneas Recomendadas: **No Completar**

Posteriores: **No completar**

Vigencia desde 2019

.....
Firma Profesor

.....
Fecha

.....
Firma Aprob. Escuela

.....
Fecha

Con el Aval del Consejo Asesor:

Características Generales

Una red se dice confiable si es capaz de cumplir con los propósitos para los cuales ha sido concebida. Para medir qué tan bien cumple una red con estos propósitos es preciso definir criterios de operatividad y encontrar la forma de medir qué tan cerca o lejos está la red de ser operativa bajo esos criterios. En un sentido matemático, la confiabilidad (anti-confiabilidad) se define como la probabilidad de que la red esté operativa (no operativa) bajo los criterios de operatividad propuestos.

En un modelo estático básico de red, cada enlace puede encontrarse en uno de dos estados posibles: operativo, lo cual significa que garantiza la perfecta conexión entre los nodos de sus extremos o fallado, lo que equivale a retirarlo de la red. Dado el conjunto de estados de los enlaces, existe o no un camino de enlaces operativos que garantiza la conexión entre un conjunto de nodos definidos como nodos terminales. Aceptando el carácter estocástico del estado de los enlaces, la confiabilidad (anti-confiabilidad) de una red de este tipo se define como la probabilidad de que el conjunto de nodos terminales esté (no esté) conectado a través de un camino de enlaces operativos.

En una red estocástica de flujo cada enlace permite el paso de un determinado valor de flujo llamado capacidad. Dadas las capacidades de los enlaces, existe un máximo valor posible de flujo que, habiéndose originado en un determinado conjunto de nodos terminales (origen) puede llegar hasta otro conjunto de nodos terminales (destino). Producto de las fallas la capacidad de cada enlace puede caer, incluso a cero, cayendo también el máximo flujo posible entre nodos terminales. El carácter estocástico de las fallas hace que el máximo flujo posible entre nodos terminales sea una variable aleatoria. La confiabilidad (anti-confiabilidad) de una red de este tipo se define como la probabilidad de que el máximo flujo posible entre nodos terminales esté por arriba (debajo) de cierta cota o límite.

La determinación del valor exacto de la confiabilidad de una red de cualquiera de los dos tipos definidos más arriba pertenece a la clase de problemas NP-difícil, por lo que todos los algoritmos conocidos para su determinación exacta son de complejidad exponencial. Por esta razón el cómputo sobre redes de gran tamaño se dificulta al punto que, para redes medianas o grandes el problema se torna intratable. Una solución alternativa consiste en resignar el cálculo exacto y realizar, en su lugar, una estimación mediante simulación. El método de simulación más directo, expeditivo y simple es la simulación de tipo Monte Carlo Crudo o Estándar. El problema es que si la red es altamente confiable, es decir, si la probabilidad de que falle es extremadamente baja, la simulación Estándar pierde eficiencia (la eficiencia de la estimación Estándar es inversamente proporcional a la confiabilidad de la red). Un recurso frecuentemente utilizado para mejorar la eficiencia de la simulación Estándar es la reducción de varianza. El curso está orientado a la presentación de una línea de investigación reciente sobre métodos de reducción de varianza que ha dado buenos resultados en la estimación de confiabilidad sobre redes altamente confiables.

En las primeras unidades se introducen los modelos, el soporte matemático y probabilístico y las definiciones más importantes. Luego se presentan los principales algoritmos de cálculo y algunos métodos clásicos para dar paso, luego, a las unidades fundamentales en las que se abordan varias estrategias eficientes de simulación.

El curso se compone de clases de teoría y prácticas de simulación.

Objetivos

El objetivo del curso es presentar los fundamentos, los modelos y los algoritmos que respaldan algunos métodos de reducción de varianza en el contexto de estimación de confiabilidad de redes altamente confiables. Se proponen algunas prácticas simples con el propósito de que el estudiante perciba y evalúe cuantitativamente la reducción de varianza y la mejora en la eficiencia de las simulaciones. Un objetivo complementario es introducir la simulación de tipo Monte Carlo, herramienta de gran alcance en la actualidad y ampliamente difundida en diversos contextos de la Ingeniería.

Contenido Temático

UNIDAD I - INTRODUCCIÓN

- MODELOS, DEFINICIONES Y PARÁMETROS DE INTERÉS.

UNIDAD II - CÁLCULO EXACTO

- MODELO ESTÁTICO DE REDES.
- REDES ESTOCÁSTICAS DE FLUJO.
- CONFIABILIDAD.

UNIDAD III - FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS

- NÚMEROS ALEATORIOS
- DISTRIBUCIÓN EXPONENCIAL.
- MONTE CARLO ESTÁNDAR.

UNIDAD IV - MÉTODOS DE CARÁCTER GENERAL

- REDUCCIÓN DE VARIANZA, DEFINICIONES Y TÉCNICAS BÁSICAS.
- MUESTREO DE IMPORTANCIA.
- SPLITTING.

UNIDAD V - MÉTODOS ESPECÍFICOS

- REDUCCIÓN RECURSIVA DE VARIANZA (RVR).
- LOS PROCESOS DE CREACIÓN (PC) Y DESTRUCCIÓN (PD).
- MONTE CARLO PERMUTACIÓN (MCP).
- SPLITTING SOBRE MODELOS BINARIOS DE REDES.
- SPLITTING SOBRE REDES ESTOCÁSTICAS DE FLUJO.

Modalidades de enseñanza-aprendizaje

El curso se desarrolla sobre la base de clases de teoría, con el apoyo de prácticas de simulación. En cada clase se imparten conceptos nuevos que deben implementarse -siempre que sea posible- mediante un paquete provisto y que sólo requiere la programación de algoritmos simples. En algunos casos se exige que la observación de las simulaciones y los correspondientes resultados se plasmen en informes a entregar.

Actividades de Formación Práctica

Las prácticas consisten en la implementación de algunos algoritmos, sin que esto implique esfuerzos importantes de programación. Las implementaciones se realizan sobre un paquete (programado en lenguaje C) en el que las principales variables y el contexto general está programado, quedando a cargo del estudiante sólo pequeñas partes que resuelven las tareas propuestas. A partir de los algoritmos programados se solicitan pruebas experimentales y observación de resultados con el objeto de afianzar los conceptos teóricos impartidos.

Evaluación

En función de la evolución del curso, las alternativas de evaluación son:

- Presentación de informes sobre pruebas experimentales de simulación.
- Exámenes parciales sobre conceptos de teoría (dentro de los horarios de clase).
- Presentación de un trabajo práctico final.
- Examen final y/o coloquio integrador.

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teoría		24 hs
Práctica	Experimental de laboratorio	8 hs
	Experimental de Campo	
	Resolución de Problemas y Ejercicios	
	Problemas abiertos de ingeniería	
	Actividades de Proyecto y Diseño	
	Práctica Profesional Supervisada	
	Total	32 hs

Evaluaciones

Dedicadas por el alumno fuera de clase 16 hs

Preparación Teórica

Preparación Práctica

Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc. 8 hs

Bibliografía básica

- The Combinatorics of Network Reliability. C. J. Colbourn. New York, NY, USA: Oxford University Press, Inc., ISBN: 0195049209, 1987.

- Models of Network Reliability: Analysis, Combinatorics, and Monte Carlo. I. B. Gertsbakh and Y. Shpungin. 1st ed. CRC Press, Inc., ISBN: 1439817413, 2009.

- Introduction to Probability Models. S. M. Ross. 10th ed. Elsevier Science, ISBN: 9780123756879, 2006.

- Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications. G. S. Fishman. Springer Series in Operations Research. New York: Springer-Verlag, ISBN 978-1-4757-2553-7, 1996.

- Rare Event Simulation Methods using Monte Carlo Methods. G. Rubino, and B. Tuffin. Wiley, ISBN 978-0470772690, 2009.

Bibliografía complementaria

- T. Elperin, I. B. Gertsbakh, and M. Lomonosov. "Estimation of Network Reliability Using Graph Evolution Models". In: IEEE Transactions on Reliability 40.5 (Dec. 1991), pp. 572–581.

- H. Cancela and M. El Khadiri. "A Recursive Variance-Reduction Algorithm for Estimating Communication-Network Reliability". In: IEEE Transactions on Reliability 52.2 (June 2003), pp. 207–212.

- M. J. J. Garvels. "The Splitting Method in Rare Event Simulation". PhD thesis. Faculty of mathematical Science, University of Twente, The Netherlands, 2000.

- P. Glasserman et al. "Splitting for Rare Event Simulation: Analysis of Simple Cases". In: Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference. San Diego, California: IEEE Computer Society Press, 1996, pp. 302–308.

- Leslie Murray, Héctor Cancela, and Gerardo Rubino. "A splitting algorithm for network reliability estimation". In: IIE Transactions 45.2 (2013), pp. 177–189. DOI: 10.1080/0740817X.2012.677574.

- Leslie Murray, Héctor Cancela, and Gerardo Rubino. "Efficient Estimation of Stochastic Flow Network Reliability". In: IEEE Transactions on Reliability (Accepted 22nd. January, 2019).

Recursos web y otros recursos

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema/Actividad
1	I	Introducción. Modelos, Definiciones y Parámetros de Interés. / Teoría - Práctica - Evaluación
2	II	Modelo Estático de Redes, Cálculo Exacto, Cotas y Simplificaciones. / Teoría - Práctica - Evaluación
3	II	Modelo Estático de Redes, Cálculo Exacto, Cotas y Simplificaciones (cont.). / Teoría - Práctica - Evaluación
4	II	Redes Estocásticas de Flujo, Cálculo Exacto. / Teoría - Práctica - Evaluación
5	II	Confiabilidad, Definiciones, Modelos Estáticos y Dinámicos. / Teoría - Práctica - Evaluación
6	III	Números Aleatorios, Generación de Números y Variables Pseudo-Aleatorias. La Distribución Exponencial, Definición y algunas Propiedades. / Teoría - Práctica - Evaluación
7	III	Monte Carlo Estándar, Definición, Intervalo de Confianza, Error Relativo. / Teoría - Práctica - Evaluación
8	IV	Reducción de Varianza, Definiciones y Técnicas Básicas. / Teoría - Práctica - Evaluación
9	IV	Muestreo de Importancia, Definiciones y Aplicación al Modelo de Redes. / Teoría - Práctica - Evaluación
10	IV	Muestreo de Importancia, Definiciones y Aplicación al Modelo de Redes (cont.). / Teoría - Práctica - Evaluación
11	V	Reducción Recursiva de Varianza (RVR). / Teoría - Práctica - Evaluación
12	V	Los Procesos de Creación y Destrucción, Introducción y Definiciones. Monte Carlo Permutación (MCP). / Teoría - Práctica - Evaluación
13	V	Splitting, Ideas Básicas y Fundamentos. / Teoría - Práctica - Evaluación
14	V	Splitting sobre Modelos Binarios de Redes. / Teoría - Práctica - Evaluación
15	V	Splitting sobre Redes Estocásticas de Flujo. / Teoría - Práctica - Evaluación
16	V	Comentarios de cierre y breve presentación de algunos temas no abordados en el curso. / Teoría - Práctica - Evaluación

Las evaluaciones sólo ocuparán parte de algunas clases en función del avance del curso. Del mismo modo, las partes de cada clase destinadas a Teoría y Práctica se ajustarán acorde a las necesidades.