



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

PROYECTO DOCENTE CURSO: 2004/05

14111 - INVESTIGACIÓN OPERATIVA

ASIGNATURA: 14111 - INVESTIGACIÓN OPERATIVA

CENTRO: Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

TITULACIÓN: Ingeniero de Telecomunicación

DEPARTAMENTO: MATEMÁTICAS

ÁREA: Estadística E Investigación Operativa

PLAN: 13 - Año 2000**ESPECIALIDAD:**

CURSO: Cuarto curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Optativa

CRÉDITOS: 4,5

TEÓRICOS: 3

PRÁCTICOS: 1,5

Descriptores B.O.E.

Programación matemática. Métodos de optimización lineal y no lineal, con y sin restricciones. Problemas de asignación de recursos. Problemas de transporte. Introducción a los procesos estocásticos. Teoría de colas. Cadenas de Markov. Algoritmos de optimización para flujos en redes y multiprogramación. Teoría de grafos. Localización de centros, radios y por centros. Flujos en grafos. Problemas de transporte y asignación.

Temario

TEMA 1. EL MODELADO DE LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN A TRAVÉS DE LA TEORÍA DE COLAS. (5 horas)

- 1.1 Introducción y conceptos básicos.
- 1.2 Aplicaciones y ejemplos.
- 1.3 Modelado de tráfico en redes de comunicaciones
- 1.4 Contrastes de bondad de ajuste entre datos empíricos y modelos teóricos.

TEMA 2. CONCEPTOS GENERALES SOBRE SISTEMAS DE COLAS. (3 horas)

- 2.1 Elementos básicos de un sistema de colas.
- 2.2 Notación de Kendall
- 2.3 Propiedades elementales de los sistemas de colas.

TEMA 3. PROCESOS ESTOCÁSTICOS BÁSICOS EN TEORÍA DE COLAS. (8 horas)

- 3.1 Introducción. Planteamiento general.
- 3.2 Procesos de Markov
- 3.3 Cadenas de Markov en tiempo discreto
- 3.4 Cadenas de Markov en tiempo continuo
- 3.5 El proceso de Poisson
- 3.6 Procesos de renovación.

TEMA 4. COLAS MARKOVIANAS I: COLAS COMO PROCESOS DE NACIMIENTO-MUERTE (10 horas)

4.1 Procesos de nacimiento-muerte. Distribución de equilibrio

4.1.1 Colas M/M/1

4.1.2 Sistemas de capacidad finita: colas M/M/1/c

4.1.3 Modelos con más de un servidor

4.1.4 Modelos con población de clientes finita: M/M/c/N

4.2 Comportamiento transitorio. Distribución transitoria del modelo M/M/1

4.3 Colas multicanal

TEMA 5. COLAS MARKOVIANAS II (5 horas)

5.1 Distribución de Erlang. Método de servicio en fases o etapas.

5.2 Modelos de Erlang. Colas M/E(r)/1. Colas E(r)/M/ 1

5.3 Sistemas con llegadas en bloques: M(x)/M/1

5.4 Sistemas con servicios por lotes

TEMA 6. REDES DE COLAS MARKOVIANAS (5 horas)

6.1 Introducción.

6.2 Modelos elementales

6.3 Redes de jackson

TEMA 7. SISTEMAS DE COLAS NO MARKOVIANOS: EL MODELO M/G/1 (3 horas)

7.1 Introducción

7.2 Definición del sistema de colas M/G/1.

7.3 Descripción del estado del sistema.

7.4 Método de la cadena de Markov encajada.

7.5 Distribución del número de clientes en el sistema.

7.6 Distribución del tiempo de espera en el equilibrio.

7.7 Análisis del periodo de ocupación.

Conocimientos Previos a Valorar

Es conveniente haber cursado las siguientes asignaturas, algunas de ellas porque fundamentan métodos matemáticos previos para la investigación operativa, y otras porque constituyen el contexto de aplicación de los métodos que se imparten en esta asignatura:

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

AMPLIACIÓN DE MATEMÁTICAS

SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

TRANSMISIÓN DE DATOS

ARQUITECTURAS DE REDES

Objetivos

Conocer y saber aplicar métodos de Investigación Operativa al análisis, evaluación y optimización del rendimiento y la calidad de servicio de redes de telecomunicaciones.

Para ello se precisa:

- 1.- Modelar el tráfico que circula por las redes de comunicaciones. Este modelado se realiza mediante procesos estocásticos, dado el comportamiento intrínsecamente aleatorio de los usuarios de estos sistemas.
- 2.- Modelar el comportamiento de dispositivos de conmutación y multiplexación. Ello requiere el conocimiento de métodos de teoría de colas.
- 3.- Modelar el comportamiento de protocolos de comunicaciones y algoritmos de control de tráfico. También en este caso los modelos fundamentales proceden de la teoría de colas.
- 4.- Conocer y utilizar métodos de optimización para, una vez modelado un sistema de comunicaciones (tráfico+dispositivos+protocolos), poder ajustar los parámetros del mismo con el objetivo de optimizar su rendimiento y/o la calidad de servicio ofrecida al usuario. En este contexto se sitúan la programación matemática, los métodos de asignación de recursos, los problemas de transporte y los algoritmos de optimización para flujos en redes que hacen uso de la teoría de grafos.

Metodología de la Asignatura

Clases teóricas y de problemas que se imparten en el aula. El tiempo dedicado a cada tema incluye la resolución de la correspondiente hoja de problemas. Se realizarán también prácticas de ordenador en el Laboratorio Docente del Departamento de Matemáticas.

Evaluación

La evaluación de la asignatura se llevará a efecto mediante la realización de un examen al finalizar el cuatrimestre y la presentación voluntaria de un trabajo práctico.

En el examen debe obtenerse AL MENOS una puntuación de 5, sobre un máximo de 10.

El trabajo práctico puede consistir en:

1. El análisis crítico de algún protocolo de comunicaciones (incluyendo políticas de gestión o control de tráfico) o diseño de dispositivos de conmutación y/o multiplexación, desde la perspectiva de su rendimiento o calidad de servicio ofrecida, evaluados mediante las técnicas vistas a lo largo del curso.
2. La simulación de un sistema de comunicación y la correspondiente evaluación de rendimiento o calidad, y ajuste al sistema real.

Los trabajos podrán realizarse por grupos de un máximo de dos alumnos, debiendo ser entregado un informe al profesor. Los trabajos se puntuarán de 0 a 2 puntos, y su calificación se sumará a la obtenida en el examen.

Descripción de las Prácticas

- 1.- Conocimiento y utilización del software QTS-Plus, específicamente orientado al modelado de sistemas de colas. (2 horas)
- 2.- Conocimiento y utilización del software 'R', orientado al análisis estadístico, incluyendo simulación. (2 horas)
- 3.- Conocimiento de otros programas orientados a la evaluación del rendimiento de sistemas de

Bibliografía

[1] QoS & traffic management in IP & ATM networks /

David McDysan.
McGraw-Hill,, New York : (2000)
0-07-134959-6

[2] Fundamentals of queueing theory/

Donald Gross, Carl M. Harris.
John Wiley & Sons,, New York : (1998) - (3rd ed.)
0-471-17083-6

[3] Introduction to queueing networks /

E. Gelenbe and G. Pujolle.
John Wiley & Sons,, Chichester : (1987)
0471904643

[4] Regenerative stochastic simulation /

Gerald S. Shedler.
Academic Press,, Boston : (1992)
0126393605

[5] Queueing theory for telecommunications /

John N. Daigle.
Addison-Wesley,, Reading (Massachusetts) : (1992)
0201067552

[6] Fit mit Fernsehen /

Marcel Meier ... [et al.].
Paul Haupt,, Bern : (1966) - (2 Aufl.)

[7] Traffic processes in queueing networks: a Markov renewal approach /

Ralph L. Disney and Peter C. Kiessler.
Johns Hopkins University Press,, Baltimore : (1987)
0801834546

[8] Introduction to queueing theory /

Robert B. Cooper.
The MacMillan Company,, New York : (1972)

[9] A course in simulation /

Sheldon M. Ross.
, MacMillan, (1990)
0024038911

[10] QoS measurement and evaluation of telecommunications quality of service /

William C. Hardy.
John Wiley & Sons,, Chichester : (2001)
0-471-49957-9

[11] Discrete system simulation /

William G. Bulgren.

Prentice Hall,, Englewood Cliffs (New Jersey) : (1982)

0132157640

[12] Queueing networks: Customers, signals and product form solutions /

Xiuli Chao ; Masakiyo Miyazawa ; Michael Pinedo.

John Wiley & Sons,, Chichester (England) : (1999)

0471983098

Equipo Docente

JUAN JOSÉ GONZÁLEZ HENRÍQUEZ

(COORDINADOR)

Categoría: *TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA*

Departamento: *MATEMÁTICAS*

Teléfono: *928458717* **Correo Electrónico:** *juanjose.gonzalez@ulpgc.es*