



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2008/09

12707 - INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE SISTEMAS

ASIGNATURA: 12707 - INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE SISTEMAS

CENTRO: Escuela de Ingeniería Informática

TITULACIÓN: Ingeniero en Informática

DEPARTAMENTO: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

ÁREA: Ciencia De La Comp. E Intel. Artificial

PLAN: 10 - Año 199**ESPECIALIDAD:**

CURSO: Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Obligatoria

CRÉDITOS: 4,5

TEÓRICOS: 3

PRÁCTICOS: 1,5

Información ECTS

Créditos ECTS:4

Horas de trabajo del alumno: 115 horas

Horas presenciales:45

- Horas teóricas (HT): 25
- Horas prácticas (HP):10
- Horas de clases tutorizadas (HCT):8
- Horas de evaluación:2
- otras:

Horas no presenciales: 70

- trabajos tutorizados (HTT): 18 horas
- actividad independiente (HAI): 52 horas

Idioma en que se imparte: Español

Descriptores B.O.E.

Modelado y Análisis de Sistemas en Tiempo Continuo y Discreto. Simulación

Temario

Módulo I: Señales y Sistemas. Conceptos

1. PRESENTACIÓN

- 1.1. Concepto de Sistema
- 1.2. El Sistema como Procesador de Señales.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA TEORÍA DE SISTEMAS.

3. CLASIFICACIONES Y DEFINICIONES COMPLEMENTARIAS.

- 3.1. Modelos y Clasificaciones.
- 3.2. Propiedades Básicas.

4. APLICACIONES Y FUNCIONALES

- 4.1. Transformaciones Integrales.
- 4.2. Transformada de Laplace.
- 4.3. Transformación Inversa y Teoremas
- 4.4. Aplicaciones.
- 4.5. Transformada de Fourier y Aplicaciones.

Bibliografía

Básica: [Oga02], [Clo01], [Str99], [Ela01], [Chi99].

Complementaria: [Opp96]

Lecturas Recomendadas:[Rap86], [Lue79].

Módulo II: Descripción Externa de los Sistemas Dinámicos

1. INTRODUCCIÓN.
2. COMPORTAMIENTO ESTÁTICO Y LINEALIZACION.
 - 2.1. Linealización de Sistemas Sometidos a Pequeñas Perturbaciones
3. FUNCIONES Y MATRICES DE TRANSFERENCIA.
 - 3.1. Función Ponderatriz y Función de Transferencia.
 - 3.2. Sistemas Multivariables. Matriz de Transferencia.
 - 3.3. Respuesta Impulsional.
4. DIAGRAMA DE BLOQUES. REGLA DE MASON.
 - 4.1. Diagramas de Bloques. Configuraciones Básicas.
 - 4.2. Diagramas de Flujo de Señal.
5. CARACTERIZACIÓN Y FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE LOS SISTEMAS DE PRIMERO Y SEGUNDO ORDEN.
 - 5.1. Caracterización.
 - 5.2. Respuesta ante Entradas Normalizadas.
6. SISTEMAS DE ORDEN SUPERIOR.
 - 6.1. Respuesta Transitoria de los Sistemas de Orden Superior.
7. ESTABILIDAD PARA SISTEMAS CONTINUOS LINEALES E INVARIANTES.

Bibliografía

Básica: [Fra97], [Oga02], [Clo01], [Str99], [Ela01], [Chi99].

Complementaria: [Pue82]

Módulo III: Herramientas de Análisis y Simulación.

1. INTRODUCCION.
2. EL LUGAR DE LAS RAICES
 - 2.1. Concepto y Aplicaciones Básicas.
 - 2.2. Lugar de las Raíces Generalizado.
 - 2.3. Aplicaciones del Lugar de las Raíces
3. CONCEPTOS EN EL ANALISIS DEL REGIMEN PERMANENTE.
 - 3.1. Sistemas Realimentados. Coeficientes estáticos de Error.
 - 3.2. Coeficientes Dinámicos de Error.
4. INTRODUCCION A LA SIMULACION.
 - 4.1. Técnicas de Simulación Digital de Sistemas Continuos
 - 4.2. Lenguajes de Simulación.
 - 4.3. Estudio de Casos.
 - 4.4. Aplicaciones al Análisis

Bibliografía

Básica: [Clo01], [Str99], [Mok00], [Mat01]

Complementaria: [Oga02], [Ela01], [Kam00].

Módulo IV: Descripción en el Espacio de Estados

1. INTRODUCCION.
2. ESTADO DE UN SISTEMA. CONCEPTOS.

3. ECUACIONES DE ESTADO.

3.1. Transcripción de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias en Ecuaciones de Estado

3.2. Representaciones Canónicas.

4. SOLUCION DE LAS ECUACIONES DE ESTADO. MATRIZ DE TRANSICION DE ESTADOS.

4.1. Solución de la Ecuación Homogénea.

4.2. Solución a la Ecuación Completa.

4.3. Casos Especiales de Sistemas Lineales Variantes en el Tiempo.

5. TRANSMITANCIAS Y ECUACIONES DE ESTADO.

6. ESPACIO DE ESTADOS Y ESTABILIDAD

6.1. Estabilidad de sistemas libres.

6.2. Estabilidad en sentido liapunov.

6.3. Estabilidad externa.

6.4. Teoria de la estabilidad de liapunov.

6.5. Generacion de funciones de liapunov.

7. CONCEPTOS DE OBSERVABILIDAD Y GOBERNABILIDAD

7.1. Teoria de Kalman sobre la Gobernabilidad.

7.2. Observabilidad de Sistemas Lineales Invariantes. Criterio de Kalman.

8. TEORIA DE OBSERVADORES

Bibliografía

Básica: [Oga02], [Clo01], [Ela01], [Str99], [Chi99].

Complementaria: [Gom86], [Lue79].

Módulo V: Elementos de Representación de Sistemas Discretos

1. INTRODUCCIÓN.

2. GENERACIÓN DE SEÑALES DISCRETAS. CONCEPTOS.

2.1. Secuencias y Sistemas Discretos.

2.2. Sistemas Muestreados.

3. ECUACIONES EN DIFERENCIAS. APROXIMACIONES Y SOLUCIONES.

3.1. Solución de Ecuaciones en Diferencias.

3.2. Aproximaciones de Ecuaciones Integro-Diferenciales

4. TÉCNICAS DE CONVOLUCIÓN DISCRETAS.

4.1. Representación por Secuencias de Ponderación.

4.2. Caracterización desde la respuesta ante Escalón.

4.3. Deconvolución.

4.4. Identificación.

5. TRANSFORMADAS DE FOURIER Y LAPLACE DE UNA SECUENCIA.

5.1. Transformada de Fourier de una Secuencia. Condiciones de Convergencia.

5.2. Transformada de Laplace de una Secuencia.

6. TRANSFORMADA Z.

6.1. Definición Formal y Análisis de Convergencia

6.2. Relaciones con las Transformadas de Fourier y Laplace.

6.3. Propiedades.

6.4. Función de Transferencia en Z

7. TRANSFORMADA Z INVERSA.

7.1. Definición.

7.2. Métodos de Evaluación.

8. TECNICAS Y PROBLEMAS EN EL ESTUDIO DE MUESTREADOS.

8.1. Transformada Z Modificada

8.2. Sistemas Híbridos. Sistemas Realimentados.

9. ESTABILIDAD.

- 9.1 Transformaciones del Plano s al Plano z
- 9.2 Estabilidad en el plano z
- 9.3 Métodos Algebraicos.
- 10. ANALISIS DINAMICO EN TIEMPO DISCRETO
- 11. REPRESENTACION EN EL ESPACIO DE ESTADOS DE SISTEMAS DISCRETOS.

Bibliografía

Básica: [Fra97], [Oga02], [Str99], [Chi99].

Complementaria: [Oga95], [Opp96],[Sev86].

Módulo VI: TRABAJO DE CURSO

Total Curso: 45 horas presenciales (30 horas Teóricas + 15 horas Prácticas)según plan de estudios vigente (4 ECTS, ver programación)

REFERENCIAS

- [Cas93] Cassadras C.G. Discrete Event Systems, Aksen Associates Inc. Pub., 1.993.
- [Chi99] Chi-Tsong Chen, Linear Systems. Theory and Desing(3ª Ed.), Oxford Univ. Press, 1.999.(*).
- [Clo01] Close C., Frederick D., Newell J., Modelling and Analysis of Dinamic Systems, Wiley, 2.001.
- [Ela01] ElAli T., Karim M.,Continous Signal and Systems with Matlab, CRC Press, 2001.
- [Fra97] Franklin G., Powell D., Workman M., Powell D., Digital Control of Dynamic Systems, Addison Wesley, 1.997.
- [Gom86] Gomez J.,Automática. Análisis y Diseño de los Sistemas Automáticos de Control, (Tomo 1), Ediciones Jucar, 1.986.
- [Kam00] Kamen E., Heck B.,Fundamentals of Signal and Systems using the Web and MATLAB, Prentice hall, 2.000.
- [Lue79] D. Luemberger, Introduction to Dynamic Systems: Theory, Models and Applications, Wiley, 1.979
- [Mat01] MATLAB User's Guide, MathWorks, 2.001.
- [Mok00] M. Mokhtari, M. Marie,Engineering Applications of MATLAB and SIMULINK, Springer, 2.000.
- [Oga95] Ogata K.,Discrete Time Control Systems, Prentice Hall, 1.995
- [Oga02] Ogata K.,Ingeniería de Control Moderno, Prentice Hall, 2.002.
- [Opp96] Oppenheim A.V., Willsky A.S. Nawab N.,Signals and Systems. Prentice Hall, 1.996.
- [Pue82] Puente E.A.,Regulación Automática (Tomos I y II), Dpto. Pub. ETSII Madrid, 1.982.
- [Rap86] Rapoport A.,General System Theory, Abacus Press, 1.986.
- [Sev86] Sevely I.,Systemes et Asservissements Lineaires Echantillonnes, Dunod, 1.986.
- [Str99] Strum, R., Kirk D.,Contemporary Linear Systems, Brooks/Cole Pub Co, 1.999.

Requisitos Previos

La asignatura de Introducción a la Teoría de Sistemas pertenece al grupo de las obligatorias de Segundo Ciclo de la titulación de Ingeniería en Informática en la ULPGC con una extensión de 4.5 Crd. (3T+1.5P) ó 4 ECTS. Se trata de una asignatura de corte básico y formativo, que aporta los complementos formativos necesarios en Segundo Ciclo para un amplio repertorio de asignaturas (Teoría de Sistemas, Proceso de Señal por Computador, Conexionismo y Redes Neuronales, Control de Procesos por Computador, Robótica,)

Desde un punto de vista conceptual, la Teoría de Sistemas, en el sentido más amplio, se refiere a una colección de conceptos generales, principios, instrumentos, problemas, métodos y técnicas relacionados con los sistemas. Esta incluye las tareas de definición del sistema, su taxonomía y puesta en común de propiedades afines. El objetivo conceptual de la Teoría de Sistemas es proporcionar un marco y los elementos relacionados (teoría) para dar un soporte instrumental en el proceso de construcción de modelos desde la que se posibilita un camino para capturar aspectos de la realidad dentro de un marco amplio de representación, no necesariamente formal, a la vez que supone un medio para explorar las propiedades de la realidad reflejada en los modelos que utiliza.

Prerequisitos: Análisis Matemático y Fundamentos Físicos de la Informática. La materia es la introducción de la que se estudiará en cuarto curso. Los contenidos conceptuales necesarios se estudian en los cursos 1º y 2º. De la formación previa en Análisis Matemático se utilizarán las Ecuaciones Integro-Diferenciales y las Transformadas Integrales (Fourier, Laplace, Z)

Objetivos

Objetivo General:

Conocer y adquirir habilidades y destrezas en las técnicas y herramientas básicas de la Teoría de Sistemas

Objetivos Específicos:

1. Capacitar en la técnicas, métodos y problemas planteados en Teoría de Sistemas.
2. Adquirir habilidades en herramientas para el análisis temporal de sistemas (sistema dinámico, representación, comportamiento temporal, estabilidad,...).
3. Manejar adecuadamente las herramientas de simulación de sistemas dinámicos.
4. Conocer los conceptos de estado y de sus elementos asociados.
5. Adquirir habilidades para el análisis de los sistemas discretos y conocer las herramientas necesarias para la representación y tratamiento de estos sistemas.
6. Adquirir capacidad para distinguir, identificar y analizar los comportamientos fundamentales de los sistemas no lineales.

Metodología

La clave del planteamiento metodológico de la asignatura es la motivación y se sustenta en la autoresponsabilidad del alumno en su propio aprendizaje. Se procurará interesar a los alumnos en la Teoría de Sistemas como herramienta de corte básico formativo, atraer su atención forzosamente dispersa entre otras muchas materias, lograr que estudien no sólo para aprobar sino también para aprender y hacer suyos esos conocimientos.

Como las materias concernientes a la Teoría de Sistemas tiene contenidos relativos a aplicaciones, la motivación se fomentará con la presentación frecuente de la utilidad práctica de los temas, comentar sus ventajas y crear el ambiente de utilidad y sentido práctico propio de una Ingeniería.

La asignatura tiene una base de abstracción importante, por ello resultan particularmente interesante los trabajos prácticos. Este trabajo práctico responde a dos propuestas básicas, por un

lado los trabajos de encargo por parte del profesor, y por otro lado los de propia iniciativa que realice el estudiante para completar su formación. El profesor debe encargar trabajos para conseguir que el alumno adquiera agilidad en la resolución de problemas, sin la monitorización del profesor. Es preferible que estos trabajos se realicen en grupos reducidos, tres alumnos parece el máximo, dado el mejor aprovechamiento a que esto da lugar. La formación de estos grupos se dejará a la propia iniciativa de los alumnos.

En la dirección URL <http://serdis.dis.ulpgc.es/~ii-its/> se encuentra una selección detallada de estos trabajos.

Los medios disponibles pedagógicos que se utilizarán son muy variados: clases teóricas, prácticas, de laboratorio, trabajos de curso, etc... pero todos ellos estarán adecuadamente coordinados. La coordinación comienza con la correcta organización del programa, detallando lecciones teóricas y prácticas, ejercicios, problemas, diseños, proyectos, etc..., en una ordenación coherente y equilibrada. Estas actividades se planifican en el tiempo, y se presentarán en la primera semana de clase.

La utilización de medios audiovisuales se complementará proporcionando al alumno en la dirección de la página web de la asignatura el contenido de las transparencias los apuntes que recojan los mismos, dado que este tipo de medios es poco propicio a que el alumno tome notas de clase, así como manejando un conjunto de libros de consulta como el que se detalla.

Los laboratorios estarán a disposición de los alumnos, en horarios flexibles, poniendo únicamente como límite, el orden, el control y el horario del personal encargado.

Criterios de Evaluación

Se plantearán un examen escrito y otro práctico, cuyos contenidos evaluativos se descompondrán en :

- Examen escrito (cuestiones y problemas) relativo a los contenidos de la asignatura (60 %).
- Examen práctico, sobre cuestiones relativas a los conceptos estudiados en las clases prácticas (40%).

Descripción de las Prácticas

Las Prácticas de curso (1,5 Crd, 15 horas) se realizarán en el Laboratorio de Señales y Sistemas en el horario fijado al efecto el material de laboratorio recomendado para su realización es el siguiente:

- Ordenador Personal (Windows XP),
- Matlab 7 o superior,
- Toolboxes (Control System, System Identification, Signal Processing, Stateflow y SIMULINK)

Sintéticamente estas son:

Práctica nº 1: Introducción a los Entornos de Simulación

Objetivos: Presentar las herramientas de simulación como elementos para el análisis de sistemas.

Nº horas total estimadas para la realización: 2

Práctica nº 2: Descripción Externa y Realimentación.

Objetivos: Estudiar los mecanismos para la descripción externa de sistemas (funciones de transferencia)

Nº horas total estimadas para la realización: 2

Práctica nº 3: Estudio de la Influencia de un parámetro en el comportamiento de un sistema.

Objetivos: Diseño paramétrico de sistemas utilizando MATLAB, Análisis temporal y frecuencial.

Nº horas total estimadas para la realización: 2

Práctica nº 4: Representación en el Espacio de Estados

Objetivos: Evaluar y analizar las soluciones a problemas de sistemas lineales, no lineales y variantes en el tiempo en el espacio de estados.

Nº horas total estimadas para la realización: 2

Práctica nº 5: Discretización de Sistemas Continuos.

Objetivos: Estudio comparativo de las técnicas de discretización y análisis de la influencia de la frecuencia de muestreo en los resultados.

Nº horas total estimadas para la realización: 2

Práctica nº 6: Trabajo de Curso. Estudio de caso

Objetivos: El trabajo tendrá contenidos específicos. Se desarrollará en grupo de manera que integre los diferentes tópicos de la asignatura. Se utilizarán las herramientas de simulación del laboratorio de Señales y Sistemas. La composición de cada grupo, en función de la complejidad del trabajo, será de 3 a 5 personas. Una vez finalizado el mismo se realizará su exposición pública y defensa, para lo cual se efectuará la correspondiente convocatoria, definiéndose día y hora.

Nº horas total estimadas para la realización: 5

Bibliografía

[1 Básico] Signals and systems I

Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky with S. Hamid Nawab.
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J. : (1997) - (2nd ed.)
0136511759

[2 Básico] Linear system :theory and design I

Chi-Tsong Chen.
Oxford University, New York : (1999) - (3rd ed.)
0195117778

[3 Básico] Automática: análisis y diseño de los sistemas automáticos de control I

José Gómez Campomanes.
Júcar, Madrid : (1986)
843340511X t. 1 -- 8433405128 t. 2

[4 Básico] Ingeniería de control moderna I

Katsuhiko Ogata.
Prentice-Hall Hispanoamericana, Madrid : (2003) - (4a ed.)
9788420536781

[5 Básico] Contemporary linear systems using MATLAB /

Robert D. Strum, Donald E. Kirk.

(1994)

0534932738

[6 Recomendado] Modeling and analysis of dynamic systems /

Charles M. Close and Dean K. Frederick.

John Wiley & Sons., New York : (1995) - (2nd ed.)

0471125172

[7 Recomendado] Discrete event systems: modeling and performance analysis /

Christos G. Cassandras.

Irwin., Burr Ridge, Illinois : (1993)

0-256-11212-6

[8 Recomendado] Introduction to dynamics systems: theory, models, and applications /

David G. Luenberger.

John Wiley & Sons., New York : (1979)

0471025941

[9 Recomendado] Regulación automática /

E. Andrés Puente.

Universidad Politécnica de Madrid., Madrid : (1983)

8474840104V1*

[10 Recomendado] Feedback control of dynamic systems /

Gene F. Franklin, J. David Powell, Abbas Emami-Naemi.

Addison-Wesley., Reading, Mass. : (1994) - (3ª ed.)

0201527472

[11 Recomendado] Fundamentals of signals and systems with MATLAB.

Kamen, Edward W.

Prentice Hall., Upper Saddle River (New Jersey) : (1997)

0023619422

[12 Recomendado] Engineering Applications of MATLAB 5.3 and SIMULINK 3 /

Mohand Mokhtari and Michel Marie.

Springer., London : (2000)

185233214X

[13 Recomendado] Modern control engineering.

Ogata, Katsuhiko

Prentice Hall Internacional., Englewood Cliffs (New Jersey) : (1990) - (2nd ed.)

0135987318

[14 Recomendado] Discrete systems digital and processing with MATLAB /

Taan S. ElAli.

CRC., Washington : (2004)

0-8493-1093-8

Organización Docente de la Asignatura

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Módulo I: Señales y Sistemas. Conceptos	5	2	0	3	8	Conocer los conceptos básicos, las técnicas, métodos y problemas planteados en Teoría de Sistemas. Adquirir habilidades y destrezas en el uso de las transformadas integrales en tiempo continuo y discreto (Laplace, Fourier y Z). 3. Resolver ecuaciones integro-diferenciales y ecuaciones en diferencias.
Módulo II: Descripción Externa de los Sistemas Dinámicos	6	2	0	3	8	Manejar adecuadamente las herramientas para el análisis temporal de sistemas (sistema dinámico, representación, comportamiento temporal, estabilidad,...). Conocer las técnicas para el tratamiento de los sistemas no-lineales y lineales variantes en el tiempo.
Módulo III: Herramientas de Análisis y Simulación.	2	2	3	3	8	Conocer y saber utilizar adecuadamente las herramientas de simulación de sistemas dinámicos. Adquirir habilidades para expresar modelos de sistemas en términos de lenguajes de simulación.

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Módulo IV: Descripción en el Espacio de Estados	6	2	0	3	8	Conocer los conceptos de estado y de sus elementos asociados. 2. Saber modelizar adecuadamente en términos de ecuaciones de estado sistemas lineales , no lineales y variantes en el tiempo. Adquirir habilidades para la resolución de las ecuaciones de estado. Conocer los fundamentos de la identificación de sistemas en el espacio de estados.
Módulo V: Elementos de Representación de Sistemas Discretos	6	2	0	3	8	Adquirir habilidades para el análisis de los sistemas discretos y conocer las herramientas necesarias para la representación y tratamiento de estos sistemas. Estar capacitado para realizar proyectos sencillos donde se requiera la modelización de sistemas discretos
Módulo VI: TRABAJO DE CURSO	0	0	5	3	12	Adquirir capacidades y destrezas para realizar un proyecto sencillo donde estén presentes las fases de modelado y análisis de un sistema. Tener capacidad para expresar ideas y presentar resultados en público.

Equipo Docente

ANTONIO FALCÓN MARTEL

(COORDINADOR)

Categoría: CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

Departamento: INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Teléfono: 928458728 **Correo Electrónico:** antonio.falcon@ulpgc.es

JORGE CABRERA GÁMEZ**Categoría:** *TITULAR DE UNIVERSIDAD***Departamento:** *INFORMÁTICA Y SISTEMAS***Teléfono:** 928458747 **Correo Electrónico:** *jorge.cabrera@ulpgc.es***JOSÉ DANIEL HERNÁNDEZ SOSA***(RESPONSABLE DE PRACTICAS)***Categoría:** *PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1***Departamento:** *INFORMÁTICA Y SISTEMAS***Teléfono:** 928458701 **Correo Electrónico:** *daniel.hernandez@ulpgc.es***Resumen en Inglés****Introduction to Systems Theory: Course Description**

This course introduces students to the principles of theory systems. Include surveys on fundamental systems concepts and central aspects of systems theory. The course will address both continuous-time and discrete-time representations and both time-invariant and time-variant systems. The focus of this course is to develop a solid foundation in the use of dynamical systems for engineering and system-theoretic applications. Solvability of systems of linear equations, vector analysis, and vector ordinary differential equations are discussed in the context of finite dimensional linear systems. From description of a problem the student will be able to choose the appropriate modeling technique and the fundamental modeling hypothesis to establish the state equations of a model for the described system.

The course begins with an overview of the systems paradigm and the systems field as a whole. Topics then include:

- Dynamical systems
- Model Representation and Simulation
- State equations
- Input-output and autonomous systems
- Block schemes algebra
- Linear Systems
- Stability
- Discrete Systems
- ARMA LSQ identification of input-output relationships
- Nonlinear dynamics
- MATLAB and the analysis of linear and nonlinear systems

Aims

- To give an appreciation of the issues that arise when designing complete physically systems.
- To introduce the most popular methods for analysis of dynamical systems
- To anticipate the properties of the described system and to utilize the proper methods of linear system theory for solving simple problems.
- To correctly employ the state space reconstruction, the stabilization, and the system identification techniques.
- To give hands on experience of engineering design

Objectives

The goal of this course is to provide the beginning Computer Science graduate student with the foundations and tools of linear system theory, particularly the time-variant case in both continuous-time and discrete-time, necessary for subsequent courses in the overall computer science engineering program. Upon completion of the course, the participant will have gained:

- Deeper understanding on systems theory
- Recent techniques and algorithms in system modelling
- How to apply system theory concepts to solve real-world problems
- Capable of distinguishing, identifying, and analyzing the fundamentals different nonlinear behaviors of nonlinear systems.

News and lecture notes may be distributed via ULPGC-Moodle or via the class website:

<http://www.serdis.dis.ulpgc.es/~ii-its>