

DEPARTAMENTO DE CONTROL AUTOMÁTICO

Informe Académico 2008

El Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) tiene como objetivos fundamentales: La Realización de Investigación Científica y Tecnológica Fundamental, Formación de Recursos Humanos de Alto Nivel y Fortalecimiento de los Sectores Público y Privado, a través de la transferencia de tecnología orientada a la solución de problemas de importancia nacional. Para alcanzar estos objetivos el Cinvestav, se ha dotado en sus más de cuarenta años de una infraestructura conceptual y física en constante evolución. Así, la investigación científica es garantizada por la actividad creativa de cientos de investigadores (esencialmente Doctores en Ciencias) en las diferentes unidades que constituyen al Cinvestav (Zacatenco, Sede Sur, Mérida, Saltillo, Querétaro, Monterrey, Irapuato, Tlaxcala y Guadalajara), mientras que la formación de Recursos Humanos se lleva a cabo en el marco de los programas de posgrado (Maestrías y Doctorados en Ciencias) soportados por los diferentes Departamentos académicos que constituyen las unidades autónomas fundamentales que dan forma al Cinvestav. Aunque el Departamento de Control Automático fue creado recientemente, 21 de septiembre de 1999, las actividades de investigación en Control Automático tienen una larga historia en el Cinvestav. Ya en sus inicios el Cinvestav, incluyó al Control Automático (denominación moderna de la actividad científica que fue conocida como Cibernética) entre sus líneas de investigación fundamentales y durante más de tres décadas su desarrollo tuvo lugar en la Sección de Control Automático del Departamento de Ingeniería Eléctrica (existente desde 1970 hasta 1999). Actualmente el Departamento de Control Automático está constituido por veinte investigadores de tiempo completo, todos ellos Doctores en Ciencias, de los cuales diecisiete pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (dos niveles III, nueve niveles II, cuatro niveles I, y un candidato de investigación).

La importancia del Control Automático radica en que es uno de los pilares fundamentales de la tecnología moderna. Su objetivo esencial es el lograr la operación de procesos que cumplan con ciertas especificaciones de funcionamiento, a pesar de existir perturbaciones y sin existencia de operadores humanos. Por ello el Control Automático está presente en una infinidad de procesos y sistemas como reactores químicos, reactores biológicos, robots y sistemas de manufactura, todo tipo de dispositivos mecatrónicos, procesos agrícolas, sistemas de comunicación, o vehículos (autónomos o no) desde autos hasta naves espaciales, pasando por submarinos y robots móviles. En el Control Automático concurren las más diversas ingenierías como la electrónica, mecánica, química, eléctrica y la computacional, así como las ciencias Físico-Matemáticas.

Las líneas de investigación que imperan en el Departamento comprenden las siguientes:

- **Teoría Matemática del Control Automático:** Análisis y síntesis estructurales de sistemas de control lineales. Análisis de Sistemas con Retardos. Teoría de Juegos. Control Adaptable. Control Óptimo. Control Robusto. Control Estocástico. Control No Lineal basado en pasividad, Sistemas Híbridos y Conmutados, Control Neuronal.

- **Visión Artificial:** Reconstrucción de imágenes. Determinación de características de ambientes tridimensionales a partir de fotografías. Generación de mundos virtuales en tres dimensiones por medio de imágenes fotográficas. Estereoscopia.
- **Robótica:** Control de robots manipuladores por medio de retroalimentación de información visual. Análisis y síntesis de sistemas constituidos por servomecanismos. Control de cadenas cinemáticas (abiertas y cerradas). Tele-operación de robots manipuladores. Navegación de robots móviles asistida por visión artificial. Robótica virtual. Modelado orientado a objetos de robots manipuladores. SLAM (Localización y mapeo simultáneos) y Humanoides
- **Biomatemáticas:** Modelado de fenómenos biológicos (propagación de enfermedades). Modelado de invernaderos y de cultivos.
- **Matemáticas Avanzadas:** Teoría algebraica de números. Análisis funcional. Procesos estocásticos. Análisis Numérico. Cómputo Científico.
- **Monitoreo de Sistemas:** Diseño de observadores no lineales por medio de técnicas algebraico-diferenciales. Diseño de observadores derivativos y de alta ganancia. Detección de fallas en sistemas dinámicos (sistemas electromecánicos, procesos biotecnológicos y edificios) por medio de observadores. Filtraje óptimo.
- **Control de Procesos Tecnológicos:** Control de tráfico vehicular. Control de Sistemas a Eventos Discretos. Optimización de consumo de energía en microprocesadores. Control de procesos por medio de redes neuronales artificiales, algoritmos genéticos y lógica difusa. Control de procesos biológicos y químicos. Control de calidad de productos agrícolas (manzanas) por medio de visión infrarroja.

1. PERSONAL ACADÉMICO Y TEMAS DE INVESTIGACIÓN

ALEXANDER POZNIAK GORBATCH

Investigador Cinvestav 3E y Jefe del Departamento. Doctor en Ciencias (Control Automático, 1987) Instituto de Ciencias del Control (ICC) de la Academia de Ciencias Rusa, Moscú, Rusia.

Temas de investigación: Control adaptable y robusto de sistemas estocásticos y determinísticos. Sistemas económicos y Teoría de Juegos.

Categoría en el SNI: Nivel III

apoznyak@ctrl.cinvestav.mx

VADIM AZHMYAKOV

Investigador Cinvestav 3B. PhD (1994) Institute of Control Sciences (ICS) the Russian Academy of Sciences, Moscow (Rusia). Doctorado en Ciencias (2006) E.M.A. University of Greifswald, Greifswald (Alemania).

Temas de investigación: Control Óptimo, Optimización de Sistemas Dinámicos, Control de Sistemas Híbridos y con Switcheo, Inclusiones Diferenciales, Análisis aplicado convexo y No Lineal, Teoría de Confiabilidad, Sistemas Estocásticos, Identificación, Control de Sistemas Mecánicos.

Categoría en el SNI: I
vazhmyakov@ctrl.cinvestav.mx

IEROHAM BAROUH SOLOMON

Investigador Cinvestav 3A. Doctor en Ciencias Técnicas (1974) Instituto Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica V.I. Lenin, Sofía, Bulgaria.

Temas de investigación: Identificación y control de sistemas no lineales usando Redes Neuronales Recurrentes y Multi-Modelos difuzo-neuronales,

Categoría en el SNI: Nivel I
baruch@ctrl.cinvestav.mx

MOISÉS BONILLA ESTRADA

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Ciencias (Automática, 1991) Escuela Nacional Superior Mecánica de Nantes, Francia.

Temas de investigación: Sistemas lineales implícitos, estructura de sistemas lineales, sistemas con estructura variable y sistemas lineales variantes en el tiempo, todos bajo el enfoque geométrico.

Categoría en el SNI: Nivel II
mbonilla@cinvestav.mx

JOAQUÍN COLLADO MOCTEZUMA

Investigador Cinvestav 3B. Doctor en Ciencias (1988) Cinvestav, México.

Temas de investigación: Sistemas Lineales Periódicos. Sincronización de Osciladores. Control de sistemas Mecánicos Subactuados.

Categoría en el SNI: Nivel I
jcollado@ctrl.cinvestav.mx

RUBÉN ALEJANDRO GARRIDO MOCTEZUMA

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Ciencias (1993) Universidad Tecnológica de Compiègne, Francia.

Temas de investigación: Robótica y Control adaptable.

Categoría en el SNI: Nivel II
garrido@ctrl.cinvestav.mx

JUAN MANUEL IBARRA ZANNATHA

Investigador Cinvestav 3A. Doctor en Ingeniería (1982) Institute de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires, Université de Rennes II, Rennes, Francia.

Temas de investigación: Modelado, Simulación y Control de Robots (Manipuladores, móviles y Humanoides); SLAM, Visión Artificial para robots y Reconstrucción 3D; Robótica Médica.

jibarra@ctrl.cinvestav.mx

JORGE ALBERTO LEÓN VÁZQUEZ

Investigador Cinvestav 3B. Doctor en Ciencias (1989), Cinvestav, México

Temas de investigación: Análisis estocástico y ecuaciones diferenciales estocásticas con

coeficientes anticipantes.
Categoría en el SNI: Nivel II
jleon@ctrl.cinvestav.mx

ALEJANDRO JUSTO MALO TAMAYO

Investigador Cinvestav 2A. Doctor en Ciencias (1999); Departamento de Ingeniería Eléctrica, Cinvestav, México.

Temas de investigación: Sistemas Dinámicos a Eventos Discretos, Robótica
alexmal@ctrl.cinvestav.mx

JUAN CARLOS MARTÍNEZ GARCÍA

Investigador Cinvestav 3B. Doctor en Ciencias (1994) Escuela Central de Nantes, Francia.

Temas de investigación: Análisis y diseño de sistemas de control lineales estacionarios mediante la utilización de la información estructural proporcionada por el sistema.

Categoría en el SNI: Nivel II
martinez@ctrl.cinvestav.mx

RAFAEL MARTÍNEZ GUERRA

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Ciencias (1996) Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Tema de investigación: Teoría de Observadores no lineales utilizando herramientas Geométricas y Algebrao-diferenciales, Diagnósis de Sistemas no lineales (Problema de Detección de Fallas) empleando Observadores de Orden Completo (Alta Ganancia, Numéricos, etc.) y de Orden Reducido (Observadores de incertidumbres), Propiedades de Robustez de Observadores de Alta Ganancia para Sistemas no Lineales deterministas y Estocásticos en Lazo Cerrado. Aplicaciones a modelos no lineales (Reactores Químicos, Manipuladores, Birreactores, Modelos del Sida).

Categoría en el SNI: Nivel II
rguerra@ctrl.cinvestav.mx

SABINE MONDIÉ CUZANGE

Investigadora Cinvestav 3C y Coordinadora Académica. Doctor en Ciencias (1996) Universidad de Nantes/Cinvestav.

Temas de investigación: Estructura de sistemas lineales/Sistemas con retardos/ Sistemas biológicos.

Categoría en el SNI: Nivel II
smondie@ctrl.cinvestav.mx

MARTHA RZEDOWSKI CALDERÓN

Investigadora Cinvestav 3B. Doctora en Ciencias (1988) Universidad Estatal de Ohio, EUA.

Temas de investigación: Teoría Algebraica de Números: problema inverso de la teoría de Galois, grupos de automorfismos, representación entera del grupo de clases de grado cero, teoría de cogalois, representación de diferenciales holomorfas, extensiones de campos con ramificación controlada.

Categoría en el SNI: Nivel I

mrzedowski@ctrl.cinvestav.mx

ALBERTO SORIA LÓPEZ

Investigador Cinvestav 2C. Doctor en Ciencias y técnicas industriales. (1999) Universidad de Evry Val Essonne, Paris, Francia.

Temas de investigación: Control difuso, Robótica, Sistemas de visión artificial
Categoría en el SNI Candidato de Investigación

soria@ctrl.cinvestav.mx

JORGE ANTONIO TORRES MUÑOZ

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Ingeniería (1990) Instituto Politécnico Nacional de Grenoble, Francia.

Temas de investigación: Sistemas lineales bajo los enfoques algebraico y geométrico y aplicaciones de la teoría de control robusto.

Categoría en el SNI: Nivel II

jtorres@ctrl.cinvestav.mx

CRISTÓBAL VARGAS JARILLO

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Matemáticas (Ph.D.1983) University of Texas at Arlington, EUA.

Temas de investigación: Análisis numérico, matemáticas aplicadas.

Categoría en el SNI: Nivel II

cvargas@math.cinvestav.mx

GABRIEL DANIEL VILLA SALVADOR

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Ciencias (1988) Universidad Estatal de Ohio, EUA.

Temas de investigación: Teoría Algebraica de Números: problema inverso de la teoría de Galois, representación entera del jacobiano, puntos de Weierstrass, teoría de cogalois, representación de diferenciales, extensiones con ramificación controlada, grupos de automorfismos.

Categoría en el SNI: Nivel III

gvilla@ctrl.cinvestav.mx

PETRA WIEDERHOLD GRAUERT

Investigador Cinvestav 3A. Doctora en Ciencias (1998) Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Temas de investigación: Topología y Geometría Digital y Combinatoria, Matemáticas Discretas (Grafos, Conjuntos parcialmente ordenados), Fundamentos matemáticos del Procesamiento Digital de Imágenes.

Categoría en el SNI: I

biene@ctrl.cinvestav.mx

WEN YU LIU

Investigador Cinvestav 3C. Doctor en Ciencias (1995) Universidad Noreste Shenyang, China.

Temas de investigación: Identificación y control de sistemas usando redes neuronales y control adaptable.

Categoría en el SNI: Nivel II

yuw@ctrl.cinvestav.mx

2. PROFESORES VISITANTES

Jean Jacques Loiseau

Procedencia: IRCCyN (Institut de Recherche en Communications et Cybernetique de Nantes)

Temas de investigación: **Sistemas Lineales**

Periodo de estancia: 20 de enero al 1º. de febrero

Fuente de financiamiento: Proyecto de Cooperación Científica CONACyT-CNRS Francia J110.513/2006.

Investigador Anfitrión: Dr. Moisés Bonilla

Dirección electrónica: jean-jacques.loiseau@irccyn.ec-nantes.fr

Rogelio Lozano Leal

Procedencia: Universite de Technologie de Compiègne, Francia

Temas de investigación: **Control de Sistemas Mecánicos Subactuados**

Período de estancia: 26 de marzo al 15 de abril

Organismo de financiamiento: CINVESTAV, Control Automático

Investigador anfitrión: Dr. Joaquín. Collado

Dirección electrónica: Rogelio.Lozano@hds.utc.fru

Runmin Zou

Procedencia: IRCCyN (Institut de Recherche en Communications et Cybernetique de Nantes)

Temas de investigación: **Sistemas Lineales**

Periodo de estancia: 6 al 21 de abril

Organismo de financiamiento: Proyecto de Cooperación Científica CONACyT – CNRS Francia J110.513/2006.

Investigador Anfitrión: Dr. Moisés Bonilla

Dirección electrónica: runmin@gmail.com

Josep Lluís Solé i Civiles

Procedencia: Universitat Autònoma de Barcelona

Tema de investigación: **Análisis estocástico y procesos de Lévy**

Período de la estancia: 14 de abril al 9 de mayo

Organismo de financiamiento: Proyecto CONACyT 45684-F.

Investigador anfitrión: Dr. Jorge Alberto León Vázquez.

Dirección electrónica: jllsole@mat.uab.cat

Daniel Melchor Aguilar

Procedencia: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología

Tema de investigación: **Sistemas con retardos**

Período de estancia: 15 al 18 de julio

Organismo de financiamiento: Departamento de Control Automático

Investigadora anfitriona: Dra. Sabine Mondié Cuzange

Dirección Electrónica: dmelchor@ipicyt.edu.mx

Salvador Rodriguez Paredes

Procedencia: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Tema de investigación: **Sistemas con retardos**

Período de estancia: 20 al 30 de octubre

Organismo de financiamiento: Proyecto Promep y Departamento de Control Automático

Investigadora anfitriona: Dra. Sabine Mondié Cuzange

Dirección Electrónica: sarodrig13@yahoo.com

Yuri Shtessel

Procedencia: University of Alabama at Huntsville, Alabama, USA

Temas de investigación: Sistemas de control con modos deslizantes

Período de estancia: 5 AL 24 de noviembre

Organismo de financiamiento: CINVESTAV

Investigador anfitrión: Dr. Alexander Poznyak

Dirección electrónica: shtessel@eng.uah.edu

Magnus Egerstadt

Procedencia: Atlanta University, USA

Temas de investigación: Control de sistemas híbridos

Período de estancia: 11 al 16 de noviembre

Organismo de financiamiento: CINVESTAV

Investigador anfitrión: Dr. Alexander Poznyak

Dirección electrónica: magnus@ece.gatech.edu

Emilia Fridman

Procedencia: Universidad de Tel Aviv, Israel

Tema de investigación: **Sistemas con retardos**

Período de estancia: 19 de noviembre al 12 de diciembre

Organismo de financiamiento: Proyecto Conacyt/ Departamento de Control Automático

Investigadora anfitriona: Dra. Sabine Mondié Cuzange

Dirección Electrónica: emilia@eng.tau.ac.il

Rabah Rabah

Procedencia: IRCCyN (Institut de Recherche en Communications et Cybernetique de Nantes)

Temas de investigación: **Sistemas Lineales**

Periodo de estancia: 27 de noviembre al 7 de diciembre

Organismo de financiamiento: Proyecto de Cooperación Científica CONACyT – CNRS

Francia IO 110/127/08, Mod. Ord. 38/08.

Investigador anfitrión: Dr. Moisés Bonilla

Dirección electrónica: rabah@irccyn.ec-nantes.fr

Michel Malabre

Procedencia: IRCCyN (Institut de Recherche en Communications et Cybernetique de Nantes)

Temas de investigación: **Sistemas Lineales**

Periodo de estancia: 1°. al 8 de diciembre

Organismo de financiamiento: Recursos propios.

Investigador anfitrión: Dr. Moisés Bonilla

Dirección electrónica: Michel.Malabre@irccyn.ec-nantes.fr

Andrey Polyakov

Procedencia: Voronez, University of Alabama at Huntsvill, Alabama, USA

Temas de investigación: Control Robusto de Sistemas no Lineales

Período de estancia: 2 al 11 de diciembre

Organismo de financiamiento: CINVESTAV

Investigador anfitrión: Dr. Alexander Poznyak

Dirección electrónica: apolyakov@ctrl.cinvestav.mx

3. PROGRAMAS DE ESTUDIO

3.1. MAESTRÍA

El Programa de Maestría del Departamento de Control Automático cuenta en la actualidad con treinta y seis estudiantes inscritos, provenientes de diversas instituciones nacionales públicas y privadas. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología aprobó al Programa de Maestría en Ciencias en Control Automático como “Alto Nivel”.

Dado el carácter heterogéneo y multidisciplinario del Control Automático, al programa académico de maestría ingresan estudiantes de muy variadas carreras profesionales: ingenieros electrónicos, ingenieros eléctricos, ingenieros mecánicos, ingenieros químicos, ingenieros agrónomos, ingenieros informáticos, físicos, ingenieros civiles, matemáticos. También, dada la importancia que tiene el Control Automático en el sector productivo y en la aplicación de altas tecnologías, al programa académico de maestría ingresan estudiantes provenientes de diversos lugares geográficos del país. Lo anterior conlleva a diferentes niveles de desempeño académico y en formaciones académicas variadas. Es por ello que se hace un particular esfuerzo por homogeneizar los conocimientos de los estudiantes de maestría para brindarles la oportunidad de desarrollar al máximo sus capacidades y potencialidades intelectuales.

Para esto el Departamento de Control Automático (DCA) impulsa las siguientes acciones:

1. *Cursos propedéuticos eficaces.*- Se ofrecen cursos propedéuticos eficaces cuyo fin es la homogenización de los conocimientos básicos, etapa indispensable para cumplir con los objetivos del programa de estudios.
2. *Definición de la formación básica.*- Se ha definido una formación básica en Control Automático que deben adquirir los estudiantes de maestría, tomando en cuenta los requerimientos de la investigación y las necesidades de los sectores académico y productivo nacionales.
3. *Adecuación constante de los cursos especializados.*- Los cursos de especialización, ofrecidos en el marco del programa académico, se actualizan constantemente en función de las líneas de investigación vigentes en el Departamento.

ADMISIÓN

Para ingresar al Programa de Maestría del Departamento de Control Automático, los aspirantes deberán cumplir con los requisitos de admisión descritos en el procedimiento que se menciona a continuación:

Expediente: Los interesados en el Programa de Maestría deberán entregar al coordinador académico un expediente integrado por los siguientes documentos:

1. Carta escrita incluyendo objetivos y motivaciones personales del candidato.
2. Curriculum vitae con copia de todos los documentos probatorios.
3. Dos cartas de recomendación, preferentemente académicas.

Los estudiantes de nacionalidad extranjera deberán presentar además los siguientes documentos:

1. Copia del pasaporte.
2. Copia de la forma migratoria No. 3 (FM3).

Exámenes de admisión: Los aspirantes a ingresar al Programa de Maestría del DCA deberán presentar los exámenes de admisión en álgebra lineal, en análisis real y en teoría de control clásico (basados en los contenidos de los cursos propedéuticos).

Entrevista: El aspirante al Programa de Maestría del DCA sostendrá una entrevista con el Comité de Admisión (CA)-DCA el cual evaluará, además de los resultados obtenidos en los exámenes de admisión, aspectos tales como su desempeño académico, actividades profesionales, desarrollo y/o investigación, motivaciones y **capacidades para realizar estudios de posgrado.**

Dictamen: El dictamen del CA-DCA será comunicado por escrito a los candidatos por el coordinador académico. Las apelaciones podrán ser presentadas al coordinador académico durante los dos días siguientes a la fecha del dictamen.

Períodos de admisión: El único período de admisión al Programa de Maestría del DCA esta fijado como sigue:

Período	Fecha límite de entrega de solicitudes	Cursos propedéuticos	Exámenes, y entrevista y dictamen del CA-DCA	Inicio del programa
Primero	30 de junio	mayo-junio	julio	Septiembre

PERMANENCIA

Durante su vida escolar en el DCA, los estudiantes deberán observar las normas, cumplir con los requisitos mínimos y realizar los trámites que a continuación se presentan:

Residencia: El período de residencia necesario para obtener el grado de maestro en ciencias es de un año de estudios a tiempo completo.

Inscripciones: Durante los primeros quince días de cada cuatrimestre los estudiantes solicitarán su inscripción a dicho período, previamente autorizado por su tutor o director de tesis. Una vez transcurrido el número de períodos estipulados en el programa de posgrado respectivo, el estudiante tendrá derecho a inscribirse a un período adicional. Después de este período adicional, una eventual inscripción al cuatrimestre siguiente estará a juicio del CA respectivo, el cual determinará si se otorga la inscripción solicitada en base a criterios de desempeño del estudiante y de las razones que motivan la petición.

Escala de calificaciones: la escala que rige es la siguiente:

7.0 a 10	Aprobatoria
Menor de 7.0	Reprobatoria

Con no más de un decimal.

Bajas: El estudiante causará baja temporal, baja definitiva del programa (no de cursos) o baja definitiva del CINVESTAV por las siguientes causas:

Baja temporal: El estudiante podrá solicitar su reingreso al programa, cumpliendo con las condiciones que establezca el Colegio de Profesores.

- A solicitud suya. Las solicitudes de baja deberán dirigirse al coordinador académico al menos un mes antes de la terminación del cuatrimestre respectivo.
- En caso de no haberse inscrito al inicio del periodo escolar correspondiente.
- En cualquier momento, por causas justificables a criterio del Colegio de Profesores.

Baja definitiva del Programa: El estudiante podrá solicitar su reingreso al programa pero será considerado como estudiante de nuevo ingreso y deberá cumplir con el 100% de los requisitos del programa.

- Cuando al finalizar el cuarto cuatrimestre sin haber tenido derecho a tomar tema de tesis, tenga un promedio general menor a 8.0.

Baja definitiva del CINVESTAV: La baja definitiva del CINVESTAV es un impedimento total para reingresar al mismo o a otro programa del CINVESTAV.

- Cuando obtenga una calificación menor a 7.0.
- Cuando incurra en actividades que obstaculicen el funcionamiento del DCA, o bien que utilice la infraestructura del departamento con fines ajenos a sus funciones.
- Cuando hayan transcurrido 8 cuatrimestres a partir de su inscripción en el programa, incluyendo bajas temporales, sin haber defendido exitosamente su examen de grado.

Reinscripciones: El estudiante podrá solicitar por escrito al coordinador académico su reinscripción al mismo programa de posgrado después de una baja temporal. La petición debe contar con el visto bueno del director de tesis, cuando el estudiante haya causado baja temporal durante el desarrollo de su tesis. Cuando la baja ocurra durante el primero, segundo o tercer cuatrimestre del programa, el estudiante deberá esperar un año para reiniciar el programa. A partir del cuarto cuatrimestre, si la duración de la baja es de un año, el coordinador académico aceptará automáticamente la reinscripción; si la baja tuvo una duración mayor a un año y menor a tres años, el CA-DCA deberá dar su acuerdo para la reinscripción, ya que se requiere revisar la actualidad del tema de tesis correspondiente, la cual podrá continuar o bien iniciar una nueva. Después de tres años el estudiante deberá forzosamente reiniciar su programa.

PROGRAMA ACADÉMICO

Duración del Programa: El Programa de Maestría está dividido en cuatrimestres y tiene una duración de dos años. En caso de que el estudiante haya cumplido el período de dos años sin haber realizado el examen de grado, tendrá derecho a inscribirse a un cuatrimestre adicional. Si al terminar este período no ha obtenido el grado, una eventual inscripción al siguiente cuatrimestre será considerada por el Colegio de Profesores, el cual determinará si procede.

Cursos: Existen cinco tipos de cursos: 1. Cursos Propedéuticos (CP), 2. Cursos Básicos (CB), 3. Cursos Formativos (CF), 4. Cursos Complementarios (CO) y 5. Seminarios Complementarios (SC).

1. Cursos Propedéuticos:

No.	Nombre del curso	Créditos
1	Álgebra lineal	0
2	Análisis real	0
3	Control clásico	0

2. Cursos básicos:

No.	Nombre del curso	Créditos
1	Matemáticas I: Álgebra y ecuaciones diferenciales	10
2	Matemáticas II: Cálculo de varias variables reales y variable compleja	10
3	Modelos matemáticos	10
4	Introducción a la robótica	10
5	Probabilidad	10
6	Procesos estocásticos	10
7	Matemáticas avanzadas I: Álgebra	20
8	Matemáticas avanzadas II: Análisis real	20
9	Matemáticas avanzadas III: Análisis complejo	20
10	Matemáticas avanzadas IV: Topología	20
11	Matemáticas avanzadas V: Ecuaciones diferenciales	20

3. Cursos formativos:

No.	Nombre del curso	Créditos
1	Teoría de control I: Análisis de sistemas	10
2	Teoría de control II: Estabilización y control óptimo	10
3	Teoría de control III: Adaptación y control robusto	10
4	Teoría de control IV: Técnicas de control no convencionales	10
5	Temas de investigación en el Depto de Control Automático	5
6	Seminario: Taller experimental	5

4. Cursos opcionales:

No.	Nombre del curso	Créditos
1	Control óptimo	10
2	Control robusto	10
3	Control inteligente	10
4	Robótica	10
5	Sistemas lineales	10
6	Sistemas no lineales	10
7	Identificación / Control adaptable	10
8	Visión por computadora	10
9	Optimización	10
10	Cálculo estocástico	10
11	Cálculo anticipante	10
12	Ecuaciones de evolución en espacios de dimensión infinita	10
13	Probabilidad avanzada	10
14	Matemáticas financieras	10
15	Campos locales	10
16	Introducción a la teoría de números	10
17	Campos de clase	10
18	Campos de funciones algebraicas	10
19	Campos ciclotómicos	10
20	Topología y geometría para imágenes digitales	10
21	Modelos combinatorios y topológicos de imágenes digitales	10
22	Temas de matemáticas aplicadas al control	10
23	Temas de análisis numérico	10
24	Temas de ecuaciones diferenciales parciales	10

Cada curso opcional tendrá un valor de 10 créditos

5. Seminarios complementarios:

Cada seminario complementario tendrá un valor de 5 créditos.

Los estudiantes deberán obtener 130 créditos por cursos de acuerdo a la distribución de cursos del programa. Al menos 110 créditos deberán ser obtenidos por cursos de 10 créditos o más.

Distribución de cursos:

1º cuatrimestre	2º cuatrimestre	3º cuatrimestre
- Teoría de control I (10 cr) y - Matemáticas I (10 cr) - Matemáticas II (10 cr) o - Matemáticas avanzadas (20cr)	- Teoría de control II (10 cr) y - Probabilidad (10 cr) - Modelos matemáticos (10 cr) - Taller experimental (5 cr) o - Matemáticas avanzadas (20 cr) - Seminario opcional (5 cr)	- Teoría de control III (10 cr) - Temas Investigación DCA (5 cr) y - Procesos estocásticos (10 cr) - Introducción a la robótica (10 cr) o - Matemáticas avanzadas (20 cr)
4º cuatrimestre	5º cuatrimestre	6º cuatrimestre
- Trabajo de tesis (20 cr) - Curso opcional o 2 seminarios (10cr) y - Teoría de control IV (10 cr) o - Segundo Curso opcional (10 cr)	- Trabajo de tesis (20 cr) - Curso opcional (10 cr)	- Trabajo de tesis (20 cr)

Selección de cursos: Los estudiantes seleccionaran los cursos como sigue:

- Cada estudiante contará con un profesor tutor, asignado por el coordinador académico, y seleccionara sus cursos bajo la supervisión de este.
- Es requisito del programa acreditar los cursos Teoría de control I, Teoría de control II, Teoría de control III y Temas de investigación en el Departamento de Control Automático.
- Hasta cumplir con el requisito mínimo de 130 crédito por cursos básicos, formativos, opcionales y seminarios, en cada cuatrimestre se podrá cursar como mínimo 30 créditos y como máximo 50. Al menos 110 créditos deberán ser acreditados por cursos de 10 créditos o más.
- No se podrán cursar simultáneamente un curso de matemáticas básicas y uno de matemáticas avanzadas.

Tutor: Se asignará un tutor o consejero a cada estudiante antes de que tenga un director de tesis. La tutoría será repartida equitativamente entre los miembros del Colegio de Profesores. Cuando el estudiante tenga director de tesis, éste fungirá como su tutor.

Equivalencia de estudios: A solicitud por escrito del director de tesis del estudiante o de su tutor, una comisión designada por el CA-DCA que incluya al tutor o director determinará las equivalencias de estudios hechos fuera del DCA.

Expedición de documentos oficiales: Las solicitudes de expedición de documentos oficiales tales como actas, constancias, certificados, etc., deberán hacerse por escrito al coordinador académico, quien tramitará dichos documentos ante las instancias correspondientes.

TESIS

Selección de tema de tesis: Las propuestas de temas de tesis de maestría, previamente aprobados por el Colegio de Profesores, se harán durante la primera semana del cuarto cuatrimestre académico (septiembre-diciembre). Los estudiantes deberán escoger sus temas de tesis en un período de siete días a partir de la fecha de su presentación.

Tesis: Es un trabajo original de investigación básica o aplicada que contribuya a resolver uno o varios problemas de interés en algunas de las áreas que se cultivan en el DCA.

Requisitos para la selección de tema de tesis: Un estudiante podrá seleccionar un tema de tesis, al final del tercer cuatrimestre, si en los primeros tres cuatrimestres:

1. Ha acumulado al menos 95 créditos cubiertos por medio de CB y CF.
2. Ha cursado Teoría de control I, Teoría de control II, Teoría de control III y Temas de investigación en el Departamento de Control Automático.
3. Tiene un promedio mayor o igual a 8.0.

Si el estudiante tiene promedio global menor a 8.0 al finalizar el tercer cuatrimestre, se le concederá un cuatrimestre adicional sin tomar tema de tesis, al final del cual deberá tener un promedio global no menor a 8.0 para tomar tema de tesis. De lo contrario será dado de baja definitiva del programa.

Directores de tesis: Los directores de tesis del DCA deben ser investigadores de las categorías 2 y 3, que tengan la beca de desempeño académico vigente al momento de aceptar el estudiante. El máximo de directores de una tesis será de dos. Se podrá tener un co-director externo, siempre que haya un director de tesis del DCA. El Colegio de Profesores determinará sobre la aprobación del co-director externo.

Trabajo de tesis: El trabajo de tesis inicia en el cuarto cuatrimestre del programa. Tiene un valor de 20 créditos en cada cuatrimestre.

Cambios de tema de tesis: Un estudiante puede solicitar al Colegio de Profesores por conducto del coordinador académico, su cambio de tema de tesis y/o de director de tesis siempre y cuando no haya terminado el primer cuatrimestre de tesis. Una vez que haya obtenido la primera calificación en su trabajo de tesis ya no será posible efectuar cambios.

EXAMEN DE GRADO

Examen de grado: El director de tesis determinará si los objetivos del trabajo de tesis han sido alcanzados y podrá autorizar al estudiante la escritura de la memoria correspondiente la cual, una vez concluida, será revisada por los miembros del jurado propuesto para el examen de grado y defendida oralmente en el examen de grado.

Requisitos para obtener el grado de Maestro en Ciencias en la especialidad de Control Automático: Un estudiante podrá presentar examen de grado si satisface los siguientes requisitos mínimos:

- Tener un promedio mayor o igual a 8 (excluyendo calificaciones del trabajo de tesis).
- Acumular al menos 130 créditos cubiertos por medio de CB, CF, CO, SC. Al menos 110 créditos deberán ser acreditados por cursos de 10 créditos o más.
- Aprobar el examen de grado.

Jurados: Los miembros de jurados del DCA deben satisfacer los mismos requisitos que los directores de tesis. El jurado debe estar compuesto mayoritariamente por profesores del programa. El jurado deberá estar formado por un mínimo de 3 y un máximo de 5 miembros, incluyendo al director de tesis. En caso de codirección y de que ambos directores sean miembros del jurado, este estará conformado por un mínimo de 4 y un máximo de 5 miembros incluyendo a los dos codirectores. Al inicio de cada examen de grado, se nombrará de entre los profesores del DCA, un presidente, que no podrá en ningún caso ser el director de tesis.

Solicitud de Exámen de grado: El estudiante deberá solicitar por escrito al coordinador académico la realización de los trámites necesarios ante el Departamento de Servicios Escolares, por lo menos quince días hábiles antes de la fecha prevista para el examen de grado. A dicha solicitud deberán anexarse las cartas de aceptación de todos los miembros del jurado. Adicionalmente se deberán incluir los siguientes documentos:

1. Constancia de no adeudo en la biblioteca del departamento.
2. Constancia de no adeudo de equipo de laboratorio y documentación relacionada (manuales, discos de programas, etc.).

Periodos de presentación de examen de grado: Será obligación del estudiante y de su(s) director(es) de tesis que se lleve a cabo el examen de grado correspondiente en el

transcurso del sexto cuatrimestre de estancia del estudiante en el programa. En caso de que el estudiante no presente su examen de grado en fechas comprendidas en el transcurso del sexto, séptimo u octavo cuatrimestres de su inscripción en el programa, incluyendo tiempos transcurridos por bajas temporales, será dado de baja definitiva del Programa. Se admitirán excepciones únicamente en el caso de bajas motivadas por causas de fuerza mayor avaladas por el Colegio de profesores.

Casos especiales: Cualquier situación no contemplada en el presente reglamento será resuelta por el Colegio de Profesores del DCA.

3.2. DOCTORADO

El Programa Doctoral del Departamento de Control Automático cuenta en la actualidad con treinta y dos estudiantes inscritos, provenientes de diversas instituciones nacionales públicas y privadas. La formación de los estudiantes doctorales sigue un enfoque tutorial garantizado por el Claustro Doctoral del Departamento de Control Automático y persigue la formación de investigadores autónomos capaces de realizar investigación científica y tecnológica independiente de la mejor calidad nacional e internacional. Los estudios tienen una duración promedio de tres años y la obtención del grado doctoral está condicionada a la aprobación de un examen pre-doctoral y a la realización de una tesis de grado legitimada por publicaciones internacionales, que debe ser defendida ante un jurado competente formado por investigadores del Departamento de Control Automático e investigadores invitados provenientes de diversas instituciones nacionales y/o internacionales. Es importante mencionar que la temática de investigación original comprendida por la tesis doctoral es avalada por un comité especializado constituido por integrantes del claustro doctoral del programa. El trabajo de investigación realizado por los estudiantes doctorales es auxiliado por los Centros de Servicios Experimentales y de Cómputo, que proveen medios experimentales para la validación de estrategias de Control Automático y acceso a recursos de cómputo para el modelado y la simulación de sistemas de Control Automático (incluyendo obviamente servicios de conectividad a fuentes de información científica y tecnológica). Así mismo, el Programa Doctoral cuenta con el soporte bibliográfico de la Biblioteca de Ingeniería Eléctrica del CINVESTAV-IPN, en la que se encuentran las revistas y los libros científicos de mayor trascendencia para el desarrollo de las líneas de investigación cultivadas en el marco del Programa Doctoral.

La calidad del programa Doctoral del Departamento de Control Automático ha sido certificada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología al incluirlo en el padrón de Programas de Posgrado de Calidad internacional. Es el único programa doctoral en Ingenierías y Tecnologías que pertenece a dicho padrón.

Cabe mencionar que los graduados del programa Doctoral del Departamento de Control Automático se han integrado a diversas instituciones nacionales públicas y privadas (Instituto Mexicano del Petróleo, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Instituto Potosino de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad La Salle, Centro de Investigación en Computación del Instituto

Politécnico Nacional, etc.), coadyuvando al desarrollo científico y tecnológico del país. En este sentido, el Departamento de Control Automático concibe a su Programa Doctoral como un recurso de interés nacional.

ADMISIÓN

Para ingresar al Programa de Doctorado del DCA, los aspirantes deberán realizar el procedimiento que se menciona a continuación:

Expediente: Los interesados en el Programa de Doctorado del DCA deberán entregar al coordinador académico un expediente académico integrado por los siguientes documentos:

1. Carta escrita incluyendo objetivos y motivaciones personales del candidato.
2. Curriculum vitae con copia de todos los documentos probatorios.
3. Dos cartas de recomendación, preferentemente académicas.
4. Tesis de Maestría
5. Examen de evaluación de nivel del idioma inglés reciente (Toefl o IELTS).
6. Es recomendable incluir la carta compromiso de un miembro del DCA con una propuesta de tesis anexa.

Los estudiantes de nacionalidad extranjera deberán presentar además los siguientes documentos:

1. Copia del pasaporte.
2. Copia de la forma migratoria No. 3 (FM3).

Exámenes de admisión: Los aspirantes a ingresar al Programa de Doctorado deberán realizar una presentación ante el Comité de Admisión (CA)-DCA de algún tema relacionado con su tesis de maestría, sus investigaciones recientes, o un tema sugerido por el CA-DCA.

Entrevista: El aspirante al doctorado sostendrá una entrevista con el CA-DCA respectivo el cual evaluará además de los resultados obtenidos en los exámenes de admisión, aspectos tales como su desempeño académico, actividades profesionales, desarrollo y/o investigación, motivaciones y capacidades para realizar estudios de posgrado.

Dictamen: El dictamen del CA-DCA será comunicado por escrito a los candidatos por el coordinador académico. Las apelaciones podrán ser presentadas al coordinador académico durante los dos días siguientes a la fecha del dictamen.

Cursos adicionales: El dictamen incluirá el número de créditos adicionales, hasta un máximo de 30 que, por decisión del CA-DCA, el estudiante deberá acreditar en el primer cuatrimestre del programa.

Períodos de admisión: Los períodos de admisión al Programa de Doctorado del DCA están fijados como sigue:

Período	Fecha límite de entrega de solicitudes	Examen, presentación de tema y entrevista con el CA-DCA	Inicio del programa
Primero	31 de junio	julio	septiembre
Segundo	31 de octubre	noviembre	enero
Tercero	31 de febrero	marzo	mayo

PERMANENCIA

Durante su vida escolar en el DCA, los estudiantes deberán observar las normas, cumplir con los requisitos mínimos y realizar los trámites que a continuación se presentan:

Residencia: El período de residencia necesario para obtener el grado de doctor en ciencias es de un año de estudios a tiempo completo.

Inscripciones: Durante los primeros quince días de cada cuatrimestre los estudiantes solicitarán su inscripción a dicho período, previamente autorizado por su director de tesis. Una vez transcurrido el número de períodos estipulados en el programa de posgrado respectivo, el estudiante tendrá derecho a inscribirse a un período adicional. Después de este período adicional, una eventual inscripción al cuatrimestre siguiente estará a juicio del CA respectivo, el cual determinará si se otorga la inscripción solicitada en base a criterios de desempeño del estudiante y de las razones que motivan la petición.

Escala de Calificaciones: La escala que rige para las calificaciones es la siguiente:

7.0 a 10	Aprobatoria
Menor de 7.0	Reprobatoria

con no más de un decimal. El estudiante deberá mantener un promedio mínimo de 8.0 cada cuatrimestre.

Bajas: El estudiante causará baja temporal, baja definitiva del programa (no de cursos) o baja definitiva del CINVESTAV por las siguientes causas:

Baja temporal: El estudiante podrá solicitar su reingreso al programa, cumpliendo con las condiciones que establezca el Colegio de Profesores.

- A solicitud suya. Las solicitudes de baja deberán dirigirse al coordinador académico al menos un mes antes de la terminación del cuatrimestre respectivo.
- En caso de no haberse inscrito al inicio del periodo escolar correspondiente.
- En caso de no haber aprobado el examen predoctoral antes del inicio del septimo cuatrimestre del programa.
- En caso de no haber presentado al Coordinador Academico la carta compromiso de un

miembro del Colegio de Profesores del DCA con una propuesta de tesis anexa antes de concluir el primer cuatrimestre del programa.

- En cualquier momento, por causas justificables a criterio del Colegio de Profesores.

Baja definitiva del Programa: El estudiante podrá solicitar su reingreso al programa pero será considerado como estudiante de nuevo ingreso y deberá cumplir con el 100% de los requisitos del programa.

- Si al finalizar un cuatrimestre tiene un promedio inferior a 8.0, pero no menor a 7.0.
- Si excede la duración de 3 años acumulables de baja temporal.

Baja definitiva del CINVESTAV: La baja definitiva del CINVESTAV es un impedimento total para reingresar al mismo o a otro programa del CINVESTAV.

- Cuando obtenga una calificación menor a 7.0.
- Cuando incurra en actividades que obstaculicen el funcionamiento del DCA, o bien que utilice la infraestructura del departamento con fines ajenos a sus funciones.

Reinscripciones: El estudiante podrá solicitar por escrito al coordinador académico su reinscripción al mismo programa de posgrado después de una baja temporal. La petición debe contar con el visto bueno del director de tesis, cuando el estudiante haya causado baja temporal durante el desarrollo de su tesis. Si la duración de la baja es de a lo más un año, el coordinador académico aceptará automáticamente la reinscripción; si la duración fue mayor a un año y hasta tres años, será el CA-DCA quien deberá dar su acuerdo para la reinscripción, se requiere revisar la actualidad del tema de tesis correspondiente, la cual puede continuarse o bien iniciar una tesis nueva. Después de tres años el estudiante deberá forzosamente reiniciar su programa.

PROGRAMA ACADÉMICO

Duración del programa: El programa de doctorado está dividido en cuatrimestres y tiene una duración de tres años. En caso de que el estudiante haya cumplido este período sin haber realizado el examen de grado, tendrá derecho a inscribirse a un año adicional. En caso de excederse de este periodo, el estudiante causará baja temporal del programa. En el siguiente cuatrimestre, solo podrá realizar los trámites necesarios para presentar el examen de grado y aprobarlo. De lo contrario, el estudiante será dado de baja definitiva.

Cursos: El estudiante deberá seguir un mínimo de cuatro cursos además de los cursos adicionales indicados en el dictamen del CA-DCA. Al menos 30 créditos deberán ser obtenidos por cursos de 10 créditos o más. Los contenidos así como la programación de estos cursos forman parte de la propuesta de tema de tesis doctoral elaborada por el director de tesis. Los cursos se distribuyen de la siguiente manera:

1º cuatrimestre	2º cuatrimestre	3º cuatrimestre
1º curso (10 cr) 2º curso (10 cr) Trabajo de tesis	3º curso o dos seminarios (10 cr) Trabajo de tesis	4º curso (10 cr) Trabajo de tesis
4º cuatrimestre	5º cuatrimestre	6º cuatrimestre
Trabajo de tesis	Trabajo de tesis	Trabajo de tesis Examen predoctoral
7º cuatrimestre	8º cuatrimestre	9º cuatrimestre
Trabajo de tesis Estancia de investigación	Trabajo de tesis	Trabajo de tesis Examen de grado

Estancias: Se considera deseable realizar al menos una estancia de investigación en el extranjero como complemento a la formación doctoral. La duración deberá ser de tres a seis meses; se requiere que el director de tesis del estudiante mantenga relaciones científicas con el laboratorio de recepción. Al regreso de la estancia, el estudiante presentará un reporte técnico tanto oral como escrito que será evaluado por el director de tesis.

Equivalencia de estudios: A solicitud por escrito del director de tesis del estudiante o de su tutor, una comisión designada por el CA-DCA que incluya al tutor o director determinará las equivalencias de estudios hechos fuera del DCA.

Expedición de documentos oficiales: Las solicitudes de expedición de documentos oficiales tales como actas, constancias, certificados, etc., deberán hacerse por escrito al coordinador académico, quien tramitará dichos documentos ante las instancias correspondientes.

TESIS

Selección del tema de tesis: El estudiante deberá presentar al coordinador académico, a más tardar antes de la conclusión del primer cuatrimestre del programa, la carta compromiso de un miembro del DCA para dirigir su tesis con una propuesta de tema anexa. Esta carta compromiso es requisito para la inscripción al segundo cuatrimestre del programa doctoral. En caso de que el estudiante no cumpla con este requisito será dado de baja temporal. Podrá solicitar su alta en el programa en el cuatrimestre siguiente a la presentación de la carta compromiso.

Tesis doctoral: Es un trabajo original de investigación básica o aplicada que contribuya a resolver uno o varios problemas de interés en algunas de las áreas que se cultivan en el

DCA. Dicho trabajo deberá ameritar su publicación a nivel internacional. El estudiante deberá entregar un reporte anual de su trabajo de investigación que será evaluado por su director de tesis.

Directores de tesis: Los directores de tesis del DCA deben ser investigadores de las categorías 2 y 3, que tengan la beca de desempeño académico vigente al momento de aceptar el estudiante. Además deben tener al menos un estudiante de maestría graduado. El máximo de directores de una tesis será de dos. Se podrá tener un co-director externo, siempre que haya un director de tesis del DCA. El Colegio de Profesores determinará sobre la aprobación del co-director externo.

Trabajo de tesis: El trabajo de tesis tiene un valor de 20 créditos en cada cuatrimestre.

Seminario de Avance de Tesis: Todos los estudiantes del departamento que se encuentren realizando trabajo de tesis, tendrán la obligación de presentar el avance de su trabajo, en los seminarios que se programarán para este fin.

Cambios de tema de tesis: Un estudiante puede solicitar al Colegio de Profesores, por conducto del coordinador académico un cambio de tema de tesis y/o de director de tesis siempre y cuando no haya terminado el primer cuatrimestre de tesis. Una vez que haya obtenido la primera calificación en su trabajo de tesis ya no será posible efectuar cambios.

EXAMEN DE GRADO

Examen predoctoral: Antes de concluir el sexto cuatrimestre del programa doctoral el estudiante presentará un reporte escrito del avance de su trabajo de tesis, el cual deberá defender oralmente ante un jurado en un examen predoctoral. La aprobación del examen predoctoral es requisito para la inscripción en el séptimo cuatrimestre del programa. En caso de que el estudiante no cumpla con este requisito será dado de baja temporal. Podrá solicitar su alta en el programa en cuanto haya aprobado su examen predoctoral.

Examen de grado: El director de tesis determinará si los objetivos del trabajo de tesis han sido alcanzados y podrá autorizar al estudiante la escritura de la memoria correspondiente la cual, una vez, concluida, será revisada por los miembros del jurado propuesto para el examen de grado y defendida oralmente en el examen de grado.

Requisitos para la obtención del grado de Doctor en Ciencias en la especialidad de Control Automático: Para obtener el grado se requiere:

- Cumplir con el programa de estudios con un promedio mínimo de 8.0. (Excluyendo calificaciones por trabajo de tesis)
- Tener un mínimo de 40 créditos obtenidos por cursos. Al menos 30 créditos deberán corresponder a cursos de 10 créditos o más.
- Aprobar el examen predoctoral.

- Tener aceptada una publicación de los resultados de su trabajo en una revista internacional con arbitraje o dos publicaciones en congresos internacionales con arbitraje.
- Aprobar el examen de grado.

Jurados: Los miembros de jurados del DCA deben satisfacer los mismos requisitos que los directores de tesis. El jurado debe estar compuesto mayoritariamente por profesores del programa. El jurado deberá estar formado por un mínimo de 5 y un máximo de 7 miembros, incluyendo al director de tesis. En caso de codirección y de que ambos directores sean miembros del jurado, este estará conformado por un mínimo de 6 y un máximo de 7 miembros incluyendo a los dos codirectores. Al menos uno de los miembros del jurado debe ser externo al Centro. Al inicio de cada examen de grado, se nombrará de entre los profesores del DCA, un presidente, que no podrá en ningún caso ser el director de tesis.

Solicitud de Exámenes de grado: El estudiante deberá solicitar por escrito al coordinador académico la realización de los trámites necesarios ante el Departamento de Servicios Escolares, por lo menos quince días hábiles antes de la fecha prevista para el examen respectivo. A dicha solicitud deberán anexarse las cartas de aceptación de todos los miembros del jurado. Para el caso de exámenes de grado, adicionalmente se deberán incluir los siguientes documentos:

- Constancia de no adeudo en la biblioteca del departamento.
- Constancia de no adeudo de equipo de laboratorio y documentación relacionada (manuales, discos de programas, etc.).

Casos especiales: Cualquier situación no contemplada en el presente reglamento será resuelta por el Colegio de Profesores del DCA.

CONTENIDO DE CURSOS

I. Cursos propedéuticos

El objetivo de estos cursos es el de uniformizar conocimientos básicos (a nivel licenciatura) indispensables para poder iniciar un programa de estudios de maestría en Control Automático.

Estos cursos de carácter optativo se ofrecerán de manera intensiva con una duración de 7 semanas cada uno. El examen de admisión se realizará en el transcurso de la semana posterior al término de los Cursos Propedéuticos.

I.1. Álgebra lineal (35 horas; 0 créditos)

1. Conjuntos. Funciones y relaciones de equivalencia. Principio del buen orden. Inducción matemática.

2. Espacios vectoriales y subespacios vectoriales. Combinaciones lineales y subespacio generado.
3. Dependencia e independencia lineal. Bases y dimensión.
4. Suma y suma directa de subespacios. Espacio cociente.
5. Sistemas de ecuaciones lineales.
6. Matrices. Suma, multiplicación, matrices invertibles, inversas, operaciones elementales de renglón, método de eliminación de Gauss-Jordan. Transpuesta de una matriz.
7. Transformaciones lineales, núcleo e imagen. Representación matricial de una transformación lineal. Operadores lineales. Matriz de cambio de base. Semejanza de matrices.
8. Grupos de permutaciones y determinantes.
9. Espacios euclidianos. Proceso de ortonormalización de Gram-Schmidt.

Referencias

1. Axler, Sheldon, *Linear Algebra Done Right*, Springer-Verlag, 1997.
2. Grossman, Stanley I., *Álgebra Lineal*, quinta edición, McGraw-Hill, 1996.
3. Halmos, Paul R., *Finite-dimensional Vector Spaces*, Springer-Verlag, 1974.
4. Hoffman, Kenneth & Kunze Ray, *Álgebra Lineal*, Prentice-Hall, 1973.
5. Lipschutz, Seymour, *Álgebra Lineal*, Schaum-McGraw-Hill, 1971.
6. Nering, Evar D., *Linear Algebra and Matrix Theory*, second edition, Wiley, 1970.

I.2. **Análisis Real (35 horas; 0 créditos)**

1. Números reales y funciones (5 horas).
Operaciones de los números reales. Funciones de variable real. Valor absoluto y parte entera. Supremo e ínfimo de conjuntos reales.
2. Límites y continuidad (7 horas).
Límite de una función. Propiedades y operaciones de límites de funciones. Límite por la izquierda y por la derecha. Funciones continuas. Funciones continuas en un intervalo. Imagen de intervalos cerrados y de intervalos abiertos bajo funciones continuas. Funciones monótonas.
3. Sucesiones reales (7 horas).
Límite de una sucesión. Teoremas de límites. Ejemplos importantes.
Propiedad de la intersección de intervalos encajados. Sucesiones recurrentes.
4. Derivada de una función (9 horas).
Definición de derivada. Interpretación geométrica de la derivada. Derivada por la derecha y por la izquierda. Extremos de una función. Máximos y mínimos locales. Teoremas de Rolle, valor medio y de crecimiento acotado. Funciones convexas y cóncavas.

5. Integral de Riemann de funciones de variable real (7 horas).
Integral superior e inferior. Definición de integral de Riemann. Funciones integrables. Propiedades de la integral. Teorema del valor medio. Primitivas. Teorema fundamental del cálculo.

Referencias

1. Apostol, Tom M., *Análisis Matemático*, Reverté, 1960.
2. Bartle, Robert G., *The elements of Real Analysis*, Wiley, 1964.
3. Liret, François y Martinais, Dominique, *Mathématiques pour le DEUG. Analyse 1^{re} année*, Dunod, Paris, 1997.
4. Rudin, Walter, *Principles of Mathematics Analysis*, Second Edition, McGraw-Hill, 1964. (*Análisis Matemático*, Mc. Graw Hill).
5. Spivak, Michael, *Calculus. Cálculo Infinitesimal*, Reverté, S.A., 1970.

I.3 Control clásico (35 horas; 0 créditos)

1. *Algunos modelos de los sistemas lineales*: Planta o proceso, modelo, sistema. Propiedades de los sistemas.
2. *Cuatro modelos de los sistemas lineales*: Respuesta al impulso de los sistemas lineales. Función de transferencia. Ecuaciones diferenciales lineales homogéneas. Modelo de espacio de estado.
3. *Criterio de estabilidad de Routh Hurwitz*.
4. *Efectos de la retroalimentación*: En la ganancia global. En la estabilidad. En la sensibilidad. En las perturbaciones externas o ruido.
5. *Análisis de los sistemas de control en el dominio del tiempo*: Respuesta de los sistemas a las señales típicas. Error en estado estable. Respuesta al escalón unitario y especificaciones en el dominio del tiempo. Respuesta transitoria de un sistema de segundo orden. Polos dominantes de la función de transferencia. Aproximación a sistemas de orden superior por sistemas de bajo orden
6. *Técnica del lugar de las raíces*: Propiedades básicas del lugar geométrico de las raíces. Construcción del lugar geométrico de las raíces. Algunos aspectos importantes sobre la construcción del lugar geométrico de las raíces.
7. *Análisis en el Dominio de la Frecuencia*: Introducción. Diagramas de frecuencia. Criterio de estabilidad de Nyquist. Análisis de estabilidad con diagramas de Bode. Carta de Nichols

Referencias

1. Kuo, B.C., *Sistemas de Control Automático*, Séptima edición, Prentice-Hall.
2. Ogata, K., *Ingeniería de Control Moderna*, Cuarta edición, Pearson, Prentice Hall
3. Oppenheim, A.V., Willsky, A.S. & Young, I.T., *Signals and Systems*, Prentice-Hall Signal Processing Series.

II. Cursos básicos

II.1. Matemáticas I: Álgebra y ecuaciones diferenciales (60 horas; 10 créditos)

Parte I: Álgebra

1. Álgebra abstracta (16 horas).
Definición de grupo y de grupo abeliano. Ejemplos. Homomorfismos de grupos. Anillos, ideales y homomorfismos. Anillos de matrices. Dominios euclidianos, dominios de ideales principales y dominios de factorización única. Máximo común divisor (mcd) y mínimo común múltiplo (mcm). Teorema de Bézout. \mathbb{Z} y el anillo de polinomios sobre un campo en una variable como dominios euclidianos. Descomposición de una matriz cuadrada sobre un dominio de ideales principales (forma de Smith). Factores invariantes de una matriz.
2. Álgebra lineal (29 horas).
Espacio dual, aplicación dual. Espacio doble dual. Aniquilador. Transpuesta de una transformación lineal. Valores y vectores propios. Polinomios mínimo y característico de un operador lineal. Teorema de Cayley-Hamilton. Subespacios T-invariantes, operadores nilpotentes, subespacios cíclicos. Matriz compañera. Formas canónicas: Jordan, racional, racional primaria. Funciones de matrices. Exponencial de una matriz. Descomposición de Schur. Matrices unitarias. Formas cuadráticas y matrices hermitianas.

Parte II: Ecuaciones diferenciales

3. Definiciones básicas (7 horas).
Orden y grado. Linealidad y no-linealidad. Homogeneidad. Solución de una EDO. Condición de Lipschitz. Existencia y Unicidad local. Intervalo máximo de la solución. Existencia y Unicidad Global. Continuidad de las soluciones con respecto a las condiciones iniciales. Continuidad de las soluciones con respecto a parámetros.
4. Ecuaciones lineales de orden arbitrario (8 horas).
Caso homogéneo: Existen n soluciones linealmente independientes de una EDO de orden n . Matriz de transición de estados. Propiedades. Sistema adjunto y sus propiedades. Principio de superposición. *Caso no-homogéneo:* Fórmula de variación de parámetros. EDO's lineales con coeficientes constantes, polinomio característico, solución homogénea. Solución de EDO lineales con coeficientes constantes no-homogénea, Principio de superposición c/r a condiciones iniciales y c/r a entradas, pero no simultáneamente.

Referencias

1. Axler, Sheldon, *Linear Algebra Done Right*, Springer-Verlag, 1997.
2. Gantmacher, Felix .R., *The Theory of Matrices, 1 y 2*, Chelsea, 1998.
3. Grossman, Stanley I., *Álgebra Lineal*, quinta edición, McGraw-Hill, 1996.
4. Halmos, Paul R., *Finite-dimentional Vector Spaces*, Springer-Verlag, 1974.
5. Herstein, Israel N., *Álgebra Abstracta*, Iberoamérica, 1988.

6. Herstein, Israel N., *Álgebra Moderna*, Trillas, 1970.
7. Hoffman, Kenneth & Kunze Ray, *Álgebra Lineal*, Prentice-Hall, 1973.
8. Lipschutz, Seymour, *Álgebra Lineal*, Schaum-McGraw-Hill, 1971.
9. Nering, Evar D., *Linear Algebra and Matrix Theory*, second edition, Wiley, 1970.
10. Boyce, W. E y R. C. Di Prima. *Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la frontera*, 4ta. Ed. Limusa-Wiley, 2003.
11. Hurewicz, W. *Lectures on Ordinary Differential Equations*. MIT Press, 1958. Reprint: Dover, 1990.

II.2. Matemáticas II: Cálculo de varias variables reales y variable compleja (60 horas; 10 créditos)

1. Análisis real. Cálculo en \mathbb{R}^n (14 horas).
Topología de \mathbb{R}^n . Conjuntos compactos y conexos. Funciones de \mathbb{R}^n a \mathbb{R}^m . Funciones continuas. Continuidad y convergencia uniforme. Funciones diferenciables. Derivadas parciales. Teoremas de la función inversa y de la función implícita (sin demostración).
2. Integración en \mathbb{R}^n (16 horas).
Funciones integrables. Volumen, contenido y medida 0. Integral de Riemann. Integrales impropias. Teorema de Fubini. Teorema del cambio de variable.
3. Funciones de variable compleja (6 horas).
Diferenciabilidad compleja. Condiciones de Cauchy-Riemann. Diferenciabilidad compleja versus diferenciabilidad real. Holomorfía y analiticidad. Series de potencias. Radio de convergencia.
4. Integración compleja (12 horas).
Integral de línea e integral tipo Cauchy. Teoremas y fórmulas integrales de Cauchy. Teoremas de unicidad (opcional), Liouville, fundamental del álgebra, del mapeo abierto y del módulo máximo.
5. Singularidades y residuos (12 horas).
Singularidades aisladas. Singularidades removibles, polos y singularidades esenciales. Ceros de funciones holomorfas. Teorema de Casorati-Weierstrass. Desarrollo en series de Laurent. Residuos. Teorema de los residuos. Principio del argumento. Teorema de Rouché. Aplicaciones a integrales de variable real (opcional).

Referencias

1. Ahlfors, Lars V., *Complex Analysis*, Second Edition, McGraww-Hill, 1966.
2. Apostol, Tom M., *Análisis Matemático*, Reverté, 1960.
3. Bartle, Robert G., *The Elements of Real Analysis*, John Wiles & Sons, 1964.
4. Conway, John B., *Functions of One Complex Variable*, Springer-Verlag, GTM 11, 1973.
5. Marsden, Jerrold E., *Elementary Classical Analysis*, W. H. Freeman and Company,

1974.

6. Markushevich, A., *Teoría de las Funciones Analíticas, Tomo I*, Mir, 1970.
7. Rudin, Walter, *Principios de Análisis Matemático, Segunda edición*, McGraw-Hill, 1966.
8. Rudin, Walter, *Real and Complex Analysis, Second Edition*, McGraw-Hill, 1974.
9. Stromberg, Karl R., *An Introduction to Classical Real Analysis*, Wadsworth International Group, 1981.

II.3. Modelos matemáticos (60 horas; 10 créditos)

1. Introducción (4 horas).
¿Qué es un sistema? ¿Qué es un experimento? ¿Qué es un modelo? ¿Qué es la simulación? ¿Por qué es importante el modelado? ¿Por qué es importante la simulación? Los peligros de la simulación. Buenas razones para utilizar la simulación. Los tipos de modelos matemáticos. Problemas directos contra problemas inversos. Software para simulación y modelado de sistemas físicos.
2. Principios básicos del modelado de circuitos eléctricos pasivos (6 horas).
Introducción. Elementos capacitivos, inductivos y disipativos. Ecuaciones de mallas. Ecuaciones de nodos. Desventajas de las ecuaciones de mallas y de las ecuaciones de nodos. Modelos en el espacio de estados. Bucles algebraicos. Singularidades estructurales. Desventajas de los modelos en el espacio de estados.
3. Principios básicos del modelado de sistemas mecánicos planos (6 horas).
Introducción. Elementos traslacionales: Masa, resorte amortiguador. Elementos rotacionales: Inercia, resorte torsional, amortiguador rotacional. La Ley de Newton para movimientos traslacionales y para movimientos rotacionales. El ejemplo de la grúa colgante. Modelado de poleas. El problema del péndulo invertido. Modelado de sistemas electromecánicos.
4. Modelado Euler-Lagrange de sistemas físicos (22 horas).
Introducción. Funciones de energía para los elementos capacitivos e inductivos. Funciones de energía para elementos mecánicos traslacionales. Funciones de energía para elementos mecánicos rotacionales. Fuerzas generalizadas. Grados de libertad y coordenadas generalizadas. Ecuación de Lagrange para sistemas mecánicos conservativos. Ecuaciones de mallas a partir de las funciones de energía. Ecuaciones de nodos a partir de las funciones de energía. Ecuaciones de Euler Lagrange para sistemas mecánicos y eléctricos conservativos. Función de disipación de Rayleigh. Tensor de inercia y sus propiedades. Ecuaciones dinámicas de Euler.
5. Modelado por medio de grafos de vínculos (bond graphs) (8 horas).
Introducción. Diagramas de bloques. Gráficos de flujos de señales. Vínculos de potencia. Grafos de vínculos para sistemas eléctricos. Grafos de vínculos para sistemas mecánicos. Generalizaciones a otros tipos de sistemas. Transductores de energía. El grafo de vínculos dual. Resumen.

6. Modelado de reactores biotecnológicos (8 horas).
Introducción y conceptos básicos. -Reactor de tanque agitado y flujo continuo (CSTR). Modelos para el crecimiento celular, modelo de Monod. Ecuaciones de balance de sustrato, células y producto: Caso estático. Ecuaciones de balance de sustrato, células y producto: Caso dinámico. Ejemplo: Fermentación anaerobia usando levadura.
7. Modelado de dinámicas de poblaciones (6 horas).
Introducción. Crecimiento, decaimiento y la ecuación logística. Modelo depredador-presa (Lotka-Volterra). Competencia y cooperación. Caos.

Referencias

1. Cellier, F. E., *Continuous System Modeling*. Springer-Verlag, New York, 1991.
2. Haberman, R., *Mathematical Models: Mechanical Vibrations, Population Dynamics and Traffic Flow*. Prentice Hall. Englewood Cliffs New Jersey, 1977.
3. Meisel, J., *Principles of Electromechanical-Energy Conversion*. McGraw-Hill, 1966.
4. Poznyak, A., *Modelado Matemático de los Sistemas Mecánicos, Eléctricos y Electromecánicos*. En preparación. Disponible en versión preliminar.

II.4. Introducción a la Robótica (60 horas; 10 créditos)

1. Introducción (2 horas).
Importancia e impacto de la robótica. Importancia de la visión artificial. Descripción del curso.
2. Cinemática directa (8 horas).
Introducción. Rotaciones y traslaciones. Transformaciones homogéneas. Representación de Denavit-Hartenberg.
3. Cinemática inversa (6 horas).
Introducción. Desacoplamiento cinemático. Posición inversa: enfoque geométrico. Orientación inversa.
4. Cinemática en velocidad (6 horas).
Introducción. Preliminares. Jacobiano de un robot. Singularidades. Velocidad y aceleración inversas.
5. Dinámica (10 horas).
Ecuaciones de Euler Lagrange. Tensor de inercia y sus propiedades (repass). Expresiones para la energía cinética utilizando el tensor de inercia. Expresiones para la energía potencial. Ecuaciones de movimiento. Propiedades del modelo dinámico de un robot rígido.
6. Control descentralizado (7 horas).
Dinámica de los motores de corriente directa. Controladores proporcionales (PD).

Controladores proporcionales integrales derivativos (PID). Prealimentación. Generación de trayectorias.

7. Control multivariable (7 horas).

Control de un robot rígido utilizando una ley de control proporcional derivativa (PD) con compensación de gravedad. Estabilidad en lazo cerrado en sentido de Lyapunov. Control linealizante. Algoritmo de Slotine-Li en su versión no adaptable.

8. Introducción a la visión artificial (3 horas).

Interés de la visión artificial en robótica. Características del sistema humano de visión. Estructura de un sistema de visión artificial. La visión artificial en robótica.

9. Adquisición y modelado de imágenes (4 horas).

Funciones de imagen. Geometría de la formación de imagen con una cámara. Aplicación de los modelos geométricos para la calibración de cámara. Distorsión geométrica y su corrección. Proyección binocular, sistema de visión de estéreo. Digitalización de imágenes.

10. Procesamiento y extracción de características primarias (2 horas).

Filtrado para el mejoramiento. Segmentación mediante determinación de cantos.

11. Problemas específicos en la visión artificial en robótica (5 horas).

Determinación de trayectorias basada en un sistema de visión de supervisión del espacio de trabajo (con cámara fuera del robot). Problemas de navegación de un robot autónomo (robot con sistema de visión integrado).

Referencias

1. M. W. Spong, *Robot dynamics and control*. John Wiley and Sons, 1989.
2. F. L. Lewis, C.T. Abdallah, D.M. Dawson, *Control of robots manipulators*, Mac Millan Pub. Co. 1993.
3. J. Craig, *Introduction to robotics*. Addison Wesley Co., 1989.
4. R. Kelly, V. Santibáñez, *Control de movimiento de robots manipuladores*. Pearson Prentice, may, Madrid, 2003.
5. B.K.P. Horn, *Robot Vision*, Mc Graw Hill Book Comp., New York, 1991.
6. R. Haralick, L.G. Shapiro, *Computer and Robot Vision*, Addison-Wesley Publ. Comp., 1992 and 1993 (Vol. I, II).
7. J. Pauli, *Learning-Based Robot Vision*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2001.
8. K. Voss, R. Neubauer, M. Schubert, *Monokulare Rekonstruktion für Robotvision*, Shaker Verlag, Aachen, 1995. (Versión en español: K. Voss et al, *Fundamentos y Nuevos Métodos para la Reconstrucción Tridimensional*, a publicarse.)

II.5. Probabilidad (60 horas; 10 créditos)

1. Espacio de Probabilidad (4 horas)

Álgebras, Sigma-álgebras y Medidas. Espacios de Probabilidad y Axiomas de Kolmogorov. Álgebra de Borel y Medida de Probabilidad.

2. Variables Aleatorias (6 horas)
Funciones Medibles y Variables Aleatorias. Indicadores y Variables Discretas. Variables Aleatorias Funcionalmente Conectadas y Transformación de Densidades.
3. Esperanza Matemática (8 horas)
Integral de Lebesgue. Axiomas de Whittle. Calculo de la Esperanza Matemática. Desigualdades Básicas de Probabilidad (Generalizada de Chebyshev, de Markov y Chebyshev, de Hölder, Desigualdad de Cauchy - Bounyakovskii – Shwartz, de Jensen, de Lyapunov, de Información de Kulbac, Desigualdad de Minkowskii). Variables Independientes y Correlación. Relaciones Casi Seguramente.
4. Esperanza Matemática Condicional (4 horas)
Definición de Probabilidad Condicional. Formula de Bayes. Distribución Condicional. Esperanza Matemática Condicional con Respecto a un Valor Fijado de una Variable Aleatoria.
5. Procesos aleatorios: conceptos básicos (4 horas)
Procesos Aleatorios en Tiempo Discreto y Continuo. Definición de Procesos Aleatorios. Realización o Trayectoria del Proceso. Secuencias de Esperanzas Matemáticas. Convergencia Monótona. Lema de Fatuo. Teorema de la Convergencia Dominada de Lebesgue. Lema de Borel – Cantelli. Cambio de Variables en la Integral de Lebesgue.
6. Clases de convergencia y la relacion entre ellas (4 horas)
Definiciones Básicas. Convergencia en Distribución. Convergencia en Probabilidad. Convergencia con Probabilidad Uno. Convergencia. Convergencia Punto a Punto. Relación entre la Convergencia con Probabilidad Uno y la Convergencia.
7. Esperanza matematica condicional (EMC) (4 horas)
Esperanza Matemática Condicional con respecto a una sigma-álgebra. Definición de EMC y ocho Propiedades Básicas. EMC de Procesos Aleatorios con Historia Anterior Fija.
8. Martingalas y semi-martingalas (6 horas)
Definiciones Básicas y los Teoremas de Doob. Definición de Martingalas y Cuasi-martingalas. Primer Teorema de Doob sobre la Estructura de las Cuasi-Martingalas. Segundo Teorema de Doob sobre el Valor Máximo. Tercer Teorema de Doob sobre la Convergencia de Martingalas. Teorema de Robbins - Siegmund y sus Generalizaciones. Teorema sobre el Orden de Convergencia con Probabilidad Uno.
9. Ley de los grandes números (4 horas)
Diferentes Formas de la Ley de los Grandes Números para Secuencias

Independientes. Forma Débil de la LGN: Teorema sobre dos Series. Forma Fuerte: Teorema de Kolmogorov. Lemas de Toeplitz y Kroneker y sus Aplicaciones. Ley de los Grandes Números para Secuencias Dependientes. Otras Formas de descripción de la dependencia.

10. Funciones características y el teorema central del límite (4 horas)
Definición de Función Característica. Teorema de Bernoulli. Algunas Propiedades de las Funciones Características. Teorema Central del Límite Para Secuencias Independientes. Condiciones de Lindeberg y de Lyapunov. Secuencias Gaussianas y Funciones Características. Teorema Central del Límite para Secuencias Dependientes (sin prueba).
11. Ley logarítmica iterativa (LLI) (4 horas)
LLI para procesos de Bernoulli. LLI para procesos independientes. LLI para procesos dependientes (sin prueba).

Referencias

- 1 Ash, R. B.: *Real Análisis and Probability*. Academic Press, New York, 1972.
- 2 Caines, P. E.: *Linear Stochastic Systems*. Wiley, New York, 1988.
- 3 Devis, M. H. A.: *Linear Estimation and Stochastic Control*. Chapman and Hall, London, 1977.
- 4 Drake, A. W.: *Fundamentals of Applied Probability Theory*. McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.
- 5 Papoulis, A.: *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*. McGraw-Hill Inc., Series in Electrical Engineering, New York, 1991.
- 6 Shiryaev, A. N.: *Probability*. Springer-Verlag, New York-Berlin-Heidelberg-Tokio, 1984.
- 7 Whittle, G.: *Probability Theory*. Chapman and Hall, London, 1984.
- 8 Alan Gut, *Probability: A Graduate Course*, Springer, 2005.

II.6. Procesos Estocásticos (60 horas; 10 créditos)

1. Ecuaciones diferenciales estocásticas (8 horas)
Algunas Propiedades de las Ecuaciones Diferenciales Determinísticas. Matriz Fundamental. Fórmula para la Solución Única de la Ecuación Diferencial Matricial. Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. Ruido Blanco (Movimiento Browniano) y Formas Simbólicas de la Ecuación Diferencial Estocástica. Fórmula General de la Solución y Propiedades de su Primer y Segundo Momento. Integral de ITO y sus Propiedades. La regla de Diferenciación de ITO. Proceso de Ornstein – Uhlenbeck. Convergencia Débil al movimiento Browniano (sin prueba).
2. Procesos aleatorios estacionarios (8 horas)
Secuencias Aleatorias Estacionarias. Estacionariedad en los Sentidos Débil y Fuerte. Función Espectral. Teorema de Gerhglotz. Fórmula de Parseval. Procesos Estacionarios ARMAX. Procesos Estacionarios Estocásticos en Tiempo Continuo.

Función Espectral y sus Propiedades. Formula de Parseval para Procesos Continuos en el Tiempo. Modelos Dinámicos con Entradas Estocásticas. Filtrado de Wiener, factorización de matrices in H_2 y las ecuaciones de Wiener-Hopf.

3. Optimización estocástica (8 horas)
Procedimiento de Robbins-Monro. Procedimiento de Kiefer-Wolfowitz. Gradiente estocástica. Algoritmos de búsqueda aleatoria.
4. Identificación estocástica (12 horas)
Método de los Mínimos Cuadrados (MMC) para identificación de modelos AR. MMC para Procesos Continuos. El Método de la Variable Instrumental para la Identificación de un modelo ARMA. Velocidad de identificación: Desigualdad de Cramér-Rao. Filtro de Kalman (tiempo continuo y discreto).
5. Control estocástico (8 horas)
Principio de Optimalidad Estocástica. Ecuación de Hamilton – Jacoby –Bellman para procesos estocásticos. Problema LQG.
6. Control de Cadenas de Markov (8 horas)
Procesos con Estados Discretos. Cadenas de Markov en Tiempo Discreto. Control de Cadenas de Markov Finitas: relación con programación lineal.

Referencias

1. A. Shiryaev, Probability, Springer-Verlag, NY-Berlin-Heidelberg-Tokio, 1984.
2. Thomas Gard, Introduction to Stochastic Differential Equation, Marcel Dekker, Inc, NY and Basel, 1988.
3. Leo Breiman, Probability, SIAM, Philadelphia, 1993.
4. A.Poznyak, K.Najim and E.Gomez. Self-Learning Control of Finite Markov Chains , Marcel & Decker, NY, 2000 .
5. Allan Gut, Probability: A Graduate Course, Springer, 2005.

II.7. Matemáticas avanzadas I: Álgebra (120 horas; 20 créditos)

1. Grupos (40 horas).
Grupos, subgrupos, clases laterales izquierdas y derechas, teorema de Lagrange. Grupos abelianos, grupos cíclicos. Subgrupos normales. Homomorfismos e isomorfismos. Teoremas fundamentales de homomorfismos. Grupo de automorfismos de un grupo. Acción de un grupo sobre un conjunto o sobre otro grupo, estabilizador, órbita. Ecuación de clases. Conjugación. Teoremas de Cauchy y de Cayley. Grupos de permutaciones. Grupo simétrico y grupo alternante, simplicidad del grupo alternante A_n para $n \geq 5$. Teoremas de Sylow y algunas aplicaciones. Producto directo y producto semidirecto de grupos. Grupo holomorfo de un grupo dado. Grupos abelianos libres. Grupos abelianos finitamente generados. Descomposición. Grupos solubles y grupos nilpotentes. Series de composición de grupos finitos. Unicidad. Grupos libres, generadores y relaciones.

2. Anillos (30 horas).
Anillos, ideales derechos, izquierdos y bilaterales. Subanillos. Característica de un anillo. Homomorfismos de anillos y teoremas fundamentales. Anillos conmutativos, anillos con identidad. Dominios enteros. Ideales maximales, ideales primos. Conjuntos multiplicativos y localización de anillos. Campo de cocientes de un dominio entero. Dominios euclidianos, dominios de ideales principales (DIP) y dominios de factorización única (DFU). Anillos de polinomios. Polinomios irreducibles, lema de Gauss, polinomios de varias variables. Módulos sobre un anillo conmutativo. Módulos y anillos noetherianos. Teorema de la base de Hilbert.

3. Campos (30 horas).
Extensión de campos. Extensiones algebraicas. Extensiones normales. Extensiones algebraicas separables. Campos de característica positiva. Inseparabilidad. Extensiones puramente inseparables. Teorema del elemento primitivo. Cerradura algebraica de un campo. Introducción a la Teoría de Galois. Automorfismos de campos y extensiones de Galois. Teorema Fundamental de la Teoría de Galois. Campos finitos. Unicidad de los campos finitos. Raíces n -ésimas de la unidad. Campos ciclotómicos. Aplicaciones de los campos ciclotómicos a la teoría de números (teorema de Dirichlet). Solubilidad por medio de radicales. Constructibilidad con regla y compás.

4. Módulos y Álgebra Lineal (20 horas).
Módulos libres. Teorema de estructura de los módulos finitamente generados sobre un DIP. Valores y vectores propios. Teorema de Cayley-Hamilton. Formas canónicas: Jordan, racional. Formas simétricas, bilineales y cuadráticas. Formas bilineales no degeneradas y productos internos.

Referencias

- 1 Artin, Emil, *Galois Theory*, Notre Dame Mathematical Lectures, 2, 1942.
- 2 Bourbaki, Nicolas, *Algebra I & II*, Springer-Verlag, 1989 & 2003.
- 3 Dummit, David S. & Foote, Richard M., *Abstract Algebra*, third edition, Wiley, 2004.
- 4 Hartley, Brian & Hawkes, Trevor, *Rings, Modules and Linear Algebra*, Chapman and Hall, 1976.
- 5 Herstein, Israel N., *Topics in Algebra*, second edition, Wiley, 1975.
- 6 Hungerford, Thomas W., *Algebra*, GTM 73, Springer-Verlag, 1974.
- 7 Jacobson, Nathan, *Basic Algebra I & II*, Freeman, 1974 & 1980.
- 8 Jacobson, Nathan, *Lectures in Abstract Algebra*, Springer-Verlag, 1975.
- 9 Lang, Serge, *Algebra*, third edition, Addison-Wesley, 1993.
- 10 Rotman, Joseph J., *An Introduction to the Theory of Groups*, fourth edition, Springer-Verlag, GTM 148, 1995.
- 11 Stewart, Ian, *Galois Theory*, third edition, Chapman and Hall, 2004.
- 12 van der Waerden, Bartel L., *Álgebra 1 & 2*, Ungar, 1970.
- 13 Vargas, José A., *Álgebra Abstracta*, Limusa, 1986.

II.8. Matemáticas avanzadas II: Análisis real (120 horas; 20 créditos)

1. Introducción (20 horas).
La recta real: Los abiertos de la recta. El teorema de Baire. Funciones de variación acotada. Integral de Riemann-Stieltjes: Integración con respecto a funciones de variación acotada. Integrabilidad de Riemann.
2. Teoría de la medida (20 horas).
Clases de conjuntos. Funciones medibles. Medidas. Medidas exteriores.
3. La integral (30 horas).
Integral de Lebesgue. Producto de medidas y teorema de Fubini. Integral de Lebesgue en \mathbb{R}^n . Medidas de Radon. Introducción a espacios topológicos: Espacios localmente compactos.
4. Diferenciación (20 horas).
Medidas con signo: Descomposiciones de Hahn y variación de una medida. Teorema de Radon-Nikodym. Descomposición de Lebesgue. Diferenciación de integrales. Funciones convexas.
5. Espacios de funciones (30 horas).
Los espacios L^p . Duales de los espacios L^p . Operadores acotados en L^p . Diferentes tipos de convergencia.

Referencias

1. R.G. Bartle, *The Elements of Real Analysis*, 1964.
2. J. Cerda, *Análisis Real*, 2000.
3. R.M. Dudley, *Real Analysis and Probability*, 1989.
4. E. Hewitt y K.R. Stromberg, *Real and Abstract Analysis: A Modern Treatment of the Theory of Functions of a Real Variable*, 1975.
5. H.L. Royden, *Real Analysis*, 1968.

II.9. Matemáticas avanzadas III: Análisis complejo (120 horas; 20 créditos)

1. Números complejos y funciones (20 horas).
Campo de los números complejos. Topología de \mathbb{C} , compacidad, conexidad. Funciones continuas. Proyección estereográfica y esfera de Riemann. Sucesiones y series. Criterios de D'alambert, Cauchy, convergencia absoluta, criterio M de Weierstrass. Transformadas de Möbius: propiedad conforme, razón cruzada, simetría.
2. Funciones holomorfas y analíticas (30 horas).
Diferenciación compleja versus diferenciación real. Ecuaciones de Cauchy Riemann. Funciones armónicas y armónicas conjugadas. Series de potencias, radio de convergencia, Teorema de Cauchy-Hadamard, series de potencias para las funciones

seno, coseno, exponencial, etc. Conformidad de las funciones holomorfas. Derivadas de series de potencias.

3. Integral de línea y tipo Cauchy (40 horas). Integración compleja. Integral de línea, longitud de curvas. Curvas homotópicas. Conjuntos simplemente conexos. Función logaritmo. Integrales tipo Cauchy. Índice de una curva alrededor de un punto. Teorema de Cauchy-Goursat. Teoremas integrales de Cauchy para conjuntos convexos. Teoremas integrales de Cauchy. Fórmulas integrales de Cauchy. Desigualdades de Cauchy. Holomorfía y analiticidad. Primitivas de funciones holomorfas. Funciones enteras y meromorfas. Teoremas de Morera, Liouville, fundamental del álgebra, unicidad, del mapeo abierto, principio del módulo máximo, lema de Schwarz.
4. Series de Laurent, residuos y singularidades (30 horas). Ceros y singularidades aisladas: singularidades removibles, polos y singularidades esenciales. Teorema de Casorati-Weierstrass. Series de Laurent. Residuos. Teoremas del residuo, del argumento y de Rouché. Cálculo de integrales reales. Funciones racionales y caracterización de las funciones meromorfas en la esfera de Riemann. Descomposición de las funciones racionales en fracciones parciales.

Referencias

1. Ahlfors, Lars V., *Complex Analysis*, McGraw-Hill, 1966.
2. Cartan, Henri, *Elementary Theory of Analytic Functions of One or Several Complex Variables*, Addison-Wesley, 1973.
3. Conway, John B., *Functions of One Complex Variable*, Springer-Verlag, 1975.
4. Churchill, Ruel V; Brown, James W. y Verhey, Roger F., *Complex Variables and Applications*, MacGraw-Hill, 1974.
5. Markushevich, A., *Teoría de las Funciones Analíticas*, Mir, 1970.
6. Rudin, Walter, *Real and Complex Analysis*, McGraw-Hill, 1974.
7. Volkovyski, L.I.; Lunts, G.L. y Aramanovich, I.G., *Problemas sobre la Teoría de Funciones de Variable Compleja*, Mir, 1972.

II.10. Matemáticas avanzadas IV: Topología (120 horas; 20 créditos)

1. Introducción (2 horas)
2. Espacios topológicos (12 horas)
 - 2.1. Definición y ejemplos de espacios topológicos
 - 2.2. Vecindad, base, sub-base
 - 2.3. Base local
 - 2.4. Cerrados, cerradura, interior
 - 2.5. Puntos de acumulación, frontera, conjuntos densos
3. Generación de nuevos espacios topológicos (12 horas)

- 3.1. Subespacios
 - 3.2. Mapeos continuos
 - 3.3. Homeomorfismos y propiedades topológicas
 - 3.4. Mapeos cocientes, abiertos y cerrados, espacios cocientes
 - 3.5. Espacios producto
- 4. Convergencia y su generalización mediante redes (10 horas)
 - 4.1. Sucesiones y redes
 - 4.2. Caracterización de cerradura, puntos de acumulación y continuidad
 - 4.3. Redes en espacios de Hausdorff
- 5. Axiomas de separabilidad (6 horas)
 - 5.1. Espacios T_0 , T_1 , T_2 ,
 - 5.2. Espacios regulares, T_3 , completamente regulares, $T_{3.5}$
 - 5.3. Espacios normales, T_4
- 6. Compacidad (6 horas)
 - 6.1. Cubiertas y espacios compactos
 - 6.2. Caracterizaciones de la compacidad
 - 6.3. Propiedades de espacios compactos
- 7. Conexidad (6 horas)
 - 7.1. Definición y condiciones equivalentes de la conexidad
 - 7.2. Propiedades
 - 7.3. Ejemplos
- 8. Espacios métricos como espacios topológicos (6 horas)
(Este capítulo se basa en conocimiento previo de los estudiantes sobre el análisis, el objetivo es poner este conocimiento en el contexto de la topología)
 - 8.1. Definición y ejemplos de métricas
 - 8.2. Generación de un espacio topológico a partir de una métrica
 - 8.3. Relación entre conceptos topológicos y métricos

Referencia principal:

- 1. V. Tkachuk, *Curso básico de topología general*, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México 1999 (ISBN: 970-654-362-7).

Otras referencias:

- 1. R. Engelking, *General Topology*, Sigma Series in Pure Mathematics, Vol. 4, Heldermann Verlag, Berlín 1989.
- 2. R. Engelking, *Topology – A Geometrical Viewpoint*, Sigma Series in Pure Mathematics, Vol. 6, Heldermann Verlag, Berlín 1992.
- 3. J. G. Hocking, G. S. Young, *Topology*, Dover Publications, Inc., New York, 1961.
- 4. S. Willard, *General Topology*, Addison Wesley Publ. Company, U.S.A., 1970.

II.11. Matemáticas avanzadas IV: Ecuaciones diferenciales (120 horas; 20 créditos)

1. Existencia y unicidad de soluciones (20 horas).
2. Dependencia de la solución de parámetros y condiciones iniciales (20 horas).
3. Extensión de soluciones. Ecuaciones diferenciales lineales (20 horas).
4. Sistemas lineales con coeficientes constantes y periódicos (20 horas).
5. Teoremas de oscilación y de comparación. Estabilidad (20 horas).
6. Sistemas autónomos. Teorema de Poincare-Bendixon (20 horas).

Referencias

1. R. Bellman, *Stability Theory of Differential Equations*, Dover.
2. G. Birkhoff & G.C. Rota, *Ordinary Differential Equations*, 4ta. edición, Wiley.
3. W. E. Boyce & R.C. DiPrima, *Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera*, 4a edición, Limusa.
4. E.A. Coddington & N. Levinson, *Theory of Ordinary Differential Equations*, MacGraw-Hill.
5. C. Corduneanu, *Differential and Integral Equations*, Chelsea.
6. C. Chicone, *Ordinary Differential Equations with Applications*, Springer-Verlag.
7. R. Grinshaw, *Nonlinear Ordinary Differential Equations*, Blackwell Scientific Publications.
8. J. K. Hale, *Ordinary Differential Equations*, Wiley.
9. C. Imaz & Z. Vorel, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*, Limusa.
10. J. La Salle & S. Lefschetz, *Stability by Lyapunov's Direct Method with Applications*, Academic Press.
11. I. G. Petrovski, *Ordinary Differential Equations*, Dover.
12. L. S. Pontriaguin, *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*, Aguilar.
13. R. A. Struble, *Nonlinear Differential Equations*, McGraw Hill.

III. Cursos formativos

III.1. Teoría de Control I: Análisis de sistemas (60 horas; 10 créditos)

1. Descripción de sistemas y señales (16 horas).
Señales. (2 horas: Señales en tiempo continuo y discreto. Ecuaciones de estado. Lineales y no lineales. Continuas y discretas. Sistemas dinámicos descritos por ecuaciones diferenciales, o de diferencias, que dependen de variables de estado, entradas y perturbaciones). Análisis en el dominio del tiempo (8 horas). Ecuaciones diferenciales (4 horas: Existencia y unicidad. (Solo mencionarlo). Solución del caso lineal variante en el tiempo. Matriz de transición de estados. Matriz exponencial. Propiedades. Valores característicos de la matriz A y modos. Propiedad de descomposición de la respuesta en 2 términos). Ecuaciones en diferencias (4 horas: Solución del caso lineal variante en el tiempo. Matriz de transición de estados discreta. Propiedades. Caso invariante en el tiempo. Propiedades. Propiedad de

descomposición de la respuesta en 2 términos). Modos. Descripción en el dominio de la frecuencia (8 horas). Matriz de transferencia de sistemas continuos y sus propiedades (3 horas): Forma racional propia de las componentes de la matriz de transferencia Toda raíz de los denominadores son valores propios de la matriz A . Invariancia de la matriz de transferencia con respecto a transformación de similitud). Matrices de transferencia de Sistemas discretos (1 horas). Matrices de transferencia y sus propiedades (4 horas): Forma de Smith Mc-Millan Polos y ceros (transmisión) de matrices de transferencia. Relación entre un sistema LTI representado en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia. Cambio de base en el dominio del tiempo deja invariable la matriz de transferencia: continuo y discreto.

2. Controlabilidad, observabilidad y dualidad (12 horas).
Sistemas continuos LTV (6 horas): Controlabilidad: Definición. Sistemas continuos LTV: criterios, renglones de un operador linealmente independientes, gramiano de controlabilidad. Sistemas invariantes en el tiempo: rango de la matriz de controlabilidad de Kalman, PBH, renglones de un operador sean linealmente independientes. Observabilidad: Definición. Sistemas continuos LTV: criterios, columnas de un operador linealmente independientes, gramiano de observabilidad. Dualidad: Sistema dual. Verificación que controlabilidad (sistema original) es equivalente a observabilidad (sistema dual) y observabilidad (sistema original) es equivalente controlabilidad (sistema dual)). Sistemas discretos (2 horas): Alcanzabilidad: Alcanzabilidad implica controlabilidad pero no el inverso. LTV, criterios, gramiano de controlabilidad, sistemas *shift invariant*, renglones de un operador linealmente independientes, rango de la matriz de alcanzabilidad de Kalman, PBH, renglones de un operador en el dominio de la frecuencia sean linealmente independientes. Observabilidad). Descomposición canónica de Kalman (4 horas): Descomposición canónica controlable. Descomposición canónica observable. Teorema de descomposición de Kalman).
3. Teoría de realizaciones (6 horas).
Problema de realización: Parámetros de Markov. Invariancia de los parámetros con respecto a cambio de coordenadas. Planteamiento general del problema de realización. Definición de realización y realización mínima de una función de transferencia. Construcción de una Realización: Una matriz de transferencia admite una realización si y sólo si es racional propia. Prueba de que toda realización es mínima si y sólo si es controlable y observable. Realizaciones controlable, observable y diagonal (Jordan). Teorema de construcción de una realización mínima. Discusión de la realización de una secuencia de parámetros de Markov.
4. Estabilidad (20 horas).
Conceptos y teoremas básicos (6 horas): Estabilidad de solución nominal: definición. Cambio de variables, solución trivial. Lema de equivalencia. Funciones de Lyapunov: definiciones y ejemplos. Condiciones suficientes de estabilidad. Cálculo del valor delta. Condiciones de estabilidad uniforme. Estabilidad asintótica: definición. Condiciones suficientes de estabilidad. Interpretación geométrica. Teorema (Barbashin-Krasovskii-La Salle). Teoremas básicos para el caso de sistemas discretos (2 horas): Sistemas

discretos: definiciones. Teoremas básicos. Estabilidad de sistemas lineales variantes en el tiempo (3 horas): Funciones cuadráticas de Lyapunov. Ecuación matricial diferencial de Lyapunov (casos continuo y discreto). Estabilidad exponencial: definición, criterio. Cálculo de cotas exponenciales. Dominio de atracción (2 horas): Definición, estabilidad global. Estimación del dominio de atracción. Condiciones de estabilidad global. Sistemas lineales (invariantes en el tiempo) (7 horas): Criterios básicos (caso continuo y discreto). Polinomios de Hurwitz y de Schur. Curva de Mikhailov, Teorema (Hermite-Biehler). El método de D-particiones. Matriz de transferencia: criterio de estabilidad.

5. Estabilidad robusta (6 horas).
Estabilidad Absoluta (3 horas). Estabilidad cuadrática (1 hora). Principio de exclusión del cero y Teorema de Kharitonov (2 horas).

Referencias

1. Barmish, B. R., *New Tools for Robustness of Linear Systems*. New York, NY: Macmillan Pub. Co., 1994.
2. Chen, C. T., *Linear System Theory and Design*. 3rd Ed. New York: Oxford University Press, 1999.
3. Khalil, H. K., *Nonlinear Systems*. 3rd. Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2002.
4. Kailath, T., *Linear Systems*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.
5. Kwakernaak, H. and R. Sivan., *Modern Signals and Systems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1991.
6. Rugh, J. W., *Linear System Theory*. 2nd Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.
7. Sastry, S., *Nonlinear Systems: Analysis, Stability and Control*. New York, NJ, Springer-Verlag, 1999.

III.2. Teoría de control II: Estabilización y control óptimo (60 horas; 10 créditos)

1. Interconexión de sistemas (6 horas).
Interconexión de dos sistemas: Tipos de conexiones (en serie, en paralelo, en retroalimentación). Concepto de conexión *bien planteada*. Propiedades de sistemas interconectados (caso lineal): Estabilidad, controlabilidad, observabilidad. Matriz de transferencia de sistemas interconectados.
2. Estabilización (24 horas)
Formulación del problema (1 hora). Estabilización por retroalimentación estática (5 horas). Estabilización por retroalimentación estática de estado (4 horas: Caracterización de los sistemas estabilizables. Asignación de modos. Resultados para el caso discreto). Estabilización por retroalimentación estática de salida (1 hora: Ejemplos y comentarios). Estabilización por retroalimentación dinámica (2 horas: Controladores dinámicos. Sistema en lazo cerrado. Condiciones de estabilización. Resultados para el caso discreto). Estabilización por medio de estimación del estado (4 horas: Observadores de

Luenberger de orden completo. Ecuación del error. Factorización del polinomio característico en lazo cerrado. Condiciones de estabilización. Asignación de modos. Resultados para el caso discreto). Estabilización local (2 horas: Sistemas cuasi-lineales. Estabilización por medio de controles lineales. Resultados para el caso discreto). Estabilización por linealización exacta (2 horas: Metodología para el caso lineal. Linealización exacta, caso no lineal (una entrada - una salida)). Estabilización por medio de funciones de Lyapunov (2 horas: Funciones de Lyapunov y su derivada. Construcción de controladores estabilizantes. Resultados para el caso discreto). Teorema de pequeñas ganancias (6 horas: Teorema de pequeñas ganancias: caso lineal. Teorema de pequeñas ganancias: caso no lineal).

3. Control óptimo (30 horas).

Introducción (1 hora). Condiciones necesarias (15 horas: Control admisible, restricciones. Índice de desempeño (Mayer, sin restricciones). Formulación del problema. Hamiltoniano y variables adjuntas. Variaciones (de control, de trayectoria y de funcional). Principio de Pontryagin. Otros índices de desempeño (Bolza, Lagrange, tiempo final variable)). Condiciones suficientes (4 horas: Índice de desempeño como función del estado inicial (local). Minimización de la derivada del nuevo índice. Ecuación de Bellman. Condiciones suficientes). Regulador lineal cuadrático (4 horas: Aplicación del principio de Pontryagin y de condiciones Suficientes. Ecuación matricial de Riccati y sus soluciones). Problema de tiempo mínimo (2 horas). Control óptimo para sistemas de tiempo discreto (4 horas: Condiciones necesarias. Regulador lineal cuadrático para sistemas discretos. Ecuación de Riccati para sistemas discretos).

Referencias

1. Chen, C.T., *Linear System Theory and Design*. 3rd Ed., New York: Oxford University Press, 1999.
2. Rugh, J.W., *Linear System Theory*. 2nd Ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.
3. Khalil, H.K., *Nonlinear Systems*. 3rd Ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.
4. Sastry, S., *Nonlinear Systems: Analysis, Stability and Control*. New York, NJ: Springer-Verlag, 1999.
5. Sage, A.P., White, C.C., *Optimum Systems Control*. 2nd Ed., New Jersey: Prentice-Hall, 1977.
6. Kirk, D.E., *Optimal Control Theory: an Introduction*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1970.
7. Hocking, L.M., *Optimal Control, An Introduction to the Theory with Applications*. 2nd Ed., Oxford: Clarenton Press, 1997.

III.3. Teoría de control III: Adaptación y control robusto (60 horas; 10 créditos)

1. Identificación de sistemas y control adaptable (20 horas).
Estimación de parámetros (8 horas). Formulación del Problema (2 horas): Definición de estimación de parámetros para un horizonte de observación finito e infinito (tiempo

continuo y discreto). Estimación de parámetros para sistemas lineales respecto a parámetros invariantes en el tiempo (3 horas: Método de mínimos cuadrados (tiempo discreto)). Estimación de parámetros variantes en el tiempo (3 horas: Filtraje del sistema extendido. Factor de olvido). Control adaptable (12 horas). Control adaptable (tiempo discreto) (6 horas: Control adaptable directo e Indirecto. Excitación persistente. Lema de representación espectral (tiempo y frecuencia). Teoremas de convergencia). Control adaptable (tiempo continuo) (6 horas: Control adaptable de modelo de referencia (MRAC). Control Adaptable por asignación de polos. Prueba de estabilidad. Control Adaptable basado en pasividad. Lema de estabilidad exponencial del error de adaptación).

2. Control Robusto H_2 / H_∞ (40 horas).

Rechazo óptimo de perturbaciones: Formulación del problema de rechazo óptimo de perturbaciones L_2 y su equivalencia con la minimización de una norma RH_∞ (4 horas). Preliminares matemáticos (6 horas). Espacios de Hardy RH_2 y RH_∞ (2 horas). Descomposición en valores singulares, SVD (2 horas). Cálculo de las normas (ganancias) en RH_2 y RH_∞ . Operador de Hankel (2 horas). Factorizaciones coprimas en RH_∞ (16 horas). Fórmulas para calcularlas (4 horas). Parametrización de Youla basada en factorizaciones coprimas en RH_∞ (2 horas). Factorizaciones espectral y el problema de optimización RH_2 (4 horas). Factorización *Inner-Outer* y el problema de optimización RH_∞ . Problema de Nehari y solución por la fórmula de Adamjan-Arov-Krein (4 horas). Modelos con incertidumbre no-estructurada. Incertidumbre aditiva, multiplicativa e incertidumbre en los factores coprimos (2 horas). Solución del problema RH_∞ y sus relaciones con RH_2 (8 horas). Solución al problema de optimización RH_∞ , caso de información completa o retroalimentación de estado (4 horas). Solución al problema de optimización RH_∞ , caso de retroalimentación de salida (4 horas). Extensiones (6 horas). Relación entre el problema de optimización RH_2 y el problema de optimización RH_∞ (2 horas). Reformulación de los problemas de *model matching*, minimización de la sensibilidad, filtrado robusto (como un problema de Nehari) (4 horas).

Referencias

1. G.C. Goodwin and K.S.Sin, *Adaptive Filtering, Prediction and Control*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1984, (2nd edition 1989).
2. S. Sastry and M. Bodson, *Adaptive Control: Stability, Convergence and Robustness*. NJ: Prentice Hall, 1989.
3. Vidyasagar, M., *Control System Synthesis: A Factorization Approach*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985.
4. Zhou, K. and J. C. Doyle, *Essentials of Robust Control*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1997.

III.4. Teoría de Control IV: Técnicas de control no convencionales (60 horas; 10 créditos)

1. Control neuronal (20 horas).

Arquitecturas (4 horas: Perceptrón. Red neuronal multicapa. Redes de función base radial (*radial basis functions*). Redes Hopfield (recurrente, dinámica). Otros tipos de arquitecturas. Reglas y paradigmas de aprendizaje (6 horas). Aprendizaje supervisado / no supervisado. Aprendizaje reforzado. *Veían*. *Widrow-Hoff* (algoritmo LMS, algoritmo gradiente descendente). *Competitive*. Retro-propagación backpropagation. Estabilidad. Teorema de Aproximación. Identificación neuronal y parametrización con redes neuronales (5 horas). Predicción del error. Filtrado de Kalman. Retropropagación dinámica. Validación, podado y regularización del modelo). Control neuronal (5 horas: Control neuronal usando redes neuronales multicapa. Control neuronal directo / indirecto usando redes recurrentes. Control neuronal usando el aprendizaje reforzado).

2. Control difuso (20 horas).

Lógica difusa (4 horas: Conjuntos difusos. Operaciones difusas. Razonamiento difuso). Control difuso (6 horas: Controlador de Mamdani. Controlador de Sugeno. Sistemas lineales. Sistemas no lineales). Sistemas difusos e identificación difusa (4 horas: Propiedades de aproximación de sistemas difusos. Diseño de sistemas difusos: Búsqueda en tablas. Entrenamiento por descenso del gradiente. Mínimos cuadrados recursivo. Agrupamiento (*Clustering*)). Control difuso adaptable (4 horas: Control difuso directo estable. Control difuso indirecto estable. Control supervisorio y proyección). Control NeuroDifuso (2 horas).

3. Algoritmos genéticos (6 horas).

Algoritmo genético (4 horas: Introducción. Operadores genéticos. Esquemas de selección). Aplicaciones (2 horas: Identificación y control. Aprendizaje de los parámetros de redes neuronales).

4. Modos deslizantes (8 horas).

Base matemática (2 horas: Ecuaciones diferenciales con lado derecho discontinuo. Métodos de regularización). Método de diseño (2 horas: Descomposición en forma regular. Control bajo incertidumbres). Control con modos deslizantes (3 horas: Sistemas dinámicos con modos deslizantes. Modos deslizantes en sistemas con relevadores y de estructura variable). Control discreto con modos deslizantes (1 hora: Métodos de diseño. Control de sistemas lineales).

5. Perturbaciones singulares (6 horas).

Perturbaciones regulares y singulares en ecuaciones diferenciales ordinarias (2 horas). Aplicación de las perturbaciones singulares al control de sistemas (2 horas). Caso lineal (1 hora). Caso no lineal (1 hora).

Referencias

1. Li-Xin Wang, *A Course in Fuzzy Systems and Control*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997
2. D. Driankov, H. Hellendorn & M. Reinfrank. *An introduction to fuzzy Control*. 2nd. Ed. Springer Verlag. Berlin. 1996.
3. J.A.K. Suykens, J.P.L.Vandewalle, B.L.R.De Moor, *Artificial Neural Networks for*

Modelling and Control of Non-Linear Systems, Kluwer Academic Pub. Dordrecht, The Netherlands, 1996.

4. C.T. Lin and G.Lee, *Neural Fuzzy Systems: A Neural-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*, Prentice-Hall Inc., NJ, 1996.
5. P.V. Kokotovic, H.K. Khalil and J. O'Reilly, *Singular Perturbations Methods in Control*, Academic Press Inc., 1988.
6. Vadim Ivanovich Utkin, *Sliding Modes in Control and Optimization*, Communication and Control Engineering Series, Springer-Verlag, 1992.
7. Goldberg, D.E., *Genetic Algorithms, in Search, Optimization & Machine Learning*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1997.
8. K. F. Man, K.S. Tang, S. Kwong & W. A. Halang, *Genetic Algorithms for Control and Signal Processing*. London: Springer-Verlag, (Advances in Industrial Control), 1997.

III.5. Temas de investigación del Depto. de Control Automático (30 horas; 5 créditos)

El objetivo de este seminario es mostrar las diferentes áreas de investigación cultivadas por los investigadores del Departamento de Control Automático. Todos los profesores tendrán una intervención equitativa en tiempo.

III.6. Seminario: Taller Experimental (30 horas; 5 créditos)

La finalidad del taller es permitir al participante la validación de conceptos teóricos propios del Control Automático en un ambiente experimental con sistemas físicos reales. Es importante mencionar que si bien en muchos casos el aprendizaje de conceptos del Control Automático mediante la simulación informática es adecuado, en muchos otros, la comprensión de su significado requiere de la experimentación con sistemas físicos reales. Debido a esto, dentro del programa de la maestría en ciencias en Control Automático del DCA se ha incluido este taller experimental que permitirá a los participantes sensibilizarse a los aspectos aplicados del Control Automático. El prototipo empleado es un motor de corriente directa con la instrumentación y la electrónica de potencia asociados. La implementación de las leyes de control será realizada en el ambiente de programación Matlab/Simulink/RTW/Wincon.

- Práctica 1: Familiarización con el ambiente de control en tiempo real Matlab/Simulink/RTW/Wincon y la plataforma de experimentación. Conceptos abordados: Noción de estado, control en tiempo real, simulación.
- Práctica 2: Control en velocidad de un motor de corriente directa utilizando leyes de control Proporcional y Proporcional-Integral. Conceptos abordados: Retroalimentación, Estabilidad, Acción Proporcional, Acción Integral, Sintonización, Incertidumbre, Robustez, Función de Transferencia, Regulación.
- Práctica 3: Control en posición de un motor de corriente directa utilizando leyes de control Proporcional y Proporcional-Derivativa. Conceptos abordados: Retroalimentación, Estabilidad, Acción Proporcional, Acción Derivativa, Sintonización, Función de Transferencia, Regulación, Noción de estado,

Estimación de estados, Localización de polos, Amortiguamiento en Sistemas Mecánicos.

Práctica 4: Control en posición de un motor de corriente directa utilizando un regulador Lineal Cuadrático (Linear Quadratic Regulador, LQR). Conceptos abordados: Retroalimentación, Estabilidad, Sintonización, Regulación, Noción de estado, Estimación de estados, Localización de polos, Optimalidad.

Referencias

1. The Math Works Inc. *Getting Started with Matlab*. Natic, MA: The Math Works, 1997. Versión 5.1. Getstart.pdf.
2. The Math Works Inc. *Languaje Reference Manual*. Natic, MA: The Math Works, 1997. Versión 5. Refbook.pdf.
3. The Math Works Inc. *Real-Time WorkShop. User's Guide*. Natic, MA: The Math Works, 1997. Versión 2.1. rtw_ug .pdf.
4. The Math Works Inc. *Simulink. User's Guide.-* Natic, MA: The Math Works, 1997. Versión 2.1. SI_using .pdf.
5. The Math Works Inc. *Using Matlab*. Natic, MA: The Math Works, 1997. Versión 5.1. Using_ml.pdf.
6. Benjamin C. Kuo *Automatic Control Systems*. Englewood Cliffs,NJ: Prentice Hall, 1995.
7. Richard C. Dorf *Modern Control Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1989.
8. G.C. Goodwin, S.F. Graebe, M.E. Salgado. *Control System Design*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2001.
9. K. Ogata. *Ingeniería de Control Moderna*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall 1993.
10. F.L. Lewis, C.T. Addallah, D.M. Dawson. *Control of robot manipulators*. New York, N.Y.: MacMillan Publishing Company, 1993.

4. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

4.1 PUBLICACIONES DE LOS INVESTIGADORES

4.1.1. Artículos originales de investigación

a) Artículos publicados en extenso en revistas de prestigio internacional con arbitraje estricto.

1. **Azhmyakov, V.**, and **Raisch, J.** "Convex Control Systems and Convex Optimal Control Problems", IEEE Transactions on Automatic Control, Vol. 53, no. 4, 993-998pp, 2008.
2. **Azhmyakov, V.** "An Approach to Controlled Mechanical Systems Based on the Multiobjective Optimization Technique, Journal of Industrial and Management Optimization", vol. 4, no. 4, 697-712pp, 2008.
3. **Azhmyakov, V.**, **Boltyanski, V.G.**, and **Poznyak, A.** "Optimal Control of Impulsive Hybrid Systems, Nonlinear Analysis: Hybrid Systems", Vol. 4, no. 4, 1089-1097pp, 2008.
4. **Baruch, I.S.**, **Beltrán, R.**, **Olivares, J.L.**, and **Flores, J.M.** "A Fuzzy-Neural Multi-Model for Nonlinear Systems Identification and Control", *Fuzzy-Sets and Systems*, Elsevier, ISSN 0165-0114 (2008) 159: 2650-2667pp.
5. **Bonilla, M.**, **Malabre, M.**, and **Pacheco, J.** "External Properness". *Kybernetika*, Vol. 44, No. 3, 360-372pp, 2008.
6. **Aguila, C.**, **Sánchez, J.**, and **Garrido, R.** "Parametric estimation of the Duffing system by using a modified gradient algorithm". *Physics Letters A*, Vol. 372, 210-214pp, 2008.
7. **León, J.A.**, and **Tindel, S.** "Itô's formula for linear fractional PDE's. *Stochastics and Stochastics Reports*" (2008), 80(5): 427-450pp.
8. **Alòs, E.**, **León, J.A.**, and **Vives, J.** "An anticipating Itô formula for Lévy processes". *ALEA* (2008), 4: 285-305pp.
9. **Aguilar, R.** and **Martínez, R.** "Synchronization of a coupled Hodgkin-Huxley neurons via high order sliding-mode feedback" *Chaos Sol. & Fract* 37, 539-546pp, 2008.
10. **Aguilar, R.**, and **Martínez, R.** "Synchronization of a Class of Chaotic signals via robust observer design" *Chaos Sol. & Fract.* 37, 581-587pp, 2008.
11. **Martínez, R.**, **Yu, W.**, and **Cisneros, E.** "A new model-free sliding observer to synchronization problem" *Chaos, Sol. & Fract.*, Vol 36, 1141-1156pp, 2008.
12. **Martínez, R.**, and **Yu, W.** "Chaotic synchronization and secure communication via sliding-mode observer" *International Journal of Bifurcation and Chaos*, Vol. 18, No. 1, 235-243pp, 2008.
13. **Cruz-Victoria, J.**, **Martínez, R.**, and **Rincón, J.J.** "On nonlinear systems diagnosis using differential and algebraic methods" *Journal of the Franklin Institute*, 345, 102-118pp, 2008.
14. **Aguilar, R.**, **Martínez, R.** "Control of chaotic oscillators via a class of model free active controller: Suppression and Synchronization" *Chaos Sol. & Fract*, 38, 531-

- 540pp, 2008.
15. **Neria-González, M.I., Martínez, R., Aguilar, R.** "Feedback regulation of an industrial aerobic wastewater plant" *Chemical Engineering Journal*, Vol. 139 (3), 475-481pp, 2008.
 16. **Mejía-Huguet, V. Janitzio; and Rzedowski, M.** "Galois modular representation of associated Jacobians in the tamely ramified cyclic case. *Manuscripta Math.* 126 (2008), no. 4, 531-543pp.
 17. **Torres, J.A., Kharitonov, V., and Ortiz, B.M.** (2008) "Reduced stability testing set for a Diamond-type family of quasipolynomials", *Multidimensional Systems and Signal Processing*, DOI 10.1007/s11045-008-0052-5
 18. **Martínez, R., and Yu, W.** "Chaotic synchronization and secure communication via sliding-mode observer, *International Journal of Bifurcation and Chasos*, Vol. 18, No. 1, 235-243pp, 2008
 19. **Chairez, I., Poznyak, A., and Poznyak, T.** "*Sliding Mode Neurocontrol for the Class of Dynamic Uncertain Nonlinear Systems*", *International Journal of Control*, 81(1): 74-88pp, 2008. (Impact factor 0.886).
 20. **Álvarez, C., y Villa, G.** "Groups of Automorphisms of Global Function Fields. *International Journal of Algebra* 2008, Vol. 2 , no. 2, 65-78pp
 21. **Pineda, M., y Villa, G.**"Explicit Galois group realizations. *International Journal of Number Theory*, 2008, Vol. 4 , No. 4, 639-652pp.
 22. **Tovar, J.C., and Yu, W.** "Nonlinear System Modeling via On-line Clustering and Fuzzy Support Vector Machines". *International Journal of Modelling, Identification and Control*, Vol.4, No.2, 1-11pp, 2008
 23. **Cervantes, J., Xiaoou Li, Yu, W., and Kang Li** "Support vector machine classification for large data sets via minimum enclosing ball clustering, *Neurocomputing*", Vol.71, 611-619pp, 2008
 24. **Ortiz, F., Yu, Wen and Moreno, M.A.** "Nonlinear systems identification via two types of recurrent fuzzy CMAC, *Neural Processing Letters*", Vol.28, No.1, 49-62pp, 2008.
 25. **Yu, W., and Xiaoou Li,** "Optimization of crude oil blending with neural networks and bias update scheme", *Engineering Intelligent Systems for Electrical Engineering and Communications*, Vol.16, No.1, 28-37pp, 2008
 26. **Yu, W., and Xiaoou Li,** "On-line fuzzy modeling via clustering and support vector machines", *Information Sciences*, Vol.178, 4264-4279pp, 2008.
 27. **Yu, W., Ortiz, F., and Moreno, M.A.,** "Hierarchical fuzzy CMAC for nonlinear systems modelling", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol.16, No.5, 1302-1314pp, 2008
 28. **Resendiz, J., Yu, W., and Fridman, L.** "Two-stage neural observer for mechanical systems", *IEEE Transactions on Circuits and Systems: Part II*, Vol.55, No.10, 1076-1080pp, 2008.

b) Artículos publicados en extenso en otras revistas especializadas, con arbitraje

1. **Yu, W., Morales, A., and Fernandez, G.** “Robust chaotic communication via high gain observer”, *International Journal of Systems, Control and Communications*, Vol.1, No.2, 179-192pp, 2008.
2. **Wang, Z., Zhang, H., Yu, W., and Zhang, Q.** “An LMI Approach to Robust Stability Analysis of Cohen-Grossberg Neural Networks with Time Varying Delay, *ACTA Electronica Sinica*, Vol.36, No.11, 1221-1227pp, 2008
3. **Hua-Guang Zhang, Tie-Dong, Ma, Yu, W., and Jie Fu,** “A practical approach to robust impulsive lag synchronization between different chaotic systems, *Chinese Physics B (formerly Chinese Physics)*, Vol.17 No.10, 3616-3622pp, 2008
4. **Hua-Guang Zhang, Zhao, Yan., Yu, W., and Yang Dong-Sheng,** “A unified approach to fuzzy modelling and robust synchronization of different hyperchaotic systems, *Chinese Physics B (formerly Chinese Physics)*, Vol.17 No.11, 4056-4067pp, 2008

c. Artículos publicados en extenso en memorias de congresos internacionales, con arbitraje

1. **Azhmyakov, V., Boltyanski, V.G., and Poznyak, A.** “*On the Dynamic Programming Approach to Multi-Model Robust Optimal Control Problems*”, Proceedings of the 2008 American Control Conference, Seattle, USA, June 11-13, 4468-4473pp, 2008.
2. **Azhmyakov, V., Attia, S.A., and Raisch, J.** “*On the Maximum Principle for Impulsive Hybrid Systems*”, Proceedings of the 11th International Conference on Hybrid Systems: Computation and Control, St. Louis, USA, April 22-24, 30-42pp, 2008.
3. **Azhmyakov, V., Boltyanski, V.G., and Poznyak, A.** “*First Order Optimization Techniques for Impulsive Hybrid Dynamical Systems*”, Proceedings of the 10th International Workshop on Variable Structure Systems, Antalya, Turkey, June 8-10, 173-178pp, 2008.
4. **Galván, R., and Azhmyakov, V.** “*Relationship between Dynamic Programming and the Maximum Principle for Impulsive Hybrid LQ Optimal Control Problems*”, Proceedings of the 5th International Conference on Electrical Engineering, Computing Sciences and Automatic Control, Mexico, Mexico DF, November 12-14, 131-136pp, 2008.
5. **Galván, R., and Baruch, I.S.** “Anaerobic Digestion Process Identification Using Recurrent Neural Multi-Model”. In: Gelbukh, A., A.F. Kuri-Morales, A.F.(eds.), *Sixth Mexican International Conference on Artificial Intelligence*, 4-10 Nov. 2007, Aguascalientes, Mexico, Special Session, Revised Papers, CPS, IEEE Computer Society, Los Alamos, California, Washington, Tokyo, ISBN 978-0-7695-3124-3 (2008), 319-329 pp.
6. **Baruch, I.S., Galván, R., Gaspar, M., and Melin, P.** “Decentralized Indirect Adaptive Fuzzy-Neural Multi-Model Control of a Distributed Parameter Bioprocess Plant. In”:

International Joint Conference on Neural Networks, IEEE World Congress on Computational Intelligence, WCCI 2008, June 1-6, 2008, Hong Kong, ISBN: 978-1-4244-1821-3, ISSN: 1098-7576, IEEE (2008)1658-1665pp.

7. **Baruch, I.S., Galván, R., Gaspar, M., and Castillo, O.**, “Fuzzy-Neural Control of a Distributed Parameter Bioprocess Plant. In”: *IEEE International Conference on Fuzzy Systems, IEEE World Congress on Computational Intelligence, WCCI 2008*, June 1-6, 2008, Hong Kong, ISBN: 978-1-4244-1819-0, ISSN 1098-7584, IEEE (2008), 2208-2215pp.
8. **Baruch, I.S., and Galván, R.** “Decentralized Direct Adaptive Fuzzy-Neural Control of an Anaerobic Digestion Bioprocess” Plant, In: Yager, R.R., Sgurev, V.S., Jotsov, V. (eds), *Fourth International IEEE Conference on Intelligent Systems*, Sept. 6-8, Varna, Bulgaria, ISBN: 978-1-4244-1740-7, Vol. I, Session 9, Neuro-Fuzzy Systems, IEEE (2008): pp. 9-2 to 9-7.
9. **Baruch, I.S., Galván, R., and Nenkova, B.** “Centralized Recurrent Neural Identification and Control of an Anaerobic Digestion Bioprocess”, In: *International Conference Automatics and Informatics 2008*, Sofia, Bulgaria, Oct. 1-4, 2008, ISSN: 1313-1850, Section XI, Intelligent Systems, UAI, SAI, (2008): pp.XI-1 to XI-4.
10. **Méndez, H., Bonilla, M., Malabre, M., and Pacheco, J.** "Singularly Perturbed Derivative Coupling-Filter". *Proceedings of 17th IFAC World Congress*, 1293-1298pp, Korea, July 6-11, 2008.
11. **Bonilla, M., and Malabre, M.** "Switching Systems: an Implicit Point of View". *Proceedings of 8th Portuguese Conference on Automatic Control- CONTROL'2008*, 637-642pp, UTAD Villa Real, Portugal, July 21-23, 2008.
12. **Bonilla, M., Malabre, M., and Méndez, H., and R.M. Zou.** "Almost Invariant Subspaces: -High Gain Feedback? or -Singularly Perturbed Feedback?". *Proceedings of 47th IEEE-CDC*, 5164-5169pp, Cancun, Mexico, December 9-11, 2008.
13. **Mimila, O., and Collado, J.** “Phase Model for the Relaxed van der Pol oscillator and its application to synchronization analysis Control 08”, UKACC, Manchester, England. Sept 2-4, 2008. pp.
14. **Collado, J., and Lozano, R.** “Strictly Positive Real Systems based on Reduced-Order Observers. R. Johansson, J”. *CDC 2008*, Cancun, México, 2944-2948pp.
15. **Collado, J., and Sanchez, I.** “Modified Carleman Linearization and its use in oscillators.. CCE Conference, Mexico, D.F. Mexico,(6 páginas), Nov 2-4, 2008.
16. **Aguilar, C., Suárez, M.S., Martínez, J.C., and Garrido, R.** “Duffing mechanical oscillator: Algebraic reconstruction”. *Proceedings of the 18th International Symposium on Mathematical Theory of Networks & Systems*. Blacksburg, Virginia, USA. Julio 28- agosto 1, 2008.
17. **Aguilar, C., Gutiérrez, O., Martínez, J.C., Garrido, R., and Gómez, B.** “Lyapunov-based PD linear control of the oscillatory behavior of a nonlinear mechanical system: the inverted physical pendulum with moving mass case”. *Proceedings of the 18th International Symposium on Mathematical Theory of Networks & Systems*. Blacksburg, Virginia, USA. Julio 28- agosto 1, 2008.

18. **Garrido, R., Canul, E., Soria, A.** "Improving Performance of Task Space Controllers using an Inner PD Joint Controller: An Application to Visual Sevoing". International Simposium on Optomechatronic Technologies ISOT 2008. San Diego, USA. 17-19 de noviembre, 2008. Proc. of SPIE, Vol. 7266, 72661R-1.
19. **Garrido, R., Soria, A., and Trujano, M.** "Stable Visual PID Control of a planar parallel robot". International Simposium on Optomechatronic Technologies ISOT 2008. San Diego, USA. 17-19 de noviembre, 2008. Proc. of SPIE, Vol. 7266, 72661R-1.
20. **Garrido, R., Canul, E., and Soria, A.** "Task Space Robot Control using an inner PD loop". Proc. 5th Int. Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Automatic Control CCE 2008. México DF, México. Noviembre 12-14-2008.
21. **Garrido, R., Soria, A., and Trujano, M.** "Visual PID Control of a redundant Parallel Robot". Proc. 5th Int. Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Automatic Control CCE 2008. México DF, México. Noviembre 12-14-2008.
22. **Garrido, R., and Roger, M.C.** "Closed-Loop Identification of a Velocity Controlled DC Servomotor". Proc. 5th Int. Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Automatic Control CCE 2008. México DF, México. Noviembre 12-14-2008.
23. **Flores, E., and Garrido, R.** "Integral observer-based control and closed loop stability of an uncertain servomechanism". Proceedings of the Tenth IASTED International Conference Control Applications 2008 (CA 2008) May 26-28, 2008 Quebec City, Quebec, Canada.
24. **Ibarra, J.M., y Cisneros, R.** "Modelado y Simulación de un Humanoide. *CISCI 2008, 7ª Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática.* Orlando, Florida, EUA. (2008). 6 pp. en CD-ROM. Del 29 Junio al 2 de Julio, 2008.
25. **Malo, A.J., Ibarra, J.M., y Gómez, D.A.** "Estudio de restricciones cinemáticas en robots rodantes". *Memorias del CIINDET 2008, IEEE, 6º Congreso Internacional en Innovación y Desarrollo Tecnológico.* Cuernavaca, Morelos, México (2008). ISBN: 978-968-9152-01-9. 5 pp. en CD-ROM. 8-10 de octubre de 2008.
26. **Ibarra, J.M., Cisneros, R., Hernández, E., Lavín, J.E., y Trujano, M.A.** "Proposición de una técnica de análisis de imágenes para generar los vectores clásicos usados en SLAM". *Memorias del CIINDET 2008, IEEE, 6º Congreso Internacional en Innovación y Desarrollo Tecnológico.* Cuernavaca, Morelos, México (2008). ISBN: 978-968-9152-01-9. 12 pp. en CD-ROM. 8-10 de Octubre de 2008.
27. **Ibarra, J.M., Cisneros, R. Limón, E., Hernández, E., y Malo, A.J.** "Generación automática de mapas urbanos a partir de imágenes satelitales". *Memorias del CIINDET 2008, IEEE, 6º Congreso Internacional en Innovación y Desarrollo Tecnológico.* Cuernavaca, Morelos, México (2008). ISBN: 978-968-9152-01-9. 13 pp. en CD-ROM. 8-10 de Octubre de 2008.
28. **Ibarra, J.M., Cisneros, R., García, L., Lavín, J.E., y Yáñez, I.** "Evasión de obstáculos basada en visión artificial y en sensores infrarrojos para un humanoide". *Memorias del CIINDET 2008, IEEE, 6º Congreso Internacional en Innovación y Desarrollo Tecnológico.* Cuernavaca, Morelos, México (2008). ISBN: 978-968-9152-

- 01-9. 13 pp. en CD-ROM. 8-10 de Octubre de 2008.
29. **Álvarez, I., Poznyak, A., and Malo, A.** "Urban Traffic Control Problem: a Game Theory Approach". 47th IEEE Conference on Decision and Control, Cancun, Quintana Roo, diciembre 9-11,2008, 2168-2172pp
 30. **Rincón, J.J., Martínez, R., and Soria, A.** "Fault diagnosis in nonlinear systems: An application to a three-tank system" American Control Conference, ACC 2008, Seattle, W., USA, 2136-2141pp, 2008.
 31. **Villafuerte, R., Mondié, S., Niculescu, S.I.** "Stability analysis and estimate of the region of attraction of a human respiratory model". 47th Conference on Decision and Control 2644-2649pp Cancun, Mexico, 2008
 32. **Velázquez, E., Kharitonov, V., and Mondié, S.** "Robust stability analysis of a class of neutral type time delay equations 4646-4651pp 47th Conference on Decision and Control, Cancun, Mexico, 2008
 33. **Ochoa, G., and Mondié, S.** "Instability conditions for neutral type time delay systems" 47th Conference on Decision and Control 5286-5290pp Cancun, Mexico, 2008
 34. **Villafuerte, R., Mondié, S., and Poznyak, A.** "Practical stability of time delay Systems: a LMI's approach" 47th Conference on Decision and Control 4807-4812pp Cancun, Mexico, 2008
 35. **Villafuerte, R., Mondié, S., and Poznyak, A.** "Practical Stability of neutral time delay Systems: LMI's approach". 5th International Conference on Electrical Engineering, Computing Sciences and Automatic Control, Mexico, 75-79pp, 2008
 36. **Chairez I., Poznyak, T., García, A., and Poznyak, A.** "Differential neural network observer application for reconstructing of the phenols mixture decomposition and by-products formation in ozonation, IOA-EA₃G International Conference, May 15-16, 2008, Brussels, Belgium, 53- 538pp.
 37. **Gómez, M., García, A., Poznyak, T., Chairez, I., Ríos, E., and Poznyak, A.** "Anthracene decomposition in a model soil by ozone: ozonation products identification", VCIFyQA, 14-18 Abril, **2008**, Ciudad Mar de Plata, Argentina. (N274).
 38. **Chairez, I., Poznyak, A., and Poznyak, T.** "High Order Dynamic Neuro Observer: Application for Ozone Generator". VSS08, 7-9 June of **2008**, Antalia, Turquia, 291-295pp.
 39. **Franco, M., Poznyak, T., Chairez, I., and Poznyak, A.** "Decomposition of VOC's by Ozonation in Gas Phase", IOA/ PAG International Conference, 24-27 August, **2008**, Orlando, Florida, USA, 235-246pp.
 40. **García, A., Poznyak, T., Guerra, P., García, E.I., Chairez, I., and Poznyak, A.** "Software Sensors Design for the Phenols Contaminated Water Treatment by the Combination of Ozonation and Biodegradation". 3IMEBE, 21-25 September of **2008**, Palma de Mallorca, Spain.
 41. **Franco, M., De los Santos, W., Poznyak, T., Chairez, I., and Poznyak, A.** "MTBE and BTEX's mixture decomposition by ozone in gas phase". 3IMEBE, 21-25 September of **2008**, Palma de Mallorca, Spain.

42. **García, A., Poznyak, A., Poznyak, T., Chairez, I.** "Projectional Differential Neural Network Observer with Stable Adaptation Weights". CDC08, 9-12 December, **2008**, Cancun, México, 3652-3657pp.
43. **Chairez, I., Poznyak, A., Poznyak, T.** "Practical stability analysis for DNN observation". CDC08, 9-12 December, **2008**, Cancun, México, 2551-2556pp.
44. **Polyakov, A., and Poznyak, A.** "Lyapunov Function Design for Finite-Time Convergence Analysis of "Twisting" and "Super-Twisting" Second Order Sliding Mode Controllers. SS-FTSM-2, **VSS08**, 7-9 June of **2008**, Antalia, Turquia, 153-158pp.
45. **Jiménez, M., and Poznyak, A.** "Robust Stackelberg Equilibrium for a multi-scenario two players linear affine-quadratic differential game", Proceedings of the 17th World Congress IFAC, The International Federation of Automatic Control Seoul, Korea, July 6-11, **2008**, 3958-3963pp.
46. **Pérez, J.H., and Poznyak, A.,** "Neural control for power ascent of a TRIGA reactor", 2008 American Control Conference (ACC '08), Seattle, WA USA pp. 2190-5, 2008.
47. **Jiménez, M., Poznyak, A., and Alcorta, M.A.** "Leader-follower strategies for a multi-plant differential game", 2008 American Control Conference (ACC '08), Seattle, WA USA, pp. 3839-44, **2008**.
48. **Moya, S., and Poznyak, A** "Numerical Methods for Stackelberg-Nash Equilibrium Calculation with Favorable and Unfavorable Followers", 2008 5th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE 2008), Mexico, **2008**, 125-130pp.
49. **Moya, S., and Poznyak, A.** "Stackelberg-Nash Concept Applied to the Traffic Control Problem with a Dominating Intersection, 2008 5th International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (CCE 2008), Mexico, **2008**, 137-142pp.
50. **García, A., Poznyak, T., Chairez, I., Poznyak, A., y Gómez, M.** "Caracterización de la transferencia de ozono en suelo mediante el cálculo de un parámetro dinámico", 13-16 Mayo, **2008**, Puerto Vallarta, Jalisco, México, SIM-16, 10: 107-117pp.
51. **Kharitonov, V.L., Torres, J.A., and Ortiz, M.B.** "Stability of a multi-diamond type family of quasipolynomials", 47th IEEE Conference on Decision and Control, December 9-11, Cancun-Mexico, (2008), 2880-2885pp.
52. **Wiederhold, P., Morales, S.** "Thinning on quadratic, triangular, and hexagonal cell complexes", en: V.E. Brimkov, R.P. Barneva, H.A. Hauptmann (Eds.), Combinatorial Image Analysis (Proceedings of the 12th Intern. Workshop on Combinatorial Image Analysis IWCI 2008, Buffalo, N.Y., USA, April 2008), Lecture Notes in Computer Science (serie indexado de libros), Vol. 4958 (2008), Springer Verlag Berlin Heidelberg, pag. 13-25. **Nota:** Este artículo es la publicación de la tesis de maestría de Pablo Sandino Morales, estudiante del DCA, defensa de la tesis diciembre 2007, asesora: Petra Wiederhold)
53. **Yu, W., and Xiaoou, L.** "Robust adaptive control via neural linearization and four types of compensation", 2008 International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN'08, Hong Kong, China, 1808-1814pp, 2008

54. **Tovar, J.C., Yu, W.** “Automated fuzzy neural networks for nonlinear system identification”, *2008 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Fuzzy'08*, Hong Kong, China, 1159-1165pp, 2008
55. **Fenghua, Wu, Tianyou, Chai, Yu, W.** “Fuzzy mechanistic model with neural compensation for Estimation of shaft furnaces product quality”, *17th IFAC World Congress*, Seoul, Korea, 7040-7045pp, 2008
56. **Wenjun Jia, Tianyou Chai, Yu, W.** “A novel hybrid neural network for modeling rare-earth extraction process”, *17th IFAC World Congress*, Seoul, Korea, 11427-11432pp, 2008
57. **Qiumei Cong, Tianyou Chai, Yu, W.** “Cascade Process Modeling with Mechanism-Based Hierarchical Neural Networks”, *17th IFAC World Congress*, Seoul, Korea, 5563-5568pp, 2008
58. **Jiménez, S., Yu, W., and Xiaoou Li,** “Synchronization of two ball and beam systems with neural compensation”, *17th IFAC World Congress*, Seoul, Korea, 12781-12786pp, 2008
59. **Cervantes, J., Xiaoou Li, and Yu, W.** “Multi-Class SVM for Large Data Sets Considering Models of Classes Distribution”, *The 2008 International Conference on Data Mining*, Las Vegas, USA, 2008
60. **Resendiz, J., Yu, W., and Fridman, L.** “Discrete-time sliding mode neural observer for continuous time mechanical systems”, *47rd IEEE Conference on Decision and Control, CDC'08*, Cancun, Mexico, 2838-2848pp, 2008.

d. Artículos publicados en extenso en memorias de congresos locales con arbitraje

1. **Garrido, R., Soria, A., y Trujano, M.A.** “Control visual PID de un robot paralelo plano sobreactuado”. 10° Congreso Mexicano de Robótica. México D.F. Septiembre 25 y 26, 2008.
2. **Garrido, R., Canul, E., y Soria, A.** “Control Visual en Cascada de un Robot”. 10° Congreso Mexicano de Robótica. México D.F. Septiembre 25 y 26, 2008.
3. **Garrido, R., y Miranda, R.** “Identificación de un motor de corriente directa en lazo cerrado con un controlador PI”. 10° Congreso Mexicano de Robótica. México D.F. Septiembre 25 y 26, 2008.
4. **Soria, A., y Garrido, R.** “Laboratorio de enseñanza de Control en la Maestría en Ciencias del Departamento de Control Automático”. 10° Congreso Mexicano de Robótica. México D.F. Septiembre 25 y 26, 2008.
5. **Ibarra, J.M., Lavín, J.E., Cisneros, R., y Hernández, E.** “Reconstrucción 3D Monocular para el Sistema de SLAM Visual de un Robot Humanoide”. *Memorias del CoMRob 2008, X Congreso Mexicano de Robótica de la AMRob*. México, DF (2008). 7 pp. en CD. 25-26 de Septiembre de 2008.
6. **Ibarra, J.M., Hernández, E., Neira, J., Cisneros, R., Lavín, J.E.** “SLAM Visual tipo EKF aplicado a un Robot Humanoide”. *Memorias del CoMRob 2008, X Congreso*

Mexicano de Robótica de la AMRob. México, DF (2008). 8 pp. en CD. 25-26 de Septiembre de 2008.

e. Cartas al editor o comentarios publicados en revistas de prestigio internacional

1. **Villa, G., Barrera, F.** "Algebra Lineal", Grupo Patria Cultural, 2007 ISBN 9789708170796. Carta Informativa, SMM, No. 55, Enero 2008.

g. Resúmenes de participación en congresos nacionales e internacionales

1. **Azhmyakov, V., Boltyanski, V.G., and Poznyak, A.** "On the First Order Methods for Hybrid Systems Optimization", Proceedings of the X Workshop "Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems", Moscow, Russia, June 3-6, pp. 1--2, 2008.
2. **Ibarra, J.M., Cisneros, R. Lavín, J., Hernández, E.E.** Proyecto de Humanoides del Cinvestav. *Workshop GTH (Grupo de Trabajo sobre Humanoides)*. Cinvestav, México, DF (2008). 29 de enero de 2008.
3. **Ibarra, J.M., y Cisneros, R.** "Modelado Geométrico, Cinemático y Dinámico del humanoide Robonova". *Workshop GTH (Grupo de Trabajo sobre Humanoides)*. Cinvestav, México, DF (2008). 29 de enero de 2008.
4. **Ibarra, J.M., Cisneros, R., y García, L.** "Sistema de percepción visual, comunicación y control para el humanoide Robonova" (incluye DEMO). *Workshop GTH (Grupo de Trabajo sobre Humanoides)*. Cinvestav, México, DF (2008). 29 de enero de 2008.
5. **Rzedowski, M.** El trinomio $X^p - aX - b$ y un lema de Sullivan. XLI Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana. Fecha: Octubre de 2008. Lugar: Valle de Bravo, Estado de México. Coautores: Pablo Lam y Myriam Maldonado.
6. **Rzedowski, M.** Una extensión $C_p \times C_p$ con mapeo de Hasse-Witt nulo (coautora). XLI Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana. Fecha: Octubre de 2008. Lugar: Valle de Bravo, Estado de México.
7. **Wiederhold, P.** "About the dimension of discrete sets", Section "Applied Topology" of the "2008 Conference on Topology and its Applications", Mexico City, Mexico, July 2008. (congreso internacional, parte de una serie de congresos. <http://docencia.izt.uam.mx/cita/summer-2008/sum.2008>).
8. **Wiederhold, P.** "Thinning on posets related to polygonal tilings and to digital images", ACCOTA'2008 - Aspectos Combinatorios y Computacionales de Optimización, Topología y Algebra (Combinatorial and Computational Aspects of Optimization, Topology and Algebra), Oaxaca, Mexico, December 7-13, 2008. <http://www.math.cinvestav.mx/accota/accota>.

4.1.2. Artículos de revisión en libros publicados por una casa editorial reconocida o revistas de circulación internacional

1. **Wiederhold, P.** Recensión del libro "Geometry of Locally Finite Spaces" (publicado 2008, autor del libro: Vladimir Kovalevsky), *IAPR News Letters*, Vol. 30 No. 4 (Oct. 2008), p. 18-20. (esta recensión fue escrita por invitación)
<http://www.iapr.org/members/newsletter/Newsletter08-04/>)
2. Tovar, J.C., **Yu, Wen** "On-Line Modeling via Fuzzy Support Vector Machines, *MICAI 2008: Advances in Artificial Intelligence*, Springer-Verlag, *Lecture Notes in Computer Science*, LNCS 5317, 220-229, 2008

4.1.3. Capítulos de investigación original en extenso en libros especializados publicados por una casa editorial

1. **Solis, G., Aguilar, R., Femat, R., y Martinez, R.** Una Aproximacion Algebraica de Observabilidad para un Sistema de Diabetes Minimo, Special Issue: Advances in Automatic Control and Engineering, Part 2, M.A. Moreno, C. A. Cruz, J. Alvarez, H. Sira (Eds.), *Research in Computing Science* 36, pp. 413-421, 2008.
2. **Baruch, I., Mariaca, C.R, and Barrera, J.** Recurrent Neural Network Identification and Adaptive Neural Control of Hydrocarbon Biodegradation Processes. In: Hu, Xiaolin, Balasubramaniam, P. (eds.): *Recurrent Neural Networks*, I-Tech Education and Publishing KG, Vienna, Austria, ISBN 978-953-7619-08-4, (2008) Chapter 4: 61-88pp.
3. **Baruch, I., Galván-Guerra, R., and Nenkova, B.,** Centralized Indirect Control of an Anaerobic Digestion Bioprocess Using Recurrent Neural Identifier. In: Dochev, D., Pistore, M., Traverso, P. (eds), *Artificial Intelligence: Methodology, Systems, and Applications* (13-th Intern. Conf. AIMS 2008, Varna, Bulgaria, Sept. 4-6, 2008), LNAI 5253, Springer, Berlin Heidelberg New York, ISSN: 0302-9743, ISBN-10 3-540-85775-3, (2008): 297-310pp.
4. **Chairez, I., Poznyak, A., and Poznyak., T.** "High order Sliding Mode Neurocontrol for uncertain nonlinear SISO systems: theory and applications", en G Bartolini et al. [Eds.] *Modern Sliding Mode Control Theory*, LNCIS 375: 179-200pp, **2008**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, **2008** (Capitulo en libro).
5. **García, A., Poznyak, A., Chirez, I., and Poznyak, T.** "Differential Neural Networks Observer: development, stability análisis and implementation", en Petr Husek [Ed.] *Systems, Structure and Control*, IN-TEH, Vienna, Austria, 61-82pp, **2008** (Capitulo en libro).
6. **Poznyak, A.** "Least Squares Method For Dynamic Systems Identification", *Aportaciones Matemática, Comunicaciones* 39 (volumen especial "Modelos en Estadística y Probabilidad"), Sociedad Matemática Mexicana, **2008**, 107-150pp.
7. **Azhmyakov, V., Attia, S.A. and Raisch, J.** "On the Maximum Principle for Impulsive Hybrid Systems, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Berlin, vol. 4981, 30-42, 2008pp.

4.1.4. Libros especializados que cubran el trabajo del investigador, publicados por una casa editorial reconocida

1. **Poznyak, A.** *Advanced Mathematical Tools for Automatic Control Engineers. Vol.1: Deterministic Technique*, Elsevier, New York, **2008**. (totally 775 pages) ISBN 978 0 08 0444674 5

4.1.5. Edición de libros especializados de investigación o docencia (selección, coordinación y compilación), publicados por una casa editorial reconocida

1. **Gonzalez, J.M., León, J.A., Pérez, A., Rincón, L., y Villa, J.** "Modelos en Estadística y Probabilidad. Aportaciones Matemáticas. Comunicaciones 39. Sociedad Matemática Mexicana, ISBN: 978-607-2-00262-3, 272pp., 2008.

4.2.6. Divulgación Científica d. Reseña de Artículos

1. **V. Azhmyakov.** "Lyapunov Function-Based Stochastic Small-Gain Theorem and its Applications", Z.J. Wu, **IEEE Transactions on Automatic Control**.
2. **V. Azhmyakov.** "Switching-Time Optimization in Switched Autonomous Systems Using Projected Gradient Descent Method", F. Tahersima, M.-J. Yazdanpanah, A. Rahimi-kian, **IEEE Transactions on Automatic Control**.
3. **V. Azhmyakov.** "Optimal Control of Observable Continuous Time Harkov Chains", R. Brockett, **47th IEEE Conference on Decision and Control**.
4. **V. Azhmyakov.** "Reliability in Distributed Queuing Systems in the Presence of Random Delays", S. Dhakal, M.M. Hayat, J.E. Pezoa, **47th IEEE Conference on Decision and Control**.
5. **V. Azhmyakov.** "Generalized Piecewise Linear Feedback Stabilizability of Controlled Linear Switched Systems", Z.Szabo, J. Bokor, g. Balas, **47th IEEE Conference on Decision and Control**.
6. **V. Azhmyakov.** "State-Dependent Trajectory Planning and Tracking Control of Unmanned Surface Vessels", R.A. Soltan, H. Ashrafiuon, K.R. Muske, **47th IEEE Conference on Decision and Control**.
7. **V. Azhmyakov.** "Design of Sliding Mode Controllers with a Guaranteed Region of Convergence", T. Takahashi, M. Yamakita, **47th IEEE Conference on Decision and Control**.
8. **V. Azhmyakov.** "Approximate Solution of Hyper-Sensitive Optimal Control Problems Using Finite-Time Lyapunov Analysis", E. Aykutlug, K.D. Mease, **2009 American Control Conference**.
9. **V. Azhmyakov.** "Further Results on Lyapunov-Krasovskii Functionals via Nonlinear Small-Gain Conditions for Interconnected Retarded iISS Systems", H. Ito, P. Pepe, Z.P. Jiang, **2009 American Control Conference**.

10. **V. Azhmyakov.** “A Decentralised Sliding Control Approach for Distributed Simulation of Differential-Algebraic Equation Systems”, S.M. Azizi, B.W. Gordon, V. Ramachandran, **European Journal of Control.**
11. **V. Azhmyakov.** “Non-fragile Observer-based Guaranteed Cost Control for State Time-delay System with Measurement Disturbances and Controller Perturbations”, X. Fang, J. Wang **European Journal of Control.**
12. **V. Azhmyakov.** “Unmatched Perturbation Accommodation for an Aerospace Launch Vehicle Autopilot Using Dynamic Sliding Manifolds”, J. Roshaniana, B. Ebrahimib, M. Esfahaniana, M. Bahramib, **European Journal of Control.**
13. **V. Azhmyakov.** “Robust H_{∞} Control for a Class of Uncertain Switched Nonlinear Systems”, L. Li, J. Zhao, G.M. Dimirovski, **European Journal of Control.**
14. **V. Azhmyakov.** “Flatness based approach for the manipulation of a Microscopic Particle by Optical Tweezers”, C.Ibanez, A. Barranon-Cedillo, H. Sira-Ramirez, **International Journal of Control.**
15. **V. Azhmyakov.** “Optimization of Large-Scale Systems Using Gradient-Type Interaction Prediction Approach”, N. Sadati, M.H. Ramezani, **Electrical Engineering.**
16. **V. Azhmyakov.** “Construction of Nested Transversal Schedules for the Optimal Control of ODEs”, J. Sternberg, A. Griewank, **Optimal Control: Applications and Methods.**
17. **J.A. León.** Reseña de: Some results on stochastic porous media equations. *Boll. Unione Mat. Ital.* (2008) 9(1): 1-15pp, de Barbu, V., Da Prato, G. y Rockner, M. En: *Mathematical Reviews* (2008) m. Número de reseña: 60109. Número de control: MR2387994.
18. **J.A. León.** Reseña de: Quasi sure analysis of local times of anticipating smooth semimartingales. *Bull. Sci. Math.* (2007) 131(8): 697-715pp, de Cao, G., He, K. y Liang, Z. En: *Mathematical Reviews* (2008) k. Número de reseña: 60129. Número de control: MR2372462.
19. **J.A. León.** Reseña de: Stochastic differential equations-some new ideas. *Stochastics* (2007) 79(6): 563-600pp, de Proske, F. En: *Mathematical Reviews* (2008) m. Número de reseña: 60106. Número de control: MR2368369.
20. **J.A. León.** Reseña de: Random fields: non-anticipating derivative and differentiation formulas. *Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat Top.* (2007) 10(3): 465-481pp, de Di Nunno, G. En: *Mathematical Reviews* (2008) h. Número de reseña: 60206. Número de control: MR2355812.
21. **J.A. León.** Reseña de: Concentration of invariant measures for stochastic generalized porous media equations. *Infin. Dimens. Anal. Quantum Probab. Relat Top.* (2007) 10(3): 397-409pp, de Rockner, M. y Wang, F.-Y. En: *Mathematical Reviews* (2008) h. Número de reseña: 60254. Número de control: MR2354368.
22. **J.A. León.** Reseña de: Continuity with respect to the Hurst parameter of the laws of the multiple fractional integrals. *Stochastic Process. Appl.* (2007) 117(9): 1189-1207pp, de Jolis, M. y Viles, N. En: *Mathematical Reviews* (2008) g. Número de reseña: 60011. Número de control: MR2343935.

23. **J.A. León.** Reseña de: Stochastic generalized porous media and fast diffusion equations. *J. Differential Equations* (2007) 238(1): 118-152pp, de Ren, J., Rockner, M. y Wang, F.-Y. En: *Mathematical Reviews* (2008) e. Número de reseña: 76170. Número de control: MR2334594.
24. **J.A. León.** Reseña de: Power variation of multiple fractional integrals. *Cent. Eur. J. Math.* (2007) 5(2): 358-372pp, de Tudor, C. y Tudor, M. En: *Mathematical Reviews* (2008) a. Número de reseña: 60140. Número de control: MR2300278.
25. **J.A. León.** Reseña de: Asymptotic statistical equivalence for ergodic diffusions: the multidimensional case. *Probab. Theory Related Fields* (2007) 137(1-2): 25-47pp, de Dalalyan, A. y Reib, M. En: *Mathematical Reviews* (2008) a. Número de reseña: 62006. Número de control: MR2278451.
26. **J.A. León.** Reseña de: Large deviations for stochastic generalized porous media equations. *Stochastic Process. Appl.* (2006) 116(12): 1677-1689pp, de Rockner, M., Wang, F.-Y. y Wu, L. En: *Mathematical Reviews* (2008) b. Número de reseña: 60045. Número de control: MR2307054.
27. **J.A. León.** Reseña de: On the stability with probability one for a class of stochastic semigroups. *Theory Stoch. Process.* (2005) 11(3-4): 58-62pp, de Chani, A.C. En: *Mathematical Reviews* (2008) f. Número de reseña: 60036. Número de control: MR2330001.
28. **M. Rzedowski.** Marzo de 2008 (2 353 964; Bauer, Jacobson, Lee, Scheidler;2008i:11135)
29. **M. Rzedowski.** Marzo de 2008 (2 365 217; Byott, Elder; 2008k:111233)
30. **M. Rzedowski.** Marzo de 2008 (2 358 265; Scheidler, Stein;MR2358265)
31. **M. Rzedowski.** Junio de 2008 (2 376 523; Takehiro; 2008m:11226)
32. **M. Rzedowski.** Agosto de 2008(2401990;Wilke;2009a:11131)
33. **M. Rzedowski .** Septiembre de 2008 (2 423 748; Aubry, Blache;)
34. **Villa, G.** 2317629 Garcia, Arnaldo; □ Ozbudak, Ferruh (2008c:11092).Reseña del Artículo: MR2317629 (2008c:11092) Garcia, Arnaldo; Ozbudak, Ferruh, Some maximal function fields and additive polynomials. *Comm. Algebra* 35 (2007), no. 5, 1553-1566.
35. **Villa, G.** 2307132 Wittman, Christian (17 de octubre de 2007) (2008d:11129)Reseña del Artículo: MR2307132 (2008d:11129) Wittmann, Christian, l-class groups of cyclic function fields of degree l. *Finite Fields Appl.* 13 (2007), no. 2, 327-334.
36. **Villa, G.** 12333615 Wittman, Christian (3 de diciembre de 2007) (2008g:11190). Reseña del Artículo: MR2333615 (2008g:11190) Wittmann, Christian, l-parts of divisor class groups of cyclic function fields of degree l. *Int. J. Number Theory* 3 (2007), no. 2, 171-190
37. **Villa, G.** 2291883 Wu, Qingquan; Scheidler (2008a:11144).Reseña del Artículo: MR2291883 (2008a:11144) Wu, Qingquan; Scheidler, Renate An explicit treatment of biquadratic function fields. *Contrib. Discrete Math.* 2 (2007), no.1, 43-60pp.
38. **Villa, G.** DE050010159 Agboola Adebisi; Howard Benjamín (19 de noviembre de 2007) (1130.11058).Reseña del Artículo: Zbl 1130.11058 Agboola, Adebisi; Howard,

- Benjamin, Anticyclotomic Iwa-sawa theory of CM elliptic curves. II. (English) Math. Res. Lett. 12, No. 5-6, 611-621 (2005).
39. **Villa, G.** DE050744558 Pacelli Allison (27 de noviembre de 2008) (1130.11061). Reseña del Artículo: Zbl 1130.11061 Pacelli, Allison M., A lower bound on the number of cyclicfunction fields with class number divisible by n . (English) Can. Math. Bull. 49, No. 3, 448-463 (2006)
 40. **Villa, G.** DE052164127 Bauer M.; Jacobson J.R. Jr.; Lee Y.; Scheidler R. (6 de diciembre de 2007) (1131.11073). Reseña del Artículo: Zbl 1131.11073 Bauer, M.; Jacobson, M.J.jun; Lee, Y.; Scheidler, R., Construction of hyperelliptic function fields of high three-rank. (English) Math. Comput. 77, No. 261, 503-530 (2008)
 41. **Villa, G.** DE05207305X V^{aj^aitu} , Marian & Zaharescu, Alexandru (14 de noviembre de 2008) (1131.11076) Reseña del Artículo: Zbl 1131.11076 V^{aj^aitu} , Marian; Zaharescu, Alexandru, Trace functions and Galois invariant p -adic measures. (English) Publ. Mat., Barc. 50, No. 1, 43-55 (2006)
 42. **Villa, G.** DE052238525 Agboola, Adebis (23 de enero de 2008) (1130.11029) Reseña del Artículo: Zbl 1130.11029 Agboola, A., On Rubin's variant of the p -adic Birch and Swinnerton-Dyer conjecture. (English) Compos. Math. 143, No. 6, 1374-1398 (2007).
 43. **Villa, G.** DE05192049X Mejía-Huguet, Janitzio; Rzedowski-Calderón Martha (6 de febrero de 2008) (1131.13011) Reseña del Artículo: Zbl 1131.13011 Mejía-Huguet, V.Janitzio ; Rzedowski-Calderón, Martha, Tate cohomology of divisible modules. (Cohomologa de Tate de mdulos divisibles.) (Spanish. English summary) Aguilar, M. (ed.) et al., XXXVII congreso nacional de la Sociedad Matemtica Mexicana, Ensenada, México, del 10 al 15 de octubre de 2004. Memorias. México: Sociedad Matemtica Mexicana. Aportaciones Matemticas. Comunicaciones 35, 13-29 (2005).
 44. **Villa, G.** DE050537857 Lee, Yoonjin; Pacelli, Allison M. (20 de febrero de 2008) (1133.11062) Reseña del Artículo: Zbl 1133.11062 Lee, Yoonjin; Pacelli, Allison M., Higher rank subgroups in the class groups of imaginary function fields. (English) J. Pure Appl. Algebra 207, No. 1, 51-62 (2006).
 45. **Villa, G.** DE052045897 Anderson, Greg W. (20 de febrero de 2008) (1133.11041). Reseña del Artículo: Zbl 1133.11041 Anderson, Greg W., Interpolation of numbers of Catalan type in a local field of positive characteristic. (English) J. Reine Angew. Math. 609, 81-136 (2007).
 46. **Villa, G.** DE05031460X Zaharescu, Alexandru (20 de febrero de 2008) (1133.11067). Reseña del Artículo: Zbl 1133.11067 Zaharescu, Alexandru, Partitions associated with Galois maps over p -adic fields. (English) Bol. Soc. Mat. Mex., III. Ser. 11, No. 2, 181-189 (2005).
 47. **Villa, G.** DE051961563 Abashkin, Victor (29 de abril de 2008) (1135.11064). Reseña del Artículo: Abrashkin, Victor, An analogue of the field-of-norms functor and of the Grothendieck conjecture. (English) J. Algebr. Geom. 16, No. 4, 671-730 (2007).
 48. **Villa, G.** DE051658973 Burns, David; Venjakob, Otmar (11 de marzo de 2008) (1142.11046) Reseña del Artículo: Zbl 1142.11046 Burns, David; Venjakob, Otmar, On the leading terms of zeta isomorphisms and p -adic L-functions in non-

- commutative Iwasawa theory. (English) Doc. Math., J. DMV Extra Vol., 165-209 (2006).
49. **Villa, G.** DE052858665 Groza, Ghiocel; Popescu, Nicolae; Zaharescu, Alexandru (18 de junio de 2008) (1140.11055) Reseña del Artículo: Zbl 1140.11055 Groza, Ghiocel; Popescu, Nicolae; Zaharescu, Alexandru, Norms on $R[X_1; \dots; X_r]$ which are multiplicative on R . (English) Result. Math. 51, No. 3-4, 229-247 (2008). DE052857229 Jones, John; Roberts, David (18 de junio de 2008) (1140.11056) Reseña del Artículo: Zbl 1140.11056 Jones, John W.; Roberts, David P., Octic 2-adic fields. (English) J. Number Theory 128, No. 6, 1410-1429 (2008).
50. **Villa, G.** DE050294982 Vostokov, S.V.; Bekker B.M. (5 de septiembre de 2008) (1146.11060) Reseña del Artículo: Zbl 1146.11060 Vostokov, S.V.; Bekker, B.M., Distinguished isogenies for formal groups in local fields with small ramification. (Russian, English) J. Math. Sci., New York 140, No. 5, 655-659 (2006).
51. **Villa, G.** DE052690518 Sumida-Takahashi, Hirokai (5 de septiembre de 2008) (1145.11075) Reseña del Artículo: Zbl 1145.11075 Sumida-Takahashi, Hiroki, Examples of the Iwasawa invariants and the higher K-groups associated to quadratic fields. (English) J. Math., Univ. Tokushima 41, 33-41 (2007).
52. **Villa, G.** DE053462061 Mejía-Huguet Janitzio; Rzedowski-Calderón Martha (7 de octubre de 2008) Reseña del Artículo: Zbl pre05346206 Mejía-Huguet, V. Janitzio; Rzedowski-Calderón, Martha, Galois modular representation of associated jacobians in the tamely ramified cyclic case. (English) Manuscr. Math. 126, No. 4, 531-543 (2008).
53. **Villa, G.** DE053564651 Ducros, Antoine (31 de octubre de 2008) Reseña del Artículo: Zbl pre05356465 Ducros, Antoine, p-adic analytic geometry: Berkovich's theory. (Géométrie analytique p-adique: la théorie de Berkovich.) (French) Gaz. Math., Soc. Math.

5. ESTUDIANTES GRADUADOS

5.1 MAESTRÍA

Eduardo Hernández Márquez. "Detección de fallas en sistemas lineales".

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Jorge Antonio Torres Muñoz

Fecha de obtención: 27 de marzo de 2008

Miguel Ángel Trujano Cabrera. "Control Visual de un robot paralelo plano sobreactuado".

Especialidad: Control Automático

Directores de tesis: Dr. Rubén Garrido Moctezuma, Dr. Alberto Soria López.

Fecha de obtención: 25 de julio de 2008.

Irving Andrés Sánchez Lima. "Lineación de Carleman y su uso en Osciladores".

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Joaquín Collado Moctezuma.

Fecha de obtención: 20 de agosto de 2008.

Zizilia Zamudio Beltrán. “Control Óptimo LQ para Sistemas Híbridos en Redes”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Ddr. Vadim Azhmyakov.

Fecha de obtención: 12 de septiembre de 2008.

Víctor José Rosas Vázquez. “Optimización de Sistemas Monótonos”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Vadim Azhmyakov.

Fecha de obtención: 17 de septiembre de 2008.

Ángel David Gómez Sánchez. “Control visual de robots móviles tipo unicycle”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha.

Fecha de obtención: 18 de septiembre de 2008.

Eric Hernández Castillo. “SLAM Visual para un robot humanoide”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha.

Fecha de obtención: 24 de noviembre de 2008.

Alejandro Paz Peña. “Solución heurística para el problema de flujo de trabajo con restricciones de secuencia”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Cristóbal Vargas Jarillo.

Fecha de obtención: 17 de diciembre de 2008.

5.2 DOCTORADO

Myriam Rosalia Maldonado Ramírez. “Sobre p-extensiones de campos de funciones con mapeo de Hasse-Witt nulo”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dra. Martha Rzedowski Calderón.

Fecha de obtención: 17 de enero de 2008.

Dora María Calderón Nepamuceno. “Control difuso adaptable de servomecanismos no lineales”. Director de tesis: Dr. Rubén Garrido Moctezuma y Dr. Alberto Soria López. 31 de enero de 2008.

José Juan Rincón Pasaye. “Estimación de Fallas en Sistemas no lineales: un enfoque algebraico diferencial”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Rafael Martínez Guerra. 30 de junio de 2008.

Juan Eduardo Velázquez Velázquez. “Funcionales completas de Lyapunov-Krasovskii

para ecuaciones con retardo de tipo neutral sus aplicaciones”. Director de tesis: Dra. Sabine Mondié Cuzange y Dr. Vladimir L. Kharitonov. 16 de julio de 2008.

José Humberto Pérez Cruz. “Control robusto de la potencia de un reactor nuclear de investigación usando redes neuronales diferenciales”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Alexander Pozniak Gorbach. 18 de septiembre de 2008.

Floriberto Ortíz Rodríguez. “Análisis y diseño de redes neuronales CMAC para la identificación y control de sistemas no lineales”. Director de tesis: Dr. Wen Yu Liu y Dr. Marco Antonio Moreno Armendariz. 31 de octubre de 2008.

Samuel Eduardo Moya Ochoa. “Cálculo numérico del equilibrio de Stackelberg-Nash en juegos estáticos”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Alexander Pozniak Gorbach. 25 de noviembre de 2008.

Jesica Azucena Escobar Medina. “Estimación de parámetros variantes en tiempo de procesos estocásticos en tiempo continuo con ruidos autocorrelacionados”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dr. Alexander Pozniak Gorbach. 28 de noviembre de 2008.

Julio Cesar Tovar Rodríguez. “Modelado con selección de estructura automática usando SVM difusos”. Director de tesis: Dr. Wey Yu Liu. 27 de noviembre de 2008.

Blaca Margarita Ochoa Galván. “Estabilidad e inestabilidad de sistemas con retardos vía funcionales de Lyapunov-Krasovskii de tipo completo”.

Especialidad: Control Automático

Director de tesis: Dra. Sabine Mondié Cuzange. 3 de diciembre de 2008.

6. DISTINCIONES

1. **J. M. Ibarra Zannatha, R. Cisneros Limón, L. García Cobos, J. E. Lavín Delgado, I. Yáñez Díaz.** Evasión de obstáculos basada en visión artificial y en sensores infrarrojos para un humanoide. *Memorias del CIINDET 2008, IEEE, 6º Congreso Internacional en Innovación y Desarrollo Tecnológico.* Cuernavaca, Morelos, México (2008). ISBN: 978-968-9152-01-9. 13 pp. en CD-ROM. 8-10 de Octubre de 2008. **Reconocimiento como mejor artículo en el área de Control Automático.**
2. **Torres, J.A.** Designación como Director Adjunto de la UMI LAFMIA 3175 CNRS del Cinvestav desde el 28 de marzo 2008 por un periodo de 4 años
3. **Vargas, C. Conferencia Invitada:** “On the Epidemiology of the West Nile Virus”. Taller de Análisis y Matemáticas Aplicadas. 18-20 de septiembre, 2008. Universidad Michoacana, Morelia, Mich. 5-7 de Octubre.
4. **Vargas, C. Conferencia Invitada:** “ Sobre el trabajo del Dr. Miguel Angel Flores”. Homenaje póstumo al Dr. Miguel Angel Flores. 6 de octubre de 2008. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Ixtapalapa, D.F.
5. **Vargas, C. Participación Invitada:** “Tendencias Actuales de las Matemáticas”. I

Coloquio de Matemáticas. Facultad de Ciencias- UNAM. 20-24 de octubre de 2008

6. **Villa, G.** Cátedra Max Deuring del Departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, del 1 de octubre de 2008 al 30 de septiembre de 2009.

7 PARTICIPACIÓN EN COMITÉS DE EVALUACIÓN

Vadim Azhmyakov. The "ICO Board: International Curriculum Option of Doctoral Studies in Hybrid Control for Complex, Distributed and Heterogeneous Embedded Systems", the European Union, 2008, (www.piaggio.cci.unipi.it/ICO/ICO.htm).

Vadim Azhmyakov. Programming Committee of the **X Workshop "Stability and Oscillations** of Nonlinear Control Systems", Moscow, Russia, 2008, (www.ipu.ru/semin/stab08/english/index.html).

Vadim Azhmyakov. Several **Evaluating Committees for Doctoral Defences**, Departamento de Control Automatico, CINVESTAV, Mexico DF, 2008.

Sabine Mondié Cuzange. Editor asociado de la revista *European Journal of Control*

Rafael Martínez Guerra. Revisor para las siguientes revistas internacionales en el 2008: IEEE Transactions on AUTOMATIC CONTROL, INTERNATIONAL JOURNAL OF CONTROL, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS II, EUROPEAN JOURNAL OF CONTROL, INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMS SCIENCE, JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE, MATHEMATICAL REVIEWS, CHEMICAL PRODUCT AND PROCESS MODELING, Editor Asociado del INTERNATIONAL JOURNAL OF AUTOMATIC, CONTROL AND SYSTEMS ENGINEERING, Editor Asociado del JOURNAL OF ADVANCED RESEARCHES, ON DYNAMICAL AND CONTROL SYSTEMS, ARBITRO DEL 5th Int. Conference on Electrical Engineering Computing Science and Automatic Control (CCE 2008), ARBITRO DEL Congreso Nacional del AMCA 2008 (CIC-IPN) y ARBITRO DEL XIII Congreso Latinoamericano de Control Automatico (Universidad de los Andes, Venezuela) 2008.

Gabriel Villa Salvador. Evaluador de un proyecto de investigación de CONACyT, enero de 2008. Arbitro para la revista Miscelánea Matemática, enero de 2008. Evaluador de un proyecto de investigación de CONACyT, abril de 2008. Miembro de los comités de revisión de apelaciones para el ingreso al Padrón Nacional de Programas de Posgrado del CONACyT-SEP, 27 de mayo de 2008. Evaluador para "Young Scientist Award of TUBITAK", junio de 2008, Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de Turquía. Evaluador Carta Informativa de la Sociedad Matemática Mexicana, mayo de 2008. Evaluador Carta Informativa de la Sociedad Matemática Mexicana, junio de 2008. Evaluador en el premio Sotero Prieto a la mejor tesis de Licenciatura en Matemáticas de la Sociedad Matemática Mexicana, agosto de 2008. Arbitro para la revista Acta Arithmetica, agosto 2008. Miembro de la cartera de evaluadores de la Comisión Nacional de Acreditación de Chile (CNACHile), desde noviembre de 2008. Evaluador para la acreditación del Magister en Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Valparaiso, Chile. Noviembre-diciembre de 2008.

Comités Editoriales: Miembro del Comité Editorial y del Comité de Difusión de la Carta Informativa de la Sociedad Matemática Mexicana, Desde 1 de junio de 2006.

Petra Wiederhold. Revisora para Lecture Notes on Computer Science, Springer, Vol. 4872 (2008). Miembro del comité de programa del “Workshop on Combinatorial Image Analysis - IWICIA’2008” (Buffalo, USA, 2008). (<http://www.cs.fredonia.edu/iwcia08/committees.html>)

8. PROYECTOS FINANCIADOS POR AGENCIAS NACIONALES O INTERNACIONALES DE APOYO A LA CIENCIA (CONACYT, COSNET, FUNDACIÓN ROCKERELLER, ETC.)

Proyecto: **Hybrid Control: Taming Heterogenety and Complexity of Networked Embedded Systems**

Vigencia: (2004-08)

Fecha de inicio: 2004

Responsable del proyecto: Dr. Vadim Azhmyakov

Fuente de Financiamiento:

Monto:

Proyecto: **Methods from Discrete Mathematics for the Syntesis and Control of chemical Processes (2005-08).**

Vigencia: (2005-08)

Fecha de inicio:

Responsable del proyecto: Dr. Vadim Azhmyakov

Fuente de Financiamiento:

Monto:

Proyecto: **Sistemas lineales, enfoques algebraicosy geométricos I0110/127/08 Mod. Ord. 38/08**

Vigencia: Dic 2006 -Dic. 2008.

Fecha de inicio: Diciembre, 2006

Responsable del proyecto: Dr. Moisés Bonilla

Fuente de financiamiento: CONACYT-CNRS

Monto: \$ 27,060

Proyecto: **Control de una Grua 3D.**

Vigencia: Dic 2006 -Dic. 2008.

Fecha de inicio: Diciembre, 2006

Responsable del proyecto: Dr. Joaquín Collado Moctezuma

Fuente de financiamiento: CONACYT - CNRS

Monto: \$ 200,000.00

Proyecto: **Sistemas estocásticos y aplicaciones (2005-08).**

Vigencia: 2005-2006

Investigador responsables: Luis G. Gorostiza

Investigadores participantes: Luis G. Gorostiza y Jorge A. León Vázquez

Fuente de financiamiento: Conacyt No. 45684-F

Proyecto: **Análisis y control de sistemas con retardos por medio de funcionales de Lyapunov Krasovskii**

Vigencia: (2007-10)

Fecha de inicio: Agosto 2007

Investigadora responsable: Dra. Sabine Mondie Cuzange

Investigadores participantes: Dr. Vladimir Kharitonov y Omar Santos

Fuente de financiamiento: Conacyt

Monto: \$ 317,000

Proyecto: **Laboratorio Franco-Mexicano de Informática y Automática Aplicadas UMI LAFMIA CNRS**

Vigencia: 05/10/2008 al 30/07/2009

Fecha de inicio: 5 de octubre 08

Responsable: Dr. Jorge A. Torres Muñoz (CINVESTAV)

Participantes: 7 Universidades en Francia y 16 Instituciones y Universidades en México.

Fuente de Financiamiento: CONACYT-CNRS

Monto: \$4'000,000

Proyecto: **Modelación Matemática de la epidemiología de enfermedades producidas por arbovirus**

IN 108607-3

Vigencia: Enero 2007- enero2010

Responsable: Dra. Lourdes Esteva

Participantes: Dr Gustavo Cruz, Dra Lourdes Esteva, Dr. Cristóbal Vargas

Fuente de financiamiento: UNAM

Monto:\$ 130,117

Proyecto: **Neural adaptive control for nonlinear multiple time scale dynamic systems**

Vigencia: julio 2007-julio 2010.

Responsable : Wen Yu

Fuente de financiamiento: CONACYT No: CONACyT-50480Y

Monto: \$ 664, 200.00

Proyecto: **Optimización del tráfico urbano basado en teoría de conflictos con modelos en Cadenas de Markov controlados C01-47048/A-1**

Vigencia: 2005-08

Responsable: A. Poznyak

Fuente de financiamiento: Conacyt

Monto: \$299,000

Proyecto: Neuro control de procesos de remediación del medio ambiente representados en ecuaciones diferenciales parciales: Aplicación a procesos de tratamiento de suelo y aire contaminado. 83593

Vigencia: 2008-2010

Responsable: A. Poznyak

Fuente de financiamiento: Conacyt

Monto: \$ 1'500,000

ARROPAR (CLAVE: A/013063/07)

Proyecto: Desarrollo de órtesis y prótesis para personas discapacitadas basadas en plataformas paralelas activas.

Vigencia: Enero 2008 a Diciembre 2009.

Coordinador Internacional: Dr. Roque Saltarén (U. Politécnica de Madrid, España).

Responsable (parte mexicana): Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha (DCA-Cinvestav).

Instituciones Participantes: U. Politécnica de Madrid y U. Miguel Hernández (España), U. Nacional de Tucumán (Argentina), U. Nacional de Colombia y U. del Cauca (Colombia), U. Tecnológica de Panamá (Panamá), U. Central Marta Abreu de las Villas (Cuba), Cinvestav (México).

Financiado por: CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología

OPENSURG (CLAVE PENDIENTE)

Nombre del Proyecto: Docencia e Investigación en Robótica Médica utilizando recursos software de código abierto.

Vigencia: Enero 2009 a Diciembre 2012.

Coordinador Internacional: Dr. José M. Sabater (U. Miguel Hernández, España).

Responsable (parte mexicana): Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha (DCA-Cinvestav).

Instituciones Participantes: U. Politécnica de Madrid (España), U. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Colombia), U. del Cauca (Colombia), U. Nacional de Tucumán (Argentina), U. Tecnológica de Panamá (Panamá), U. Central Marta Abreu de las Villas (Cuba), Cinvestav (México).

Financiado por: CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología

Para mayor información dirigirse a:

Jefatura del Departamento de Control Automático

Av. Instituto Politécnico Nacional 2508 Colonia San Pedro Zacatenco

07360 México, DF, México

Tels: (55) 57 47 37 36 y (55) 57 47 37 95

Fax: (55) 57 47 39 82 y (55) 57 47 38 12

apoznyak@ctrl.cinvestav.mx

Coordinación Académica del Departamento de Control Automático

Av. Instituto Politécnico Nacional 2508 Colonia San Pedro Zacatenco

07360 México, DF, México

Tels: (55) 57 47 37 33 y (55) 57 47 37 96

Fax: (55) 57 47 38 00 Ext. 4238 y (55) 57 47 38 12

smondie@ctrl.cinvestav.mx