



PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Universidad de Chile

Julio 2004

Indice

I	Identificación del Programa	2
II	Objetivos	3
III	Fundamentos de la propuesta	3
IV	Reglamento del Programa	17
V	Cuerpo Académico del Programa	23
VI	Lista de cursos	25

ANEXO I: Fichas curriculares del cuerpo académico del Programa

ANEXO II: Descripción de los cursos de formación general

I. IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

1.1. NOMBRE DEL PROGRAMA

Doctorado en Ingeniería Eléctrica

Nota: Se ha preferido este nombre, en lugar de "Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Eléctrica", por ser la forma más usual de denominación utilizada en el mundo para programas de doctorado de este tipo.

1.2. GRADO PROPUESTO

Doctor en Ingeniería Eléctrica

1.3. DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

El programa está dividido en 4 etapas:

- a) Cursos correspondientes a 50 UDs orientados a la formación general del candidato.
- b) Cursos correspondientes a 70 UDs orientados a la formación específica del alumno. Tanto los cursos de formación general como los específicos podrán ser homologados por el Comité Académico a aquellas personas que hayan cursado cursos equivalentes de nivel de Postgrado.
- c) Examen de Calificación.
- d) Elaboración de una Tesis.

La permanencia máxima efectiva para optar al grado de Doctor será de doce (12) semestres y la mínima efectiva será de seis (6) semestres. En caso que existan actividades curriculares homologables realizadas con anterioridad por el candidato, la permanencia efectiva mínima será de cuatro (4) semestres.

1.4. RESPONSABLE DEL PROGRAMA

El programa será administrado por la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, a través de un Comité Académico. El Comité Académico estará integrado por al menos tres académicos con grado de doctor que pertenezcan a las dos más altas jerarquías académicas de la Universidad. Uno de estos académicos actuará como Coordinador del Programa y tendrá la responsabilidad de presidir dicho Comité.

II. OBJETIVOS

El Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica tiene por objetivo formar especialistas autónomos al más alto nivel, capaces de comprender cabalmente los fenómenos, tecnologías y métodos empleados en el campo de la Ingeniería Eléctrica y disciplinas afines, con el propósito de encontrar soluciones a problemas de alta complejidad en esta área, de proponer mejoras a las soluciones existentes y de contribuir al avance del conocimiento en esta disciplina.

Aprovechando la completa formación en ciencias básicas y de la Ingeniería, el doctor graduado en este programa estará capacitado para realizar investigación y desarrollo de alta calidad en el área de la Ingeniería Eléctrica y disciplinas afines, cuyo impacto sea medible de acuerdo a criterios objetivos de calidad de reconocimiento internacional, tales como publicaciones en revistas ISI y patentes. También sus graduados podrán desempeñarse en la concepción y diseño de obras, proyectos, procesos y productos en el ámbito tecnológico, aplicados a problemas del sector productivo. Se espera que el egresado de este programa sea capaz de insertarse con éxito en empresas, centros de investigación y universidades alrededor del mundo, aprovechando los espacios que abren los diferentes tratados de libre comercio y de cooperación científico-tecnológico que el país está gestionado.

La realización de esta iniciativa permitirá satisfacer demandas del medio nacional e internacional. Adicionalmente, permitirá que los académicos que trabajan en temas relacionados con Ingeniería Eléctrica puedan interactuar más fuertemente en temas relacionados, generando masas críticas que permitan enfrentar con éxito iniciativas de investigación de gran envergadura.

III. FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de los países está íntimamente ligado a la capacidad de agregar valor a los bienes o servicios que producen. Dicho valor agregado está fuertemente determinado por la investigación que se realiza en las áreas afines a los procesos productivos, tanto para traer nuevas ideas o tecnologías, como para hacer más eficientes los actuales modos de producción. En este contexto, la ingeniería eléctrica se ha convertido en un área de especialización esencial, ya que su campo de acción toca virtualmente a todos los procesos y servicios de las economías modernas. Por otro lado, un programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica adquiere una relevancia especial en el marco del liderazgo en investigación y desarrollo tecnológico que la Universidad de Chile debiera tener.

Por otra parte, la internacionalización de los mercados, fomentada por la agresiva política de acuerdos internacionales emprendida por el país, impone la necesidad de formar profesionales que puedan distinguir con nitidez las fronteras del conocimiento en su quehacer específico y puedan, a su vez, realizar aportes de reconocimiento internacional en dichas áreas. De hecho, la comunidad académica nacional ha alcanzado niveles competitivos en algunas áreas cuando se compara con estándares internacionales de excelencia. No obstante esta comunidad es aún muy pequeña en relación a otros países de América Latina. Este problema de masa crítica se acentúa en

el marco de los acuerdos comerciales recientemente firmados con Europa y USA. Estos acuerdos representan simultáneamente oportunidades, desafíos y amenazas. Si estas oportunidades se aprovechan con miras a mediano y largo plazo, enfatizando aspectos como la investigación y desarrollo, educación y formación de recursos humanos, se podrá alcanzar resultados inéditos para una nación en vías de desarrollo. No obstante, si no se enfrenta el desafío impuesto por las oportunidades para innovar, y proponer nuevos paradigmas y soluciones tecnológicas que resulten en servicios y productos de valor agregado, las empresas y el país como un todo perderán competitividad. Peor aún, no se podrá mantener tasas elevadas de crecimiento económico. En este contexto, las disciplinas que definen la ingeniería eléctrica juegan un papel fundamental.

Estos desafíos requieren del desarrollo sostenido y creciente de programas de doctorado, de modo que aseguren tanto el cultivo de líneas de investigación como la formación de las capas profesionales, capaces de adaptar las nuevas tecnologías y hacer aportes para su continuo desarrollo. Todo esto en el marco de una economía abierta, que necesita adaptarse a estándares académicos e industriales internacionales para mantener una competitividad sostenida en el tiempo.

En nuestra realidad nacional, existen áreas relevantes y estratégicas a nivel internacional, esenciales al progreso y competitividad de la actividad económica del país. La temática en estas líneas de investigación se expande desde las tecnologías de la información hasta la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, pasando por el control de procesos de la industria minera, instrumentación astronómica, y procesamiento de señales. Por otro lado, el Departamento de Ingeniería Eléctrica (DIE) y otras unidades académicas de la Universidad de Chile han alcanzado la consolidación y madurez en líneas de investigación que tienen una contraparte directa en aquellas áreas de desarrollo en las cuales el país muestra posibilidades de alcanzar competencia a nivel internacional. Esta madurez está acompañada de una adecuada infraestructura de laboratorios y redes internacionales con otros centros de investigación. Sin embargo, por la experiencia internacional, se necesita un programa de doctorado, que funcione como un motor para la investigación, para mantener el crecimiento de la productividad académica.

Es interesante mencionar que en la mayoría de estas líneas de investigación, el DIE se encuentra en una posición de liderazgo frente a los demás departamentos de ingeniería eléctrica del país donde se imparten programas de doctorado. Además, cuando se compara con estos departamentos, el DIE presenta una productividad académica comparable o superior.

3.2. PERTINENCIA Y CARACTERÍSTICAS DIFERENCIADORAS DEL PROGRAMA

En la actualidad existen en Chile cuatro programas de doctorado, que están relacionados temáticamente con el Doctorado en Ingeniería Eléctrica que se está proponiendo. Estos son:

- Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Ingeniería Eléctrica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, creado en 1993.
- Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Concepción, creado en 1998.
- Doctorado en Automática, Universidad de Santiago de Chile, creado en 1999.
- Doctorado en Ingeniería Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María, creado en 2003.

- Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, mención Automática, Universidad de Chile, creado en 1991. Este programa no se encuentra activo, y los temas de ingeniería eléctrica que allí se abordan serán incorporados a este nuevo programa de doctorado en Ingeniería Eléctrica.

El programa de doctorado propuesto se diferencia significativamente de los que ofrecen otras universidades en el país. Esto se advierte al examinar las líneas de investigación que se desarrollarán en el Programa:

Automatización Industrial

El carácter fuertemente interdisciplinario de la *Automatización Industrial* involucra áreas que abarcan desde la modelación y control hasta el software de control y supervisión. Una característica diferenciadora de esta línea de investigación es el fuerte desarrollo, tanto teórico como de aplicaciones, que se ha llevado a cabo por años en un área de gran importancia nacional como es la automatización de procesos mineros. Esta línea de investigación, no se desarrolla en programas de doctorado de otras universidades, dado que no cuentan con unidades fuertes en control automático y conminación de minerales trabajando en forma integrada, situación que si se da entre los Departamentos de Ingeniería Eléctrica y de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM).

Procesamiento y transmisión de voz

La línea de investigación en *Procesamiento y Transmisión de Voz* está centrada en el desarrollo de tecnologías para interfaces hombre-máquina conversacionales por voz y en la transmisión de información en tiempo real en redes TCP/IP (e.g., Internet). Los estándares alcanzados en el desarrollo de esta línea de investigación, desde el 2000, se reflejan en una alta productividad en términos de publicaciones en las revistas ISI más importantes del área, y en el hecho que el académico responsable de esta área ha dirigido o participado en diversos proyectos FONDEF, FONDECYT y de cooperación internacional en los últimos años. El Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile es el único centro a nivel nacional donde se realizan actividades de investigación a un alto nivel en esta área. Las actividades están concentradas en procesamiento de voz, arquitectura de diálogos conversacionales, protocolos para redes TCP/IP (e.g. VoIP), y *Quality of Service* (QoS).

Sistemas de energía

La línea de investigación en *Sistemas de Energía* centra su actividad en tecnologías que buscan optimizar los procesos de generación, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica. Este desafío, combinado con las particulares características estocásticas de la hidrología y la geografía longitudinal del país, ha sido abordado utilizando técnicas avanzadas de modelamiento y optimización aplicadas tanto a la operación de los sistemas como a su planificación en un ambiente competitivo. El sector eléctrico a nivel mundial experimentó una profunda transformación a partir de la década de los ochenta, en la cual nuestro país tuvo un importante liderazgo. Esta transformación en la organización de la industria ha tenido impacto también sobre las tecnologías más relevantes de su quehacer, las cuales han debido adaptarse a las nuevas condiciones. En este contexto, la línea de investigación en Sistemas de Energía ha realizado aportes tanto a nivel nacional como internacional, los cuales se han traducido en una continua producción de artículos en revistas internacionales, proyectos de investigación y seminarios nacionales e internacionales.

Cabe hacer presente que el tema de los sistemas eléctricos de potencia es también abordado en el nuevo Programa de doctorado en *Sistemas de Ingeniería*, que se encuentra en etapa de creación. Sin embargo, el énfasis en ese programa está en los aspectos de gestión, optimización y modelamiento de redes, para lo cual no se requiere necesariamente de una formación previa en ingeniería eléctrica. En este Programa la línea de investigación en Sistemas de Energía abordará problemas que se presentan en las áreas de seguridad y operación económica de los sistemas de energía, la optimización técnica y económica de los sistemas, y el análisis de los principales problemas que afectan la seguridad y confiabilidad de las redes eléctricas.

Sistemas inteligentes

La línea de investigación en *Sistemas Inteligentes* promueve el desarrollo y la aplicación de métodos de Inteligencia Computacional, como Redes Neuronales, Sistemas Difusos y Computación Evolutiva, en diversos tipos de aplicaciones. Académicos que participan en el presente programa han utilizado estos métodos en áreas tan diversas como: Inspección Industrial de Maderas, Detección de Fraude Telefónico, Construcción de Sistemas Biomédicos, Robótica Móvil, Análisis de Proveniencia Sedimentaria de Rocas, Sistemas Biométricos, Interfaces Hombre-Máquina Táctiles-Visuales, Análisis de Señales Sismológicas, Pronóstico de Consumo Eléctrico, etc. Considerando la cantidad de académicos trabajando en esta línea de investigación, su productividad, la alta variedad y calidad de proyectos desarrollados y los cursos de postgrado ofrecidos (8 en el área), el grupo de Sistemas Inteligentes del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile es el de mayor fortaleza y prestigio a nivel nacional. Los resultados de una encuesta a nivel nacional realizada por el Capítulo Chileno de la Sociedad de Redes Neuronales del IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) confirman esta afirmación¹

En el desarrollo de estas líneas de investigación existe una activa colaboración entre académicos del Departamento de Ingeniería Eléctrica y de otros Departamentos de la FCFM, la cual ciertamente se verá incrementada con el desarrollo de este nuevo programa de Doctorado. En particular destacan la colaboración en proyectos conjuntos con académicos de los Departamentos de Ciencia de la Computación (Procesamiento y Transmisión de Voz, Sistemas Inteligentes), Ingeniería Matemática (Sistemas Inteligentes, Sistemas de Energía) e Ingeniería de Minas (Automatización Industrial). Esta apertura hacia otras áreas de la ingeniería pone en evidencia la aproximación multidisciplinaria en el tratamiento de problemas de ingeniería eléctrica de alta complejidad, donde los alumnos del Programa se podrán beneficiar de la riqueza de conocimientos existentes en la FCFM, tanto en ciencias básicas como en diversas áreas de la ingeniería.

Por otra parte, es interesante mencionar el gran potencial de desarrollo que representa la convivencia en la FCFM de grupos activos de investigación en ingeniería eléctrica y en astronomía, lo que abre una interesante posibilidad de desarrollo en el mediano plazo de una línea de investigación de alta relevancia nacional en *Instrumentación Astronómica*. Esto permitirá atender necesidades específicas asociadas al desarrollo y operación de los grandes observatorios astronómicos instalados en Chile, en particular en lo que se refiere a tecnología de alta frecuencia, tecnología de detectores y manejo de señales. De este modo, la creciente actividad astronómica y radioastronómica desarrollada en suelos chilenos puede actuar como un catalizador del desarrollo

¹La encuesta se realizó entre 30 miembros de la Sociedad Chilena IEEE de Redes Neuronales, y de académicos de los principales departamentos de ingeniería eléctrica y computación del país en noviembre de 2003.

científico y tecnológico nacional en muchas áreas. En los últimos dos años se ha detectado una creciente demanda de los centros astronómicos por doctores e ingenieros altamente calificados en instrumentación astronómica. Esta tendencia aumentará en los próximos años gracias al proyecto ALMA, que corresponde al proyecto científico más importante que se desarrollará en Chile en esta década. El Departamento de Astronomía y el de Ingeniería Eléctrica han estado realizando actividades conjuntas en los últimos tres años, con el fin de potenciar el desarrollo de la instrumentación radioastronómica en Chile. Más de 12 estudiantes de ingeniería eléctrica, entrenados en forma conjunta en ambos departamentos, se encuentran trabajando en actividades de investigación en centros astronómicos nacionales o realizando doctorados en EE-UU o Europa. Además de esto, durante el primer semestre de 2004 se inaugurará un radiotelescopio con fines docentes en el Laboratorio de Electrotecnologías de la Facultad y un laboratorio de instrumentación astronómica en Cerro Calán. Esto se suma a la inauguración en Septiembre de 2002 de un telescopio con fines docentes, también en Cerro Calán, y al hecho de que el Departamento de Astronomía opera un radiotelescopio milimétrico instalado en Cerro Tololo. Todas estas instalaciones serán utilizadas en actividades docentes de postgrado y de investigación aplicada del programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica.

Otro aspecto relevante de este programa de doctorado lo constituye la interacción entre los alumnos del Programa, la cual se promoverá mediante talleres de trabajo conjuntos y que concluirán con un seminario de investigación. Este seminario se organizará en jornadas de uno o dos días y consistirá en presentaciones de los estudiantes en donde expondrán sus avances y recibirán las opiniones y sugerencias tanto de los profesores del programa como de los demás alumnos. Se busca así promover la interacción entre áreas distintas de modo que permitan extender y aprovechar de mejor manera el conocimiento específico generado en cada línea de investigación. Finalmente, se espera desarrollar la capacidad y predisposición de los candidatos a doctores al ejercicio del cuestionamiento y de la argumentación como base de la actividad intelectual en investigación.

En síntesis, el Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile abordará líneas de investigación que en la actualidad no se encuentran desarrolladas o no se encuentran maduras en otras unidades del sistema universitario nacional. Las líneas de investigación de sistemas inteligentes y de procesamiento y transmisión de voz corresponden a líneas de investigación de un creciente y elevado nivel de desarrollo a nivel mundial, que en la actualidad sólo son cultivadas con calidad y en forma integral en el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile. La automatización de procesos mineros, área en la que desarrollan investigación conjunta los Departamentos de Ingeniería Eléctrica y de Minas, es de crucial importancia para la economía nacional, y en la actualidad no existen otros centros nacionales donde se den las sinergias requeridas para su desarrollo. Por su parte, los sistemas de energía si bien son abordados en otros departamentos de ingeniería eléctrica, el énfasis en las herramientas de modelación, las nuevas fuentes de recursos renovables y el tratamiento de la seguridad y confiabilidad de las redes son atributos característicos de este programa. Finalmente, el potencial desarrollo del área de instrumentación astronómica es una oportunidad que debe aprovecharse, considerando la demanda que existe y teniendo en cuenta las ventajas comparativas que frente a otros centros nacionales tiene la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, al contar con Departamentos de Ingeniería Eléctrica y de Astronomía de primer nivel.

Cabe destacar que este programa de doctorado buscará potenciar que sus estudiantes puedan realizar pasantías de investigación, de entre 6 y 12 meses de duración, en

centros internacionales de excelencia. Se considera que la formación de doctores en ingeniería capaces de competir exitosamente a nivel internacional requiere la realización de estas actividades. Los académicos del programa buscarán facilitar los contactos y las oportunidades de financiamiento para que los estudiantes puedan realizar estas actividades formativas.

3.3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN VIGENTES

Se describen a continuación las líneas de investigación que actualmente dan soporte a este programa de doctorado. En los próximos años se abrirán otras líneas de investigación y se reforzarán las existentes una vez que se reintegren al Departamento de Ingeniería Eléctrica un conjunto de cinco académicos de jornada completa que se encuentran actualmente en proceso de formación a nivel doctoral en EE-UU. En particular, es necesario enfatizar que cuatro de ellos se están formando en el área de telecomunicaciones. Es interesante mencionar que las investigaciones que se describen incluyen tanto componentes teóricas como aplicadas, lo que a su vez representa una condición interesante para atraer alumnos talentosos al programa, tanto de Chile como del extranjero.

3.3.1. Automatización Industrial

Integrantes: Manuel Duarte, Guillermo González, Gianna Vallebuona, Aldo Casali, Doris Sáez.

La automatización es hoy día uno de los campos de investigación más desafiantes en ingeniería, produciéndose una interesante mezcla entre desarrollos teóricos de alto nivel y aplicaciones que hacen uso de tecnología de punta. Su carácter fuertemente interdisciplinario involucra áreas tales como modelación, control, estimación e identificación, optimización, sensores e instrumentación, comunicaciones industriales, software de control y supervisión, controladores programables, etc. Todas estas disciplinas, de una u otra manera y usando métodos y técnicas similares, en algunos casos, y diferentes en otros, tienen como principal objetivo lograr que la operación de los procesos tecnológicos, cuya finalidad es adecuar la naturaleza para satisfacer las necesidades del ser humano y de la sociedad, sea eficiente, liberando al hombre de tareas rutinarias o peligrosas.

La investigación en esta área se focaliza actualmente en los siguientes temas:

- Teoría de control adaptivo robusto.
- Teoría de control de sistemas no lineales y caos.
- Estrategias de control adaptivo para motores de inducción.
- Técnicas de identificación de sistemas y estimación de parámetros y señales.
- Diseño de sistemas de sensores virtuales.
- Implementación de estrategias de control basadas en redes neuronales y lógica difusa.
- Modelación y control de plantas de procesamiento de minerales (molienda y flotación).
- Desarrollo de sensores virtuales para el control de plantas concentradoras de minerales. (sensores de carga circulante, de concentración de sólidos, de densidad de pulpa, de sobrecarga, de granulometría y ley de cobre).
- Esquemas de clasificación de vinos mediante instrumentación inteligente.

- Control de la flotación primaria de minerales de cobre.
- Modelación dinámica de la flotación primaria de minerales de cobre.
- Sensores de composición Litológica y moliendabilidad usando procesamiento de imágenes.
- Desarrollo de simuladores dinámicos para plantas de molienda (SAG y convencional) y para plantas de flotación (rougher convencional).

Como productos de esta línea de investigación durante los últimos cinco años (1999-2003), se puede mencionar la generación de 19 publicaciones en revistas ISI y un capítulo de libro, además de la obtención de 7 proyectos FONDECYT, 4 de Fondos Nacionales y un proyecto FONDEF.

Los Proyectos de Investigación FONDECYT del período 1999-2003 son los siguientes:

- "Esquemas de Control Adaptivo Avanzados para Sistemas Nolineales y Aplicaciones". Proyecto FONDECYT 1030962. Años, 2003-2005.
- "Estabilización, Seguimiento y Regulación de Sistemas No Lineales empleando Técnicas de Backstepping y Planitud". Proyecto FONDECYT 1000937. Años, 2000-2002.
- "Modelación para Sensores basados en Modelos". Proyecto FONDECYT 1000977. Años, Marzo 2000- Marzo 2002.
- "Estudios de pasividad adaptable y control adaptable en sistemas no lineales". Proyecto FONDECYT 1970351. Años, 1997-1999.
- "Detección y diagnóstico de fallas en sistemas dinámicos no-lineales y variantes en el tiempo". Proyecto FONDECYT 1020741. Años 2002- 2003.
- "Efecto del Flujo Areal Superficial de Burbujas y otras Variables Relativas al Gas, en la Cinética del Proceso de Flotación de Minerales". Proyecto FONDECYT 1030807. Años 2003- 2004.
- "Efectos Relativos de Variables y Perturbaciones sobre el Control de la Flotación Primaria de Minerales de Cobre". Proyecto FONDECYT 1000873. Años 2000-2001

Los proyectos financiados por la Cátedra Phelps Dodge de Procesamiento de Minerales y el convenio CODELCO-U. de Chile son:

- "Factores de Forma en la Caracterización de Partículas mediante Análisis de Imágenes Digitales". Años 2000-2001.
- "Modelación Dinámica de la Flotación Primaria de Minerales de Cobre". Años 1999-2001.
- "Desarrollo de Sensores de Composición Litológica y de Moliendabilidad Mediante análisis Digital de Imágenes". Años 1998- 1999.

El proyecto FONDEF correspondiente a este período es:

- "Identificación Varietal de Vinos Chilenos mediante Instrumentación Inteligente". Proyecto FONDEF 2001. Proyecto conjunto con el Departamento de Enología y Agroindustrias, U. de Chile, Viñas Gulmué, Santa Rosa de Los Alcones y Tabontinaja,

Automind, Grupo Interozone, Asociación de Enólogos de Chile y SAG: Años, 2002-2005. Director Alterno: Manuel Duarte.

En relación a colaboraciones internacionales, el grupo mantiene relaciones con diferentes centros y universidades del mundo, entre los que se puede mencionar los siguientes:

- Electrical Engineering Department, Yale University, USA.
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), México.
- Institute of Information Theory and Automation, Academy of Sciences of the Czech Republic, Praga, República Checa,
- Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux Universidad Laval, Quebec, Canada,
- Department of Mining Engineering Universidad de British Columbia, Vancouver, Canadá.
- Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre (JKMRC), Universidad de Queensland, Australia.

3.3.2. Procesamiento y Transmisión de Voz

Integrantes: Néstor Becerra Yoma, Alejandro Bassi

Esta línea de investigación se originó en 2000 con la creación del Laboratorio de Procesamiento y Transmisión de Voz (LPTV) en el Departamento de Ingeniería Eléctrica. Los temas de estudio están abocados a las tecnologías para interfaces hombre-máquina conversacionales por voz y a la transmisión de información en tiempo real en redes TCP/IP (e.g. Internet). En este sentido las investigaciones están concentradas en:

- Reconocimiento de voz.
- Síntesis de voz.
- Verificación de locutor.
- Estimación, cancelación y compensación de ruido.
- Arquitectura de diálogos conversacionales.
- Protocolos para aplicaciones en tiempo real en redes TCP/IP (e.g. VoIP).
- *Quality of Service* (QoS) en redes de paquetes.

La *expertise* requerida por esta línea abarca desde técnicas de procesamiento digital de señales (DSP- *Digital Signal Processing*) a los aspectos que afectan la interacción hombre-maquina en sistemas conversacionales, pasando por modelamiento estocástico, reconocimiento de patrones, técnicas de optimización y estimación, evaluación de usabilidad y protocolos de transmisión en Internet. Los estándares alcanzados por esta línea de investigación se reflejan en la productividad de 2000 a 2003 resumida en los siguientes números: 8 artículos en revistas ISI de los cuales 6 ya han sido aceptados o publicados; 2 proyectos Fondecyt, de 3 y 4 años; participación en 3 proyectos Fondef de los cuales uno es coordinado en el LPTV; 2 proyectos de cooperación internacional, Fondecyt y PCCI-Conicyt; y, ha formado 20 memoristas y dos alumnos de magister, además de una veintena de ayudantes de investigación. Los proyectos Fondecyt corresponden a:

- "Reconocimiento de voz en Interfases conversacionales de última generación para acceso a bases de datos en Internet", FONDECYT 1030956, años 2003-2006.

- "Procesamiento Robusto de patrones acústicos para aplicaciones en la red telefónica e Internet", FONDECYT 1000934, años 2000-2002.

Además, esta línea de investigación ha participado en los siguientes proyectos Fondef:

- "Investigación aplicada en tecnologías para interfases hombre-maquina por voz", FONDEF D02I-1089, años 2003-2005. Director general: Néstor Becerra Yoma.
- "Redes ópticas para Internet del futuro", FONDEF D00I-1026. Co-Investigador: Néstor Becerra Yoma.
- "Desarrollo de comunicaciones multimediales sobre redes inalámbricas", FONDEF D00I-1048. Co-Investigador: Néstor Becerra Yoma.

El coordinador del LPTV también ha sido el gestor de los siguientes proyectos de cooperación internacional:

- "NSF-CONICYT: Avances en tecnología de lenguaje humana en USA y Chile mediante investigación en colaboración sobre sistemas de diálogos avanzados" con el CSLR de la University of Colorado, USA. Años 2002-2003.
- Proyecto Fondecyt de Incentivo a la cooperación Internacional "Evaluación de interfaces hombre-máquina por voz" con el CCIR de la University of Edinburgh, UK.

Finalmente, con respecto a otras colaboraciones internacionales, esta línea de investigación mantiene relaciones con diferentes centros y universidades del mundo, entre los que se puede mencionar los siguientes:

- Electrical Engineering Department, University of Southern California, USA
- Tokyo Institute of Technology, Japon
- Computer Science Department, CMU, USA
- Electrical Engineering Department, New Mexico University, USA
- INESC, Portugal
- UNICAMP, Brasil.

3.3.3. Sistemas de Energía

Integrantes: Luis Vargas, Oscar Moya, Rodrigo Palma

Esta línea de investigación abarca los procesos de generación, transmisión, distribución y consumo de la energía eléctrica. En las últimas dos décadas se ha cambiado la estructura centralizada de los sistemas eléctricos a nuevas modalidades en las que predominan múltiples agentes y la competencia. Por ello, los sistemas eléctricos han sufrido enormes transformaciones en su estructura de mercado y, a consecuencia de esto, en la forma en que se operan, planifican y analizan las redes de potencia. Sin embargo, el desafío central de los sistemas sigue siendo el mismo que en sus inicios del siglo XIX, entregar la energía eléctrica en la forma más económica y segura posible a la comunidad. En consecuencia, la investigación moderna de los sistemas eléctricos se ordena en torno a estos dos ejes, la seguridad de suministro y la eficiencia económica. En sistemas hidrotérmicos, como es el caso de Chile, estos dos aspectos adoptan modalidades muy particulares debido a la incertidumbre hidrológica de las

cuencas y a la estructura longitudinal de la geografía. La investigación en curso cubre las siguientes temáticas:

- Programación Dinámica Dual Estocástica.
- Optimización no lineal.
- Análisis de estabilidad.
- Confiabilidad y Seguridad de Sistemas Eléctricos.
- Teoría de los Servicios Complementarios de Energía Eléctrica.
- Análisis de riesgo.
- Teoría de Juegos.
- Equilibrios en sistemas multiagentes.

En los últimos cinco años esta línea de investigación ha generado 8 artículos en revistas ISI; 5 proyectos Fondecyt, de 2 y 3 años. También ha generado innovadoras aplicaciones en 8 proyectos de desarrollo con la industria eléctrica y las principales instituciones del sector energético del país; se ha adjudicado proyectos de cooperación internacional, y ha formado 25 memoristas y tres alumnos de Magister. Los proyectos Fondecyt corresponden a:

- "Evaluación y Propuesta de Modelos de Operación de una Bolsa de Energía Operando en un Sistema Eléctrico Hidrotérmico", Proyecto Fondecyt 1020801.
- "Planificación de la Operación de Sistemas Hidrotérmicos en Ambientes Competitivos", proyecto Fondecyt 1031001.
- "Evaluación y Controlabilidad de Voltaje en Sistemas de Potencia con Topología Longitudinal", proyecto Fondecyt 1000940.
- "Incorporación de la Seguridad y Calidad de Servicio en los Precios Spot de Sistemas Eléctricos", proyecto Fondecyt 1990599.
- "Impacto Técnico Económico de la Cogeneración en Redes de Potencia: un Enfoque Sistémico", proyecto Fondecyt 1981028.

Esta línea de investigación ha establecido una creciente cooperación en trabajos de investigación, docencia y extensión con los siguientes centros de investigación: Universidad de Liege, Bélgica, Universidad de Dortmund, Alemania, Universidad de Illinois at Urbana-Champaign, USA, Universidad de Dresden, Alemania, Universidad de Porto, INSEC Porto, Portugal, Universidad de Waterloo, Canadá.

3.3.4. Sistemas Inteligentes

Integrantes: Pablo Estévez, Claudio Held, Claudio Pérez, Javier Ruiz del Solar.

El objetivo de esta línea de investigación es la utilización de métodos de *inteligencia computacional* en el diseño, desarrollo y la construcción de sistemas inteligentes de distinta naturaleza. De esta manera, tecnologías tales como redes neuronales, sistemas difusos y computación evolutiva, son utilizadas en aplicaciones de reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes por computador, sistemas de inspección industrial, robótica, interfaces hombre - máquinas, sistemas de detección de fraude y sistemas biomédicos.

Actualmente se desarrollan proyectos en las siguientes áreas:

- Biometría
- Búsqueda de información en bases de datos multimediales
- Interfaces hombre - máquina (imágenes, video y tacto)
- Procesamiento de imágenes 2D, 3D y de video
- Procesamiento de señales biomédicas
- Reconocimiento de patrones
- Robótica
- Sistemas de inspección industrial
- Sistemas neuro-difusos
- Teoría de redes neuronales y computación evolutiva

Los estándares alcanzados por esta línea de investigación se reflejan en la productividad de sus investigadores en los últimos cinco años (1999-2003), resumida en los siguientes números: 27 artículos en revistas ISI, 1 libro y 6 capítulos de libros; 8 proyectos Fondecyt como investigador responsable, 5 proyectos Fondef, siendo responsable de 1 de ellos; 6 proyectos de cooperación internacional Fondecyt, PCCI-Conicyt y Alfa. Además de esto cabe destacar la formación de más de 40 memoristas y alumnos de magister en los últimos cinco años, así como unos ochenta ayudantes de investigación en igual período.

Los proyectos Fondecyt, como investigador responsable, corresponden a (período 1999 - 2003):

- "Redes neuronales max-min: capacidad de representación y aprendizaje mediante programación lineal y algoritmos genéticos"; FONDECYT 1030924; Marzo 2003 - marzo 2005.
- "Detección y clasificación automática de patrones en polisomnogramas de lactantes y niños aplicando lógica difusa y técnicas neuro-difusas"; FONDECYT 1030545; Marzo 2003 - Marzo 2005.
- "Reconocimiento de Caras en Ambientes no Controlados"; FONDECYT 1030500; Marzo 2003 - Marzo 2005.
- "Interfaces táctiles: energía y transferencia de información"; FONDECYT 1020761; Marzo 2002 - Marzo 2004.
- "Detección de Movimientos Oculares Mediante Procesamiento de Imágenes y Sistemas Inteligentes: Interfaces para Discapacitados y Dispositivos para Detectar Pérdida en Alerta"; FONDECYT 1990761; Marzo 1999- Marzo 2002.
- "Bases de Datos de Texturas: Análisis, Búsqueda y Síntesis de Texturas utilizando Redes Neuronales y Lógica Difusa"; FONDECYT 1990595; Marzo 1999 - Marzo 2001.
- "Optimización de redes neuronales para tareas de clasificación y predicción mediante algoritmos genéticos"; FONDECYT 1980909; Marzo 1998 - Marzo 2001.
- "Literatura de Texto para No-Videntes: Optimización Espacial del Estimulo Táctil y del Reconocimiento de Caracteres Mediante Algoritmos Genéticos"; FONDECYT 1960921; Marzo 1996- Marzo 1999.

Los proyectos Fondef corresponden a (período 1999 - 2003):

- "Desarrollo de modelos para fusión de imágenes y uso de localizadores 6d: herramientas de apoyo al diagnóstico médico y procedimientos quirúrgicos"; FONDEF DI01-1035, 2002 - 2004; Co-investigadores: Pablo Estévez, Claudio Pérez, Claudio Held.
- "Investigación aplicada en tecnologías para interfases hombre-máquina por voz"; FONDEF D02I-1089, 2003-2005; Director Alterno: Pablo Estévez.
- "Comercialización de una herramienta para la detección del fraude de suscripción en empresas de telecomunicaciones"; FONDEF D02T-1023, 2003 - 2004; Director:

Alfredo Schnell; Director Alterno: Pablo Estévez; Co-investigadores: Claudio Pérez, Claudio Held.

- "Sistemas complejos y aplicaciones industriales"; FONDEF D99I-1050, 1999-2002; Director Alterno: Pablo Estévez; Co-investigadores: Claudio Pérez y Claudio Held.
- "Modelamiento matemático: Cálculo distribuido, redes neuronales y aplicaciones industriales"; FONDEF D96I-1022, 1997-2000; Director Alterno: Pablo Estévez; Co-investigador: Claudio Pérez F.

El grupo de investigadores asociados a esta línea de investigación mantienen contactos fluidos con grupos de investigadores de primer nivel mundial, entre los que destacan: Fraunhofer-Institut IPK Berlin (Department of Pattern Recognition), Grenoble Institute of Technology (TIMA Laboratory), University of California Berkeley (The ALFA Laboratory y Biomedical Laboratory), Universidad de Cardiff, y The University of Tokyo. Estos contactos se han traducido en visitas recíprocas de académicos y estudiante, y en la realización de los siguientes proyectos en los últimos cinco años (1999-2003):

- "Face recognition and signature verification using soft-computing"; Co-financiado por BMBF-Alemania y CONICYT-Chile; Investigador Responsable de Contraparte Chilena: Javier Ruiz-del-Solar; Marzo 2002 - Marzo 2004.
- FONDECYT Incentivo a la cooperación internacional- 7020761, "Interfaces táctiles: energía y transferencia de información"; FONDECYT 1020761; Investigador Responsable: Claudio Pérez; Contraparte: Prof. Theodore Cohn, UC, Berkeley, EE.UU.; Marzo 2002 - Marzo 2004.
- "Processing of Color Textural Image Information"; Co-financiado por BMBF-Alemania y CONICYT-Chile; Investigador Responsable de Contraparte Chilena: Javier Ruiz-del-Solar; Marzo 2000 - Marzo 2002.
- "Texture Image Processing"; Co-financiado por DFG-Alemania y CONICYT-Chile; Investigador Responsable de Contraparte Chilena; Marzo 1999 - Marzo 2001.
- Red de Cooperación ELACIAC II (European - Latino American Cooperation for Intelligent Automation and Control) del programa ALFA de la Unión Europea; Investigadores de Contraparte Chilena: Pablo Estévez, Javier Ruiz-del-Solar; Marzo 2002 - Marzo 2005.
- AIA Fulbright Cooperation Project "Engineering Faculty Exchange between UC Berkeley and Universidad de Chile"; Investigadores de Contraparte Chilena: Claudio Pérez, Javier Ruiz-del-Solar; Diciembre 2001 - Febrero 2003.

Finalmente cabe destacar la organización de los siguientes eventos científicos y de difusión (período 1999 - 2003):

- *2nd International Conference on Hybrid Intelligent Systems - HIS 2002*, 1 - 4 de Diciembre de 2002, Universidad de Chile, Chile.
- *1st IEEE Latin American Student Robotic Contest*, 29 - 30 de Noviembre de 2002, Universidad de Chile, Chile.
- *2nd IEEE Chilean Student Robotic Contest*, 8 - 9 de Agosto de 2003, Universidad de Chile, Chile.
- *Seminario IEEE Fronteras del Conocimiento en Redes Neuronales y Lógica Difusa*, 4 - 5 de Diciembre de 2003, Universidad de Chile, Chile.

3.4. INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA

Esta es una línea de investigación con gran potencial de desarrollo a mediano y largo plazo en el marco de una colaboración entre el DIE y el Departamento de Astronomía. No obstante, ya existe una actividad significativa en esta línea. Además de diversas

memorias de ingeniero civil electricista, realizadas por estudiantes del DIE en temas de investigación aplicada en esta área (más de 10), en estos momentos dos alumnos del Doctorado en Automática de la Facultad están realizando su tesis en instrumentación astronómica en Caltech y en la Universidad de Colonia (Alemania). En ambos casos los profesores guías son del DIE y los profesores co-guías son extranjeros. Por parte del Departamento de Astronomía, los integrantes de esta línea de investigación son los profesores Leonardo Bronfman, Jorge May y René Méndez

La Universidad de Chile cuenta con una larga tradición y experiencia en el desarrollo de instrumentación radioastronómica. La creación del Radio Observatorio de Maipú en 1959 dio inicio a la radioastronomía en Latinoamérica. Desde entonces un grupo de investigadores del Departamento de Astronomía ha estado vinculado al desarrollo de instrumentación radioastronómica. Por ejemplo, en la década del 60 se construyeron diversos instrumentos para la banda decamétrica, incluyendo radiotelescopios simples y los primeros interferómetros VLBI en el mundo, tanto de líneas basales largas como intercontinentales; en los 70 se diseñó y construyó un radiotelescopio de gran área colectora para la banda métrica, junto al desarrollo de nuevos detectores y al estudio detallado del diagrama de radiación del radiotelescopio; en los 80 se instaló y operó un instrumento para la banda milimétrica; y en los 90 se rediseñó y construyó un espectrógrafo de banda ancha para un telescopio milimétrico. Se considera que las investigaciones en esta área se verán fortalecidas por la creciente actividad astronómica en nuestro país. Se piensa que ésta es una de las áreas con un desarrollo más promisorio en los próximos años.

Este grupo mantiene contactos con investigadores en varios países desarrollados. Entre estos destacan en Estados Unidos el National Radio Astronomy Observatory - NRAO, el California Institute of Technology - Caltech, el Smithsonian Astrophysical Observatory - SAO y la Universidad de Florida; en Alemania el Max-Planck Institut für Radioastronomie y la Universidad de Colonia; en Japón el National Astronomical Observatory of Japan - NAOJ, el Nobeyama Radio Observatory - NRO y la Universidad de Tokio, de Nagoya, etc.). Se mencionará algunos proyectos importantes desarrollados actualmente con algunas de estas instituciones, por su gran relevancia para la formación de ingenieros chilenos en tecnologías de punta. Ellos son:

- California Institute of Technology que opera en Chajnantor, Chile, a 5000 m de altura, un radiointerferómetro muy sensible, que consiste en trece antenas para estudiar la radiación de fondo cósmica. Este proyecto está formando en postgrado a 5 ingenieros chilenos, todos ellos titulados en el Departamento de Ingeniería Eléctrica - DIE, en últimas tecnologías de microondas y miniaturización para construir formación de receptores. Uno de estos ingenieros está inscrito en el doctorado en Automática en nuestra Facultad, y realizando su tesis en instrumentación radioastronómica.
- National Radio Astronomy Observatory (parte norteamericana del proyecto ALMA) que ha dado becas para chilenos que se especialicen en sus laboratorios. Uno de estos ingenieros estuvo trabajando varios meses en el Laboratorio del Very Large Array en Socorro (USA), construyendo un demultiplexor de 4 canales para el proyecto ALMA, como parte de su memoria de título en ingeniería eléctrica del DIE.
- Smithsonian Astrophysical Observatory que ha instalado en Sairecabur, Chile, a 5600 m, un radiotelescopio para 1 THz, con una tecnología de punta, única en el mundo, está colaborando en la formación de 3 ingenieros egresados de nuestra Facultad (uno de los cuales está actualmente en la U. de Boston, USA, trabajando

en su tesis de MEE) y ha ofrecido varios temas de tesis de doctorado a realizar en sus laboratorios en Boston.

- European Southern Observatory (parte europea del proyecto ALMA) en colaboración con el Max-Planck-Institut für Radioastronomie en Bonn y la U. de Bochum, Alemania, están instalando un radiotelescopio de 12 m, similar a los del proyecto ALMA, en Chajnantor, Chile, a 5000 m de altura, para operar en la banda submilimétrica y también participan en la formación de ingenieros chilenos, egresados y memoristas del DIE.
- National Astronomical Observatory of Japan (proyecto Atacama Submillimeter Telescope Experiment) que desean instalar en Santiago un Centro Remoto de Control y Adquisición de Datos para su telescopio.
- La Universidad de Colonia que próximamente instalará un receptor en un radiotelescopio en Pampa La Bola, Chile, a 4800 m de altura, desea formar en postgrado a ingenieros chilenos en las últimas tecnologías en receptores submilimétricos y espectrómetros acusto-ópticos en sus laboratorios en Alemania, para operar en Santiago un laboratorio de mantención de receptores submilimétricos. Un alumno del doctorado en Automática está realizando su tesis en este laboratorio.

Se debe mencionar que la Universidad de Chile opera un radiotelescopio milimétrico instalado en Cerro Tololo, el cual podrá ser utilizado en actividades de docencia de postgrado, investigación aplicada y básica. Este telescopio de 1.2 m de diámetro cuenta con un detector de bajo ruido, a la frecuencia de 115 GHz, y con dos espectrómetros de 256 canales c/u, con resoluciones espectrales de 100 KHz y de 1 MHz respectivamente. Un alumno de ingeniería eléctrica y de astronomía trabajará, como tema de memoria, en la modernización del receptor que incluye la instalación de un oscilador Gunn y de un amplificador HEMT (High Electron Mobility Transistor). El telescopio es operado electro-mecánicamente por un sistema computarizado de control. Posee además una dotación de instrumentos y herramientas especializadas para su mantención, así como repuestos y otros materiales. Adicionalmente, durante el primer semestre de 2004 se instalará en el Laboratorio de Electrotecnologías de nuestra Facultad, un radiotelescopio de 3 m de diámetro, que operará en 1410 MHz mediante un receptor digital. Este instrumento también podrá ser utilizado en actividades de docencia de postgrado e investigación aplicada.

IV. REGLAMENTO

TITULO I

DE LAS DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º:

El Presente Reglamento establece las normas de organización y funcionamiento del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, en adelante la Facultad.

TITULO II

DE LOS OBJETIVOS

Artículo 2º:

El Programa está orientado a la formación de especialistas que posean un amplio dominio de la Ingeniería Eléctrica y que sean capaces de hacer aportes al avance de esta disciplina científico- tecnológica.

Los graduados del Programa estarán capacitados para desempeñar cargos académicos en instituciones de educación superior, tanto en docencia como en investigación. Asimismo, podrán realizar tareas de investigación y desarrollo en organismos y empresas del área.

TITULO III

DE LA ADMINISTRACION DEL PROGRAMA

Artículo 3º:

La Administración del Programa será responsabilidad de la Escuela de Postgrado de la Facultad y estará radicada en el Comité Académico del Doctorado en Ingeniería Eléctrica, en adelante el Comité Académico.

Artículo 4º:

El Comité Académico estará integrado por al menos tres académicos con grado de doctor que pertenezcan a las dos más altas jerarquías académicas de la Universidad. En casos excepcionales, podrán integrar el Comité Académico Profesores Titulares que no tengan el grado de doctor. Uno de estos académicos actuará como Coordinador del Programa y tendrá la responsabilidad de presidir dicho Comité y de

administrar las tareas descritas en el artículo 13º de D.U. Nº 0010600 del 17 de julio de 2000 y del artículo 5º del presente reglamento. Estos académicos serán designados por el Director de la Escuela de Postgrado a proposición del Departamento de Ingeniería Eléctrica, y durarán dos años en sus funciones, pudiendo ser designados nuevamente sin restricciones.

Artículo 5º:

Corresponderá al Comité Académico:

- a) Estudiar y calificar los antecedentes de los postulantes y proponer a la Escuela de Postgrado la admisión o rechazo de las postulaciones. Dicha proposiciones deberán ser fundamentadas.
- b) Designar el tutor a quien le corresponderá supervisar el cumplimiento de las exigencias del Programa por parte del alumno.
- c) Aprobar las actividades académicas que deberá realizar cada postulante o candidato al Doctorado.
- d) Proponer a la Escuela de Postgrado las comisiones y fechas de exámenes de calificación, los profesores guías de tesis y los integrantes de las comisiones de examen de grado.
- e) Proponer el Tema de Tesis a la Escuela de Postgrado, de común acuerdo con el candidato y en conformidad con los procedimientos y la reglamentación vigente.
- f) Evaluar la calidad, originalidad y aporte a la frontera del conocimiento del trabajo realizado y decidir si este alcanzó los estándares requeridos para una Tesis de Doctorado.

TITULO IV

DEL CLAUSTRO DE PROFESORES

Artículo 6º:

Existirá un Claustro de profesores, quienes aparte de su labor docente en el Programa, estarán habilitados para dirigir las tesis de doctorado.

Artículo 7º:

El Director de la Escuela de Postgrado designará el Claustro, a sugerencia del Comité Académico, con una periodicidad de dos años. No obstante, se considerará el ingreso de nuevos profesores entre períodos, según la situación lo amerite.

Artículo 8:

Para calificar en el Claustro se requiere, al menos:

- a) Tener grado académico de Doctor en el área o disciplinas afines, y jerarquía de profesor asociado o titular.
- b) Mostrar actividad sostenida en investigación a través de publicaciones en revistas indexadas en el período previo a la definición del Claustro.

Adicionalmente, se podrá incorporar al Claustro a Profesores Asistentes que posean el grado de doctor, y que muestren una productividad académica adecuada en las disciplinas del Programa, a juicio del Comité Académico.

TITULO V

DEL INGRESO AL PROGRAMA

Artículo 9º:

Para ingresar al Programa se requiere estar en posesión al menos del grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería Mención Ingeniería Eléctrica o en otras áreas afines que acrediten una formación previa satisfactoria para los fines y exigencias del Programa.

TITULO VI

DEL PLAN DE ESTUDIOS

Artículo 10º:

El Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica consistirá en una secuencia que comprende el cumplimiento de actividades curriculares fijadas por el Comité Académico, un examen de Calificación, la elaboración de una Tesis y un Examen de Grado.

Artículo 11º:

Los planes de estudios del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica estarán constituidos por cursos de formación general y específica que se desglosan como sigue:

- a) La aprobación de 120 Unidades Docentes (UD) en cursos de formación general (50 UD) y específica (70 UD). Los cursos de formación general y específica serán fijados individualmente para cada alumno por el Comité Académico. Los cursos, tanto generales como específicos, se establecerán de una lista de cursos que se considerarán válidos para este Programa y que el Comité Académico mantendrá actualizada. El Comité Académico podrá autorizar cursos de formación general y/o específica de otras unidades académicas.
- b) El desarrollo de la Tesis de Doctorado, cuya duración se estima en por lo menos 4 semestres de dedicación exclusiva, deberá traducirse en un aporte original y creativo en un tema específico del área de la Ingeniería Eléctrica.

Artículo 12º:

A cada alumno le será asignado un profesor del Programa, el que actuará como tutor, y que autorizará los cursos que el alumno deberá tomar cada semestre. El tutor velará por la coherencia del plan de estudios, de acuerdo a los intereses del alumno, y a la orientación de su Tesis.

Artículo 13º:

Los postulantes o candidatos del Programa de Doctorado en Ingeniería Eléctrica podrán solicitar el reconocimiento y homologación de cursos aprobados con anterioridad. Al efecto, deberán acompañarse los programas de cada una de las asignaturas que se solicita homologar y los certificados de notas correspondientes, debidamente autenticados de acuerdo a la ley.

TITULO VII

DEL EXAMEN DE CALIFICACIÓN

Artículo 14º:

En conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de estudios de Postgrado (D.U. Nº 0010600 del 17 de julio de 2000), el alumno que haya aprobado el 75% de los créditos de su plan de estudios, incluida la totalidad de los cursos de formación general, podrá presentarse al Examen de Calificación. La presentación a este examen es obligatoria y deberá realizarse antes de finalizar el cuarto semestre de permanencia en el Programa. El Examen de Calificación tiene por objeto comprobar que el alumno ha adquirido conocimientos amplios y actualizados en su disciplina, que puede manejarlos íntegramente con dominio de sus conceptos fundamentales y que es capaz de proponer, con independencia, desarrollos teóricos o experimentales para enfrentar nuevos problemas.

Artículo 15º:

Este examen se rendirá ante una Comisión de Examen de Calificación, propuesta por el Comité Académico y nombrada por el Director de la Escuela de Postgrado.

La aprobación del Examen de Calificación facultará al alumno para proseguir sus estudios de Doctorado mediante la presentación de su Proyecto de Tesis. El alumno que repruebe el Examen de Calificación quedará eliminado del Programa. En casos excepcionales el Director de la Escuela de Postgrado podrá autorizar, con acuerdo del Comité Académico, una segunda y última oportunidad para rendir el Examen de Calificación.

TITULO VIII

DE LA TESIS

Artículo 16º:

La aprobación del Examen de Calificación facultará al estudiante para continuar sus estudios de doctorado y presentar su proyecto de tesis al Comité Académico para su aprobación definitiva.

Artículo 17º:

El Tema de Tesis y la designación del Profesor Guía, quien dirigirá al candidato en la elaboración de la misma, serán propuestos a la Escuela de Postgrado por el Comité Académico en conformidad con las disposiciones reglamentarias de la Escuela de Postgrado para la presentación de Tema de Tesis.

Artículo 18º:

La permanencia máxima efectiva para optar al grado de Doctor será de doce (12) semestres y la mínima efectiva será de seis (6) semestres. En caso que existan actividades curriculares homologables realizadas con anterioridad por el candidato, la permanencia efectiva mínima será de cuatro (4) semestres correspondiendo, como mínimo, el equivalente a tres (3) semestres para la realización de la Tesis.

En concordancia con estos plazos, Trabajo de Tesis deberá completarse en un plazo máximo de ocho (8) semestres a contar de la fecha de aceptación por parte de la Escuela de Postgrado. Vencido este plazo la inscripción del tema de tesis perderá vigencia. En casos calificados la Escuela de Postgrado, con el informe favorable del Comité Académico, podrá autorizar fundamente una prórroga.

Artículo 19º:

Antes de proponer al Director de la Escuela de Postgrado la Comisión de Examen de Grado, el Comité Académico evaluará la calidad, originalidad y aporte a la frontera del conocimiento del trabajo realizado por el candidato, y decidirá si este alcanzó los estándares requeridos para una Tesis de Doctorado. Como parámetros se utilizarán criterios de calidad objetivos de reconocimiento internacional, tales como publicaciones en revistas de corriente principal y patentes.

Artículo 20º:

El Director de la Escuela de Postgrado, a proposición del Comité Académico, designará una Comisión de Examen de Grado. Esta Comisión estará compuesta por el Profesor Guía y por lo menos tres académicos cuya especialidad esté relacionada con la disciplina. Al menos dos miembros de la Comisión serán externos a la Facultad.

La Comisión de Examen de grado informará la Tesis en un plazo máximo de tres meses, pudiendo aceptar, rechazar o sugerir modificaciones

En caso de rechazo, el Director de la Escuela de Postgrado, con el informe favorable del Comité Académico, podrá fijar una nueva oportunidad de presentación de Tesis.

TITULO IX

DEL EXAMEN DE GRADO

Artículo 21º:

Aprobada la Tesis, el candidato deberá rendir el Examen de Grado en la fecha que designe la Escuela de Postgrado.

Artículo 22º:

El Examen de Grado es público y consistirá en una defensa oral de la Tesis. Será rendido ante la Comisión de Examen de Grado, que estará presidida por el Director de la Escuela de Postgrado, o su representante, e integrada por los miembros señalados en el Artículo 20 del presente Reglamento.

Artículo 23:

La Comisión de Examen de Grado deberá decidir por unanimidad si el Examen de Grado merece ser aprobado.

Artículo 24º:

La Comisión de Examen de Grado comunicará al candidato la aprobación o reprobación del Examen de Grado tan pronto finalice éste, levantándose el acta de examen correspondiente, la que quedará en poder de la Oficina de Títulos y Grados de la Facultad. Si el candidato fuera reprobado, tendrá una segunda y última oportunidad para rendirlo, en el plazo que le fije la Comisión de Examen de Grado.

V. CUERPO ACADÉMICO DEL PROGRAMA

5.1. CLAUSTRO

El Claustro de profesores, quienes aparte de su labor docente en el Programa estarán habilitados para dirigir las tesis de doctorado, se compone de los siguientes académicos (en orden alfabético):

Néstor Becerra Yoma, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Manuel Duarte, Profesor Titular, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Pablo Estévez, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica.

Guillermo González, Profesor Titular, J. Parcial (9 hrs), Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Oscar Moya, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Claudio Pérez, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Rodrigo Palma, Profesor Asistente, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica (*)

Javier Ruiz del Solar, Profesor Asistente, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica (*)

Luis Vargas, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

(*) Se propone su incorporación al claustro del Programa como Profesor Asistente de jornada completa, de acuerdo a la calidad de su productividad académica, de acuerdo a lo indicado en el Decreto Exento N° 0011507 del 25 de junio de 2003, Artículo 2°.

5.2. ACADÉMICOS DE APOYO DOCENTE AL PROGRAMA

Además del Claustro, este doctorado cuenta con la colaboración de los siguientes académicos que dictan parte de los cursos de formación general y específica, y/o realizan otras actividades de apoyo al programa (en orden alfabético):

Ricardo Baeza, Profesor Titular, J. Completa, Dpto. de Ciencias de la Computación

Alejandro Bassi, Profesor Asistente, J. Completa, Dpto. de Ciencias de la Computación

Nicolás Beltrán, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Leonardo Bronfman, Profesor Titular, J. Completa, Dpto. de Astronomía

Aldo Casali, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería de Minas

Raúl Gouet, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Matemática

Claudio Held, Profesor Asistente, J. Parcial (6hrs), Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Jorge May, Profesor Titular, J. Parcial (6hrs), Dpto. de Astronomía

René Méndez, Profesor Asistente, J. Completa, Dpto. de Astronomía

Doris Saez, Profesor Asistente, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Ariel Valdenegro, Profesor Titular, J. Parcial (22 hrs), Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Gianna Vallebuona, Profesor Asistente, J. Completa, Dpto. de Ingeniería de Minas

VI. LISTA DE CURSOS

6.1. CURSOS DE FORMACIÓN GENERAL

Las 50 UDs de cursos de formación general requeridas por este programa se seleccionarán de la siguiente lista que podrá ser actualizada anualmente.

EL 710	Fundamentos de Robótica Móvil (10 UD)
EL 729	Microondas (10 UD)
EL 731	Procesamiento Digital de Señales (10 UD)
EM 717	Identificación para el control de sistemas (10 UD)
EM 718	Análisis y operación de sistemas eléctricos (10 UD)
EM 722	Electrónica de Potencia (9 UD)
EM 725	Control adaptivo de sistemas (10 UD)
EM 727	Control inteligente de sistemas (10 UD)
EM 737	Fenómenos Dinámicos en Redes Eléctricas (10 UD)
EM 740	Seminario de Doctorado (10 UD)
EM 752	Procesamiento Digital de Imágenes (10 UD)
EM 753	Teoría de Redes Neuronales (10 UD)
EM 755	Lógica Difusa y Sistemas Inteligentes (10 UD)
EM 756	Procesamiento de Voz (8 UD)

6.2. CURSOS DE FORMACIÓN ESPECÍFICA

Las 70 UDs de cursos de formación específica requeridas por este programa se seleccionarán de la lista adjunta (actualizada anualmente) y de la lista de cursos de orientación general de la sección 6.1, exceptuando los cursos seleccionados para satisfacer el requerimiento de las 50 UD en cursos de formación general. Además, a solicitud de un estudiante, el Comité Académico del Programa podrá autorizar en esta categoría cursos de otras unidades académicas, que a su juicio sean adecuados para la formación del estudiantes considerando la particular orientación de su Tesis.

EL 705	Seminario de control automático, 8 UD.
EL 708	Procesamiento Avanzado de Imágenes, 10 UD
EL 711	Control óptimo de sistemas, 12 UD
EL 717	Seminario de sistemas digitales, 08 UD.
EL 744	Planificación Sistemas Eléctricos de Potencia, 12 UD.
EL 773	Trabajos complementarios, 10 UD.
EL 785	Trabajo de investigación dirigido, 10 UD.
EL 786	Introducción a la Tesis, 10 UD.
EM 710	Mercados Energéticos Internacionales, 10 UD.
EM 712	Seminario de control automático, 10 UD.
EM 715	Laboratorio de control automático, 10 UD.
EM 716	Control de sistemas no lineales, 10 UD.
EM 719	Ingeniería de Alta Tensión, 10 UD.
EM 720	Aislación de Equipos de Alta Tensión, 10 UD.
EM 724	Diseño de sistemas de control multivariable, 10 UD.
EM 726	Control robusto de sistemas, 10 UD.
EM 728	Optimización para el control de sistemas, 10 UD.
EM 730	Planificación Económica de Sistemas de Telecom, 08 UD.
EM 733	Seminario de Potencia, 10 UD.
EM 736	Análisis Técnico Económico del Sector Eléctrico, 10 UD.
EM 750	Procesamiento de Información en Sistemas Sensoriales, 10 UD.
EM 751	Imágenes en Medicina, 10 UD.
EM 754	Computación Evolucionaria, 08 UD.
EM 757	Seminario en Telecomunicaciones, 10 UD.
EM 758	Sistemas de Instrumentación (creación en trámite), 10 UD.
MI 75A	Dinámica y control avanzado en metalurgia extractiva, 10 UD.

ANEXO I

CUERPO ACADÉMICO DEL PROGRAMA

Profesores con responsabilidad de guiar tesis doctorales (Claustro).

Néstor Becerra Y., Prof. Asociado, J. Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Manuel Duarte, Prof. Titular, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Pablo Estévez, Prof. Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica.
Guillermo González, Prof. Titular, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Oscar Moya, Prof. Asociado, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Rodrigo Palma, Prof. Asistente, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Claudio Pérez, Prof. Asociado, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Javier Ruiz del Solar, Prof. Asistente, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Luis Vargas, Prof. Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Eléctrica

Profesores que colaboran con el Programa:

Ricardo Baeza, Profesor Titular, Dpto. de Ciencias de la Computación
Alejandro Bassi, Prof. Asistente, Dpto. de Ciencias de la Computación
Nicolás Beltrán, Prof. Asociado, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Leonardo Bronfman, Prof. Titular, Dpto. de Astronomía
Aldo Casali, Prof. Asociado, Dpto. de Ingeniería de Minas
Raúl Gouet, Profesor Asociado, J. Completa, Dpto. de Ingeniería Matemática
Claudio Held, Prof. Asistente, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Jorge May, Prof. Titular, Dpto. de Astronomía
René Méndez, Prof. Asistente, Dpto. de Astronomía
Doris Saez, Prof. Asistente, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Ariel Valdenegro, Prof. Titular, Dpto. de Ingeniería Eléctrica
Gianna Vallebuona, Prof. Asistente, J. Completa, Dpto. de Ingeniería de Minas

En este Anexo se incluye los currícula de los miembros de Claustro del Programa.

NOMBRE:

NÉSTOR J. BECERRA YOMA

Jerarquía Académica
Unidad Académica

Profesor Asociado
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Título y Grado Académico

Ph.D. in Electrical Engineering, University of Edinburgh,
Gran Bretaña.

Líneas de Investigación:

Magíster en Ingeniería Eléctrica, UNICAMP, Brasil
Ingeniero Electricista, UNICAMP, Brasil.
Procesamiento de Señales y Telecomunicaciones

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias	Dirigidas:	20	En desarrollo:	4
Magíster:	Dirigidas:	3	En desarrollo:	1
Doctorado:	Dirigidas:	0	En desarrollo:	0

PUBLICACIONES (últimos 5 años)

REVISTAS INTERNACIONALES (Revistas ISI)

1. Becerra Yoma, N., Bassi, A., Loncomilla, P. "On prosody discontinuity estimation in TTS using hmm". Enviado a Speech Communications (Elsevier), 2004.
2. Becerra Yoma, N., Hood, J., Busso, C. "A real-time protocol for the Internet based on the least mean square algorithm" IEEE Transactions on Multimedia, Vol.6, N°1, Feb., pp. 174-184, 2004.
3. Becerra Yoma, N., Silva, J., Busso, C. and Brito, I., "On compensating additive noise and CS-CFELP distortion in speech recognition using the stochastic weighted viterbi algorithm". IEE Electronics Letters, pp. 409-411, Vol. 39, N° 4, Feb. 2003.
4. Becerra Yoma, N., Tarciano N., Pegoraro F., "Robust speaker verification using state duration modeling", Speech Communications, N° 38, pp. 77-88, 2002.
5. Becerra Yoma, N., Silva J. "MAP speaker adaptation of state duration distributions for speech recognition", en IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol. 10, N° 7, pp.443-450, October 2002.
6. Becerra Yoma, N., Villar, M. "Speaker Verification in noise using a stochastic version of the weighted Viterbi algorithm". IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol. 10, No 3, pp. 158-166, March 2002.
7. Becerra Yoma, N., et al. "On including temporal constraints in the Viterbi algorithm for speech recognition in noise". IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol. 9, No.2, pp. 179-182, 2001.
8. Becerra Yoma, N, McInnes, F., Jack, M. "Improving Performance of Spectral Subtraction in speech recognition using a model for additive noise". IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol. 6, No. 6, pp. 579-582., 1998.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDOS NACIONALES

1. Director Proyecto Fondef, "Investigación aplicada en tecnologías para interfaces hombre-máquina por voz, Desde junio de 2003 a de mayo de 2005.
2. Investigador (responsable del proyecto en la UCh), Proyecto Fondef, "Redes ópticas para Internet del futuro", Octubre de 2001 a septiembre de 2003.

3. Investigador, Proyecto Fondef, "Desarrollo de comunicaciones multimediales sobre redes inalámbricas", Octubre de 2001 a septiembre de 2003.

FONDECYT

1. Investigador responsable, Proyecto Fondecyt Regular, "Reconocimiento de voz en interf conversacionales de última generación para acceso a bases de datos en Internet" Desde Marzo de 2003 a Marzo de 2007.
2. Investigador responsable, Proyecto Fondecyt Regular, "Procesamiento Robusto de patrones acústicos para aplicaciones en la red telefónica e Internet", Marzo de 2000 a febrero de 2003.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

1. Investigador responsable, Proyecto Conicyt-NSF, "NSF-CONICYT: Avances en tecnología de lenguaje humana en USA y Chile mediante investigación en colaboración sobre sistemas de diálogos avanzados", Desde mayo de 2002 hasta abril de 2004.
2. Investigador responsable, Proyecto Fondecyt de Incentivo a la Coop. Intern., "Evaluación de interfaces hombre-máquina por voz.", Marzo de 2000 a febrero de 2003.

NOMBRE	MANUEL DUARTE MERMOUD
Jerarquía Académica	Profesor Titular
Unidad Académica	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Eléctrica
Título y Grado Académico	Ph.D. in Electrical Engineering, Yale University, USA. Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.
Líneas de Investigación	Control Automático

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	20	En desarrollo:	0
Magister:	Dirigidas:	2	En desarrollo:	5
Doctorado:	Dirigidas:	2	En desarrollo:	1

PUBLICACIONES (últimos cinco años)

CAPITULOS DE LIBROS

1. M. Duarte-Mermoud and P. La Rosa, "MRAC using observers with unknown inputs". In *Recent Advances in Circuits, Systems and Signal Processing*. E. Mastorakis and G. Antoniou eds. Electrical and Computer Engineering Series, WSEAS Press, July 2002. pp. 238-243. (ISBN: 960-8052-64-5).

REVISTAS INTERNACIONALES (Revistas ISI)

1. P. Zagalak, J.A., Torres-Muñoz and M.A. Duarte-Mermoud, "Some remarks on the problem of model matching by state feedback". *Kybernetika*, Vol. 40, (2004), (In press).
2. A.M. Suárez, M.A. Duarte-Mermoud and D.F. Bassi, "A predictive control scheme based on neural networks". *Kybernetes*, Vol. 33, 2004, (In press).
3. A.M. Suárez, M.A. Duarte-Mermoud, D.F. Bassi and N.H. Beltrán., "Neural network control for teaching purposes". *International Journal of Engineering Education*. Special Issue on Current Trends in Electronics Education (2). Guest Editors, A. Ibrahim and A.Malinowski. Vol. 20, N° 2, 2004, pp. 212-225.
4. M.A. Duarte-Mermoud and R.A. Prieto, "Performance index for quality response of dynamical systems". *ISA Transactions*, Vol. 43, N° 1, January 2004, pp. 133-151.
5. M.A. Duarte-Mermoud and P.S. La Rosa, "Designing SISO observers with unknown inputs". *IMA Journal of Mathematical Control and Information*, Vol. 20, N° 4, December 2003, pp. 387-391.
6. M.A. Duarte-Mermoud, J.M. Méndez-Miquel, R. Castro-Linares and A. Castillo-Facuse, "Adaptive passivation with time-varying gains of MIMO nonlinear systems". *Kybernetes*, Vol. 32, N° 9/10, 2003, pp. 1342-1368.
7. M.A. Duarte-Mermoud and J.C. Travieso, "Control of induction motors: An adaptive passivity MIMO perspective". *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*. Vol. 17, No. 4, May 2003, pp. 313-332.
8. N.H. Beltrán, M.A. Duarte-Mermoud and P.A. Kremer, "Digital communication technology for teaching automatic control: The level control case". *The International Journal of Electrical Engineering Education*. Vol. 39, No. 4, October 2002, pp. 347-357.
9. M.A. Duarte-Mermoud, F.A. Rojo and R. Pérez, "Experimental evaluation of combined model reference adaptive controller in a pH regulation process". *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, Vol. 16, No. 2, March 2002, pp. 85-106.

10. M. Duarte M., A. Castillo, F. Sepúlveda, A. Contreras, P. Giménez and L. Castelli, "Multivariable control of grinding plants: A comparative simulation study". *ISA Transactions*, Vol. 41, No.1, January 2002, pp. 57-79.
11. M.A. Duarte-Mermoud and I Chang J., "Robust controller design based on model reference approach". *Kybernetes*, Vol. 31, No. 1, 2002, pp. 76-95.
12. M.A. Duarte-Mermoud, R. Castro-Linares and A. Castillo-Facuse, "Direct passivity of a class of MIMO nonlinear systems using adaptive feedback". *International Journal of Control*. Vol.75, No. 1, January 2002, pp.23-33.
13. M.A. Duarte-Mermoud, R. Castro-Linares and A. Castillo-Facuse, "Adaptive passivity of nonlinear systems using time-varying gains". *Dynamics and Control*, Vol. 11, No. 4, December 2001, pp. 333-351.
14. M. Duarte, A. Suarez and D. Bassi, "Control of grinding plants using predictive multivariable neural control". *Powder Technology*, Vol. 115, No. 2, 2001, pp. 193-206.
15. M.A. Duarte-Mermoud, "A contribution on the parallel adaptive observer". *Journal of the Franklin Institute*, Vol. 38, No. 1, February 2001, pp. 69-81.
16. M.A. Duarte and P.X. Sotomayor, "Minimum energy trajectories for subways systems". *Optimal Control: Applications and Methods*, Vol. 20, No. 6, Nov./Dec. 1999, pp. 283-296.
17. M. Duarte, F. Sepúlveda, A. Castillo, A. Contreras, V. Lazcano, P. Giménez and L. Castelli, "A comparative experimental study of five multivariable control strategies applied to a grinding plant". *Powder Technology*, Vol. 104, No.1, August 1999, pp. 1-28.

REVISTAS NACIONALES

1. S.A. Salah, M.A. Duarte-Mermoud, N.H. Beltrán, M.A. Bustos, A.I. Peña-Neira, F.A. Loyola and J.W. Jalocha., "Feature selection using genetic algorithms for Chilean wine classification". (In Spanish). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile (Review of Chilean Institute of Engineers)*, Vol. 115, No. 1, April 2003, pp.3-10.
2. J.C. Travieso and M.A. Duarte, "Control of induction motors based on adaptive passivity". (In Spanish). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile (Review of Chilean Institute of Engineers)*, vol. 114, No. 2, August 2002, pp.63-74.
3. J.S. Rioseco and M.A. Duarte-Mermoud, "Classical time and frequency control techniques applied to longitudinal movement of a subsonic airplane". (In Spanish). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile (Review of Chilean Institute of Engineers)*, vol. 114, No. 1, April 2002, pp.3-17.
4. M. Duarte M. and F. Rojo, "pH control using a gain scheduling controller" (In Spanish). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile (Review of Chilean Institute of Engineers)*. Vol. 112, No.3, December 2000, pp. 77-86.
5. M. Duarte M., A. Suárez S. and D. Bassi A., "Neural control of mineral plants" (In Spanish). *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile (Review of Chilean Institute of Engineers)*, Vol. 111, No. 1, Abril 1999, pp. 1-7.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDOS NACIONALES

FONDECYT

1. "Esquemas de Control Adaptivo Avanzados para Sistemas No lineales y Aplicaciones". Proyecto FONDECYT 1030962. 2003, 2004 y 2005. Investigador Responsable.
2. "Estabilización, Seguimiento y Regulación de Sistemas No Lineales empleando Técnicas de Backstepping y Planitud". Proyecto FONDECYT 1000937. 2000, 2001 y 2002. Investigador Responsable.
3. "Estudios de pasividad adaptable y control adaptable en sistemas no lineales". Proyecto FONDECYT 1970351. 1997, 1998 y 1999. Investigador Responsable.

FONDEF

1. "Identificación Varietal de Vinos Chilenos mediante Instrumentación Inteligente ". Proyecto FONDEF 2001. Abril 2002-Abril 2005. Co Investigador.

NOMBRE

PABLO ANTONIO ESTÉVEZ VALENCIA

Jerarquía Académica
Unidad Académica

Profesor Asociado
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Eléctrica

Título y Grado Académico

Doctor en Ingeniería, University of Tokyo, Japón.
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.

Líneas de Investigación

Redes neuronales artificiales y algoritmos genéticos; Aplicaciones a clasificación, clustering y predicción; Sistemas automáticos de inspección visual; Análisis de señales fisiológicas.

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	15	En desarrollo:	2
Magister:	Dirigidas:	1	En desarrollo:	2
Doctorado:	Dirigidas:	0	En desarrollo:	0

PUBLICACIONES (últimos cinco años)

REVISTAS INTERNACIONALES (* Revistas ISI)

1. Ruz, G.A.; Estevez, P.A.; Pérez C.A., "A Neurofuzzy Color Image, Segmentation Method for Wood Surface Defect detection" *Forest Products Journal*, 2004 (aceptada)
2. Estévez, P.A., Okabe, Y., "On the Computational Power of Max-Min Propagation Neural Networks", *Neural Processing Letters*, Vol. 19, pp. 11-23, Feb. 2004*.
3. Perez, C.A., Santibañez, A.J., Holzmann, C.A., Estévez, P.A. and Held, C.M., "Power Requirements for Vibrotactile Piezo-electric and Electromechanical Transducers", *Medical & Biological Engineering & Computing*, Vol. 41, pp. 718-726, Nov. 2003*.
4. Estévez, P.A., Perez, C., Goles, E., "Genetic Input Selection to a Neural Classifier for Defect Classification of Radiata Pine Boards", *Forest Products Journal*, Vol. 53, N° 7/8, pp. 87-94, July/August 2003*.
5. Perez, C.A., Salinas, C.A., Estévez, P.A., Valenzuela, P.M., "Genetic Design of Biologically Inspired Receptive Fields for Neural Pattern Recognition", *IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics Part B*, Vol. 33, No. 2, pp. 258-270, April 2003*.
6. Heiss, J.E., Held, C.M., Estévez, P.A., Perez, C.A., Holzmann, C.A., and Pérez, J.P., "Classification of Sleep-Stages in Infants: A Neurofuzzy Approach", *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, Vol. 21, No. 5, pp. 147-151, September/October 2002*.
7. Estévez, P.A., Paugam-Moisy, H., Puzenat, D. and Ugarte, M., "A Scalable Parallel Algorithm for Training a Hierarchical Mixture of Neural Experts", *Parallel Computing*, Vol. 28, pp. 861-891, June 2002*.
8. Estévez, P.A., Held, C., Holzmann, C., Perez, C., Pérez, J.P., Heiss, J., Garrido, M. and Peirano, P., "Polysomnographic Pattern Recognition for Automated Classification of Sleep-Waking States in Infants", *Medical & Biological Engineering & Computing*, Vol. 40, pp. 105-113, January 2002*.
9. Goles, E., Matamala, M. and Estévez, P.A., "Dynamical Properties of Min-Max Networks", *International Journal of Neural Systems*, Vol. 10, No. 6, pp. 467-473, December 2000

REVISTAS NACIONALES

1. Estévez P., "Proyección No-lineal de Datos Multidimensionales", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 116, N° 1, pp. 33-40, Abril 2004.
2. Estévez, P. y Fernández, M., "Mixtura de Expertos Neuronales para Tareas de Predicción y Clasificación", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 113, N° 3, pp. 95-103, Dic. 2001.
3. Estévez, P. y Achermann, C., "Visualización de Datos Mediante el Mapa Auto-Organizativo de Kohonen y Análisis de Componentes Principales", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 112, N° 3, pp. 87-97, Dic. 2000.
4. Estévez, P., "Selección de Características para Clasificadores Neuronales", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 111, N° 3, pp. 65-74, Dic. 1999.
5. Estévez, P., "Clasificación de Patrones mediante Redes Neuronales Artificiales", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 111, N° 1, pp. 24-31, Abril 1999.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDOS NACIONALES

PROYECTOS FONDEF

1. "Investigación Aplicada En Tecnologías Para Interfases Hombre-Maquina Por Voz" Proyecto FONDEF D02I-1089, Director: Néstor Becerra, Director Alterno: Pablo Estévez, Co-investigadores: Alejandro Bassi y Raúl Gouet, Duración: Marzo 2003-Marzo 2005.
2. "Desarrollo De Modelos Para Fusión De Imágenes Y Uso De Localizadores 6D: Herramientas de Apoyo al Diagnóstico Médico y Procedimientos Quirúrgicos", Proyecto FONDEF DI01-1035, Director: Raul Gouet, Co-investigadores: Pablo Estévez, Claudio Pérez, Claudio Held, Jorge Amaya y otros, Duración: Abril 2002-Diciembre 2004.
3. "Comercialización De Una Herramienta Para La Detección Del Fraude De Suscripción En Empresas De Telecomunicaciones", Proyecto FONDEF D02T-1023, Director: Alfredo Schnell, Director Alterno: Pablo Estévez, Co-investigadores: Claudio Pérez, Claudio Held. Duración: Julio 2003-Julio 2004.
4. "Sistemas Complejos Y Aplicaciones Industriales", Proyecto FONDEF D99I-1050, Director: Mauricio Telías, Director Alterno: Pablo Estévez, Co-investigadores: Claudio Pérez, Claudio Held, Eric Goles y Jorge Amaya, Duración: Dic. 1999 - Diciembre 2002.
5. "Modelamiento Matemático: Cálculo Distribuido, Redes Neuronales Y Aplicaciones Industriales", Proyecto FONDEF D96I-1022, Director: Eric Goles Chacc, Director Alterno: Pablo Estévez V., Co-investigadores: Claudio Pérez F. y otros investigadores de la USACH, U. Valparaíso y U. Católica del Norte., Duración: Enero 1997 - Abril 2000.

PROYECTOS FONDECYT

1. "Avances en Interfaces Hombre-Máquina basados en parámetros Biométricos", FONDECYT 1040693, mayo 2004 - Mayo 2008.
2. "Redes Neuronales Max-Min: Capacidad De Representación Y Aprendizaje Mediante Programación Lineal Y Algoritmos Genéticos", Proyecto FONDECYT No. 1030924, Investigador Responsable: Pablo Estévez, Co-investigadores: Claudio Pérez y Claudio Held., Duración: Marzo 2003 - Marzo 2005.
3. "Detección Y Clasificación Automática De Patrones En Polisomnogramas De Lactantes Y Niños Aplicando Lógica Difusa Y Técnicas Neuro-Difusas", Proyecto FONDECYT N° 1030545, Investigador Responsable: Claudio Held., Investigador Alterno: Pablo Estévez, Duración: Marzo 2003 - Marzo 2005.

4. "Interfaces Táctiles: Energía Y Transferencia De Información", Proyecto fondecyt N° 1020761, Investigador Responsable: Claudio Pérez, Co-investigadores: Claudio Held, Pablo Estévez., Duración: Marzo 2002 - Marzo 2004.
5. "Detección De Movimientos Oculares Mediante Procesamiento De Imágenes Y Sistemas Inteligentes: Interfaces Para Discapacitados Y Dispositivos Para Detectar Pérdida De Alerta", Proyecto FONDECYT N° 1990621, Investigador Responsable: Claudio Pérez F., Co-investigadores: C. Holzmann, P. Estévez y C. Held, Duración: Marzo 1999 - Marzo 2002.
6. "Optimización De Redes Neuronales Para Tareas De Clasificación Y Predicción Mediante Algoritmos Genéticos", Proyecto FONDECYT N° 1980909, Investigador Responsable: Pablo Estévez, Co-investigadores: Claudio Pérez, Claudio Held, Carlos Holzmann y Alfonso Ehijo., Duración: Marzo 1998 - Marzo 2001.

FONDOS INTERNACIONALES

1. "Niacs II: Novel Intelligent Automation And Control Systems II", Project Alfa N° II-0026-FA (European Community) Director: Dr. Diego Andina (ETSI de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España), Co-researchers: Pablo Estévez (U. Chile), Javier Ruiz del Solar (U. Chile), R. Carranza (U.C. Boliviana), D.T. Pham (U. Wales), M. Packianather (U. Wales), R. Velazco (INPG, Grenoble) y otros investigadores de Argentina, México y Alemania., Duration: 2002-2004.

NOMBRE

Jerarquía Académica
Unidad Académica
Título y Grado Académico

GUILLERMO D. GONZÁLEZ REES

Profesor Titular
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Ph.D. en Ingeniería Eléctrica, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA.
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.
Control Automático, Modelación de Sistemas, Sensores Virtuales.

Líneas de Investigación

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	46	En desarrollo:	3
Magister:	Dirigidas:	15	En desarrollo:	1
Doctorado:	Dirigidas:	0	En desarrollo:	0

PUBLICACIONES (últimos 5 años)

REVISTAS INTERNACIONALES (ISI)

1. Perez C.A., Gonzalez G.D., Medina L.E., Galdames F.J., "Linear versus non-linear Neural Modeling for 2D Pattern Recognition", IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics - Part A, (accepted March 2004).
2. González G., Orchard M., Cerda J.L., Casali A. And Vallebuona G., "Local models for soft-sensors in a rougher flotation bank", Minerals Engineering, Vol 16, pp. 441-453. 2003.
3. Casali A., González G.D., Augusto H., Vallebuona G., "Dynamic simulator of rougher flotation circuit for a copper sulphide or" Minerals Engineering, Vol. 15, pp. 253-262, January 2002.
4. Casali A., González G.D., Vallebuona G., Pérez CA, and Vargas R., "Grindability soft-sensors based on lithological composition and on-line measurements". Minerals Engineering, Vol 14, N° 7, July, pp. 689-700, 2001.
5. Casali A., González G.D., Torres F., Vallebuona G., Castelli L., Giménez P., "Particle size distribution soft-sensor for a grinding circuit" Powder Technology, Vol. 99, pp 15-20, 1998
6. Pérez-Correa, González G.D., Casali A., Cipriano A., Barrera R., Zavala E., "Dynamic modeling and advanced multivariable control of conventional flotation circuits" Minerals Engineering, Vol.11, N°4, 333-346, 1998.
7. Casali A., Vallebuona G., Bustos M., González G.D., Giménez P., "A soft-sensor for solids concentration in hydrocyclones", Minerals Engineering, Vol. 11, N° , 375-383, 1998.

REVISTAS NACIONALES

1. González G.D, Pérez C.A., La Rosa P., "Enfoque global de la identificación de sistemas mediante modelos de caja negra". Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 114, N° 2, 47-67 en Revista Chilena de Ingeniería, N° 436, agosto 2002.
2. Casali A., González G., Vallebuona G., Cerda L., Barrera R., Castelli L., Giménez P., "Sensor virtual de la ley de concentrados de flotación" Minerales, Vol. 52, N° 221, 25-30, 1998

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDECYT

1. "Modelación para sensores basados en modelos", Fondecyt 1000977, Investigador Responsable: Guillermo González Rees, Co-Investigadore: Claudio Pérez, marzo 2000 a marzo 2002

2. "Control adaptable empleando esquemas multicontroladores y aplicaciones", Fondecyt 1930797 Investigador Responsable: Manuel Duarte Mermoud, Co-Investigadores: F. Sepúlveda, Guillermo González, marzo 1993 a febrero 1995
3. "Sensores Virtuales", Fondecyt 1930885, Investigador Responsable: Guillermo González, Co-Investigador: Manuel Duarte, marzo 1993 a febrero 1995
4. "Sistemas de Sensores", Fondecyt 1950531, Investigador Responsable: Guillermo González, Co-Investigadores: Manuel Duarte, R. Barrera, marzo 1995 a febrero 1996
5. "Detección y diagnóstico de fallas en sistemas dinámicos no lineales y variantes en el tiempo", Fondecyt 1020741, Investigador Responsable, Aldo Cipriano Zamorano, Co-investigadores: Guillermo González Rees, marzo 2002 a marzo 2004

FONDEF

1. "Automatización en procesamiento de minerales", FONDEF MI-17. Director General: Guillermo González Rees, 1993-1996

NOMBRE

OSCAR MOYA ARAVENA

Jerarquía Académica
Unidad Académica
Título y Grado Académico

Profesor Asociado
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Ph.D. en Ingeniería Eléctrica, Imperial College, Gran Bretaña.
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.
Sistemas Eléctricos de Potencia.

Líneas de Investigación

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	<input type="text" value="45"/>	En desarrollo:	<input type="text" value="4"/>
Magíster:	Dirigidas:	<input type="text" value="5"/>	En desarrollo:	<input type="text" value="5"/>
Doctorado:	Dirigidas:	<input type="text"/>	En desarrollo:	<input type="text"/>

PUBLICACIONES (últimos 5 años)

REVISTAS INTERNACIONALES (ISI)

1. Moya, O., "Spinning Reserve, Load Shedding and Economic Dispatch Solution by Benders Decomposition", aceptada para ser publicada en IEEE Transactions on Power Systems, 2003.
2. L. Vargas, R. Palma, O. Moya y R. Torres, "A Scenario Simulation Approach for Market Power Analysis in Hydrothermal Systems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, N°3 pp. 1046-1053, 2003.
3. Moya O., "Experience and new challenges in the Chilean generation and transmission sector" Energy Policy, Vol. 30, N° 7, pp. 575-582 - Junio 2002.
4. Moya O., "Marginal Cost of transmission system adequacy for spot pricing", Electric Power Systems Research, Vol. 61, pp. 89-92, 2002.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDECYT

1. Investigador responsable, Proyecto Fondecyt Regular: Incorporación de la seguridad y calidad de servicio en los precios Spot de sistemas eléctricos (1990599), Desde marzo de 1999 a febrero 2001.
2. Investigador responsable, Proyecto Fondecyt Regular: Confiabilidad de redes energéticas electricidad - gas natural. Desde marzo de 1997 a febrero de 1999.

NOMBRE

RODRIGO PALMA

Jerarquía Académica
Unidad Académica
Título y Grado Académico

Profesor Asistente
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Ph.D. Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Dortmund, República Federal Alemana.
Magister en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.
Ingeniero Civil de Industrias con Mención en Electricidad, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Líneas de Investigación

Métodos de Análisis y Optimización en Mercados de Energía Eléctrica, Sistemas Eléctricos de Potencia.

Tesis y Memorias Guiadas

Magister:	Dirigidas	1	En desarrollo:	4
Doctorado	Dirigidas		En desarrollo:	

PUBLICACIONES (últimos diez años)

LIBROS

1. "Objektorientiertes Modell zur Ausbauplanung von elektrischen Übertragungsnetzen Unter wettbewerbsorientierten Rahmenbedingungen (Modelo orientado al objeto para la expansión de los sistemas de transmisión en ambientes competitivos)", Tesis doctoral. "VDE VERLAG GMBH", Berlin, Offenbach, ISBN: 3-8007-2547-9 (2000).

REVISTAS INTERNACIONALES (ISI *)

1. R. Palma, L. Vargas, J. Pérez, J. Núñez, R. Torres (2004) "OPF with SVC and UPFC Modeling for Longitudinal Systems", aceptada en IEEE Transactions on Power Systems *.
2. Maldonado P, Palma R, Jiménez G y Castillo G. Seguridad y calidad del abastecimiento eléctrico a más de 10 años de la reforma de la industria eléctrica en países de América del Sur. CEPAL, Serie Recursos Naturales e Infraestructura, No. 72. Mayo (2004).
3. Muñoz A, Palma R, Jiménez*G y Castillo G. Fundamentos para la constitución de un mercado común de electricidad. CEPAL, Serie Recursos Naturales e Infraestructura, No. 73. Junio (2004).
4. L. Vargas, R. Palma, O. Moya y R. Torres, "A Scenario Simulation Approach for Market Power Analysis in Hydrothermal Systems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, N°3 pp. 1046-1053 (2003)*.
5. R. Palma, L. Vargas, F. Flatow y N. Oyarce "Object Oriented Platform for an Integrated Analysis of Energy and Transportation Networks", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, N°3 pp. 1062-1069 (2003)*.
6. Kai Strunz, Akihiko Yokoyama, and Rodrigo Palma Behnke, "Collaboration Is Key Internationally- Creating effective university-industry interaction in diverse cultures to help solve tomorrow's energy problems", IEEE Power and Energy Magazine, Julio, Vol 1, Nr. 4, 2003.
7. Rudnick H., Soto M y R. Palma, "Use of System Approaches for Transmission Open Access Pricing", Electrical Power and Energy Systems, ELSEVIER, N° 21, pp. 125-135 (1999).*

8. Handschin, E., Heine, M., König, D., Nikodem, T., Seibt, T., Palma, R., "Object-Oriented Software Engineering for Transmission Planning in Open Access Schemes", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 13, N° 1, pp. 94-100 (1998).*
9. Rudnick, H., Palma, R., Cura, E., Silva, C. "Economically Adapted Transmission Systems in Open Access Schemes- Application of Genetic Algorithms", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, N° 13, Agosto, pp. 1427-1440 (1996). *
10. Rudnick, H., Palma, R. y Fernández, J., "Marginal Pricing and Supplement Cost Allocation in Transmission Open Access", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 10, N12, pp. 1125-1132 (1995).*

REVISTAS NACIONALES

1. Flores R., Palma R., "Mercados Minoristas de Energía, Propuesta de Implementación en el Sector Eléctrico Chileno", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Abril 2003.
2. Palma R., Flatow F., "La Comercialización como Elemento de Diversificación del Producto Electricidad - Modelo CELCUS Basado en Técnicas de Clustering", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 114, N° 1 - Abril 2002, pags. 39-45.
3. Cerda J., Palma R., Jofré A., "Integración de Generación Distribuida en un Modelo OPF para el Suministro de Energía en una Empresa Distribuidora", Revista Chilena de Ingeniería ISSN 0370-4009, N°437, Diciembre 2002.
4. Palma, R., Vargas L., Vera, E., Kripper F., Rojas, G., Lineo F., y González F., "Pq-M/W: Modelo de Un Sistema de Calidad De Servicio Para Mercados Competitivos", Revista Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, (2002).
5. Palmá, R., Rojas, G., Aranda, E., "Historia y Perspectivas de la Investigación en torno a las Energías Renovables en Chile 1990-2001", Revista GEOINFORMATIVO, Chile (2002).
6. Moya, O., Palma, R., Vargas, L., "Costos de Capacidad y Servicios Complementarios en la Legislación Eléctrica", Revista Chilena de Ingeniería, Vol 113 N°2-ISSN 0716-2340 (2001).
7. Vargas, L., Palma, R., Moya, O., "Mercados Eléctricos y Bolsas de Energía: Aspectos Críticos para su Implementación en Chile", Revista Chilena de Ingeniería, ISSN 0370-4009-N° 432 (2001).

NOMBRE

CLAUDIO A. PÉREZ FLORES

Jerarquía Académica
Unidad Académica

Profesor Asociado
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Eléctrica

Título y Grado Académico

Ph.D., Ohio State University, USA.
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.

Líneas de Investigación

Interfaces hombre-máquina, reconocimiento de patrones en imágenes

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	21	En desarrollo:	3
Magíster:	Dirigidas:	4	En desarrollo:	2
Doctorado:	Dirigidas:	0	En desarrollo:	0

PUBLICACIONES (últimos cinco años)

REVISTAS INTERNACIONALES (* Revistas ISI)

1. Perez C.A., Gonzalez G.D., Medina I.E., Galdames F.J., "Linear versus non-linear Neural Modeling for 2D Pattern Recognition", IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics - Part A, (accepted March 2004). *
2. Perez, C.A., Santibañez, A., Holzmann, C.A., Estévez, P.A., Held, C.M., "Power Consumption on Vibrotactile Piezoelectric and Electromechanical Transducers", Medical & Biological Engineering & Computing, Vol. 41, pp. 718-726, 2003. *
3. Perez, C.A., Salinas, C.A., Estévez, P.A., Valenzuela, P.M., "Genetic Design of Biologically Inspired Receptive Fields for Neural Pattern Recognition", IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics - Part B, Vol.33, N° 2, April 2003, pp.258-270. *
4. Estévez, P.A., Perez, C., Goles, E., "Genetic Input Selection to a Neural Classifier for Defect Classification of Radiata Pine Boards", Forest Products Journal, Vol. 53, N° 7/8, July/August 2003, pp. 87-94. *
5. Heiss, J.E., Held, C.M., Estévez, P.A., Perez, C.A., Holzmann, C.A., and Pérez, J.P., "Classification of Sleep-Stages in Infants: A Neurofuzzy Approach", IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol. 21, N° 5, Sept./Oct. 2002, pp.147-151. *
6. Estévez, P.A., Held, C., Holzmann, C., Perez, C., Pérez, J.P., Heiss, J., Garrido, M. and Peirano, P., "Polysomnographic Pattern Recognition for Automated Classification of Sleep-Waking States in Infants", Medical & Biological Engineering & Computing, Vol. 40, January 2002, pp. 105-113. *
7. Casali A., Gonzalez G, Vallebuona G, Perez C. and Vargas R., "Grindability Soft-Sensors Based On Lithological Composition And On-Line Measurements", Minerals Engineering, Volume 14, Number 7, pp.689-700, 2001. *
8. Perez CA, Holzmann CA, Jaeschke HE, "Two-Point Vibrotactile Discrimination Related to Parameters of a Pulse Burst Stimulus", Med. Biol. Eng. Comput., Vol.38, pp.74-79, 2000. *
9. Holzmann CA, Perez CA, Held CM, San Martin M, Pizarro F, Perez JP, Garrido M, Peirano P, "Expert System Classification of Sleep Walking States in Infants", Med. Biol. Eng. Comput., Vol. 37, pp.466-476,1999. *

ABSTRACTS EN CONFERENCIAS ISI:

1. Perez CA, Salinas C, "Genetic Neural Architecture Design based on Visual Receptive Field Organization for Face Recognition", 2001 Conference of the Biomedical Engineering Society, Oct 4-7, Annals of Biomedical Engineering, pp. S-122, 2001.
2. Perez CA, Santibanez AJ, Holzmann CA, "Power Consumption in Vibrotactile Excitation Using Piezoceramic Transducers", 2001 Conference of the Biomedical Engineering Society, Oct 4-7, Annals of Biomedical Engineering, pp. S-2, 2001.

REVISTAS NACIONALES

1. González GD, Perez CA, La Rosa P., "Enfoque Global de la Identificación de Sistemas mediante Modelos de Caja Negra", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol.114, No.2, pp.47-61, 2002
2. Perez CA, Salinas C, "Visión Computacional Mediante Selección Genética de Campos Receptivos Biológicamente Inspirados", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol.113, No.1, pp.27-35, 2001
3. Perez CA, Held CM, Mollinger PR, "Clasificación de Números Manuscritos en Base a Prototipos", Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol.111, No.2, pp.40-49, 1999.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDOS NACIONALES

1. "Avances en Interfaces Hombre-Máquina basados en parámetros Biométricos", FONDECYT 1040693, mayo 2004 – Mayo 2008
2. "Interfaces táctiles: energía y transferencia de información"; FONDECYT 1020761; Investigador Responsable: Claudio Pérez; Coinvestigadores: C. Held y P. Estevez. Marzo 2002 – Marzo 2004.
3. "Detección de Movimientos Oculares Mediante Procesamiento de Imágenes y Sistemas Inteligentes: Interfaces para Discapacitados y Dispositivos para Detectar Pérdida en Alerta", FONDECYT 1990761 Investigador Responsable: Claudio A. Pérez F., Co-investigadores: Carlos A. Holzmann P., Pablo Estévez y Claudio Held B. Marzo 1999- Marzo 2002.
4. "Literatura de Texto para No-Videntes: Optimización Espacial del Estimulo Táctil y del Reconocimiento de Caracteres Mediante Algoritmos Genéticos", FONDECYT 1960921, Investigador Responsable: Claudio A. Pérez F., Co-investigador: Carlos A. Holzmann P., Marzo 1996- Marzo 1999.
5. "Redes neuronales max-min: capacidad de representación y aprendizaje mediante programación lineal y algoritmos genéticos"; FONDECYT 1030924; Investigador Responsable: P. Estévez; Co-investigadores: C. Perez, C. Held. Marzo 2003 – Marzo 2005.
6. "Modelación Para Sensores Basados En Modelos", FONDECYT 1000977, Inv. Responsable: G. González. Co-investigador: C. Pérez., Marzo 2000-Marzo 2002.

FONDECYT – Cooperación Internacional

1. FONDECYT Incentivo a la cooperación internacional- 7020761, "Interfaces táctiles: energía y transferencia de información"; FONDECYT 1020761; Investigador Responsable: Claudio Pérez; Contraparte: Prof. Theodore Cohn. UC, Berkeley, EE.UU., Marzo 2002 – Marzo 2004.

FONDEF

1. "Desarrollo de modelos para fusión de imágenes y uso de localizadores 6d: herramientas de apoyo al diagnóstico médico y procedimientos quirúrgicos"; FONDEF DI01-1035, (2002 – 2004); Director

Raul Gouet; Co-investigadores: Pablo Estévez, Claudio Pérez, Claudio Held.

2. "Comercialización de una herramienta para la detección del fraude de suscripción en empresas de telecomunicaciones", Fondef d02t-1023, 2003 – 2004; Director: Alfredo Schnell; Director Alterno: Pablo Estévez; Co-investigadores: Claudio Pérez, Claudio Held.
3. "Sistemas Complejos y Aplicaciones Industriales", Proyecto FONDEF 1-1050, Inv. Responsable: Eric Gales C., Co-investigadores: P. Estevez, C Perez, C.Held (En el Departamento de Ingeniería Eléctrica se está aplicación industrial de detección de patrones de fraude en telefonía): Vigencia: Dic. 1999-Jun. 2002.

FONDOS INTERNACIONALES

1. Fulbright Academic Interchange between U. de Chile and U. of California, Berkeley, E.E.U.U., Abril 2002-2004.

NOMBRE JAVIER RUIZ DEL SOLAR SAN MARTÍN

Jerarquía Académica Profesor Asistente

Unidad Académica Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Eléctrica

Título y Grado Académico Doctor en Ingeniería, Universidad Técnica de Berlín, Alemania.
Ingeniero Civil Electrónico, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.

Líneas de Investigación Procesamiento de Imágenes y Visión Computacional; Robótica Móvil; Búsqueda de Información en Bases de Datos de Imágenes y Video; Reconocimiento de Patrones.

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	24	En desarrollo:	6
Magíster:	Dirigidas:	2	En desarrollo:	3
Doctorado:	Dirigidas:	0	En desarrollo:	2

PUBLICACIONES (últimos cinco años)

LIBROS

1. Abraham, A., Ruiz-del-Solar, J., and Köppen, M. (Eds.) (2002). *Soft-Computing Systems: Design, Management and Applications*, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications 87, IOS Press.

CAPITULOS DE LIBROS

1. Navarrete, P., and Ruiz-del-Solar, J. (2003). Kernel-based Face Recognition by a Reformulation of Kernel Machines. In J. Benitez, O. Cordon, F. Hoffmann and R. Roy (Eds.), *Advances in Soft Computing - Engineering Design and Manufacturing*, Springer Engineering Series, 183 - 196 (ISBN 1-85233-755-9).
2. Escobar, M.J., Ruiz-del-Solar, J., and Rodriguez, J. (2003). Face Recognition Using Multi Log-Polar Images and Gabor Filters. In J. Benitez, O. Cordon, F. Hoffmann and R. Roy (Eds.), *Advances in Soft Computing - Engineering Design and Manufacturing*, Springer Engineering Series, 197 - 204 (ISBN 1-85233-755-9).
3. Navarrete, P., and Ruiz-del-Solar, J. (2002). Eigenspace-based Face Recognition: A comparative study of different hybrid approaches. In A. Abraham, J. Ruiz-del-Solar, M. Köppen (Eds.), *Soft-Computing Systems: Design, Management and Applications*, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications 87, IOS Press, 663 - 672 (ISBN 1-58603-297-6).
4. Ruiz-del-Solar, J., and Navarrete, P. (2002). Eigenspace-based Face Recognition. In R. Roy, M. Köppen, S. Ovaska and T. Furuhashi (Eds.), *Soft Computing and Industry - Recent Applications*, Springer Engineering Series, 445 - 460 (ISBN 1-85233-539-4).
5. Ruiz-del-Solar, J. (2000). Computational Autopoiesis for Texture Analysis. In Y. Suzuki, S. Ovaska, T. Furuhashi, R. Roy and Y. Dote (Eds.), *Soft Computing in Industrial Applications*, Springer Engineering Series, 531-539 (ISBN 1-85233-293-X).
6. Ruiz-del-Solar, J., and Köppen, M. (1999). Autopoiesis and Image Processing. In M. Mohammadian (Ed.), *New Frontiers in Computational Intelligence and its Applications*, IOS Press, 254 - 263 (ISBN 90-5199-476-1).

REVISTAS INTERNACIONALES (* Revistas ISI)

1. Ruiz-del-Solar, J., and Navarrete, P. (2004). Eigenspace-based Face Recognition: A comparative study of different approaches. *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics C, Special Issue on Biometric Systems* (in press). *
2. Lacassie, J.P., Roser, B., Ruiz-del-Solar, J., and Hervé, F. (2004). Discovering Geochemical Patterns using Self-Organizing Neural Networks: A new Perspective for Sedimentary Provenance Analysis. *Sedimentary Geology* 165 (2004) 175 - 191. *
3. Ruiz-del-Solar, J., and Aviles, R. (2004). Robotics Courses for Children as a Motivation Tool: The Chilean Experience. *IEEE Trans. on Education* (in press). *
4. Baeza-Yates, R., Ruiz-del-Solar, J., Verschae, R., Castillo, C., Hurtado, C. (2004). Content-based Image Retrieval and Characterization on Specific Web Collections. *Lecture Notes in Computer Science* (accepted). *
5. Zagal, J., Ruiz-del-Solar, J., Guerrero, P. and Palma R. (2004). Evolving Visual Object Recognition for Legged Robots. *RoboCup 2003 Symposium, Lecture Notes in Computer Science* (in press). *
6. Ruiz-del-Solar, J. and Zagal, J. (2004). How contests can foster the research activities on robotics in developing countries: Chile a case study. *RoboCup 2003 Symposium, Lecture Notes in Computer Science* (in press). *
7. Kottow, D., Köppen, M., and Ruiz-del-Solar, J. (2003). Temporal Dynamical Interactions between Multiple Layers of Local Image Features for Event Detection in Video Sequences. *Lecture Notes in Computer Science* 2749, Springer, 223 - 231. *
8. Verschae, R., and Ruiz-del-Solar, J. (2003). A Hybrid Face Detector based on an Asymmetrical Adaboost Cascade Detector and a Wavelet-Bayesian-Detector. *Lecture Notes in Computer Science* 2686, Springer, 742-749. *
9. Navarrete, P., and Ruiz-del-Solar, J. (2002). Analysis and Comparison of Eigenspace-based Face Recognition Approaches. *Int. Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, Vol. 16, No. 7, 817-830. *
10. Ruiz-del-Solar, J., Navarrete, P., and Parada, P. (2002). TEXRET: An Interactive Texture RETrieval System. *UPGRADE* (The European Online Magazine for the IT Professional), Vol. III, No. 3, June 2002, 70 - 77.
11. Franke, K., Ruiz-del-Solar, J., and Köppen, M. (2002). Soft-Biometrics: Soft-Computing for Biometric-Applications. *Int. Journal of Fuzzy Systems*, Vol. 4, No. 2, June 2002.
12. Ruiz-del-Solar, J., and Navarrete, P. (2002). Towards a Generalized Eigenspace-based Face Recognition Framework. *Lecture Notes in Computer Science* 2396, Springer, 662 - 671. *
13. Navarrete, P., and Ruiz-del-Solar, J. (2002). On the Generalization of Kernel Machines. *Lecture Notes in Computer Science* 2388, Springer, 24 - 39. *
14. Ruiz-del-Solar, J., and Navarrete, P. (2002). FACERET: An Interactive Face Retrieval System based on Self-Organizing Maps. *Lecture Notes in Computer Science* 2383, Springer, 157 - 164. *
15. Navarrete, P., and Ruiz-del-Solar, J. (2002). Comparative study between different Eigenspace-based approaches for Face Recognition. *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 2275, Springer, 178 - 184. *

16. Franke, K., and Ruiz-del-Solar, J. (2002). Soft-Biometrics: Soft-Computing Technologies for Biometric-Applications. Lecture Notes in Artificial Intelligence 2275, Springer, 171- 177.*
17. Ruiz-del-Solar, J., and Soria-Frisch, A., (2001). Toward a Bioinspired Fusion of Color and Infrared Textural Image Information, Journal of Advanced Computational Intelligence, Vol. 5, No. 6, 15 - 21.
18. Köppen, M., and Ruiz-del-Solar, J. (2001). Steady-State Image Operators. Applied Soft Computing 1 (2001) 53 – 62.
19. Ruiz-del-Solar, J. and Kottow, D. (2000). Bio-Inspired Texture Segmentation Architectures. Lecture Notes in Computer Science 1811, Springer, 444-452. *
20. Ruiz-del-Solar, J., and Kottow, D. (1999). Adaptive-Subspace Growing Cell Structures (ASGCS) A new self-organizing network for automatic selection of feature variables. Lecture Notes in Computer Science 1607, Springer, 805-813. *
21. Köppen, M., and Ruiz-del-Solar, J. (1999). Autopoiesis and Image Processing: Detection of Structure and Organization in Images. Lecture Notes in Computer Science 1607, Springer, 442-451. *

REVISTAS NACIONALES

1. Zagal, J., and Ruiz-del-Solar, J. (2004). Aprendizaje de Comportamientos Complejos en Robots Cuadrúpedos. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 116, No. 1 (in press).
2. Guerrero, P., and Ruiz-del-Solar, J. (2003) Auto-localización de un Robot Móvil AIBO mediante el Método de Monte Carlo. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 115, No. 3, 91 – 102.
3. Verschae, R., and Ruiz-del-Solar, J. (2003) Detección de Caras utilizando un Método Híbrido de Reconocimiento Estadístico de Patrones. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 115, No. 2, 67-79.
4. Zagal, J., and Ruiz-del-Solar, J. (2003). Adaptación Evolutiva de un Sistema Visual de Reconocimiento de Objetos para el Campeonato de Fútbol Robótico Robocup. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 115, No. 1, 11-22.
5. Ruiz-del-Solar, J., and Navarrete, P. (2002). FACEREI: Sistema de Administración y Búsqueda Inteligente de Caras en Bases de Datos de Imágenes. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 114, No. 3, 117-125.
6. Ruiz-del-Solar, J., and Escobar, M.J. (2002). Reconocimiento de Caras inspirado en Modelos Biológicos. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 114, No. 1, 19-27.
7. Ruiz-del-Solar, J., and Shats, E. (2001). Sistema Robótico Móvil controlado a través de Internet. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 113, No. 3, 121-128.
8. Navarrete, P., Ruiz-del-Solar, J., and Escobar, M.J. (2001). Reconocimiento de Caras mediante Métodos de tipo "Eigenspace". Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 113, No. 1, 3 - 25.
9. Ruiz-del-Solar, J., and Soria-Frisch, A. (2000). Sistemas Multisensoriales de Inspección Industrial: Procesamiento conjunto de Imágenes de Color e Infrarrojas. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 112, No. 3, 98-111.
10. Ruiz-del-Solar, J., Parada, P., Jochmann, M., Köppen, M., and Roco L. (2000). Búsqueda y Síntesis de Texturas mediante Soft-Computing. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 112, No. 2, 49-74.
11. Morales, D., and Ruiz-del-Solar, J. (2000). Sistemas Biométricos: Matching de Huellas Dactilares mediante Transformada de Hough Generalizada. Anales del Instituto de Ingenieros de Chile, Vol. 112, No. 1, 15-27.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDOS NACIONALES

FONDECYT

1. "Reconocimiento de Caras en Ambientes no Controlados" (Marzo 2003 - Marzo 2005). Proyecto Fondecyt: 1030500 (Investigador Responsable).
2. "Bases de Datos de Texturas: Análisis, Búsqueda y Síntesis de Texturas utilizando Redes Neuronales y Lógica Difusa" (Marzo 1999 - Marzo 2001). Proyecto Fondecyt: 1990595 (Investigador Responsable).
3. "Algorithms for Equalization of non linear Telecommunications Channels: development for the implementation in specialized integrated circuits" (Marzo 1999 - Marzo 2000). Proyecto Fondecyt: 1990597 (Co-Investigador).

FONDOS INTERNACIONALES

1. "Human-Machine Affective and Collaborative Interaction via Multimodal Interfaces" (Abril 2004 - Abril 2006). Co-financiado por BMBF-Alemania y CONICYT-Chile bajo su "Programa de Cooperación Internacional" (Investigador Responsable de Contraparte Chilena).
2. "Face recognition and signature verification using soft-computing" (Marzo 2002 - Marzo 2004). Co-financiado por BMBF-Alemania y CONICYT-Chile bajo su "Programa de Cooperación Internacional" (Investigador Responsable de Contraparte Chilena).
3. "Processing of Color Textural Image Information" (Marzo 2000 - Marzo 2002). Co-financiado por BMBF-Alemania y CONICYT-Chile bajo su "Programa de Cooperación Internacional" (Investigador Responsable de Contraparte Chilena).
4. "Texture Image Processing" (Marzo 1999 - Marzo 2001). Co-financiado por DFG-Alemania y CONICYT-Chile bajo su "Programa de Cooperación Internacional" (Investigador Responsable de Contraparte Chilena).
5. Red de Cooperación ELACIAC II (European - Latino American Cooperation for Intelligent Automation and Control) del programa ALFA de la Unión Europea, (Marzo 2002 - Marzo 2005) (Coordinador contraparte Chilena).
6. AIA Fulbright Cooperation Project "Engineering Faculty Exchange between UC Berkeley and Universidad de Chile" (Diciembre 2001 - Febrero 2003) (Participante)

NOMBRE

LUIS SANTIAGO VARGAS DIAZ

Jerarquía Académica
Unidad Académica

Profesor Asociado
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de
Ingeniería Civil Eléctrica

Título y Grado Académico

Ph.D. en Ingeniería Eléctrica, University of Waterloo, Canadá.
Ingeniero Civil Electricista, Universidad de Chile.

Líneas de Investigación

Sistemas de Potencia.

Tesis y Memorias Guiadas

Memorias:	Dirigidas:	<input type="text" value="20"/>	En desarrollo:	<input type="text" value="5"/>
Magíster:	Dirigidas:	<input type="text" value="1"/>	En desarrollo:	<input type="text" value="1"/>
Doctorado:	Dirigidas:	<input type="text"/>	En desarrollo:	<input type="text"/>

PUBLICACIONES (últimos cinco años)

REVISTAS INTERNACIONALES (Revistas ISI)

1. L. Vargas, R. Palma, O. Moya and R. Torres, "A Scenario Simulation Approach for Market Power Analysis in Hydrothermal Systems", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, N°3, August. 2003.
2. R. Palma, L. Vargas, F. Flatow, "Object Oriented Platform for an Integrated Analysis of Energy and Transportation Networks", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 18, N°3, August. 2003..
3. L. Vargas y C. Cañizares, "Time dependence of Controls to Avoid Voltage Collapse", IEEE Transactions on Power Systems, Vol 15, No. 4, Nov 2000, pp. 1367-1373.
4. L. Vargas, V.H. Quintana y R. Miranda, "Voltage Collapse Scenario in the Chilean Interconnected system", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 4, Nov. 1999, pp. 1415-21.

PROYECTOS DE INVESTIGACION (últimos cinco años)

FONDOS NACIONALES

1. Planificación de la Operación de Sistemas Hidrotérmicos en Ambientes Competitivos, proyecto Fondecyt 1031001, Investigador Responsable.
2. Evaluación y Controlabilidad de Voltaje en Sistemas de Potencia con Topología Longitudinal, proyecto Fondecyt 1000940, Investigador Responsable.
3. Impacto Técnico Económico de la Cogeneración en Redes de Potencia: un Enfoque Sistémico, proyecto Fondecyt 1981028, Investigador Responsable.

OTROS FONDOS NACIONALES

1. Simulación Preliminar de Centrales Eólicas y Geotérmicas en los Sistemas Interconectados Nacionales, Comisión Nacional de Energía, Noviembre 2002- marzo 2003. L. Vargas (Director Proyecto).
2. Análisis Ambiental de las Redes de Transporte y Energía, Sectra y Comisión Nacional de Energía, Enero 2002- Enero 2003, L. Vargas (Director Proyecto).

3. Bolsa de Energía y Servicios Complementarios en el Sector Eléctrico Chileno, desarrollado para Colbún S.A., Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Diciembre 2001, L. Vargas (Director Proyecto).

FONDOS INTERNACIONALES

Power Systems Applications for an Internet-based Remote Control, Technologies Research Center UTRC, East Hartford, CT, 1999-2000.

ANEXO II

DESCRIPCION DE LOS CURSOS DE FORMACIÓN GENERAL

Julio 2004

EL 710 FUNDAMENTOS DE ROBOTICA MOVIL

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Introducir al alumno en los fundamentos de la Robótica Móvil con aplicaciones prácticas en base a Sistemas Inteligentes.

Específicos:

- a) Introducir al estudiante a la robótica móvil y a los distintos tipos de robots y aplicaciones existentes.
- b) Conocer en detalles las principales características y componentes de los robots móviles: mecánica y hardware de locomoción, sensores, y sistema de control y navegación.
- c) Aprender el diseño y la programación del sistema de control y navegación de un robot móvil, con énfasis en tareas de representación del espacio, construcción de mapas sensoriales, auto localización, seguimiento de trayectorias e interacción con otros robots o agentes.
- d) Aprender la forma en que diversos tipos de Sistemas Inteligentes como Redes Neuronales, Lógica Difusa y Computación Evolutiva pueden ser utilizados para resolver problemas reales del ámbito de la robótica móvil.
- e) Conocer en forma práctica la programación y/o construcción de robots móviles.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Introducción a la Robótica Móvil

Se entregan conceptos generales en robótica móvil, las distintas componentes básicas de un robot móvil, se describen distintas clases de robots móviles y se describe el estado del arte en el tema.

4

- 1.1 Definiciones y conceptos básicos
- 1.2 Componentes de un robot móvil
- 1.3 Estado del arte
- 1.4 Robots con ruedas
- 1.5 Robots con piernas
- 1.6 Robots acuáticos, espaciales y voladores

2. Sensores y Actuadores

Se presentan distintos tipos de sensores y actuadores empleados en robótica móvil con énfasis en los sensores de tipo visual, en percepción activa y en conceptos de fusión sensorial.

6

- 2.1 Sistemas de locomoción
- 2.2 Sensores internos
- 2.3 Sensores de distancia
- 2.4 Sensores visuales

- 2.5 Percepción activa
- 2.6 Odometría y Filtro de Kalman
- 2.7 Fusión sensorial

3. Sistema de Control

6

Se describen distintas estrategias de control comúnmente empleadas en robótica móvil, en particular se analiza el caso del control en base a conductas.

- 3.1 Control deliberativo
- 3.2 Control reactivo
- 3.3 Control jerárquico
- 3.4 Control basado en Arquitectura de Pizarrón
- 3.5 Control en base a conductas

4. Representación del Robot y su Entorno

8

Se presentan distintos tipos de representaciones del robot con respecto a su entorno, mapas, etc.

- 4.1 Representación del entorno
- 4.2 Construcción de mapas
- 4.3 Mapas sensoriales
- 4.4 Mapas geométricos
- 4.5 Mapas topológicos
- 4.6 Representación del robot
- 4.7 Autolocalización

5. Navegación: Un problema de Localización y Mapeo

12

Se presentan los problemas fundamentales que se presentan en la navegación de los robots, su auto localización y la construcción de mapas de su entorno.

- 5.1 Problemas fundamentales
- 5.2 Mantenimiento de pose
- 5.3 Filtros de partículas y Método de Montecarlo
- 5.4 Planificación de rutas
- 5.5 Seguimiento de trayectorias
- 5.6 Método SLAM de localización y mapeo simultaneo
- 5.7 Interacción entre múltiples robots

6. Sistemas Inteligentes

4

Un repaso de sistemas inteligentes, conceptos empleados en robótica evolutiva.

- 6.1 Redes neuronales
- 6.2 Lógica difusa
- 6.3 Computación evolutiva

7. Robótica Evolutiva

8

Teoría y ejemplos en robótica evolutiva, caso de aprendizaje de conductas simples y complejas.

- 7.1 Paradigma de robótica evolutiva
- 7.2 Técnicas neuronales y evolutivas
- 7.3 Generación de comportamientos reactivos simples tipo Braitenberg
- 7.4 Robots con dinámica interna

- 7.5 Aprendizaje y evolución
- 7.6 Competencia y co-evolución
- 7.7 Evolución del hardware

8. Estudio de Casos Reales

Se presentan aplicaciones reales de robótica móvil, fútbol robótico y navegación.

12

- 8.1 Fútbol robótico: caso robots cuadrúpedos y caso robots con ruedas
 - 8.1.1 Percepción del entorno
 - 8.1.2 Localización
 - 8.1.3 Actuación
 - 8.1.4 Comunicación
 - 8.1.5 Estrategia
- 8.2 Navegación utilizando sonar y sensores infrarrojos: caso Magellan-Pro

ACTIVIDADES:

Clases expositivas del profesor apoyadas por material audiovisual, simuladores y demostraciones reales con robots de distinta naturaleza. Cada alumno realizará un proyecto a través del semestre cuyo tema será un tópico de punta y que le permitirá llevar a la práctica materias y conceptos aprendidos en el curso.

EVALUACION:

La evaluación del curso se hará a través de examen, controles y un proyecto.

BIBLIOGRAFIA:

Textos Guía:

G. Dudek, M. Jenkin, "Computational principles of mobile robotics", 2000, Cambridge University Press.

S. Nolfi, D. Floreano, "Evolutionary Robotics, The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines", 2000, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Referencias:

IEEE Trans. on Robotics (1999 -)

R. Arkin, "Behavior-Based Robotics", 1998, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

R. Brooks, "Cambrian Intelligence", 1999, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

F. Varela, "El Fenómeno de la Vida", 2000, Dolmen.

J. Jones, A. Flynn, B. Seiger, "Mobile Robots", 1999, A K Peters, Natick, Massachusetts.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

EL727 CONTROL INTELIGENTE DE SISTEMAS

10 UD

OBJETIVOS

Generales:

Entregar una visión de la modelación difusa y la modelación basada en redes neuronales orientada a control de sistemas. Entregar los conceptos y herramientas para el diseño de las estrategias de control con lógica difusa, redes neuronales y algoritmos genéticos.

Específicos:

- a) Analizar y modelar sistemas utilizando lógica difusa y redes neuronales
- b) Analizar y diseñar controladores difusos y neuronales
- c) Aplicar algoritmos genéticos en el diseño de controladores difusos y neuronales
- d) Estudiar la estabilidad de sistemas con controladores difusos y neuronales
- e) Conocer los algoritmos de solución y la implementación para la solución de estas estrategias.
- f) Aplicar la materia para sistemas experimentales, procesos industriales e instrumentación basada en estas nuevas tecnologías.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

I. Modelación difusa	8
1.1 Modelos difusos lingüísticos (Mandami), modelos relacionales, modelos de Takagi y Sugeno, modelos singleton.	
1.2 Algoritmos de "Clustering" difuso. Particiones difusas, fuzzy C-means, clustering con matriz de covarianza difusa, clustering con prototipos lineales	
1.3 Metodología general de identificación difusa.	
1.4 Identificación de parámetros de premisas. Clustering difuso.	
1.5 Identificación de parámetros de consecuencias.	
1.6 Selección de estructura de modelos difusos. Método heurístico, análisis de sensibilidades.	
1.7 Ejemplos de aplicación.	
II. Modelación basada en redes neuronales	8
2.1 Modelos neuronales, perceptrón multicapa, redes recurrentes, redes RBFN.	
2.2 Metodología general de identificación neuronal.	
2.3 Identificación de parámetros. Algoritmos de "Backpropagation".	
2.4 Selección de estructura de modelos neuronales. Análisis de sensibilidades, PLS, Pruning (OBS).	
2.5 Ejemplos de aplicación.	
III. Diseño de controladores basados en modelos difusos	12
3.1 Control experto difuso.	
3.2 Control PID difuso.	

- 3.3 Control inverso difuso.
- 3.4 Control difuso por modelo interno.
- 3.5 Control basado en modelos difusos de Takagi y Sugeno.
- 3.6 Control difuso robusto.
- 3.7 Control predictivo difuso.
- 3.8 Control predictivo difuso con optimización difusa.
- 3.9 Análisis de estabilidad para sistemas con controladores difusos.
- 3.10 Ejemplos de aplicación.

IV. Diseño de controladores utilizando redes neuronales **12**

- 4.1 Control neuronal directo.
- 4.2 Control neuronal por modelo de referencia.
- 4.3 Control neuronal por modelo interno.
- 4.4 Control neuronal prealimentado.
- 4.5 Control neuronal óptimo.
- 4.6 Control neuronal basado en linealización instantánea.
- 4.7 Control predictivo neuronal.
- 4.8 Análisis de estabilidad para sistemas con controladores neuronales.
- 4.9 Ejemplos de aplicación.

V. Diseño de controladores neuro difusos **10**

- 5.1 Modelos neuro difusos.
- 5.2 Identificación de modelos neuro difusos.
- 5.3 Control neuro difuso. ANFIS.
- 5.4 Control difuso neuronal.
- 5.5 Ejemplos de aplicación.

VI. Diseño de controladores con algoritmos genéticos **10**

- 6.1 Fundamentos de algoritmos genéticos.
- 6.2 Control óptimo con algoritmos genéticos.
- 6.3 Control difuso con algoritmos genéticos.
- 6.4 Control neuronal con algoritmos genéticos.
- 6.5 Ejemplos de aplicación.

ACTIVIDADES

Clases expositivas con apoyo audiovisual, a disposición de los alumnos en la página web del curso, y demostraciones computacionales usando MATLAB-SIMULINK.

Durante el semestre cada alumno desarrollará un proyecto en un tópico novedoso relacionado con la materia del curso.

EVALUACIÓN

La evaluación se realizará por medio del examen, controles y un proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Allgöwer, F., Zheng, A., "Nonlinear Predictive Control", Birkäuser Verlag, 2000.
- Aracil, J., Gordillo, F., "Stability Issues in Fuzzy Control", Springer Verlag, 2000.
- Babuska, R., "Fuzzy Modelling for Control", KAP, 1998.
- Cichocki, A. Unbehauen, R., "Neural networks for Optimization and Signal Processing", John Wiley & Sons, 1993.
- Driankov, D., Hellendoorn, H., Reinfrank, M., "An Introduction to Fuzzy Control", Springer-Verlag, 1996.
- Driankov, D., Palm, R. "Advances in Fuzzy Control", Springer-Verlag, 1998.
- Kartalopoulos, Stamatios V., "Understanding Neural Networks and Fuzzy Logic: concepts and applications". New York, N.J.: IEEE, 1996.
- Kosko, B., "Neural Networks and Fuzzy Systems: a dynamical systems approach to machine intelligence". Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1992.
- Liu, G., "Nonlinear Identification and Control: A Neural Network Approach", Springer-Verlag, 2001.
- Man, K., Tang, K., Kwong, S. "Genetic Algorithms", Springer-Verlag, 1999.
- Norgaard; Ravn; Poulsen; Hansen, "Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems", Springer-Verlag, 2000.
- Palm, R., Driankov, D., Hellendoorn, H., "Model Based Fuzzy Control", Springer-Verlag, 1996.
- Sáez, D., Cipriano, A., Ordys, A., "Optimization of Industrial Processes at Supervisory Level: Application to Control of Thermal Power Plants", Springer-Verlag, 2002

RESUMEN DE CONTENIDOS

Modelación difusa. Modelación basada en redes neuronales. Diseño de controladores basados en modelos difusos. Diseño de controladores basados en redes neuronales. Diseño de controladores neuro difusos. Diseño de controladores con algoritmos genéticos. Aplicaciones.

EL 729 MICROONDAS

10 U.D.

OBJETIVOS

Análisis y diseño de dispositivos y circuitos prácticos de microondas a partir de conceptos básicos de la teoría electromagnética. Se fundamentan las técnicas de diseño y los métodos de medición.

PROGRAMA

Cap 1 Revisión Teoría Electromagnética

- Condiciones de Borde
- Experimentos básicos y Ecs Maxwell
- Solución básica de Onda Plana
- Solución General de las Ecuaciones de Maxwell
- Energía y Potencia : Teorema de Poynting
- Reflexión de Onda plana en medios
- Incidencia Oblicua en medio dieléctrico
- Teoremas de Reciprocidad, Unicidad
- Funciones de Green

Cap 2 Guías de Onda

- Soluciones Generales modos TEM. TE. TM
- La guías de placas paralelas
- Guía Rectangular, circular, línea coaxial
- Ondas Superficiales en Slab dieléctrico
- Stripline
- MicroStrip Line
- Técnica de Resonancia Transversal

Cap 3 Teoría de líneas de Transmisión

- Modelo distribuido
- Análisis de campos en líneas
- Línea terminada con perdida
- La carta de Smith
- El transformador $\pi/4$

Cap 4 Analisis de Redes de Microondas

- Concepto de Voltaje y corriente equivalentes
- Matrices de Impedancia
- Matriz de Scattering
- Parámetros ABCD
- Análisis modal y discontinuidades
- Excitación de guías

Cap 5 Resonadores en Microondas

- Resonadores Serie y Paralelo
- Resonadores de líneas de transmisión
- Resonadores Fabry - Perot

Cap 6 Filtros de microondas

- Estructuras periódicas
- Diseño de filtros mediante el método de perdida de inserción
- Transformaciones de impedancia
- Escalamiento de frecuencia
- Transformaciones de Richard
- Identidades de Kuroda

- Filtro de línea acopladas
- Ejercicios de diseño

Cap 7 Circuitos Activos en microondas

- Ruido en circuitos de microondas
- Detectores y Mixers
- Tubos
- Circuitos integrados en Microondas
- Características de transistores Fets y Bipolares
- Conceptos básicos de diseño de amplificadores en microondas

METODOLOGIA

Se efectuarán clases de cátedra, clases auxiliares y sesiones de laboratorio.

EVALUACIÓN

Se realizará un mínimo de dos controles, además del examen, ejercicios y un mínimo de 4 sesiones de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- Robert E. Collins Foundations for Microwave Engineering, ed 2000
John Wiley & Sons; 2nd edition (December 22, 2000) ISBN:
0780360311
- David Pozar Microwave Engeneering, Jonh Wiley & Sons, ed 1998 ISBN:
0471170368
- Can Nguyen Analysis methods fo RF, Microwave; and millimeter- Wave
Transmission Line Structures, John Wiley & Sons, 2000 ISBN:
0471017507
- Mathew N.O. Safiku, Numerical Techniques in Electromagnetic CRC Press , 2001 ISNN :
0849313953
- G. Matthaei, E:M:T: Jones, Leo Young Microwave Filters, Impedance matchong networks,
and Coupling Structures 1978 ed.
- Joseph White High Frecuency Techniques : An Introduction to Rf Microwave
Engineering , John Wiley, (e_book),
- G Matthaei, Jiones, Young Microwave Filters, Impedance Matching Networks, and
Coupling structurres
- D Swanson, J. Wolfgana, J Hoefer Microwave Circuit Modeling Using Electromagnetic
Field Simulation , Artech House
- R.E. Collin Foundations for Microwave engineering, McGraw-Hill, 1966.
- J. Altman " Microwave Circuits" Van Nostrand, 1964. ALLEN taflove,
- Susan C.Hagness Computational electrodinamics Artech House, año 2000
ISBN 1580530761

EL 731 PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Se espera que los alumnos adquieran un conocimiento detallado de los conceptos y herramientas de análisis de señales y sistemas de tiempo discreto, y queden en condiciones de poder realizar los procesos digitales de señales más importantes en el campo de la ingeniería eléctrica.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Señales y sistemas de tiempo discreto	2
Revisión de conceptos básicos. Descripción de secuencia bidimensionales.	
2. Análisis espectral	8
Serie y Transforma de Fourier discreta. Convolución lineal con transformada de Fourier discreta. Transformada rápida de Fourier; algoritmos de cálculo. Correlación, convolución y análisis espectral.	
3. Filtros digitales	16
Descripción matricial de sistemas lineales de tiempo discreto; análisis mediante variables de estado. Estructuras básicas de sistemas discretos; formas equivalentes y transformaciones. Técnicas de diseño de filtros digitales recursivos y no recursivos.	
4. Procesos estocásticos de tiempo discreto	4
Definiciones y valores esperados. Representación espectral. Respuestas de sistemas discretos lineales a secuencias aleatorias Generadores digitales de ruido.	
5. Efectos de registros de longitud finita	8
Cuantización de muestras analógicas . Efectos de registros de longitud finita en filtros digitales. Efecto de registros de longitud finita en la evaluación de la transformada de Fourier Discreta.	
6. Procesamiento digital no lineal de señales	12
Conceptos fundamentales: principios de superposición, sistema homomórfico multiplicativo. Convolución y deconvolución con sistema homomórfico. Cepstrum complejo. Aplicaciones en procesamiento de voz e imágenes.	

7. Estimación espectral

8

Concepto de estimación . Estimación de covarianza. Periodograma y estimación de espectro de potencia.

Estimación de covarianza cruzada y espectro cruzado.

Aplicación de la transformada rápida de Fourier en estimación espectral.

ACTIVIDADES:

La docencia de cátedra se ocupa preferentemente de presentar los conceptos fundamentales y entregar herramientas analíticas; en la docencia auxiliar se encarga a los alumnos una serie de trabajos computacionales con el propósito que se ejerciten y experimenten directamente con la ejecución o simulación de algunos de los procesos digitales de mayor interés práctico y conceptual.

EVALUACION:

Se hará a lo menos dos controles además del examen. La nota final será el promedio ponderado de la nota de control y la de ejercicios "(trabajos computacionales).

BIBLIOGRAFIA:

J. G. Proakis, D. G. Manolakis "Digital Signal Processing, principles, algorithms and application", Prentice Hall, 1996.

A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer "Discrete- time Signal Processing", Prentice Hall, 1999.

S. K. Mitra "Digital Signal Processing", McGraw- Hill, 2001.

IEEE Transactions on Signal Processing, de 1999 en adelante.

Signal Processing (Elsevier), de 1999 en adelante.

IEEE Signal Processing Magazine, de 1999 en adelante.

RESUMEN DE CONTENIDOS

Señales y sistemas de tiempo discreto. Análisis espectral. Filtros digitales. Procesos estocásticos de tiempo discreto. Efectos de registros de longitud finita. Procesamiento digital no lineal de señales. Estimación espectral.

EM 715 LABORATORIO DE CONTROL AUTOMATICO

10 U.D.

OBJETIVOS GENERALES:

Comprender los fundamentos y metodologías de la aplicación de técnica control de procesos en línea.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Aplicar las principales técnicas de control avanzado e identificación a plantas a nivel de laboratorio.
- b) Desarrollar habilidades para enfrentar problemas de orden práctico al aplicar estrategias de control en tiempo real usando computadores.
- c) Diseñar esquemas de control para sistemas no lineales tanto para seguimiento como para regulación.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Control de plantas monovariantes **15**
Implementar estrategias de control avanzado para plantas de una entrada y una salida (Levitador magnético y Péndulo invertido). Se emplearán técnicas tales como control adaptivo, neuronal, difuso y no lineal.
2. Control de plantas multivariantes. **15**
Implementar estrategias de control avanzado para plantas de varias entradas y varias salidas (Estanque de nivel y Helicóptero). Se emplearán técnicas tales como control adaptivo, neuronal, difuso y no lineal.

METODOLOGIA Y EVALUACION:

Se realizarán dos o tres experiencias consistentes en la implementación de estrategias de control en tiempo real.

Se realizarán clases expositivas de una sesión semanal cada una de 2 horas de duración, donde se discutirán los avances en la realización de las experiencias de laboratorio.

Se efectuará, además del examen final consistente en la presentación de un informe y una exposición de los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFIA:

J.C. Principe, N.R. Euliano and W.C. Lefebvre, Neural and Adaptive Systems: Fundamentals through Simulations. John Wiley, New York, 1999.

A. Isidori, Nonlinear Control Systems. 3 Ed., Springer Verlag, New York, 1995.

A. Isidori, Nonlinear Control Systems II, Springer Verlag, New York, 1995

V.I. Utkin, J. Guldner, J. Shi and J. Gulder Sliding Mode Control in Electro-mechanical Systems, Taylo & Francis, London, 1999.

S. Sastry, Nonlinear Systems: Analysis, Stability and Control. Springer Verlag, New York, 1999.

M. Krstić, I Kanellakopoulos and P. Kokotović, Nonlinear and Adaptive Control Design. John Wiley & Sons Inc., New York, 1995.

M. Norgaard, O. Ravn, N.K. Poulsen and L.K. Hansen, Neural Networks for Modeling and Control of Dynamical Systems. Springer Verlag, New York, 2000.

G.W. Ng, Applications of Neural Networks to Adaptive Control of Nonlinear Systems. Research Studies Press Ltd., 1997.

Revistas

- IEEE Transactions on Automatic Control, 1999 en adelante.
- Automatica, 1999 en adelante.

EM 717 IDENTIFICACION PARA EL CONTROL DE SISTEMAS

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Introducir al alumno al problema de identificar un sistema del cual no se tiene toda la información necesaria, ya sea por efecto de perturbaciones desconocidas, por variaciones aleatorias de parámetros o por poco conocimiento de las características físicas del sistema. Hacer ver que, a pesar de esto en algunos casos importantes es posible conseguir un control del sistema satisfaciendo ciertos objetivos, mediante la identificación periódica de un modelo con la planta cuyos parámetros varían lentamente durante la mayor parte del tiempo.

Específicos:

- a) Dar herramientas para resolver los problemas de identificación que se presentan en sistemas dinámicos incluyendo estimación y predicción óptima de señales, identificación de sistemas y estimación de parámetros.
- b) Dar énfasis a los aspectos conceptuales de cada uno de los temas a tratar. Se usarán ejemplos simples para ilustrar los aspectos teóricos.
- c) Emplear software para la solución de los casos prácticos y complicados con que se ilustrarán aplicaciones industriales.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

- | | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 10 |
| 1. Definición del problema. Relación entre identificación y Control. | |
| 2. Exactitud de la identificación. Diferentes métodos de identificación. La clase de modelos. La clase de señales de entrada. El criterio para el ajuste del modelo. Aspectos computacionales. Estructura del modelo. | |
| 3. El modelo lineal estocástico. Revisión de los conceptos de probabilidades y procesos estocásticos. Estadísticas de primer y segundo orden. Autovarianza, autocorrelación, covarianza, correlación cruzada, densidad espectral de potencia. Teorema de Wiener- Jinchin. El proceso Gaussiano. Representación de sistemas discretos en el tiempo. Aplicación al modelo lineal estocástico de tiempo discreto. | |
| 2. Estimación y predicción | 20 |
| Problemas debidos a la incertidumbre en modelos y señales.
El ambiente estocástico. Estimación y predicción óptima.
Necesidad de estimación y predicción en control automático.
Estimación y predicción de estado en sistemas lineales.
El Filtro de Kalman en tiempo discreto y continuo.
El Filtro de Kalman Extendido para estimación en casos no lineales.
Estimación y predicción de señales con modelos de entrada y salida. | |
| 3. Identificación de sistemas lineales | 12 |
| Identificación por mínimos cuadrados de modelos paramétricos.
Interpretación probabilística. El caso en que los residuos están correlacionados. Identificación mediante el método de los mínimos cuadrados | |

generalizados; el método de la máxima verosimilitud , el método de la variable instrumental.

4. Identificación y control secuenciales **10**

Sistemas de control de varianza mínima. Estrategias de control de varianza mínima. Ejemplos de aplicaciones industriales.

5. Controladores autoajustables **8**

Controladores cuyos parámetros se ajustan automáticamente por medio de una identificación permanente de la planta.

ACTIVIDADES:

Clases expositivas del profesor con apoyo de transparencias, fotocopias de transparencias entregadas a los alumnos y demostraciones computacionales usando MATLAB.

EVALUACION:

La evaluación se realizara por medio de el examen, dos controles, dos ejercicios y los problemas de tarea.

BIBLIOGRAFIA:

Ljung, L. System Identification - Theory for the User. Prentice Hall International, London, Second Edition, 1998.

Ljung, L. System Identification Toolbox, The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 2002.

Grace, A. Optimization Toolbox , The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 2001.

Grace, A., Laub, A.J., Little, J.N., Thompson, C.M. Control System Toolbox, The MathWorks Inc., Natick Mass., USA, 2001.

Simmons, D. M., Nonlinear Programming for Operations Research. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1975.

K.J.Astrom, Introduction to Stochastic Control Theory. Academic Press, 1990.

P. Eykhoff, System Identification. John Wiley, 1984.

Y. Zhu, Multivariable System Identification for Process Control, Elsevier Science, 2001.

J. Chen and G. Gu, Control Oriented System Identification: An H8 Approach, John Wiley & Sons, 2000.

R. Pintelon and J. Schoukens, System Identification: A Frequency Domain Approach, John Wiley & Sons, 2001

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Estimación y predicción óptima de parámetros, señales y estados mediante modelos de entrada/salida (p.ej., ARMAX, NARMAX) y de estado (Filtro de Kalman). Control óptimo de sistemas estáticos y dinámicos, con y sin restricciones, en casos determinísticos y estocásticos. Principio del máximo. Control óptimo de sistemas lineales con funcional de costo cuadrática. Control Predictivo Generalizado (GPC). Identificación de sistemas y estimación de parámetros. Identificación y control. Identificación de sistemas mediante conjuntos difusos y redes neuronales.

EM 718 ANALISIS Y OPERACION DE SISTEMAS ELECTRICOS

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Definir el problema de operación de un sistema eléctrico de potencia, desde un punto de vista global de control. Exponer las técnicas de mayor aplicación, en especial el uso de programas de computación para el análisis y simulación del sistema.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Modelación del sistema eléctrico	6
1.1. Definición del problema de operación.	
1.2. Modelos determinísticos.	
1.3. Modelos Estocásticos.	
2. Análisis permanente a nivel de sistema	8
2.1. Análisis de flujos de potencia completo, desacoplado y aproximado.	
2.2. Análisis de cortocircuitos.	
2.3. Técnicas numéricas de procesamiento..	
3. Estimación de variables y parámetros	7
3.1. Predicción de demanda. Estimación de estado.	
3.2. Validación de topología, de parámetros y de variables.	
4. Operación Económica	9
4.1. Operación de largo y mediano plazo.	
4.2. Selección de unidades.	
4.3. Despacho de cargo.	
4.4. Simulación de operación..	
5. Análisis transitorio del sistema	6
5.1. Análisis de voltaje y potencia reactiva.	
5.2. Análisis de frecuencia y potencia activa.	
5.3. Análisis de estabilidad.	
6. Control de operación y optimización	9
6.1. Control de voltaje.	
6.2. Optimización de flujos de potencia reactiva.	
6.3. Control de frecuencia y control de generación.	
6.4. Optimización de costo.	

6.5. Centros de control, análisis de contingencias y seguridad.

ACTIVIDADES:

Dos clases semanales, complementadas con una clase auxiliar cada dos semanas. Planteamiento y desarrollo de programas de computación, con aplicación a casos reales.

EVALUACION:

Además del examen se harán a lo menos dos controles, más la evaluación del trabajo individual y de equipo en los ejemplos a desarrollar.

BIBLIOGRAFIA:

- G.W. Stagg, A.H. El Abiad " Computer Methods in Power System Analysis" . McGraw Hill, 1968.
- M.E. El- Hawary, G.S. Christensen "Optimal Economic Operation of Electric Power Systems" Academic Press, 1979.
- U.G. Knight "Power Systems Engineering and Mathematics" Pergamon Press, 1972.
- S.C. Savulescu " Computerized Operation of Power Systems" Elsevier, 1976.
- Asociación de Ingenieros de Endesa " La Ingeniería Eléctrica en Chile", 1976
- O. Moya, H. Rudnick "Control de generación y despacho de carga de sistemas eléctricos " Depto. de Ingeniería Eléctrica, U. de Chile, 1982.
- L. Vargas, R. Palma, O. Moya and R. Torres, "A Scenario Simulation Approach for Market Power Analysis in Hydrothermal Systems", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 18, Nº 3, pp. 1046-1053, August. 2003.
- Kelman, R., Augusto, L., Barroso, N. And M.V. Pereira, "Market Power Assessment and Mitigation in Hydrothermal Systems", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 16, Nº 3, August 2001, pp. 354-359.
- S.J. Rassenti, V.L. Smith and B.J. Wilson, "Demand-Side Bidding will Control market Power, and Decrease the Level and Volatility of Prices, Economic Sciences Laboratory Report, University of Arizona , March 2001.
- González, F., Lloréns, C., Crespo, M.F., "Transmission Constraints Solution and Ancillary Services managements in an Open Market Framework, Main Results of a Two Years' Operational Experience in Sapain", Paper 37/38/39/105, Cigre Conference, Paris 2000.
- J. Momoh, E. El-Hawary, R. Adapa, "A Review of Selectes Optimal Power Flow Literature to 1993", (Part I, II), IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, Nº 1, 1999.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Definir el problema de operación de un sistema eléctrico de potencia, desde un punto de vista global de control. Exponer las técnicas de mayor aplicación, en especial el uso de programas de computación para el análisis y simulación del sistema.

EM 722 ELECTRONICA DE POTENCIA

09 U.D.

OBJETIVOS:

Dar a conocer los campos de aplicación, principios básicos, condiciones de operación y pautas de diseño de los sistemas de electrónica de potencia. Se da énfasis en un enfoque sistémico de la integración de estos equipos en tecnologías emergentes, tales como: FACTS, generadores eólicos, celdas de combustible y control de motores eléctricos.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

- | | |
|--|----------|
| 1. Introducción en los Campos de Aplicación de la Electrónica de Potencia | 4 |
| 1.1. Tareas principales de la electrónica de potencia | |
| 1.2. Aplicaciones en la operación de los sistemas eléctricos de potencia | |
| 1.3. Aplicaciones en la industria e investigación | |
| 1.4. Aplicaciones en la vida diaria | |
| 1.5. Características especiales de los circuitos de electrónica de potencia | |
| 1.6. Simulación de equipos de electrónica de potencia | |
| 2. Semiconductores de Potencia | 9 |
| 2.1. Desarrollo histórico | |
| 2.2. Características y especificación de circuitos básicos | |
| 2.3. Diodos en electrónica de potencia | |
| 2.4. Tiristores | |
| 2.5. Tiristores GTO (Gate-Turn-Off) | |
| 2.6. Triac | |
| 2.7. Transistor bipolar | |
| 2.8. MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) | |
| 2.9. IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) | |
| 2.10. Otros semiconductores de potencia | |
| 2.11. Elementos pasivos | |
| 2.12. Transformadores | |
| 2.13. Circuitos de conexión en serie y paralelo | |
| 3. Control y Operación de Semiconductores de Potencia | 7 |
| 3.1. Circuitos de control básicos | |
| 3.2. Circuitos de control para tiristores | |
| 3.3. Circuitos de control para tiristores GTO (Gate-Turn-Off) | |
| 3.4. Circuitos de control para transistores bipolares | |
| 3.5. Circuitos de control para transistores MOSFET e IGBT | |
| 3.6. Circuitos de protección | |
| 4. Equipos de electrónica de Potencia | 8 |
| 4.1. Circuitos básicos | |
| 4.2. Sistemas de control en lazo abierto y cerrado | |
| 4.3. Conversores de corriente alterna a continua con flujo bidireccional de potencia | |

- 4.4. Aplicación al control de velocidad y frenado regenerativo de motores de corriente continua
- 4.5. Aplicación en equipos FACTS (Flexible AC Transmission Systems)
- 4.6. Aplicación en generadores eólicos y celdas de combustible

ACTIVIDADES:

Dos sesiones semanales de clase de cátedra y una de clase auxiliar con ejemplos y aplicaciones.

EVALUACION:

Dos controles, un proyecto y un examen. La nota de presentación al examen será el promedio de los controles y el proyecto de investigación. El proyecto consistirá en el estudio del estado del arte y simulación interactiva de alguna de las aplicaciones de los equipos de electrónica de potencia.

BIBLIOGRAFIA:

- S., Soter, S., Kulig: "Leistungselektronik", Vorlesungsunterlagen, Universidad de Dortmund, 1997-1998.
- N., Mohan, T., Undeland, W., Robbins: "Power Electronics: Converters, Applications and Design", John Wiley & Sons, INC, Segunda Edición, 1995.
- B. K. Bose, "Power Electronics - A Technology Review," Proceedings of the IEEE, Vol. 80, N° 8, Agosto 1992, pp. 1303-1334.
- Ambriz_Pérez H., Fuerte-Esquivel C., "Advanced SVC Models for Newton-Raphson Load Flow and Newton Optimal Power Flow Studies", IEEE Transaction on Power Systems, Volume, 15 Issue: 1, Feb., 2000 Page(s): 129, 136
- Lehmköster, C. "Security Constrained Optimal Power Flow for an Economical Operation of FACTS Devices in Liberalized Energy Markets", IEEE Transactions on Power Delivery, Volume 17, Issue: 2, April 2002.
- Xiao_Pinf Zhang, Handchin, E., Yao, M.: "Modeling of the generalized unified power flow controller (GUPFC) in a nonlinear interior point OPF", IEEE Transaction on, Volume:16 Issue: 3, Aug. 2001.
- C.R. Fuerte-Esquivel, E. Acha, H. Ambriz-Pérez, "A Comprehensive Newton-Raphson UPFC Model for the Quadratic Power Flow Solution of Practical Power Network", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 15, N° 1, February 2000.
- Jun-Yong Liu, Yong-Hua Song, P.A, Mehta, "Strategies for Handling UPFC Constraints in Steady-State Power Flow and Voltage Control" IEEE transaction on Power Systems, Vol. 15, N° 2, May 2000

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Introducción en los campos de aplicación de la electrónica de potencia. Visión general de el desarrollo en el campo de los semiconductores de potencia. Control, operación y pautas de diseño de semiconductores de potencia. Distintas aplicaciones de equipos de electrónica de Potencia.

EM 725 CONTROL ADAPTIVO DE SISTEMAS

10 U.D.

OBJETIVOS GENERALES:

Comprender los fundamentos de la teoría de control adaptivo. Capacitar al alumno en métodos y técnicas que permitan diseñar y analizar sistemas de control adaptivo tanto de tiempo continuo como discreto y en condiciones ideales como de incerteza.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Diseñar esquemas de control y analizar el comportamiento de sistemas lineales de parámetros desconocidos empleando técnicas adaptivas.
2. Diseñar esquemas de control y analizar el comportamiento de sistemas lineales en presencia de perturbaciones externas empleando técnicas adaptivas.
3. Diseñar y analizar observadores adaptivos para sistema lineales.

CONTENIDOS:

Hrs. de Clases

- | | |
|---|---|
| 1. Introducción | 4 |
| 1.1 Historia de los Sistemas Adaptivos.
Breve reseña histórica de los sistemas adaptivos desde sus orígenes (desde que el término es introducido en 1957) hasta el presente. Clasificación de los primeros sistemas adaptivos. Filosofías existentes en control adaptivo. Centros de investigación en el mundo donde se realiza la investigación sobre control adaptivo. | |
| 1.2 Objetivos y Métodos Usados en Control Adaptivo.
Definiciones de sistemas adaptivos. Método de perturbación de parámetros y método de sensibilidad. Descripción de los objetivos perseguidos en los problemas de control adaptivo. Enumeración de los métodos usados en el análisis y el diseño de los problemas de control adaptivo. | |
| 2. Teoría de estabilidad usada en control adaptivo. | 8 |
| 2.1 Estabilidad según Lyapunov.
Repaso de los conceptos de estabilidad según Lyapunov vistos en los cursos EL 302 y/o EL 305, tanto para sistemas de tiempo continuo como sistemas de tiempo discreto. Ampliación de la teoría para incluir sistemas de parámetros variables en el tiempo y el caso $V > 0$, $V \leq 0$. | |
| 2.2 Funciones y Operadores Real Positivos.
Definición y características más sobresalientes de estos operadores. El Lema de Kalman - Yakubovich. | |
| 2.3 Teoremas de Estabilidad de Sistemas Adaptivos. | |

Análisis de estabilidad de ecuaciones diferenciales y de diferencias típicas que aparecen en el estudio de sistemas adaptivos. Tasa de crecimiento de señales. Estabilidad en términos de un vector de parámetros.

2.4 Otros Conceptos de Estabilidad.

Estabilidad total (Malkin). Hiperestabilidad (Popov) Estabilidad de entrada - salida. Estabilidad BIBO.

3. Sistemas adaptivos simples.

4

3.1 Sistemas Algebraicos y Dinámicos.

Identificación y control adaptivo de sistemas simples, del tipo escalar y de estado accesible.

4. Observadores adaptivos.

8

4.1 Teoría de Observadores.

El observador de Luenberger. Identificación y control no adaptivo usando el observador de Luenberger. Principio de separación.

4.2 Observadores Adaptivos.

Planteamiento del problema. Realizaciones mínimas y no mínimas de observadores adaptivos. Observadores Paralelo y Serie-Paralelo. Observadores adaptivos modificados. Mejoras que es posible introducir en los observadores adaptivos (algoritmos híbridos, ganancias variables en el tiempo, algoritmos integrales, algoritmos de error múltiple, etc.)

5. Control adaptivo por referencia a modelo (CARM).

12

5.1 Planteamiento del Problema de CARM.

Planteamiento detallado del problema poniendo énfasis en la existencia de la solución. Identidad de Bezout (Problema Algebraico).

5.2 Análisis de Estabilidad del Problema de CARM.

Demostración de estabilidad separada para los casos de plantas de grado relativo unitario y no unitario. (Problema Analítico). Análisis de las hipótesis y supuestos a priori sobre la planta. Análisis de otros enfoques de CARM tales como métodos combinados e indirectos.

5.3 Excitación Persistente.

Definiciones y propiedades de funciones persistentemente excitadoras. Aplicaciones a sistemas adaptivos. Conexiones entre excitación persistente y estabilidad uniforme y asintótica.

5.4 Modelos de Error.

Estudio de los modelos de error que más comúnmente se encuentran en sistemas adaptivos, tanto de tiempo continuo como de tiempo discreto, y que permiten el análisis de un sistema adaptivo independiente del problema mismo que lo origina.

6. Control adaptivo robusto. 8
- 6.1 Observadores Adaptivos Robustos.
Análisis de los observadores adaptivos en presencia de incertidumbres tales como perturbaciones externas acotadas y variaciones temporales en los parámetros.
- 6.2 Control Adaptivo en Presencia de Perturbaciones Externas.
Cancelación exacta de la perturbación. Modificaciones de las leyes de ajuste de parámetros. Aplicación de entradas de referencia de excitación persistente. Control adaptivo híbrido y métodos combinados.
- 6.3 Control Adaptivo de Plantas de Parámetros Variables en el Tiempo.
Análisis de plantas de primer orden de parámetros variables en el tiempo. Generalización a plantas de orden superior.
- 6.4 Controladores de Orden Reducido.
Inestabilidad producida por dinámica no modelada. Planteamiento del problema. Soluciones Parciales.
7. Relajación de las hipótesis del CARM. 6
- 7.1 Signo de la Ganancia de Alta Frecuencia.
Eliminación de esta hipótesis a través del concepto de la ganancia de Nussbaum.
- 7.2 Orden de la Planta.
Discusión del teorema que establece que el orden de la planta es información suficiente para efectuar la regulación adaptiva de una planta desconocida. Estudio de controladores universales.
- 7.3 Ceros de la Planta en C^- .
Estudio de métodos que se emplean en el control adaptivo de plantas con ceros en el semiplano izquierdo complejo.
- 7.4 Métodos de Control Adaptivo Simplificados.
Estudio de métodos de control adaptivo simplificados que son aplicables sólo a cierto tipo de plantas con entradas de referencia particulares, como por ejemplo el método del comando generador de seguimiento.
8. Aplicaciones del control adaptivo. 6
- Estudio en profundidad de 2 o más procesos específicos en los cuales se apliquen técnicas de control adaptivo, elegidas de la siguiente lista: Dinámica de Barcos, Control de Procesos (columnas de destilación, molienda semiautógena y flotación de minerales, etc.), Sistemas Eléctricos de Potencia, Manipuladores Robóticos, Aplicaciones en Bioingeniería (control de presión arterial, control muscular, etc.).
9. Investigación en control adaptivo. 4
- Enumeración y breve explicación de los problemas de control adaptivo que aún no han sido resueltos y que concentran la atención y los esfuerzos de los grupos de investigación en el mundo, señalando las

soluciones parciales que se hayan obtenido. Poner de manifiesto posibles futuras líneas de investigación en el área de control adaptivo.

METODOLOGIA Y EVALUACION:

Se realizará clases expositivas en dos sesiones semanales, cada una de 2 horas de duración, complementadas con actividades de Ejercicios teóricos y computacionales.

Se realizará un trabajo de investigación sobre tópicos avanzados en control adaptivo, a desarrollarse durante el semestre, con un informe y presentación final.

Se efectuará, además del examen y al menos dos controles durante el semestre.

BIBLIOGRAFIA:

- S.G. Fabri and V. Kadiramanathan, Functional Adaptive Control: An Intelligent Systems Approach, Springer Verlag, New York, 2001
- G. Feng and R. Lozano, Adaptive Control Systems, Newnes, New York, 1999
- M. Krsti, I. Kanellakopoulos and P. Kokotovi, Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley & Sons Inc., New York, 1995.
- V.J. Van Doren, Techniques for Adaptive Control, Gulf Publishing, 2002
- K.J. Astrom y B. Wittenmark, Adaptive Control, Addison Wesley, 2ª Ed. 1994.
- G. Tao Ed. Adaptive Control of Systems with Actuator Failures, Springer Verlag, New York, 2004.
- K.S. Narendra y A.M. Annaswamy, Stable Adaptive Systems, Prentice Hall, 1989.
- G. Tao, Adaptive Control Design and Analysis, John Wiley & Sons, New York, 2003
- G.C. Goodwin y K.S. Sin, Adaptive Filtering, Prediction and Control, Prentice Hall, 1984.
- H. Kaufman, I. Bar-Kana, K. Sobel, M. Thoma, Direct Adaptive Control Algorithms: Theory and Applications, Springer Verlag, 1998.
- M. Duarte, Teoría de Observadores y Observadores Adaptivos. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Chile, 1999.

Revistas

- IEEE Transactions on Automatic Control, 1999 en adelante
- Automática, 1999 en adelante

EM 737 FENÓMENOS DINÁMICOS EN REDES ELÉCTRICAS

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

- a) Aplicar métodos generales para la solución dinámica de sistemas eléctricos sometidos a perturbaciones de pequeña y gran amplitud.
- b) Analizar modelos dinámicos básicos de elementos de redes de potencia que se utilizan en el análisis y la simulación temporal de los sistemas.

Específicos:

- a) Comprender y aplicar los teoremas fundamentales de análisis de estabilidad en redes eléctricas.
- b) Comprender conceptos, propiedades y caracterización dinámica de redes de potencia.
- c) Establecer modelos dinámicos para análisis temporal y estacionario de sistemas de potencia.
- d) Comprender y aplicar métodos de análisis de pequeña perturbación en sistemas multimáquina. Particularmente, las oscilaciones de potencia.
- e) Conocer y aplicar el método de simulación temporal para obtener la respuesta de una red de potencia frente a una perturbación de voltaje o salida intempestiva de un equipo.
- f) Obtener la solución cualitativa de los sistemas dinámicos mediante la teoría de bifurcaciones.
- g) Caracterizar el tipo de inestabilidad de un sistema mediante el estudio de la trayectoria en el plano de fase.
- h) Conocer y analizar el fenómeno de colapso de tensión.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

- | | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 4 |
| 1.1. Problemas dinámicos relevantes en sistemas eléctricos | |
| 1.2. Evolución histórica de metodologías de análisis dinámico | |
| 1.3. Aplicaciones en sistemas nacionales | |
| 2. Modelamiento dinámico de elementos de un sistema de potencia | 12 |
| 2.1. Descripción y modelamiento de consumos eléctricos | |
| 2.2. Descripción y modelamiento de redes de potencia (líneas, transformadores) | |
| 2.3. Descripción y modelamiento de generadores | |
| 2.4. Descripción y modelamiento de sistemas de excitación | |
| 2.5. Descripción y modelamiento de control de potencia-frecuencia | |
| 2.6. Descripción y modelamiento de Facts | |
| 3. Estabilidad de Sistemas | 16 |
| 3.1. Concepto de estabilidad de Lyapunov en Sistemas Eléctricos. | |
| 3.2. Conceptos básicos de teoría de Sistemas dinámicos | |
| 3.3. Introducción a Teoría de Bifurcaciones. | |

3.4	Clasificación de tipos de inestabilidad	
3.5	Caracterización dinámica de sistemas de potencia	
4.	Estabilidad Transitoria	6
4.1	Descripción básica del fenómeno	
4.2	Metodologías de análisis y simulación	
4.3	Desarrollo de estudio de caso	
5.	Oscilaciones de Potencia	6
5.1	Descripción básica del fenómeno	
5.2	Metodologías de análisis y simulación	
5.3	Desarrollo de estudio de caso	
6.	Estabilidad de Voltaje	8
6.1	Descripción básica del fenómeno	
6.2	Metodologías de análisis y simulación	
6.3	Desarrollo de estudio de caso	
7.	Control de Frecuencia-potencia	8
7.1	Descripción básica del fenómeno	
7.2	Metodologías de análisis y simulación	
7.3	Desarrollo de estudio de caso	

ACTIVIDADES:

Clases expositivas por parte del Profesor, disertaciones por parte de los alumnos, algunas sesiones demostrativas de laboratorio y tareas.

EVALUACION:

Se realizan 3 controles y 3 tareas (algunas computacionales), además de los exámenes correspondientes.

BIBLIOGRAFIA:

- Anderson, P.M. and Fouad, A.A., Power System Control and Stability, IEEE Press, 1994.
- Gross, G., Power System Analysis, John Wiley & Sons, 1979.
- Guckenheimer, J. And Holmes, P., Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields, Springer-Verlag, 1990.
- Kundur, P., Power System Stability and Control, Electric Power System Research, 1994.
- Van Cutsem, T. And Vournas, C., Voltage Stability of Electric Power Systems, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Weedy, B. M., Electric Power Systems, John Wiley & Sons, 1974.
- Wood, B, and Wollemborg, Power Generation, Operation and Control, John Wiley & Sons, 1984.
- L. Vargas y C. Cañizares, "Time dependence of Controls to Avoid Voltage Collapse", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 15, N° 4, Nov. 2000, pp. 1367-1373
- Edris A., Mehraban A., Rahman M., Gyugyi L., Arabi., Rietman T. "Controlling the Flow of Real and Reactive Power", IEEE Computer Applications in Power, January, pp. 20-23, 1998.

- Orfanogiannu, T., Bacher, R.: "Increased OPF code development efficiency by integration of general purpose optimization and derivative computation tools", Power Systems, IEEE Transaction on, Volume. 15, Issue: 3, August 2000, Page(s): 987, 993.
- L. Vargas, V.H. Quintana y R. Miranda, "Voltage Collapse Scenario in the Chilean Interconnected system", IEEE Transaction on Power Systems, Vol 14, Nº 4, Nov. 1999, pp. 1415-21.
- Prasad Padhy, N., Abdel-Moamen, M.A.R., Trivedi, P.K, Das.B., "A hybrid model for optimal power flow incorporating FACTS devices", Power Engineering Society Winter Meetik, 2001 IEEE, Vol. 2, 2001, Page (s): 510-515.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Introducción, Modelamiento dinámico de elementos de un sistema de potencia, Estabilidad de Sistemas, Estabilidad Transitoria, Oscilaciones de Potencia, Estabilidad de Voltaje, Control de Frecuencia-potencia.

EM740 SEMINARIO DE DOCTORADO

10 U.D.

OBJETIVOS:

El objetivo de este curso es permitir al alumno realizar investigación en un tema relevante para su tesis de doctorado, así como permitirle la interacción con otros alumnos del programa, mediante la exposición periódica de los temas sobre los cuales esté trabajando. Este curso involucra actividades conjuntas entre el profesor y el alumno, y entre el alumno y otros alumnos y profesores del programa. El alumno deberá exponer los resultados de su trabajo en forma pública, al menos dos veces durante el semestre.

En este sentido éste seminario juega un papel fundamental al permitir y motivar al alumno a identificar problemas y proponer soluciones aplicando los conocimientos adquiridos en los cursos teóricos del programa.

BIBLIOGRAFIA:

Dependiendo del tema sobre el cual se realice el seminario, el profesor del curso indicará la bibliografía mínima que el alumno deberá consultar. En general se emplearán artículos de revistas científicas internacionales y de conferencias internacionales especializadas, que sean representativos del estado del arte de una cierta área de investigación y de desarrollo. No obstante, también se utilizarán libros especializados, así como tesis de magister o doctorado que puedan ser encontradas en bibliotecas locales o que puedan ser obtenidas desde Internet.

EM 752 INTRODUCCION AL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGENES

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Comprender el procesamiento de información y tecnología involucrados en el procesamiento digital de imágenes.

Analizar la arquitectura y diseño de sistemas para el procesamiento de imágenes.

Específicos

- a) Conocer los problemas que aborda y las aplicaciones del procesamiento digital de imágenes.
Analizar la arquitectura básica de los sistemas para el procesamiento de imágenes. Conocer el hardware y software utilizado en sistemas para el procesamiento digital de imágenes.
- b) Comprender las técnicas para destacar características de interés en imágenes digitales y aplicarlas a problemas concretos. Comprender e implementar rutinas de filtrado y restauración en imágenes.
- c) Entender la representación de imágenes mediante códigos y su relación con calidad e inteligibilidad de la imagen.
- d) Comprender problemas y etapas asociadas en el análisis de imágenes y visión artificial.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

- | | |
|---|----------|
| 1. Introducción | 4 |
| Definición y objetivos del Procesamiento Digital de Imágenes. ¿Qué es la visión?. Modelos de visión computacional. Muestreo y representación. Problemas y aplicaciones en: medicina, industria, robótica, mejora, restauración, representación, modelo de visión robótica. | |
| 2. Elementos Básicos para el Procesamiento de Imágenes | 8 |
| Espectro visible, modelos biológicos de visión, receptores, resolución, sensibilidad, respuesta espectral, convolución discreta 1-D, conexiones retina, campo receptivo, operador retina, respuesta al impulso, luminancia, brillo, bandas de Mach, respuesta de frecuencia espacial, color, pareo de colores, diagrama de cromaticidad, propiedades temporales. Procesamiento de imágenes del sistema visual humano. | |
| 3. Herramientas matemáticas en 2-D | 8 |
| Secuencias 2-D, transformada de Fourier 2-D, propiedades, reconstrucción a partir de la fase, métodos iterativos, transformada de Fourier de imágenes, codificación, cálculo de la DFT-2D a través de descomposición fila-columna FFT-1D, convolución 2-D, propiedades, correlación 2-D. | |
| 4. Histogramas en Imágenes | 4 |
| Definición de histograma, modificación, ecualización, histogramas proyectados, aplicaciones. | |

5. Mejora, filtrado y restauración de Imágenes **12**

Introducción, operaciones entre puntos: estiramiento de contraste, recorte, uso de umbrales, tajada por nivel de intensidad, magnificación por interpolación y replicación. Operaciones espaciales: promediación espacial, promediación direccional, filtros pasa-bajos, pasa-altos, pasa-banda, filtrado mediano, enmascaramiento. Detección de bordes: gradientes de 1er orden, operadores brújula, operadores de 2º orden, Laplaciano, detección de cruces por cero, método de Marr y Hildreth. Multirresolución. Método de Canny. Operadores morfológicos: dilatación y erosión. Filtrado temporal de secuencias de imágenes.

6. Representación de Bordes y Regiones **6**

Definición de conectividad, seguimiento de contornos, búsqueda heurística en grafos, búsqueda en cercanía de una localidad, transformada de Hough, algoritmo de Hough para detectar líneas, b-spline. Adelgazamiento de bordes. Representación: códigos cadena, códigos run-length, quad-trees, análisis piramidal. Color falso, pseudocolor, medios tonos.

7. Análisis de Imágenes y visión artificial **10**

Niveles de procesamiento, extracción de características, Segmentación y clasificación, representación, relación con modelos del mundo real, aplicaciones. Pareo de patrones. Sistemas expertos en visión, modelos conexionistas, redes neuronales: evolución, retropropagación, aplicaciones al reconocimiento de patrones. Neocognitrón. Ejemplos: reconocimiento de números manuscritos, reconocimiento de rostros, detección de movimientos oculares, etc.

8. Hardware y Software **8**

Sistemas para el procesamiento de imágenes, sensores de estado sólido, sistema de TV NTSC, monitores, tarjetas para la adquisición de imágenes, LUT, ALU, procesador, parámetros importantes. Señal de video. Resolución. Software. Costos.

ACTIVIDADES:

Clases expositivas del profesor apoyado por material audiovisual. Se entregan tareas con énfasis en aplicaciones computacionales de los algoritmos en imágenes. Los alumnos desarrollan un proyecto a lo largo del semestre que presentan al resto de la clase.

EVALUACION:

La evaluación del curso se hará a través de 2 controles, un examen, 4-6 tareas y un proyecto que se desarrolla a través del semestre.

BIBLIOGRAFIA:

- Bovik, A., "Handbook of Image and Video Processing", Prentice-Hall, 2000.
- Lim Jae S., "Two-Dimensional Signal and Image Processing", Prentice-Hall, 1990.
- Gonzalez RC, Woods RE, "Digital Image Processing", 2nd Ed., Prentice Hall, 2002.
- Jain Anil K., "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, 1989.
- Jain R, Kasturi R, Schunck B, "Machine Vision", McGraw-Hill International Editions, 1995.

Levine Martin D., "Vision in Man and Machine", McGraw-Hill, 1985.

Pérez C., "Apuntes de EM752: Procesamiento Digital de Imágenes", Depto. Ing. Eléctrica, U. de Chile, Año 2003.

Russ J.C., "The Image Processing Handbook", 3rd Ed., CRC Press-IEEE Press, 1999.

Schalkoff R.J., "Digital Image Processing and Computer Vision", Wiley, 1989.

Sid-Ahmed M.A., "Image Processing: Theory, Algorithms and Architectures", McGraw-Hill, 1995.

Complementando la lista anterior se utilizan artículos IEEE Transactions on PAMI, SMC, Image Processing, y revistas como Pattern Recognition, Image and Vision Computing, etc., de los últimos años.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Definición y aplicaciones del procesamiento digital de imágenes. Muestreo y representación. Modelos de visión computacional. Espectro visible, modelos biológicos de visión, diagrama de cromaticidad, propiedades espaciales y temporales. Herramientas matemáticas en 2-D. Convolución y transformadas 2-D. Histogramas en Imágenes. Mejora, filtrado y restauración de Imágenes. Detección de bordes y segmentación. Representación de Bordes y Regiones. Análisis de Imágenes y visión artificial. Pareo de patrones. Sistemas expertos en visión y clasificación de patrones. Sistemas para el procesamiento de imágenes, tarjetas para la adquisición de imágenes y software.

EM 753 TEORIA DE REDES NEURONALES

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Introducir al alumno a la teoría de redes neuronales artificiales con énfasis en los algoritmos de aprendizaje a partir de ejemplos.

Específicos

- a) Adquirir una idea global del funcionamiento del sistema nervioso y del cerebro.
- b) Entender los algoritmos de aprendizaje y de memorias asociativas en redes neuronales.
- c) Comprender la capacidad de representación funcional y de generalización de las redes neuronales.
- d) Aprender las técnicas para el diseño óptimo de redes.
- e) Conocer las aplicaciones de ingeniería tales como optimización, clasificación, reconocimiento de patrones, comprensión de datos, procesamiento de señales, predicción de series de tiempo y sistemas expertos.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Introducción	8
1.1. Introducción a la Neurociencia: La neurona y su modelamiento.	
1.2. El sistema nervioso y el cerebro.	
1.3. Introducción a las Redes Neuronales Artificiales: Historia.	
1.3. Definiciones y aplicaciones.	
2. Redes Perceptrón de una Capa	8
2.1. El modelo Perceptrón. Representación de Funciones Booleanas.	
2.2. Teorema de aprendizaje Perceptrón y Algoritmo de Bolsillo.	
2.3. Separabilidad Lineal. Algoritmo de Mínimos Cuadrados.	
2.4. Aprendizaje Estadístico. Capacidad.	
2.5. Aplicación al Procesamiento de Señales.	
3. Redes Multicapa	10
3.1. Método de Retropropagación del error.	
3.2. Aproximación de Funciones: Teorema de Hornik.	
3.3. Generalización.	
3.4. Método Cuasi-Newton y del Gradiente Conjugado.	
3.5. Aplicación a Clasificación de Patrones.	
3.6. Regla Óptima de Bayes.	
4. Arquitectura Óptima de Red	8
4.1. Métodos de Poda. Algoritmos Constructivos.	
4.2. Algoritmos Genéticos.	
4.3. Criterio de Mínimo Largo Descriptivo.	
4.4. Interpretación Bayesiana. Ejemplos de Diseño.	

5. Redes Recurrentes	10
5.1. Modelo de Hopfield. Memorias Asociativas.	
5.2. Capacidad. Problemas de Optimización.	
5.3. Redes Estocásticas. Máquina de Boltzmann.	
5.4. Recocido Simulado. Retropropagación Recurrente.	
5.5. Aplicación a Predicción de Series de Tiempo.	
6. Aprendizaje No Supervisado	8
6.1. Aprendizaje Competitivo.	
6.2. Teoría de Resonancia Adaptiva (ART).	
6.3. Mapa Autoemergente de Kohonen.	
6.4. Cuantización Vectorial.	
6.5. Aplicación a Compresión de Datos.	
7. Redes Híbridas	8
7.1. Redes RBF. Redes de Máximo-Mínimo.	
7.2. Combinación de Redes Expertas.	
7.3. Aprendizaje por Máxima Verosimilitud.	
7.4. Algoritmo EM. Aplicación a Sistemas Expertos.	

ACTIVIDADES:

Clases expositivas del profesor apoyado por material audiovisual. Se entregaran tareas computacionales con énfasis en aplicaciones de los algoritmos de aprendizaje y otros.

EVALUACION:

La evaluación del curso se hará a través de 2 controles, un examen, y tareas computacionales.

BIBLIOGRAFIA:

- Bishop, C.M., Neural Networks for Pattern Recognition, Oxford: Clarendon Press, 1995.
- Gallant, S.I., Neural Network Learning and Expert Systems, MIT Press, 1993.
- Haykin, S., Neural Network: A Comprehensive Foundation, IEEE Press, 1994.
- Hertz, J., Krogh, A. and Palmer, R.G., Introduction to the Theory of Neural Computation, Addison-Wesley, 1991.
- Jang, J.S., Sun, C.T. and Mizutani, E., Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice-Hall, 1997.
- Kohonen, T., Self-Organizing Maps, Springer-Verlag, 1999.
- Principe, J.C., Euliano, N.R., Lefevre, W. C., Neural and Adaptive Systems, Wiley, 2000.
- Reed R.D. and Marks, R.J., Neural Smithing, MIT Press, 1999.
- Ripley, R.D., Pattern Recognition and Neural Networks, Cambridge University Press, 1996.

Rumelhart D.E., McClelland, J.L. and the PDP Research Group, Parallel Distributed Processing, MIT Press, 1986.

Scholkopf, B., Burges, C.J.C and Smola, A., Advances in Kernel Methods: Support Vector Learning, MIT Press, 1999.

Theodoridis, S. and Koutroumbas, K., Pattern Recognition, Academic Press, 1999.

Widrow, B. and S. Stearns, Adaptive Signal Processing, Prentice-Hall, 1985.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Introducción. Redes de una Capa. Teorema de Aprendizaje Perceptrón. Procesamiento de Señales. Redes Multicapa. Método de Retropropagación del Error. Aproximación de Funciones. Generalización. Clasificación de Patrones. Arquitectura Optima de Red. Criterio de Mínimo Largo Descriptivo. Redes Recurrentes. Memorias Asociativas. Máquina de Boltzmann. Recocido Simulado. Retropropagación Recurrente. Predicción de Series de Tiempo. Aprendizaje No Supervisado. Teoría de Resonancia Adaptiva (ART). Mapa Autoemergente de Kohonen. Cuantización vectorial. Compresión de Datos. Redes Híbridas. Aprendizaje por Máxima Verosimilitud. Sistemas Expertos.

**EM 755 INTRODUCCION A LA TEORIA DE CONJUNTOS DIFUSOS
Y SISTEMAS INTELIGENTES**

10 U.D.

OBJETIVOS:

Generales:

Comprender la teoría de conjuntos difusos, lógica difusa, sus aplicaciones, y el entorno en que se sitúa.

Específicos:

- Comprender los conceptos básicos de la Teoría de Conjuntos Difusos y Lógica Difusa.
- Conocer los principales campos de aplicación de los conceptos difusos, y establecer sus alcances limitaciones.
- Aplicar lógica difusa en la solución de problemas tecnológicos específicos.
- Aprender nociones básicas de representación del conocimiento y aproximaciones a la inteligencia artificial.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

1. Introducción	3
1.1. Presentación de los conceptos básicos de la teoría de conjuntos difusos y lógica difusa.	
1.2. Motivación, lineamientos generales.	
2. Teoría de conjuntos difusos	6
2.1. Definición, función de pertenencia; propiedades y operaciones en conjuntos difusos.	
2.2. Variables lingüísticas. Números difusos.	
2.3. Propiedades algebraicas, casos más o menos difusos, entropía, relaciones difusas.	
2.4. Introducción a la interpretación posibilística, y diferenciación de ella con respecto a las probabilidades.	
3. Lógica difusa	4,5
3.1. Revisión de la lógica booleana, y lógica multivaluada.	
3.2. Descripción de propiedades, relaciones y operaciones en lógica difusa.	
3.3. Analogías y diferencias con la lógica booleana. Normas y conormas T.	
3.4. Inferencia aproximada..	
4. Representación del conocimiento	9
4.1. Reglas de inferencia como una extensión natural de la lógica difusa.	
4.2. Premisas y Consecuencias. Propiedades de los conjuntos de reglas.	
4.3. Mapas de reglas. Modelación del proceso de razonamiento humano.	
4.4. Procesos de transformación de variables discretas a variables difusas.	
4.5. Máquina de inferencia. Otras formas de representación del conocimiento.	
5. Aproximaciones a la Inteligencia Artificial.	7,5

- 5.1. Concepto, alcance. Procesos de toma de decisiones. Riesgo e incerteza.
- 5.2. Aplicación de conjuntos difusos a la toma de decisiones.
- 5.3. Sistemas expertos. Reconocimiento de patrones: diferentes enfoques, extracción de características, aprendizaje (con y sin supervisión), análisis de racimos (clusters). Comparación de la lógica difusa con otras técnicas de aproximación a la Inteligencia Artificial, como ser las Redes Neuronales, y combinación de las técnicas.

6. Aplicaciones en control de procesos **9**

- 6.1. Comparación de control "clásico" y control difuso.
- 6.2. Simulación y análisis de procesos complejos o pobremente definidos.
- 6.3. Tablas difusas de decisión, controladores difusos, controladores difusos adaptivos.
- 6.4. Controlador supervisor. Limitaciones. Ejemplos: Control realimentado de infusión de drogas, aplicaciones en procesamiento de imágenes.

7. Aplicaciones en sistemas expertos. **6**

- 7.1. Relaciones difusas directas e inversas.
- 7.2. Sistemas basados en reglas difusas.
- 7.3. Diagnóstico médico y diagnóstico de fallas.
- 7.4. Ejemplos: Análisis automático de electrocardiogramas, etc..

ACTIVIDADES:

Clases expositivas del profesor apoyado por material audiovisual. Se darán tareas que consistirán en lectura de *papers* (principalmente en idioma inglés), y mayoritariamente aplicaciones computacionales de aplicaciones de conjuntos y lógica difusa. Se contemplan además 1-2 presentaciones de los alumnos al resto de la clase.

EVALUACION:

La evaluación del curso se hará a través de 2 controles, un examen, 6-8 tareas y 1-2 presentaciones. Las tareas y presentaciones contemplan la confección de informes.

BIBLIOGRAFIA:

Libros y Revistas:

J.C. Bezdek, D Dubois & H. Prade (eds.), "Fuzzy Sets in Approximate Reasoning and Information Systems", Kluwer Academic Publishers, 1999+

M.M.Gupta, T.Yamakawa (eds.), "Fuzzy Logic in Knowledge-Based Systems, Decision and Control", North-Holland / Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1988.

M.M.Gupta, T.Yamakawa (eds.), "Fuzzy Computing: Theory, Hardware, and Applications", North-Holland / Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, 1988.

S.V.Kartalopoulos, "Understanding Neural Networks and Fuzzy Logic", IEEE Press, New York, USA, 1995.

G. J. Klir, B. Yuan, "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications", Prentice Hall, 1995

W. Pedrycz, F. Gomide, "An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design (Complex Adaptive Systems)", MIT Press, 1998.

H.T. Nguyen, E.A. Walker, "A First Course in Fuzzy Logic", 2nd Edition, CRC Press, 1999.

J.Yen, R.Langari, L.A.Zadeh (eds.), "Industrial Applications of Fuzzy Logic and Intelligent Systems", IEEE Press, New York, USA, 1995.

H.-J. Zimmermann (ed.), "Practical Applications of Fuzzy Technologies", Kluwer Academic Publishers, 1999+

IEEE Transactions on Fuzzy Sets and Systems (1999 -).

Papers y Tutorials:

E.Cox, "Fuzzy Fundamentals", IEEE Spectrum, pp.58-61, Oct.1992.

E.Cox, "Adaptive Fuzzy Systems", IEEE Spectrum, pp.27-31, Feb.1993.

B.Kosko, S.Isaka, "Fuzzy Logic", Scientific American, pp.76-81, Jul.1993.

J.M.Mendel, "Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial", Proceedings of the IEEE, vol.83, pp.345-377, Mar.1995.

D.G.Schwartz, G.J.Klir, H.W.Lewis, Y.Ezawa, "Applications of Fuzzy Sets and Approximate Reasoning", Proceedings of the IEEE, vol.82, pp.482-498, Apr.1994.

RESUMEN DE CONTENIDOS:

Teoría de conjuntos difusos. Función de pertenencia, operaciones en conjuntos difusos. Variables lingüísticas. Relaciones difusas. Interpretación posibilística. Propiedades, relaciones y operaciones en lógica difusa. Normas y conormas T. Inferencia aproximada. Representación del conocimiento. Reglas de inferencia. Aproximaciones a la inteligencia artificial. Toma de decisiones. Sistemas expertos, aplicaciones. Control de procesos: aplicaciones, controladores difusos.

EM 756 PROCESAMIENTO DE VOZ

8 UD

OBJETIVOS:

Entregar a los alumnos los conocimientos básicos acerca de las técnicas utilizadas en codificación, reconocimiento y síntesis de voz.

CONTENIDOS:

Horas de Clases

- 1. Introducción**
 - 1.1 El proceso del habla
 - 1.2 Voz como señal acústica
 - 1.3 Conceptos de Codificación
 - 1.4 Reconocimiento de voz
 - 1.5 Verificación de locutor
 - 1.6 Síntesis de Voz

- 2. Procesamiento Digital de Señales**
 - 2.1 Muestreo de la señal
 - 2.2 Análisis de señales discretas
 - 2.3 Filtros digitales
 - 2.4 DFT y FFT
 - 2.5 Ventana de Hamming
 - 2.6 LPC

- 3. Modelo de producción y de percepción de la señal de voz**
 - 3.1 Filtro del tracto vocal
 - 3.2 La frecuencia fundamental y las cuerdas vocales
 - 3.3 Formantes
 - 3.4 Escala Mel
 - 3.5 Enmascaramiento

- 4. Codificación de la Voz**
 - 4.1 PCM
 - 4.2 ADPCM
 - 4.3 Vocoder LPC
 - 4.4 CELP
 - 4.5 RELP
 - 4.6 Normas ITU

- 5. Reconocimiento de Voz**
 - 5.1 Introducción
 - 5.2 DTW
 - 5.3 HMM
 - 5.3.1 Algoritmo de Viterbi
 - 5.3.2 Algoritmo Forward y Backward

- 5.3.3 Algoritmo de Baum-Welch
- 5.4 Palabra aislada vs palabra continua
- 5.5 Dependencia e independencia del locutor
- 5.6 Redes Neuronales

6. Verificación de Locutor

- 6.1 Introducción
- 6.2 Dependencia e independencia del texto
- 6.3 Estado del arte

7. Síntesis de Voz

- 7.1 Introducción
- 7.2 Síntesis por reglas
- 7.3 Síntesis con fonemas dependientes del contexto
- 7.4 Prosodia

ACTIVIDADES:

Sesiones semanales de clase de cátedra y desarrollo de aplicaciones mediante programación de algoritmos.

EVALUACION:

- 2 Controles
- 1 Trabajo computacional
- Lecturas personales de artículos, tesis y libros

BIBLIOGRAFIA

John R. Deller, et al. "Discrete-Time Processing of Speech Signals". (IEEE Press Classic Reissue), 1999.

Frederick Jelinek "Statistical Methods for Speech Recognition". MIT Press. (Language, Speech, and Communication), 1999

Douglas O'Shaughnessy. "Speech Communications : Human and Machine", 1999.

Néstor Becerra Yoma. "Estudio y aplicación de los métodos determinístico y estocástico para reconocimiento de voz". Tesis de Magíster, Facultad de Ingeniería Eléctrica, UNICAMP, Brasil, 1993.

REVISTAS

IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, de 1999 en adelante.

IEEE Transactions on Signal Processign, de 1999 en adelante.

Speech Communications (Elsevier), de 1999 en adelante.

IEEE Communications Magazine, de 2002 en adelante.

RESUMEN DE CONTENIDOS

Introducción a los fenómenos del lenguaje y del habla, y a los mecanismos fisiológicos que producen la señal acústica de la voz. Las técnicas de codificación se explican en el contexto del modelamiento del aparato fonador. Se discute también el estado del arte de aplicaciones como reconocimiento de voz, reconocimiento de locutor y síntesis de voz. A seguir se realiza una breve introducción a los fundamentos básicos de procesamiento digital de señales que permita al alumno entender e implementar algoritmos de procesamiento de voz. Se discuten los mecanismos y procesos asociados con la producción y percepción del habla, así como modelos que intentan llevar en consideración el conocimiento fisiológico y psico-lingüístico en sistemas prácticos. Esquemas de codificación/compresión de voz se discuten en detalle y normas ITU relacionadas con las comunicaciones móviles y redes de paquetes son analizadas. El problema de reconocimiento de voz se trata en el ámbito algorítmico y de los modelamientos determinístico (DTW), estocástico (HMM) y por redes neuronales. La aplicabilidad y complejidad de estas técnicas se abordan considerando el diseño de sistemas con aplicación práctica. La problemática de verificación de locutor se discute considerando los mismos algoritmos empleados en reconocimiento de voz dando énfasis a las limitaciones intrínsecas y a las posibles aplicaciones comerciales. Finalmente, las principales técnicas de *Text-to-speech* o síntesis de voz empleadas hoy en día se discuten y comparan considerando criterios de complejidad y naturalidad de la señal acústica generada.