

# CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

## Informe Científico<sup>1</sup>

PERIODO <sup>2</sup>: 2014-2015

### 1. DATOS PERSONALES

*APELLIDO: MANTZ*

*NOMBRES: Ricardo Julián*

*Dirección Particular: Calle:*

*Localidad: La Plata CP: 1900*

*Dirección electrónica: mantz@ing.unlp.edu.ar*

### 2. TEMA DE INVESTIGACION

*Sistemas Robustos de Control*

### 3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

*INGRESO: Categoría: Asistente Fecha: 03/1985*

*ACTUAL: Categoría: Principal desde fecha: 08/2011*

### 4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

*Universidad y/o Centro: UNLP. Instituto LEICI*

*Facultad: Ingeniería*

*Dirección: Calle: 1 y 47*

*Localidad: La Plata CP: 1900 Tel: 0221 4259306*

*Cargo que ocupa: Prof. Titular UNLP – Inv. Principal CICpBA*

### 5. DIRECTOR DE TRABAJOS.

*Apellido y Nombres:*

*Dirección Particular: Calle: N°:*

*Localidad: CP: Tel:*

*Dirección electrónica:*

.....  
Firma del Director (si corresponde)

.....  
Firma del Investigador

<sup>1</sup> Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

<sup>2</sup> El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2014 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2012 al 31-12-2013, para las presentaciones bianuales.

## **6. RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA**

*Descripción para el repositorio institucional. Máximo 150 palabras.*

### **Estrategias Robustas de Control**

La ingeniería de control juega un papel fundamental en todo sistema tecnológico y por consiguiente es un pilar en el desarrollo social y económico. Dentro de esta temática se abordan problemas de control aún abiertos a la investigación en el campo del control de procesos y en el de sistemas de conversión de energías alternativas.

Las actividades tienen por objetivo:

- desarrollar estrategias robustas de control para procesos industriales en el marco de la teoría de los sistemas de estructura variable,
- desarrollar estrategias de control para sistemas de conversión de energías alternativas para aplicaciones como la producción limpia de hidrógeno, la desalación de agua, y la operación de sistemas conectados a red durante fallas o condiciones de aislamiento.

Las actividades de investigación se complementan con la formación de recursos humanos y su difusión se realiza a través de publicaciones en revistas, congresos, seminarios y cursos de postgrado.

Palabras claves: Sistemas de control, Energía eólica, Energías alternativas, Control de procesos industriales.

## **7. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.**

Las tareas realizadas corresponden al plan de trabajos presentado en marzo de 2014, encuadrándose en el Proyecto N° 11/I164 acreditado por la UNLP: "Control de sistemas con restricciones" y el proyecto PICT 2012-0037 "Control, Electrónica e Instrumentación: Aplicaciones en Energías Renovables, Bioingeniería y Biotecnología" (MinCyT, ANPCyT- Foncyt ).

A continuación se describen algunas tareas que han dado lugar a las publicaciones enumeradas en el ítem 7. Con el fin de aportar detalles de los resultados obtenidos, en este ítem también se transcriben los resúmenes correspondientes.

Como fuera previsto, se continuó trabajando en el análisis y diseño de sistemas de control con restricciones. Se consideraron tanto restricciones en los actuadores de potencia como así también restricciones propias del sistema bajo control. Para evitar problemas de windup, bump, pérdida de la dirección del control y de desacoplamiento entre variables, se trabajó en base a conceptos de:

- inmersión de sistemas y invariancia de variedades. En términos generales, estos conceptos permiten simplificar el problema del control de sistemas complejos a partir de su división en problemas más simples de resolver,
- regímenes deslizantes de orden superior, estos algoritmos se caracterizan por su sencillez, tiempo finito de convergencia y bajo chattering, preservando muchas de las características de robustez de otros sistemas de estructura variable.

Entre otras actividades, se ha evaluado los efectos de las restricciones de los moduladores empleados para la conmutación de actuadores sobre problemas de windup y pérdida de la direccionalidad en sistemas MIMO. A partir de los estudios realizados se ha propuesto una

metodología para corregir en forma simultánea los efectos de las restricciones de moduladores y actuadores. Dicha propuesta es presentada en el marco de los sistemas de estructura variable.

También se continuó trabajando en algoritmos para la sintonía de controladores PI\_D con referencia ponderada en forma dinámica. Se demostró que a diferencia de la ponderación estática, la ponderación dinámica incorpora grados de libertad adicionales para resolver en forma más eficiente las especificaciones requeridas. En este período se trabajó dentro del marco teórico que aportan los algoritmos de modo deslizante de orden superior. Los métodos de ponderación dinámica propuestos presentan características particularmente atractivas para el control de sistemas complejos, pudiendo aplicarse en forma simple a sistemas no lineales preservando las características antiwindup que poseen los algoritmos de referencia ponderada en sistemas lineales.

Siempre dentro de la temática del control de sistemas con restricciones, se ha continuado con tareas de investigación para reducir riesgos de windup en controladores que emplean acciones feedforward.

Las ideas comentadas en los párrafos previos son evaluadas en el contexto de los sistemas de conversión de energías alternativas, los cuales suelen presentar fuertes restricciones debidas a las características no lineales de los mismos y a la variabilidad del recurso renovable.

Con respecto al control de sistemas de generación renovable de potencia se han considerado técnicas de Control por Modos Deslizantes de Orden Superior para problemas de desalinización y operación de turbinas eólicas. Sin embargo, el marco teórico de las tareas excedió el de los sistemas conmutados incorporándose conceptos teóricos de control de ganancias tabuladas y de control por moldeo de energía y de potencia. Si bien la concepción de estos marcos teóricos es sustancialmente distinta, ambos marcos presentan características adecuadas para abordar los problemas complejos de los sistemas de generación eléctrica distribuida (energías alternativas en el caso considerado). El marco teórico de ganancias tabuladas es particularmente útil para el estudio del control de turbinas eólicas cuando se necesita un rango extendido trabajo. El marco teórico de moldeo de energía y particularmente el de moldeo de potencia presentan facilidades para abordar problemas de interacción entre la generación distribuida y la red.

Las tareas de investigación han sido acompañadas de actividades de formación de recursos humanos (dirección de becarios y estudiantes de postgrado) y docencia de postgrado y seminarios.

## **8. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.**

### **8.1 PUBLICACIONES.**

#### **Capítulos de libros**

##### **–“Gain scheduled $H_\infty$ control of wind turbines for the entire operating range”**

F.A. Inthamoussou, F.D. Bianchi, H. De Battista and R.J. Mantz.

Capítulo del Libro "Wind Turbine Control and Monitoring". Editores: Ningsu Luo, Yolanda Vidal, Leonardo Acho. Springer. London. 2014. Pp 71 - 96. ISBN 978-3-319-08412-1.

**Abstract.** *Two different operating modes can be clearly identified in wind turbine control systems. In low wind speeds, the main control objective is the energy capture maximization, whereas in high wind speeds it is desired to regulate turbine power and speed at their rated values. The fulfilment of these different control objectives implies the transition through low controllability operating conditions that impose severe constraints on the achievable performance. The control task is usually tackled using two separate controllers, one for each operating mode, and a switching logic. Although satisfactory control solutions have been developed for low and high wind speeds, controller design needs refinement in order to*

*improve performance in the transition zone. This chapter overviews a control scheme covering the entire operating range with focus on the transition zone.  $H_\infty$  and advanced anti-windup techniques are exploited to design a high performance control solution for both operating modes with optimum performance in the transition zone.*

### **En revistas con referato**

#### **-“LPV Wind Turbine Control with Anti-Windup Features Covering the Complete Wind Speed Range”.**

F. Inthamoussou, F. Bianchi, H. De Battista, R.J. Mantz.

*IEEE Transaction on Energy Conversion.* (ISSN 0885-8969). Vol. 29, 2014, pp 259-266.

**Abstract.** *This paper addresses the control of a variable-speed variable-pitch wind turbine in the whole wind speed range. To this end, a linear parameter varying anti-windup (AW) controller is proposed as part of a control structure focused on improving the transition between low- and high-wind speed operations. The control structure is similar to classical PI controls used in commercial wind turbines. However, a more advanced gain-scheduled controller and AW compensation are proposed. As a consequence, the new control scheme is capable of improving the behavior of the wind turbine in the transition zone and provides better stability margins. The proposed control was evaluated in a 5-MW wind turbine benchmark and compared with a classical control scheme. To this end, very demanding and realistic testing scenarios were built using the FAST aeroelastic wind turbine simulator as well as standardized wind speed profiles.*

**Keywords.** *Control of wind turbines; Gain-scheduling control; Linear parameter varying systems.*

#### **-“Electrodialysis Processes Assisted by Photovoltaic Panels: Concentration Control”.**

P. Troncoso, R. Mantz, P. Battaiotto.

*IEEE Latin America Transactions,* Vol. 12 (5). DOI: 10.1109/TLA.2014.6872897, pp 864 – 870. 2014.

**Abstract.** *This paper deals with the water desalination processes powered by renewable energy resources. An autonomous system based on electrodialysis technology and fed from photovoltaic panels is analyzed. Mathematical models for the several components, putting particular attention in the electrodialysis process, are developed. A control strategy based both in supervision control ideas and concepts of sliding modes is proposed. This allows guaranteeing the water quality beyond perturbations in the concentration and in the water flow in the cells input, as well as solar radiation fluctuations. Simulation results, which show the performance of the proposal, are presented.*

**Keywords.** *Sliding Modes, isolated systems, water desalination.*

#### **-“Passivity Control via Power Shaping of a Wind Turbine in a Dispersed Network”.**

R.R. Peña, R.D. Fernández, R.J.Mantz.

*International Journal of Hydrogen Energy,* ISSN: 0360-3199. Vol. 39 (16). pp 8846-8851. 2014.

**Abstract.** *The connection of renewable energy conversion systems in distribution networks must comply with codes for assuring power quality as well as the grid assistance demands. The new operating requirements cannot always be achieved from the control strategies that have been employed for years in conventional distribution systems. In this context, this paper addresses the problem of controlling a wind turbine from passivity control concepts. In particular a control strategy based on a new approach to the passivity theory, known as Power Shaping, is proposed. This approach allows to consider pervasive dissipation. The proposed strategy is evaluated in the context of extreme operating conditions showing*

*capability to ride through grid failures. In this way, the simulation results encourage the application of concepts of Power Shaping in more complex systems of distributed generation.*

**Keywords.** power shaping; passivity; renewable distributed generation; wind generation

**- “Switch Actuators in Process Control: Constraint Problems and Corrections”.**

R.J. Mantz.

*Systems Science and Control Engineering. An Open Access Journal.* DOI: 10.1080/21642583.2015.1033566. Taylor & Francis. ISSN 2164-2583. Vol. 3, pp 360–366, 2015.

**Abstract.** *The paper deals with switch actuators in process control. The inclusion of a signal modulator required for commanding the actuator in proportional-integral-derivative (PID) controller structures is discussed. In particular, it is analysed how the restrictions of this modulator may worsen the well-known problems of process-input saturation, such as windup or loss of control directionality among others. From this analysis a simple correction methodology is proposed for simultaneously addressing constraints in both modulator and actuator. This methodology is easily implemented from feeding back a modulator signal and takes advantage of the wide knowledge existing in anti-windup techniques. Two examples (SISO and MIMO) are presented to assess the effectiveness of the proposed correction.*

**Keywords:** PID controller; switch actuator; actuator constraint; sliding mode; reach mode.

**- “Power-based control with integral action for wind turbines connected to the grid”.**

R.R. Peña, R.D. Fernández, R.J. Mantz, P. Battaiotto.

*International Journal of Control.* (ISSN 0020-7179) Taylor & Francis, Vol 88, 10 pp 2143-2153. 2015. DOI:10.1080/00207179.2015.1039064.

**Abstract.** *In this paper, a power shaping control with integral action is employed to control active and reactive powers of wind turbines connected to the grid. As it is well known, power shaping allows finding a Lyapunov function which ensures stability. In contrast to other passivity-based control theories, the power shaping controller design allows to use easily measurable variables, such as voltages and currents which simplify the physical interpretation and, therefore, the controller synthesis. The strategy proposed is evaluated in the context of severe operating conditions, such as abrupt changes in the wind speed and voltage drops.*

**Keywords.** power shaping; passivity; integral control; renewable distributed generation; wind generation

**En Proceedings de Congresos con Referato de trabajo completo**

**- “Condicionamiento de la referencia en controladores PID via modos deslizantes de orden superior”.**

R.J. Mantz, P.E. Troncoso.

*XVI Congreso Latinoamericano de Control Automático (CLCA 2014).* 14 - 17 de octubre de 2014, Cancún Quintana Roo, México. pp 534-539.

**Resumen.** *El trabajo trata sobre la ponderación de la referencia en controladores PID de dos grados de libertad (2dof/PI\_D). Se propone un método de ponderación dinámico para sobrellevar las limitaciones que suelen presentar dichos controladores en procesos complejos y/o no-lineales. La propuesta se sustenta en el contexto de los algoritmos de modos deslizantes de orden superior (MDOS), en particular a partir de conceptos de algoritmos super-twisting de probada eficiencia y fácil implementación. La sintonía propuesta permite asignar una dinámica lineal al seguimiento mas allá de las características no-lineales del proceso y de la amplitud de los set points. La sintonía propuesta, potencialmente, permite preservar propiedades que estos controladores presentan en los sistemas lineales.*

**Palabras claves.** PID, Controladores de dos grados de libertad, modos deslizantes de orden superior.

**-“Ponderación dinámica del set-point en controladores PID vía modos deslizantes de orden superior”**

P. Troncoso, R.J. Mantz, P. Battaiotto

24° Congreso Argentino de Control Automático, AAECA 2014. 27 al 29 de Octubre de 2014 – Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-950-99994-8-0. 6 páginas en CD.

**Resumen.** El trabajo trata sobre la ponderación de la referencia en controladores PID de dos grados de libertad (2dof/PI-D). Se propone un método de ponderación dinámico para sobrellevar las limitaciones que suelen presentar dichos controladores en procesos complejos y/o no-lineales. La propuesta se sustenta en el contexto de los algoritmos de modos deslizantes de orden superior (MDOS), en particular a partir de conceptos de algoritmos super-twisting que resultan eficientes y de fácil implementación. La sintonía propuesta permite asignar una dinámica lineal al seguimiento más allá de las características no-lineales del proceso y de la amplitud de los set points.

**Palabras claves.** PID, Controladores de dos grados de libertad, modos deslizantes de orden superior.

**-“Análisis de estabilidad del control híbrido de un sistema de conversión eólico-h2 autónomo”**

J.G. García Clúa, R.J. Mantz y N.G. Gallegos

24° Congreso Argentino de Control Automático, AAECA 2014. 27 al 29 de Octubre de 2014 – Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-950-99994-8-0. 6 páginas en CD.

**Resumen:** El presente trabajo se dedica al estudio de un sistema de conversión eólico-H2 autónomo empleando herramientas propias de los sistemas dinámicos híbridos. El mismo es controlado para seguir la curva de potencia ideal de la turbina eólica adaptada a las especificaciones del electrolizador. La dinámica cero que exhibe dicho seguimiento se modeliza con un autómata híbrido donde a cada estado discreto le corresponde una rama de equilibrio en función de la velocidad del viento. Su estabilidad se determina con base en el método de las Funciones Múltiples de Lyapunov. Éstas permiten determinar, a su vez, un tiempo de residencia fijado por un supervisor con el fin de limitar la frecuencia de conmutación sin perder la estabilidad ante turbulencias.

**Palabras Claves.** Conversión eólica, producción de hidrógeno, sistemas híbridos, estabilidad, supervisor.

**-“Passivity-based control of energy storage units in Distributed Generation Systems”**

R.R. Peña, R.D. Fernández, R.J. Mantz and P.E. Battaiotto

2015 IEEE Power and Energy Society PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM). ISBN: 978-1-4673-6605-2. pp 1-6. Octubre 5-7. Montevideo. Uruguay.

**Abstract.** Distributed generation systems (DGS) has become a promising alternative to meet the growing demand for electricity. The requirements for DGS systems justify the use of new control techniques that ensure stability and can handle the performance of the system. In this sense, passivity based control is a technique that takes advantage of the structure of the system by providing a better understanding of the control law. The main objective of this paper is to evaluate Power Shaping control to regulate active and reactive powers of an energy storage system in order to improve the performance of the electrical grid.

**Keywords.** Distributed generation systems, power shaping control, passivity-based control, Energy Storage Systems, sliding mode reference conditioning.

**-“Active and Reactive Power Control Capability in Wind Generation based on BDFIG machine”**

P.E. Troncoso, P.E. Battaiotto and R.J. Mantz

2015 IEEE Power and Energy Society (PES) Innovative Smart Grid Technologies Latin America (ISGT LATAM). ISBN: 978-1-4673-6605-2. pp 579-584. Octubre 5-7. Montevideo. Uruguay.

**Abstract.** The paper deals with energy generation from wind turbines with brushless doubly-fed induction generators (BDFIG). The capability for reactive power generation, while the wind turbine captures maximum wind power, is particularly analyzed. The control-side converters regulate both active and reactive powers independently. The active power is described in terms to the mechanical power. The relation between reactive powers of the control and power windings is analyzed from curves obtained via simulations.

**Keywords.** BDFIG, Reactive Power Control, Maximum Power Point Tracking, Variable speed wind energy generation.

**-“Control de Potencia Activa de turbinas eólicas basado en algoritmos LPV”**

F.A. Inthamoussou, H. De Battista y R.J. Mantz

*XVI Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control (RPIC2015) 6-9 de octubre de 2015. Córdoba, Argentina.*

**Resumen.** Este trabajo aborda la extensión de la región de operación clásica de una turbina eólica para conseguir Control Activo de Potencia. El controlador propuesto fue evaluado en una turbina de test de 5 MW. Se simularon, utilizando el simulador aeroelástico FAST, dos escenarios realistas y muy demandantes. Los resultados fueron comparados con un controlador PI ampliamente aceptado en la bibliografía y en la industria.

**Palabras Clave.** Control de turbinas eólicas, Control Activo de Potencia, LPV

**-“Control de Par y Potencia Reactiva en WECS basado en Modos Deslizantes de Orden Superior. Un enfoque MIMO”**

P.E. Troncoso, R.J. Mantz y P.E. Battaiotto

*XVI Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control (RPIC2015) 6-9 de octubre de 2015. Córdoba, Argentina.*

**Resumen.** Este trabajo se enfoca en el control de par y de potencia reactiva en un sistema de conversión de energía eólica acoplado a un generador con doble bobinado de estator con rotor de jaula de ardilla anidado (BDFIG) con conexión a red. Se plantea un modelo dinámico de orden reducido para facilitar el diseño de los controladores. Un algoritmo basado en Modos Deslizantes de Segundo Orden (SOSM) es sintetizado con una estrategia múltiple-entrada/múltiple-salida (MIMO) que ha tomado interés en la última década. Los resultados se presentan mediante simulaciones en un entorno Matlab/SimuLink.

**Palabras Claves.** BDFIG, MIMO, Modos Deslizantes de Orden Superior.

## **8.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. Debe**

**-“Stabilization of grid assistance for a renewable hydrogen generation system by min-projection strategy”**

J. García Clúa, R. Mantz, H. De Battista and N. Gallegos

*IET Control Theory & Applications (ISSN 1751-8644). Aceptado.*

**Abstract.** Control of grid assistance is proposed in this paper for a renewable hydrogen generation system of simple and robust structure. Here, the grid connection serves the dual purpose of minimizing the effect of wind power variations in the electrolyzer supply as well as maximizing the hydrogen production. To regulate the electrolyzer current at its rated value, a cascade control scheme is posed. The feedback loop which commands the grid converter switching is of interest for the design. The min-projection strategy that stabilizes a switched affine system is applied as the switching law. The analysis of switched equilibria and their stability is done by employing the concepts of Filippov inclusion and common Lyapunov function, respectively. The obtained theoretical results are corroborated by numerical simulation.

**Keywords.** Hybrid Systems, Sliding Mode Control, Electric Machine Control

## **8.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.**

## **8.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.**

## **8.5 COMUNICACIONES.**

### **-“Estabilización mediante estrategia de proyección mínima de la asistencia de red de un sistema de generación renovable de H2”**

J. G. García Clúa, R.J. Mantz, H. De Battista, y N. Gallegos

*Terceras Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión*

/ Stella Abate et.al. ; compilado por Gabriela Caorsi y Liliana Mabel Gassa. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, 2015.

E-Book: ISBN 978-950-34-1189-6. pp 249-254.

**Resumen.** *Se propuso la extensión de la región clásica de operación de una turbina eólica con el objetivo de conseguir Control Activo de Potencia. El objetivo fue operar sobre la curva clásica de funcionamiento mientras no se presenten otros requisitos. Cuando la referencia es menor que la potencia nominal de la turbina, el sistema pasa a regular la potencia de salida de la turbina. Se simuló dos escenarios en el entorno Matlab /Simulink /FAST\_. Uno con un perfil de viento realista y otro con un perfil propuesto en la norma IEC. Los resultados obtenidos son satisfactorios, obteniéndose buena regulación de velocidad con baja actividad de pitch y un buen control de potencia.*

**Palabras Claves.** Sistemas conmutados, estabilización, proyección mínima, energía renovable, H2.

### **-“Control LPV de turbinas eólicas con rango de operación extendido”**

F.A. Inthamoussou, H. De Battista, R.J. Mantz,

*Terceras Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión*

/ Stella Abate et.al. ; compilado por Gabriela Caorsi y Liliana Mabel Gassa. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata, 2015.

E-Book: ISBN 978-950-34-1189-6. pp 255-261.

**Resumen.** *En este artículo se propone un controlador para una turbina eólica de velocidad variable y pitch variable en todo el rango de velocidades de viento y con control activo de potencia. De esta forma, la misma es capaz de seguir consignas de potencia externas enviadas, por ejemplo, por el controlador central de la red y cumplir con los nuevos requisitos de generación. Con este fin se diseñó un controlador de pitch con anti-windup LPV (Lineal de Parámetros Variantes), centrado en mejorar la transición entre las regiones de baja y alta velocidad de viento. La estructura de control es similar a la utilizada en turbinas eólicas comerciales con los controladores PI clásicos. Sin embargo, se propone un controlador más avanzado (LPV) y una compensación anti-windup, también LPV, en una región de operación mayor. Como consecuencia, el nuevo esquema de control es capaz de mejorar el comportamiento de la turbina eólica en la región de transición y a su vez proveer mejores márgenes de estabilidad. El control propuesto es evaluado en una turbina de test de 5 MW del NREL. Para esto se simuló, usando el programa FAST\_ en el entorno Matlab /Simulink\_, varios escenarios realistas que se encuentran estandarizados en las normas IEC.*

**Palabras claves.** Energía eólica, Control LPV, Control Activo de Potencia.

## **8.6 INFORMES Y MEMORIAS TÉCNICAS.**

## **9. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.**

### **9.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS.**

### **9.2 PATENTES O EQUIVALENTES.**

### **9.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.**

### **9.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES**



## **10. SERVICIOS TECNOLÓGICOS.**

## **11. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:**

### **11.1 DOCENCIA**

-“Notas y ejemplos sobre Controlabilidad y Observabilidad”.

R.J. Mantz, P. Troncoso.

Apunte de clase para la Cátedra Control Moderno. FI. UNLP. La Plata. 2014

### **11.2 DIVULGACIÓN**

## **12. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.**

**Dirección de Becarios.** VER PUNTO 13

**Dirección de Investigadores**

- Dirección del Dr. José Gabriel García Clúa

Investigador Asistente del CONICET

2015 - actual.

- Codirección del Ing. Fernando Inthamoussou.

Investigador Asistente del CONICET

2015 - actual.

## **13. DIRECCION DE TESIS.**

- Codirección del Ing. Fernando Inthamoussou.

Carrera de Postgrado: Doctorado en Ingeniería (Categorizada A por CONEAU).

Tema: “Sistemas Conmutados de Control. Aplicación en Sistemas de Conversión de Energías Renovables y su Integración a Redes Eléctricas”.

Financiamiento: CONICET

Lugar de Trabajo: LEICI. Dto. de Electrotecnia. Facultad de Ingeniería. UNLP.

Diciembre de 2009 - fecha de defensa 14/11/2014.

- Dirección del Ing. Ricardo Ramiro Peña.

Carrera de Postgrado: Doctorado en Ingeniería (Categorizada A por CONEAU).

Tema: “Análisis y Estrategias de Control de Aerogeneradores y Granjas Eólicas en Generación Distribuida”.

Financiamiento: CONICET

Lugar de Trabajo: LEICI. Dto. de Electrotecnia. Facultad de Ingeniería. UNLP.

Abril 2011 - actual. Fecha estimada de defensa: junio de 2016.

- Dirección del Ing. Pablo Emiliano Troncoso.

Carrera de Postgrado: Doctorado en Ingeniería (Categorizada A por CONEAU). Inscripción en trámite.

Tema: “Estrategias de Control para Sistemas con Restricciones. Aplicación a Sistemas de Generación de Energías Renovables en Conexión a Red”.

Financiamiento: CONICET.

Lugar de Trabajo: LEICI. Dto. De Electrotecnia. Facultad de Ingeniería. UNLP.

Abril 2013 - actual.

#### **14. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.**

#### **15. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.**

#### **16. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.**

1-UNLP. Proyecto Acreditado por la UNLP. N° 11/I164.

“Control de Sistemas con Restricciones”.

Período 2012-actual.

80000\$ Ajustable

Participación como Investigador y Director.

2-MinCyT, ANPCyT- Foncyt . PICT 2012-0037.

“Control, Electrónica e Instrumentación: Aplicaciones en Energías Renovables, Bioingeniería y Biotecnología”

416000\$.

Período 2013-actual.

Participación como Investigador (Grupo Responsable).

3-CICpBA. Subsidio para Asistencia a Reuniones Científicas Resolución N° 1085/14 para el evento “XVI Latin American Control Conference, XVI CLCA, 2014”.

4-CICpBA. Subsidios Institucional para Investigadores CIC por la suma de \$ 8.000.. Resolución N° 833/14. Diciembre de 2014.

#### **17. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

#### **18. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.**

-PREMIO TECHINT. Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de Control, Procesamiento de Señales y Electrónica Industrial.

En representación de la cátedra Control Moderno. Comisión de Profesores del LEICI. FI. UNLP. Premio TECHINT 2014 (\$181.000). Argentina. La Plata. 2014

#### **19. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.**

#### **20. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.**

##### **Docencia de grado.**

Profesor Titular Ordinario de la Cátedra Control Moderno. Dedicación Exclusiva. Área Control. Carrera de Ingeniería Electrónica. Facultad de Ingeniería. UNLP.

### **Docencia de postgrado**

- Profesor del Curso de Postgrado:

“Fundamentos de los Sistemas de Conversión de Energía basados en Recursos Renovables”.

Duración: 30 horas.

Dictado con: Dr. R.D. Fernández, e Ing. F. Inthamoussou y Dr. J. García Clúa.

3º Escuela de Verano de la Universidad Nacional de La Plata. 24-28 de febrero de 2014.

- Profesor y Coordinador del Curso de Postgrado:

“Sistemas de Conversión de Energías Renovables. Fundamentos y Control”.

Duración: 60 horas. Dictado con el Ing. F. Inthamoussou y el Dr. J. García Clúa. Mayo-agosto de 2014. (expediente 300-010291-001).

Carreras de Postgrado: el curso se dictó para alumnos de los postgrados de Maestría y Doctorado en Ingeniería (Referencia Departamento de Electrotecnia, FI, UNLP) acreditados por la CONEAU: A.

- Profesor y Coordinador del Curso de Postgrado de Formación Continua:

“Bases para el Análisis, Diseño y Operación de los Sistemas de Conversión de Energía Eólica”.

Duración: 30 horas. Dictado con el Dr. Ing. F. Inthamoussou. Mayo-agosto de 2015. (expediente 300-002510/14-000).

### **21. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TÍTULOS ANTERIORES.**

- Miembro del Consejo de Profesores de la Escuela de Postgrado y Educación Continua EPEC, de la Facultad de Ingeniería de la UNLP. 2012-actual.

- Evaluador de Proyectos de Investigación. Secretaría General de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Abril de 2015.

-Miembro de la Comisión Asesora de Ingeniería, Tecnología Química, de los Alimentos, TICs y otras Tecnologías. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICpBA). Marzo 2015 – marzo 2016.

- Evaluador de trabajos científicos para los siguientes congresos:

-ARGENCON 2014. Congreso Bienal de IEEE Argentina 2014. 11-13 de junio, 2014 en la ciudad de San Carlos de Bariloche. Miembro del Comité de Programa (PC).

-AADECA 2014 - 24 Congreso Argentino de Control Automático. Octubre de 2014, Buenos Aires, Argentina.

- XVI Congreso Latinoamericano de Control Automático CLCA 2014. Octubre de 2014. Cancún. México.

-2015 IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies, 2015 ISGT-LA, Montevideo, Uruguay. Miembro del Technical Programme Committee TPC.

- XV Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control. RPIC 2015. 6-9 de octubre, 2015. Córdoba. Argentina.

- 2015 American Control Conference, Chicago, IL, USA, July 1-3, 2015.

- Congreso Nacional de Control Automático CNCA 2015 de la Asociación de México de Control Automático (AMCA). 14-16 de octubre del 2015 Cuernavaca, México.

- Evaluador de Trabajos para su publicación en Revistas Científicas

- *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. ISSN: 0278-0046. 2014. 2015.

- *Control Engineering Practice*. A Journal of IFAC, the International Federation of Automatic Control. ISSN: 0967-0661. 2015.
- *IEEE Transactions on Power Systems*. ISSN: 0885-8950. 2015.
- *Transactions of the Institute of Measurement and Control*. ISSN: 01423312. 2015.

## **22. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.**

### **ESTRATEGIAS ROBUSTAS DE CONTROL**

En términos generales, las tareas de investigación propuestas en el presente plan corresponden al área del Control de Sistemas y si bien podrían ser aplicables a distintas disciplinas, serán particularmente orientadas a aplicaciones de sistemas de conversión de energías renovables y a problemas de diseño de controladores para procesos industriales.

Las tareas propuestas son continuidad de las que se vienen desarrollando en el período que se informa y que han alcanzado distinto grado de avance. Las mismas se corresponden con las líneas de investigación del proyecto UNLP N° I217 “Electrónica de Potencia y Sistemas de Control Avanzado Aplicados a Fuentes de Energía No Convencionales”.

Al igual que en el período anterior es objetivo del presente plan aportar soluciones concretas y con sustento académico a problemas de control de sistemas complejos que involucren comportamientos no lineales, fuertes restricciones e incertidumbres. El eje de las investigaciones estará centrado en conceptos de sistemas de control conmutado (en particular de sistemas de estructura variable y en sistemas de control híbrido), incursionando más firmemente en conceptos vinculados a los modos de operación conocidos como regímenes deslizantes de orden superior. Sin embargo, dado que el mejor marco teórico para abordar un problema no es ajeno a sus características, las tareas de investigación no se limitarán a estrategias de control conmutado sino que también se buscará respaldo en enfoques de control que han despertado interés en los últimos años, en particular el enfoque de pasividad a partir de conceptos de moldeo de energía y/o de potencia.

Continuando con las tareas que se vienen desarrollando, las actividades de investigación teórica estarán inmersas en las problemáticas del control de sistemas de conversión de energía y al control de procesos industriales.

Entre otros aspectos, puntualmente se propone avanzar en:

- 1-. Desde el punto de vista de control de procesos las investigaciones tendrán como objetivo incorporar la potencialidad de nuevas técnicas de control, como las de estructura variable, en estructuras básicas y bien aceptadas (muchas veces casi en forma excluyente) en el ambiente industrial como pueden ser las estructuras de control PID, feedforward, control predictivo, etc..
- 2-. Profundizar investigaciones en el área del control de sistemas que permitan aportar soluciones concretas al problema de diseño y sintonía de controladores industriales multivariables con ponderación de los set-points.
- 3-. Profundizar las tareas de investigación en algoritmos de regímenes deslizantes de orden superior que permitan extender conceptos del condicionamiento de la referencia a sistemas con restricciones sensibles a problemas de chattering. Evaluar su aplicación a problemas con acciones de control feed forward, particularmente propensos a los efectos de las restricciones.
- 4-. Profundizar las tareas de investigación que permitan evaluar la conveniencia del empleo de técnicas robustas de control, como conceptos de pasividad y moldeo de potencia para garantizar la estabilidad frente a fallas en redes con generación dispersa a partir de recursos renovables. Proponer

estrategias de control que garantizan desempeño tanto en sistemas con conexión a redes fuertes como en operación en isla.

5-. Continuar trabajando en estrategias de control para sistemas de generación a partir de recursos renovables empleando conceptos de control conmutado. Considerar aplicaciones con capacidad ociosa de generación. Evaluar su utilización en procesos de desalación del agua. Plantear observadores operando en modos deslizantes para estimar el recurso eólico.

Al igual que lo que se viene realizando, las actividades de investigación serán complementadas con la formación de recursos humanos. La difusión de las mismas se realizará a través de publicaciones en revistas y congresos de la especialidad, como también a través de seminarios y cursos de postgrado.

## Bibliografía

- Astolfi A., Karagiannis D., Ortega R.. "Nonlinear and Adaptive Control with Applications". ISBN 978-1-84800-065-0. Springer-Verlag. London, UK. 2008.
- Azar A., Zhu Q.. "Advances and Applications in Sliding Mode Control systems (Studies in Computational Intelligence)". ISBN-13: 978-3319111728. Springer. London. 2015.
- Camlibel K., Julius A., Pasumarthy R., Scherpen J.. "Mathematical Control Theory I: Nonlinear and Hybrid Control Systems". ISBN: 9783319209876. Springer. London. 2015.
- Dirksz D., Scherpen J., "Power-based setpoint control: Experimental results on a planar manipulator". *IEEE Trans. on Control Systems Technology*, vol 20, 5, 1384–1391, 2012.
- Donaire, A., Mehra R., Ortega R., Sumeet S., Romero J., Kazi F., Singh N.. "Shaping the energy of mechanical systems without solving partial differential equations". *IEEE Transactions on Automatic Control*, (99):1–6. 2015.
- Ellis D.. "Sliding Mode Control: Theory, Perspectives and Industrial Applications". ISBN-13: 978-1634830911. Nova Science Pub Inc. 2015.
- Liu J., Krogh B. and Ydstie B., "Passivity-based robust control for power systems subject to wind power variability" in *2011 American Control Conference (ACC)*,4149–4154. 2011.
- López-García I., Espinosa-Pérez G., Siguerdidjane H., D'oria-Cerezo A., "On the passivity-based power control of a doubly-fed induction machine". *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 45, 1, 303–312, 2013.
- Moylan, P. *Dissipative Systems and Stability*. Newcastle, NSW, Australia (2014).
- Nunna, K., Sassano M., Astolfi A.. Constructive interconnection and damping assignment for port-controlled hamiltonian systems. *IEEE Trans. on Automatic Control*. 2350 – 2361. 2015.
- Protsenko K., Xu D., "Modeling and control of brushless doubly-fed induction generators in wind energy applications", *IEEE Trans. on Power Electronics*, 23, 3, 1191–1197, 2008.
- Shtessel Y., Edwards C., Fridman L., Levant A.. *Sliding Mode Control and Observation (Control Engineering)*. ISBN-13: 978-1489991225. Birkhauser. London 2014.
- Sun Z., Ge S.. "Stability Theory of Switched Dynamical Systems". ISBN 978-0-85729-255-1. Springer-Verlag London Limited. 2011.
- Suvire G., "Wind Farm – Impact in Power System and Alternatives to Improve the Integration". ISBN 978-953-307-467-2. InTech. Janeza, 2011.
- Tang X., Deng W., Z. Qi. "Investigation of the dynamic stability of microgrid". *IEEE Transactions on Power Systems*, 29,2, 698–706. 2014.
- Van der Schaft A., Jeltsema D.. *Port-Hamiltonian Systems Theory: An Introductory Overview*. Foundations and Trends in Systems and Control, ISBN 978-1-60198-786-0. NOW Publishing Inc. (2014).
- Wu B., Lang Y., Zargari N., Kouros S.. "Power Conversion and Control of Wind Energy Systems". ISBN: 978-0-470-59365-3. Wiley, 2011.

---

**Condiciones de la presentación:**

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
- Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 22).
  - Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período .....".
  - Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
- Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: [ininvest@cic.qba.gob.ar](mailto:ininvest@cic.qba.gob.ar) (puntos 1 al 22), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
  - En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.
- C. Sistema SIBIPA:
- Se deberá peticionar el informe en la modalidad on line, desde el sitio web de la CIC, sistema SIBIPA (ver instructivo).

---

**Nota:** El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.