



## **CÁTEDRA GAMESA DE ENERGÍAS RENOVABLES**

### **III CONVOCATORIA DE BECAS.**

**CURSO 2012-2013**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

Se convocan becas, orientadas a fomentar la realización de proyectos fin de carrera en áreas y actividades de interés de la Cátedra GAMESA.

#### **1. ÁREAS TEMÁTICAS**

En esta Tercera Convocatoria para el curso 2012-2013, se han identificado las siguientes grandes áreas temáticas:

- Salud, seguridad y medioambiente
- Simulación dinámica y aeroelástica de aerogeneradores
- Sistemas de control de aerogeneradores
- Evaluación del recurso eólico
- Máquinas eléctricas e integración en red
- Sistemas electrónicos de potencia
- Sistemas mecánicos y auxiliares
- Métodos de simulación de aerogenerador en tiempo real.
- Propuestas libres en el contexto de energía eólica o disciplinas relacionadas

Para cada una de ellas se proponen en el Anexo I una serie de líneas de interés, no excluyentes.

#### **2. DURACIÓN Y DOTACIÓN ECONÓMICA DE LAS BECAS.**

Se convocan 6 becas, para los alumnos de la ETS de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSII-UPM).

El periodo para la realización de los trabajos será de 10 meses, de octubre de 2012 a julio de 2013.

La dotación bruta de cada beca será de 6.550 € (seis mil quinientos cincuenta euros). El becario recibirá 10 mensualidades de 428 € y el profesor responsable administrará 2270 € de ayuda paralela en un pago único en la que se excluyen pagos directos a personal.

### **3. REQUISITOS DE LOS CANDIDATOS**

Los aspirantes a estas becas deberán tener aprobados en la convocatoria de julio de 2012 al menos 220 créditos, en cualquier especialidad, cursadas todas ellas por la ETSII-UPM, y deberán obtener el compromiso de un profesor de la ETSII-UPM para actuar como tutor y realizar el seguimiento del trabajo a lo largo de todo el periodo establecido.

### **4. DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR POR LOS CANDIDATOS**

La documentación a aportar por los solicitantes será:

1. Expediente académico que acredite que el alumno tiene superados el número mínimo de créditos indicados en el punto anterior.
2. Curriculum vitae donde figuren expresamente sus datos personales, domicilio, teléfono y lugar de residencia habitual.
3. Declaración jurada de no realizar actividad incompatible (Anexo II).
4. Compromiso escrito de un profesor de la ETSII-UPM de actuar como tutor del becario, avalando el proyecto presentado a la Convocatoria, el seguimiento de su trabajo, los informes de avance y el informe final.
5. Propuesta de proyecto fin de carrera. Se redactará una memoria, con una extensión máxima de 10 páginas impresas a 1 cara en formato A4. En ella deberá figurar el área temática del trabajo que aborda (según el punto 1 de esta Convocatoria), los objetivos propuestos y la metodología a emplear. En la propuesta deberá figurar el visto bueno del tutor y su firma.

### **5. LUGAR Y PLAZO PARA LA PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN**

La documentación detallada en el punto anterior se presentará en el Registro de la Secretaría de la ETSII-UPM, y también se enviará a la dirección electrónica de la



Subdirección de Investigación: [investigacion.industriales@upm.es](mailto:investigacion.industriales@upm.es) indicando como asunto: GAMESA-nombre y apellidos del solicitante.

La fecha límite para la recepción de solicitudes será el 20 de julio de 2012.

En el caso de que el alumno no disponga de todas las calificaciones en esa fecha, podrá presentar la certificación de su expediente académico hasta el día 10 de septiembre de 2012.

## **6. COMITÉ EVALUADOR Y FECHAS DE ADJUDICACIÓN DE LAS BECAS**

El Comité Evaluador, que decidirá la adjudicación de las becas, estará formado por los miembros de la Comisión de Seguimiento de la Cátedra GAMESA.

La adjudicación de las becas y su correspondiente publicación se realizará durante el mes de septiembre de 2012. La relación de adjudicatarios de las becas aparecerá en la página web de la ETSII en el apartado “investigación” “Cátedra GAMESA” el 30 de septiembre de 2012.

La Subdirección de Investigación de la ETSII solicitará a los adjudicatarios la documentación necesaria para hacer efectiva la condición de becario.

## **7. SEGUIMIENTO DE RESULTADOS**

- Los adjudicatarios de las becas están obligados a la presentación de dos informes trimestrales de avance parcial y un informe final. Las fechas límite de los informes serán respectivamente:
  - ✓ 15 de enero de 2013
  - ✓ 15 de abril de 2013
  - ✓ 15 de julio de 2013
- Todos los informes presentados por los becarios deberán llevar en la portada el visto bueno del profesor tutor de la beca. Se entregará una copia en la Subdirección de Investigación de la ETSII-UPM, y también se enviarán a la dirección: [investigacion.industriales@upm.es](mailto:investigacion.industriales@upm.es) indicando en el asunto GAMESA-INFO-nombre y apellidos del becario.
- Los dos primeros informes trimestrales deberán ser informes ejecutivos de un máximo de cinco páginas (sin incluir portada).

- El informe final recogerá todo el trabajo realizado, metodología, desarrollos, cálculos, resultados y conclusiones. Este informe final puede coincidir con el documento Proyecto Fin de Carrera. Se presentará antes del 15 de julio, como se ha indicado y deberá acompañarse también de un resumen ejecutivo de un máximo de cinco páginas (sin incluir portada).
- La percepción de la ayuda paralela al tutor vendrá vinculada a la presentación y valoración positiva de los dos primeros informes.
- La no presentación del informe o su insuficiente contenido, provocará la suspensión de la percepción de la beca.
- En el mes de septiembre u octubre de 2013 se realizará una Jornada Técnica en la Escuela la que los alumnos presentarán el trabajo realizado

## **8. PÉRDIDA DE LOS DERECHOS DE LA BECA**

Esta beca se cancelará de forma automática y se exigirá la devolución de las cantidades percibidas a quien proceda, bajo las siguientes circunstancias:

1. Falsear los datos aportados en los requisitos exigidos en la convocatoria.
2. No rendir los informes previstos en el plazo, forma y contenido exigido.
3. Compatibilizar el proyecto becado con cualquier otra actividad que sea remunerada.
4. Falsedad demostrada de los datos aportados en los resultados finales del proyecto fin de carrera.
5. No cumplimiento de las condiciones estipuladas en el presente documento.

## **9. INCIDENCIAS**

Cualesquiera que éstas sean, serán resueltas por el Comité Evaluador de las Becas GAMESA.

Madrid, 25 de junio de 2012

## ANEXO I

### Áreas temáticas de la III Convocatoria Becas GAMESA 2012-2013

#### 1.- Salud, seguridad y medioambiente:

- Afecciones de la energía eólica marina sobre el medio ambiente marino
- Metodología de análisis de riesgo sobre personas, animales, medioambiente. Propiedades de los aerogeneradores marinos.

#### 2.- Simulación dinámica y aeroelástica de aerogeneradores:

- Estelas de aerogeneradores. Elaboración de modelos de estela no-CFD (tipo Frandsen, Dynamic Wake Meandering,...) para incorporar a los cálculos de simulación aeroelástica.

#### 3.- Sistemas de control de aerogeneradores:

- Controles avanzados aplicados al control de aerogeneradores: tendrían cabida aquellas propuestas relacionadas con la aplicación de controladores no tradicionales al control de aerogeneradores. Su evaluación y aproximación inicial para posteriormente, si cabe, realizar su implementación sobre una estrategia de control básica en entorno de simulación
- Sistemas inteligentes aplicados a la supervisión del control de un aerogenerador: tendrían cabida aquellas propuestas orientadas a aplicar técnicas de IA o similares en la identificación de patrones de comportamiento y estimación de variables de estado del aerogenerador aplicada a su Supervisión.
- Análisis de la sensibilidad al ruido en la señal de medida del control de un aerogenerador: tendrían cabida aquellas propuestas orientadas a la identificación de la sensibilidad al ruido de las señales de control de un aerogenerador y su mitigación.
- Estudio para la automatización de pruebas del SW de operación de aerogenerador. Análisis de las tecnologías de pruebas del SW de aerogenerador y desarrollo de las herramientas que permitan realizar pruebas de dicho SW de manera regresiva y desatendida. Integración de dichas herramientas en una plataforma de simulación (ya desarrollada).
- Desarrollo de una tecnología que permita correr Sw de convertidor en condiciones de simulación.
- Estudio de los requisitos necesarios para poder tener un entorno de simulación que permita ejecutar el SW del convertidor. Implementación de aquella opción que

satisfaga dichos requisitos. Integración de dicha tecnología en una plataforma de simulación de SW de operación (ya desarrollada).

- Desarrollo de herramientas de análisis estático de código fuente implementado sobre IEC61131.
- Generación de especificaciones de requisitos mediante modelado gráfico a fin de condensar la información necesaria facilitando su posterior interpretación. Uso de SysML o metodología similar.

Propuestas de proyectos específicos de alto interés para GAMESA relativos a **sistemas de control de aerogeneradores:**

- **Control Predictivo del Pitch de un Aerogenerador (Dos propuestas posibles diferenciadas)**
  1. Implementación de un control predictivo sobre una estrategia de control básica en un entorno de simulación. Atenuación de cargas y optimización de potencia.
  2. Modelado de un sistema de Pitch hidráulico y diseño de un controlador para dicho sistema que reduzca desviación del error limitando la acción.
- **Técnicas avanzadas de identificación de sistemas aplicadas al modelado del sistema aerogenerador**
- **Análisis de la sensibilidad al ruido de las señales de medida del control de un aerogenerador**
- **Mejoras de control para reaccionar ante huecos de tensión**
- **Modelado de palas con dispositivos de control de flujo activo en FAST-ADAMS**
- **Modelado de secciones de torre con masa, rigidez y amortiguamiento variable en FAST-ADAMS**

#### **4.- Evaluación del recurso eólico:**

- Impacto del terreno complejo en la distorsión de flujo mediante el uso de CFD's: Análisis de distintas casuísticas de emplazamientos situados en terreno complejo mediante CFD: efectos de separación/distorsión de flujo en distintas topografías (sierras a dos aguas, paramos, cortados), efectos de sombra a sotavento de elevaciones del terreno etc. Cuantificación de la distancia y altura hasta la que se

propagan dichos efectos que permita seleccionar posiciones seguras para la instalación de aerogeneradores.

- Estelas en parques en rejilla (onshore y offshore): Caracterización de la estela cercana que permita cuantificar el déficit de velocidad y el aumento de turbulencia que afecta a turbinas situadas dentro de parques en rejilla, y su repercusión en la pérdida de producción y aumento de cargas en las turbinas situadas aguas abajo. Influencia de la estabilidad atmosférica y de la topografía en los resultados.
- Análisis de eventos extremos: evaluación y análisis de eventos extremos, no solo de velocidad de viento ( $V_{ref}$  y rachas) sino también de la temperatura y densidad. Probabilidad de coincidencia en el tiempo de varios eventos extremos. Extrapolación de eventos extremos a 50 años.

#### 5.- Máquinas eléctricas e integración en red:

- Elaboración de una guía de diseño de EMC en aerogeneradores: Estudiar las normas relativas a EMC que aplican al aerogenerador y sus elementos internos, con el enfoque del diseño del aerogenerador detectando los aspectos críticos mencionados por las normas que apliquen a los aerogeneradores (puestas a tierra, pantallas de cable, conexionado de sensores, etc.) y para plasmarlo en una guía de requisitos de diseño.
- Generador doblemente alimentado (DFIG) representado como generador síncrono: Los aerogeneradores equipados con generadores doblemente alimentados DFIG son utilizados por la mayoría de los fabricantes del sector, sin embargo los operadores de red están familiarizados con el comportamiento del generador síncrono, por lo que la mayor parte de las herramientas utilizadas para el estudio de transitorios (p.e. cortocircuito) incluyen los parámetros de máquinas síncronas. Se propone desarrollar la metodología para representar el generador doblemente alimentado (DFIG) con los parámetros característicos de la máquina síncrona, considerando los tres estados posibles del convertidor: convertidor bloqueado, convertidor no bloqueado y crowbar / brake chopper activado, implementando los modelos en una herramienta de simulación (PSCAD) y validando el comportamiento del modelo equivalente usando la herramienta de simulación y medidas reales.

Propuestas de proyectos específicos de alto interés para GAMESA relativos a **máquinas eléctricas e integración en red:**

- **Generador doblemente alimentado (DFIG) representado como generador síncrono**
- **DFIG Wind turbine modelling for unbalance faults in RMS**

Desarrollo de modelos simplificados en RMS (tipo fasor) para la representación de faltas desequilibradas en aerogeneradores DFIG.

➤ **Modelo analítico de transformador para transitorios electromagnéticos**

Desarrollar un modelo de transformador que represente los fenómenos electromagnéticos en Matlab/SIMULINK y PSCAD. Validar el comportamiento transitorio del transformador con las medidas de huecos aplicados al transformador sin aerogenerador conectado.

#### **6.- Sistemas electrónicos de potencia:**

- Estrategias de control para convertidores de 3 niveles para PMSM
- Comparativa entre topologías de potencia en 3 niveles con enclavamiento de diodos y topologías en cascada

#### **7.- Sistemas mecánicos y auxiliares**

Propuestas de proyectos específicos de alto interés para GAMESA relativos a **sistemas mecánicos y auxiliares:**

- Desarrollo de tecnología de hormigón con fibras para uso en torres de hormigón de aerogeneradores
- Desarrollo de métodos de diseño y cálculo de las uniones adhesivas. Comparación de los resultados obtenidos aplicando métodos analíticos frente a análisis mediante elementos finitos. Estimación de errores y rango de aplicación.
- Alternativas para la medida de la precarga en una unión atornillada. Estado del arte. Análisis teórico de cada solución. Cálculo de las incertidumbres. Comparación de resultados. Nuevas propuestas
- Amortiguación del espectro sísmico en PEs. (analizando posibles medidas que se puedan llevar a cabo en la máquina, y o en el terreno que disminuyan las cargas en la máquina, especialmente en torre y cimentación)
- Desarrollo metodológico de cálculo de frecuencias de torre de hormigón fisurada
- Generación de un procedimiento de diseño y un modelo matemático para la determinación del rendimiento de un aerogenerador completo, desde el viento al switch gear
- Semejanza de sistemas mecánicos para validaciones a escala reducida.
- Desarrollo de un modelo matemático Matlab o con cualquier otro software que relacione la potencia de la máquina / Temperatura Exterior / Consumo Auxiliares. Este modelo permitiría optimizar los consumos auxiliares de los componentes instalados así como estimar la afección en la AEP y curva de potencia del aerogenerador

## **8.- Métodos de simulación de aerogenerador en tiempo real, mediante SW y HW dedicado.**

- Virtualización de los terminales de operación de máquina, mediante el procesamiento de la trama de comunicaciones utilizada (para leer y escribir variables en esta trama) evitando el uso de este tipo de paneles de operación.
- Desarrollo de aplicaciones que contenga las funciones básicas de un telemando evitando la necesidad de instalar un SCADA completo. Este telemando reducido permitirá probar la interfaz PLC-TELEMANDO desencadenando las operaciones básicas del telemando real mediante tramas TCP/IP.
- Desarrollo de drivers multihilo para pasarela de comunicación de datos entre elementos simulados.
- Disgregación de funcionalidad a fin de mejorar rendimiento en tiempo real. Por ejemplo trasladar ventanas de operación del simulador, junto con su BBDD, a una estación de trabajo separada de la que se utiliza para que corra la simulación aeroelástica.
- Migración de interfaz gráfica de los simuladores a formato web, (independiente del tipo de plataforma de navegación), para facilitar el acceso a las pruebas sobre los simuladores desde cualquier sistema con navegador.
- Optimización de los procesos de explotación y mantenimiento de las plataformas de simulación, a través de la automatización, acceso remoto y datalogger con nuevas soluciones HW y SW.
- Generación de librerías gráficas para facilitar la migración a formato SCADA de la interfaz gráfica.
- Análisis a bajo nivel de llamadas a sistema operativo Windows para migración a sistema operativo de tiempo real estricto.
- Desarrollo de una tecnología que permita correr Sw de convertidor en condiciones de simulación.
- Estudio de los requisitos necesarios para poder tener un entorno de simulación que permita ejecutar el SW del convertidor. Implementación de aquella opción que satisfaga dichos requisitos. Integración de dicha tecnología en una plataforma de simulación de SW de operación (ya desarrollada).



## 9.- Propuestas libres en el contexto de energía eólica o disciplinas relacionadas

### ➤ Offshore wind-hydrogen

Evaluar a nivel conceptual la viabilidad técnica y económica del emplear aerogeneradores para generar hidrógeno, transportarlo a tierra y producir electricidad



## ANEXO II

Don/Doña \_\_\_\_\_, con DNI o pasaporte nº \_\_\_\_\_, como solicitante de una beca del Convenio Cátedra GAMESA de Energías Renovables, establecido entre GAMESA y la Universidad Politécnica de Madrid a través de la E.T.S. de Ingenieros Industriales, de acuerdo con el Reglamento de Becarios de la Universidad Politécnica de Madrid, respecto a incompatibilidades de este tipo de becas.

JURA O PROMETE expresamente que si le fuera concedida una de las becas se compromete a no percibir remuneración, otra beca o ayuda alguna con cargo a los presupuestos de los Entes que integran las distintas esferas de la Administración, ni de las Empresas dependientes de los mismos ni de otras Empresas de carácter privado; que no ha sido sancionado por faltas de disciplina académica, ni ha perdido el derecho a otra beca, y que cumple los requisitos especiales de la respectiva resolución de adjudicación. (En caso contrario, indicarlo al pie de este escrito).

Y para que conste, firmo la presente declaración en Madrid, a

El Solicitante,

Fdo.: