



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

# Informe Final 2015

<b>Título del Proyecto: ESTUDIO DE CONTROLES DE PASO DE PALA PARA GENERADOR EOLICO DE BAJA POTENCIA</b>		<b>Código</b> <b>ENUTNHA1899</b>
<b>Programa: Energía</b>		
<b>Facultad Regional: Facultad Regional Haedo</b>		
<b>Fecha de Inicio: 1/1/2013</b>	<b>Fecha de Finalización: 31/12/2014</b>	<b>Fecha de Prórroga: 31/12/2015</b>

**Director: Garbuglia, Hugo**

a) **GRADO DE AVANCE:** Porcentaje de ejecución sobre lo programado **100 %**

**2. ACTIVIDAD EN INVESTIGACIÓN Y/O DESARROLLO**

a) **Producción y Desarrollo:**

**Especificaciones Técnicas de los Desarrollos Realizados** (prototipo, equipo, proceso, modelo, patente, etc.)

Indicar:

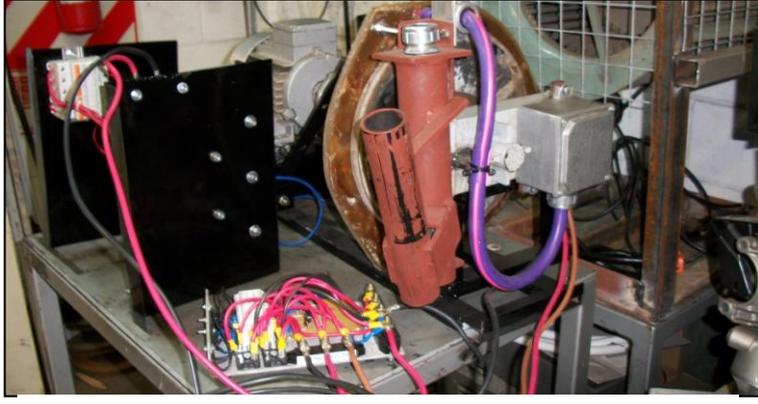
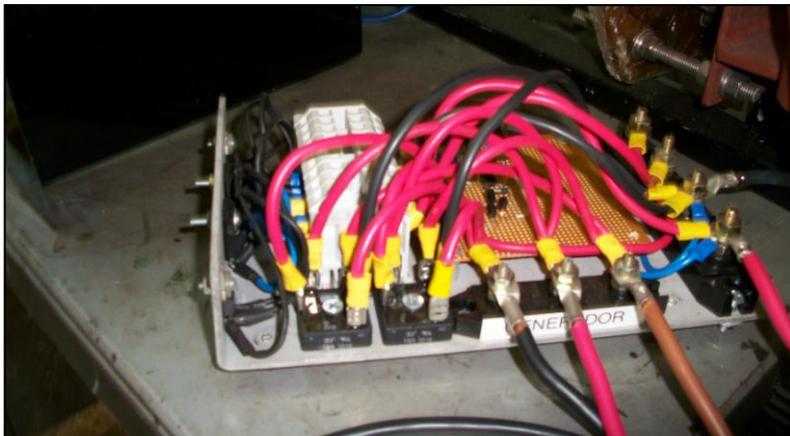
Título	Aerogenerador de 700 W de potencia de paso de pala fijo
Lugar/es donde desarrolla/n el proyecto – Fotos del desarrollo	UTN Facultad Regional Haedo

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

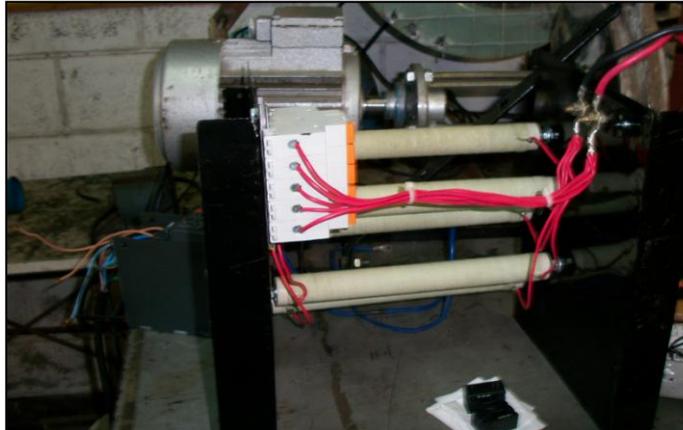
Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

<p>Institución/es requirente/s</p>	<p>UTN Facultad Regional Haedo</p>  <p>Prototipo aerogenerador 700 W de paso fijo</p>  <p>Banco de pruebas de PMSG (generador sincrónico a imanes permanentes), con sistema de cargas, control electrónico y banco de baterías</p>  <p>Placa electrónica de control aerogenerador</p>	
<p>Firma Director/a</p>	<p>Aclaración</p>	<p>/ /                  Fecha</p>



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos



Carga variable de sistema



Mejora de banco de prueba de PMSG con  
 agregado de sistema reductor de poleas



Medidas, en banco de ensayos, de variables  
 eléctricas con medidor de calidad de energía  
 Fluke 435

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

Investigadores/Desarrolladores	Hugo Garbuglia, Ruben Bufanio, Alejandro de Villafior, Andrés Persello, Germán Garcia Motto, Miguel Molina
Resumen del contenido	<p>El presente trabajo tiene el propósito de incrementar capacidades en el área energética, clave en el desarrollo de una región, con el menor daño medio ambiental y en forma sustentable. Dentro de este marco, se erige la generación por recurso eólico como una de la más importante.</p> <p>La Argentina cuenta con sitios inmejorables respecto a capacidad de recurso eólico, entre ellos es de destacar la Patagonia, con medias de densidad de potencia del viento por encima de muchas regiones del mundo en donde la energía eólica es de vital importancia.</p> <p>Las características particulares de las condiciones atmosféricas de estos lugares, como por ejemplo, el alto nivel de turbulencia, hace necesario el estudio de diferentes métodos de trabajo de las turbinas eólicas de baja potencia, con el objetivo de obtener el mejor desempeño respecto a la producción, reducción de costos y aumento de vida útil.</p> <p>Por ello se propone:</p> <p>La optimización del rotor de un generador eólico, de potencia por debajo de los 10kW, para propender a un mejor desempeño en la obtención de energía del viento.</p> <p>Modificar el paso de pala, por encima de velocidad de viento nominal, de manera de incrementar las condiciones de amortiguamiento de cargas aerodinámicas y por ende disminuir la fatiga del dispositivo electroproductor.</p> <p>Desarrollar, en principio, un rotor por control de potencia por pérdida aerodinámica "Stall" (por su definición en inglés) de paso fijo y luego con controles de paso de pala, para este último a través de sistema netamente mecánico con centrifugos.</p> <p>Modelar luego, por medio de programa computacional, un método de control de potencia por paso de palas, haciendo énfasis a la zona de trabajo de la turbina eólica por encima de viento nominal de manera de poder comparar contra ensayos de laboratorio y campo.</p> <p>Obtener conclusiones entre los prototipos planteados, tanto del punto de vista de desempeño estructural como de extracción de energía.</p>
Resultados obtenidos (cantidad – calidad) en función de los objetivos del proyecto	<p>Banco de Pruebas de aerogenerador de baja potencia en laboratorio de motores de la carrera de ingeniería mecánica.</p> <p>Carga Variable de Potencia, Carga Dump Load, Control eléctrico de potencia de carga de baterías y derivación a Dump Load.</p> <p>Prototipo aerogenerador de paso fijo de pala de 700 W de potencia.</p>
Proyección de continuidad - transferencias	<p>Aunque el prototipo se basa en uno desarrollado (Hugh Piggott), sirve de base para el mejor entendimiento de los factores principales que influyen en el desarrollo de un aerogenerador. Lo indicado permitirá realizar mejoras, en futuro prototipo, tanto en aspectos aerodinámicos como electromecánicos.</p> <p>En el año 2012 ha comenzado en la FRH y la FRN el dictado de las cátedras electivas de "Introducción a la energía eólica" e</p>

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

	<p>“Introducción a las energías renovables” respectivamente. Este proyecto ha sido de utilidad en la explicación de temas prácticos de ambas cátedras referidos a la conversión de la energía eólica en eléctrica. Cabe aclarar a demás el entusiasmo puesto por los alumnos de diferentes carreras en conocer más los temas referidos a la generación eólica. En este sentido, en la FRH desde el año 2012, dentro de la carrera de ingeniería electrónica, introducción a la energía eólica ha sido la electiva más elegida por el alumnado de dicha carrera. Nuevamente este proyecto sirve de base a un mejor entendimiento de los principios de funcionamiento involucrados en este tipo de generación.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>Los cálculos teóricos del PMSG, aunque aproximados y basados en experiencias anteriores, fueron satisfactorios respecto de los resultados obtenidos en el banco de prueba.</p> <p>En la primera etapa de evaluación aunque se utiliza un variador de velocidad y motor en potencias de más del doble del aerogenerador (1500W), no es posible llegar a la nominal de este último (700W). Se debe a que el acople directo entre el motor y el generador hace trabajar al primero fuera de su punto óptimo de trabajo (1500rpm), lo cual produce grandes pérdidas por deslizamiento limitando en potencia al variador de velocidad. Para solucionar el problema se adoptó una reducción 3.51:1 y se practicarán nuevamente todas las mediciones pudiendo llegar a potencia superiores a la nominal prevista sobre una carga (784W).</p> <p>Las medidas obtenidas indican un desempeño aceptable del generador PMSG en conjunto con baterías, Dump Load, sistema de control eléctrico y diferentes disposiciones de carga.</p> <p>El rendimiento del generador, aunque pudiendo ser mayor, entre un 70% y 90% es aceptable en las potencias de generación que se trabajan por debajo del kW.</p> <p>Para evaluación final es necesario instalar el aerogenerador en campo, censar recurso eólico en torre meteorológica en conjunto con parámetros eléctricos dentro de un sistema de adquisición, obtener la curva de potencia de acuerdo a norma IEC y por último analizar desempeño del rotor con paso de pala fijo en zona de regulación de potencia.</p> <p>Una vez finalizada la etapa anterior se reemplazará el rotor de paso fijo, para mismo PMSG, por el del control centrífugo repitiéndose nuevamente todas las medidas, de manera de permitir comparaciones de desempeño y obtener conclusiones del control centrífugo respecto del Stall y Furling según diferentes índices como mitigación de cargas aerodinámicas y producción de energía.</p>

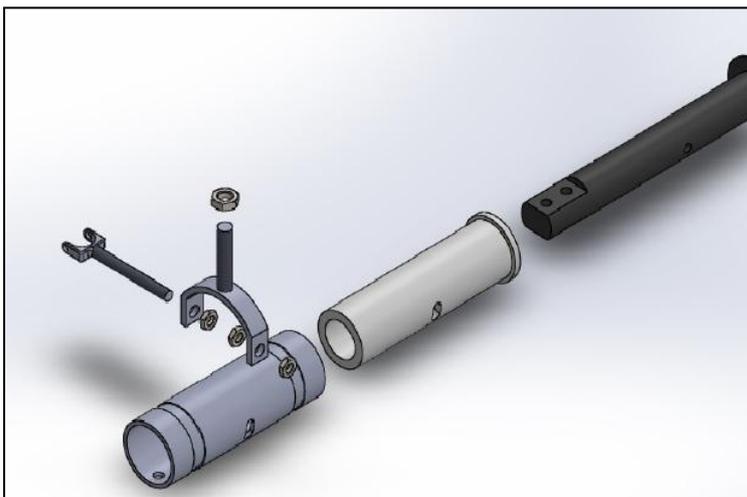
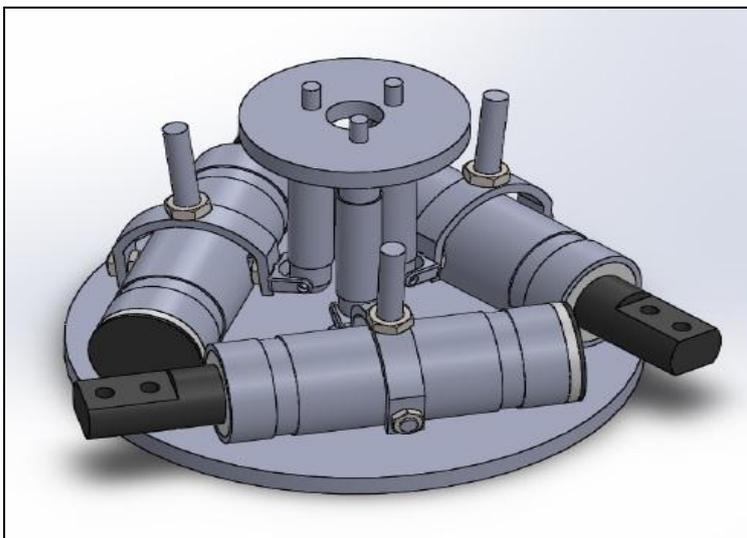
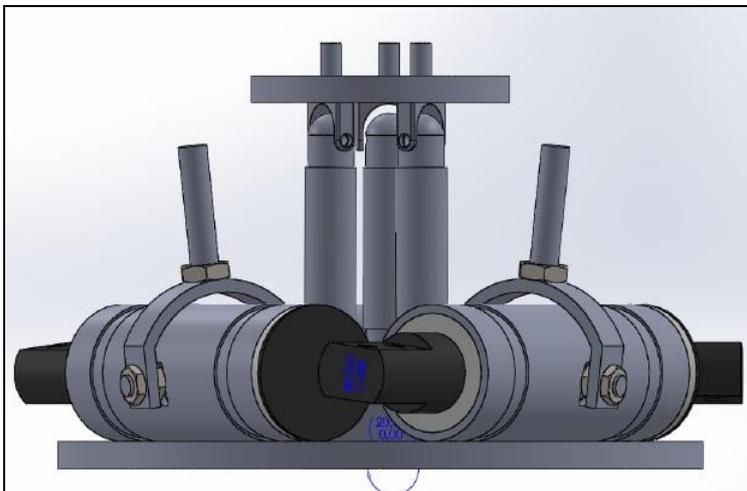
<p>Título</p>	<p>Avances de trabajos referidos a nuevo prototipo de paso de pala variable con sistema centrífugo y adquisidor de datos de variables meteorológicas</p>
---------------	--

		<p>/ /</p>
<p>Firma Director/a</p>	<p>Aclaración</p>	<p>Fecha</p>



Lugar/es donde desarrolla/n el proyecto – Fotos del desarrollo

UTN Facultad Regional Haedo



Imágenes de propuesta de cubo con control centrífugo

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos



Mecanizado de cubo con propuesta de paso de pala con sistema centrífugo

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

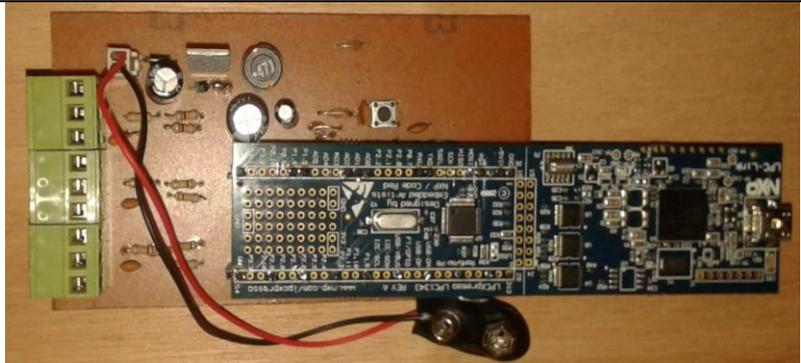
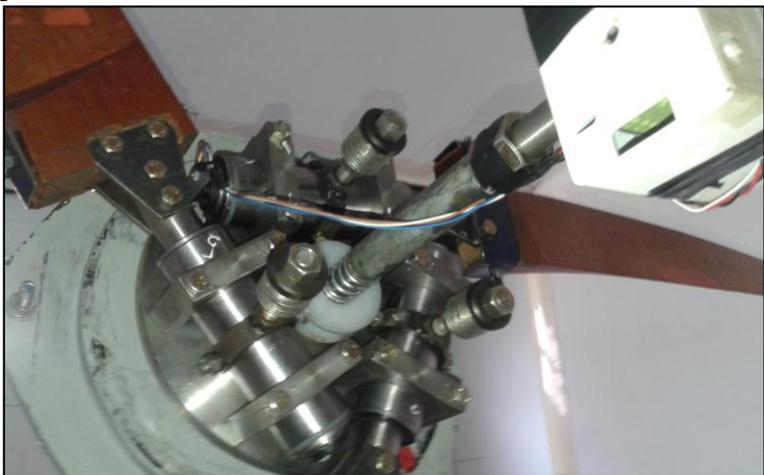


Imagen placa adquisidora de ángulo de paso de pala



Ensayo de prototipo aerogenerador con control de potencia por paso variable a través de control centrífugo en banco de prueba



Detalle de "cubo" con sistema centrífugo

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha

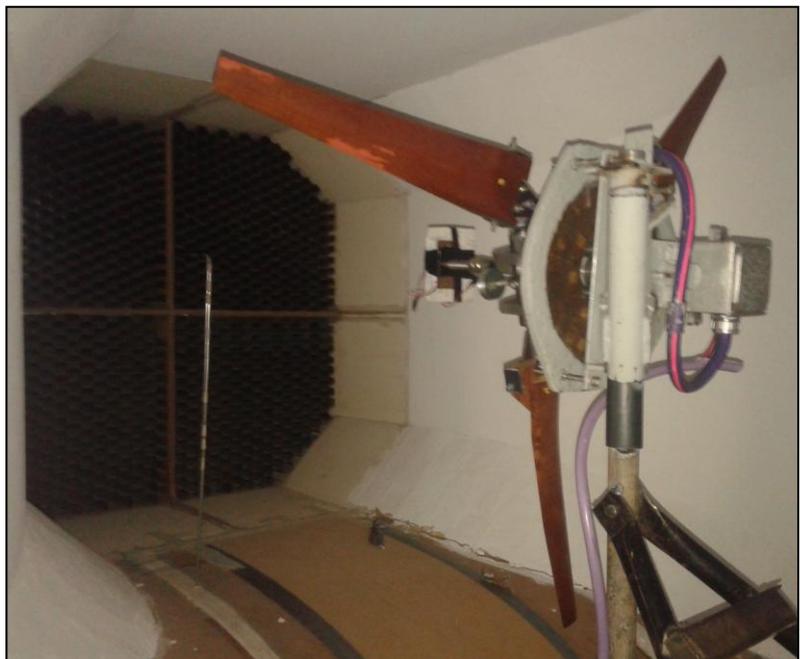


Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos



Mesa de trabajo, para ensayo en túnel de viento, con sistema eléctrico de aerogenerador e instrumentos de medida.



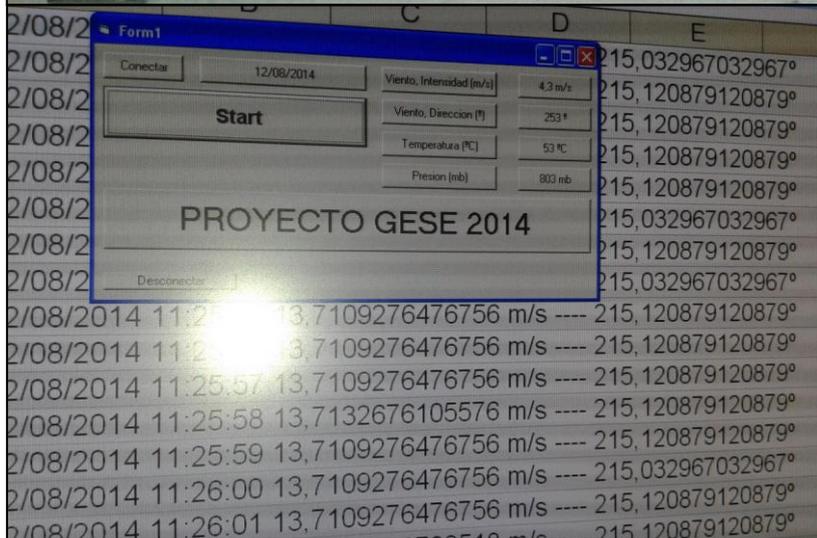
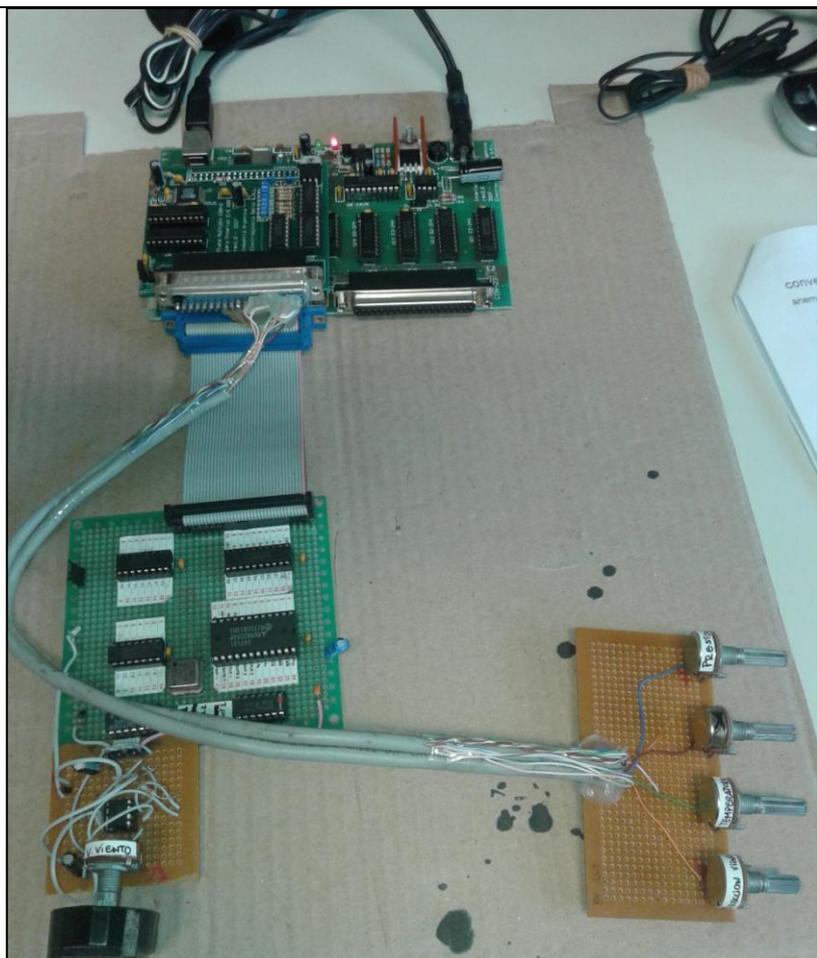
Prototipo aerogenerador montado en túnel de viento para su ensayo

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos



Imágenes de primer prototipo Datalogger para medidas de variables meteorológicas y eléctricas para futuro ensayo en campo, con placa electrónica y salidas de su software respectivamente.

/ /

Firma Director/a

Aclaración

Fecha



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Institución/es requirente/s	UTN Facultad Regional Haedo
Investigadores/Desarrolladores	Hugo Garbuglia, Ruben Bufanio, Alejandro de Villafior, Andrés Persello, Javier Rubido, Carlos Stortoni, Daniel Cortes, Osvaldo Casieri
Resumen del contenido	<p>El presente trabajo forma parte del avance del proyecto PID UTN1899 y tiene el propósito de incrementar capacidades en el área energética, en particular la eólica.</p> <p>Es por ello con el objetivo de obtener mejor desempeño de las turbinas eólicas respecto a la producción de energía total en relación a su vida útil, y teniendo en cuenta las características particulares de las condiciones atmosféricas, por ejemplo el alto nivel de turbulencia, es que se estudian diferentes métodos de control para turbinas de baja potencia en condiciones de trabajo por encima del viento nominal.</p> <p>Este estudio en particular investiga el desempeño de un aerogenerador de potencia nominal 200 W de paso variable, fundamentalmente en la zona de carga total, con la idea de realizar comparaciones de desempeño respecto al amortiguamiento de las cargas aerodinámicas como a la de potencia obtenida, contra otro de paso fijo con control de potencia en Stall o por acción de Furling. Debido a que el desarrollo está pensado para baja potencia con la finalidad de sencillez y costos reducidos, es que se elabora un sistema de control de paso variable mecánico a través de acción centrífuga.</p> <p>Para lo anterior se aprovecha la construcción, en etapa previa, de un aerogenerador de 700 W, incluyendo su electrónica asociada, con rotor por control de potencia por pérdida aerodinámica "Stall" (de paso fijo) y furling. Dada la necesidad de ensayo en túnel de viento se lo escala en otro de menor diámetro, como se indicó, de potencia nominal 200 W. Se muestran luego los primeros resultados obtenidos con las respectivas conclusiones.</p>
Resultados obtenidos (cantidad – calidad) en función de los objetivos del proyecto	<p>Prototipo aerogenerador de paso variable, a través de control centrífugo de 200 W de Potencia.</p> <p>Datalogger de recurso eólico</p>
Proyección de continuidad – transferencias	<p>Continuidad:</p> <p>De este trabajo surgieron una cantidad importante de resultados que hacen a la necesidad de búsquedas de mejoras de desempeño y comparaciones con otros prototipos de aerogeneradores, tanto en túnel de viento como en campo. En las conclusiones se aclara más sobre esta proyección.</p> <p>Transferencia:</p> <p>Lo interdisciplinario de este trabajo, cabe aclarar que participaron activamente investigadores y becarios de Ing. Electrónica, Mecánica y Aeronáutica, hace que se produzca una valiosa interrelación entre profesionales y alumnos de diferentes áreas de la ingeniería, lo cual es muy probable se replique y sirva de base a los estudiantes para sus trabajos en equipo dentro de la industria.</p> <p>Las energías renovables, y dentro de estas la eólica, ha cobrado en los últimos años un rol trascendente en materia energética, por lo tanto más recurso humano calificado, dentro de la ingeniería, será necesario para cubrir las diferentes tareas que se requieren. Es de mencionar, en el contexto mundial, la energía eólica es una de las</p>

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

	<p>actividades que más recurso humano encuentra requiriendo al mercado laboral. Si tenemos en cuenta además que la Argentina tiene necesidades energéticas pero posee el recurso eólico en inmejorables condiciones en buena parte de su territorio, es que este trabajo intenta contribuir en agregar valor y capacidades para con dicha necesidad.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>De la comparación entre lo planificado a través de modelos teóricos con ensayos en banco de prueba y túnel de viento se determina lo siguiente:</p> <p>Aunque se encuentran diferencias de desempeño en la zona de regulación de potencia por encima de un viento nominal de alrededor 11.8 m/s, ya que el paso de pala se hace dentro una variación pequeña de giro entre los 680 rpm y 700 rpm, se logra el objetivo de llevar al sistema de generación a un control de potencia en zona estable es decir para ángulos de ataques bajos, lo cual conduce a un control efectivo por sustentación sin desprendimiento de capa límite y trabajar por lo tanto en una zona de menores cargas aerodinámicas. En este punto se estudia, en principio, la posibilidad de reducir el ángulo de cierre del centrífugo de manera de compensar la caída de captura de potencia.</p> <p>Se ratificó de manera experimental, tanto en banco de prueba como en el túnel de viento, el muy buen desempeño del sistema electrónico de adquisición de ángulo de paso de pala.</p> <p>Es necesario optimizar el sistema mecánico de centrífugos. Un decremento de los rozamientos disminuiría la histéresis entre la apertura y cierre de las masas centrífugas con lo que se volvería en la curva de potencia hacia vientos menores de manera cercana a la curva de potencia de "ida"; esta disminución en la histéresis de potencia mejoraría, además de controlar potencia, la producción de energía.</p> <p>Es necesario realizar un estudio teórico del sistema contemplando su dinámica, de manera de obtener resultados sobre masas centrífugas, coeficientes de resortes, estados de precompresión, y rozamientos que lleven a un mejor desempeño, en especial respecto a la gradualidad en la apertura del paso de pala y en la exactitud de la zona de velocidades de giro en que el sistema de control de potencia deba trabajar.</p> <p>Aunque las referencias hacen intuir los posibles resultados, es de gran importancia comparar cargas aerodinámicas y producción de energía respecto al sistema de paso fijo y control por furling.</p> <p>Por último es necesario, con estudios previos, mejorar el perfil de la pala y adecuarlo al control de potencia buscado. Por las simulaciones y ensayos realizados, al ser su parte interna (intrados) plana (facilidad de construcción) no da un comportamiento aerodinámico óptimo en la zona de control de potencia.</p>

		<p>/ /</p>
<p>Firma Director/a</p>	<p>Aclaración</p>	<p>Fecha</p>



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

**b) Producción en Investigación:**

<b>Libros</b>	
Autor/autores	
Título del libro	
Editorial	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN	
Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

<b>Libros</b>	
Autor/autores	
Título del libro	
Editorial	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN	
Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

<b>Capítulos de libros</b>	
Autor/autores	
Capítulo/s	
Título del libro	
Editorial	
Compilador (si lo hubiere)	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN/ Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

Palabras clave	
----------------	--

<b>Capítulos de libros</b>	
Autor/autores	
Capítulo/s	
Título del libro	
Editorial	
Compilador (si lo hubiere)	
Edición: Nacional o Internacional	
Código ISBN/ Año	
Lugar de publicación	
Número de ejemplares	
Palabras clave	

<b>Revistas</b>	
Autor/autores	Ruben Bufanio, Alejandro de Villaflor, Amadeo Mariani
Título del artículo	Modelado y Simulación de Conversión de Energía Eólica PMSG
Nombre de la Revista	Ciencia y Tecnología, 14, 2014, pp. 105-122
Fecha de Publicación	2014
Con/Sin referato	Con referato
Ámbito de la publicació	Internacional
Código ISSN	1850-0870
Palabras clave	Eólica, Conversión, Control, Vectorial

<b>Revistas</b>	
Autor/autores	
Título del artículo	
Nombre de la Revista	
Fecha de Publicación	
Con/Sin referato	
Ámbito de la publicació	
Código ISSN	
Palabras clave	

<b>Difusión en Congresos, Simposios, reuniones científicas, conferencias</b>	
Título del trabajo	Estudio de Controles de Paso de Pala para Aerogeneradores de baja potencia PID1899
Institución organizadora	UTN Facultad Regional Bahía Blanca y Universidad Nacional del Sur

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

<b>Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos</b>
--

Nombre del evento	"I Congreso Argentino de Energías Sustentables"
Carácter	Nacional
Fecha	02 y 03 de Octubre de 2014
Lugar	Bahía Blanca
Autores de la presentación	De Villafior Alejandro, Bufanio Ruben, Hugo Garbuglia, Andrés Persello, Germán Garcia Motto
Publicado en actas, memorias – (páginas)	Anales del Congreso (13 páginas)
Con/Sin referato	Con Referato
Año	2014
Comité científico	Determinado por los organizadores del congreso
Institución	UTN FRBB y Universidad de Sur
Palabras clave	Eólica, Paso de Pala, Control

<b>Difusión en Congresos, Simposios, reuniones científicas, conferencias</b>	
--	--

Título del trabajo	Estudio de Controles de Paso de Pala para Aerogeneradores de baja potencia PID1899 (Presentación de Avances)
Institución organizadora	UTN Facultad Regional del Neuquén, Polo Tecnológico de Municipio de Cutral-Có
Nombre del evento	V Seminario Nacional de Energía y su Uso Eficiente
Carácter	Nacional
Fecha	24 y 25 de Septiembre de 2015
Lugar	Polo Tecnológico Ciudad de Cutral-Có, Neuquén
Autores de la presentación	De Villafior Alejandro, Bufanio Ruben, Hugo Garbuglia, Andrés Persello, Rubido Javier, Cortes Luis.
Publicado en actas, memorias – (páginas)	Del Seminario, 11 páginas.
Con/Sin referato	Sin referato
Año	2015
Comité científico	Red Nacional de Eficiencia Energética
Institución	UTN
Palabras clave	Eólica, Paso de Pala, Control

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación**  
**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

<b>Difusión en Congresos, Simposios, reuniones científicas, conferencias</b>	
Título del trabajo	Estudio de Control de Paso de Pala, con centrífugo, para Aerogeneradores de baja potencia PID1899
Institución organizadora	UTN Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur y Universidad Nacional del Comahue
Nombre del evento	"II Congreso Argentino de Energías Sustentables"
Carácter	Nacional
Fecha	28 y 29 de Octubre de 2016 (a presentarse, trabajo aprobado por el comité evaluador)
Lugar	Bahía Blanca
Autores de la presentación	Bufanio Ruben, De Villaflor Alejandro, Ruscio Juan Pablo, Garbuglia Hugo, Rubido Javier, Stortoni Carlos.
Publicado en actas, memorias – (páginas)	Del Congreso, 12 páginas.
Con/Sin referato	Con referato, Aprobado con Calificación: 9 (muy buen trabajo)
Año	2016
Comité científico	Comité Organizador
Institución	UTN FRBB, Universidad Nacional del Sur y Nacional del Comahue
Palabras clave	Eólica, Paso de Pala, Control de Potencia

La documentación probatoria de lo declarado se incorporará a un CD/DVD para ser enviada acompañando al Informe Final presentado.

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**c) Tesistas:**

Apellido y Nombre	Bufanio Ruben Domingo
Tipo de tesis	Magister
Título	Propuesta y Optimización del Contenido Armónico en Generación Eólica PMSG
Director	Pedro André Carvalho Rosas (Universidad Federal de Pernambuco, Brasil)
Fecha de inicio	01/07/2011
Fecha de finalización	03/09/2013
Calificación	10

Apellido y Nombre	
Tipo de tesis	Doctoral
Título	
Director	
Fecha de inicio	dd/mm/aaaa
Fecha de finalización	dd/mm/aaaa
Calificación	

**d) Becarios:**

Apellido y Nombre	Javier Rubido
Tipo de beca	Estudiantil ( Ingeniería Mecánica)
Fecha de inicio	01/04 /2015
Fecha de finalización	Continua

Apellido y Nombre	Cortes Luis
Tipo de beca	Estudiantil (Ingeniería Aeronáutica)
Fecha de inicio	01/04/2014
Fecha de finalización	30/11/2015

Apellido y Nombre	Carlos Stortoni
Tipo de beca	Estudiantil (Ingeniería Mecánica)
Fecha de inicio	01/07/2015
Fecha de finalización	Continua

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado**

**Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos**

**3. GESTIÓN DEL PROYECTO (Para ser informado por el Director)**

**Tareas Desarrolladas:**

Si tuvo dificultades en el desarrollo de las tareas previstas en este proyecto de investigación le agradeceremos que indique:

Problemas de ejecución del presupuesto	Más allá de que se pudo contar con presupuesto para el proyecto recién en 07/2014 no fue un gran impedimento para trabajar. Las autoridades de la UTN FRH siempre apoyaron la iniciativa de este desarrollo experimental, que involucra un esfuerzo económico.
Problemas con los integrantes	Todos los que trabajaron en este proyecto lo han hecho con mucho esfuerzo y dedicación. Lamentablemente algunos integrantes que comenzaron con el proyecto debieron renunciar por problemas personales/laborales lo cual dificultó la consecución de los trabajos y una demora en estos.
Especificar otros	Hubo una gran colaboración de la comunidad educativa de la FRH. Es de destacar la intervención constante del Ing. Miguel Molina del Laboratorio de Motores de Mecánica, del Ing. Miguel Aguirre del laboratorio de aerodinámica y fluidos y el importante trabajo realizado por el Ing. Pablo Rifolfi y Fidel Santos de la Cátedra de Digitales II de la carrera de ingeniería electrónica.
Monto del financiamiento recibido durante el desarrollo del proyecto	50000\$
Porcentaje de metas cumplidas respecto a los objetivos propuestos en el proyecto acreditado	80%, es debido a que faltó el análisis del control de potencia con el paso de pala electromecánico con servomecanismos, pero cabe aclarar que se descartó, luego del análisis del estudio preliminar, ya que no cumplía con la meta de lograr un aerogenerador en baja potencia sencillo y económico. Mismo esto se corroboró con el estudio realizado, en el tema, tanto en el ámbito nacional como internacional.
Agentes facilitadores (si los hubiere)	La colaboración de toda la comunidad educativa de la UTN FRH

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Proyectos UTN sin incorporación al Programa de Incentivos

Evaluación de los integrantes:

Nómina del personal que interviene en el proyecto		
Nº	Apellido y Nombre	Evaluación Director (*)
1	Bufanio Ruben	Satisfactorio
2	Alejandro de Villaflor	Satisfactorio
3	Juan Pablo Ruscio	Satisfactorio
4	Javier Rubido	Satisfactorio
5	Stortoni Carlos	Satisfactorio
6	Luis Cortes	Satisfactorio
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

**Nota:** El Director es responsable de la asignación de tareas del proyecto por lo que se sugiere revisar si corresponden a cada investigador las tareas informadas.

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha



**Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Aerogenerador de paso de pala fijo de 700 w de potencia.
- Desarrollo y construcción de generador sincrónico, de polos no salientes, a imanes permanentes (PMSG).
- Modelado y simulación de un sistema de control con generador sincrónico a imanes permanentes PMSG para sistema aislado.
- Banco de pruebas para la evaluación de generadores eléctricos para energía eólica en baja potencia.
- Prototipo aerogenerador de 200 w de potencia de paso variable con control centrífugo.
- Modelado matemático para la evaluación de desempeño del sistema de paso de pala centrífugo.
- Desarrollo experimental del control de potencia centrífugo.
- Banco de prueba para la evaluación del sistema de control de potencia centrífugo
- Modelado y simulación del rotor de paso de pala propuesto.
- Desarrollo electrónico y experimental de control de potencia eléctrica, de aerogenerador, para carga de baterías y exceso de energía (carga “dump load”)
- Desarrollo y construcción de carga eléctrica variable para prueba de aerogenerador.
- Desarrollo electrónico y experimental del adquisidor del ángulo del paso de pala variable, por mecanismo de acción centrífuga, para prueba de desempeño del sistema de control de potencia planteado en aerogeneradores de baja potencia.
- Desarrollo electrónico y experimental de adquisidor de variables de recurso eólico.

**Conclusiones**

Por ser el primer estudio en su tipo que se realiza en la UTN FRH, se han obtenido al momento importantes avances como ser:

- Dar comienzo a la investigación de desarrollo y experimental de la energía eólica en la UTN FRH.
- Desarrollar un prototipo propio de aerogenerador de paso variable, que aunque se le deben hacer mejoras, logra trabajar en la zona aerodinámica propuesta que es dentro de un área estable, de menores cargas aerodinámicas, respecto a los sistemas tradicionales de Stall y Furling.
- Desarrollar modelos teóricos que se correspondieron en gran medida con los resultados obtenidos en banco de pruebas y túnel de viento, que permiten evaluar los posibles cambios para optimizar el funcionamiento del sistema.
- Un grupo de trabajo que tuvo un muy buen equilibrio entre el conocimiento práctico y el teórico.
- Vincular académicamente a la mayoría de las carreras de ingeniería de la UTN FRH. Este trabajo ha contado con especialistas de Electrónica, Aeronáutica y Mecánica de dichas carreras.
- Lograr transferencia de este estudio a la materia electiva “Introducción a la Energía Eólica”.
- Gran aporte al trabajo en equipo e interdisciplinario.

		/ /
Firma Director/a	Aclaración	Fecha