



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -  
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

*Booklets*



**RENIECYT**

Registro Nacional de Instituciones  
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

**CONACYT**

RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar  
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

# **Title:** Revisión del Estado Actual para el Análisis de Vibraciones para la Detección y Diagnóstico de Fallas en Aerogeneradores basado en el Generador de Inducción de Doble Alimentación

**Author:** Fredy LÓPEZ MOLINA

**Editorial label ECORFAN:** 607-8324  
**BCIERMIMI Control Number:** 2017-02  
**BCIERMIMI Classification (2017):** 270917-0201

**Pages:** 10

**Mail:** [frel0.molin@hotmail.com](mailto:frel0.molin@hotmail.com)  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**

244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 1 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: [contacto@ecorfan.org](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

**Twitter:** @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**Holdings**

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
<b>Peru</b>	<b>Spain</b>	<b>Cuba</b>	<b>Haití</b>
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

# Resumen

Los aerogeneradores son una de las fuentes de producción de energía renovable que más rápido crece en el mundo; por ello existe una necesidad constante de reducir los costos de operación y mantenimiento. El monitoreo de condición (MC) es una herramienta utilizada comúnmente para la detección temprana de fallas minimizando el tiempo de inactividad y maximizando la productividad. Este artículo presenta una revisión del estado del arte de la técnica en el MC de aerogeneradores con generador de inducción doblemente alimentado.





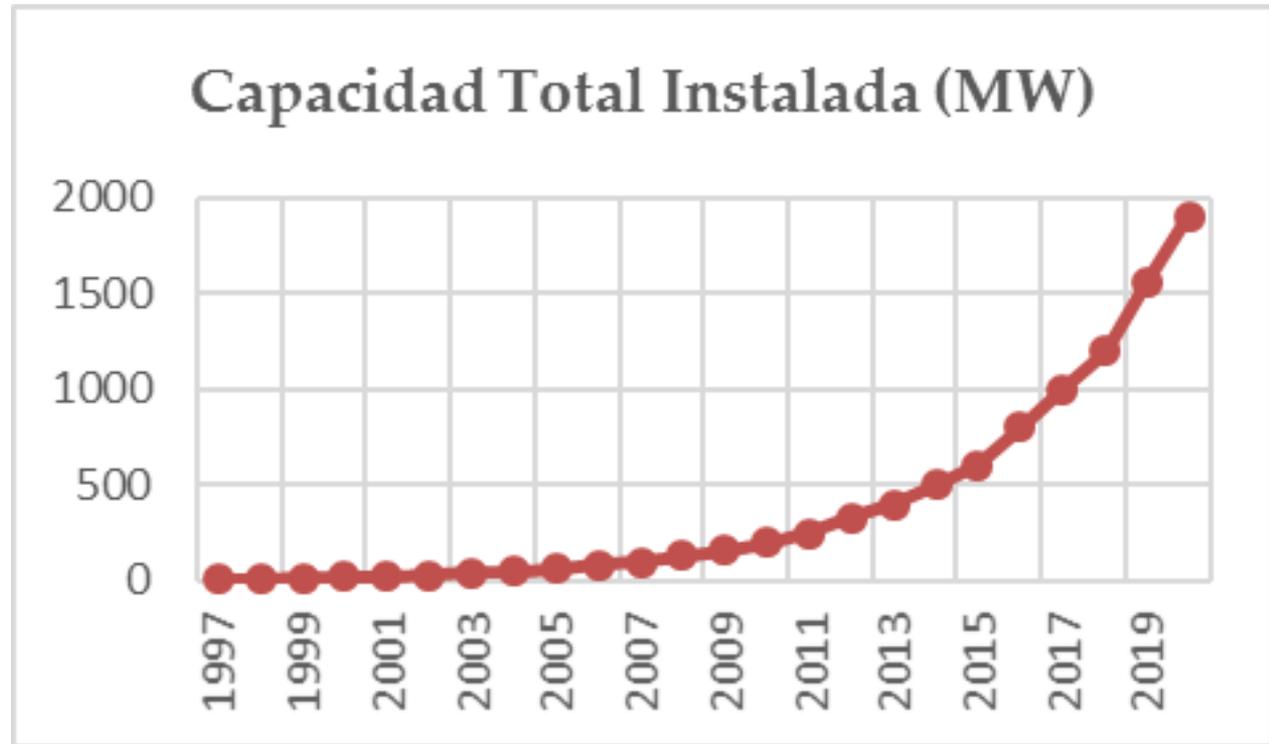
# Antecedentes

- **Prediction, operations, and condition monitoring in wind energy.** *Energy*, ELSEVIER, 2013.
- **Wind turbine reliability analysis.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ELSEVIER, 2013.
- **State of Art of Doubly Fed Induction Generator in a Wind Energy Conversion System.** *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, 2016.
- **A Summary of Vibration Analysis Techniques for Fault Detection and Diagnosis in Bearing.** 8th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC-2016).



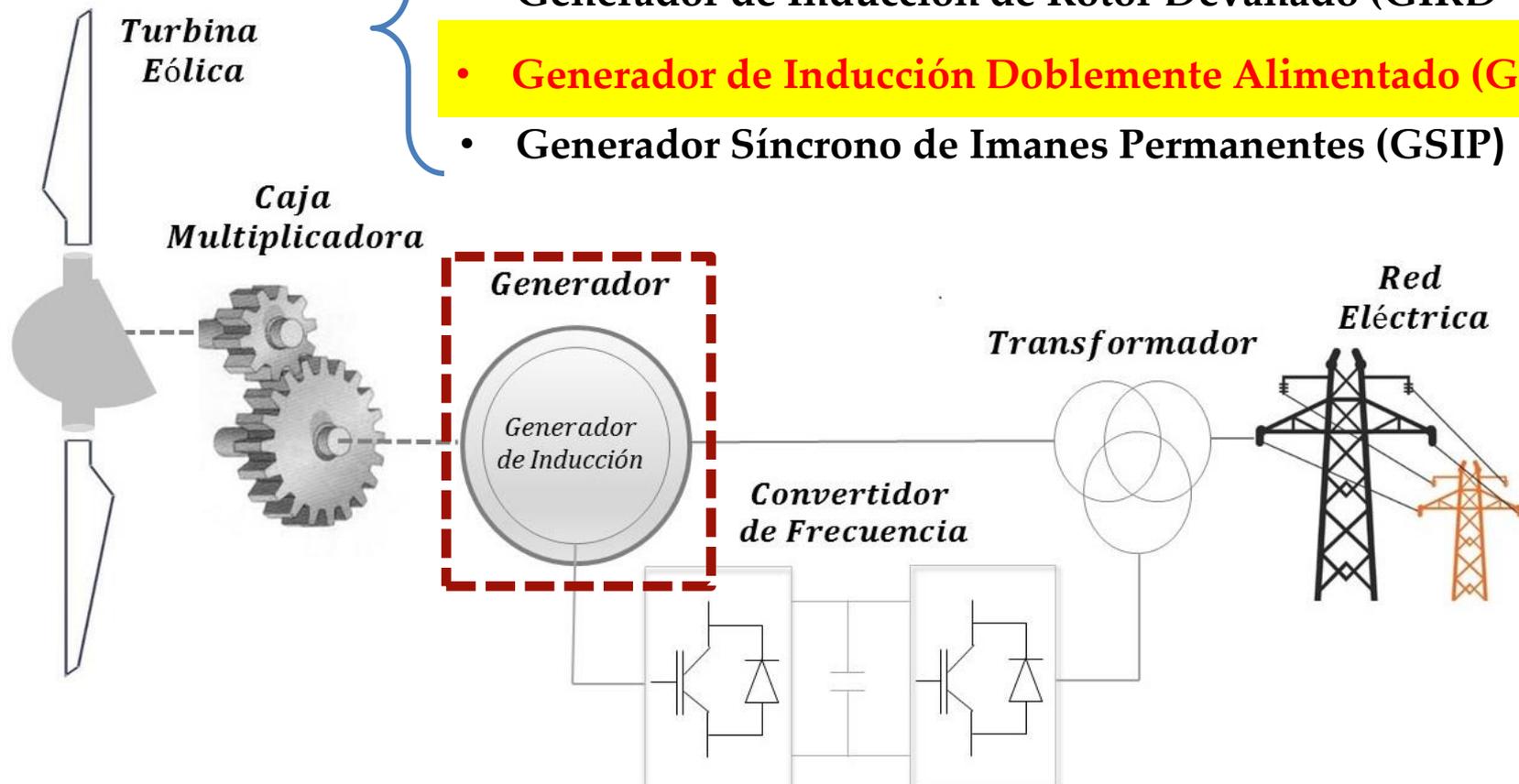
# Introducción

De acuerdo con WWEA, se estima que el crecimiento de la capacidad eólica mundial se comportará como se muestra en el gráfico siguiente.



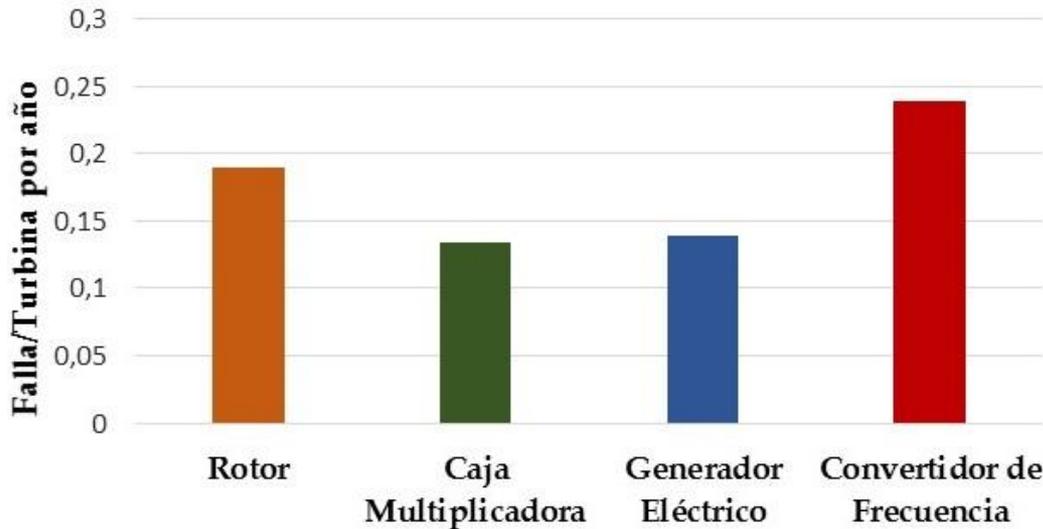
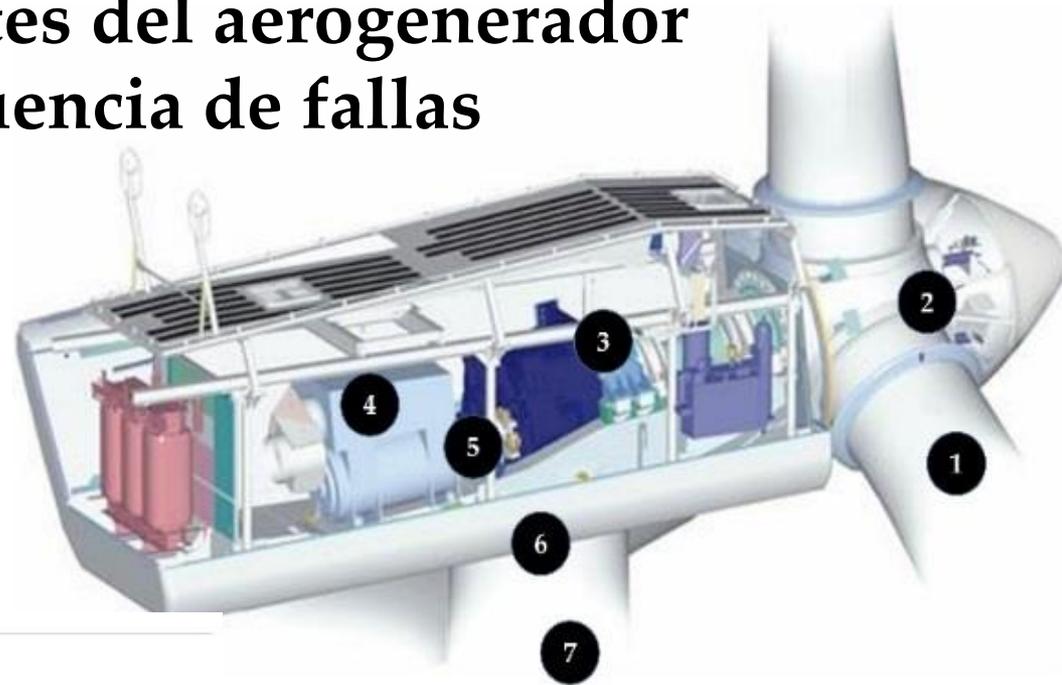
# Configuraciones de los aerogeneradores conectados a la red eléctrica

- Generador de Inducción Jaula de Ardilla (GIJA)
- Generador de Inducción de Rotor Devanado (GIRD)
- **Generador de Inducción Doblemente Alimentado (GIDA)**
- Generador Síncrono de Imanes Permanentes (GSIP)



# Principales partes del aerogenerador y su frecuencia de fallas

1. Palas
2. Rotor
3. Caja Multiplicadora
4. Generador
5. Rodamientos
6. Sistema "Yaw"
7. Torre



Shipurkar, U. *et al.* A review of failure mechanisms in wind turbine generator systems. 17th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE'15 ECCE-Europe), IEEE. Geneva, September 2015.

# COMPARACIÓN DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tipo	Ventajas	Inconvenientes
<b>Mantenimiento Correctivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajos costos de mantenimiento durante el funcionamiento</li> <li>• Los componentes desempeñan su vida útil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es posible ninguna planificación del mantenimiento</li> <li>• La logística de los repuestos es complicada</li> <li>• Es probable esperar largos tiempos para la entrega de piezas</li> </ul>
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco tiempo de inactividad</li> <li>• Mantenimiento programado</li> <li>• Fácil logística de repuestos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos de mantenimiento</li> <li>• Los componentes no alcanzan su vida útil</li> </ul>
<b>Mantenimiento Basado en Condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso completo de la vida útil de los componentes</li> <li>• Poco tiempo de inactividad</li> <li>• Mantenimiento programado</li> <li>• Fácil logística de repuestos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere información confiable sobre el tiempo de vida restante de los componentes</li> <li>• Se requiere una alta confiabilidad para el hardware y software de monitoreo de condiciones</li> <li>• Altos costos de implementación</li> <li>• Es difícil determinar los valores umbral de la condición apropiada</li> </ul>

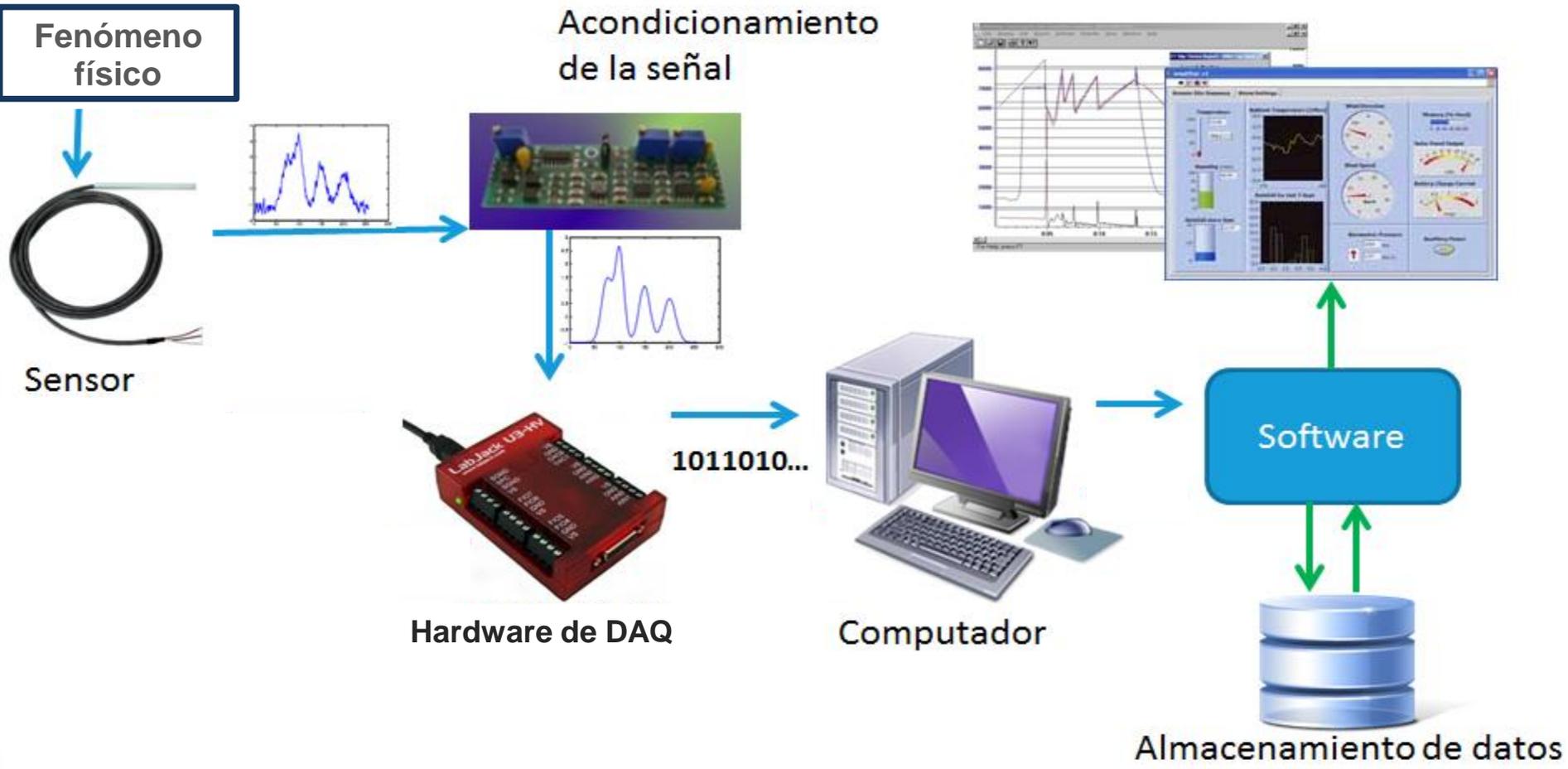


# RESUMEN DE TÉCNICAS DE MONITOREO DE CONDICIÓN

Parámetro de detección	Componentes monitoreados	Ventajas	Desventajas
<b>Vibración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja multiplicadora</li> <li>• Rodamientos</li> <li>• Eje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confiable</li> <li>• Estandarizado (ISO 10816)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costoso</li> <li>• Sujeto a fallas del sensor</li> <li>• Limitado para rotación a baja velocidad</li> </ul>
<b>Torque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotor</li> <li>• Engranaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición directa de la carga del rotor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costoso</li> <li>• Invasivo</li> </ul>
<b>Análisis de aceite</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización directa de la condición del rodamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitado a rodamientos con sistema de suministro de aceite de circuito cerrado</li> <li>• Costoso para la operación en línea</li> </ul>
<b>Temperatura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizado (IEEE 841)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere un sensor de temperatura</li> <li>• Otros factores pueden causar el mismo aumento de temperatura</li> </ul>
<b>Emisión acústica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamientos</li> <li>• Engranaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capaz de detectar fallas en etapas tempranas</li> <li>• Buena para el funcionamiento a baja velocidad</li> <li>• Rango de frecuencia lejos de la perturbación de la carga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costoso</li> <li>• Se requiere una tasa de muestreo muy alta</li> </ul>
<b>Corriente del estator/ Potencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodamientos</li> <li>• Engranaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No necesita sensor adicional</li> <li>• Económico</li> <li>• Fácil de implementar</li> <li>• No invasivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de detectar fallas incipientes</li> <li>• A veces, baja relación señal / ruido</li> </ul>



# Adquisición y procesamiento de señales



# Discusión

## Métodos de procesamiento de señal

- Métodos Estadísticos
- Análisis de Tendencias
- Análisis de Cepstrum
- Análisis de Envolvente
- Análisis de Orden
- Descomposición en Modo Empírico
- Distribución Wigner-Ville
- Transformada Rápida de Fourier
- Transformada de Fourier de Corto Tiempo
- Transformada de Hilbert
- Transformada Wavelet

### Enfoques de condición de monitoreo

Termografía

Análisis de vibración

Emisión acústica

Inspección visual

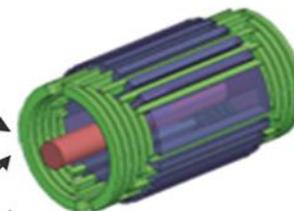
Análisis de lubricación

Monitoreo de eficiencia

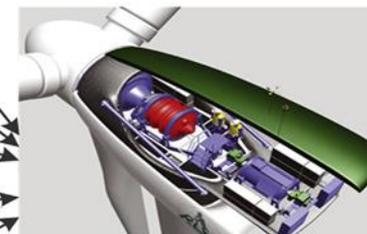
### Principales componentes



Palas



Generador



Tren de accionamiento



Sistema Yaw

# Conclusiones

Para cada componente del aerogenerador existen diferentes técnicas que pueden emplearse, y para todas estas técnicas hay métodos matemáticos disponibles y referenciados en la literatura. Los principales obstáculos que enfrentan los diseñadores de sistemas de control para aerogeneradores siguen siendo:

Selección del número y tipo de sensores



Selección de métodos de procesamiento de señales



Diseño de un modelo de fusión eficaz



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)