

Mantenimiento predictivo de aerogeneradores guiado por el análisis de datos de UTE sobre parques eólicos.

Julian Rodriguez, Diego Maiuri (UTE)
Luis Chiruzzo, Rodrigo Laguna, Nicolas Geremias,
Alejandro Gutiérrez, Jose Cataldo (FING)
Julio 2019

Contenido:

1 Gestión del Mantenimiento en UTE

2 Proyecto FSDA-ANII

- Desafíos
- Objetivo

3 Primeros resultados

1 Gestión del Mantenimiento en UTE

2 Proyecto FSDA-ANII

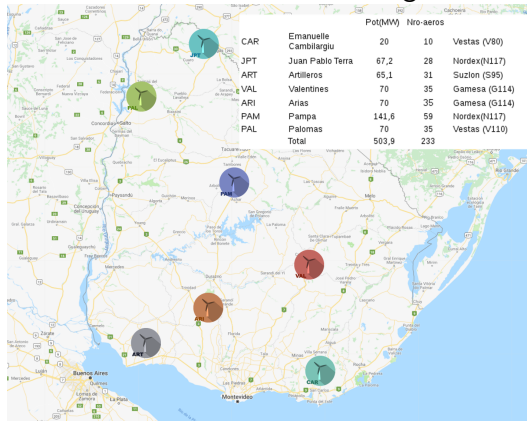
- Desafíos
- Objetivo

3 Primeros resultados

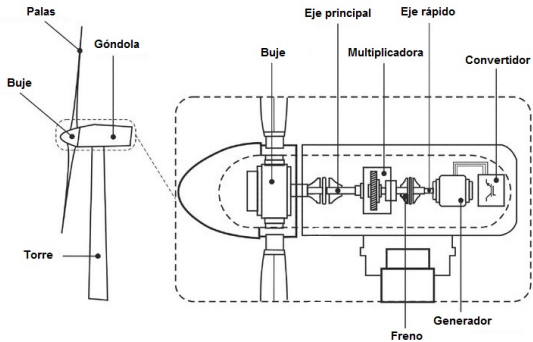


Parques gestionados por UTE

503,9 MW < - - - - > 233 Aerogeneradores



Funcionamiento y componentes de un aerogenerador



Mantenimiento de aerogeneradores

- Preventivo
- Correctivo
- Predictivo
- Proactivo

Líneas de trabajo estratégicas de UTE

- Análisis de vibraciones
- Análisis de aceite
- Mantenimiento de palas
- Evaluación energética
- Sistemas informáticos
- Boroscopías

1 Gestión del Mantenimiento en UTE

2 Proyecto FSDA-ANII

- Desafíos
- Objetivo

3 Primeros resultados

Proyecto FSDA-ANII

El Fondo Sectorial de Investigación a partir de datos está dirigido al financiamiento de proyectos de investigación orientados a la generación de conocimiento aplicado a partir de la explotación de datos nacionales disponibles.

La Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), crearon este fondo con el objetivo de generar experiencia en metodologías de avanzada, fácilmente trasladable a otros dominios. Se espera asimismo que la experiencia y el conocimiento generados permitan luego producir cambios en distintos procesos del sistema productivo nacional.

1 Gestión del Mantenimiento en UTE

2 Proyecto FSDA-ANII

- Desafíos
- Objetivo

3 Primeros resultados



Desafíos

Nos encontramos desde el punto de vista de la etapa de desarrollo de la energía eólica frente al desafío para la Ingeniería Nacional de la apropiación de procesos de mantenimiento y desarrollo de conocimiento para la operación. En Uruguay se tiene instalado un conjunto muy diverso de aerogeneradores tanto en lo referente a fabricantes como de modelos dentro de cada fabricante.

1 Gestión del Mantenimiento en UTE

2 Proyecto FSDA-ANII

- Desafíos
- Objetivo

3 Primeros resultados

Objetivo del Proyecto FSDA-ANII

Se trata que los resultados del proyecto generen metodologías para el análisis de las series de datos de disponible en la base de datos de UTE de modo de aumentar la disponibilidad de los aerogeneradores. En otras palabras, los resultados del proyecto generarán conocimiento, y tecnología asociada, para el desarrollo de mantenimiento con un enfoque predictivo en los parques eólicos gestionados por UTE.

Objetivo del Proyecto FSDA-ANII

Nº	Objetivo Específico	Resultado esperado
1	Identificación de variables relevantes en base de datos	Se han identificado las variables más relevantes a ser analizadas. Se han generado los scripts necesarios para la transformación de los formatos de modo de poder ser analizados. Se han depurado los datos originales según criterios de calidad.
2	Análisis de series temporales	Se han realizado análisis de las series temporales de las variables más significativas definiendo con claridad la variable objetivo falla por componente
3	Implementación de algoritmos de inteligencia artificial para el tratamiento de datos	Se han identificado técnicas y códigos, y se han realizados análisis de los datos en base a los mismos.
4	Reporte de resultados	Se ha realizado un informe técnico y se han realizado publicaciones científicas a partir de los resultados obtenidos.

Objetivo

Objetivo del Proyecto FSDA-ANII

Actividad/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión de bibliografía. Referencias de Fabricantes. ...	X	X	X									
Desarrollo de interfase de acceso a datos ...	X	X	X									
Identificación de variables en base de datos ...	X	X	X	X								
Identificación Aplicación de algoritmos. ...		X	X	X	X	X	X	X	X			
Reporte Resultados. Selección de técnicas. ...								X	X	X	X	X

Componentes - Fallas.

- Falla de rodamientos de eje principal.
- Falla de generador.
- Fallas de multiplicadoras.

Se analizará la posibilidad de desarrollar diferentes técnicas en función del tipo de falla.

1 Gestión del Mantenimiento en UTE

2 Proyecto FSDA-ANII

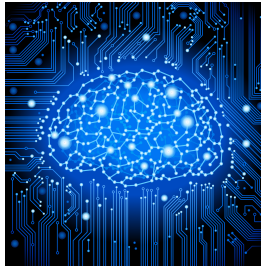
- Desafíos
- Objetivo

3 Primeros resultados



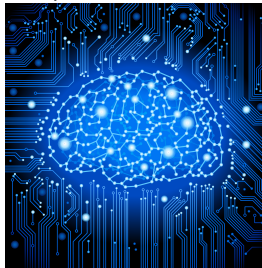
Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Las RNA, se caracterizan por la capacidad de resolver problemas de naturaleza no lineal. Las RNA fueron desarrolladas buscando ser un modelo matemático que tiene la estructura similar al cerebro humano, lo cual es altamente complejo, no lineal y trabaja en paralelo con múltiples conexiones, teniendo como elemento central las neuronas Haykin, S. (2009).

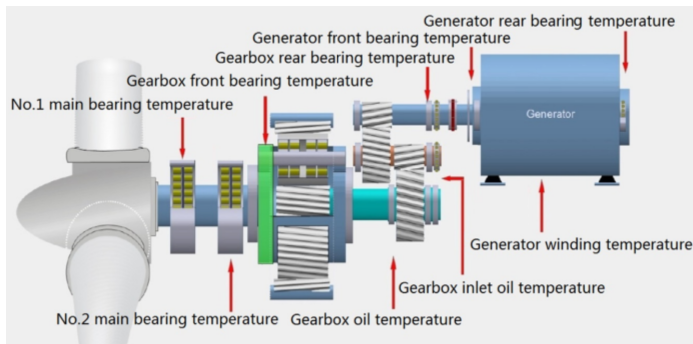


Redes Neuronales Artificiales (RNA)

P. Bangalore et. al, (2017) hace hincapié en que las redes neuronales artificiales en conjunto con datos de monitoreo del SCADA son una poderosa herramienta de monitoreo que permite diagnosticar tempranamente el funcionamiento anómalo de componentes críticos de un aerogenerador, y así evitar el alto costo y tiempo de parada mediante un mantenimiento predictivo.



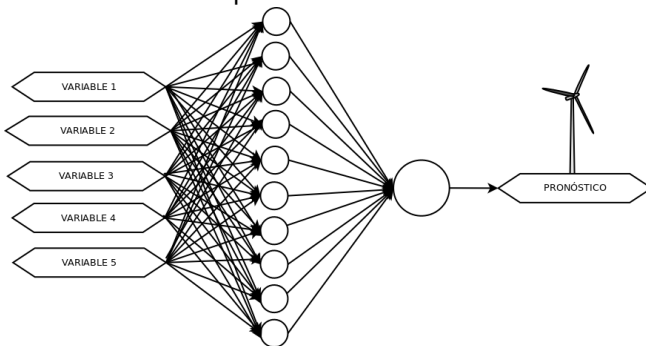
Caso de estudio: Análisis de falla multiplicadora



Yaogang Hu et. al, (2016)

Caso de estudio: Análisis de falla multiplicadora

¿Que variables considerar para el desarrollo de los modelos?

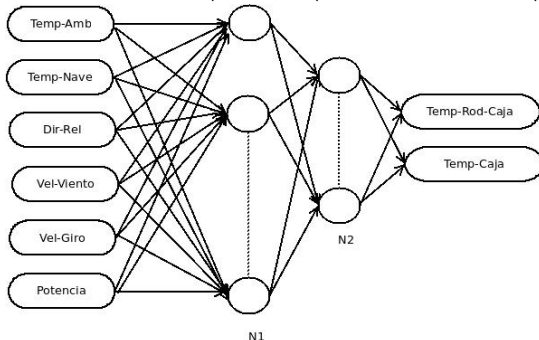


Caso de estudio: Análisis de falla multiplicadora

¿Que variables considerar para el desarrollo de los modelos?

Entrada: Temperatura Ambiente, Temperatura de la Nave Dirección del Viento Relativa, Velocidad del Viento, Potencia Activa, Temperatura de la Góndola, Velocidad de Giro del Rotor

Salida: Temperatura del Rodamiento de la Multiplicadora, Temperatura del Aceite de la Multiplicadora

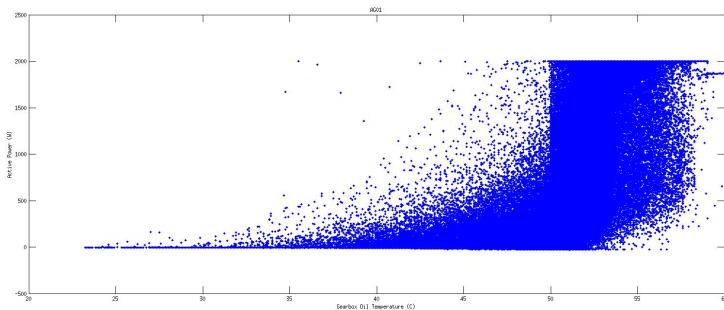


Caso de estudio: Análisis de falla multiplicadora

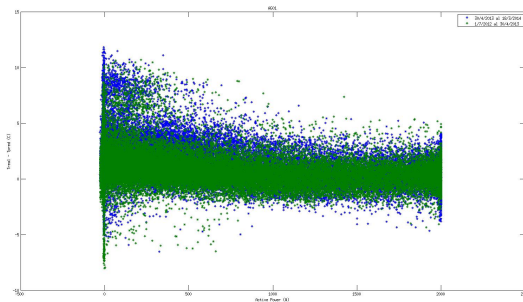
Estrategia exploratoria

- Identificar fallas.
- Entrenar redes en un periodo distante a la falla.
- Generar pronóstico de temperatura que se tendría en el caso de la maquina operando en condiciones normales.
- Calcular $\Delta T = T_{Medido-Scada} - T_{Condiciones-Normales}^{RNA}$
- Evaluar las tendencias de ΔT

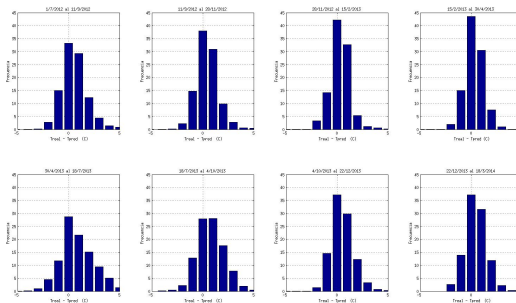
Temperatura de Caja Multiplicadora Vs Potencia



$$\Delta T = T_{Medido-Scada} - T_{Condiciones-Normales}^{RNA} \text{ Vs Potencia}$$



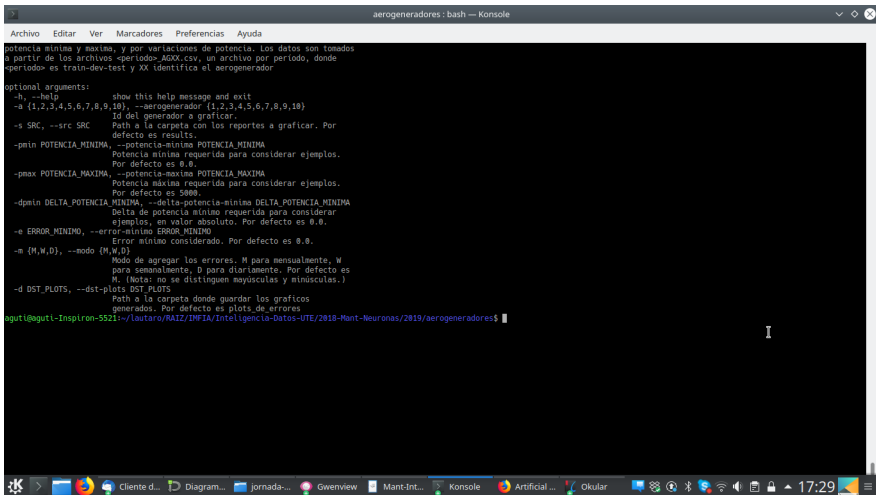
Histogramas $\Delta T = T_{Medido-Scada} - T_{Condiciones-Normales}^{RNA}$



Intercambio de ideas



Avances en código



```
aerogeneradores : bash — Konsole
Archivo Editar Ver Marcadores Preferencias Ayuda

potencia mínima y máxima, y por variaciones de potencia. Los datos son tomados
a partir de los archivos <periodo>_AGOX.csv, un archivo por periodo, donde
<periodo> es train-dev-test y XX identifica el aerogenerador

optional arguments:
-h, --help                show this help message and exit
-a {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}, --aerogenerador {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}
                           Id del generador a graficar.
-s SRC, --src SRC         Path a la carpeta con los reportes a graficar. Por
                           defecto es results.
-pmin POTENCIA_MINIMA, --potencia-minima POTENCIA_MINIMA
                           Potencia mínima requerida para considerar ejemplos.
                           Por defecto es 0.0.
-pmax POTENCIA_MAXIMA, --potencia-maxima POTENCIA_MAXIMA
                           Potencia máxima requerida para considerar ejemplos.
                           Por defecto es 5000.
-dpmin DELTA_POTENCIA_MINIMA, --delta-potencia-minima DELTA_POTENCIA_MINIMA
                           Delta de potencia mínimo requerida para considerar
                           ejemplos, en valor absoluto. Por defecto es 0.0.
-e ERROR_MINIMO, --error-minimo ERROR_MINIMO
                           Error mínimo considerado. Por defecto es 0.0.
-m {M,W,D}, --modo {M,W,D}
                           Modo de agregar los errores. M para mensualmente, W
                           para semanalmente, D para diariamente. Por defecto es
                           H. (Nota: no se distinguen mayúsculas y minúsculas.)
-d DST_PLOTS, --dst-plots DST_PLOTS
                           Path a la carpeta donde guardar los gráficos
                           generados. Por defecto es plots de errores

aguti@aguti-Inspiron-5521:~/lautaro/RAIZ/INFIA/Inteligencia-Datos-UTE/2018-Mant-Neuronas/2019/aerogeneradores$
```