



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

DISEÑO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR EÓLICO

DOCUMENTO 8 : RESUMEN

DATOS DEL ALUMNO

NOMBRE: RICARDO

APELLIDOS: RUIZ NIETO

FDO.:

FECHA: 10-09-2015

DATOS DEL DIRECTOR

NOMBRE: ERIK

APELLIDOS: MACHO MIER

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:

ÍNDICE

8. RESUMEN	477
8.1. OBJETO DEL PROYECTO	477
8.2. DATOS DE PARTIDA	478
8.3. RESULTADOS	479
8.4. PLANOS	480
8.5. PRESUPUESTO	481
8.6. FUENTES DE INFORMACION	483
8.6.1. Libros	483
8.6.2. Catálogos	483
8.6.3. Normas y Códigos técnicos.	484
8.6.4. Páginas Web	485
8.7. PROGRAMAS DE CÁLCULO	486

8. RESUMEN

8.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es realizar el diseño mecánico de los componentes que se encuentran en el interior de la góndola de un generador eólico de eje horizontal. Dicho aerogenerador de estudio será el modelo tipo que podrá implantarse en un parque eólico.

Además de dimensionar y calcular los componentes mecánicos que transmiten el movimiento desde el rotor al alternador (ejes, rodamientos, multiplicadora) se diseñará el mejor sistema que permita a la pala del aerogenerador girar sobre su eje longitudinal y a la góndola girar sobre la torre, siendo estos dos sistemas mecánicos independientes.

Otros dos componentes estructurales importantes que también se dimensionarán son la torre del aerogenerador a la que se le aplicará el estudio necesario desde el punto de vista de la resistencia de materiales para que su integridad estructural no se vea mermada independientemente de las condiciones climáticas a las que se vea expuesto el aerogenerador y el chasis de apoyo de los componentes de la góndola.

No será objeto de estudio el sistema eléctrico y sus componentes, ni el sistema de control que permita al aerogenerador un correcto control autónomo. Tampoco serán objeto de estudio las palas del aerogenerador y las deformaciones que éstas puedan sufrir debido a las cargas a las que se vean expuestas, aunque sí se dimensionará el tamaño mínimo para la obtención de la potencia eólica necesaria.

Debido a que no se conoce el emplazamiento del aerogenerador no se prevé el cálculo de la cimentación acorde a la normativa.

8.2. DATOS DE PARTIDA

Las condiciones iniciales vienen impuestas por el cliente siendo éstas:

- Rango de funcionamiento para los siguientes valores de velocidad de viento:
 - Arranque con 3 m/s
 - Funcionamiento nominal con 15 m/s
 - Parada con 25 m/s
- 500 KW de potencia generada.

El resto de condiciones iniciales, que quedan a la elección del diseñador son:

- El material utilizado será el acero, por sus adecuadas características mecánicas.
- Sistema de giro de las palas por engranajes controlado por un motor eléctrico.
- Multiplicadora de ejes paralelos.
- Condiciones extremas de acuerdo a las que realizar el dimensionado de la estructura.
- Diseño de la mejor estructura que sirva de chasis de apoyo de los componentes de la góndola.

8.3. RESULTADOS

Los cálculos realizados en el proyecto son:

- Cálculos de los esfuerzos sobre el rotor según el método simplificado.
- Diseño a fatiga de los elementos que constituyen el sistema mecánico.
- Dimensionado de la multiplicadora para obtener el mayor rendimiento mecánico.
- Estudio de los rodamientos adecuados para que satisfagan las necesidades de vida útil.
- Estimación del peso de la estructura.
- Cálculo de la torre necesaria según los criterios de resistencia de materiales.
- Dimensionado del chasis donde se asentarán todos los componentes de la góndola.

Una vez calculados dichos sistemas, se calculan y/o seleccionan todos los elementos necesarios tales como ejes, engranajes, rodamientos, uniones, buje, brida, palas, freno, motores reductores y generador.

8.4. PLANOS

La base de la construcción y montaje de un aerogenerador y de cualquier máquina en general es la confección de sus planos.

Los planos que componen este proyecto son:

1. Aerogenerador.
2. Engranaje del sistema de cambio de paso de las palas.
3. Eje de baja velocidad.
4. Conjunto de la caja multiplicadora.
5. Primer eje de la caja multiplicadora.
6. Segundo eje de la caja multiplicadora.
7. Tercer eje de la caja multiplicadora.
8. Primer engranaje de la caja multiplicadora.
9. Segundo engranaje de la caja multiplicadora.
10. Tercer engranaje de la caja multiplicadora.
11. Cuarto engranaje de la caja multiplicadora.
12. Engranaje del sistema de orientación.
13. Chasis.
14. Torre.

8.5. PRESUPUESTO

A continuación se presenta el cómputo total de todas y cada una de las operaciones que se han llevado a cabo para la realización del aerogenerador.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.

CAPÍTULO 1: ESTRUCTURA PRINCIPAL Y PINTURA.....	667.366,47 €
CAPÍTULO 2: MATERIALES	14.414,58 €
CAPÍTULO 3: MAQUINARIA ELÉCTRICA.....	6.675 €
CAPÍTULO 4: MANO DE OBRA	3.640 €
CAPÍTULO 5: MONTAJE	2.310 €
CAPÍTULO 6: MEDIOS AUXILIARES	4.858 €
CAPITULO 7: INGENIERÍA.....	13.270 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	712.534,05 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Presupuesto de Ejecución Material.....	712.534,05 €
Gastos Generales (12%).....	85.504,09 €
Beneficio industrial (6%).....	42.752,04 €
TOTAL	840.790,18 €
I.V.A. (21%)	176.565,94 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA.....	1.017.356,12 €

PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

Presupuesto de ejecución por Contrata.....	1.017.356,12 €
Proyecto (3%)	30.520,68 €
Dirección de Obra (4%).....	40.694,25 €
TOTAL PRESUPUESTO	1.088.571,05 €

Asciende el presupuesto total del proyecto a la expresada cantidad de:

**UN MILLON OCHENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS SETENTA Y UNO CON
CINCO EUROS.**

8.6. FUENTES DE INFORMACION

8.6.1. Libros

- Diseño de máquinas eólicas de pequeña potencia. Mario A. Rosado. PROGENSA, Sevilla, 1991.
- Guía del instalador de energía eólica: fundamentos de eólica, aerogeneradores, instalaciones, mantenimiento. Tomás Perales Benito. Creaciones Copyright, Las Rozas, Madrid 2010.
- Energía eólica: teoría, concepción y cálculo práctico de las instalaciones. D. Le Gourières. Masson, Barcelona 1983.
- Principios de conversión de la energía eólica. Centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas. CIEMAT, Madrid 1997.
- Diseño de máquinas. Mikel Abasolo Bilbao, Santiago Navalpotro Cuenca, Edurne Iriondo Plaza. 1ª Edición, UPV – EHU 2015.
- Diseño en ingeniería mecánica. Joseph Edward Shigley, Charles R. Mischke. McGraw-Hill, México 1990.
- Mecánica de materiales. James M. Gere, Stephen P. Timoshenko. Cuarta edición, México PWS, 1997.

8.6.2. Catálogos

- Catálogo Rothe Erde “Grandes Rodamientos”.
- Catálogo “Motorreductores coaxiales” Rossi.
- Catálogo “Generadores” Marelli Generators.
- Catálogo “Aceros” Sumitec.
- Catálogo “Rodamientos” Timken.
- Catálogo “Acoplamiento” Jaure.
- Catálogo “Chavetas” Opac.
- Catálogo de productos Otia.
- Catálogo “Frenos” Svendborg.

8.6.3. Normas y Códigos técnicos.

Norma UNE 157001/2002 titulada “Criterios generales para la elaboración de proyectos”

Norma UNE 50132:94 titulada “Numeración de las divisiones y subdivisiones en los documentos escritos”

Norma UNE-1.027-76 para el plegado de planos.

Norma UNE-1.026-83 para las dimensiones del cajetín.

Norma UNE-1.036 para las escalas adoptadas.

Norma UNE-EN 61400-1/2006 Aerogeneradores. Parte 1: requisitos de diseño.

Norma UNE-EN 61400-1:2006/A1 Aerogeneradores. Parte 1: requisitos de diseño (anexo).

Norma UNE-EN 61400-2/2007 Aerogeneradores. Parte 2: requisitos de diseño para pequeños aerogeneradores.

Norma UNE-EN 61400-12-1/2007 Aerogeneradores. Parte 12-1: medida de la curva de potencia de aerogeneradores productores de electricidad.

Norma DIN 6885 para las dimensiones de las chavetas.

Normas UNE 18033 y UNE 18004 para la terminología relativa a ruedas dentadas.

Norma DIN 471 para las características en anillos de seguridad.

Documento básico seguridad estructural en acero.

8.6.4. Páginas Web

- www.eoliccat.net
- www.winddata.com
- Windpower.org
- www.opex-energy.com/eolica/index.html
- http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_eólica_en_España
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Atmosfera_terrestre
- <http://www.aeelica.org/es/sobre-la-eolica/la-eolica-en-el-mundo/>
- <http://www.economiadelaenergia.com/2011/05/energia-eolica-como-se-para-un-aerogenerador/>
- <http://www.moog.com/markets/energy/wind-turbines/>
- <http://www.sotaventogalicia.com/>
- <http://www.nrel.gov/>
- <http://www.skf.com/group/splash/index.html>
- <http://www.timken.com/en-us/Pages/Home.aspx>
- <http://www.rossimotorreductores.es/index.php/es/>
- <http://www.roteisa.es/>
- <http://www.emersonindustrial.com/enUS/powertransmissionsolutions/brands/jaure/Pages/jaure.aspx>
- <http://www.opac.net/>
- <http://www.svendborg-brakes.com/>
- http://www.marellimotori.com/default.asp?*p=131
- <http://www.otia.com.ar/otia/index.htm>
- <http://www.rationalstock.es/>

8.7. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para el cálculo de esfuerzos y deformaciones en la estructura se ha utilizado:

- Cespla

Los planos de los diseños obtenidos se han realizado con:

- Solid Edge ST6
- Autocad 2016

Para la redacción de los proyectos se ha utilizado:

- Microsoft Office Professional Plus 2010