

eman la zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO ATALA

SECCIÓN INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

--

FDO.: FECHA:	FDO.: FECHA:
-----------------	-----------------

Documento 1: Índice general

Documento 2: Memoria

2.1. FINALIDAD DEL PROYECTO	1
2.2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	1
2.3. NORMATIVAS Y BIBLIOGRAFÍA	2
2.3.1. Normativas.....	2
2.3.2. Bibliografía	2
2.4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	4
2.5. REQUISITOS DE DISEÑO.....	7
2.6. ANTECEDENTES.....	7
2.6.1. Desarrollo de la energía eólica.....	7
2.6.2. Impacto medioambiental.....	11
2.6.3. El viento	12
2.6.4. Emplazamiento del aerogenerador.....	22
2.6.5. Funcionamiento de un aerogenerador.....	23
2.7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	24
2.7.1. Tipos de aerogenerador.....	24
2.7.2. Componentes de un aerogenerador	30
2.7.2.1. Palas.....	31
2.7.2.2. Buje.....	33
2.7.2.3. Nariz.....	34
2.7.2.4. Góndola.....	35
2.7.2.5. Estructura o bancada.....	36
2.7.2.6. Anemómetro	37
2.7.2.7. Veleta.....	38
2.7.2.8. Generador eléctrico.....	38
2.7.2.9. Eje de baja velocidad	40
2.7.2.10. Caja variadora de velocidad	43
2.7.2.11. Eje de alta velocidad	46
2.7.2.12. Freno.....	47

2.7.2.13. Sistema de orientación	47
2.7.2.14. Sistema de regulación y control de potencia y velocidad.....	49
2.8. SOLUCIONES ADOPTADAS	50
2.8.1. Tipo de aerogenerador	50
2.8.2. Palas.....	50
2.8.3. Góndola	51
2.8.4. Generador eléctrico.....	51
2.8.5. Eje de baja velocidad	51
2.8.6. Caja multiplicadora.....	52
2.8.7. Eje de alta velocidad.....	52
2.8.8. Freno.....	52
2.8.9. Sistema de orientación	53
2.8.10. Sistema de cambio de paso de pala	54
2.9. RESULTADOS	55
2.9.1. Parámetros de diseño.....	55
2.9.2. Curva de potencia.....	58
2.9.3. Procedimiento de selección de elementos comerciales	63
2.9.3.1. Rodamientos	63
2.9.3.2. Chavetas.....	70
2.9.3.3. Anillos de retención.....	71
2.9.4. Rotor	72
2.9.5. Eje de baja velocidad	74
2.9.6. Caja multiplicadora.....	83
2.9.7. Eje de alta velocidad.....	102
2.9.8. Freno.....	106
2.9.9. Sistema de orientación y sistema de cambio de paso de palas	108

Documento 3: Anexo de cálculos

3.1. DATOS DE PARTIDA	1
3.2. UBICACIÓN DEL AEROGENERADOR.....	2
3.3. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL AEROGENERADOR.....	2
3.3.1. Velocidad específica (TSR)	2
3.3.2. Coeficiente de potencia (C_p)	2
3.3.3. Coeficiente de par (C_m)	3
3.4. DISEÑO DEL ROTOR	3
3.4.1. Área de barrido	3
3.4.2. Velocidad de giro.....	4
3.4.3. Palas y peso del rotor	5
3.4.4. Par generado en la entrada de la transmisión.....	5
3.4.5. Características del rotor.....	6
3.5. EJE DE BAJA VELOCIDAD.....	6
3.5.1. Cargas sobre el eje.....	7
3.5.2. Diseño del eje según las tensiones.....	9
3.5.3. Rodamientos eje de baja velocidad.....	13
3.5.4. Dimensionamiento según deflexiones	20
3.5.5. Dimensionamiento según vibraciones.....	24
3.5.6. Anillos de retención.....	25
3.5.7. Cálculo de chavetas	26
3.6. CAJA MULTIPLICADORA.....	28
3.6.1. Número de dientes.....	30
3.6.2. Relación de transmisión y velocidades de salida	30
3.6.3. Diseño del módulo.....	31
3.6.4. Dimensiones generales.....	38
3.6.5. Ejes intermedios.....	40
3.6.6. Rodamientos	42
3.6.7. Anillos de retención.....	46
3.6.8. Cálculo de chavetas	47

3.6.9. Acoplamientos y ejes planetarios.....	51
3.7. FRENO.....	62
3.7.1. Cálculo de la fuerza de frenado.....	62
3.7.2. Selección del freno	64
3.7.3. Comprobación aproximada (T_{Roz})	64
3.8. EJE ALTA VELOCIDAD.....	65
3.8.1. Diagramas de esfuerzos.....	66
3.8.2. Diseño a fatiga según el código ASME.....	66
3.8.3. Rodamientos	67
3.8.4. Anillos de retención.....	69
3.8.5. Cálculo de chavetas	69
3.9. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ORIENTACIÓN	71
3.9.1. Cargas actuantes	71
3.9.2. Coeficientes y combinaciones de carga.....	72
3.9.3. Selección del rodamiento: curvas de carga estática	74
3.9.4. Comprobación de la vida útil	75
3.10. SISTEMA DE CAMBIO DE PASO DE PALAS.....	77
3.10.1. Fuerzas actuantes.....	78
3.10.2. Combinaciones de carga.....	80
3.10.3. Selección del rodamiento: curvas de carga estática	81
3.10.4. Comprobación de la vida útil	83

Documento 4: Planos

PLANO	TÍTULO	FORMATO
1	Conjunto de la transmisión	DIN A-1
2	Eje de baja velocidad	DIN A-3
3	Primer eje intermedio	DIN A-3
4	Segundo eje intermedio	DIN A-3
5	Eje de alta velocidad	DIN A-3
6	Eje planetario primera etapa	DIN A-3
7	Eje planetario segunda etapa	DIN A-3
8	Eje planetario tercera etapa	DIN A-3
9	Engranaje dentado interior etapa uno	DIN A-3
10	Engranaje dentado interior etapa dos	DIN A-3
11	Engranaje dentado interior etapa tres	DIN A-3
12	Engranaje planetario etapa uno	DIN A-3
13	Engranaje planetario etapa dos	DIN A-3

14	Engranaje planetario etapa tres	DIN A-3
15	Engranaje sol etapa uno	DIN A-3
16	Engranaje sol etapa dos	DIN A-3
17	Engranaje sol etapa tres	DIN A-3
18	Porta-planetas etapa uno	DIN A-3
19	Porta-planetas etapa dos	DIN A-3
20	Porta-planetas etapa tres	DIN A-3
21	Carcasa primera etapa	DIN A-3
22	Carcasa segunda etapa	DIN A-3
23	Carcasa tercera etapa	DIN A-3
24	Tapas primera y segunda etapa	DIN A-3
25	Tapa tercera etapa	DIN A-3
26	Juntas primera y segunda etapa	DIN A-3
27	Junta tercera etapa	DIN A-3

Documento 5: Pliego de condiciones

5.1. CONDICIONES GENERALES	1
5.1.1. Objeto del pliego de condiciones	1
5.1.2. Alcance del pliego de condiciones.....	1
5.1.3. Normativa de carácter general	1
5.1.4. Documentos del proyecto.....	2
5.1.5. Fecha de entrega del proyecto	2
5.2. CONDICIONES PARTICULARES	2
5.2.1. Condiciones técnicas	2
5.2.1.1. Montaje.....	2
5.2.1.2. Mantenimiento.....	3
5.2.1.3. Garantía.....	4
5.2.1.4. Seguridad laboral.....	4
5.2.1.5. Materiales	4
5.2.1.6. Componentes	7
5.2.1.7. Maquinaria y equipos	11
5.3. CONDICIONES FACULTATIVAS	12
5.3.1. Jefe de obra.....	12
5.3.2. Obligaciones del contratista	12
5.3.3. Plazos y comienzo de las obras	13
5.3.4. Fallos de construcción o montaje.....	13
5.3.5. Garantía	13
5.4. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	14
5.4.1. Pagos.....	14
5.4.2. Fianza inicial	14
5.4.3. Póliza de seguros.....	14
5.4.4. Adquisición de materiales.....	14
5.4.5. Revisión de precios.....	15
5.4.6. Formas de pago.....	15
5.5. CONDICIONES LEGALES	16
5.5.1. Marco jurídico	16
5.5.2. Accidentes laborales y daños a terceros.....	16

5.5.3. Responsabilidad civil.....	16
5.5.4. Permisos y certificados	16
5.5.5. Rescisión del contrato	17

Documento 6: Estado de Mediciones y Presupuesto

6.1. MATERIALES.....	1
6.1.1. Componentes diseñados.....	1
6.1.2. Componentes comerciales.....	3
6.2. MECANIZADO.....	6
6.3. MONTAJE.....	6
6.4. TRANSPORTE Y MAQUINARIA.....	6
6.5. INGENIERÍA.....	6
6.6. PRESUPUESTOS PARCIALES.....	7

Documento 7: Estudio con entidad propia

7.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD.....	1
7.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD	2
7.2.1. Acceso a la obra	2
7.2.2. Circulación en la zona de trabajo	2
7.2.3. Equipos de seguridad	3
7.2.4. Maquinaria.....	3
7.3. RIESGOS EN EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO.....	4
7.3.1. Riesgo de accidente con herramienta	4
7.3.2. Riesgo de origen mecánico	4
7.3.3. Riesgo de origen eléctrico.....	5
7.3.4. Riesgo de trabajos en altura	5
7.3.5. Riesgos de origen climatológico.....	6
7.3.6. Transporte de materiales.....	7
7.4. SEÑALIZACIÓN.....	8
7.5. MARCADO CE.....	11