

ÍNDICE

PRÓLOGO	IX
1. EL VIENTO Y SUS EFECTOS.....	3
1.1. LOS VIENTOS	3
1.1.1. <i>Brisa marina</i>	5
1.1.2. <i>Vientos en las laderas y montañas</i>	5
1.2. LA ROSA DE LOS VIENTOS.....	5
1.3. CUANTIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO.....	7
1.4. VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD CON LA ALTURA	8
2. RECURSOS EÓLICOS.....	13
2.1. EMPLAZAMIENTOS EN TIERRA	15
2.2. EMPLAZAMIENTOS EN EL MAR TERRITORIAL	16
2.3. LA ZONA INTERTROPICAL	17
3. APLICACIONES DE LOS MODERNOS MOLINOS DE VIENTO	21
3.1. APLICACIÓN PARA OBTENER ELECTRICIDAD.....	22
3.2. APLICACIÓN PARA BOMBEO DE AGUA.....	23
3.3. PARQUES EÓLICOS.....	24
3.4. IMPACTO AMBIENTAL.....	25
3.4.1. <i>Impacto visual</i>	25
3.4.2. <i>Impacto óptico</i>	25
3.4.3. <i>Impacto acústico</i>	25
4. AERODINÁMICA DE LAS MÁQUINAS EÓLICAS.....	29
4.1. EXPRESIONES BÁSICAS	29
4.1.1. <i>Energía cinética</i>	29
4.1.2. <i>Potencia cinética</i>	29
4.1.3. <i>Potencia eólica real</i>	31
4.1.4. <i>Relación entre el área de barrido y la potencia</i>	33
4.1.5. <i>Rendimiento aerodinámico</i>	34
4.2. REPRESENTACIÓN ESTADÍSTICA DE WEIBULL	34
5. ASPECTOS BÁSICOS DE LOS AEROGENERADORES	39
5.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	39
5.2. TIPOS DE AEROGENERADORES	42
5.3. CARACTERÍSTICAS	43
5.3.1. <i>Potencia</i>	43

5.3.2.	<i>Velocidades del viento</i>	44
5.3.3.	<i>Orientación</i>	44
5.3.4.	<i>Sistema de regulación de potencia</i>	46
5.4.	GRADO DE PROTECCIÓN	46
6.	AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL	51
6.1.	CONFIGURACIÓN BÁSICA.....	51
6.2.	MICRO Y MINI EÓLICA	56
6.3.	PEQUEÑA POTENCIA	58
6.4.	AEROGENERADORES DE MEDIANO Y GRAN TAMAÑO	59
6.4.1.	<i>Sistema de captación</i>	63
6.4.1.1.	El Buje.....	63
6.4.1.2.	Las palas.....	64
6.4.2.	<i>Sistema de transmisión</i>	68
6.4.3.	<i>Sistema de orientación</i>	69
6.4.3.1.	Captura de información	69
6.4.3.2.	Corona y motores de orientación	69
6.4.3.3.	Freno.....	71
6.4.4.	<i>Sistema generador</i>	71
6.4.5.	<i>Sistema de control</i>	72
6.4.6.	<i>Sistema hidráulico</i>	75
6.4.7.	<i>Sistema de refrigeración</i>	76
6.4.8.	<i>Sistema de sustentación</i>	76
7.	AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL	81
7.1.	AEROGENERADOR SAVONIUS.....	82
7.2.	AEROGENERADOR DARRIEUX	84
8.	SOPORTES	89
8.1.	MÁSTIL	91
8.2.	TORRE DE CELOSÍA.....	91
8.3.	TORRES TUBULARES.....	92
8.4.	CONEXIÓN A TIERRA	94
9.	GENERADORES ELÉCTRICOS	97
9.1.	PRINCIPIO DE LOS GENERADORES	97
9.2.	GENERADORES SÍNCRONOS	98
9.3.	GENERADORES ASÍNCRONOS.....	98
9.4.	MODOS DE CONEXIÓN EN LOS AEROGENERADORES	100
9.4.1.	<i>Aerogeneradores de muy pequeña potencia</i>	101
9.4.2.	<i>Aerogeneradores de mediana y gran potencia</i>	103
10.	INSTRUMENTOS DE MEDIDA	109
10.1.	MEDIDA DEL VIENTO	109
10.2.	ANEMÓMETROS	110
10.3.	VELETAS	112
10.4.	INSTRUMENTOS COMBINADOS	113

11.	COMPONENTES AUXILIARES.....	117
11.1.	COMPONENTES PARA INSTALACIONES DE APLICACIÓN PRIVADA	117
11.2.	REGULADORES DE CARGA	119
11.2.1.	Algoritmos de carga.....	120
11.2.2.	Condiciones de su entrada de tensión.....	121
11.2.3.	Especificaciones técnicas.....	122
11.3.	BATERÍAS	122
11.3.1.	Configuración básica.....	123
11.3.2.	Tipos de baterías.....	124
11.3.3.	Características.....	125
11.4.	INVERSORES PARA INSTALACIONES AISLADAS.....	127
11.4.1.	Inversores con salida sinusoidal.....	127
11.4.2.	Inversores con salida semisinusoidal.....	128
11.5.	INVERSORES PARA INSTALACIONES CON CONEXIÓN A RED	128
11.6.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS INVERSORES	128
12.	INSTALACIONES AISLADAS.....	133
12.1.	INTRODUCCIÓN.....	133
12.1.1.	Sistema independiente o híbrido	133
12.1.2.	Modo del suministro.....	135
12.1.3.	Características de las instalaciones.....	136
12.2.	TIPOS DE INSTALACIONES	137
12.2.1.	Suministro en corriente continua	137
12.2.2.	Montaje híbrido.....	139
12.2.3.	Suministro en corriente continua y alterna.....	141
12.2.4.	Suministro en alterna trifásica.....	142
12.2.5.	Protección de los equipos	144
13.	INSTALACIONES CON CONEXIÓN A REDES INTERNAS.....	149
13.1.	ENERGÍA RENOVABLE ALTERNATIVA.....	149
13.2.	INSTALACIÓN DE MUY PEQUEÑA POTENCIA	150
13.3.	INSTALACIONES AVANZADAS	151
14.	PARQUES EÓLICOS.....	155
14.1.	FUNDAMENTOS.....	156
14.2.	INSTALACIONES INDUSTRIALES	157
14.3.	SISTEMAS DE VIGILANCIA REMOTA.....	159
15.	MANTENIMIENTO DE LOS AEROGENERADORES.....	163
15.1.	FASES DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL.....	163
15.1.1.	Mantenimiento preventivo.....	164
15.1.2.	Mantenimiento correctivo	164
15.1.3.	Mantenimiento predictivo	165
15.2.	TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	165
15.3.	CONDICIONANTES PARA EL MANTENIMIENTO	165
15.4.	COMPONENTES Y UNIDADES A MANTENER.....	166
15.4.1.	Palas	166

15.4.2.	<i>Rotor</i>	167
15.4.3.	<i>Multiplicador</i>	169
15.4.4.	<i>Sistema de orientación</i>	169
15.4.5.	<i>Sistema hidráulico</i>	169
15.4.6.	<i>Sistema de ventilación</i>	170
15.4.7.	<i>Generador</i>	171
15.4.8.	<i>Transformador</i>	171
15.4.9.	<i>Sistema de control</i>	172
15.4.10.	<i>Torre</i>	172
15.5.	INSTRUMENTAL PARA EL SERVICIO TÉCNICO	174
	ANEXO I. GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS	177
	ANEXO II. UNIDADES DE ENERGÍA	183
	ANEXO III. PÁGINAS WEB RELACIONADAS CON LA ENERGÍA EÓLICA	185
	ANEXO IV. FABRICANTES DE AEROGENERADORES	187