

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES

- 1.1. Introducción
- 1.2. Tipos de aerogeneradores eólicos
- 1.3. Sistemas de producción eoloelectrónica
- 1.4. Estado de la implantación de la energía eólica
- 1.5. La evolución de la energía eólica en el pasado y situación actual

CAPÍTULO 2. FÍSICA DE LA ATMÓSFERA: EL VIENTO

- 2.1. La atmósfera
- 2.2. Gradiente térmico vertical. Capas atmosféricas
- 2.3. La atmósfera estándar
- 2.4. Estabilidad de la atmósfera
- 2.5. Circulación atmosférica general
- 2.6. El viento
- 2.7. Variación del perfil vertical de velocidades del viento
- 2.8. Vientos originados por fenómenos particulares: vientos locales
- 2.9. Escala Beaufort

CAPÍTULO 3. MEDICIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS EÓLICOS

- 3.1. Introducción
- 3.2. Velocidad del viento
- 3.3. Tratamiento estadístico del viento
- 3.4. Variaciones de la velocidad del viento
- 3.5. Medición de las magnitudes del viento
 - 3.5.1. Medición de la velocidad del viento: el anemómetro
 - 3.5.2. Medición de la dirección del viento: la veleta
 - 3.5.3. Colocación de los instrumentos de medida
- 3.6. Clasificación de aerogeneradores según el tipo de viento
- 3.7. Formas de presentación de los datos de viento: velocidad y dirección
- 3.8. Aplicación de la estadística a cálculos eólicos
- 3.9. Tratamiento estadístico de los datos del viento
- 3.10. Distribuciones discretas y continuas de probabilidad

CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DEL VIENTO

- 4.1. Descripción estadística del viento: ley de Weibull
- 4.2. Ley de Rayleigh
- 4.3. Cálculo de los parámetros de Weibull
- 4.4. Variación de las características del viento con la altura
 - 4.4.1. Rugosidad del terreno
 - 4.4.2. Variación de la velocidad del viento estacionario con la altura
 - 4.4.3. Variación de la velocidad media a largo plazo con la altura
 - 4.4.4. Variación de los parámetros de Weibull con la altura
- 4.5. Influencia del relieve del terreno
- 4.6. Influencia de obstáculos
- 4.7. Estelas de los aerogeneradores
- 4.8. Potencia eólica disponible. Potencial eólico
 - 4.8.1. Variación del potencial eólico con la altura respecto al suelo

- 4.9. Densidad de energía eólica disponible
- 4.10. Evaluación de recursos energéticos eólicos
- 4.11. Criterios generales para la selección de emplazamientos

CAPÍTULO 5. AERODINÁMICA DE LOS AEROGENERADORES

- 5.1. Introducción
- 5.2. Captación de la energía cinética del viento
- 5.3. Principios físicos de la aerodinámica del álabe
 - 5.3.1. Capa límite
 - 5.3.2. Separación o despegue de la capa límite. Formación de estelas
- 5.4. Fuerzas de sustentación y de arrastre
- 5.5. Perfil aerodinámico del álabe de un aerogenerador
- 5.6. Acción del viento sobre un perfil aerodinámico
- 5.7. Acción del flujo de aire sobre el rotor del aerogenerador
- 5.8. Potencia eólica extraída. Coeficientes de potencia y de par
- 5.9. Potencia eólica extraída máxima teórica. Límite de Betz
- 5.10. Flujo de potencias en un aerogenerador

CAPÍTULO 6. AEROGENERADORES DE EJE VERTICAL Y AEROBOMBAS

- 6.1. Tipos de aerogeneradores
- 6.2. Aerogeneradores de eje horizontal
- 6.3. Aerogeneradores de eje vertical
 - 6.3.1. Eólica de rotor de arrastre diferencial: rotor Savonius
 - 6.3.2. Eólica de rotor de variación cíclica de incidencia: rotor Darrieus
- 6.4. Comparación entre aerogeneradores de eje horizontal y de eje vertical
- 6.5. Aerogenerador multipala de eje horizontal. Aeromotor de bombeo

CAPÍTULO 7. AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL PARA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

- 7.1. Introducción
- 7.2. Aerogeneradores de eje horizontal
 - 7.2.1. Rotor
 - 7.2.2. Góndola o chasis
 - 7.2.3. Caja variadora de velocidad (gear box)
- 7.3. Generación eléctrica en un aerogenerador
- 7.4. Etapas de generación eléctrica en un aerogenerador
- 7.5. Consideraciones sobre los aerogeneradores de eje horizontal (HAWT)
- 7.6. Regulación y control de potencia y de velocidad
- 7.7. Configuraciones de aerogeneradores
- 7.8. Sistemas de orientación del rotor
- 7.9. Otros equipos y sistemas
- 7.10. Torres de sustentación

CAPÍTULO 8. LA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LOS AEROGENERADORES

- 8.1. Introducción
- 8.2. Generadores eléctricos en aerogeneradores
- 8.3. Interconexión del aerogenerador con la red
- 8.4. Conexión y desconexión con la red
- 8.5. Problemas en la interconexión del aerogenerador con la red eléctrica
- 8.6. Comportamiento del aerogenerador frente a huecos de tensión
- 8.7. Procedimiento de operación ante huecos de tensión
- 8.8. Organización del sistema eléctrico
- 8.9. Integración de la energía eólica en el sistema eléctrico

CAPÍTULO 9. CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS EÓLICOS. PARQUES EÓLICOS

- 9.1. Configuraciones de un sistema eólico
- 9.2. Parques eólicos
 - 9.2.1. Instalaciones eléctricas de baja tensión en cada aerogenerador
 - 9.2.2. Centro de transformación de baja (BT) a media tensión (MT)
 - 9.2.3. Red de media tensión (MT)
 - 9.2.4. Subestación transformadora MT/AT y enlace con la red de AT
- 9.3. Disposición de los aerogeneradores en un parque eólico
- 9.4. Parques eólicos marinos (offshore)
- 9.5. Selección de emplazamientos para parques eólicos

CAPÍTULO 10. CÁLCULOS ENERGÉTICOS EN AEROGENERADORES

- 10.1. Consideraciones sobre la potencia de un aerogenerador
- 10.2. Curva de potencia – velocidad de un aerogenerador
- 10.3. Relación entre la potencia nominal y el diámetro del rotor
- 10.4. Cálculo del coeficiente de potencia a partir de la curva de potencia del aerogenerador
- 10.5. Coeficientes de par (C_m) y de potencia (C_p) en los HAWT rápidos
- 10.6. Cálculo de la energía producida por un aerogenerador
- 10.7. Coeficiente de potencia y rendimiento anual medios
- 10.8. Correcciones de la energía
- 10.9. Parámetros de funcionamiento de un aerogenerador
- 10.10. Cálculo del diámetro del aerogenerador

CAPÍTULO 11. ASPECTOS ECONÓMICOS Y MEDIOAMBIENTALES

- 11.1. Introducción
- 11.2. Análisis de viabilidad técnica y económica de un proyecto eólico
- 11.3. Costes de un parque eólico
 - 11.3.1. Costes de inversión
 - 11.3.2. Costes variables
- 11.4. Vida útil de los aerogeneradores
- 11.5. Repotenciación o repowering
- 11.6. Coste unitario de producción
- 11.7. Consideraciones sobre los cálculos económicos
- 11.8. Cálculo del coste unitario de la producción de energía
- 11.9. Análisis de rentabilidad. Parámetros
- 11.10. Análisis económico de sistemas eólicos autónomos
- 11.11. Aspectos medioambientales

REFERENCIAS

- ANEXO 1. UNIDADES Y FACTORES DE CONVERSIÓN
- ANEXO 2. FUNCIÓN GAMMA $\Gamma(x)$