



nuevas publicaciones

INGENIERÍA FOTOVOLTAICA

El texto definitivo para entender a fondo la tecnología del aprovechamiento práctico de la energía solar fotovoltaica

E. Lorenzo 304 págs. 148 ilustraciones (b/n y color) P.V.P.: 72 euros

Tercer volumen de la trilogía que lleva por título genérico "Electricidad Solar Fotovoltaica", donde el autor, el profesor Eduardo Lorenzo, del Instituto de Energía Solar (Universidad Politécnica de Madrid), reconocido como uno de los grandes especialistas internacionales en ingeniería de los sistemas fotovoltaicos, entra de lleno en el estudio de la tecnología fotovoltaica, los componentes de los sistemas, la producción energética esperada, y aborda asimismo aspectos tan fundamentales como la seguridad eléctrica de los equipos y de las propias personas involucradas en el montaje y mantenimiento de las plantas fotovoltaicas.

"Ingeniería Fotovoltaica" es una obra imprescindible para la nueva generación de ingenieros y técnicos que deseen especializarse en el aprovechamiento eléctrico de la energía solar.

RESUMEN DEL CONTENIDO

Prefacio, por Javier Muñoz

Prólogo del autor

Nomenclatura

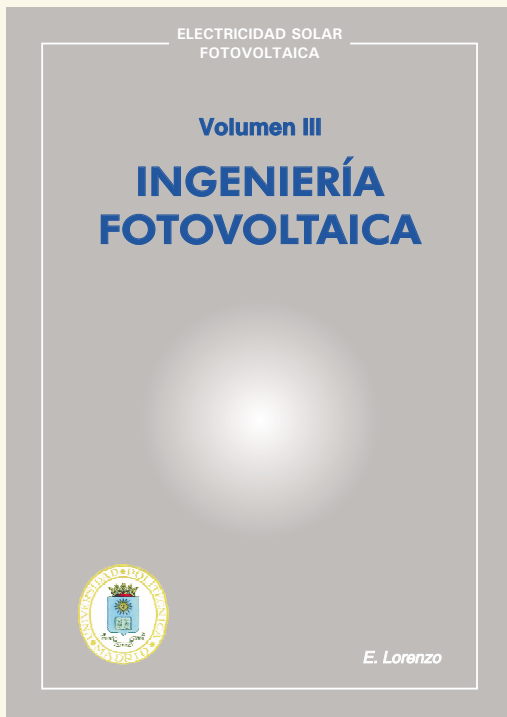
1. Los materiales. Introducción. Aplicaciones fotovoltaicas. Módulos y generadores fotovoltaicos. Inversores fotovoltaicos. Baterías. Reguladores de carga. Luminarias. Bombas de agua. Radiación solar. El coste del kWh fotovoltaico.

2. Seguridad eléctrica y fiabilidad. Introducción. Accidentes y riesgos. Contactos directo e indirecto. Sobrecorrientes. Sobretensiones. Maniobra. Puntos y células calientes. Interacciones con la red eléctrica.

3. Producción y dimensionado. Introducción. Posición del Sol. Posición de la superficie receptora y ángulo de incidencia. Sombras y retroseguimiento. Sombra geométrica y sombra eficaz. Perfiles de irradiancia. Simulación del comportamiento energético con IESPRO. Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos.

4. Diseños representativos. Introducción. Datos del lugar. Central conectada a red y sobre suelo. Generadores fotovoltaicos sobre tejados. Generadores fotovoltaicos sobre fachadas. Sistema autónomo con batería. Sistema de bombeo. Diseños para latitudes bajas.

5. Caracterización, evaluación y control de calidad. Introducción. Medida de las condiciones ambientales y de operación. Caracterización de generadores. Caracterización de inversores. Evaluación de sistemas conectados a la red. Control de calidad.



Pedidos mediante talón bancario (libre de gastos), o contra reembolso (más 5 euros de gastos de envío) a: PROGENSA, c/ Comercio, 12, 41927 Mairena del Aljarafe, Sevilla (España) Tlf.: 954 186 200 Fax: 954 186 111

Tienda electrónica: www.progenSA.es

ÍNDICE DETALLADO

Prefacio, por Javier Muñoz

Prólogo del autor

Nomenclatura

1 Los materiales

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Aplicaciones fotovoltaicas.
 - 1.2.1 Aplicaciones aisladas.
 - 1.2.2 Conexión a red.
- 1.3 Módulos y generadores fotovoltaicos.
 - 1.3.1 La curva *I-V*.
 - 1.3.2 Características en flash y a sol real.
 - 1.3.3 Normas y fiabilidad.
 - 1.3.4 De las CEM a las condiciones reales de operación.
- 1.4 Inversores.
 - 1.4.1 Puente en H y modulación unipolar.
 - 1.4.2 Inversores con y sin transformador.
 - 1.4.3 Inversores para centrales conectadas a la red de media tensión.
 - 1.4.4 Inversores inteligentes.
 - 1.4.5 Eficiencia en potencia y eficiencia energética.
 - 1.4.6 Tamaño relativo de generadores e inversores.
 - 1.4.7 Inversores para aplicaciones aisladas.
- 1.5 Baterías
 - 1.5.1 Funcionamiento y fenómenos espurios.
 - 1.5.2 Baterías para aplicaciones aisladas.
 - 1.5.3 Estado de carga, densidad y voltaje.
 - 1.5.4 Eficiencia.
 - 1.5.5 Baterías para conexión a red.
- 1.6 Reguladores de carga.
- 1.7 Luminarias.
- 1.8 Bombas de agua.
- 1.9 Radiación solar.
 - 1.9.1 Radiación extra-atmosférica.
 - 1.9.2 Radiación terrestre: componentes, índice de claridad y fracción de difusa.
 - 1.9.3 Masa de aire y espectro.
 - 1.9.4 Cielos despejados y nublados.
 - 1.9.5 Bases de datos de radiación horizontal.
 - 1.9.6 Perfiles de irradiancia.
 - 1.9.7 Radiación incidente sobre los generadores.
- 1.10 El coste del kWh fotovoltaico.

2 Seguridad eléctrica y fiabilidad

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Accidentes y riesgos.
- 2.3 Contactos directo e indirecto.
 - 2.3.1 Choque eléctrico y límites de seguridad.
 - 2.3.2 Resistencia de aislamiento de un generador fotovoltaico.
 - 2.3.3 Fallos de aislamiento.
 - 2.3.4 Muy baja tensión.
 - 2.3.5 Aislamiento reforzado, o de clase II.
 - 2.3.6 Puesta a tierra de las masas.
 - 2.3.7 Configuración flotante.
 - 2.3.7.1 Vigilancia de aislamiento.
 - 2.3.7.2 A vueltas con la resistencia de aislamiento de los generadores.
 - 2.3.7.3 Reacciones frente al fallo de aislamiento.
 - 2.3.7.4 Eliminación automática de la tensión.
 - 2.3.7.5 Avisos.
 - 2.3.7.6 La capacidad parásita.
 - 2.3.8 Configuraciones puestas a tierra.
 - 2.3.8.1 TT y TN.
 - 2.3.8.2 Dónde hacer la puesta a tierra.
 - 2.3.8.3 Detección del fallo de aislamiento.
 - 2.3.9 Cuando el inversor no tiene aislamiento galvánico.
 - 2.3.10 La cuestión de la unicidad de la tierra.
- 2.4 Sobrecorrientes.
 - 2.4.1 Cables, secciones y caídas de tensión.
 - 2.4.2 Cortocircuitos, cables, módulos fotovoltaicos y fusibles.
 - 2.4.3 Cadenas de fusibles.
 - 2.4.4 Cuando hay baterías.
- 2.5 Sobretensiones.
 - 2.5.1 Nubes, rayos y truenos.
 - 2.5.2 Acoplamiento galvánico.
 - 2.5.2.1 Pararrayos: ¿sí o no?

- 2.5.3 Acoplamiento inductivo.
 - 2.5.3.1 Descargadores de sobretensiones.
 - 2.5.3.2 Instalación de descargadores.
 - 2.5.3.3 Cuando las masas no son accesibles.
 - 2.5.3.4 Cuando hay pararrayos.
 - 2.5.3.5 Sistemas fotovoltaicos para electrificación rural.
- 2.5.4 Acoplamiento capacitivo.
- 2.6 Maniobra.
 - 2.6.1 Interruptores DC.
 - 2.6.2 Cadenas de interruptores.
- 2.7 Puntos y células calientes.
 - 2.7.1 En presencia de sombras.
 - 2.7.2 Con suciedad.
 - 2.7.3 En cortocircuito.
 - 2.7.4 Por defectos de fabricación.
 - 2.7.5 Grietas y electroluminiscencia, soldaduras defectuosas.
 - 2.7.6 Temperatura y tensión de operación.
 - 2.7.7 Enfrentando el problema.
- 2.8 Interacciones con la red eléctrica.
 - 2.8.1 Protecciones frente a disturbios en la red.
 - 2.8.1.1 Funcionamiento en isla.
 - 2.8.1.2 Frecuencia o tensión fuera de rango.
 - 2.8.2 Ayudando a la normalidad.
 - 2.8.2.1 Huecos de tensión.
 - 2.8.2.2 Control de frecuencia.
 - 2.8.2.3 Control de tensión.
 - 2.8.2.4 Capacidad de acogida fotovoltaica.
 - 2.8.3 Fluctuaciones de potencia.

3 Producción y dimensionado

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Posición del Sol.
- 3.3 Posición de la superficie receptora y ángulo de incidencia.
 - 3.3.1 Superficies estáticas.
 - 3.3.2 Superficies que siguen al Sol.
 - 3.3.2.1 En un eje vertical, o azimutal.
 - 3.3.2.2 En un eje horizontal.
 - 3.3.2.3 En un eje inclinado.
 - 3.3.2.4 En un eje polar.
 - 3.3.2.5 En un eje desorientado.
 - 3.3.2.6 En un eje inclinado y desorientado.
 - 3.3.2.7 En dos ejes.
- 3.4 Sombras y retroseguimiento.
 - 3.4.1 Con generadores estáticos.
 - 3.4.1.1 Bien orientados al Sur.
 - 3.4.1.2 Desorientados.
 - 3.4.1.3 Desorientados e inclinados.
 - 3.4.2 Con seguimiento.
 - 3.4.2.1 En un eje horizontal.
 - 3.4.2.2 En un eje inclinado o desorientado.
 - 3.4.2.3 En un eje vertical.
 - 3.4.2.4 En dos ejes, con el principal vertical.
 - 3.4.2.5 En dos ejes, con el principal horizontal.
 - 3.4.3 Otras disposiciones.
 - 3.4.3.1 Cubiertas desorientadas.
 - 3.4.3.2 Fachadas.
 - 3.4.3.3 Seguidores en persiana.
- 3.5 Sombra geométrica y sombra eficaz.
 - 3.5.1 Algunos experimentos con sombras.
 - 3.5.2 Sombras y producción energética.
- 3.6 Perfiles de irradiancia.
 - 3.6.1 Modelo de cielo medio.
 - 3.6.2 Modelo de cielo despejado y cielo nublado.
 - 3.6.3 Otros modelos.
- 3.7 Simulación del comportamiento energético con IESPRO.
 - 3.7.1 Principio de funcionamiento.
- 3.8 Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos.
 - 3.8.1 Sistemas autónomos con baterías.
 - 3.8.2 Sistemas para bombear agua.

4 Diseños representativos

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Datos del lugar.
- 4.3 Central conectada a red y sobre suelo.
 - 4.3.1 Elección de equipos y constitución del generador.

- 4.3.2 Generadores estáticos: ángulo de inclinación y separación.
- 4.3.3 Desviaciones de la orientación.
- 4.3.4 Seguidores versus generadores estáticos.
- 4.4 Generadores fotovoltaicos sobre tejados.
 - 4.4.1 Con las aguas orientadas al Este y al Oeste.
 - 4.4.2 Con las aguas orientadas al Norte y al Sur.
 - 4.4.3 Con las aguas orientadas al Suroeste y al Nordeste.
- 4.5 Generadores fotovoltaicos sobre fachadas.
 - 4.5.1 El valor añadido del sombreado.
- 4.6 Sistema autónomo con batería.
 - 4.6.1 Elección de equipos.
 - 4.6.2 Inclinación del generador.
 - 4.6.3 Dimensionado.
 - 4.6.4 Comentario.
- 4.7 Bombeo de agua.
 - 4.7.1 Elección de equipos.
 - 4.7.2 Inclinación del generador.
 - 4.7.3 Dimensionado.
- 4.8 Diseños para latitudes bajas.
 - 4.8.1 Datos del lugar.
 - 4.8.2 Radiación solar más homogénea.
 - 4.8.3 Generadores más compactos y menos inclinados.
 - 4.8.4 Seguidores, mejor de eje horizontal.
 - 4.8.5 Cubiertas y fachadas.
 - 4.8.6 Sistemas autónomos más pequeños.
 - 4.8.7 Sistemas de bombeo algo más grandes.

5 Caracterización, evaluación y control de calidad

- 5.1 Introducción.
 - 5.2 Medida de las condiciones ambientales y de operación.
 - 5.2.1 Piranómetros.
 - 5.2.2 Células de referencia.
 - 5.2.3 Módulos de referencia.
 - 5.2.4 Observaciones satelitales.
 - 5.2.5 Termómetros y anemómetro.
 - 5.2.6 Algunos ejemplos reales.
 - 5.2.6.1 Caso 1: Piranómetros y radiación horizontal.
 - 5.2.6.2 Caso 2: Células de referencia y radiación horizontal.
 - 5.2.6.3 Caso 3: Células de referencia y radiación horizontal e inclinada.
 - 5.2.6.4 Caso 4: Termopares, módulos de referencia y temperatura de célula.
 - 5.3 Caracterización de generadores.
 - 5.3.1 Trazadores de curvas *I-V*.
 - 5.3.2 Vatímetros y contadores.
 - 5.4 Caracterización de inversores.
 - 5.5 Evaluación de sistemas conectados a la red.
 - 5.5.1 A la búsqueda de lo más fácil.
 - 5.5.2 A la búsqueda de lo más cierto.
 - 5.5.2.1 Pérdidas por temperatura.
 - 5.5.2.2 Pérdidas por baja irradiancia.
 - 5.5.2.3 Pérdidas por sombreado.
 - 5.5.2.4 Pérdidas por conversión DC/AC.
 - 5.5.2.5 Pérdidas por saturación de inversores.
 - 5.5.2.6 Pérdidas por conversión BT/MT.
 - 5.5.2.7 Pérdidas en el cableado.
 - 5.5.2.8 Diagramas de Sankey.
 - 5.5.2.9 Ejemplo.
 - 5.5.3 Índices de calidad: PR, PRCM y PI.
 - 5.5.4 Comprobación y coherencia de datos.
 - 5.5.4.1 Estimación de NOTC.
 - 5.5.4.2 Estimación de la ganancia de irradiación.
 - 5.5.6 Anomalías y disponibilidad.
- 5.6 Control de calidad.
 - 5.6.1 Fundamentos.
 - 5.6.1.1 Respuesta en potencia.
 - 5.6.1.2 Sistema ideal y sistema real.
 - 5.6.1.3 Limpieza de los generadores.
 - 5.6.1.4 Escenarios de pérdidas.
 - 5.6.2 Estimación de la producción energética anual.
 - 5.6.3 Ensayos de recepción provisional.
 - 5.6.4 Ensayos de recepción final.
 - 5.6.5 Garantías de producción.
 - 5.6.6 Informes diarios, mensuales y anuales.