



# Diseño de instalaciones solares fotovoltaicas

## Unidad 1. La energía solar.

### 1. Aspectos energéticos directos

- 1.1. Introducción a la energía solar
- 1.2. La constante solar
- 1.3. Espectro solar
- 1.4. Radiación solar
- 1.5. La radiación solar atraviesa la atmósfera

### 2. Parámetros de la posición Sol-Tierra

- 2.1. Las estaciones
  - 2.1.1. Determinación del mediodía solar
- 2.2. Posicionamiento solar

### 3. ¿Cómo aprovechar la energía solar?

- 3.1. La naturaleza en primer lugar
- 3.2. Procesos de aprovechamiento artificiales
  - 3.2.1. Absorción térmica directa
  - 3.2.2. Conversión a energía eléctrica

## Unidad 2. Principios de la energía solar fotovoltaica.

### 1. Introducción y antecedentes

- 1.1. El efecto fotovoltaico

### 2. Células fotovoltaicas

### 3. El panel solar

- 3.1. Características y tipos de módulos fotovoltaicos
  - 3.1.1. Características físicas y mecánicas
  - 3.1.2. Características eléctricas

### 4. Unión de paneles solares

- 4.1. Protecciones en generadores fotovoltaicos. Diodos
  - 4.1.1. Diodos de paso o by-pass
  - 4.1.2. Diodos de bloqueo
    - 4.1.2.1. Diodos de bloqueo para evitar descargas nocturnas de la batería
    - 4.1.2.2. Diodos de bloqueo para impedir la circulación de corriente de ramas en paralelo durante el día

### 5. Estructuras de soporte y anclajes

### 6. Partes de una instalación fotovoltaica

- 6.1. Acumuladores o baterías
  - 6.1.1. Tipos de baterías utilizadas
    - 6.1.1.1. Baterías de plomo-ácido
    - 6.1.1.2. Baterías herméticas sin mantenimiento
    - 6.1.1.3. Baterías de electrolito inmovilizado
    - 6.1.1.4. Baterías de níquel-cadmio
  - 6.1.2. Características de operación de las baterías de plomo-ácido
  - 6.1.3. Mecanismos de envejecimiento de una batería de plomo-ácido
  - 6.1.4. Mantenimiento, seguridad y recomendaciones generales en baterías de plomo-ácido
- 6.2. Reguladores

- 6.2.1. Tensiones de regulación
- 6.2.2. Compensación con la temperatura
- 6.2.3. Tipos de reguladores: reguladores serie y paralelo
  - 6.2.3.1. Regulador serie
  - 6.2.3.2. Regulador paralelo
- 6.3. Inversores CC-CA para sistemas autónomos
  - 6.3.1. Características de los inversores para instalaciones autónomas
  - 6.3.2. Clasificación de los inversores autónomos
    - 6.3.2.1. Inversores de onda cuadrada
    - 6.3.2.2. Inversores semisenoidales
    - 6.3.2.3. Inversores senoidales
- 6.4. Cargas de consumo
  - 6.4.1. ¿Qué consumos no podemos satisfacer con energía solar fotovoltaica?
  - 6.4.2. Consumos para sistemas fotovoltaicos
    - 6.4.2.1. Iluminación
    - 6.4.2.2. Sistemas de refrigeración
  - 6.4.3. Otros elementos
    - 6.4.3.1. Programadores horarios
    - 6.4.3.2. Dispositivos de control y medida
    - 6.4.3.3. Convertidores de acoplamiento
    - 6.4.3.4. Célula calibrada
    - 6.4.3.5. Cargadores de batería

### Unidad 3. Dimensionado, montaje y mantenimiento de una instalación fotovoltaica autónoma.

## 1. Dimensionado de una instalación fotovoltaica autónoma

- 1.1. Estudio de las necesidades que se han de cubrir
- 1.2. Evaluación del aporte solar
- 1.3. Cálculo y elección de los componentes de la instalación
  - 1.3.1. Cálculo y elección del sistema de acumulación
  - 1.3.2. Cálculo de la potencia del campo generador
  - 1.3.3. Resumen del proceso de cálculo para determinar la capacidad del acumulador y del número de paneles necesarios
  - 1.3.4. Ejemplo de dimensionado
  - 1.3.5. Dimensionado del resto de elementos de una instalación fotovoltaica: regulador, inversor y cableado
    - 1.3.5.1. Cálculo y elección del regulador
      - 1.3.5.1.1. Ejemplo de cálculo
    - 1.3.5.2. Cálculo y elección del inversor
    - 1.3.5.3. Cálculo de la sección de los conductores

## 2. Otros métodos de dimensionado

- 2.1. Método simplificado
  - 2.1.1. Evaluación de la demanda energética
  - 2.1.2. Definición de la potencia del campo generador
  - 2.1.3. Cálculo del sistema acumulador o baterías

## 3. Montaje de una instalación fotovoltaica autónoma

- 3.1. Aprovisionamiento, transporte y almacenamiento del material
  - 3.1.1. Aprovisionamiento
  - 3.1.2. Transporte
  - 3.1.3. Almacenamiento
- 3.2. Pasos previos al proceso de instalación
- 3.3. Montaje de la estructura soporte y paneles
  - 3.3.1. Forma de la estructura y tipos de montajes
  - 3.3.2. Ubicación de la estructura
  - 3.3.3. Colocación de la estructura
    - 3.3.3.1. Ensamblado
    - 3.3.3.2. Cimentación y anclaje de la estructura
  - 3.3.4. Montaje de los paneles en la estructura
    - 3.3.4.1. Colocación de los paneles fotovoltaicos
      - 3.3.4.1.1. Formación de paneles
      - 3.3.4.1.2. Colocación de los paneles
- 3.4. Conexión de los paneles
- 3.5. Montaje de los acumuladores

- 3.5.1. Ubicación
- 3.5.2. Colocación
- 3.5.3. Conexión
- 3.5.4. Transporte y manipulación de los acumuladores
- 3.6. Montaje del regulador
  - 3.6.1. Ubicación del regulador
  - 3.6.2. Colocación del regulador
  - 3.6.3. Conexión del regulador
- 3.7. Montaje del inversor
  - 3.7.1. Ubicación del inversor
  - 3.7.2. Colocación del inversor
  - 3.7.3. Conexión del inversor
- 3.8. Instalación eléctrica y cableado

## **4. Puesta en marcha y mantenimiento de instalaciones**

- 4.1. Puesta en marcha y entrega de una instalación fotovoltaica
- 4.2. Mantenimiento de una instalación fotovoltaica
  - 4.2.1. Mantenimiento preventivo
  - 4.2.2. Mantenimiento correctivo

### **Unidad 4. Bombeo solar fotovoltaico.**

#### **1. Aplicaciones de sistemas de bombeo fotovoltaico**

#### **2. Descripción del sistema de bombeo fotovoltaico**

- 2.1. Subsistema motor-bomba
  - 2.1.1. Motores
    - 2.1.1.1. Motores de corriente continua (DC)
    - 2.1.1.2. Motores AC
  - 2.1.2. Bombas
- 2.2. Subsistema de acondicionamiento de potencia
  - 2.2.1. Convertidores DC/DC
  - 2.2.2. Inversores DC/AC
  - 2.2.3. Acoplo generador-motor-bomba
- 2.3. Subsistema de acumulación
- 2.4. Otros dispositivos

#### **3. Configuraciones típicas de sistemas de bombeo fotovoltaico**

- 3.1. Bombeo con motores DC
- 3.2. Bombeo con motores AC

#### **4. Dimensionado de un sistema de bombeo fotovoltaico**

- 4.1. Cálculo de las necesidades energéticas
  - 4.1.1. Necesidades de agua
  - 4.1.2. Cálculo de la altura hidráulica de bombeo
- 4.2. Cálculo de la energía solar disponible
  - 4.2.1. Ángulo óptimo de inclinación del generador fotovoltaico
  - 4.2.2. Cálculo del mes de dimensionado
- 4.3. Dimensionado del generador
- 4.4. Elección de la bomba
- 4.5. Dimensionado de las tuberías
- 4.6. Resumen del método de dimensionado
- 4.7. Ejemplo de dimensionado
  - 4.7.1. Necesidades de agua. Energía hidráulica
  - 4.7.2. Ángulo óptimo de inclinación
  - 4.7.3. Mes de dimensionado
  - 4.7.4. Potencia del campo generador fotovoltaico
  - 4.7.5. Elección de la bomba

### **Unidad 5. Instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.**

#### **1. ¿En qué consiste la venta a red?**

#### **2. Tipos de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red**

- 2.1. Instalaciones de hasta 5 kW
- 2.2. Instalaciones de más de 5 kW y hasta 100 kW
- 2.3. Central fotovoltaica

### **3. Configuraciones típicas de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red**

- 3.1. Configuración de inversor centralizado
  - 3.1.1. Pocos paneles conectados en serie por rama
  - 3.1.2. Muchos paneles conectados en serie por rama
  - 3.1.3. Configuración con varios inversores centralizados
- 3.2. Configuración de inversor por rama
- 3.3. Configuración de inversor en panel

### **4. Descripción general**

- 4.1. Tensión del campo de paneles
- 4.2. Potencia del campo de paneles
  - 4.2.1. Rango de tensiones admisible
    - 4.2.1.1. Número máximo de paneles por rama
    - 4.2.1.2. Número mínimo de paneles por rama
    - 4.2.1.3. Número de ramas en paralelo
- 4.3. Características de la red
  - 4.3.1. Tipo de red disponible en el punto de conexión
  - 4.3.2. Calidad de la red

### **5. Descripción de un sistema fotovoltaico conectado a red**

- 5.1. El generador fotovoltaico
- 5.2. El inversor

### **6. Diseño y dimensionado del cableado**

### **7. Puesta a tierra de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red**

- 7.1. Tierra de protección
- 7.2. Tierra de servicio

### **8. Esquema unifilar de una instalación fotovoltaica conectada a red**

- 8.1. Protecciones
- 8.2. Elementos de medida
- 8.3. Caja general de protección
- 8.4. Ubicación del inversor, protecciones y contadores

### **9. Funcionamiento de una instalación fotovoltaica conectada a red**

- 9.1. Fallo en la red eléctrica
- 9.2. Tensión fuera de rango
- 9.3. Frecuencia fuera de límites
- 9.4. Temperatura elevada
- 9.5. Tensión del generador fotovoltaico baja
- 9.6. Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente

### **10. Sistema de adquisición de datos**

### **11. Energía anual generada por una instalación fotovoltaica conectada a red**

- 11.1. Ejemplo de cálculo de energía anual generada
- 11.2. Estudio de rentabilidad de una instalación fotovoltaica conectada a red

### **12. Marco legal y trámites administrativos necesarios para legalizar una instalación fotovoltaica conectada a red**

- 12.1. Marco legal de conexión a red
- 12.2. Trámites administrativos para la conexión a red

### **13. Huertas solares**

### **14. Mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red**

- 14.1. Mantenimiento preventivo
- 14.2. Mantenimiento correctivo
- 14.3. Mantenimiento a cargo del usuario
- 14.4. Mantenimiento a cargo del servicio técnico

Anexo A. Tablas.

Anexo B. Pérdidas por orientación, inclinación y sombras.

### **1. Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador**

- 1.1. Introducción
- 1.2. Procedimiento
- 1.3. Ejemplo de cálculo

## **2. Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras**

- 2.1. Objeto
- 2.2. Descripción del método
  - 2.2.1. Obtención del perfil de obstáculos
  - 2.2.2. Representación del perfil de obstáculos
  - 2.2.3. Selección de la tabla de referencia para los cálculos
  - 2.2.4. Cálculo final
- 2.3. Tablas de referencia

## **3. Distancia mínima entre filas de módulos**