



Programa detallado del Título Propio de Diploma de Extensión Universitaria en Energía Solar Fotovoltaica de 30 ECTS impartido en formato on-line por la Universidad Politécnica de Valencia.

Módulo 1:

ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Unidad 1.1 Introducción a la energía solar fotovoltaica. Elementos de las instalaciones.

Energía y sociedad

Apoyos a las energías renovables.

Energía solar fotovoltaica.

Nuevas actividades relacionadas con la energía solar fotovoltaica.

Evolución mundial de la energía solar fotovoltaica

Unidad 1.2 Células solares fotovoltaicas.

Introducción.

Células solares fotovoltaicas.

Tipos de células fotovoltaicas

Modelo equivalente de una célula fotovoltaica.

Características eléctricas de las células fotovoltaicas.

Unidad 1.3 Módulo solar fotovoltaico.

Asociación de las células fotovoltaicas

Construcción de un módulo fotovoltaico

Características eléctricas de los módulos fotovoltaicos

Efecto de la temperatura en las características eléctricas de los módulos fotovoltaico

Ejemplo del efecto de la temperatura en el A-75.

Efectos y defectos en los módulos fotovoltaicos.

Modelado de un módulo solar fotovoltaico.

Casos prácticos para estudio:

- M1-U3.1. Verificación de características de módulos.
- M1-U3.2. Instalación 3.3 kW de a –Si en ETSID.
- M1-U3.3. Características de módulos y garantías.

Excel para cálculo de curvas I-V y condiciones de trabajo de campos fotovoltaicos.



Unidad 1.4 Campos solares fotovoltaicos.

Asociación de los módulos fotovoltaicos.

Asociación serie de los módulos fotovoltaicos

Asociación paralelo de los módulos fotovoltaicos

Ejemplo de asociación de módulos fotovoltaicos

Punto de máxima potencia del campo fotovoltaico

Seguimiento del punto de máxima potencia o PMP

Casos prácticos para estudio: M1_U4. Organización de los módulos a partir de Flash-report.

Unidad 1.5 Radiación solar y los sistemas de generación fotovoltaicos.

Introducción

Movimiento terrestre y radiación solar.

Tablas de radiación.

Orientación e inclinación.

Sombras sobre módulos.

Casos prácticos para estudio: M1_U5. Cálculo de HSP con el Eos Web de Carlo Gavazzi..

Excel con datos de radiación para problemas y datos de monitorización con el Eos Web de Carlo Gavazzi.

Unidad 1.6 Estructuras soporte para instalaciones fotovoltaicas.

Introducción

Características de las estructuras fotovoltaicas.

Ejemplo de cálculo de acción del viento sobre un campo solar.

Instalaciones solares fotovoltaicas sobre cubiertas.

Instalaciones solares fotovoltaicas sobre fachadas.

Instalaciones solares fotovoltaicas sobre el terreno.

Normas de seguridad en el montaje de estructuras para instalaciones solares fotovoltaicas.

Excel para cálculo de contrapesos, efecto del viento y distancia entre filas.

Unidad 1.7 Electricidad en los sistemas solares fotovoltaicos.

Introducción

Conceptos básicos de electricidad en los sistemas fotovoltaicos

Potencia y energía en los sistemas eléctricos

Aislamiento eléctrico en sistemas de conexión a red

Características eléctricas de los receptores o consumos

Cálculo de las secciones de los conductores

Elementos de maniobra y protección

Puesta a tierra en las instalaciones fotovoltaicas



Tipos de instalaciones generadoras.

Excel para diseño de fusibles de protección de ramas de módulos fotovoltaicos.

Excel con tablas de diseño para alturas superiores a 2000 metros.

Unidad 1.8 Electrónica de potencia en los sistemas fotovoltaicos.

Introducción

Diodos

Transistores

Convertidores DC/DC

Convertidores DC/AC

Condiciones térmicas en los convertidores conmutados

Preguntas frecuentes del Módulo 1.

Glosario cruzado castellano/inglés de términos técnicos en fotovoltaica.

Módulo 2:

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONEXIÓN A LA RED

Unidad 2.1 Sistemas fotovoltaicos de conexión a la red de suministro.

Introducción

Tipos de sistemas fotovoltaicos para conexión a la red de suministro

Producción energética de los sistemas fotovoltaicos de conexión a la red de suministro

Unidad 2.2 Inversores fotovoltaicos de conexión a red.

Introducción

Características de la entrada DC.

Características de la salida AC.

Eficiencia en la conversión energética.

Monitorización en los inversores fotovoltaicos.

Costes de los inversores y prestaciones futuras.

Excel con características de inversores de conexión a red.

Unidad 2.3 Diseño de un sistema fotovoltaico de 60 kW con módulos de silicio cristalino.

Introducción

Elección de componentes y topología

Diseño del campo solar



Condiciones de diseño del cableado.

Cálculo de conductores en parte DC.

Cálculo de conductores en AC.

Protecciones en la parte DC

Protecciones en la parte AC

Esquema unifilar de la instalación

Estimación de la producción mensual y anual

Diseño con inversores modulares

Casos prácticos para estudio:

- M2-U3.1. Selección entre módulos c-Si para una instalación.
- M2-U3.2. Análisis de compatibilidad módulos-inversor.
- M2-U3.3. Cálculo de pérdidas por disponibilidad.
- M2-U3.4. Configuración con el SC 500HE.
- M2-U3.5. Comparativa datos HSP y energía generada por una planta con seguimiento a dos ejes.

Simulación del sistema con el software de SMA Sunny Design

Excel con solución para el diseño con inversor central

Excel con solución para el diseño con inversor modular de 5 kW

Unidad 2.4 Instalaciones fotovoltaicas con módulos de capa fina.

Introducción

Planta piloto de a-Si en la ETSID-UPV:

Diseño del campo solar fotovoltaico

Diseño del cableado.

Factores de pérdidas y estimación de energía producida.

Elementos de protección y esquema unifilar.

Estructura soporte.

Monitorización de la instalación.

Funcionamiento de la planta fotovoltaica.

Planta piloto de diversas tecnologías en ESA S.L.

Excel con diseño de planta piloto de a-Si en la ETSID-UPV

Unidad 2.5 Evaluación financiera de la inversión en sistemas fotovoltaicos.

Consideraciones generales.

Concepto de inversión.

Conceptos previos: capitalizar y actualizar.

Características financieras.

Valoración de inversiones.

Análisis de la rentabilidad de la inversión: determinación de los flujos de caja.



Métodos estáticos de valoración de inversiones.

Flujo neto de caja por unidad monetaria comprometida.

Plazo de recuperación.

Métodos dinámicos de valoración de inversiones.

El criterio del Valor Actual Neto (VAN).

Criterio de la tasa interna de rendimiento (TIR) o tasa de retorno (r).

Debate sobre los criterios VAN y TIR.

Análisis comparativo: amorfo versus policristalino.

Perspectivas de futuro en el mercado de los sistemas fotovoltaicos.

Casos prácticos para estudio: M4_U5.1. Ingresos de un sistema fotovoltaico y potencia fotovoltaica necesaria para balance neto.

Excel análisis comparativo a-Si frente a c-Si

Excel análisis rentabilidad.

Unidad 2.6 Reglamentación en los sistemas fotovoltaicos de conexión a red.

Introducción.

Aspectos técnicos contemplados en la normativa

Proyecto de una instalación fotovoltaica de conexión a la red de suministro.

Huertos solares fotovoltaicos.

Casos prácticos para estudio: M4_U6.1. Planta fotovoltaica con potencia inyectada limitada.

Unidad 2.7 Normativa aplicable a los sistemas fotovoltaicos en España.

Nota introductoria.

Relación de normativa en España.

Real Decreto-Ley 14/2014.

Ley 24/2013 del Sector Eléctrico

Real Decreto-Ley 9/2013.

Real Decreto-Ley 2/2013.

Real Decreto-Ley 1/2012.

Real Decreto-Ley 1699/2011.

Real Decreto-Ley 14/2010.

Real Decreto 314/2006: Código Técnico de la Edificación.

Reglamentación diversa relacionada con la producción de energía eléctrica en régimen especial.

Fiscalidad de una instalación fotovoltaica de conexión a la red de suministro.

Procedimiento de la conexión a red de una instalación fotovoltaica.

Reales decretos derogados



Unidad 2.8 Reglamentación internacional en los sistemas fotovoltaicos

Recopilación de información sobre el sector fotovoltaico aparecido en: webs, boletines de noticias, e-newsletters, etc. de: Brasil, Chile, Costa Rica, El Salvador, México, Panamá, Perú, Reino Unido, República Dominicana,

Unidad 2.9 Estimación de la energía generada por una instalación fotovoltaica de 12.6 kW_{pk} conectada a red (Autotest).

Descripción del proyecto

Aspectos a desarrollar en el proyecto

Evaluación del proyecto

Horas de Sol de Pico (HSP)

Distribución del campo solar

Montaje con el módulo en vertical (portrait)

Montaje en horizontal o apaisado (landscape)

Conclusiones.

Características de la instalación

Condiciones de operación de los módulos fotovoltaicos.

Selección del inversor

Cableado

Cableado DC

Cableado AC

Pérdidas totales en el cableado:

Protecciones

Estimación energía producida

Valores para el escenario de malas calidades.

Valores para el escenario conservador.

Valores para el escenario optimista.

Resumen de los valores más importantes.

Unidad 2.10 (Proyecto para examen) Diseño de un sistema solar fotovoltaico de conexión a red de 146 kW_{pk} sobre la azotea de un edificio de nueva construcción.

Proyecto a desarrollar por el alumno basándose en ejemplos desarrollados en las anteriores unidades a partir de un fichero Word con las condiciones para el diseño, incluyendo:

Descripción del proyecto.

HSP.

Distribución del campo solar.

Características de la instalación.



Selección del inversor.

Cableado.

Protecciones.

Estimación energía producida.

Excel con solución al diseño (en el siguiente módulo)

Preguntas frecuentes del Módulo 2.

Módulo 3:

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS

Unidad 3.1 Aplicaciones aisladas de la energía fotovoltaica.

Introducción.

Tipos básicos de instalaciones fotovoltaicas aisladas.

Instalaciones fotovoltaicas aisladas con bus DC.

Instalaciones fotovoltaicas aisladas con bus AC.

Diseño de instalaciones fotovoltaicas aisladas.

Unidad 3.2 Componentes de los sistemas fotovoltaicos aislados.

Introducción

Acumuladores electroquímicos

Reguladores de carga

Inversores

Inversores/cargadores

Diseño de la instalación

Unidad 3.3 Diseño de una electrificación rural a 12 V.

Introducción.

Estudio de consumos en el sistema.

Selección del inversor de salida senoidal.

Diseño del campo solar.

Selección de la batería.

Selección del regulador de carga PWM.

Selección del regulador de carga MPPT.

Cálculo de las secciones de cable con regulador PWM.

Cableado receptores DC.

Cableado receptores AC.

Cableado del generador fotovoltaico, baterías y convertidores.

Esquema de la instalación y protecciones.



Análisis de pérdidas en el cableado con regulador MPPT.

Comparativa de pérdidas en el cableado.

Casos prácticos para estudio: M3-U3_1 Instalación en Albacete con uso preferente en fines de semana de invierno.

Excel con diseño de la instalación.

Unidad 3.4 Proyecto de sistema solar fotovoltaico aislado de 900 W a 24 V (autotest).

Instalación fotovoltaica aislada de 12 V convertida a 24 V.

Estudio de energías en el sistema. Diseño del campo solar

Cálculo de las secciones de cable

Cargas DC

Cargas AC.

Campo fotovoltaico.

Baterías.

Características de los componentes del sistema

Batería.

Regulador de carga PWM.

Inversor.

Diseño de la instalación con un regulador MPPT

Instalación con el módulo A-75.

Instalación con el módulo EPV52 de a-Si.

Resumen de la instalación con regulador PWM y protecciones

Excel con solución al diseño (en el siguiente módulo)

Unidad 3.5 Elección del peor mes de diseño de una electrificación aislada.

Determinación del peor mes de diseño

Factores de pérdidas en la instalación

Diseño con regulador PWM

Diseño con regulador MPPT

Corrientes en el circuito

Diseño de la batería

Casos prácticos para estudio: M3-U5.1 Instalación a doble inclinación en Alicante.

Excel del estudio de la instalación.

Unidad 3.6 (Proyecto para examen) Diseño de una instalación fotovoltaica aislada a 48 V para una cueva de interés turístico.

Instalación aislada en Jalance.

Cálculo del campo fotovoltaico con datos del AVEN.

Cálculo del campo fotovoltaico con datos del FV-Expert.



Estudio de energías en el sistema.
Diseño de la batería.
Corrientes en el sistema y selección de convertidores.
Análisis de la recarga de la batería.
Diseño de la planta con un regulador MPPT.
Excel con solución al diseño (en el siguiente módulo)

Unidad 3.7 Bombeo fotovoltaico para el desarrollo de zonas rurales.

Introducción. Aplicaciones de los sistemas de bombeo fotovoltaico.
Componentes de un bombeo fotovoltaico.
Configuraciones de bombes fotovoltaicos.
Tipos de bombas.
 Bombas centrífugas.
 Bombas volumétricas.
 Selección de bombas.
Motores eléctricos para bombeo.
 Motores de corriente continua DC.
 Motores de corriente alterna AC.
El acoplamiento generador fotovoltaico-motor-bomba.
 El acoplamiento directo.
 Convertidores DC/DC.
 Convertidores DC/AC o inversores.
Dimensionado de sistemas de bombeo fotovoltaico.
 Necesidades de energía hidráulica.
 Energía solar disponible.
 Dimensionado del generador fotovoltaico.
 Dimensionado del motor y de la bomba.
 Irradiancia umbral de bombeo y configuración serie-paralelo del generador fotovoltaico.
 Selección del sistema motor-bomba. Criterios generales.
 Otras consideraciones.
Diseño de un bombeo fotovoltaico con 75 m³/día de ciclo hidráulico.
Estudio de un bombeo fotovoltaico con 860 m³/día de ciclo hidráulico.

Unidad 3.8 Electrificación aislada de un resort hotelero mediante bus AC e inversores/cargadores.

Introducción.
Potencia y energía de los consumidores
 Potencia consumida en el resort



Energía consumida en el resort
Evaluación del recurso fotovoltaico
Diseño de la instalación.
 Inversores-cargadores
 Baterías
 Tamaño del campo fotovoltaico
 Generador diésel
 Inversor fotovoltaico de conexión a red AC
 Cableado
 Protecciones
 Revisión crítica de las condiciones de diseño.
Balance energético en la instalación
Planos
 Diagrama de bloques de la instalación.
 Diagrama unifilar de la instalación.
 Diagrama unifilar del campo fotovoltaico e inversores STP.
 Diagrama unifilar de los inversores/cargadores y las baterías.
Anexos: referencias bibliográficas; descripción de la instalación a electrificar; datos generales y datos del resort.
Excel con solución al diseño

Módulo 4:

PROYECTOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Diseño de una instalación fotovoltaica aislada/conectada a red en régimen de autoconsumo (Proyecto para examen)

Condiciones para el estudio.
Factores de pérdidas en la instalación.
Instalación 1: sistema aislado de la red
 Cálculo de la potencia fotovoltaica mínima.
 Selección del inversor.
 Selección de la batería.
 Balance energético en el sistema.
Instalación 2: modelo net-metering.
Instalación 3: modelo net-metering con baterías.
 Selección de la batería.
 Balance energético en el sistema.
Excel con solución del caso (se entrega al finalizar los estudios)



Soluciones casos prácticos de Módulo 1 a Módulo 3.