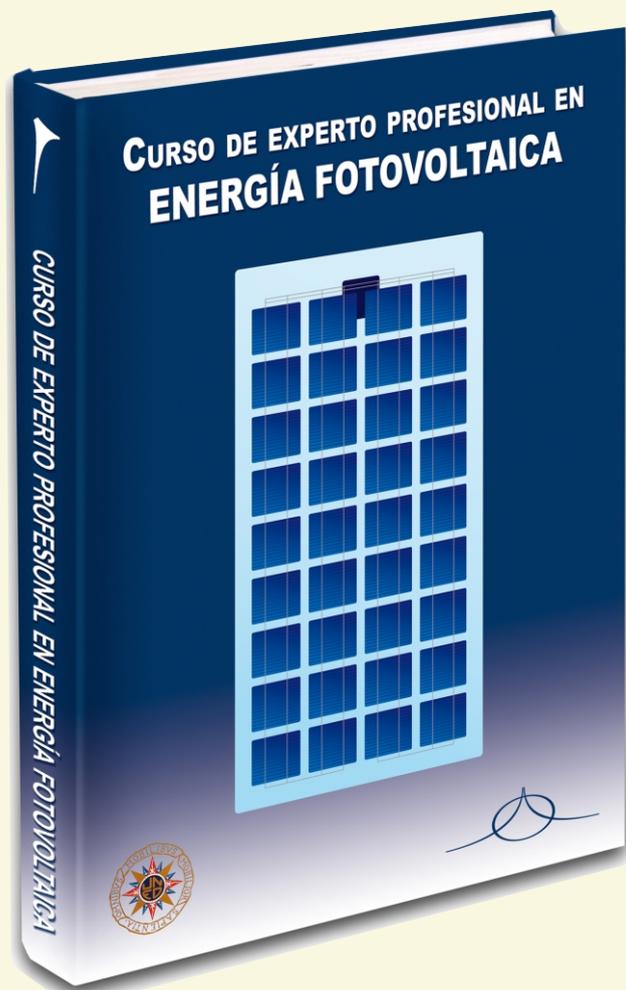




nuevas publicaciones

CURSO DE EXPERTO PROFESIONAL EN ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Colectivo 320 págs. 340 figuras (color) P.V.P.: 90 euros



La nueva conciencia global en cuestiones de medio ambiente en general, y en particular en cuanto a la necesidad de potenciar, a todos los niveles, el uso de energías limpias o renovables, hacen prever importantes cambios tecnológicos para las primeras décadas del milenio. La electricidad de origen fotovoltaico se presenta, a escala mundial, como una de las alternativas más claras para satisfacer las necesidades energéticas en aquellos casos en los que se requiere disponer de energía de calidad, limpia, segura y compatible con un desarrollo sostenible.

El creciente desarrollo y aplicación de los sistemas de generación de energía solar fotovoltaica, tanto aislados de las redes convencionales de distribución eléctrica como en interacción con ellas, permiten predecir unas excelentes posibilidades profesionales para aquellos que, con una de formación técnica de base, decidan especializarse en el diseño e instalación de estos sistemas. Esta obra pretende aportar los conocimientos teóricos y prácticos imprescindibles para los que deseen explorar a fondo esta nueva disciplina que es la Tecnología Fotovoltaica, o actualizar sus conocimientos de la misma, bien con vistas a una actividad laboral nueva o para extender su campo de trabajo actual.

Este libro es, además, texto oficial del Curso de Experto Profesional en Energía Fotovoltaica, impartido por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) con la colaboración técnica del Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR).

Índice

Capítulo 1

La radiación solar

- 1.1 Conceptos preliminares
- 1.2 Energía aprovechable. El problema de las sombras
- 1.3 Seguimiento solar

Capítulo 2

Componentes de los sistemas fotovoltaicos

- 2.1 Subsistema de generación
- 2.2 Subsistema de regulación
- 2.3 Subsistema de acumulación
- 2.4 Subsistema de acondicionamiento de potencia

Capítulo 3

Tipología y dimensionado de los sistemas fotovoltaicos

- 3.1 Sistemas FV autónomos
- 3.2 Sistemas FV conectados a red. Centrales fotovoltaicas

Capítulo 4

Montaje

- 4.1 Estudio y planificación previa del proceso
- 4.2 La estructura soporte
- 4.3 Ensamblado de los módulos
- 4.4 Instalación de la toma de tierra y protecciones
- 4.5 Montaje de la batería de acumuladores
- 4.6 Montaje del resto de los componentes
- 4.7 Pruebas finales y puesta en funcionamiento
- 4.8 Descripción gráfica del montaje de una instalación paso a paso

Capítulo 5

Mantenimiento

- 5.1 Operaciones a realizar por el personal no técnico o por el propio usuario de la instalación
- 5.2 Mantenimiento preventivo a cargo de personal especializado
- 5.3 Averías en el sistema de captación
- 5.4 Averías en el sistema de acumulación
- 5.5 Otras posibles averías
- 5.6 Errores más frecuentes

Capítulo 6

Seguridad en las instalaciones FV. (Parte 1)

- 6.1 Seguridad durante la manipulación
- 6.2 Seguridad durante el montaje
- 6.3 Seguridad eléctrica
- 6.4 Protección frente a las tormentas
- 6.5 Seguridad en el diseño y fabricación de equipos eléctricos

Capítulo 7

Seguridad en las instalaciones FV. (Parte 2)

- 7.1 Contactos directos e indirectos
- 7.2 Sobrecorrientes
- 7.3 Sobretensiones

Apéndice 1.– El proyecto y el presupuesto. Partes

Apéndice 2.– Normativas y reglamentaciones

Apéndice 3.– Glosario de términos

Apéndice 4.– Bibliografía y software

Ejemplos de páginas del libro

Curso de Experto Profesional en Energía Fotovoltaica

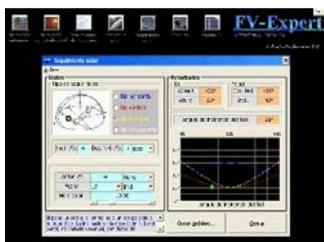


Fig. 16. Pantalla del módulo de seguimiento solar del programa FV-Expert, en el que se estudia el comportamiento de un sistema de un eje inclinado en un determinado día del año.

La elección de un sistema de seguimiento correcto depende, además de los factores económicos, de las características del terreno en donde se vaya a ubicar la planta fotovoltaica, así como del tamaño de ésta, pero, sobre todo, de la latitud del lugar y de las condiciones climatológicas dominantes en la zona.

Conviene advertir que las ganancias mencionadas anteriormente al describir los seis sistemas de seguimiento más utilizados, son orientativas, aproximadamente válidas para latitudes medias (caso de la península Ibérica). Dichas ganancias, como se ha dicho, serán algo distintas para otras latitudes.

El movimiento de los distintos tipos de seguidores solares se realiza mediante motores eléctricos o dispositivos de accionamiento hidráulico. En los sistemas de dos ejes, a partir de un algoritmo que calcula con gran precisión la posición del Sol en cada momento, un autómata programable controla los mecanismos de accionamiento para orientar el seguidor de acuerdo con los datos calculados. También se utilizan controles de seguimiento basados en un sensor de luminosidad, a fin de conseguir que en todo momento los paneles estén "mirando al Sol".

El dispositivo para producir el movimiento de orientación azimutal (de este a oeste) del seguidor es un motor eléctrico de reducida potencia, que acciona un engranaje a través de un reductor planetario reversible, consiguiéndose una alta relación de transmisión y permitiendo realizar movimientos lentos de gran precisión.

El movimiento para la variación de la inclinación se efectúa, según los modelos comerciales de seguidores, mediante motor eléctrico o bien mediante un grupo hidráulico con electro-válvulas pilotadas electrónicamente, que accionan unos pistones o actuadores hidráulicos, que son los encargados de modificar la inclinación de la estructura.

El sistema de control suele incluir un anemómetro, a fin de proteger al seguidor de posibles vientos muy fuertes, orientándolos en ese caso de forma que sus efectos sean mínimos. Asimismo, mediante el sistema de control se puede forzar que el panel adopte una posición adecuada para operaciones de limpieza, o para evitar que se acumule la nieve.

Al anochecer, el seguidor se orienta automáticamente hacia el Este, para esperar la salida del Sol a la mañana siguiente, aunque también es posible hacer que los paneles adopten una posición horizontal para prevenir, por ejemplo, actos vandálicos.

La precisión de apuntamiento al Sol de un buen seguidor tiene un margen de error del orden de un grado. Al mismo tiempo, su robusta estructura debe resistir vientos de más de 150 km/h.



Fig. 16 bis. Aspecto de la obra, esperando a que la primera capa de hormigón fragüe.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L (figura 17) a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

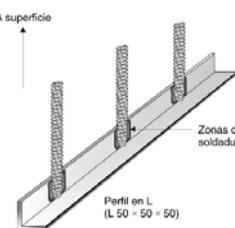


Fig. 17. Detalle de la parte inferior de los espárragos embebidos en el hormigón. Los tres que se encuentran alineados en un lado y en el opuesto (que no se muestra en la figura) se sellan a un perfil en L, para favorecer la rigidez y aumentar la resistencia a la tracción.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consiste en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal. Ello se puede realizar por los métodos habituales de nivelación utilizados en construcción, bastando asegurar la horizontalidad de los ejes de simetría de aquella.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven también una arandela), se logra que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera al mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se prepara una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de unos 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie del hormigón.

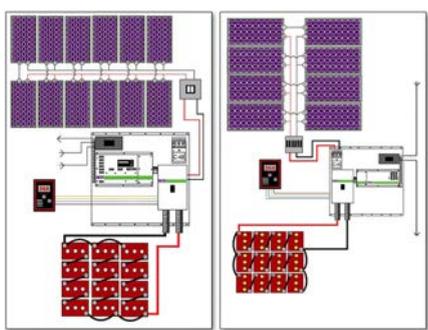


Fig. 61. Dos esquemas eléctricamente diferentes de conexionado serie-paralelo del subsistema de acumulación. Obsérvese, no obstante, que en los dos casos hay tres filas conectadas en paralelo, con cuatro baterías en serie en cada fila.

En cambio, las baterías del esquema de la izquierda no adolecen de este problema, ya que no hay caminos preferentes para la corriente y ésta se distribuye por igual en todas ellas (el número de cables por los que debe circular la corriente es el mismo para todas las filas). Este esquema de conexionado se conoce como carga cruzada y es el que debe utilizarse en la práctica.

Otra práctica utilizada con relativa frecuencia es el llamado cableado de igualación o de eualización (no confundir con la etapa de carga de eualización), consistente en conectar los bornes de las baterías situadas en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión. En ocasiones, esta práctica también se lleva a cabo en el campo fotovoltaico, donde los terminales de los módulos situados en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión, se conectan entre sí.

Sabido es que dos características eléctricas del subsistema de acumulación de una instalación fotovoltaica son, en la mayor parte de los casos, las tensiones bajas y las corrientes elevadas. En un escenario así, la fiabilidad de las conexiones desempeña un papel fundamental. Los bornes de las baterías están diseñados para que su conexión se lleve a cabo mediante terminales específicos para baterías, sean de tipo estándar, mediante pletinas, u otros diseños particulares. El propósito de estos terminales es proporcionar un contacto eléctrico eficaz, seguro, fiable y duradero.

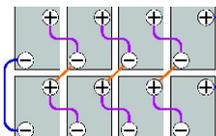


Fig. 62. Baterías conectadas según el esquema de carga cruzada y con cableado de eualización (los cables de menor longitud).



Fig. 18. Requisitos para la localización de fusibles.

Algunos fusibles innecesarios

Este apartado comenzó poniendo de manifiesto las diferencias, a efectos de sobrecorrientes, entre la red eléctrica convencional y los generadores fotovoltaicos. Ahora hemos de volver a ellas, para tratar de aclarar un error que es frecuente observar en las actuales instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red en relación con las cadenas de fusibles.

Las instalaciones convencionales recurren a instalar fusibles en cascada, aumentando progresivamente su poder de corte conforme crece la cercanía al punto de conexión. A modo de ejemplo, la figura 19 presenta una hipotética situación en un bloque de pisos: hay fusibles a la entrada de cada habitación, (I_1), a la entrada de cada vivienda, (I_2) y a la entrada del bloque, (I_3), y su poder de corte es tal que $I_3 > I_2 > I_1$. La razón, ya lo hemos apuntado, es que la corriente de fallo es aquí siempre mucho mayor que la corriente de operación.

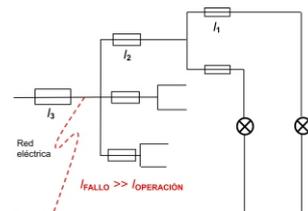


Fig. 19. Cadena de fusibles en una instalación convencional. Su poder de corte crece conforme lo hace la cercanía al punto de conexión con la red eléctrica ($I_3 > I_2 > I_1$). La corriente de fallo será muy superior a la de operación normal.

Pues bien, resulta que esta práctica se ha extendido sin más al mundillo de los generadores fotovoltaicos conectados a la red, haciendo que sea frecuente encontrarse con cadenas de fusibles que recuerdan a las de las instalaciones convencionales. La figura 20 presenta un caso así: existen fusibles en las ramas, otros mayores en las cajas de paralelos del generador y otro aun mayor para el conjunto de éste. Sin embargo, el hecho de que la corriente de fallo sea sustancialmente igual a la de operación normal hace que todos los fusibles adicionales a los que protegen directamente las ramas del generador, sean simplemente innecesarios. Se puede argüir que cabe conferirles utilidad para el mantenimiento, en la medida en la que permiten aislar zonas del generador, pero también argumentar que tal utilidad deriva no tanto del fusible en sí como del portafusibles que permite su extracción, por lo que lo mismo puede lograrse manteniendo el portafusibles y sustituyendo el fusible por un simple y más barato cortocircuito (por ejemplo, un trozo de tubería de cobre de parecida dimensión).