

Sistemas de control de seguidores solares de alta precisión para parques solares de concentración

Imanol Yeregui (Genelek Sistemas)

Los avances tecnológicos más significativos en el sector de la energía solar se están produciendo en el campo de la concentración solar. De hecho, los fabricantes más importantes de paneles solares fotovoltaicos, conscientes de su importancia, tienen abiertas líneas de investigación y desarrollo de esta tecnología. También la energía solar termoeléctrica, en sus variantes de colectores cilindro-parabólicos y torre de concentración con helióstatos se fundamenta en la concentración solar. Estos sistemas basan su rendimiento tanto en la calidad y eficacia de los sistemas colectores – concentradores (células fotovoltaicas – espejos) como en el sistema de control de seguimiento solar asociado.

La precisión de apuntamiento al sol exigida a estos sistemas para obtener un rendimiento óptimo debe ser del orden de décimas de grado tanto en elevación como en azimut. Esto es así ya que estos sistemas convierten solamente la radiación solar directa del sol y no la radiación difusa.

Para obtener esta precisión, además del posicionamiento en lazo abierto basado en los algoritmos astronómicos de posición solar (efemérides), es conveniente, y en algunos casos imprescindible, el uso de un sensor solar que sea capaz de enviar al controlador una señal de realimentación de la posición real del sol respecto a la perpendicular de la placa solar y corregir la posición teórica calculada mediante lazo cerrado de posicionamiento. Este sensor solar puede transmitir también el valor de irradiancia al controlador para realizar la monitorización de este valor y comparar la potencia eléctrica generada en función de la irradiancia existente.

Además de lo anteriormente expuesto, cabe decir que las estructuras de seguidores solares a dos ejes (cada vez más grandes) y su anclaje al suelo imponen errores de alineamiento del poste con respecto al zenit y consecuentemente errores de posicionamiento real de las placas solares respecto al valor teórico medido por los transmisores de posición (encoder, banda magnética, etc.).

Estos errores de posición estructurales y de cimentación, son en la realidad mucho ma-

yores de lo que en principio se pudiera pensar y la experiencia demuestra que llega a ser de hasta 3° o más con el agravante de que el error depende de la posición angular del seguidor y es diferente en cada día del año.

Para introducir mayor complejidad a estos sistemas de seguimiento cabe decir que el procesador de cálculo debe disponer de una sincronización horaria precisa para conseguir la tolerancia de décima de grado en posicionamiento. Para entender con facilidad este punto podemos indicar que la posición relativa del sol respecto a la tierra es en azimut aproximadamente 0,1° en 24 segundos por lo que es fácil comprender que el parámetro tiempo es importantísimo.

Asociado a este punto, cabe indicar que las coordenadas de posición, latitud y longitud, en las que se encuentra cada una de las torres solares son también importantes para obtener la mayor precisión.

Estos parámetros solamente se han de introducir en

el momento de puesta en marcha de los equipos y permanecen inalterables a no ser que se modifique la ubicación de los mismos.

Para dar solución a lo anteriormente expuesto, se recomienda instalar un receptor GPS comunicable con el control central del parque solar de forma que se obtenga el tiempo real ya que la trama de información facilitada por los receptores GPS incluye el tiempo con precisión atómica.

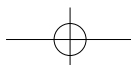
Sensor solar Sunsensor

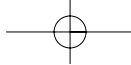
Genelek Sistemas ha desarrollado un sensor solar, denominado Sunsensor basado en un detector fotoeléctrico que transmite con precisión mejor que 0,01° la posición relativa de la incidencia directa de los rayos del sol respecto a la perpendicular de la placa.

Mediante este sensor, se obtienen los valores de irradiancia total directa así como los valores de posición relativa del sol en azimut y elevación.



Con la información transmitida por el sensor solar, el procesador compara el valor de irradiancia total con un valor umbral mínimo a partir del cual se determina que existe radiación directa suficiente para realizar el seguimiento en lazo cerrado mediante la realimentación de posición relativa azimut y elevación.





Concentración solar



El sensor solar está fabricado con una carcasa metálica en acero inoxidable dotada de protección IP67, para soportar las duras condiciones climatológicas a las cuales está sometido. El visor solar o mirilla está diseñado en material transparente resistente a la radiación ultravioleta con el fin de prolongar su vida útil.

Controlador y algoritmos de control

El controlador de seguimiento diseñado por Genelek es un sistema de control basado en PLC's de mercado para aplicaciones de automatización industrial.

El motivo de adoptar esta solución está determinado por la gran flexibilidad de estos sistemas frente a los microcontroladores para realizar modificaciones y adaptaciones rápidas en las estrategias y algoritmos de control, y en adaptarlo a los diferentes modelos y soluciones de estructuras de seguidores que proponen los diferentes fabricantes así como los diversos actuadores (hidráulicos, eléctricos, etc.) y sensores de posición (encoders, banda magnética, etc.).

Estos elementos son cambiantes a medida que evolucionan los desarrollos de estos sistemas, por lo que el sistema de control

debe ser flexible a los cambios y mejoras que introducen los fabricantes.

La CPU del PLC debe disponer de funciones de cálculo trigonométrico y funciones trigonométricas inversas para poder ser capaz de realizar el cálculo del algoritmo matemático de posición solar. Debe ser capaz de trabajar en cálculo en coma flotante con precisión de hasta 5 decimales. Debe disponer de capacidad de memoria tanto para el programa de cálculo como para almacenamiento de la tabla de errores de alineación.

Dispone de puerto de comunicación RS485 y opcionalmente ethernet para comunica-

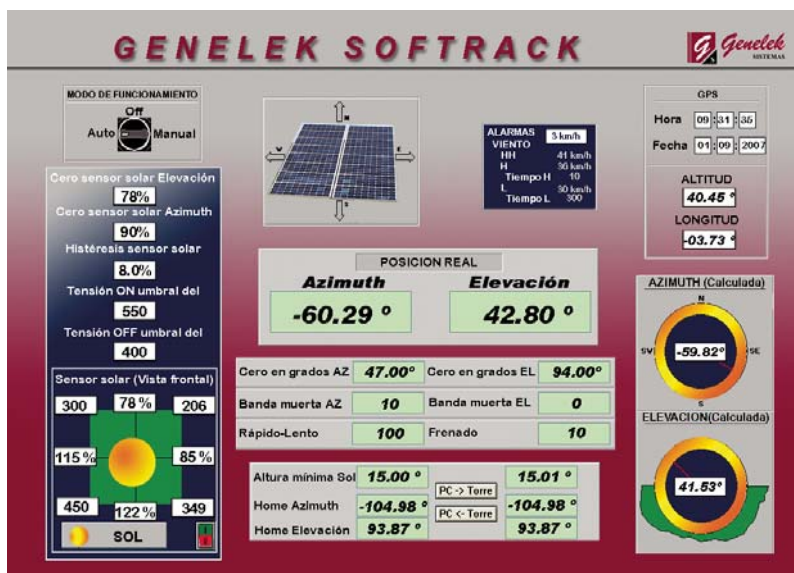
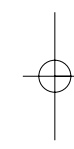
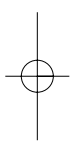
ción con el sistema de control central del parque solar. Mediante este puerto se realiza la sincronización del reloj interno del PLC con la señal horaria del GPS.

Dispone de otro puerto de comunicación para configuración y ajustes locales del controlador.

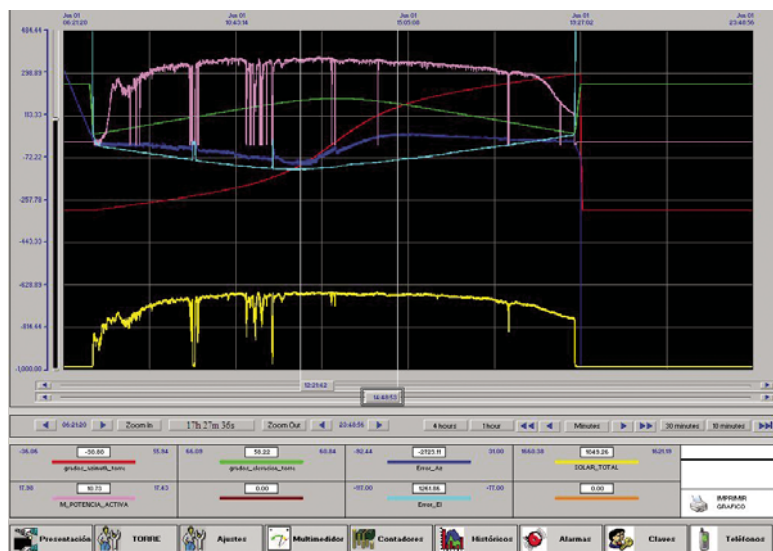
El algoritmo de control desarrollado y depurado por Genelek tiene un funcionamiento en lazo abierto con la posición calculada cuando no hay suficiente radiación directa y un funcionamiento en lazo cerrado cuando se recibe la señal de radiación del sensor solar superior al umbral mínimo.

Genelek ha implementado una función de compensación y corrección automática de los errores estructurales y de alineación con el zenit, los cuales se actualizan permanentemente en la memoria interna de la CPU cuando el sistema trabaja en lazo cerrado con control realimentado por el sensor solar.

También se ha implementado una función de autocorrección con la función de ajuste de alineación del sensor solar con respecto a la placa. Esta función elimina la necesidad de realizar un ajuste de alineación mecánica laboriosa del sensor solar respecto a las placas solares.



Pantalla de configuración y ajustes



Pantalla de histórico de datos con representación de irradiancia (amarillo), potencia generada (rosa), y errores real/teórico (azules)

