

Utilización de la termografía en el mantenimiento de plantas fotovoltaicas

Nota Técnica



En la última década, la demanda creciente de energía ha estimulado la aparición de fuentes de energía alternativas al petróleo. De esta forma se han desarrollado diferentes tecnologías que tratan de utilizar energías renovables, como el viento, las mareas o la radiación solar.

La utilización de la radiación solar para generar electricidad a través de sistemas fotovoltaicos ha tenido un desarrollo espectacular en los últimos cinco años. Este desarrollo se ha debido a diferentes aspectos entre los que podemos destacar tanto la madurez de esta tecnología como el incentivo económico proporcionado por parte de los estados. En cualquier caso, el hecho es que este desarrollo ha supuesto la aparición de muchas empresas dedicadas al desarrollo, instalación y gestión de parques o huertos solares. Como ejemplo de este desarrollo del sector fotovoltaico podemos citar a España que es en la actualidad uno de los principales productores a nivel mundial de energía fotovoltaica con una potencia instalada estimada de 3.200 MW, (¡tan solo en el año 2008 la potencia instalada en España ha sido de unos 2.500 MW!).

Evidentemente estas instalaciones tienen que proporcionar un retorno de la inversión adecuado para hacerlas rentables, aspecto que va a estar condicionado entre otros factores por un perfecto funcionamiento de dichas instalaciones o, lo que es lo mismo, un rendimiento óptimo de toda la planta, máxime cuando el coste de la electricidad de origen solar es más elevado que el coste logrado con otras tecnologías más convencionales.

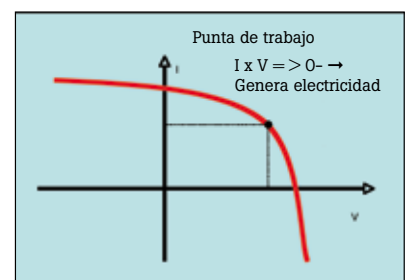
Instalaciones fotovoltaicas

Una instalación fotovoltaica está compuesta básicamente por sistemas de paneles fotovoltaicos instalados en estructuras adecuadas, equipos inversores que convierten la tensión continua generada por los paneles

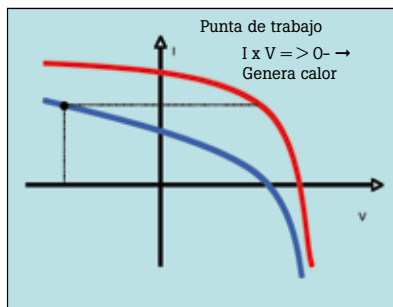
solares en tensión alterna, los sistemas de orientación de los paneles en función del tipo de instalación, el cableado y los sistemas de protección, así como los elementos de media tensión asociados en caso de que el sistema se conecte a una red comercial. Todos estos elementos forman un sistema cuyo correcto funcionamiento va a proporcionar el retorno de la inversión en el periodo calculado.

Paneles fotovoltaicos

El sistema de paneles fotovoltaicos está constituido por paneles o módulos que contienen las celdas basadas en semiconductores sensibles a la radiación solar encargadas de generar la tensión CC. La tecnología de estas células fotovoltaicas puede variar, destacando tecnologías como la de silicio policristalino, de película delgada, telururo de cadmio o GaAs, cada una con sus rendimientos específicos. Estas células se agrupan en el panel en una o varias series en paralelo para lograr la tensión y potencia deseada. En condiciones normales de funcionamiento cada célula fotovoltaica, al recibir la radiación del sol, genera una tensión que al



Celda irradiada por el sol



Celda no irradiada o en fallo

sumarse con el resto de las células en serie proporciona la tensión de salida del panel que alimentará al inversor para generar la tensión alterna de salida.

La relación entre la tensión y la corriente proporcionada por la célula viene dada por su curva característica I/V. En el caso de que la célula esté sometida a radiación solar el valor de $I \times V$ será mayor que cero, es decir se generará electricidad.

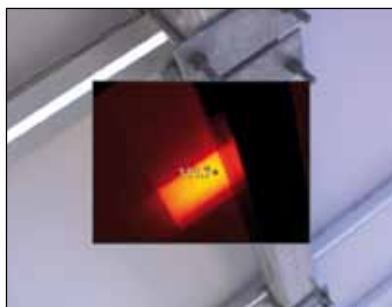
Sin embargo, cuando una celda está averiada o no genera energía porque no recibe la radiación del sol, se puede polarizar de forma inversa pasando a comportarse como una carga en vez de un generador, lo cual puede implicar una alta disipación de calor.

Esta situación es fácilmente detectable si se utiliza una cámara termográfica Fluke con tecnología IR-Fusion®.



Panel fotovoltaico que presenta una celda defectuosa

La cámara termográfica Fluke va a capturar simultáneamente una imagen térmica totalmente radiométrica junto con una imagen de luz visible superponiéndolas píxel a píxel con diferentes grados de fundido. La imagen así obtenida va a mostrar, por un lado las



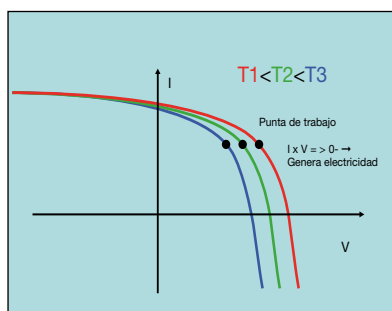
Celda a 111°C

temperaturas de la superficie de los objetos mostrados, en este caso los paneles fotovoltaicos, a través de una paleta de colores seleccionable por el usuario que presentará con diferentes colores las diferentes temperaturas, y por otro lado, una imagen de luz visible que facilite la identificación de los elementos. Gracias a la imagen térmica podremos ver el sobrecalentamiento de las celdas defectuosas tal como se puede apreciar en la imagen anterior.

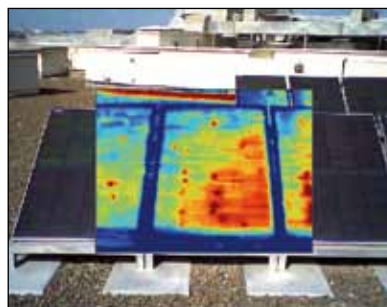
Las condiciones más favorables para la detección de este tipo de problemas serán aquellas en las que el panel proporcione la máxima potencia, normalmente al mediodía en un día despejado. En estas circunstancias se pueden encontrar celdas a temperaturas tan elevadas como los 111 °C del ejemplo que se muestra a continuación.

Dependiendo de la estructura del panel fotovoltaico y dado que las celdas se conectan en serie para lograr la tensión más adecuada para el inversor utilizado, un fallo en una de las células podría dar lugar a una pérdida total o parcial de potencia de un panel fotovoltaico.

En cualquiera de los casos, este tipo de problema supone una



Influencia de la temperatura sobre las curvas de funcionamiento



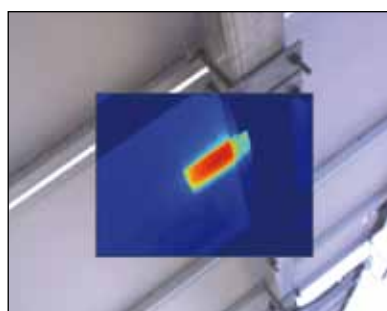
Paneles solares que presentan múltiples puntos y zonas calientes

disminución del rendimiento del panel, lo cual se traducirá en un mayor tiempo para lograr el retorno de la inversión. Adicionalmente, los problemas asociados a una sobretemperatura pueden dar lugar a que las celdas adyacentes disminuyan su eficiencia o que incluso lleguen a averiarse, expandiéndose el problema por el panel.

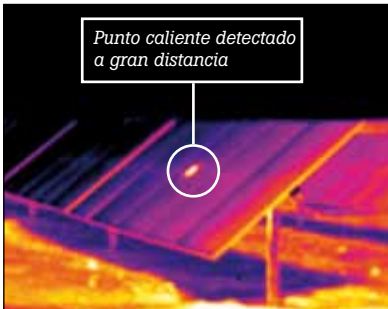
La inspección de paneles fotovoltaicos con una cámara termográfica se puede realizar tanto desde la parte frontal como desde la parte posterior del panel. En este último caso se presenta la ventaja de que se evitarán problemas relacionados con reflejos solares o aquellos derivados de la baja emisividad asociada a la superficie cristalina del panel.

En cualquier caso, la termografía nos va a permitir identificar a distancia y de una forma muy rápida los paneles que presentan puntos calientes. Simplemente tendremos que hacer un barrido de la instalación con la cámara termográfica.

Para tratar de evitar los problemas asociados a la polarización inversa



Termografía realizada desde la parte posterior

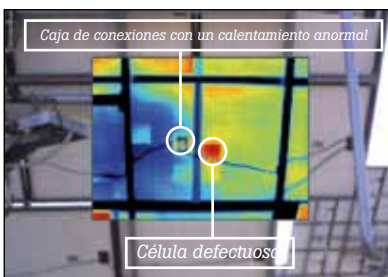


Inspección simultánea de varios módulos fotovoltaicos

de las celdas, los módulos fotovoltaicos pueden incluir diodos de protección (bloqueo, anti-retorno o by-pass), los cuales van a disipar más potencia cuanto mayor sea el número de células defectuosas. Este calentamiento podrá ser detectado también con el uso de la cámara termográfica revisando el panel por el lado de las conexiones.



Caja de conexiones y diodos de protección



Problemas de calentamiento en celda y caja de conexiones

Se debe prestar especial atención a la presencia de sombras sobre los paneles fotovoltaicos provocadas por árboles, torres de media tensión, otros paneles, etc., las cuales pueden originar la aparición de áreas térmicas irregulares que den lugar a una falsa interpretación (especialmente si las termografías son tomadas demasiado pronto en la mañana o demasiado tarde por la tarde).

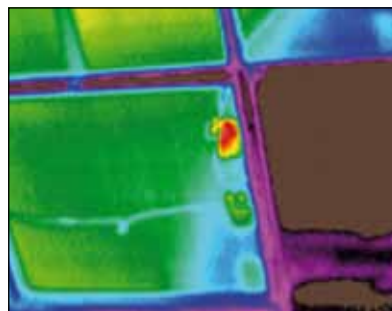
Igualmente se debe tener en cuenta la presencia de viento ya que éste, por convección, va a reducir la temperatura de los puntos calientes, los cuales podrían no considerarse como fallos reales.

Otros elementos a inspeccionar

Para verificar el perfecto funcionamiento del motor resulta muy útil utilizar otros instrumentos de medida tales como pinzas para medida de fugas, medidores de aislamiento, etc.

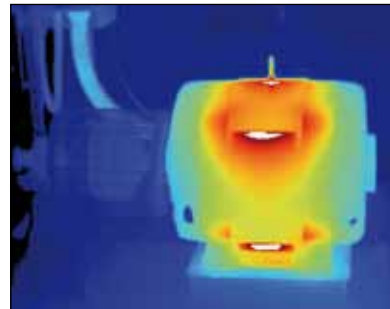
Igualmente podremos utilizar la cámara termográfica para detectar problemas de calentamiento en inversores y transformadores de media tensión. En estos últimos se podrán detectar problemas en las conexiones de baja y media tensión, así como problemas internos en los devanados, etc.

Otro área donde la termografía puede ser de gran ayuda para el mantenimiento tanto preventivo como predictivo es la revisión de todos los puntos de conexión, los cuales con el tiempo pueden aflojarse dando lugar a problemas de funcionamiento y paradas innecesarias, sobre todo teniendo en cuenta que una planta fotovoltaica puede implicar un gran número de conexiones y cuadros eléctricos tanto en CC como CA. En este sentido hay que tener en cuenta que una mala conexión supone un punto de mayor resistencia, es decir un punto donde se va a producir una mayor disipación térmica por efecto Joule.

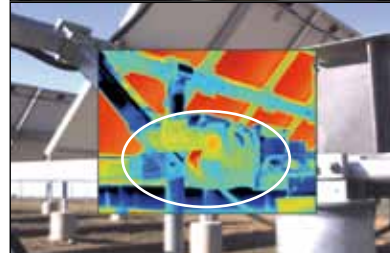


Panel que presenta áreas térmicas irregulares provocadas por sombras en el panel

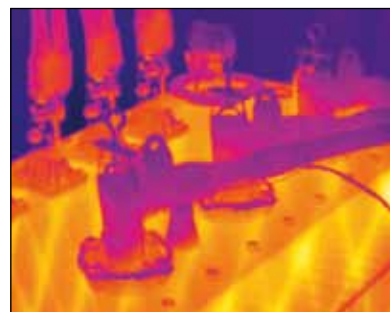
Otro área donde la termografía puede ser de gran ayuda para el mantenimiento tanto preventivo



Motor con un calentamiento excesivo debido a un fallo de aislamiento



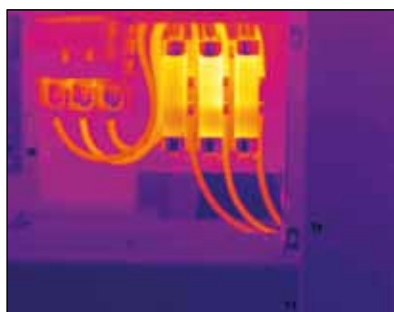
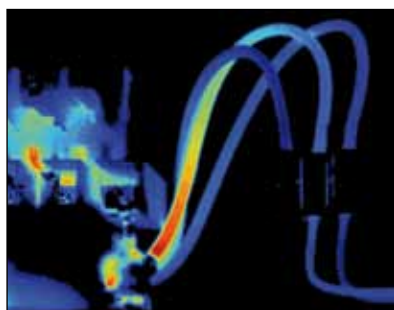
Verificación térmica de los motores del seguidor



Termografía de las conexiones de un transformador de media tensión

como predictivo es la revisión de todos los puntos de conexión, los cuales con el tiempo pueden aflojarse dando lugar a problemas de funcionamiento y paradas innecesarias, sobre todo teniendo en cuenta que una planta fotovoltaica puede implicar un gran número de conexiones y cuadros eléctricos tanto en CC como CA. En este sentido hay que tener en cuenta que una mala conexión supone un punto de mayor

resistencia, es decir un punto donde se va a producir una mayor disipación térmica por efecto Joule.



Diferentes ejemplos de termografías mostrando puntos con malas conexiones

Conclusión

Dado el plazo de amortización de las plantas fotovoltaicas, entre 6 y 10 años, es crítico asegurarse de que el rendimiento de la planta esté dentro de los límites considerados durante la etapa de diseño de la misma, de forma que se asegure su rentabilidad durante todo el periodo de explotación. En este sentido, la termografía es una herramienta indispensable para el análisis del funcionamiento y eficiencia de los diferentes elementos que componen la instalación: módulos fotovoltaicos, conexiones, motores, transformadores, inversores, etc. Una reducción de la eficiencia de los paneles fotovoltaicos puede suponer un incremento importante del periodo de amortización de la planta.

Como en muchas otras instalaciones y procesos la temperatura es una variable decisiva en el correcto funcionamiento de los equipos. Sirva como ejemplo una regla básica que indica que, para un equipo dado, un incremento de 10°C por encima de la temperatura de funcionamiento recomendada por el fabricante del mismo puede suponer una reducción del 50% de su vida de trabajo. Esta sencilla regla nos muestra cómo una temperatura excesiva puede suponer un coste importante en cuanto a equipos y mantenimiento en general. Adicionalmente, si consideramos que los paneles solares son elementos donde se integran un gran número de celdas semiconductoras, el calentamiento generado en una celda defectuosa puede dar lugar al deterioro de las celdas vecinas agravándose el problema conforme pasa el tiempo.

Otro aspecto muy importante es la aceptación de la planta durante el proceso de puesta en marcha. En este caso una cámara termográfica es una herramienta muy valiosa ya que le va a permitir al responsable de la planta detectar aquellos paneles fotovoltaicos que presenten defectos de fabricación y aplicar las garantías oportunas.

Todos estos aspectos nos muestran cómo la termografía es una herramienta indispensable para el mantenimiento de las instalaciones, lo cual viene favorecido por un uso y utilización realmente sencillos que permite su total integración en el conjunto de herramientas de los técnicos de mantenimiento (multímetros, pinzas amperimétricas, pinzas de fugas, telurómetros, medidores de asilamiento, analizadores de calidad eléctrica, etc.).

Fluke. *Manteniendo su mundo en marcha.*

Fluke Ibérica, S.L.
 Pol. Ind. Valportillo
 C/ Valgrande, 8
 Ed. Thanworth II · Nave B1A
 28108 Alcobendas
 Madrid

Tel.: 91 4140100
 Fax: 91 4140101
 E-mail: info.es@fluke.com
Web: www.fluke.es

© Copyright 2010 Fluke Corporation. Reservados todos los derechos. Impreso en los Países Bajos 03/2010. Información sujeta a modificación sin previo aviso.
 Pub_ID: 11551-spa