

Laboratorio Virtual de Placas Solares Fotovoltaicas



Práctica 5.

Estudio del rendimiento de los paneles solares conectados en paralelo.

Página alojada en <http://grupoorion.unex.es>



Grupo de Investigación
O R I O N

Práctica 5. Estudio del rendimiento de los paneles solares conectados en paralelo.

1.1.1.- Objetivo

El objetivo de esta práctica es estudiar el rendimiento del sistema de generación solar fotovoltaico con el conjunto de paneles solares conectados en paralelo.

1.1.2.- Elementos necesarios

Equipo solar fotovoltaico constituido por:

- 2 Paneles solares fotovoltaicos.
- 1 Simulador solar formado por lámparas solares.
- 1 Regulador del cargador de la batería.
- 1 Módulo de carga DC.
- 1 controlador electrónico para la interfaz
- Sensores de medida
- 1 ordenador con el software SACED y la aplicación EESFC instalado
- Tarjeta de adquisición de datos

1.1.3.- Práctica Virtual

Para la elaboración de esta práctica virtual se ha utilizado una cámara de video, el equipo de simulación solar fotovoltaica (con todos los componentes descritos en el apartado anterior) y diversos programas informáticos para la captura de imágenes, grabación de videos, creación del audio y tratamiento de datos. En concreto, destacamos el uso de los programas "Windows Movie Maker", "Camtasia 7.0", "Microsoft Excel", "Power Point" y "GoldWave".

El método operativo para la realización de esta práctica virtual es el siguiente:

En primer lugar, para que el alumno que utilice el laboratorio virtual pueda hacerse una idea completa de la práctica, debemos grabar y digitalizar todas las acciones reales que realizamos con el equipo del laboratorio. Tanto si trabajamos con controladores del hardware como si modificamos los controles digitales en el software.

Para ello, con la cámara de vídeo, para dejar constancia de la correcta manipulación del equipo físico, grabamos la colocación y el manejo del equipo, es decir, conectamos la alimentación trifásica a la red eléctrica, realizamos las conexiones de los sensores a la consola del controlador de equipo solar, en el módulo de carga DC ponemos la posición del reóstato de carga en el valor de máxima resistencia, movemos el selector de carga a la posición 2 y desconectamos las lámparas DC que están conectadas en paralelo con el reóstato, para ello colocamos el interruptor manual del reóstato hacia arriba y el interruptor manual de las

lámparas hacia abajo. Una vez realizado todos estos pasos, pulsamos los botones de encendido del módulo de carga DC y de la consola del controlador.



Imagen 1. Captura de la conexión de los controles en el hardware en la práctica 5

Estas grabaciones se capturan para poder procesarlas en el ordenador con diversos programas de edición de video. En estos archivos añadiremos secuencias de títulos sobre los videos y diferentes pistas de audio con los comentarios necesarios para que el alumno pueda entender cómo se ha llevado a cabo esta parte de la práctica.

Por otro lado, una vez puesto en funcionamiento el hardware, debemos poner también en funcionamiento el software que controla desde el ordenador los parámetros de los paneles solares, de la ventilación, de las conexiones en serie o en paralelo de las células solares ... etc. Para que todos los pasos que demos en la interfaz queden grabados y así un alumno que visualice virtualmente esta práctica no pierda detalle del procedimiento para la realización de la misma, usaremos para la grabación de todo lo que ocurre en la pantalla del ordenador el programa informático "Camtasia 7.0". Este programa permite visualizar la pantalla del ordenador generando un archivo de video que será testigo de todas las acciones que se llevan a cabo con el mismo.

En primer lugar abrimos el programa "Camtasia 7.0" y seleccionamos la opción de "grabar pantalla"; seleccionaremos también la opción de grabar el sonido para poder ir explicando a su vez el desarrollo de la práctica. A continuación ejecutamos el software SACED que controla el equipo solar mediante la aplicación EESFC (equipo de energía solar fotovoltaica controlada desde ordenador). A la vez que se ejecuta la interfaz, iremos explicando los objetivos que se persiguen con esta práctica virtual y haremos una breve introducción teórica de los parámetros con los que se trabajará en esta práctica. Esto sería equivalente a la lectura inicial que hace un alumno en el laboratorio real cuando lee el fundamento teórico de la práctica en el guión de la misma.

Laboratorio Virtual de Placas Solares Fotovoltaicas

Con la aplicación abierta, explicaremos las zonas que presenta la interfaz haciendo zoom en las distintas partes para que los alumnos se hagan una idea de cómo funciona y de cuáles son los controladores digitales con los que se puede interactuar y cuáles son las salidas tanto de datos como gráficas que genera el programa.

Colocaremos los controles digitales de la parte derecha de la interfaz de modo que encendamos el panel solar 1 y el panel solar 2. Situamos el control "SUN 1" en la posición de máxima radiación y el control Sun 2 también en la posición de máximo. Conectamos ambos paneles en paralelo, desconectamos el ventilación y seleccionamos la opción "before dc controller". En la siguiente imagen se muestra como quedarían colocados.

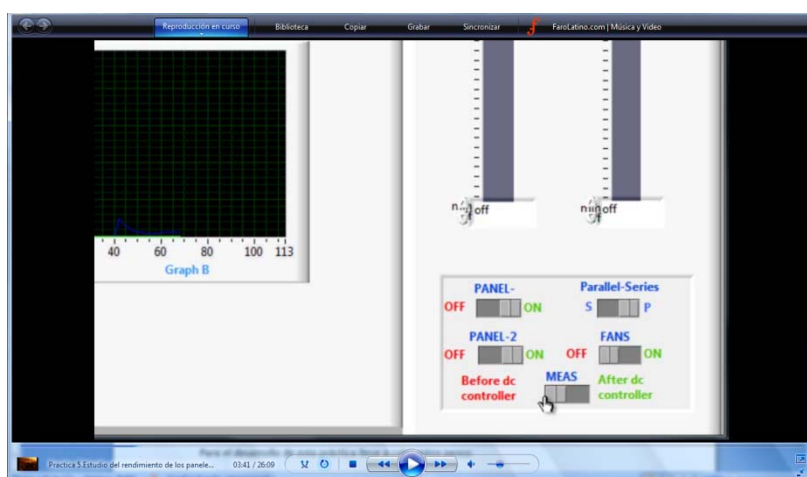


Imagen 2. Captura de la colocación de los controles digitales en la práctica 5

A la vez que ponemos los controles sun 1 y sun 2 en las posiciones de máximo, las lámparas ultravioleta que iluminan ambos paneles solares se encienden. Para que el alumno no pierda detalle de este hecho, realizamos un montaje simultáneo entre la grabación con la cámara de video y la grabación de la interfaz de la aplicación.

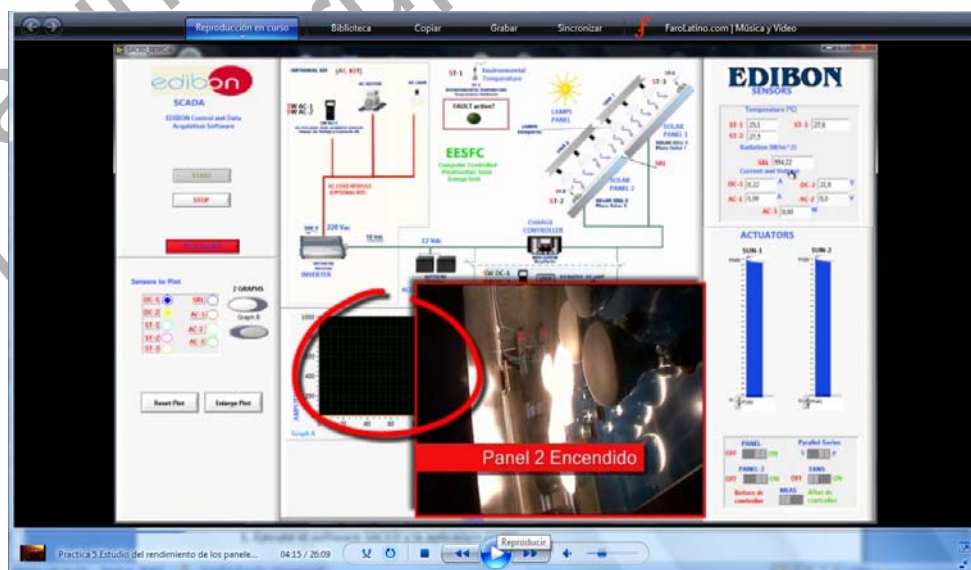


Imagen 3. "Picture and Picture" del encendido simultaneo de las lámparas con los controles digitales

La interfaz de la aplicación tiene en su parte superior derecha campos que muestran los valores que están midiendo los sensores conectados a los paneles y a la consola del controlador. Para que el alumno pueda captar esta información y anotar los datos de medida, ampliaremos la pantalla en esta zona. Los sensores nos indican las temperaturas de los paneles solares 1 y 2 y la temperatura ambiente (sensores ST3, ST2 y ST1 respectivamente) así como la intensidad de corriente (DC1), potencial (DC2) e intensidad de radiación (SRL) generada por las lámparas solares ultravioletas. Anotamos estos valores para diferentes posiciones del reostato de carga. (Los cambios en las posiciones de la resistencia de carga las grabamos con la cámara de video y los solapamos en la interfaz para poder visualizar el efecto conjunto)

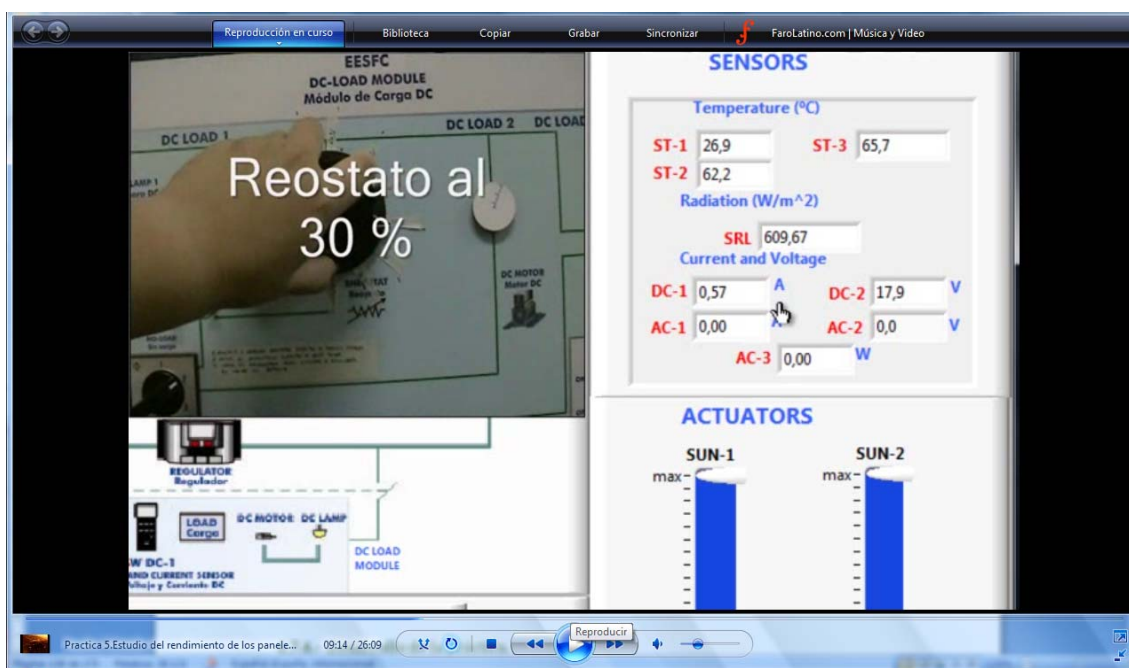


Imagen 4. Captura de la modificación de la posición del reostato de carga en la práctica 5

Pediremos al alumno que anote los valores de los sensores de intensidad, voltaje y radiación para cada posición diferente del reóstato de carga, el cual iremos modificando desde la posición de máxima resistencia (100%) hasta la posición de mínimo (0%). Sugerimos al alumno que cada vez que modifique la posición del reóstato de carga, debe esperar a que los valores que proporcionan los sensores se estabilicen con el tiempo, para que los datos tomados sean correctos. Por otro lado, le advertiremos que el reóstato de carga no debe permanecer mucho tiempo en la posición de mínimo, ya que en ese caso se podría producir daño por el calor disipado o incluso fundir el fusible de protección situado en la parte trasera del módulo de carga.

Si el alumno estuviese en el laboratorio real, debería completar una tabla de datos, para que el alumno del laboratorio virtual pueda hacerlo del mismo modo, se ha creado una presentación con el programa "Power Point" que ha sido trasformada a una animación de video para

integrarla en la práctica virtual. De este modo, el alumno es capaz de visualizar cómo se va completando la tabla de datos en función de los valores que se van obteniendo en la práctica.

REOSTAT	SENSOR DC1	SENSOR DC2	SENSOR SRL	SENSOR ST1	SENSOR ST2	SENSOR ST3
O (%)	(A)	(V)	(W/m ²)			
100						
90						
80						
70						
60						
50						
40						
30						
20						
10						
0						

Imagen 5. Tabla de valores para la práctica virtual 5

A continuación pedimos al alumno que repita la experiencia con disminuciones en la intensidad de radiación que ilumina ambos paneles solares y complete las tablas para esas intensidades de radiación pudiendo trazar posteriormente las curvas características de intensidad-voltaje. Para explicar cómo debe trazar estas curvas, incluiremos en el video una gráfica generada con el Excel.

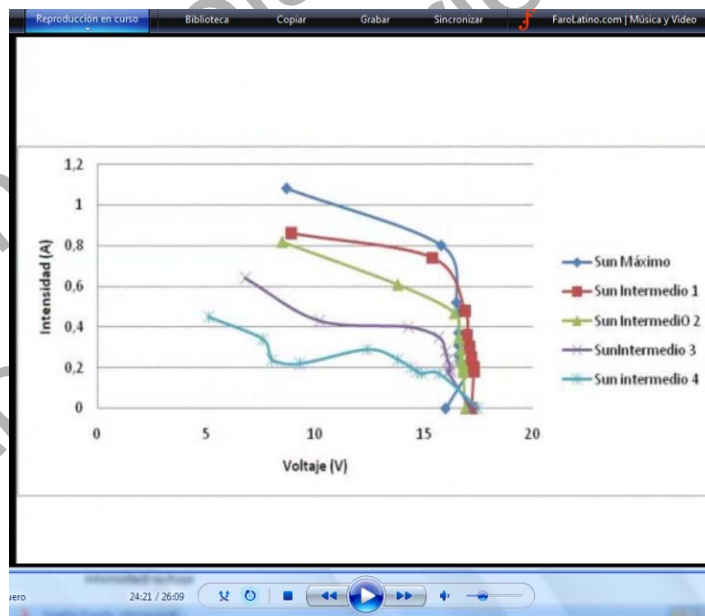


Imagen 6. Ejemplo de los resultados experimentales de la práctica 5

Una vez realizado esta parte de la experiencia, calcularemos el valor de los dos parámetros característicos de una célula fotovoltaica, es decir, el valor de la corriente de cortocircuito (I_{sc}) y el valor de la tensión de circuito abierto (V_{oc}). Para ello, explicaremos en el video en primer lugar el significado teórico de ambos parámetros y a continuación procederemos al desarrollo

de la parte experimental. Para obtener la intensidad de cortocircuito, ponemos el reóstato de carga al 0% y anotamos el valor del sensor DC1. Para obtener la tensión de circuito abierto debemos cambiar la posición del selector del módulo de carga DC y colocarlo en la posición 1. De este modo, los paneles solares operan en circuito abierto. Para que el alumno pueda visualizar esto, lo grabaremos con la cámara de video y solaparemos dicha imagen con la de la interfaz digital. Con el selector en esta nueva posición, la información del sensor DC2 será la tensión de circuito abierto.

Con todos los datos obtenidos y a partir de las curvas de intensidad- voltaje, determinamos el punto de potencia máxima y trazamos la curva de potencia máxima frente a intensidad de radiación. Con estos datos, explicamos al alumno cómo puede determinar el rendimiento de foto conversión para los cinco puntos obtenidos.

Por último, a modo de evaluación, plantaremos en la práctica virtual una serie de preguntas abiertas para que el alumno pueda reflexionar sobre el porqué de los resultados obtenidos.

Esta práctica virtual elaborada se encuentra disponible en dos formatos digitales, un archivo "Windows media video" y un archivo "m4v" especial para su visualización a través de internet en dispositivos móviles como un iphone o ipod. Ambos formatos se encuentran disponibles en la página web de nuestro grupo de investigación <http://grupoorion.unex.es> siguiendo el enlace "Laboratorio virtual de placas solares fotovoltaicas" y pulsando en "Estudio del rendimiento de los paneles solares conectados en paralelo"

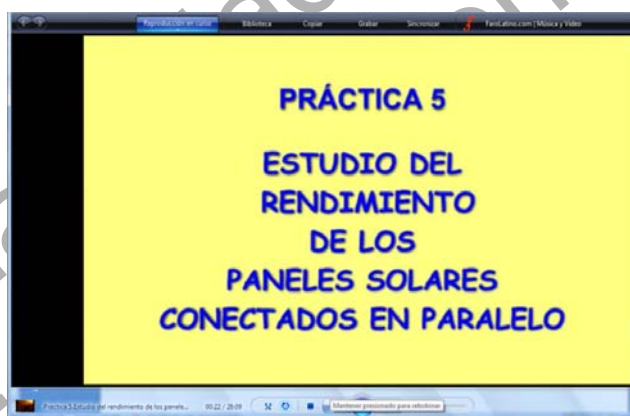


Imagen 7. Captura de la práctica virtual 5

1.1.4.- Desarrollo de la práctica.

Para el desarrollo de esta práctica lleve a cabo estos pasos:

1. Ejecute el software SACED y la aplicación EESFC.
2. Compruebe que la posición del reóstato de carga está en la máxima resistencia (Girado totalmente hacia la izquierda).
3. Sitúe el selector de carga DC en la posición 2.

Laboratorio Virtual de Placas Solares Fotovoltaicas

- Desconecte las lámparas DC que están conectadas en paralelo con el reóstato (Interruptor manual hacia abajo).
- Conecte la alimentación trifásica y ponga la interface en funcionamiento después de haber comprobado que todos los sensores están conectados correctamente.
- Compruebe que la posición inicial de los controles digitales y analógicos se corresponden con la siguiente pantalla.

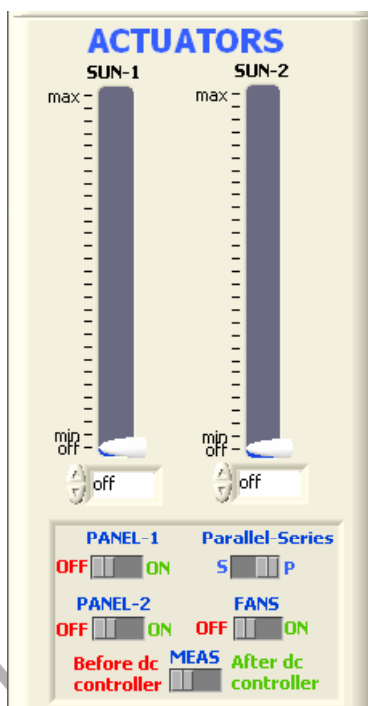


Imagen 8. Controles digitales colocados para la práctica 5

- Pulse "START" para comenzar con la aplicación EESFC.
- Pulse "START SAVING" para guardar un registro de los resultados obtenidos durante la ejecución de la práctica.
- Conecte el "PANEL-1" y el "PANEL-2" y mantenga los paneles solares conectados en paralelo. Ponga al máximo los controles SUN- 1 y SUN-2 obteniendo la máxima radiación. Anote los valores medidos por los sensores de intensidad DC-1, tensión DC-2 y radiación SRL.
- Cambie la posición del reóstato de carga al 90% aproximadamente y anote los valores de los parámetros obtenidos.
- Repita el punto 10 con aumentos o disminuciones del 10 % aproximadamente del valor del reóstato de carga hasta alcanzar el 0%, que es el punto de cortocircuito del sistema.

12. Repita los puntos 9, 10 y 11 con disminuciones relativamente proporcionales de los controles SUN-1 y SUN-2, de tal forma que se puedan obtener cinco curvas i-v para cinco valores de luz solar.

13. Para obtener la tensión de circuito abierto de los paneles solares conectados en paralelo sitúe el selector de carga DC en posición 1.

14. Una vez que ha terminado con la práctica pulse "STOP SAVING" para no continuar con el registro de información.

Nota: Recuerda no dejar el reóstato de carga en la posición de mínima resistencia durante un tiempo prolongado (Girado totalmente hacia la derecha).

1.1.5.- Resultados y tablas.

Expresa los resultados de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 1. Tabla de resultados de la práctica 5. Paneles conectados en Paralelo

PANEL SOLAR 1 y PANEL SOLAR 2 Conectados en Paralelo						
REOSTATO	SENSOR DC1 I (A)	SENSOR DC2 V(V)	SENSOR SRL Wr (W/m ²)	SENSOR ST1 (°C)	SENSOR ST2 (°C)	SENSOR ST3 (°C)
100%						
90%						
80%						
70%						
60%						
50%						
40%						
30%						
20%						
10%						

Laboratorio Virtual de Placas Solares Fotovoltaicas

0%						
Isc						
Voc						

Tabla 2. Tabla de resultados de la práctica 5. Paneles conectados en Paralelo con distintas intensidades de radiación

PANEL SOLAR 1 Y PANEL SOLAR 2. Conectados en Paralelo						
SUN 1 Y SUN 2	SENSOR DC1 I(A)	SENSOR DC2 V(V)	SENSOR SRL Wr (W/m ²)	SENSOR ST1 (°C)	SENSOR ST2 (°C)	SENSOR ST3 (°C)
Máximo						
90%						
80%						
70%						
60%						
50%						
40%						
30%						
20%						
10%						
Mínimo						
Off						

- Trace las curvas i-v para los cinco niveles de radiación.

Página alojada en
<http://grupoorion.unex.es>