



nuevas publicaciones

# PRÁCTICAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

A. Fuentes, M. Álvarez    228 págs.    119 fotografías en color    P.V.P.: 55 euros

*Descripción paso a paso de 15 prácticas experimentales para aprendizaje profesional de la tecnología fotovoltaica, orientadas a estudiantes y profesores de esta materia. Sus autores, profesores de un Centro de Formación Profesional, cuentan con muchos años de experiencia práctica en el área de las instalaciones eléctricas.*

## PRÁCTICAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



A. Fuentes, M. Álvarez



### CONTENIDO

- Experiencia Nº 1:** Dotación del aula-taller y equipos.
- Experiencia Nº 2:** Trabajos con células solares fotovoltaicas.
- Experiencia Nº 3:** Conexión de las células en serie, paralelo y mixto.
- Experiencia Nº 4:** Manejo de un solarímetro.
- Experiencia Nº 5:** Trabajos con un panel solar fotovoltaico.
- Experiencia Nº 6:** Conexión de módulos fotovoltaicos en serie, paralelo y mixto.
- Experiencia Nº 7:** Trabajos con baterías de uso fotovoltaico.
- Experiencia Nº 8:** Trabajos con reguladores de carga analógicos.
- Experiencia Nº 9:** Trabajos con reguladores digitales.
- Experiencia Nº 10:** Convertidores de onda cuadrada modulada.
- Experiencia Nº 11:** Bombeo fotovoltaico.
- Experiencia Nº 12:** Vivienda solar fotovoltaica a 12 V de corriente continua.
- Experiencia Nº 13:** Instalación eléctrica de vivienda a 220 V, alimentada con energía solar fotovoltaica.
- Experiencia Nº 14:** Farola autónoma alimentada por energía solar fotovoltaica.
- Experiencia Nº 15:** Minicentral solar fotovoltaica de 2,2 kW conectada a red de corriente alterna monofásica de 220 V/50 Hz.

# Ejemplos de páginas del libro *Prácticas de Energía Solar Fotovoltaica*

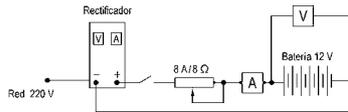


Fig. 6. Esquema de carga.

El montaje se muestra en la figura 7. La batería ensayada estaba muy baja de voltaje (7,5 V) y su resistencia interna era alta, lo que hacía innecesario el uso del reostato. Esa es la razón por la que no aparece en la fotografía.

Obsérvese cómo el voltaje de carga es de 13,35 V y la intensidad 5,38 A. La batería está cargando con rapidez.



Fig. 7. Carga sin paneles.

El segundo caso se resuelve utilizando en lugar del rectificador dos paneles solares de 12 V y 2,5 A conectados en paralelo. El resto del circuito es el mismo. En ambos casos (rectificador o panel), la corriente de carga  $I_c$  no debe pasar del 10% de la capacidad de la batería. Lo normal es el 6% - 6,5% de dicha capacidad.

La figura 8 muestra este montaje en un momento de la carga. Se montaron dos paneles ISOFOTÓN de 35 W / 12 V en paralelo. Cada uno proporciona 2,2 A de intensidad. Como la radiación era de 742 W/m<sup>2</sup>, el amperímetro debería marcar 3,26 A. Sin embargo, la carga estaba casi terminada y en ese momento sólo admitía 2,03 A.

Intensidad de cortocircuito de la célula 2:  $I_{sc} = 2,07$  A  
Tensión de las células:  $V = 0$  V

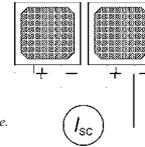


Fig. 2. Ensayo de cortocircuito de dos células FV en serie.

Según vemos en los resultados, la intensidad total de cortocircuito es la misma que las intensidades de cortocircuito de cada célula FV. Como la radiación del ensayo es de 835 W/m<sup>2</sup>, la intensidad de cortocircuito de una célula FV para una radiación de 1000 W/m<sup>2</sup> (dato del fabricante) será:

$$\left| \begin{array}{l} 835 \text{ W/m}^2 \dots\dots 2,07 \text{ A} \\ 1000 \text{ W/m}^2 \dots\dots X \end{array} \right| \quad X = 2,47 \text{ A}$$

Como podemos observar, esta intensidad de cortocircuito es muy parecida a la obtenida en la práctica n° 2. La intensidad total de cortocircuito en serie para una radiación de 1000 W/m<sup>2</sup> será:  $I_{sc} = 2,47$  A. Este ensayo se puede ver en la fotografía de la figura 3.



Fig. 3. Ensayo de cortocircuito de dos células FV en serie.



Fig. 13. Resultados obtenidos en el ensayo.



Fig. 14. Resultados obtenidos en el ensayo.

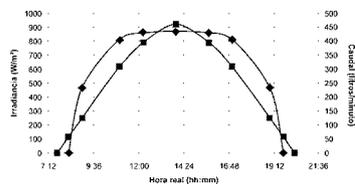


Fig. 15. Relación entre la irradiancia y el caudal bombeado con el convertidor PMS de ATERSA, el día 24 de mayo (un día totalmente despejado).

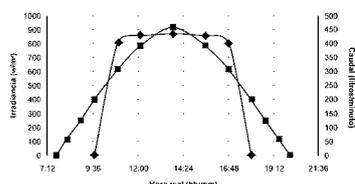


Fig. 16. Relación entre la irradiancia y el caudal bombeado sin el convertidor PMS de ATERSA, el día 23 de mayo (un día totalmente despejado).

Hay que tener en cuenta que a medida que la batería se va llenando la intensidad del amperímetro disminuye, por lo que es necesario vigilar el procedimiento y retocar la corriente de carga. Consideraremos cargada una batería cuando en dos medidas consecutivas no existe variación.

La temperatura del local influye sobre el voltaje de carga aplicado a las baterías. Hemos observado que este voltaje tenía que ser de 14 V con 15 °C - 16 °C y de 13,5 V con 25 °C, y hemos determinado experimentalmente la curva de carga (gráfica de la figura 9).

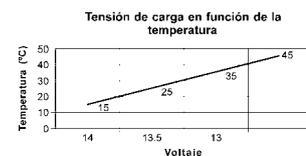


Fig. 9. Carga de baterías.

El régimen de descarga se puede tomar de una instalación real o simularlo en el taller o laboratorio de Energía Solar. Para el segundo procedimiento hemos escogido el esquema de la figura 10. El voltímetro será de 20 V y el amperímetro de 10 A, ambos de corriente continua. Las conexiones de 2,5 mm<sup>2</sup>, todas bien apretadas.

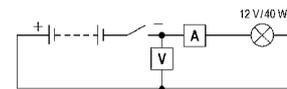


Fig. 10. Descarga de batería.

Se montan los componentes como muestra el esquema y se anotan los datos según las tablas 18 y 19 (una con el voltaje de descarga y la otra con la densidad del electrolito). Con estos valores se pueden realizar curvas de descarga de las baterías (gráfica de la figura 11).

Tiempo	h	lh	2h	3h	4h	5h	6		
V									

Tabla 18. Tabla para la introducción de voltajes de descarga (voltios).

Vasos	1	2	3	4	5	6
Densidad						

Tabla 19. Tabla para introducir densidades del electrolito (g/cm<sup>3</sup>).