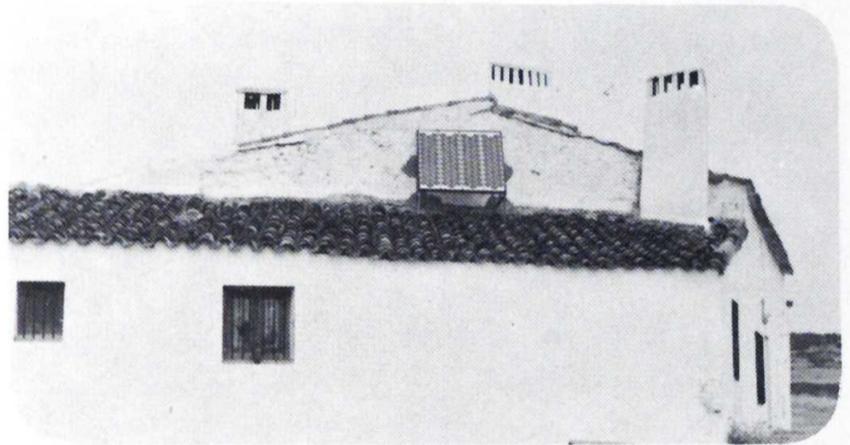


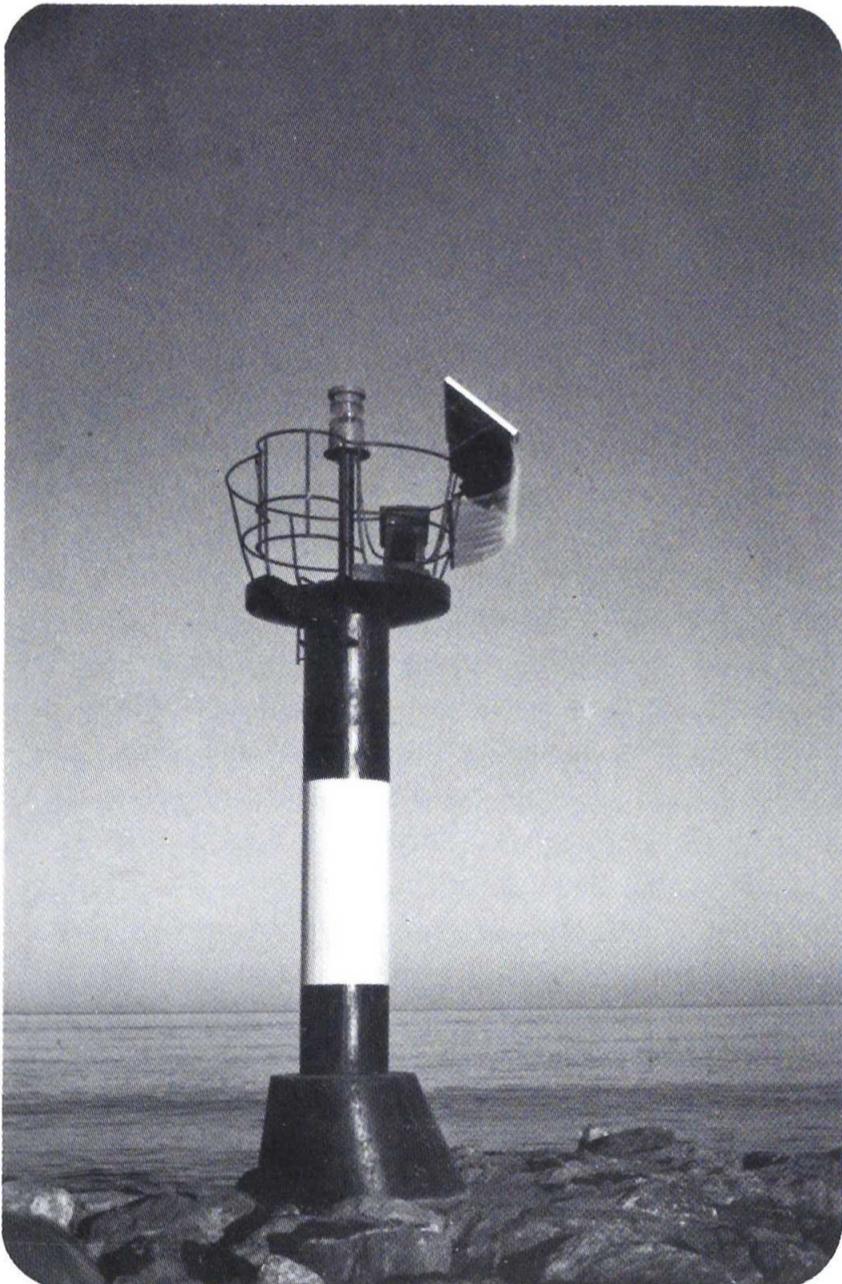
PANELES SOLARES DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

La tecnología actual está centrando sus esfuerzos en aprovechar la energía solar por medio de su conversión en energía térmica o eléctrica. La conversión directa de la energía solar en electricidad se funda en el efecto denominado fotovoltaico, que consiste en esencia en la producción de una fuerza electromotriz, como resultado de una radiación energética.

La industria fabrica ya hoy en día elementos capaces de realizar esta conversión con producción de intensidades eléctricas suficientes para



Casa rural aislada, cuya alimentación eléctrica se nutre por paneles fotovoltaicos situados en el tejado.



Faro costero de uso nocturno, alimentado por un panel fotovoltaico.

pensar en su aprovechamiento, si bien las instalaciones fotovoltaicas no pueden todavía competir económicamente con la forma clásica de producción eléctrica en grandes centrales de los tipos corrientes (hidráulicas, térmicas, nucleares, etc.), y su distribución por redes de alta tensión.

En concreto, la utilización de los denominados paneles o placas solares de producción fotovoltaica sólo está justificada en la actualidad en casos de demanda de potencia eléctrica baja y en ubicaciones lejanas a una línea eléctrica ya existente que hagan muy cara la traída e instalación de la energía eléctrica necesaria a base de un tendido clásico.

No obstante estas limitaciones, vamos a exponer ciertos ejemplos en los que la utilización de los denominados paneles fotovoltaicos son ya una posibilidad a estudiar junto a otras alternativas para solucionar el aporte de energía eléctrica a una instalación, vivienda, etc.

— Instalaciones ganaderas en lugares aislados con necesidades pequeñas de electricidad.

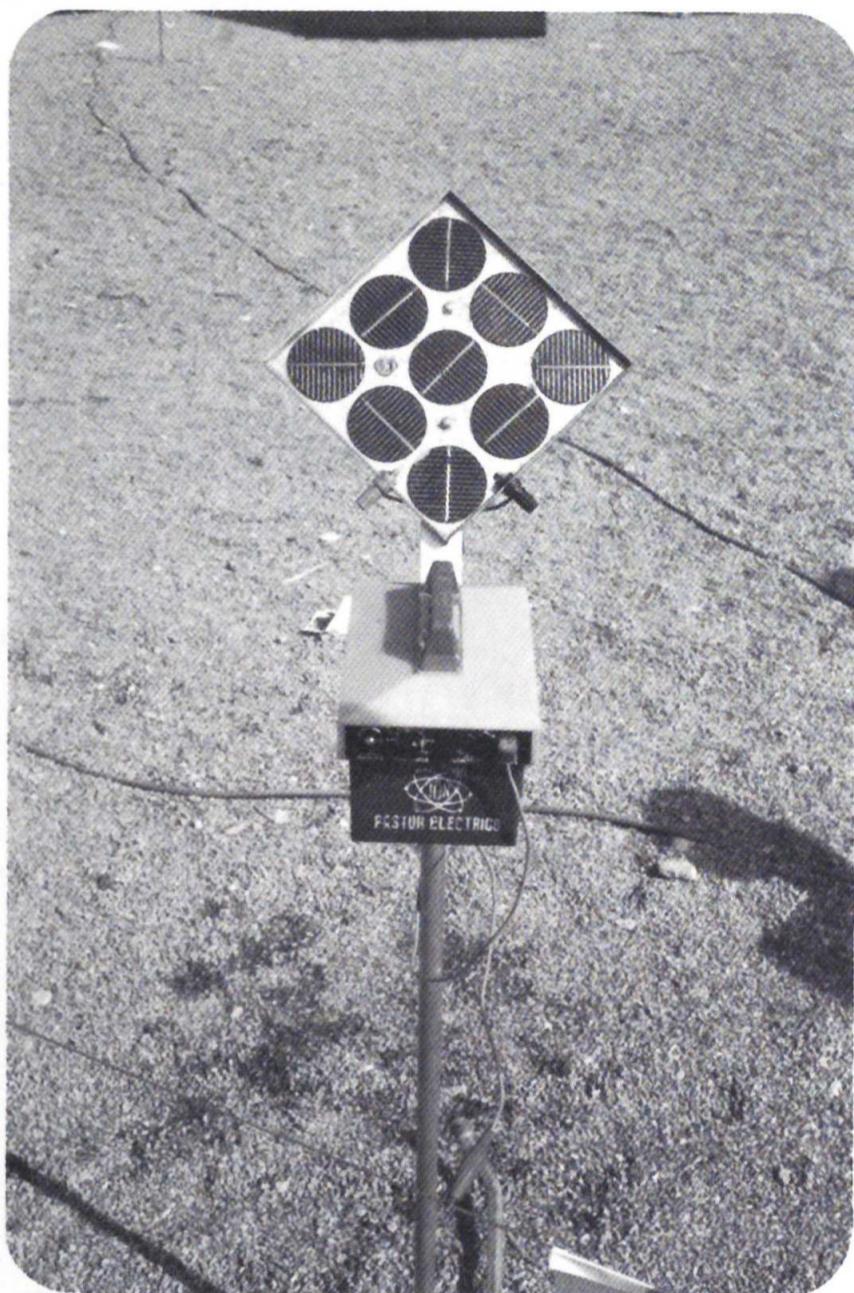
— Repetidores de televisión, normalmente situados en lugares alejados de las redes de transporte de electricidad.

— Boyas y faros costeros para señalización de embarcaciones con bajas necesidades, circunscritas a las horas nocturnas.

— Bombeo de agua en captaciones apartadas, con motores de baja potencia.

— Necesidades eléctricas completas en viviendas aisladas con servicio exclusivo de iluminación y un televisor.

— Pastores eléctricos para mantener recluido en un espacio limitado a cierto número de cabezas de ganado.



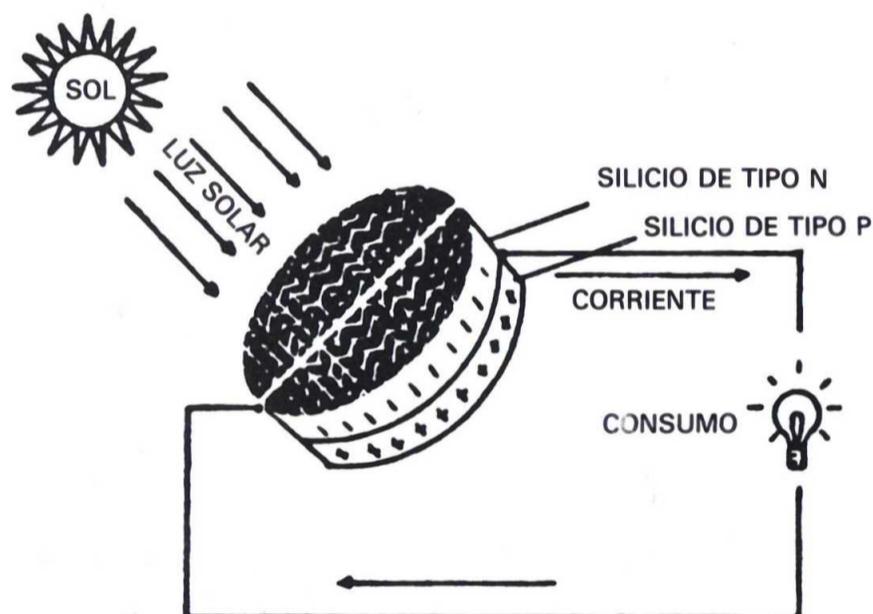
Pastor eléctrico alimentado por un panel fotovoltaico.

CELULAS SOLARES

La célula solar es el elemento unitario productor de energía eléctrica a partir de la luz solar.

Aunque el material base para su confección puede ser muy variado, las células solares fotovoltaicas que se fabrican más frecuentemente en la actualidad, debido a su mayor rendimiento y a su menor precio de fabricación, son las construidas a base de silicio, elemento enormemente abundante en la naturaleza. La fabricación comienza por la obtención de silicio fundido, prácticamente puro, material que da origen, gracias a un germen inicial, a un cilindro de silicio monocristalino que posteriormente se cortará en delgadas láminas denominadas «obleas».

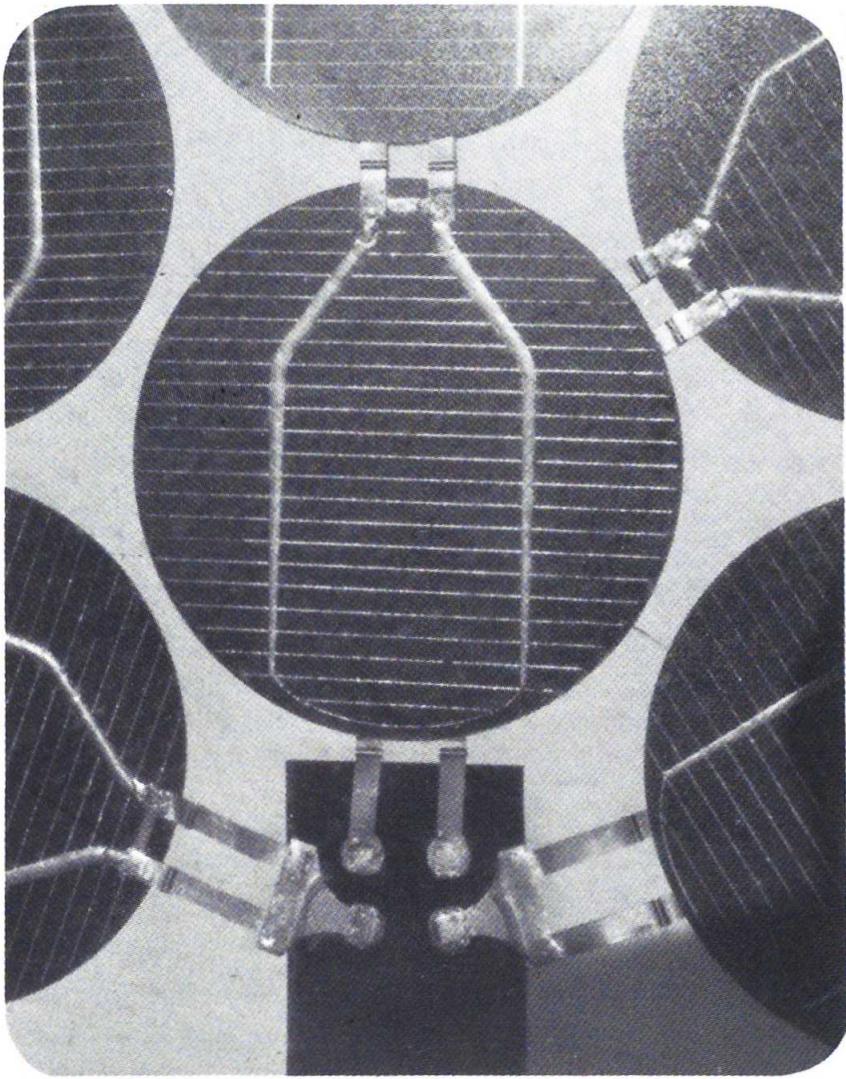
El material original, silicio monocristalino, es un elemento semiconductor que se impurifica a continuación con otros elementos en cantidades pequeñísimas (una parte por millón, aproximadamente). Cuando el material utilizado para tal impurificación es del tipo del fósforo o del arsénico, que tienen un exceso de electrones, se forma un semiconductor del tipo N (exceso de carga negativa). Si el elemento impurificador es del tipo del boro se crea un conductor del tipo P con un exceso de los denominados «huecos» o «agujeros», cargados positivamente. En definitiva, si una de las «obleas» tiene en una de sus caras un exceso de electrones y en la opuesta un exceso de huecos cargados positivamente, nos encontramos ante un campo eléctrico capaz de producir, ante una excitación adecuada, una corriente eléctrica.



Esquema del funcionamiento de una célula solar.

La excitación referida se produce por la proyección de unidades de energía luminosa (fotones), procedentes de la luz solar que penetran en el material básico de la célula. Un electrón puede absorber la energía del fotón y ponerse en movimiento dejando en su lugar un hueco que será rellenado por otro electrón cercano. Por tanto, electrones y huecos pueden «moverse» y crear así una corriente eléctrica que es recogida por un conductor metálico que se extiende por la cara de la célula y que tiene un punto de entrada y otro de salida para poder cerrar el circuito creado en la célula.

La diferencia de potencial de una célula circular, cuyo diámetro esté entre 75 y 100 mm es, aproximadamente, de 0,5 voltios cuando recibe la luz solar plena. Si bien la intensidad de la corriente eléctrica producida disminuye cuando es



Célula solar con sus correspondientes conexiones.

menor la intensidad de la luz solar recibida (por ejemplo, por una situación de nubosidad acusada), no ocurre otro tanto con la diferencia de potencial que permanece casi inalterable a pesar de disminuir la intensidad de la luz solar.

Así como la luminosidad afecta, según hemos indicado, al rendimiento de una célula fotovoltaica, también la temperatura influye enormemente en este mismo rendimiento. Aunque no existe aún una normativa concreta y universal de homologación de estos elementos, los fabricantes suelen dar las características de utilización en lo que se consideran condiciones óptimas en cuanto a temperatura, presión y humedad ambiente.

De estos factores ambientales, la temperatura es la que más influye en el rendimiento de la célula. La potencia máxima de todos los paneles formados por células y comercializados en la actualidad se suele conseguir, además de con el máximo de luminosidad solar, con una temperatura comprendida entre los 25 y 32° C (28° C normalmente). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que esta potencia se mantiene o descende ligeramente cuando la temperatura baja de la óptima, y que desciende violentamente cuando la temperatura sobrepasa el óptimo señalado, llegando incluso a disminuciones de un 50 por 100 cuando la temperatura está cercana a los 45° C.

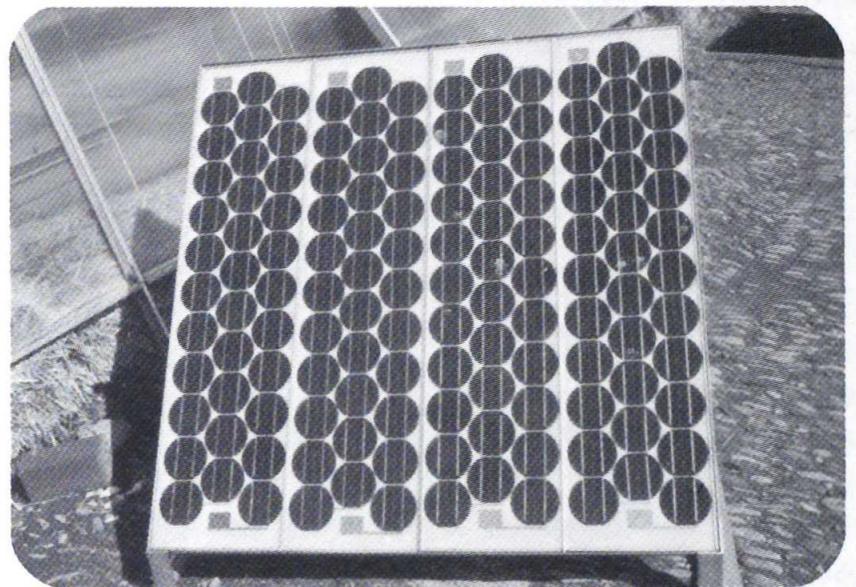
El tipo de células descrito, a base de silicio, alcanzan rendimientos comprendidos entre el 12 y el 18 por 100 del total de la energía solar recibida.

PANELES SOLARES

Una célula solar como la descrita, aislada, proporciona una potencia reducida. Para suministrar niveles de corriente y tensiones mayores se conecta un número determinado de células solares en serie constituyendo los paneles solares. El número de células conectadas en cada panel suele oscilar entre 18 y 36, con lo que se obtiene una corriente eléctrica de un voltaje de unos 16,5 voltios, a una temperatura de 28° C, en su punto de máxima potencia, capaz de cargar una batería de 12 voltios.

La conexión de cierto número de paneles entre sí en una determinada combinación serie-paralelo, montados en un soporte rígido para producir una potencia máxima de salida deseada (potencia pico), con unos valores previstos de voltaje y corriente, forman un grupo o formación solar.

Dado que cada una de las células que componen el panel solar está afectada por la iluminación solar que recibe, otro tanto le ocurrirá al panel en su conjunto. La orientación de éstos debe ser distinta, según la latitud, evitando cualquier sombreado de los mismos o situaciones que no favorezcan la máxima exposición a la luz solar.



Conjunto de cuatro paneles solares conectados en paralelo.

En mediciones realizadas en Valencia con un determinado tipo de panel fotovoltaico comercial se obtuvieron captaciones de energía de 504,65 mWh/cm², en un día totalmente despejado, 166,03 en un día con nubes pasajeras e intervalos luminosos y 46,75 en un día nublado totalmente, pero

con nubes claras. Esto proporciona una idea de las bajas captaciones que el sistema va a obtener en días de escasa luminosidad.

Por otra parte, la construcción del propio panel y lo que se denomina «encapsulado» de las células solares distinguen unos paneles de otros en cuanto a su calidad. El sellado que el propio encapsulado proporciona a cada célula, su transparencia a las radiaciones de la luz solar, así como la resistencia a las condiciones atmosféricas del bastidor y del material exterior, sea cristal o producto plástico, es muy importante. De ello depende que se consiga una larga vida y un rendimiento uniforme de los paneles a lo largo del tiempo en caso de utilizar buenos materiales o, por el contrario, una corta vida y una baja de rendimiento con materiales inadecuados. Aunque como ya se indicó anteriormente, no existen normas de homologación universales, la tendencia se encamina a exigir a los paneles una duración mínima de veinte años en funcionamiento sin alteraciones sustanciales y con una pérdida de rendimiento máxima del 10 por 100 durante este mismo período, condiciones que parece habrán de cumplir en breve los materiales que se comercialicen en Estados Unidos para obtener la homologación correspondiente.

Los paneles fotovoltaicos producen corriente continua durante el día, con distintos voltajes y corrientes, si bien el voltaje, como ya se ha indicado, varía dentro de unos márgenes estrechos. Esto depende de la radiación del sol, posición, temperatura ambiente, etc.

La experiencia parece indicar que en la zona levantina (litoral valenciano), de España, un panel de 34 vatios de «pico» (potencia máxima obtenida cuando la insolación solar es la normal: 100 mW/cm^2), puede proporcionar alrededor de 240 Wh/día en verano y 150 en invierno. Para zonas situadas al norte o al sur de esta latitud, dentro de los límites de la geografía de la España peninsular, debe disminuirse o aumentarse, respectivamente, entre un 10 y un 15 por 100, aproximadamente.

ACUMULACION

La corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos puede consumirse directamente por equipos previstos para tal tipo de corriente, cuyo funcionamiento dependerá de la insolación que exista en cada momento. En este caso, una bomba de extracción de agua tendría velocidad variable a lo largo del día y no funcionaría fuera de las horas de suficiente iluminación solar.

Esta situación, hace que, en general, no pueda aprovecharse directamente la corriente continua producida por los paneles y haya que recurrir a acumularla en baterías para ir consumiéndola posteriormente. Las baterías tienen, por tanto, las funciones siguientes:

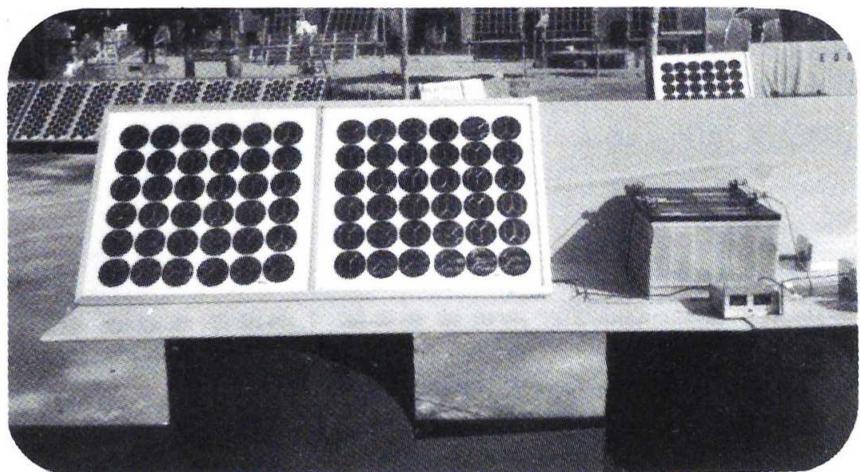
- Actúan como almacén regulador entre la producción y el consumo diario.
- Proporcionan una reserva de energía para su consumo durante los días en que no haya suficiente iluminación por exceso de nubosidad.

Las baterías que se vienen utilizando en las instalaciones de paneles fotovoltaicos son las normales de plomo-cadmio, puesto que las de mayor rendimiento, como las de níquel-cadmio, tienen un precio enormemente elevado, que las hace estar fuera, actualmente, de las posibilidades de este tipo de instalaciones.

Las condiciones que se debe exigir a un acumulador utilizado en instalaciones de energía fotovoltaica son fácil mantenimiento y larga duración.

Aunque existan muchos tipos de baterías, sólo distinguiremos entre las de arranque y las estacionarias o industriales. Las primeras, adecuadas para vehículos, pueden encontrarse en el mercado con mantenimiento normal, con bajo mantenimiento o sin mantenimiento. A pesar de poder recurrir a esta última modalidad, y de que su peso y dimensiones son relativamente reducidos, tienen unos inconvenientes acusados por tener una vida media muy baja (3 a 5 años), y una autodescarga muy elevada.

Por el contrario, las baterías estacionarias o industriales, de mayor peso y dimensiones, y que incluso cuentan con un mantenimiento normal, tienen las ventajas de una vida media elevada (unos quince años), y una baja autodescarga. Esto hace, en general, que a pesar de su precio más elevado, se aconseje este tipo de baterías para las instalaciones fotovoltaicas, en tanto que el mercado no facilite un tipo que reúna las ventajas de unas y otras.



Conjunto de paneles solares fotovoltaicos y batería de acumulación.

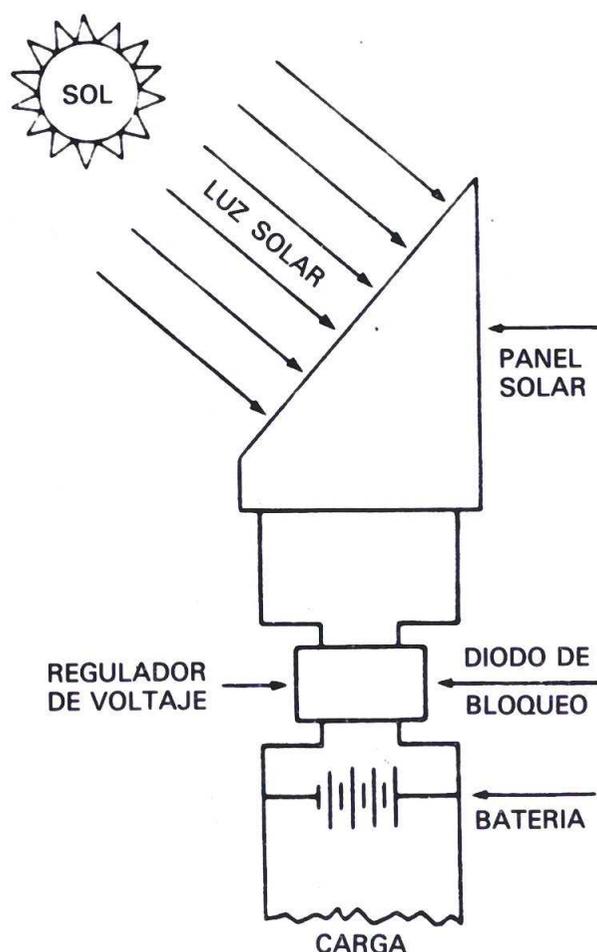
Hay que recalcar que las baterías son elementos enormemente delicados de las instalaciones de energía fotovoltaica. Se deben seguir escrupulosamente los cuidados de conservación de las mismas que indican las casas fabricantes, así como no sobrepasar en su descarga el 20 por 100 de su carga total, pues a partir de tal punto se hace prácticamente imposible su recarga.

Aunque algunas firmas aconsejan prescindir de los elementos de seguridad que vamos a mencionar, por ser innecesarios en los modelos que ponen en el mercado, lo normal es que el circuito panel solar-batería-panel solar, lleve intercalado un regulador de voltaje y un diodo de bloqueo.

El primero de los elementos consigue una alimentación uniforme de la batería o baterías, a pesar de las ligeras oscilaciones de voltaje producidas en los paneles.

Por su parte, el diodo de bloqueo se incorpora para evitar retornos de corriente hacia el panel en momentos en los que la baja luminosidad hace que las células solares no estén en trabajo.

Estos elementos, además de los de medida que lleve incorporado el sistema como amperímetro, voltímetro, medidor de carga de batería, etc., si bien proporcionan una seguridad de funcionamiento, ocasionan unos consumos de energía y unas caídas de tensión que hay que tener en cuenta en el cálculo inicial de la instalación.



Esquema del circuito completo paneles solares-batería-paneles solares.

CONSUMO

Para terminar, la última fase de la instalación está en el circuito que va desde las baterías a los lugares de consumo.

Dado que la producción de los paneles y la acumulación en las baterías, como ya se indicó, es en forma de corriente continua, lo ideal sería utilizar la corriente eléctrica en esta misma forma. De hecho, ciertos tipos de utilización permiten operar así y si nuestro único deseo es aprovechar la energía eléctrica para iluminación, sería absurdo transformar la corriente en alterna por existir material de iluminación que puede ser utilizado directamente con corriente continua.

Ahora bien, no siempre estamos en estas circunstancias. Muchos de los aprovechamientos pasan, inevitablemente, por la transformación de la corriente continua en alterna. Los convertidores son, pues, imprescindibles, a pesar de las inevitables pérdidas de energía, en ocasiones superiores al 25 por 100, y que igualmente habrá que tener en cuenta en la confección del proyecto de la instalación. La transformación para consumo a 220 voltios es, en muchos casos, totalmente imprescindible, por estar prácticamente normalizados muchos aparatos en el mercado en estas condiciones. De nuevo el problema es solventable con un transformador que hace que el consumo pueda realizarse en tales condiciones, corriente alterna a 220 V, con las ventajas e inconvenientes que conlleva para el sistema.

CONCLUSION

Toda la exposición anterior pone de manifiesto que la técnica de producción de electricidad a partir de la luz solar está avanzando enormemente en los últimos años.

Es verdad que la rentabilidad de las posibles instalaciones utilizando esta solución es muy discutible en la mayor parte de los casos, pero también es cierto que es un sistema que hay que tener ya en cuenta cuando se requieren bajas potencias a utilizar en lugares alejados de tendidos eléctricos clásicos. Por otra parte, la distancia que separa su utilización económica cada día se acerca más al mejorarse los rendimientos de los materiales empleados, abaratare sus costos y encarecerse, inexorablemente, la energía eléctrica producida por los medios normales.

Julio Lucini Casales