

# DE LORENZO

*Always leading the pack*

## ENTRENADOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

### DL SOLAR-C



DE LORENZO SpA V.le Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI) Italy  
Tel. ++39 02 8254551 - Fax ++39 02 8255181  
Web site: [www.delorenzoglobale.com](http://www.delorenzoglobale.com) - [www.delorenzoenergy.com](http://www.delorenzoenergy.com) -  
[www.technical-education.it](http://www.technical-education.it)

Página blanca

## INDICE DE CONTENIDO

	<b><u>Página</u></b>
UNIDAD 1 La energía solar: Nuestro compromiso con el medio ambiente.	5
UNIDAD 2 Células fotovoltaicas	9
UNIDAD 3 Reguladores de carga	11
UNIDAD 4 Acumuladores	13
UNIDAD 5 Inversores	15
UNIDAD 6 Tipología de instalaciones	17
UNIDAD 7 Descripción del entrenamiento	21
UNIDAD 8 Identificación de los componentes y puesta en marcha	25
UNIDAD 9 Medida de la irradiación solar	29
UNIDAD 10 Conexión y medida de los módulos solares	31
UNIDAD 11 Iluminación de la vivienda	35
UNIDAD 12 Medida de la tensión de la batería	37
UNIDAD 13 Sistema de riego	39
UNIDAD 14 Cálculo del consumo eléctrico	41

Página blanca

---

# UNIDAD 1. LA ENERGÍA SOLAR: NUESTRO COMPROMISO CON EL MEDIO AMBIENTE

---

Los medios técnicos para aprovechar la energía solar son más antiguos de lo que parece, pero es ahora cuando más los necesitamos. No aprovechar desde hoy con fines energéticos la radiación de esa estrella inagotable, puede suponer un desagradable revés a nuestra cómoda existencia. El llamado mundo desarrollado está basado en el consumo compulsivo de los combustibles de origen fósil que extraemos de su madriguera de millones de años. Es el sol embotellado en la panza de la Tierra, pero que cobra un caro tributo por abandonar su letargo para producir energía: la emisión al espacio de gases tóxicos para todas las formas de vida. El aprovechamiento directo de su radiación, que nos llega a la superficie de la Tierra después de recorrer 150 millones de kilómetros, no tiene ese inconveniente, ni ningún otro.

## ¿ENERGÍA ELÉCTRICA CON EL SOL?

Rotundamente Sí. La radiación solar podemos -y debemos- aprovecharla para obtener energía eléctrica para todas nuestras necesidades, incluso para venderla a las compañías suministradoras, con lo que se invierte la situación actual de compradores. Disponiendo hacia el Sol los módulos o paneles solares -que tales son sus denominaciones generalizadas- necesarios, se puede conseguir electricidad para, al menos, las siguientes aplicaciones:

**Caravanas.**  
**Chales.**  
**Viviendas habituales.**  
**Comunidades.**

A la supuesta pregunta de si los paneles solares están actualmente en condiciones tecnológicas de suministrar toda la electricidad necesaria para esas aplicaciones, la respuesta es de nuevo **sí**. Pero.....

En nuestra vida cotidiana en el entorno del hogar empleamos dos tipos de aparatos consumidores de electricidad: los electrónicos y pequeños electrodomésticos por una parte y el resto de equipos por otra. Los primeros, que corresponden a los equipos de imagen y sonido, batidoras, molinillos, etc., presentan un consumo eléctrico bajo que puede ser asumido con facilidad por pequeñas y económicas instalaciones solares. Sin embargo, las planchas eléctricas, lavadoras, lavavajillas, tostadores, calentadores e, incluso, los frigoríficos, tienen un consumo tan alto al arranque o de modo constante que requerirían grandes y costosas instalaciones, de difícil justificación comercial. La solución: **La energía alternativa**, de tal modo que la solar se encargue de una parte, cuyo valor determina el usuario, y el resto que se alimente con energía convencional, la cual puede tener dos procedencias:

**La red eléctrica**, cuando se dispone de la acometida correspondiente. Este modo tiene a su vez dos variantes:

- Conmutación automática entre solar- convencional en función de la demanda.
- Sectorización. Los equipos de bajo consumo se alimentan con energía solar y el resto con la convencional.

**Generación autónoma.** Cuando no se dispone de la acometida, esta energía puede proceder de un sistema autónomo, tal como un generador alimentado con combustible. La distribución seguirá los criterios del punto anterior.

En los siguientes capítulos se desarrolla el modo de saber la energía necesaria para una aplicación determinada y las tipologías de las instalaciones solares.

## LA ENERGÍA SOLAR SOBRE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

La radiación solar incide sobre la superficie terrestre después de atravesar la atmósfera, en la que se atenúa considerablemente.

La necesidad de cuantificar tal energía para poder dimensionar las instalaciones, ha dado lugar a la **constante solar** con la que se indica la energía que incide fuera de nuestra atmósfera, y cuyo valor es de aproximadamente mil trescientos cincuenta vatios por metro cuadrado ( $1,3 \text{ KW/m}^2$ ).

De esa cantidad llega a la superficie terrestre mil vatios por metro cuadrado ( $1 \text{ KW/ m}^2$ ) en la condición de radiación perpendicular al plano de tierra, lo que equivale en términos energéticos a casi un barril de petróleo.

### ¿CUANTAS HORAS DE SOL?

El Sol proporciona esa cantidad de energía solo durante unas horas que son llamadas **horas pico de sol**, que dependen de la zona en la que está la instalación y de la estación del año. Así, a modo de ejemplo:

Sur de España	6 horas
Norte de España	3,5 horas

Tales horas corresponden a la media anual.

La figura 1.1 muestra un gráfico de la irradiación solar para el Italia.

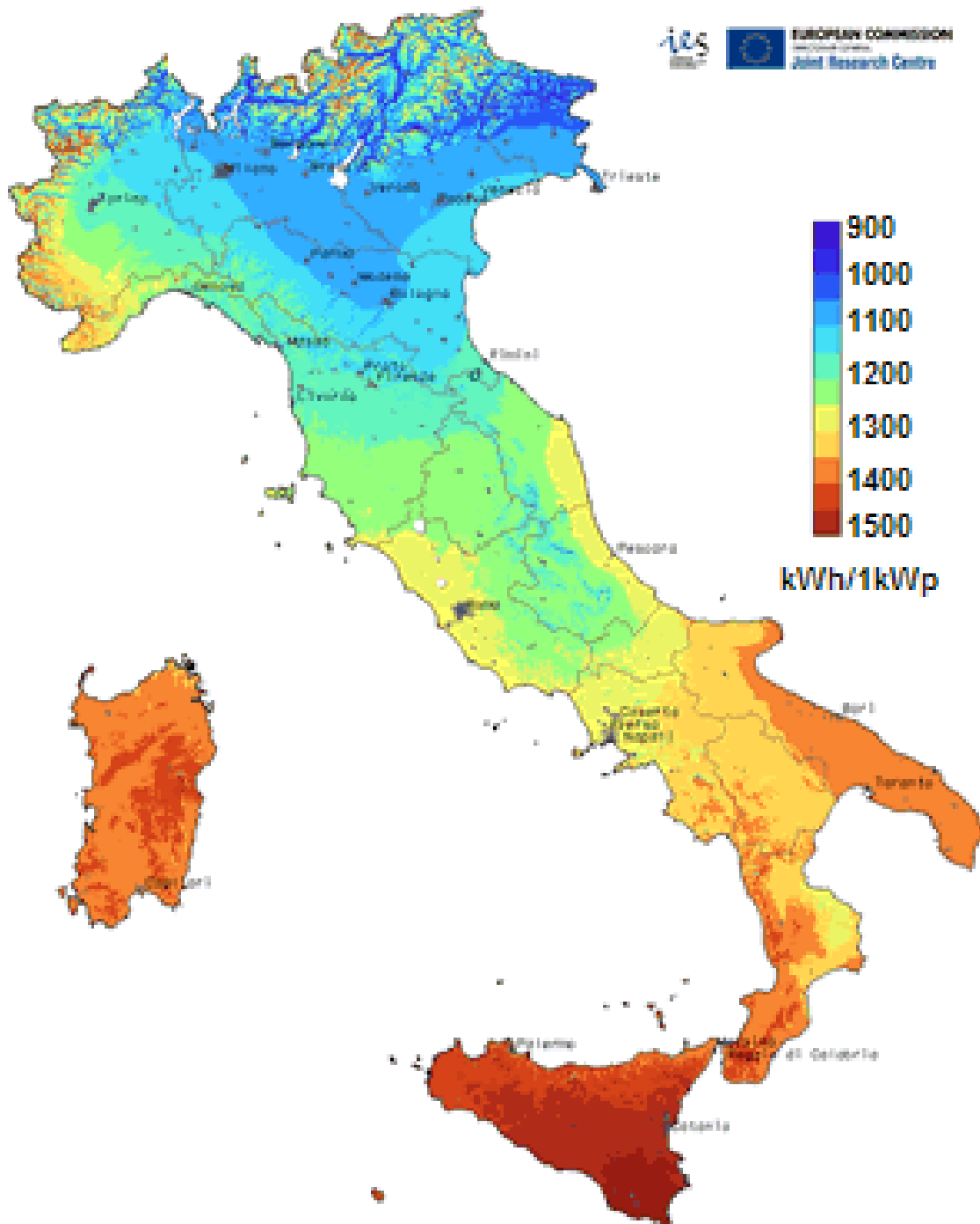


Fig. 1.1.

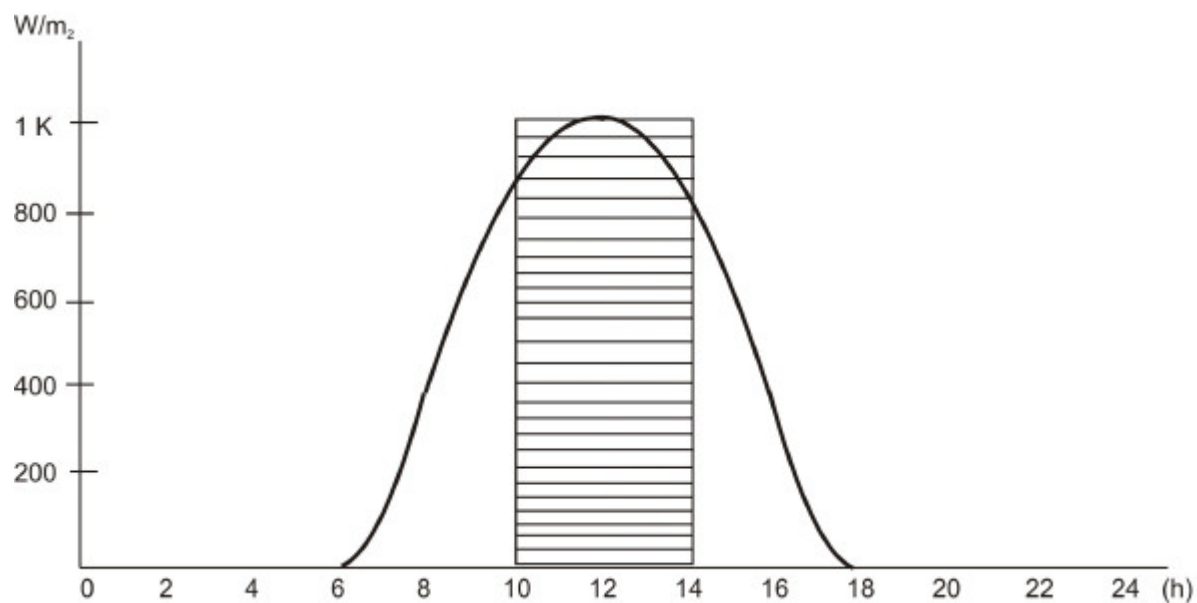


Fig. 1.2. Franja de horas pico de sol

Durante las horas restantes de luz también hay aprovechamiento energético, pero de menor cuantía, tal como muestra el gráfico de la figura 1.2. Ese dato es imprescindible para poder dimensionar las instalaciones.



# UNIDAD 2. CÉLULAS FOTOVOLTÁICAS

Las células solares o fotovoltaicas, que tales son sus denominaciones, son convertidores directos de la energía electromagnética del Sol en energía eléctrica.

El primero en descubrir su efecto fue Becquerel en 1839 basándose en su célula electroquímica. Sin embargo, hasta 1954 no se dispuso de células fotoeléctricas con rendimiento apreciable. Empleadas inicialmente para aportar energía eléctrica a los satélites de comunicaciones, actualmente es un productos desarrollado tecnológicamente con una importante aplicación en las energías renovables para reducir el consumo de los combustibles de origen fósil.

## 2.1. PRINCIPIO FÍSICO

Tal como se ha indicado en la introducción, el principio de las células fotovoltaicas consiste en la separación de los electrones de valencia con los fotones de de la luz de su material semiconductor para dar lugar a la generación de pares electro-hueco y, finalmente, a una corriente eléctrica por su interior. La figura 2.1. muestra un ejemplo de tal circulación por un núcleo de silicio.

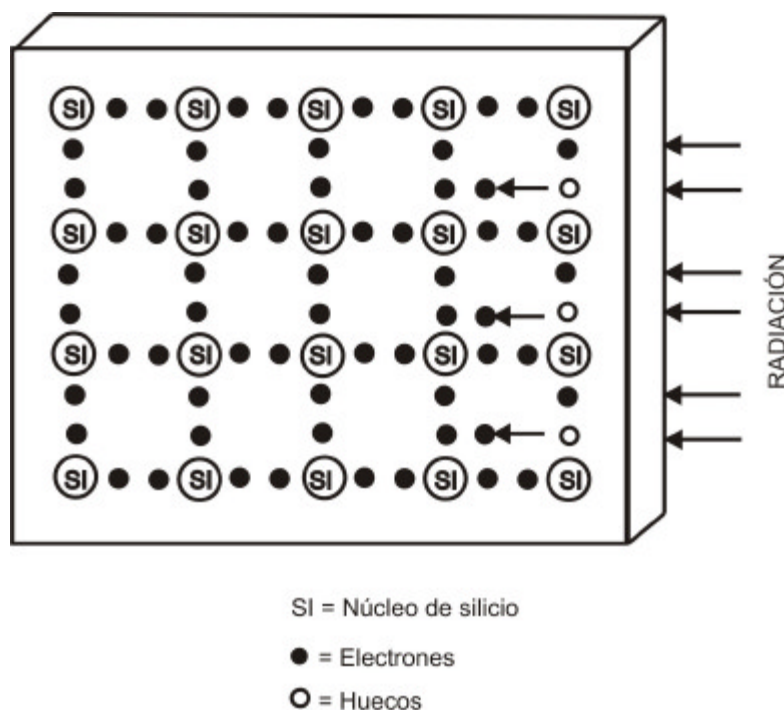


Fig. 2.1. Célula de silicio con detalle de los electrones y huecos

El material semiconductor está formado por dos regiones; una con carga eléctrica negativa (N) y otra con positiva. Se consigue esa condición en el silicio dopándolo con impurezas tales como el fósforo, que aporta electrones y, por tanto, queda con carga negativa, y con boro para provocar defecto y por tanto queda con carga positiva.

Las dos regiones tienen un espacio de separación de solo algunas micras denominado barrera que evita la recombinación en ausencia de luz. Ante los fotones, se produce el efecto que muestra la figura 2.2 que da lugar a la corriente eléctrica.

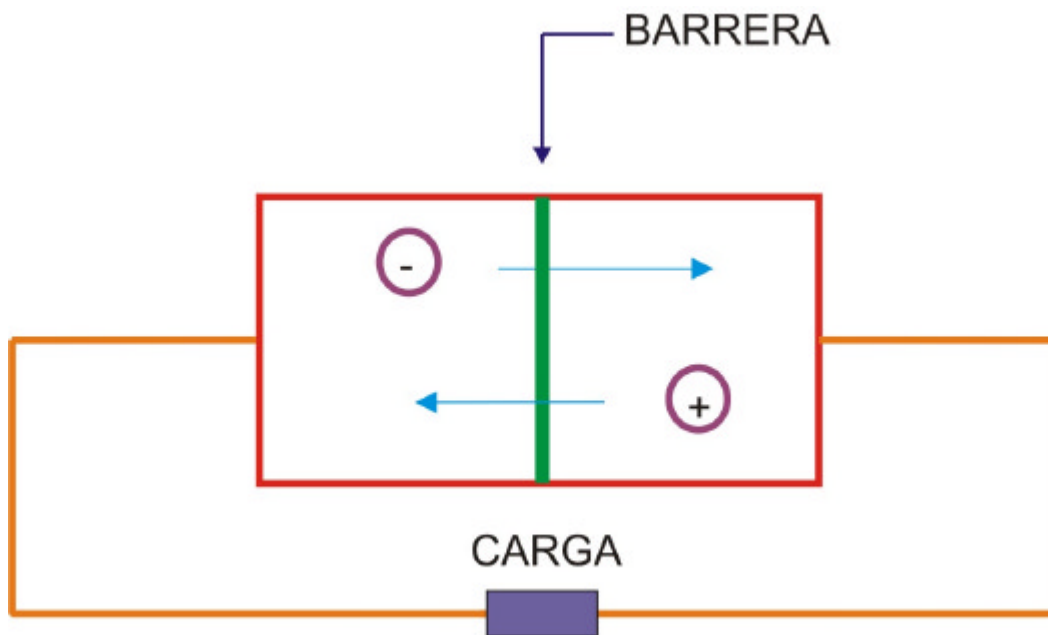


Fig. 2.2. Circulación de electrones y huecos en la célula como consecuencia de la incidencia de fotones.

## UNIDAD 3. REGULADORES DE CARGA

En las instalaciones en las que la energía eléctrica suministrada por los módulos fotovoltaicos tiene que ser acumulada por su empleo en tiempos diferentes, es necesario interponer un regulador para controlar la carga de la batería, tal como muestra la figura 3.1.

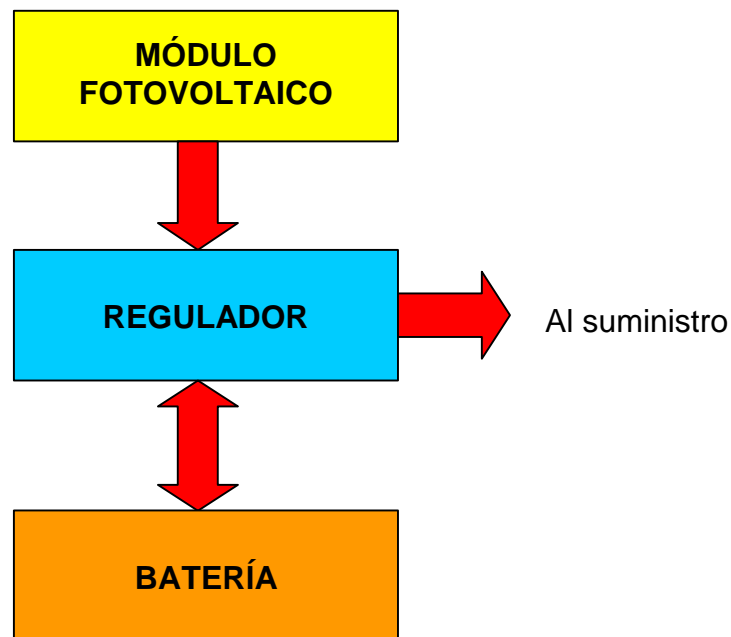


Fig. 3.1. Dispositivo del regulador en el sistema.

El regulador determina cuando hay carga la batería con la corriente del módulo fotovoltaico y la desconecta cuando está completamente cargada.

La figura 3.2. muestra un módulo comercial.



Fig. 3.2. Regulador de carga comercial

Dos son básicamente los parámetros que lo definen este importante componente:

**Tensión:** Valor de la tensión de entrada.

**Corriente:** Valor de la corriente que puede suministrar a la instalación.

## UNIDAD 4. ACUMULADORES

La necesidad de acumular la energía eléctrica durante el día para emplearla durante la noche -por ejemplo- da lugar a este importante dispositivo denominado comúnmente batería.

Este sistema de acumulación está compuesto por vasos electroquímicos dispuestos en serie o en paralelo para obtener la tensión y la corriente necesarias. La figura 3.1. muestra un detalle constructivo de este componente.

Los dos electrodos que constituyen la salida de corriente son uno de dióxido de plomo para el ánodo, que corresponde al positivo y el otro de plomo para el cátodo o positivo. Entre ambos está un electrolito que permitirá la carga eléctrica.

Al aplicarle un potencial eléctrico destinado a su acumulación, se forma óxido de plomo en el ánodo y plomo en estado puro en el cátodo y se libera ácido sulfúrico al electrolito, con lo que se aumenta la concentración hasta que se produce la carga total.

Posteriormente, durante la descarga a través de los equipos a alimentar, se forma sulfuro de plomo en ambos electrodos y se absorbe ácido sulfúrico del electrolito, tal como muestra la figura 4.1 .

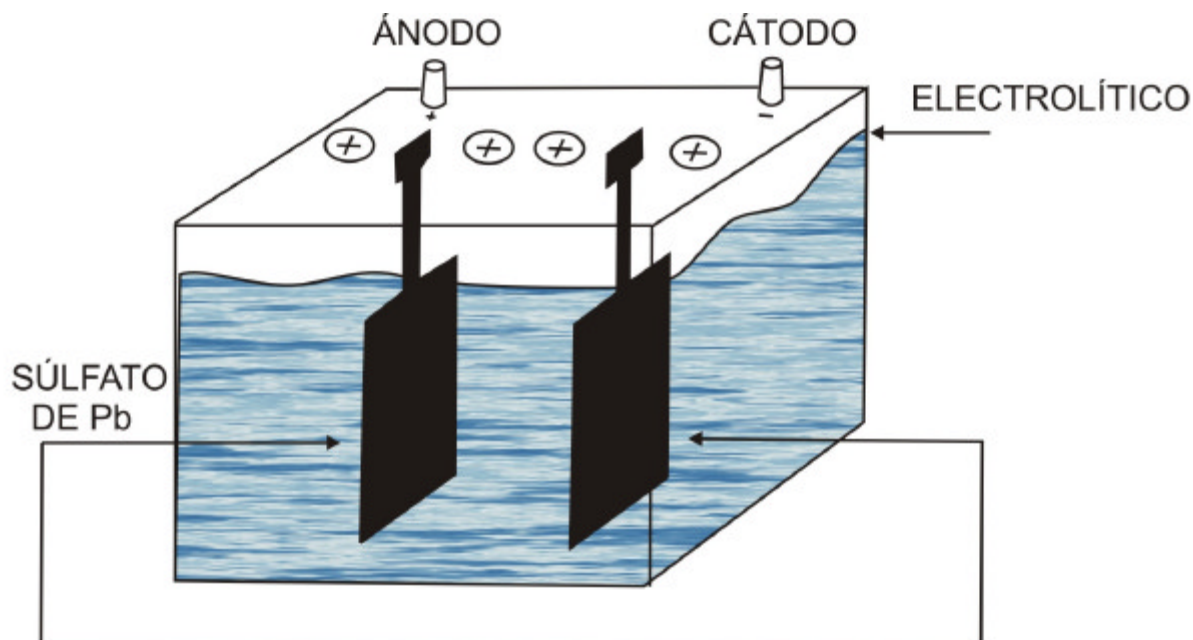


Fig. 4.1. Detalle de composición de un vaso

El electrolito de las baterías puede estar en su estado natural o bien gelificado para evitar el derrame del líquido ante rotura del depósito.

Cuatro son los parámetros básicos que definen este componente:

<b>Tensión:</b>	Diferencia de potencial (voltios) que proporciona.
<b>Capacidad:</b>	Cantidad de carga que se puede extraer en un determinado número de horas (por ejemplo 100 Ah).
<b>Profundidad de descarga:</b>	Es el cociente entre la carga extraída y su capacidad. Se cuantifica en %.
<b>Régimen de carga/descarga:</b>	Este parámetro se emplea para relacionar la capacidad total y la intensidad a la que se carga o se descarga.

## UNIDAD 5. INVERSORES

La corriente continua procedente de los paneles solares y de los acumuladores puede ser empleada para alimentar circuitos de alumbrado y algunos equipos del hogar, por ejemplo un receptor de televisión portátil, pero no así la gran mayoría de los de utilización generalizada porque requieren corriente alterna con voltaje normalizado de 110 (América) o 230 V (Europa). Tal circunstancia da lugar a la incorporación en las instalaciones fotovoltaicas, eólicas o híbridas del denominado inversor, el cual está configurado como un convertidor de corriente continua a alterna (DC/AC), con salida en los indicados voltajes y con la frecuencia que corresponda (50 o 60 Hz, dependiendo del continente de utilización). La figura 5.2 muestra la posición que ocupa el indicado inversor en las instalaciones solares.

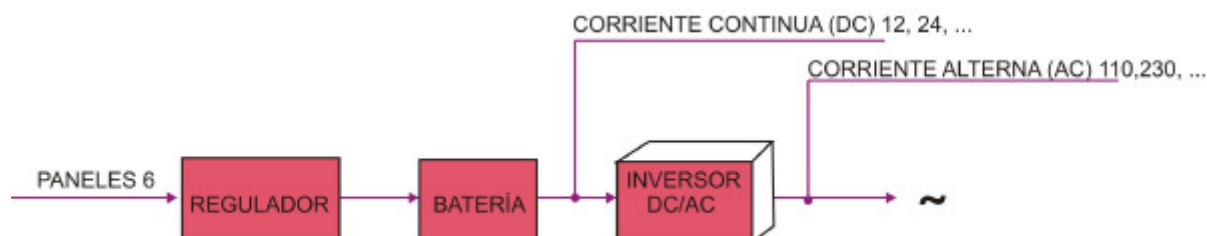


Fig. 5.2. Disposición del inversor en las instalaciones

El equipo recibe la corriente continua procedente del acumulador, la cual se puede emplear, así mismo, para alimentar componentes o equipos de sus mismas características, y proporciona de salida la indicada corriente alterna con los valores de tensión y frecuencia en correspondencia con los equipos a alimentar, lo que constituye la línea de suministro principal, sino la única, en las instalaciones solares para aplicación en los hogares o similares.

Tres son sus parámetros:

**Tensión de entrada:** Valor de la tensión continua de entrada.

**Tensión de salida:** Valor de la tensión alterna de salida.

**Corriente:** Valor de la corriente de salida para el consumo.

La figura 5.2 muestra algunos módulos comerciales.

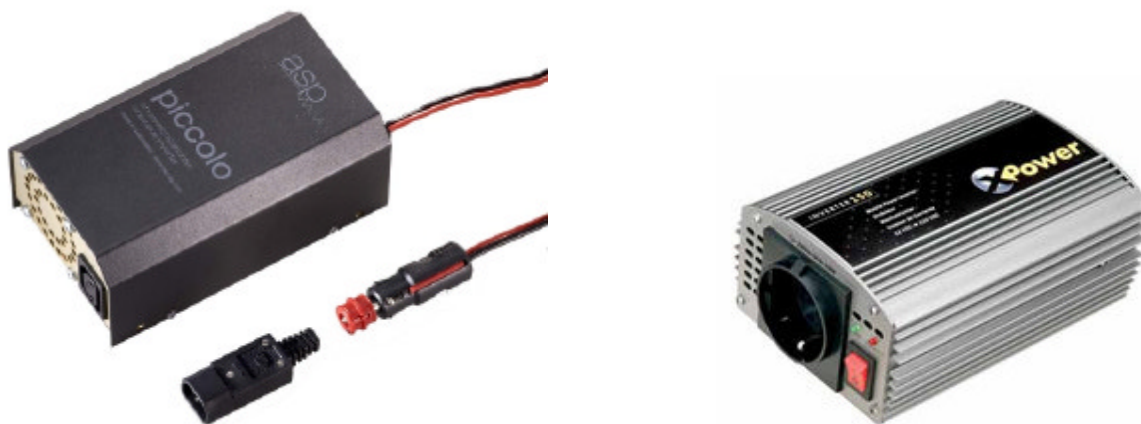


Fig. 5.2. Reguladores comerciales



## UNIDAD 6. TIPOLOGÍA DE INSTALACIONES

En las instalaciones de energía fotovoltaica como medio generador de electricidad se pueden considerar cuatro tipos, que son:

- Suministro de corriente continua para alimentación aislada.
- Suministro de corriente alterna por alimentación aislada.
- Suministro de corriente alterna para conexión a red.
- Sistemas de bombeo de agua.

Naturalmente, el sistema podrá cumplir una condición específica o varias, por ejemplo suministro combinado de corriente continua o alterna o bien alterna con eléctrica y bombeo de agua. Las cuatro tipologías son descritas a continuación.

### 6.1. SUMINISTRO DE CORRIENTE CONTINUA AISLADA

Corresponde esta tipología a la de una instalación de suministro de energía eléctrica de corriente continua de 12 V o 24 V para alimentación de lámparas de alumbrado, receptor de TV portátil y similares. En tal condición, los componentes que intervienen son los siguientes:

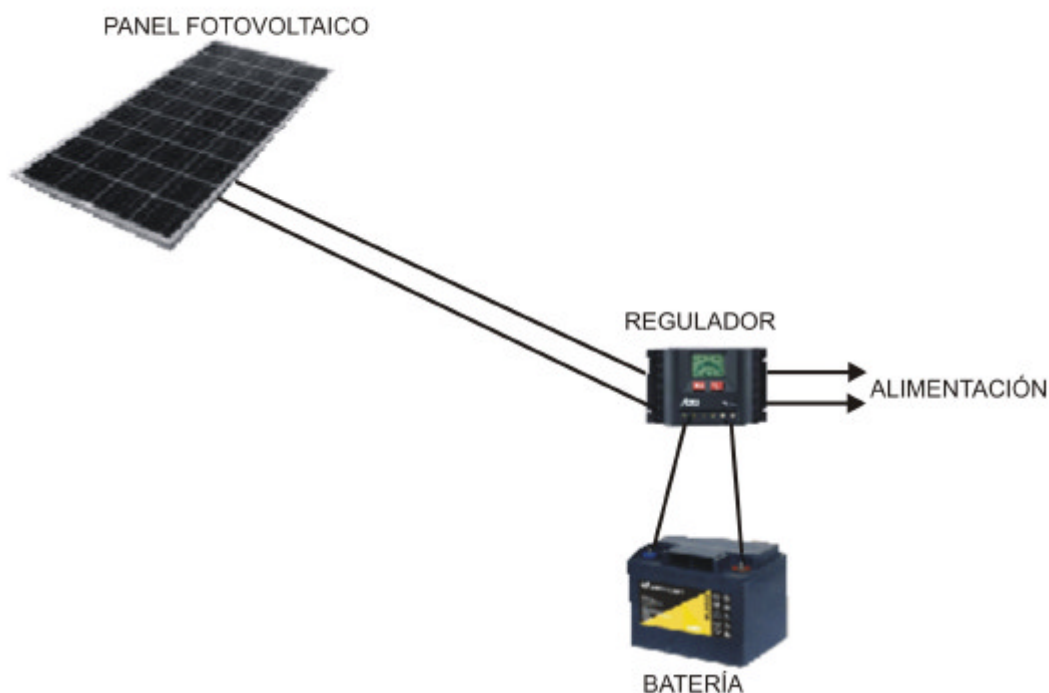


Fig. 6.1 Instalación básica

- Módulo fotovoltaico:** Sistema de captación que proporciona energía eléctrica con la radiación del sol.
- Regulador:** Dispositivo eléctrico de control de carga de la batería. Suministra a la salida la corriente del panel o de la batería, según las condiciones de carga.
- Batería:** Sistema de almacenamiento de la energía eléctrica generada por el módulo.
- En este importante componente se almacena la energía generada no consumida, para aprovecharla en otros momentos, por ejemplo durante la noche.

La salida del regulador se aplica al consumo, que puede ser de 12 V o 24 V, igual que el panel y la batería.

## 6.2. SUMINISTRO DE CORRIENTE ALTERNA AISLADA

Esta instalación, a diferencia de la anterior, proporciona continuamente alterna para alimentar el equipo que requiera esa forma, por ejemplo los pequeños electrodomésticos, los receptores de TV de tamaño medio y grande, etc. Permite, así mismo, mantener lo contrario por si es necesaria.

Su nuevo componente es el inversor, ya descrito, el cual recibe la tensión de antena del regulador y proporciona la alterna de la tensión y potencia necesarios.

## 6.3. SUMINISTRO DE CORRIENTE ALTERNA PARA CONEXIÓN A RED

La conexión a red supone la inyección de la energía eléctrica generada por el sistema solar en la red de suministro para posibles funciones facilidades muy concretas:

- **Energía alternativa.** Corresponde esta tipología al procedimiento de amplexo del abastecimiento tradicional y del renovable, de tal modo que la factura –y la contaminación- se reduce.

La energía de origen solar se inyecta a través de un denominado inversor de red, en la instalación interior, produciéndose la condición indicada.

Esta tipología es la más adecuada para viviendas permanentes, en la que hay disposición de gran consumo tales como la lavadora, que el sistema solar no puede observar por razones económicas absorber, pero si el resto.

**Ventana de energía:** Tal como se ha indicado. la instalación solar se puede emplear para vender la energía generada, procediendo a inyectarla en las redes públicas de suministro en las condiciones técnicas exigidas. La figura 6.2. muestra su configuración.

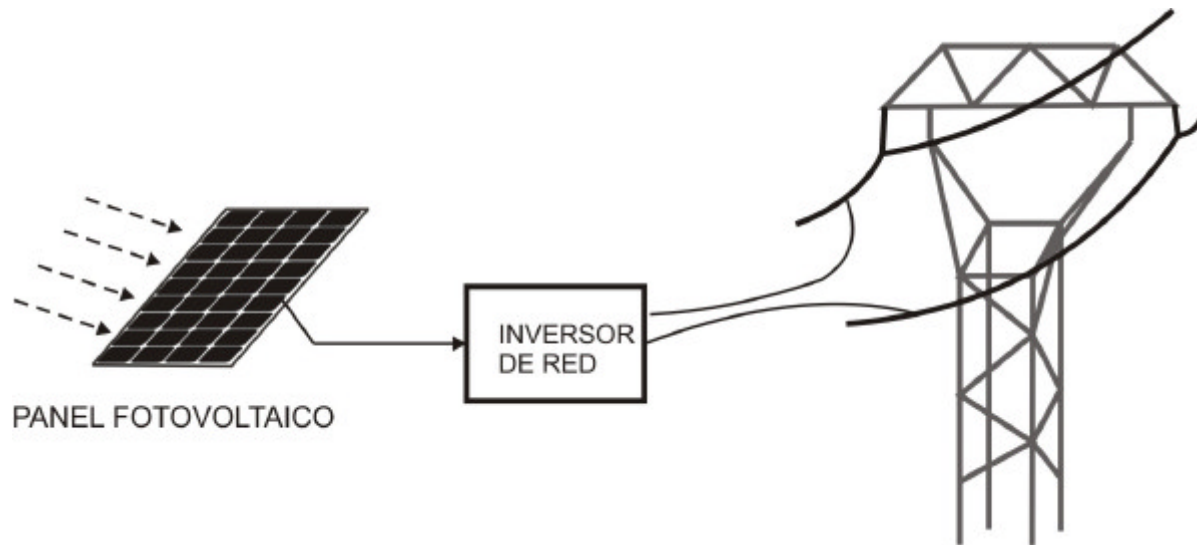


Fig. 6.2. Inyección de energía en la red

Si se desea se puede instalar un contador para que se controle el de la renovable. La instalación de este tipo requiere complicar la normativa vigente, la cual debe ser convertida.

Página blanca

# UNIDAD 7. DESCRIPCIÓN DEL ENTRENADOR

El entrenador SOLAR-C está configurado como una vivienda alimentada con energía solar, con el añadido de una bomba para extraer agua de un pozo.

A efectos didácticos se puede considerar formado por cinco secciones, que son las siguientes:

## SISTEMA DE ILUMINACIÓN

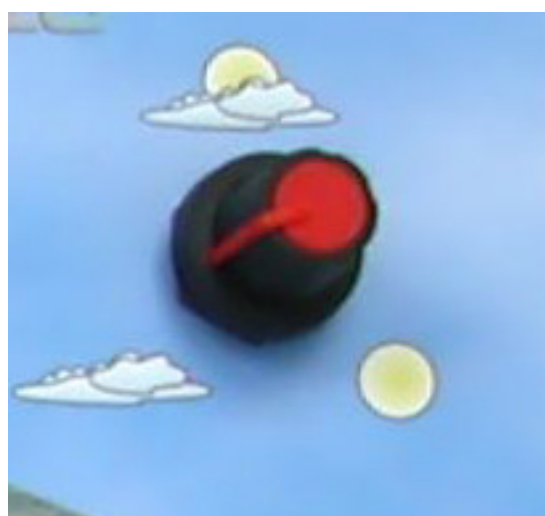
Para permitir el funcionamiento del equipo dentro del aula, en la que se supone que no hay luz suficiente para los paneles o módulos fotovoltaicos, se ha dispuesto un puente con dos lámparas dicroicas de 50 W alimentadas con la energía eléctrica de la red.

Dos acciones muy concretas permiten este sistema:

- Desplazar la luz que incide sobre los módulos solares un arco de 90°, simulando así el recorrido del sol de este a oeste.
- Modificar la intensidad luminosa con el mando dispuesto en el ángulo superior derecho del panel del entrenador. Es posible variar desde oscuridad a máxima radiación, que se considera cuando el sol está en su cenit.



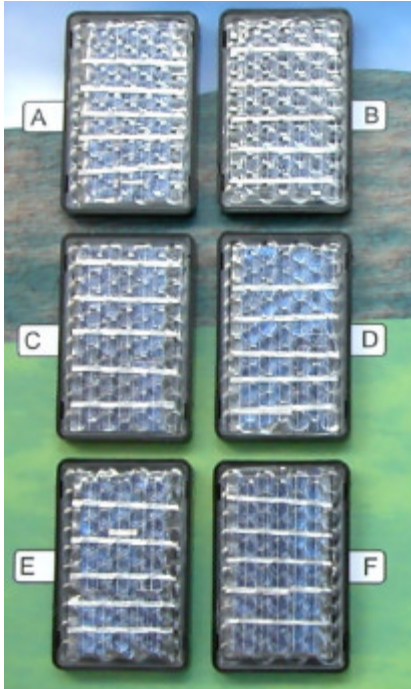
Detalle del puente



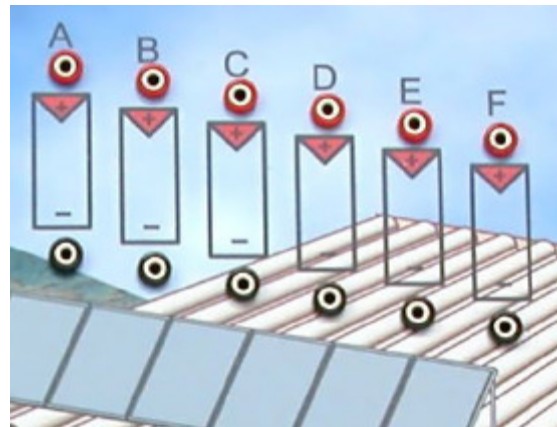
Detalle del regulador de iluminación

## MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se han dispuesto en el equipo seis pequeños módulos fotovoltaicos (A-G) de 0,5 V, 100 mA máximo finalizados en terminales hembra de 2 mm. para permitir las prácticas de conexionado en serie, paralelo y combinado, al modo de las instalaciones reales.



Detalle de los paneles



Detalle de las hembrillas

## SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Para ejemplificar el funcionamiento de una instalación real, el sistema incorpora un acumulador que se carga con la energía de los módulos fotovoltaicos cuando hay pocos o nulo consumo (por ejemplo, las lámparas apagadas).

La energía eléctrica acumulada solo permite aproximadamente unos minutos de autonomía de la iluminación, lo suficiente para que los alumnos observen el efecto y pongan en práctica los procesos de carga y descarga.

Se ha incorporado un interruptor para que la vivienda funcione con y sin sistema de acumulación.

## ILUMINACIÓN DE LA VIVIENDA

La iluminación de la vivienda consiste en dos lámparas de interior y una farola de exterior, estado controlado su funcionamiento mediante interruptores.



## SUMINISTRO DE AGUA

Para ejemplificar la extracción de agua de un pozo, se ha dispuesto un motor a modo de bomba, el cual se pone en funcionamiento con un interruptor.

Cuando se acciona, se puede comprobar el giro del motor, lo que daría lugar en una aplicación real al suministro de agua.

En un lateral se ha dispuesto una base de red con interruptor y fusible para alimentar el puente de la iluminación artificial.

Si el equipo se emplea en el exterior, tal alimentación carece de sentido.

Página blanca



---

# UNIDAD 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES Y PUESTA EN MARCHA

---

**Finalidad:**

Identificar todos los componentes y mandos operativos y asociarlos con su función. Posteriormente a tal acción, poner en funcionamiento el equipo para comprobar el funcionamiento del puente de luz.

**Equipamiento necesario:**

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

**Procedimientos:**

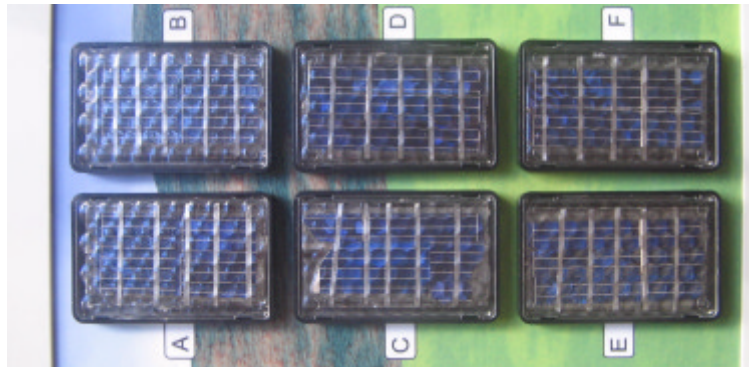
- a) Identificar el puente de luz dispuesto en el lateral izquierdo del entrenador y llevar a cabo las siguientes acciones:
- Girar hacia la izquierda los pomos laterales, desplazar el puente de luz y situarlo en vertical, comprobando que admite un ángulo de giro de 90° respecto del plano del entrenador.
  - Observar las dos lámparas dicroicas en su interior.
  - Apretar los pomos para dejar el puente estable en posición vertical.



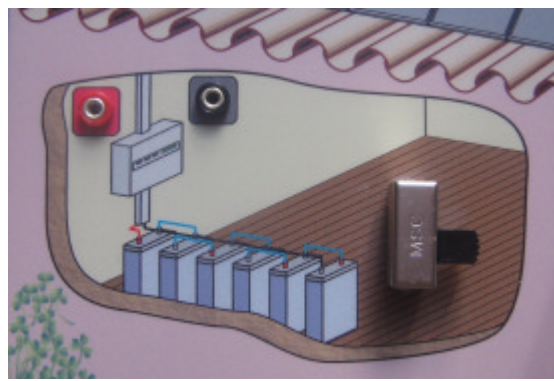
Detalle de un pomo lateral

b) Identificar el panel frontal y, en el, los siguientes componentes:

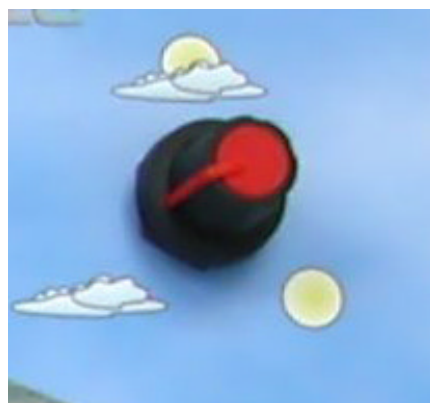
- Los seis módulos fotovoltaicos dispuestos bajo el puente de luz.



- La simbología y las hembrillas de los seis módulos marcados con A-G sobre el tejado de la vivienda.
- El interruptor de la batería en el cuarto de mecanismos.



- Las lámparas y los interruptores de las lámparas de iluminación de la vivienda.
- El motor de extracción de agua y su interruptor.
- El mando de control de intensidad luminosa del puente.



- c) El conjunto de cables compuesto por los siguientes:
- Cables de red con toma de tierra.
  - Cables con doble clavija de 2 mm.
- d) Identificar la base de red dispuesto en la parte anterior del entrenador y, en ella, su interruptor general.



- e) Conectar el cable de red, accionar su interruptor, maniobrar sobre el mando del regulador de luz y comprobar que la intensidad se extiende desde la oscuridad al máximo de potencia (sol en el cenit). No obstante, antes de llevar a cabo este procedimiento, tener muy en cuenta la siguiente advertencia:

**La instalación de la que se tome la energía eléctrica tiene que estar imprescindiblemente protegida por un interruptor diferencial de una sensibilidad no superior a 30 mA. y tener normalidad en su toma de tierra.**

Página blanca

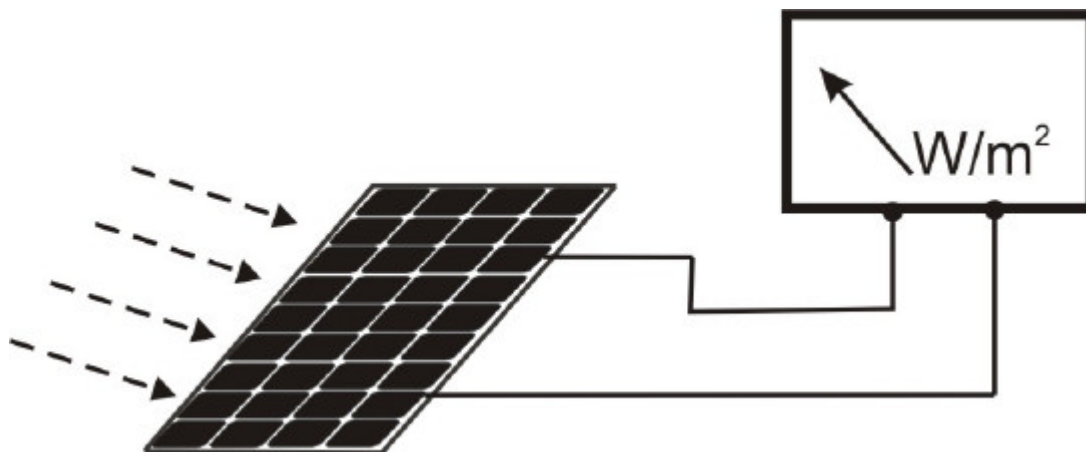
# UNIDAD 9. MEDIDA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR

## Finalidad:

Simular la medida de la irradiación solar del aula.

## Descripción:

La irradiación solar corresponde a la energía del sol que incide por unidad de superficie. Se indica en  $W/m^2$  y se mide con instrumentos especializados que incorporan una célula calibrada y un medidor analógico o digital.



Sin embargo, conceptualmente, se puede medir la irradiación solar del aula con el SOLAR-C del siguiente modo:

- Empleando un módulo solar a modo de célula calibrada. No dará precisión pero permite aplicar el procedimiento habitual en el entorno profesional.
- Utilizar el polímetro situado en la escala de medida de tensión continua, multiplicado por 10 el valor obtenido. La tensión que da el panel empleado en el SOLAR-C es muy aproximadamente una décima del que se obtendría con el procedimiento profesional.

**Equipamiento necesario:**

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

**Procedimientos:**

- a) Situar el entrenador en la posición y lugar con mas incidencia de luz ambiente.
- b) Conectar el polímetro situado en medida de tensión continua a las hembrillas del módulo fotovoltaico A y medir y anotar el valor obtenido. Después multiplicarlo por 10, que equivale en el entrenador a la irradiación solar.

Irradiación solar =             $W/m^2$

---

# U NIDAD 10. CONEXIÓN Y MEDIDA DE LOS MÓDULOS SOLARES

---

## Finalidad:

Conexionar los módulos fotovoltaicos y medir su tensión y su corriente de cortocircuito con la luz del aula y con la de su puente de iluminación.

## Descripción:

Los módulos solares proporcionan 0'5 V. y como máximo 100 mA con la luz del sol en su máxima irradiación, lo que no se ha previsto en el entrenador para no calentarlos en exceso. Se pueden poner en paralelo para sumar su corriente o en serie para sumar su tensión, manteniendo la corriente. No obstante, esa condición solo se consigue si son exactamente iguales, lo que no siempre se cumple, obteniendo por tanto un valor diferente.

En el primer procedimiento se procederá a medir la tensión y la corriente generadas en un solo módulo y sin carga y en los siguientes asociándolos en serie.

## Equipamiento necesario:

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

## Procedimientos:

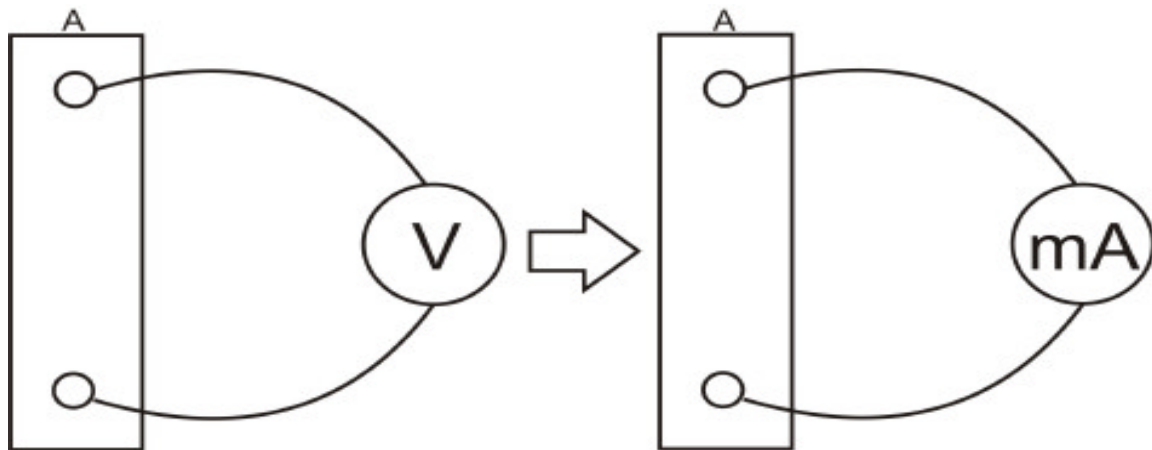
a) Situar el equipo con el puente de iluminación cerrado y sin conectar a la red y llevar a cabo las siguientes acciones:

- Conectar las puntas del polímetro situado en  $V_{DC}$  a las hembrillas del módulo fotovoltaico A (al empleo de uno u otro es indistinto) y anotar el valor obtenido:

Tensión en circuito abierto =                      V

- Cambiar ahora la escala del polímetro a medida de corriente continua ( $A_{DC}$ ) y anotar el valor:

Corriente de cortocircuito:                      mA



b) Situar el puente de iluminación en vertical, conectar a la red eléctrica y llevar a cabo las siguientes acciones:

- Repetir el procedimiento de medida de tensión y anotar el nuevo valor máximo obtenido.

Tensión en circuito abierto =                    V

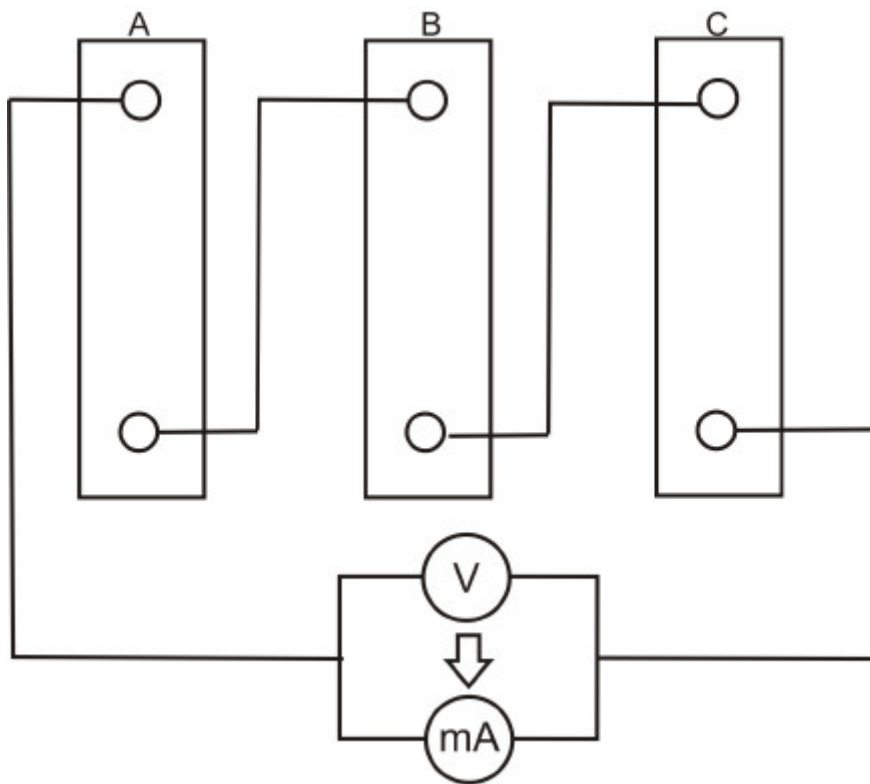
- Repetir el procedimiento de medida de la corriente y anotar el nuevo valor máximo.

Corriente de circuito =                    mA

Con los procedimientos llevados a cabo, sacar conclusiones de los valores obtenidos con los dos niveles de iluminación.

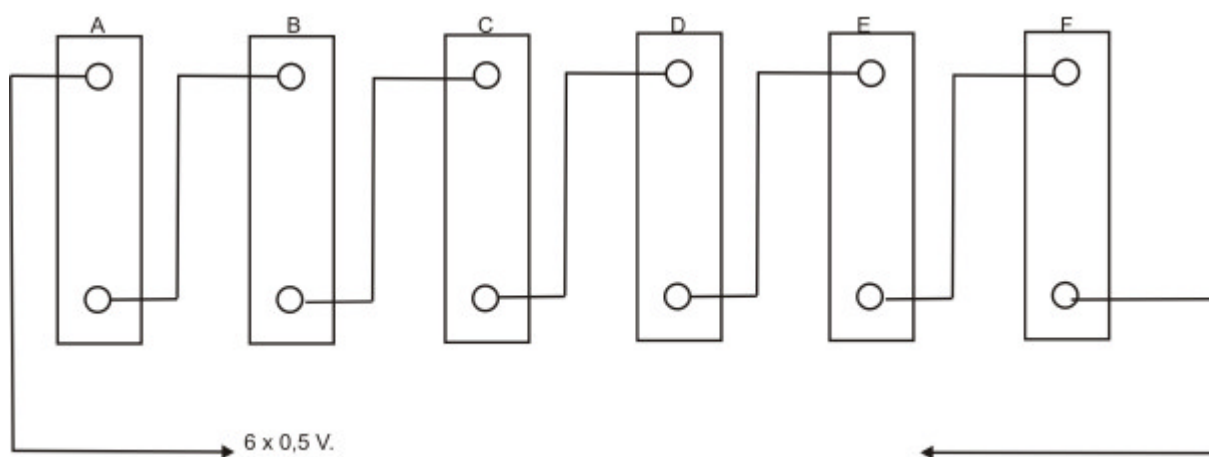
- c) Repetir procedimientos anteriores para diferentes niveles de iluminación del puente.
- d) Cablear, por ejemplo, tres módulos fotovoltaicos para disponerlos en serie y repetir las operaciones de medida de tensión y corriente.





La tensión obtenida será muy aproximadamente la suma de los tres módulos (1,5 V), pero no la corriente por la desigualdad entre ellos.

e) Repetir este procedimiento con los seis módulos.



Página blanca

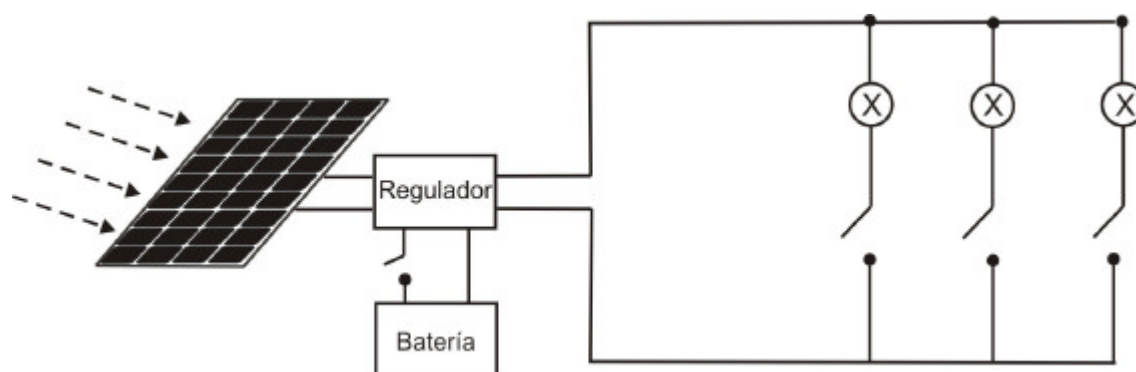
# UNIDAD 11. ILUMINACIÓN DE LA VIVIENDA

## Finalidad:

Interconectar los seis módulos fotovoltaicos y aplicar la tensión obtenida a la vivienda, en la que se supone que están instalados el regulador de carga y su batería correspondiente.

## Descripción:

La instalación consta de tres lámparas de iluminación que se controlan con sus interruptores correspondientes. En tal condición, la instalación tiene la siguiente configuración:



El módulo solar –la nueva serie formada por los seis– proporciona los 3 V (6x0'5 V) necesarios, los cuales se aplican al regulador interno y, opcionalmente, a la batería para acumulación de energía con vistas a satisfacer la demanda en ausencia de luz solar.

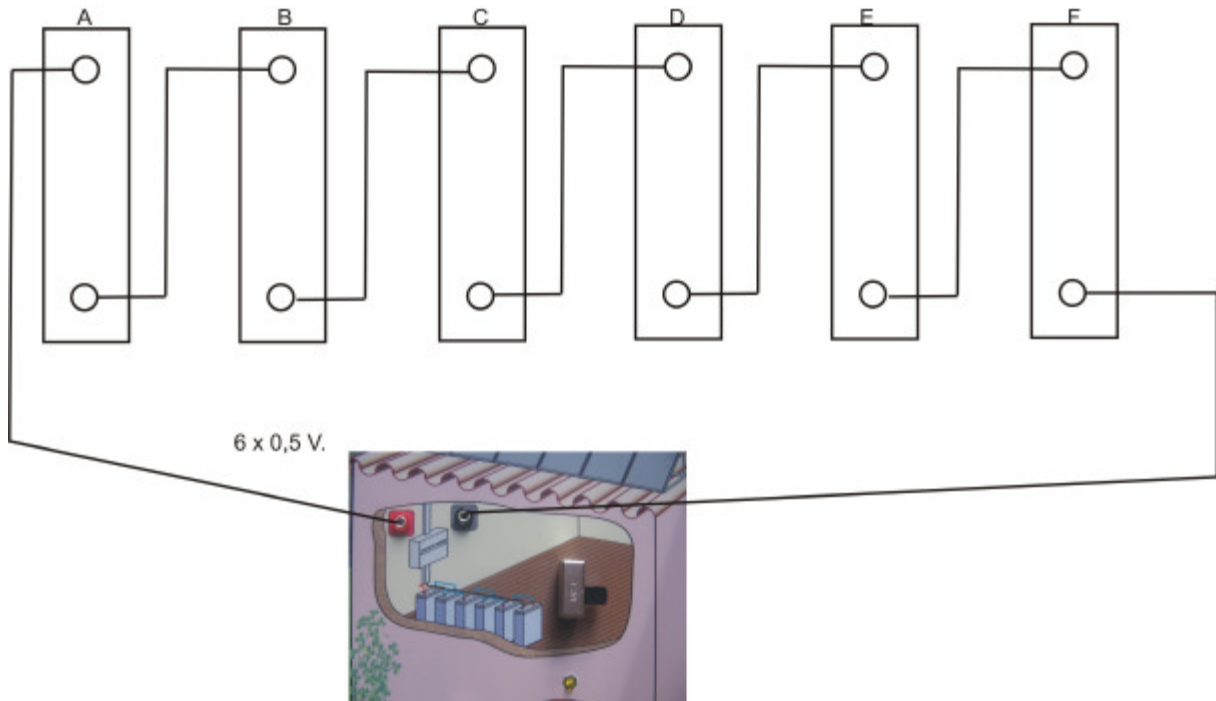
Se ha dispuesto un interruptor en la batería para experimentar los efectos de acumulación y suministro directo.

## Equipamiento necesario:

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

**Procedimientos:**

- a) Conectar en serie los seis módulos fotovoltaicos y su salida aplicarla a la entrada de alimentación de la vivienda, la cual comunica con el regulador interno.



- b) Situar el interruptor de la batería y el de los de las lámparas y motor de la bomba de agua en OFF.
- c) Elevar el puente de iluminación y situarlo en vertical. Después girar su mando de control para máxima potencia de luz.
- d) Accionar secuencialmente los interruptores de las lámparas de la vivienda y la de la farola de exterior y comprobar que se encienden.

En tal condición, apagar el equipo y comprobar que también lo hacen las lámparas por falta de energía eléctrica.

- e) Encender de nuevo el puente de iluminación, situar el interruptor de la batería en "ON" y repetir operaciones, comprobando que ahora las lámparas permanecen encendidas un tiempo correspondiente a su carga.

Observar detenidamente la descarga de la batería a través de las lámparas. A más lámparas encendidas, menos tiempo de autonomía.

---

# U NIDAD 12. MEDIDA DE LA TENSIÓN DE LA BATERÍA

---

**Finalidad:**

Comprobar y medir la tensión acumulada en la batería de la instalación solar del entrenador.

**Descripción:**

El sistema solar de entrenador incorpora una batería como medio de almacenamiento de electricidad para dar servicio en las horas nocturnas y cuando se requiere más energía que la puntual que facilita el módulo solar. En esta práctica se propone medir su valor y comprobar su descarga a través de las lámparas de la vivienda y el motor del pozo.

**Equipamiento necesario:**

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

**Procedimientos:**

- a) Interconectar el sistema conforme a la Unidad 11 y comprobar su funcionamiento accionando los interruptores de las lámparas y el del motor del pozo. Después situarlos en la posición de apagado (OFF).
- b) Mantener el entrenador unos minutos en funcionamiento sin consumo alguno. La finalidad es que se cargue la batería.
- c) Retirar los dos cables de interconexión que unen la serie de módulos fotovoltaicos con la vivienda.

- d) Conectar el polímetro situado en medida de tensión continua a las hembrillas de la vivienda -respetando la polaridad- y llevar a cabo las siguientes acciones:
- Medir la tensión de la batería sin consumo.
  - Accionar secuencialmente los interruptores de las lámparas y del motor y comprobar que funcionan y que la batería comienza a reducir su tensión hasta que se descarga. El tiempo de descarga depende de los elementos en funcionamiento; las lámparas -que son diodos led- tienen poco consumo poco y por tanto el tiempo es largo, pero el motor tienen un consumo alto, con los que la descarga es rápida.

# U

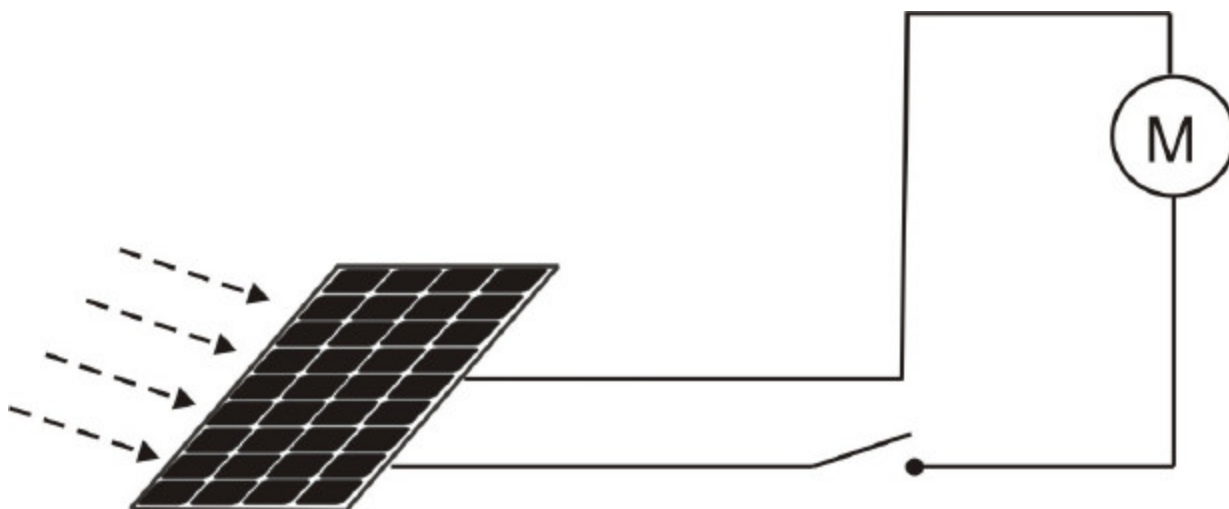
## NIDAD 13. SISTEMA DE RIEGO

### Finalidad:

Experimentar el funcionamiento del motor empleado para extraer agua del pozo

### Descripción:

Los sistemas fotovoltaicos se emplean también para ese propósito de abastecimiento de agua, recurriendo comúnmente a almacenarla en un depósito para cuando se requiera. Por ese motivo, en las instalaciones solo para ese fin no interviene el regulador de carga y, por tanto, tampoco la batería.



En el entrenador se ha dispuesto un interruptor para accionarlo cuando convenga. Tal interruptor puede proceder en las aplicaciones reales de un flotador dispuesto en el depósito del agua.

**Equipamiento necesario:**

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

**Procedimientos:**

- a) Personalizar el equipo con la configuración de los módulos fotovoltaicos de la práctica anterior y conectados a las viviendas.
- b) Situar en la posición OFF todos los interruptores.
- c) Elevar el puente de iluminación y ponerlo en funcionamiento.
- d) Accionar el interruptor del motor y comprobar lo siguiente:
  - Que se ponen en marcha
  - Que se para en cuanto se corta la iluminación al no disponer de la batería.

Nota: El motor empleado necesita muy poca energía eléctrica para funcionar, aunque mucha más que los led, con lo que puede suceder que se mantenga en funcionamiento solo con la luz del aula.



# UNIDAD 14. CÁLCULO DEL CONSUMO ELÉCTRICO

## Finalidad:

Como complemento a las unidades anteriores, se propone el cálculo energético de una vivienda recurriendo a valores obtenidos estadísticamente.

## Descripción:

El sistema energético es muy variable entre los diferentes grupos humanos porque depende de sus hábitos. No obstante, para este propósito didáctico se puede recurrir al siguiente cuadro que incide valores estándar.

Receptor	Potencia (W) total	Tiempo de funcionamiento (h)	Consumo diario (Wh)
1 Lámpara del aseo	9	1 h	9
2 Lámparas del comedor	18	2'5 h	45
2 Lámparas del dormitorio	18	1 h	18
1 Lámpara del cocina	9	2 h	18
1 Lámpara del estudio	9	4 h	36
1 Receptor de TV	20	5 h	100
1 Frigorífico	45	12 h	540
1 Pequeños electrodomésticos	85	0'5 h	42'5
<b>TOTAL ESTIMACIÓN DE CONSUMO DIARIO</b>			<b>808'5 Wh</b>

## Equipamiento necesario:

- Entrenador SOLAR-C
- Cables
- Polímetro

**Procedimientos:**

- a) Llevar a cabo el cálculo energético por día del aula.
- b) Llevar a cabo el cálculo energético de un chalet de fin de semana.
- c) Llevar a cabo el cálculo energético día de una vivienda habitual.