



# CAPITULO 9

## COMPONENTES

### AUXILIARES

#### Introducción

Hasta este momento he analizado los diferentes bloques que componen un sistema FV de CC, haciendo especial hincapié en el componente eléctrico que define un bloque en particular, como los paneles FVs (bloque generador), la batería solar o el control de carga (bloque acumulador), o los cables de conexión (bloque de distribución).

Es obvio que estos elementos deben integrarse **eléctrica y mecánicamente** entre sí para que el sistema pueda trabajar adecuadamente. Ejemplos: los paneles FVs necesitan sostenes mecánicos, ya que deberá optimizarse el ángulo de inclinación; el banco de baterías necesita tener protección ambiental, ya que el rendimiento y vida útil de las baterías varía con la temperatura del electrolito; el circuito debe tener componentes de protección (fusibles), para evitar la destrucción total o parcial de componentes del sistema.

Al distribuirse la energía eléctrica a la carga (casa habitación) se necesita un centro de distribución que separe las cargas dentro del hogar y sirva para aislar a éstas del voltaje de entrada, lo que facilita cualquier reparación. Dentro del hogar se necesitarán tomacorrientes, llaves interruptoras y enchufes eléctricos, para poder distribuir, controlar o conectar la energía eléctrica a una carga que no es constante (luces, TV, radio, etc). Vemos entonces que la selección de estos elementos auxiliares es tan importante en la práctica como la selección de un panel generador o una batería.

En este capítulo se describen varios componentes auxiliares básicos, dejando para más adelante la introducción de otros que dependen enteramente del tipo de sistema FV a construirse.

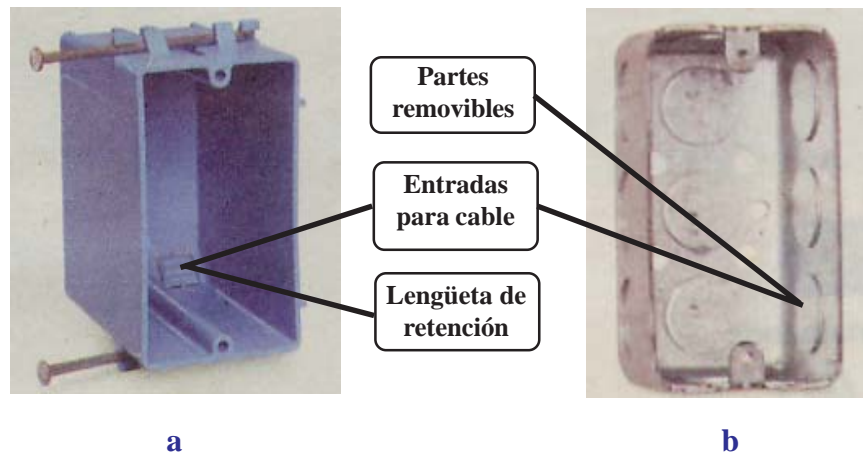
#### Algunos problemas

Como los circuitos de CC de bajo voltaje (12V nominales) sólo han alcanzado difusión en la industria automotriz y la de vehículos recreacionales (**RVs**, en inglés), procurar componentes como tomacorrientes, llaves interruptoras y enchufes para este voltaje, capaces de manejar corrientes elevadas (10 - 20A), no es una tarea sencilla. En este capítulo analizaré soluciones alternativas para estos componentes.

#### Cajas de conexión

Cuando se necesita instalar una llave interruptura o un tomacorriente dentro de una casa, el cableado de distribución debe bifurcarse. Las cajas de conexión son utilizadas no sólo para este fin, pero para proporcionar un anclaje mecánico efectivo para llaves, tomacorrientes, luces o ventiladores de techo. Estas dos últimas suelen ser redondas o hexagonales.

Una cubierta (plástica o metálica) evita la posibilidad de tocar accidentalmente las conexiones internas, proporcionando a la vez, una terminación estética para el cableado.

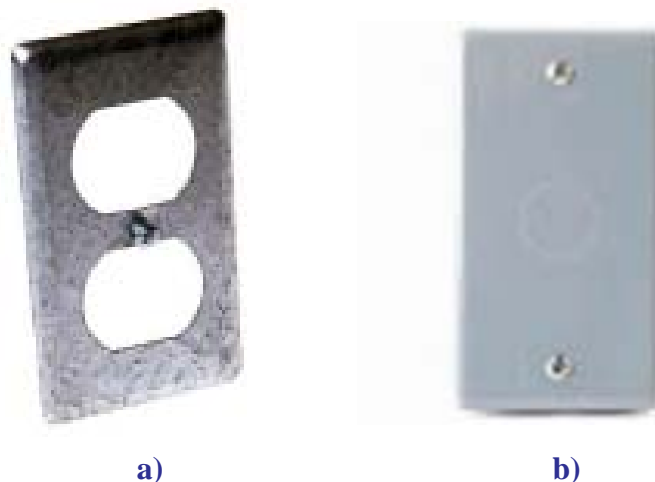


**Figuras 9.1- Cajas de conexión**

La Figura 9.1 (a y b) muestran, respectivamente, dos cajas de conexión, una hecha de plástico de alto impacto; la otra de metal. Ambas están diseñadas para ser embutidas dentro de una pared hueca, como se acostumbra en los EEUU, donde son sujetas a los batientes de madera usando clavos o tornillos.

La caja plástica admite la entrada de cables en las cuatro esquinas ubicadas en el fondo de la misma, las que tienen una lengüeta flexible que facilita la entrada del conductor, pero que lo retiene si se lo quiere sacar. Las cajas metálicas tienen perforaciones laterales que están tapadas por partes metálicas que son fácilmente removibles (*knock outs*, en inglés). Este tipo de entrada deja bordes filosos y por ello la abertura debe estar protegida, como veremos al hablar de la instalación del sistema.

Las tapas tienen perforaciones cuya forma y número depende del tipo de componente que se instale (llave simple o doble, tomacorriente simple o doble, o combinaciones de ambos). La Figura 9.2a ilustra el tipo de tapa usada para acomodar un tomacorriente doble. La Figura 9.2b, muestra una “tapa ciega”, llamada así porque no tiene ninguna abertura. Este tipo se usa cuando se bifurcan cables en distintas direcciones, pero resultan útiles cuando se monta una llave del tipo automotriz, para la que no existe una tapa pre-perforada.



**Figura 9.2- Tapas (metal y plástico)**

La tapa estándar (pre-perforada) utiliza para su sujeción uno o dos tornillos, los que se enroscan en la parte metálica del sostén del componente (tomacorriente o llave). La tapa ciega, en cambio, puede montarse usando los agujeros existentes en la caja, los que normalmente son utilizados para sostener el soporte de una llave o un tomacorriente.

Para instalar una llave de CC para automotor use una tapa ciega y perforo un agujero en el centro con un diámetro levemente superior al de la parte roscada del interruptor. Si el cuerpo de la llave ofrece una superficie plana, la tuerca y arandela que vienen con la misma permitirá el anclaje a la tapa sin quebrarla. De lo contrario, use un montaje tuerca-arandela/arandela-tuerca, en la parte superior e inferior de la tapa. La Figura 9.3 muestra una llave de alto amperaje (20 A) del tipo usada en automotrices.



**Figura 9.3- Llave interruptora tipo automotriz**

### Coneccionado

Los terminales del interruptor de la Figura 9.3 tienen un agujero en cada contacto, por donde pasa el cable, el que luego se suelda al terminal. En otros modelos, el terminal tiene un bloque de amarre con un tornillo (a 90°), el que retiene anclado el cable al conector. Por último, existen llaves cuyos terminales son lo suficientemente gruesos como para acomodar un tornillo cuya cabeza, paralela al mismo, ejerce la presión necesaria para retener el cable en posición.

### Tipos de llaves

Varios criterios definen una llave interruptora. Los más usados son enunciados a continuación:

- **Tipo de voltaje que tolera**
- **Valores nominales y máximos de uso**
- **Cantidad de circuitos que abre**
- **Movimiento de la llave interruptora**
- **Tipo de interrupción que produce**

#### Tipo de voltaje que tolera

Este criterio separa las llaves interruptoras que pueden usarse en circuitos de CC de las usadas en circuitos de CA.

#### Valores nominales y máximos de uso

El valor **nominal** para el voltaje debe igualar al del circuito donde se aplica.

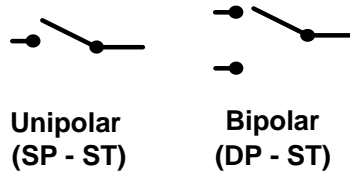
Ejemplos: 12 VCC, 120 VCA, 230VCA.

Los valores **máximos**, de voltaje y corriente no deberán ser superados en forma continua. El voltaje máximo de los interruptores para automotores excede los 12V nominales. La corriente máxima puede ser tan baja como 5 A, o tan alta como 60A.

#### Cantidad de circuitos que abre

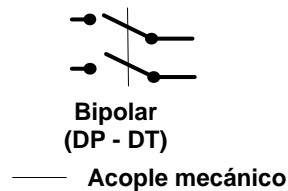
Este criterio de clasificación toma en cuenta el **número de conexiones** que una llave puede interrumpir con su acción. Si interrumpe la corriente de **un circuito**, la llave es del tipo **unipolar** (*Single Pole*, en inglés). Si interrumpe **dos**, es **bipolar** (*Double Pole*).

La representación esquemática de estos dos tipos son, respectivamente,



### Movimiento de la llave interruptora

Si el movimiento acciona **sólo una llave**, ésta es del tipo *Single Throw*. Si esta llave es unipolar, la abreviatura en inglés corresponderá a la sigla **SP-ST** (*Single Pole - Single Throw*). Cuando el interruptor tiene dos llaves mecánicamente **acopladas**, puede interrumpir dos circuitos simultáneamente. Este tipo se conoce en inglés como *Double Pole- Double Throw* o **DP-DT**. La representación esquemática se ilustra a continuación.



**Notas:** *Para nuestra aplicación es suficiente interrumpir el positivo del circuito, de manera que una llave unipolar es suficiente. Si sólo consigue llaves bipolares, puede dejar uno de los pares sin conexión, o conectar los dos en paralelo. Para el tipo de cargas que anticipamos en sistemas de CC de 12V, llaves que toleren un valor de corriente mayor que el valor nominal de la carga (entre + 25 y + 30%), son suficientes. Este criterio de selección extiende la vida útil del componente.*

### Tipo de interrupción que produce

Si el movimiento no tiene un punto de detención intermedio, y pasa de **conectar a desconectar**, la llave es del tipo **ON-OFF**, **sin detención** en el medio de su recorrido. Este es el tipo que nos interesa en nuestros circuitos.

Si la llave conecta (o desconecta) un circuito mientras se la mantenga accionada, pero desconecta (o conecta) el circuito si esta acción se interrumpe, se la denomina llave **temporaria**. El primer tipo es una llave temporaria On; el segundo temporaria Off.

**Notas:** *Los criterios mencionados no abarcan la infinidad de detalles que separan un tipo de llave de otra, de manera que existen llaves sumergibles (o no-sumergibles), llaves de nivel de líquido, llaves de acción sensible (mínima presión), etc. Recuerde que un interruptor de automotor **no tiene protección ambiental**, y sólo puede ser utilizado dentro de la casa o en un lugar exterior que ofrezca esta protección.*

### Polaridad

Esta es la característica que define a una corriente de continua, de manera que es extremadamente importante conectar la carga con la polaridad adecuada. Si el negativo del cableado está conectado a tierra, éste cumplirá una doble función: cerrar el circuito y eliminar cualquier diferencia de voltaje entre el usuario y el aparato que se conecte a ese cable.

**Polaridad**

Para asegurar la correcta polaridad entre los tomacorrientes y los enchufes se usan unidades de CA del tipo polarizado. En estas unidades la construcción mecánica del par enchufe-tomacorriente sólo permite un tipo de inserción. Las más convenientes son las ilustradas en la Figura 9.4.



**Figura 9.4- Par tomacorriente/enchufe (tipo comercial)**

En los EEUU tanto el tomacorriente de tipo comercial para 120VAC como el usado en circuitos trifásicos (230VAC) ofrecen la posibilidad de aceptar un enchufe que tenga uno de los contactos planos rotado 90° respecto al otro, garantizando una inserción correcta. El tercer contacto (tierra en circuitos de CA) refuerza esta seguridad.

**Centro de Distribución**

El grado de complejidad de un Centro de Distribución (**CdD**) de cargas depende del tipo de voltaje que se usa (CC o CA), y la magnitud de la carga (consumo). Un CdD cumple tres funciones básicas:

- ◆ Interumpir, a voluntad, el voltaje de entrada al mismo.
  - ◆ Dividir el valor de la corriente de carga total en secciones, independizando un grupo de cargas de las restantes.
  - ◆ Proteger cada sección por separado, incorporando una caja de fusibles o una llave interruptora automática, como se verá más adelante.
- Una interrupción voluntaria de la entrada facilita hacer las reparaciones en el circuito de carga.
  - Al disminuir la corriente por sección se pueden utilizar cables de menor calibre en cada una de ellas, los que no sólo son más *económicos, pero más fáciles de instalar y conectar*.
  - El uso de fusibles para cada sección facilita no sólo el servicio, pero evita que el usuario se quede sin energía eléctrica en toda la casa cuando se produce un desperfecto.

Un CdD con el que el lector puede estar familiarizado es el usado en una casa conectada a una red eléctrica comercial de CA, que siga las recomendaciones de los códigos eléctricos más modernos. Este centro tiene una llave maestra que interrumpe el voltaje de entrada y usa llaves automáticas (fusibles no destructibles) para proteger las diversas secciones de alimentación. En este CdD puede obtenerse salidas monofásicas (120V) y trifásicas (230V).

**Centro de  
Distribución**

En sistemas FVs que alimentan cargas de CA el voltaje monofásico es el común, ya que proviene de la salida de un inversor. Sistemas más complejos suelen usar un CdD que consiste de una caja metálica con puerta, la que está diseñada para facilitar el montaje e interconexión de los componentes auxiliares, así como los de monitoreo. Estas cajas proporcionan protección ambiental.

La Figura 9.5 muestra un centro de distribución de cargas manufacturado por la compañía Square D de los EEUU, el que está diseñado para trabajar con voltajes de CA o CC. El modelo ilustrado puede usarse en circuitos de hasta 48VCC, y admite llaves automáticas entre 10 y 70A, del tipo ilustrado (unipolar).

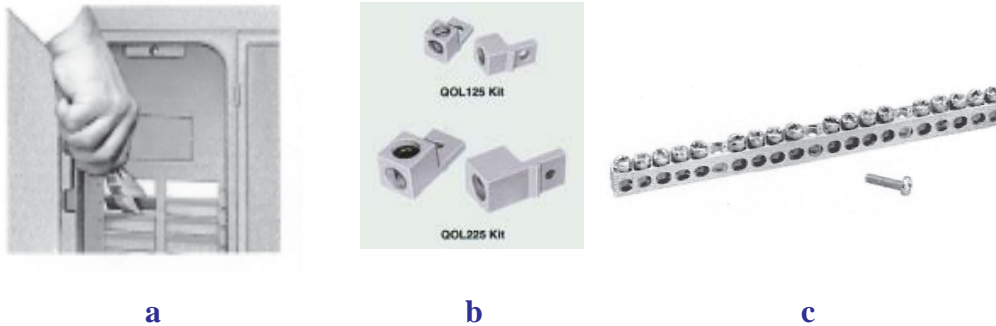


**Figura 9.5-** Centro de distribución modelo QO  
(Square D Corp)

**Detalles de construcción**

La puerta exterior tiene una cerradura. Al ser abierta, se advierte que los conectores internos están protegidos por una chapa metálica, para evitar que el usuario toque, accidentalmente, el cableado interno.

Para tener acceso a las llaves desde el exterior, el fabricante provee partes rectangulares removibles (*knock outs*), los que se ilustran en la Figura 9.6a. La Figura 9.6b muestra dos tamaños diferentes de terminales para cables y la Figura 9.6c una típica barra de conexión.



**Figura 9.6- Knock outs, conectores y barra de conexión**  
(*Square D Corp*)

La Figura 9.7 muestra otro CdD de carga, el que puede acomodar tres llaves automáticas. Esta caja tiene una palanca exterior que actúa sobre una llave interruptora de acción rápida, la que permite desconectar el voltaje de entrada. Los CdD de carga usados en sistemas de CC tienen uno o dos bloques de conexión para el negativo, similares al ilustrado en la Figura 9.7c, los que están eléctricamente aislados de la caja metálica.



**Figura 9.7- Centro de distribución de carga**

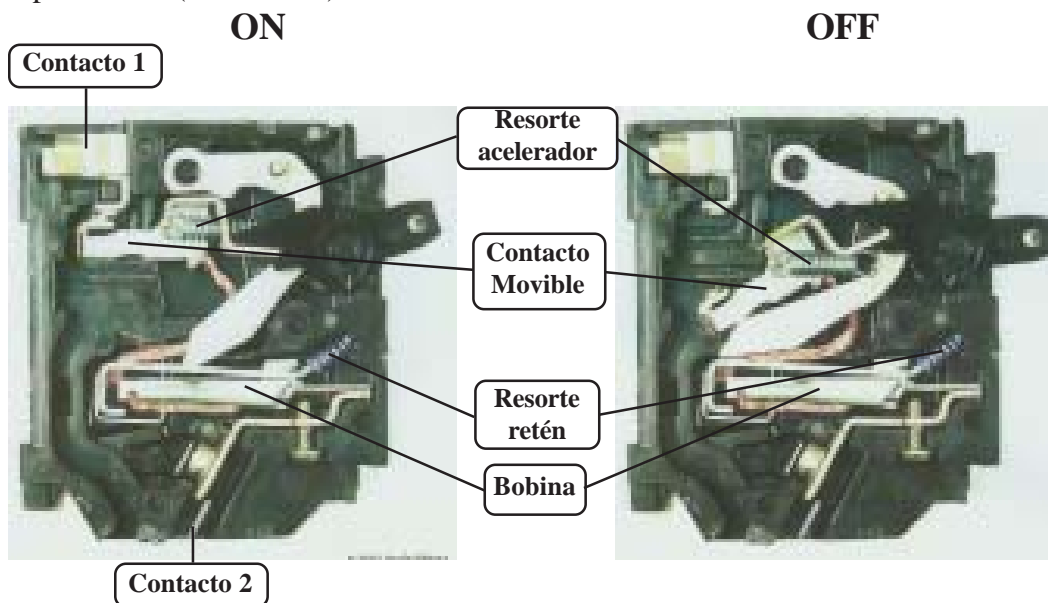
**Nota:** En cajas para CA, al menos en los EEUU, el neutro está conectado a tierra, ya que éste es el esquema de distrucción en este país (ver Apendice II).

En sistemas FVs de uno o dos paneles el centro de distribución se reduce a una tabla de madera, bien seca y varnizada, para protegerla de la humedad, en donde se montan los fusibles y la llave de entrada, que bien puede ser una llave como la usada para los automotores. Este sostén se ubica dentro de la vivienda para proveer protección ambiental.

### Llaves automáticas

He mencionado con anterioridad las **llaves automáticas**. Estos interruptores actúan sin provocar la destrucción física del elemento protector. El circuito puede ser restaurado a mano, después que se ha solucionado el problema que la hizo actuar. El nombre en inglés de estas llaves es *circuit breaker*.

La acción de apertura en algunos modelos es múltiple: deformación mecánica de un par térmico más la acción de una bobina. La Figura 9.8 ilustra los detalles internos de una llave automática donde el mecanismo de apertura se debe, únicamente, al aumento de la fuerza de atracción ejercida por una bobina, la que normalmente está en equilibrio con la ejercida por un resorte en sentido contrario. Cuando la corriente alcanza el valor de corte, el mecanismo abre el circuito muy rápidamente (60ms max.).



**Figura 9.8-** Llave interruptora automática (*circuit breaker*)

Los contactos (1 y 2) permiten insertarlas, a presión, entre las dos hileras adyacentes de contactos (*buses*, en inglés). Las dos ilustraciones que forman la Figura 9.8 corresponden a las posiciones de conectado (On) y desconectado (Off). El gatillo está diseñado para actuar como una palanca al pivotar sobre su eje de sostén, asegurando que el contacto superior se abra. Esta acción es complementada por la acción de un resorte, permitiendo una rápida interrupción.

Existen dos tipos de llaves automáticas. En uno de ellos la interrupción del circuito es independiente de la posición de la llave externa; en el otro la interrupción del circuito sólo ocurre cuando la llave está conectada (ON). Este último modelo es el que se usa en los Centros de Distribución de los sistemas FVs.

### Protección eléctrica

En este momento una pregunta pertinente es: ¿a quien protege un fusible?. La respuesta depende de la locación del mismo. Si el fusible está en serie con el cableado de uno de los sectores de alimentación de la carga, entonces protege al cable usado en esa sección. Si el fusible está en serie con toda la carga, entonces actúa como protector de último recurso.

La corriente de apertura, para una carga estacionaria, *no debe superar* la máxima tolerada por el AWG del cable. Si el fusible forma parte de un equipo, la corriente de apertura *no debe superar* el valor de la máxima corriente que tolera el mismo. Teniendo en cuenta estos criterios, es fácil elegir la corriente de apertura de un fusible cuando la carga es estacionaria. A continuación veremos que, sin cambiar este valor, pero eligiendo la **rapidez de apertura** más conveniente, podremos acomodar valores transitorios de corriente, los que tienen un valor más elevado.

### Fusibles destructibles

Dado que la mínima corriente de interrupción para las llaves automáticas es de 10A, los circuitos que consumen por debajo de este valor son protegidos con fusibles destructibles.

#### Fusibles cilíndricos

La Figura 9.9 ilustra este tipo de fusible, así como un típico soporte. Dentro del cuerpo de vidrio el fabricante coloca un alambre que, al alcanzar el valor de corriente de corte se funde, abriendo el circuito. Los terminales metálicos sirven para anclarlos, a presión, a los contactos flexible del sostén. El dibujo mecánico de la Figura 9.9 muestra el agujero central que permite atornillar el sostén a un soporte de madera. Los cables de conexión deben ser soldados a los terminales del soporte.

El fabricante marca el amperaje de corte, el máximo voltaje de trabajo y el tipo de fusible sobre las áreas metálicas del fusible. Este tipo de fusible se vende en varios largos, dependiendo de su uso, pero uno de los más comunes es el tipo AGC de ¼" x 1¼". Tanto los fusibles como los sostenes pueden ser adquiridos en negocios de electrónica o de venta de repuestos para el automotor.

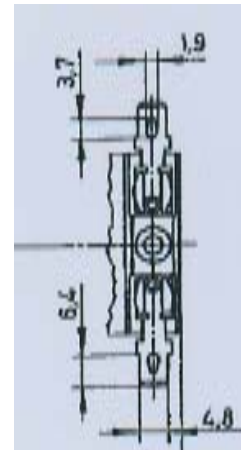


Figura 9.9- Fusible cilíndrico y sostén

### Slow y fast blow

Los fusibles cilíndricos se ofrecen con una amplia gama de corrientes de corte, desde 1/100A hasta varias decenas de amperes. Otra característica importante es la **rapidez** con que pueden interrumpir un circuito. Los dos tipos de acción (lenta y rápida) se los conoce en inglés como *slow y fast blow (SB, FB)*, respectivamente.

Los primeros (*slow blow*) se usan en circuitos que tienen que soportar un transitorio de corriente **que es normal** para el tipo de carga, como ocurre cuando se arranca un motor eléctrico (pico de corriente al iniciar su rotación). Los más rápidos (*fast blow*) son necesarios cuando la protección requiere una acción inmediata, como en un aparato eléctrico de medición. En estos circuitos no debe existir altos valores de transitorios de carga.

**Tiempos de apertura** Para ilustrar la diferencia entre el comportamiento de un fusible rápido (fast blow) y uno lento (slow blow) he incorporado la tabla mostrada a continuación.

Valor nominal de corte A	Corriente de sobrecarga %	Tiempo de Apertura
1/100 - 10	110	4 hrs mínimo
	135	1 hr máximo
	200	FB: 5 seg máx.
		SB: 5 min máx.

**Nota:** *Es interesante destacar que cuando se elige un fusible, siempre que el voltaje máximo especificado sea igual o menor al de uso, sólo importa tener en cuenta el valor de la corriente de apertura. El voltaje sólo será importante si se sobrepasa el máximo especificado.*

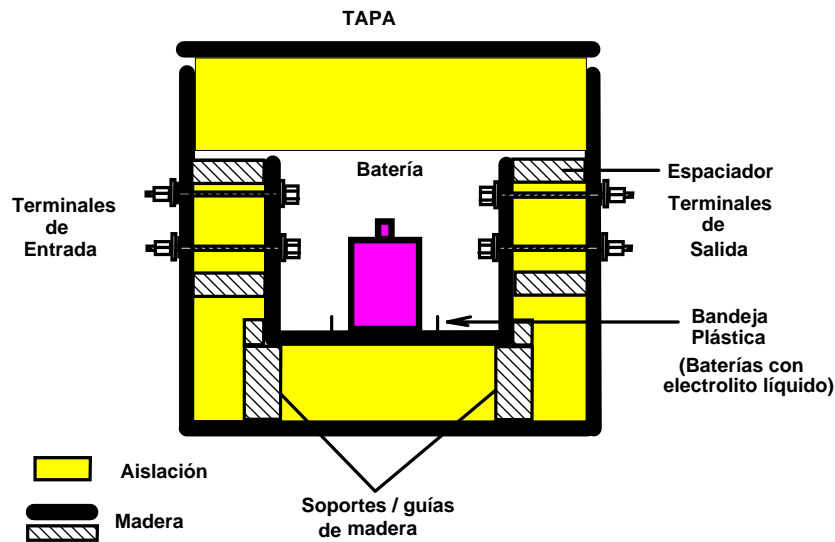
### **Bloque de carga** Consideraciones generales

El tipo y número de componentes auxiliares que se usan en este bloque **dependerá del consumo**, ya que éste dicta el número de baterías, el tipo de coneccionado del banco de reserva (12, 24 o 48V) y la necesidad de agregar un inversor (CC a CA). La introducción de este componente, a su vez, exige el uso de un control automático de bajo voltaje, el que abre la entrada al inversor cuando este voltaje no alcanza el mínimo permitido por las especificaciones. Es lógico que un mayor consumo requiera componentes auxiliares adicionales, como los de monitoreo, ya que debe resguardarse el mayor costo inicial y de mantenimiento.

Al hablar de los sistemas híbridos, donde se adiciona otro tipo de generador para **incrementar** o **reemplazar** la energía eléctrica que no puede entregar el sistema FV (generador a viento o combustible) se necesitarán componentes que aislen eléctricamente un sistema del otro, o conecten automáticamente el generador auxiliar al banco de reserva.

Aún en sistemas de una o dos baterías, dependiendo del tipo que se use, hay detalles que dictan cambios en los componentes auxiliares. Por ejemplo, si el banco de reserva tiene baterías con electrolito líquido, éstas necesitarán ventilación al exterior para no acumular los gases (oxígeno e hidrógeno) generados durante la carga. Si en cambio se usan baterías selladas, la ventilación no es necesaria.

**Caja aislada** En sistemas de bajo consumo (una o dos baterías) el banco de reserva podrá acomodarse dentro de una caja de madera con aislación térmica. La Figura 9.10 da una idea de cómo puede construirse este tipo de caja.



**Figura 9.10- Sugerencia para una caja de batería aislada**

La idea es tener dos cajas, una dentro de otra, separadas unos 5 cm como mínimo. Este espacio se rellena con material aislante. Dependiendo de lo que pueda conseguir localmente, éste podrá ser: espuma esponjosa, la que viene en “sprays“, papel de diario seco cortado en tiras finitas, o material aislante del tipo lana de vidrio. Si usa el papel o la lana de vidrio, *evite apelmazarlos*, ya que las burbujas de aire atrapadas dentro del material proveen la aislación térmica.

En el caso de la espuma esponjosa, como ésta se expande unas tres veces en volumen, siempre crea zonas muy pequeñas donde quedan atrapadas burbujas de aire. Al aplicar este material comience con la base y complete el relleno hacia arriba. Con una navaja puede recortar cualquier exceso, de manera de tener bordes planos en donde descansará la tapa. La aislación de la tapa requiere un molde de cartón para contener el material.

**Nota:** *En lugar de usar tornillos como terminales, puede insertar los cables de conexión a través de la caja por un agujero bien ceñido, el que deberá sellarse.*

### Estanterías

Cuando el número de baterías crece, la caja es reemplazada por una estantería. Si usa baterías de electrolito líquido verifique que la separación entre estantes es lo suficientemente amplia como para permitir el uso de un densímetro. Independientemente del tipo de batería usarse, asegúrese que tiene suficiente espacio entre estantes para poder ajustar o cambiar los cables de baterías. Recuerde que en sistemas de mayor carga el conexicionado entre baterías suele requerir un cableado serie-paralelo para alcanzar el voltaje y corriente demandado por la carga.

La estantería comercial usa metales (hierro o aluminio), los que son tratados contra la acción corrosiva del electrolito, lo que encarece el costo de los mismos. El uso de la madera abarata este costo, pero la protección contra la acción destructiva del ácido del electrolito es inevitable. Para controlar escapes o pequeños derrames, coloque las baterías dentro de bandejas plásticas, como las usadas con el mismo fin en los automotores. De ser posible, use baterías selladas, las que simplifican el problema.

La Figura 9.11 muestra una estantería metálica. Existen, asimismo, armarios de baterías.



**Figura 9.11-** Estantería típica para un banco de baterías

**Nota:** *Instalaciones que tengan un número elevado de baterías necesitarán un cobertizo de protección, el que debe tener aislación ambiental y ventilación al exterior, si ésta es requerida.*

En sistemas de una o dos baterías el control de carga puede compartir el mismo recinto que el de las baterías si se usan las selladas. De lo contrario, es conveniente proteger el control de carga (CdC) dividiendo la caja en dos secciones. Ambas soluciones simplifican el cableado entre el CdC y el banco de baterías.

Cuando el sistema FV es más complejo (inversor, protector por bajo voltaje de entrada, llaves interruptoras, Centros de Distribución de carga con varias entradas, así como elementos de monitoreo) es conveniente el uso de una caja comercial, con protección ambiental, la que está especialmente diseñada para simplificar el montaje y la interconexión de estos componentes. Para facilitar el acceso, esta caja suele ser ubicada en una zona de la casa habitación que normalmente se la utiliza para almacenaje.

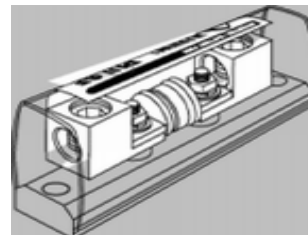
### Fusible de baterías

Dado que un cortocircuito accidental a la salida del banco de reserva se traduce en una corriente de miles de amperes durante varios segundos, **por razones de seguridad** se debe incorporar un fusible en serie. Niveles tan elevados para la corriente de carga requieren que el fusible de batería sea capaz de interrumpir el circuito **sin que se fundan sus contactos o su sostén.**

Estos requerimientos se logran con los fusibles del tipo T, los que se ofrecen para corrientes de apertura entre 100 y 600 A. La Figura 9.12a ilustra un fusible de este tipo, amontillado a su soporte. Este último suele tener una cubierta plástica de protección (Figura 9.12b).



**a**



**b**

**Figura 9.12-** Fusible tipo T para salida de baterías

**Nota:** Si opta por colocar este fusible sobre uno de los costados de la caja de baterías, interrumpa el lado negativo del circuito, de manera que el positivo nunca quede expuesto.

**Bloque generador** Es siempre aconsejable usar una llave interruptora bipolar doble, la que permite la interrupción simultánea de los dos cables de salida del conjunto (*array*) de paneles generadores. En pequeños sistemas esta llave interruptora será del tipo automotriz. Ubíquela dentro de la casa para compensar su falta de protección ambiental.

**Soportes para paneles** Los paneles FVs necesitan ser colocados sobre soportes rígidos, lo que permite mantener el ángulo de inclinación óptimo, aún cuando soplen vientos fuertes o caigan nevadas. Existen tres tipos:

1. **El soporte fijo**
2. **El soporte ajustable**
3. **El soporte automático**

¿Cuál es el tipo más indicado? La respuesta correcta debe contemplar el **costo máximo para el sistema** y el **incremento porcentual** de energía que se obtendría usando alguno de los otros tipos. La **latitud del lugar** determina el grado de variación entre la posición del sol al amanecer y cuando alcanza el zenit. Si esta variación es extrema y el bloque generador tiene una gran cantidad de paneles, el soporte automático debe ser contemplado en el diseño. Si, por el contrario, la potencia a generarse está por debajo de los 300 a 360W, un panel ajustable será la solución más económica.

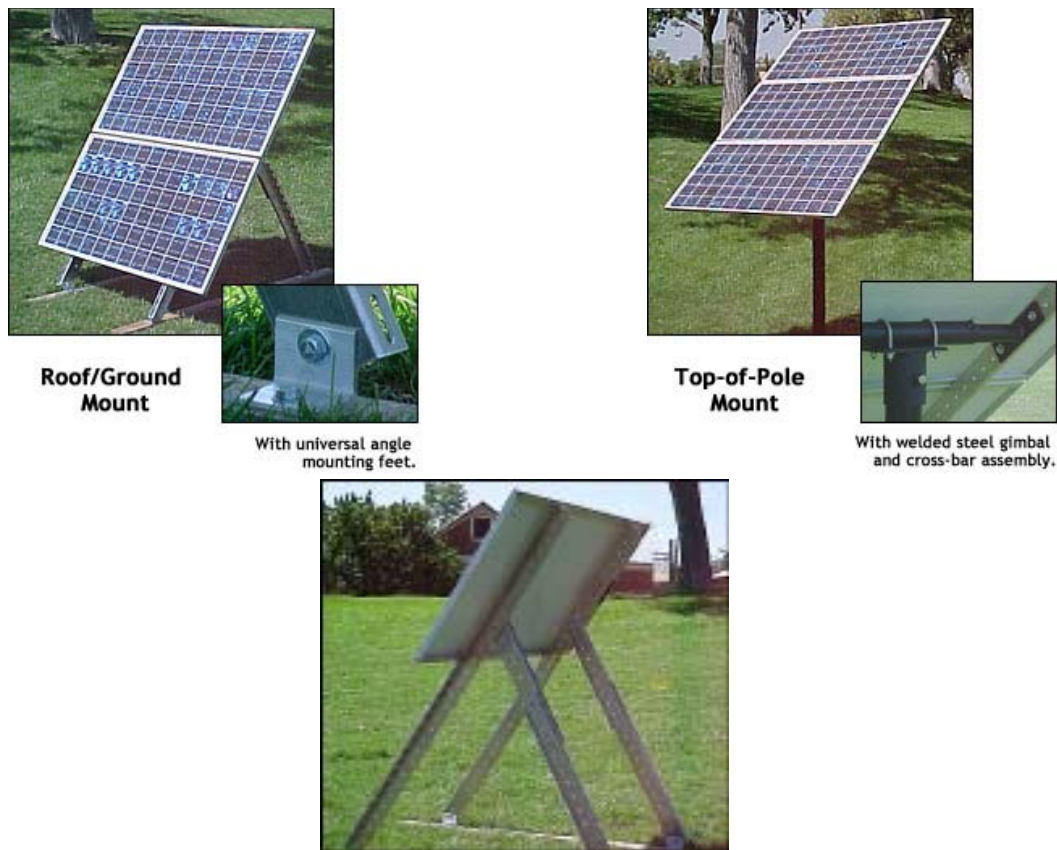
Si la variación en la altura del sol es mínima, un panel fijo será suficiente.

**Soportes fijos** Estos soportes son usados en lugares donde la latitud permite elegir un ángulo de inclinación fijo (latitud más 15°) cuyo valor incrementa las horas de generación durante el invierno, cuando el consumo nocturno aumenta, y disminuye la eficiencia de colección durante el verano, cuando los días son más largos.

**Soportes ajustables** Las diferencias de diseño y costo entre un soporte fijo y otro ajustable son mínimas, y por ello estos últimos son los más usados. Si el lector puede construirlo, la diferencia de costo se anula. La Figura 9.13 muestra varios soportes de este tipo.

Los soportes comerciales están hechos de aluminio, a veces anodizado, a fin de evitar la formación de óxido, y usan ferretería de acero inoxidable para evitar su deterioro por efecto galvánico. El lector puede substituir el aluminio por madera o por tiras metálicas en ángulo (pre-perforadas), las que facilitan tanto la construcción como el ajuste del ángulo de inclinación. La madera simplifica el problema de la elección de la ferretería, y si se la pinta o varniza puede durar varios años sin problemas.

**Notas:** Los cables de salida del (o los) paneles deben tener suficiente “juego” como para permitir el ajuste del ángulo de inclinación dos veces por año. Tenga en cuenta al diseñar su soporte la rigidez requerida para soportar, sin problemas, la máxima velocidad del viento. Recuerde que la superficie de colección es equivalente a la vela de un barco.



**Figura 9.13- Soportes ajustables con diferentes anclajes**

### Soporte automático

Este tipo de soporte permite seguir la trayectoria del sol, durante todo el año, desde el amanecer al atardecer. Existen dos tipos:

1. **El seguidor automático pasivo (un eje de rotación)**
2. **El seguidor automático activo (uno o dos ejes de rotación)**

### Seguidor pasivo

Este tipo se lo conoce como pasivo porque su único movimiento, de este a oeste (movimiento azimutal) no consume energía eléctrica. El desplazamiento azimutal se consigue usando el calor del sol, el que, como veremos a continuación, altera la distribución del peso entre los lados que miran al este y oeste. La Figuras 9.14 (a y b) ilustran la construcción de esta unidad, la que posee dos tanques, uno en el lado este; el otro en el oeste, los que están comunicados entre sí. Estos tanques están llenos de una substancia de bajo punto de ebullición (freón), y tienen placas metálicas que exponen un lado al sol, mientras que, simultáneamente, sombrean al opuesto.

El lado sombreado (frío) conserva al freón en forma líquida. El lado que recibe el calor del sol lo vaporiza. Estos gases se desplazan al lado contrario, donde se condensan, provocando un aumento de peso. El desequilibrio inicia el movimiento azimutal.

Al comienzo del día, el seguidor tiene la posición indicada en la Figura 9.14a, la que corresponde al de la noche anterior, y necesita ser “despertado” por el sol saliente para exponer los paneles hacia esa dirección.

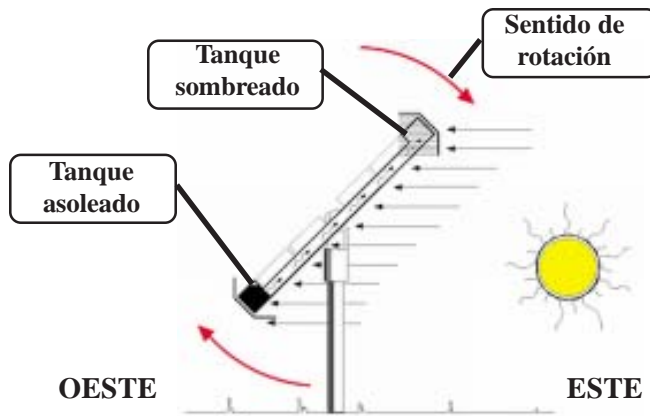


Figura 9.14a- Despertando al seguidor (Zomeworks Corporation)

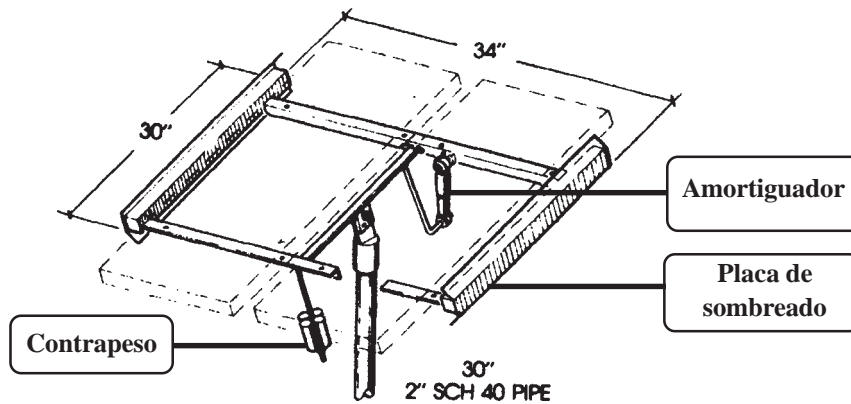


Figura 9.14b- Seguidor automático pasivo (Zomeworks Corporation)

A partir de ese momento el calor del sol y el sombreado de los tanques permite que el seguidor siga el movimiento azimutal con relativa precisión.

El tiempo de despertado se alarga en climas fríos y para la versión diseñada para vientos fuertes. Estas unidades tienen amortiguadores para minimizar la acción del viento. La compañía Zomeworks ha sacado una nueva serie, la F, que minimiza el período de espera al amanecer. El ángulo de inclinación se ajusta manualmente.

**Seguidor activo**

Este diseño se ofrece en dos versiones: seguidor de un eje y seguidor de dos ejes. Algunos modelos son exclusivamente diseñados para seguir el movimiento azimutal y permiten, como en el anterior, un ajuste manual del ángulo de inclinación. Otros modelos ofrecen la opción de poder incorporar el movimiento de inclinación a posteriori. Por último, los modelos más elaborados incorporan los dos movimientos automáticos.

Esta variedad de modelos permite abaratar los costos cuando no se necesita seguir la altura del sol con precisión. A diferencia del modelo pasivo, los activos utilizan pequeños motores eléctricos (24V), los que están comandados por una unidad de control que actúa respondiendo a la información recogida por el correspondiente sensor. Para llevar a cabo el movimiento toman un mínimo de energía (5 Wh/día), ya sea del banco de batería, o de los paneles, según el modelo usado.

## Seguidor activo

La Figura 9.15 muestra un seguidor activo de un eje.

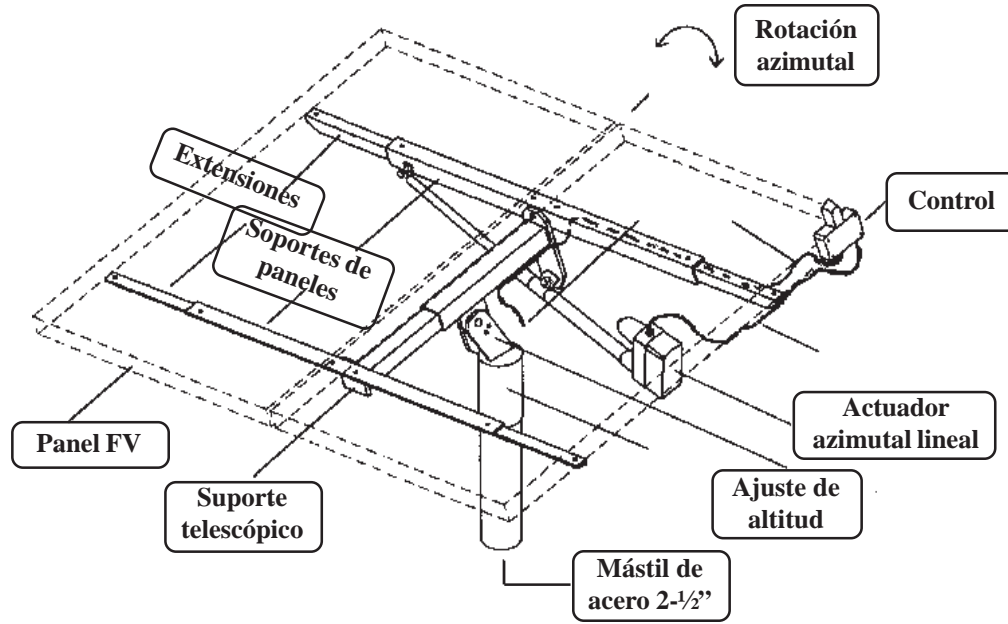


Figura 9.15- Seguidor activo Wattsun®  
(Array Technologies)

## Ventajas y desventajas

SEGUIDOR PASIVO	SEGUIDOR ACTIVO
Menor mantenimiento	Mayor mantenimiento
Menor costo	Mayor costo
Seguimiento susceptible al viento	Seguimiento no susceptible al viento
Error de alineamiento* : +/-10°	Error de alineamiento* : +/-0,5°
Grados de variación azimutal: ~90°	Grados de variación azimutal: 180°
Grados de variación en altura: 43°	Grados de variación en altura: 75°
Un eje de seguimiento	Uno o dos ejes de seguimiento
Contruido con acero pintado**	Construido con aluminio***
Necesita ser despertado	No necesita ser despertado
No consume energía eléctrica	Consumo máximo: ~ 5Wh/d

\* El error representa la desviación angular respecto a la caída vertical de los rayos sobre la superficie colectora.

\*\* Ensamblado en fábrica, es más pesado y voluminoso, pudiendo requerir equipos para levantarlo cuando se usan numerosos paneles.

\*\*\* Más liviano. Puede ensamblarse en el lugar de uso, reduciendo el costo de envío e instalación.

## Consideraciones prácticas

La incorporación de un seguidor, independientemente del tipo a usarse, sólo se justifica si existe la posibilidad de incrementar substancialmente (10 - 25%) el valor de energía a generarse usando soportes más económicos.

Si un sistema necesita incrementar el valor de la energía a generarse **adicionando** paneles FVs, deberá tenerse en cuenta que este costo puede aplicarse a la adquisición de un seguidor automático.

Por último, si en una explotación agropecuaria se utiliza el bombeo de agua solar, la extensión del tiempo de bombeo justifica el costo de un seguidor de dos ejes, sobre todo en latitudes donde su introducción puede representar un aumento del 25% para la duración del día solar.

**Otros  
componentes**

En algunas aplicaciones puede presentarse el requerimiento de tener que encenderse luces de iluminación en forma automática, como en el caso de un cartel de propaganda en una carretera. Para esta aplicación se venden llaves solares automáticas que conectan la carga cuando el sol baja. Un fotoresistor cambia el valor de su resistencia, aumentándola cuando la radiación solar disminuye. El circuito de control utiliza este cambio para actuar sobre un relay, el que conecta la carga. Al día siguiente, al salir el sol, el fotoresistor disminuye su valor resistivo, y el relay abre los contactos.

**ESTA PAGINA HA SIDO DEJADA EN BLANCO A PROPOSITO**