

Curso Virtual a Distancia y Manual Digital de

Instalación y Mantenimiento de Equipos Fotovoltaicos



INDICE	PAG.
MANUAL DE INSTALACIÓN	01
I. El sistema Fotovoltaico Domiciliario (SFD)	01
II. Instalación.	03
2.1. Diagrama de conexiones	04
2.2. Secuencia de actividades	05
2.3. Diagrama de actividades	06
2.4. Detalles técnicos	06
2.4.1. De los equipos y componentes	06
2.4.2. De las Herramientas	07
2.4.3. De las conexiones	07
a) Unidad de Control	07
Ensamblaje N° 1	08
Ensamblaje N° 2	11
Ensamblaje N° 3	12
Ensamblaje N° 4	14
Ensamblaje N° 5	15
Ensamblaje N° 6	16
Ensamblaje N° 7	17
Ensamblaje N° 8	18
Ensamblajes Adicionales	19
III. Recomendaciones	20
Inversores	20
Reguladores de Carga	21
Conversores DC – DC	21
Mantenimiento	21
Baterías	22
Averías y Detección de Errores	22
Seguridad	22

MANUAL DE INSTALACIÓN

Este manual de instalación, ha sido elaborado de acuerdo a los Términos de Referencia y orden de servicio del MEM – 2003 – 01823 y su alcance es para los llamados Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (SFD) cuya potencia máxima guarde concordancia técnica entre las condiciones de radiación solar nacional y los requerimientos de energía correspondientes a ámbitos familiares caracterizados por su desabastecimiento eléctrico.

Esta dirigido a personas que tengan conocimientos básicos de electricidad.

I. EL SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO (SFD)

Un SFD queda definido genéricamente por el conjunto de componentes representados en la figura siguiente, interconectados entre sí con conductores eléctricos, además de elementos que no se ven y no se nombran en la definición y sí en las especificaciones (puntos 5 y 6).

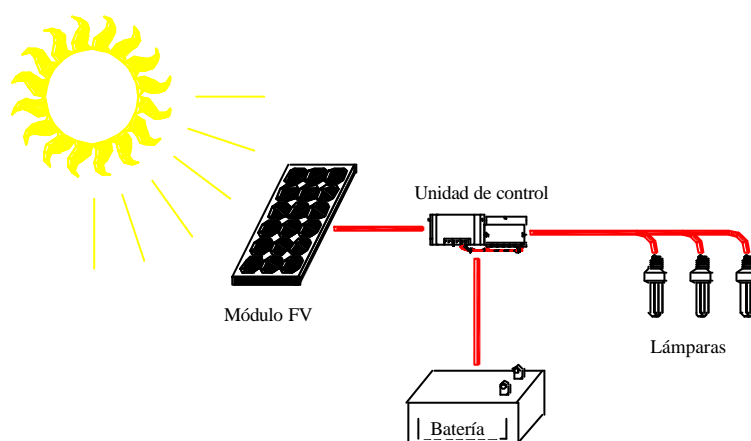


Fig. 01: Sistema Fotovoltaico Domiciliario

Las siguientes especificaciones técnicas, incluidas como referencia, son cercanas a componentes de un SFD que se encuentran en el mercado. Los conceptos y condicionantes técnicos son genéricos.

1. Módulo fotovoltaico de 54 W de potencia máxima ($I_m=3,15A$, $V_m=17,14 V$), policristalino, marco de aluminio anodizado rígido, vida útil garantizada de 25 años (90 % de potencia nominal).

2. Unidad de control

Definida y configurada como el conjunto compuesto por el regulador de carga y la caja de conexiones montadas ambas, sobre un tablero o soporte de cartón prensado o similar, de 24 x 36 cm¹, pintado y con protección (metálica) para lluvia.

2.a) Regulador de carga

Se sugiere corriente máxima del módulo al menos 8A (para permitir un segundo módulo FV), corriente máxima de carga: 8A, estado sólido (sin relays mecánicos), regulación en alta: control de gasificación y compensación por temperatura; regulación en baja: desconexión automática de carga, indicadores LED de funciones básicas, protección contra inversión de polaridad, cortocircuito y circuito abierto, protección contra sobretensiones, vida útil garantizada de 5 años mínimo.

2.b) Caja de conexiones

Con bornera de salida, apropiadamente rotulada, con 5 porta-fusibles para: salida de 3 lámparas, (12V) salida de TV (salida directa de 12V), salida de adaptador 3-9 V, 1 A para poder conectar un radio-tocacasette; el usuario podrá, al momento de la instalación del SFD; elegir el voltaje fijo: 3, 4.5, 6, 7.5 y 9 V.

3. Batería

Clásica, básica o modificada (“Solar”) apropiada para sistemas fotovoltaicos, 12 V, capacidad nominal de 100 Ah ó 150 Ah, C20 (5 ó 7,5A respectivamente, durante 20 horas @ 1,28 g/cm³), electrolito 1,22-1,24 g/cm³, vida útil garantizada de 3 años (80 % de capacidad inicial, en los SFD en los lugares de instalación).

4. Lámparas

3 equipos completos para pared o techo, con difusor de luz, con fluorescentes compactos de 9 u 11 W, con balasto electrónico para 12 V DC (10,5 – 14 V), con una luminosidad de 500 - 600 lumen, eficiencias luminosas mínimas de 45 lumen/Watt, incluyendo el consumo del balasto electrónico, protección contra polaridad invertida y operación sin fluorescente, sin interferencia para radio y TV, vida garantizada de los tubos fluorescentes de 6000 horas.

5. Cables de conexión

Todos los cables son flexibles

- Del módulo a la unidad de control: 10 m, en promedio, de conductor bipolar vulcanizado 12 AWG, apropiado para exteriores.
- De la unidad de control a la batería: 2 m en promedio, de conductor bipolar vulcanizado 12 AWG.
- De la unidad de control a las lámparas: 30 m, en promedio, (en total, para las 3 lámparas) de conductor bipolar vulcanizado 14 AWG.

¹ Dimensiones que pueden cambiar en función del tamaño del regulador y caja de conexiones

6. Accesorios

??**Soporte para el módulo fotovoltaico:** consistente de un tubo o poste de madera de

2 – 4 m de longitud y 5 cm. – 7,6 cm. de diámetro nominal, si es tubular, que sea de fierro galvanizado con pintura anticorrosiva, con una plataforma con inclinación de 15°² con respecto al plano horizontal,

??**Tres interruptores:** interruptores de un polo, para instalación encima de pared (para lámparas).

??**Elementos de unión y fijación.**

Tabla N° 1: Descripción de 2 sistemas fotovoltaicos referenciales

	SFD1	SFD2
Potencia del modulo FV	56 Wp	60Wp
? de modulos FV	1	4
Número de lámparas	3	8
Capacidad de la bateria	150 Ah	150 Ah
? de baterias	1	4
Regulador de carga	1(8 A x 8 A)	1(15 x 15 A)
Inversor de Corriente	-	1
Número de interruptores	3	8
Número de tomacorrientes	1	5
Cable ? 14 AWG (caja de conexiones – lámparas)	30m	70m
Cable ? 14 AWG (caja de conexiones – tomacorrientes)	10 m	20 m
Cable ? 10 AWG (módulo – unidad de control)	8m	8m
Puesta a Tierra	-	si

II. INSTALACIÓN.-

La siguiente figura contiene un esquema del SFD, que sugiere un orden sucesivo de las interconexiones respectivas.

² Mínimo.

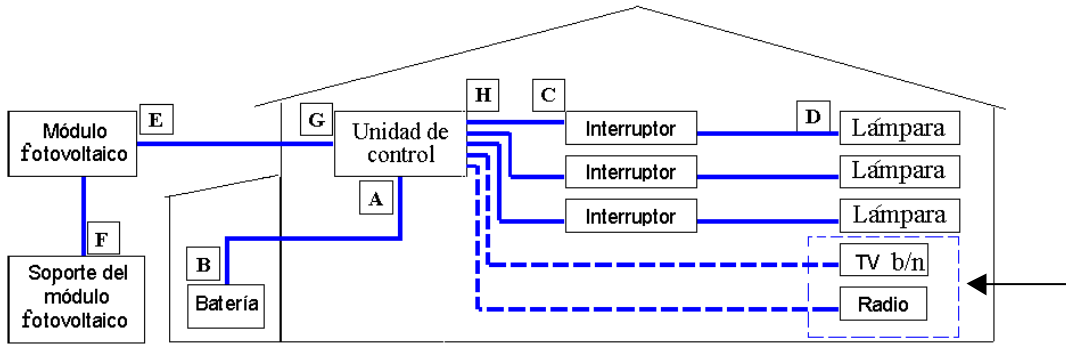


Fig. 02. Esquema ilustrativo de interconexión

Equipos del usuario para los que el SFD tiene capacidad energética.

2.1 Diagrama de conexiones

En el siguiente diagrama se observan los distintos componentes representados por la letra C y su correspondiente número. En este caso varios componentes forman una parte “(P)” que dan lugar a dos subsistemas (S1 y S2) los cuales al ensamblarse originan el Sistema Fotovoltaico Domiciliario (SFD).

En este esquema el subsistema S2 representa a la carga de Técnicamente y es incluido para efectos de explicación. Técnicamente, el SFD no incluye cargas (componentes C4 y C5) aquí son incluidos por razones didácticas.

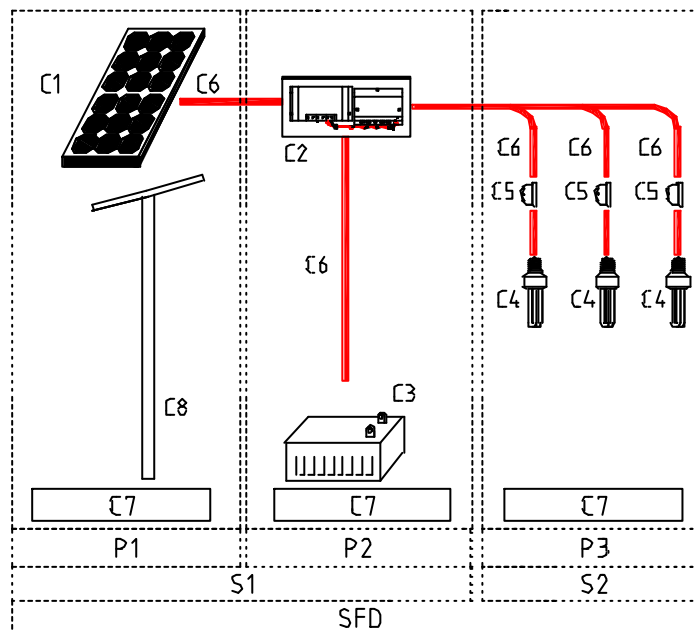


Fig. 03 Diagrama de Conexiones

2.2 Secuencia de actividades

Tabla N° 02: Secuencia de actividades para instalar el SFD

N°	ACTIVIDAD	DETALLE
1	Poner paquete(s) en tierra	Observar posición, evitar golpes
2	Abrir paquete(s)	Observar cuidado, evitar golpes y jaladas
3	Estudiar el DIAGRAMA DE CONEXION SFD	Referencia de orden y secuencias
4	Contar e identificar componentes	Observar cuidadosamente, anotar eventos importantes
5	Revisar y preparar ¹ el módulo FV	Componente C1 ,
6	Revisar y preparar la unidad de control	Componente C2 ,
7	Revisar y preparar la batería	Componente C3 ,
8	Revisar y preparar las lámparas	Componente C4 ,
9	Revisar y preparar los interruptores	Componente C5 ,
10	Revisar y preparar los cables	Componente C6 ,
11	Revisar y preparar los accesorios	Componente C7 ,
12	Revisar y preparar el soporte	Componente C8 ,
13	Ordenar y clasificar componentes	Siguiendo el DIAGRAMA DE CONEXIÓN SFD
14	Reconocer ambientes de instalación	Considerar preferencias del usuario
15	Localizar y preparar las bases ²	Con criterios de seguridad y funcionalidad
16	Cuantificar distancias de instalación	Con criterios de operatividad y racionalidad
17	Preparar herramientas necesarias	
18	Preparar elementos complementarios ³	
19	Conectar entre sí componentes C1, C6, C7 y C8	Resulta la Parte P1
20	Montar unidad de control en su base	
21	Conectar entre sí componentes C2, C3, C6 y C7	Resulta la Parte P2
22	Montar lámparas en su base	
23	Montar interruptores en su base	
24	Conectar entre sí componentes C4, C5, C6 y C7	Resulta la Parte P3 ; esta parte se constituye a la vez en el subsistema S2 , USO DE ENERGÍA (demanda energética)
25	Montar soporte del módulo FV en su base	
26	Conectar entre sí partes P2 y P1	Resulta el subsistema S1 , GENERACIÓN Y CONTROL (oferta energética)
27	Conectar entre sí subsistemas S1 y S2	Resulta el SFD

¹ Comprende todas las operaciones a realizar en el componente necesarias para ponerlo a punto de conectarse con otro componente o instalarlo en su base.

² Usamos el término base para referirnos al lugar de ubicación de cada componente en las viviendas.

³ Se refiere a conectores, apoyos, grapas, etc.

2.3 Diagrama de actividades

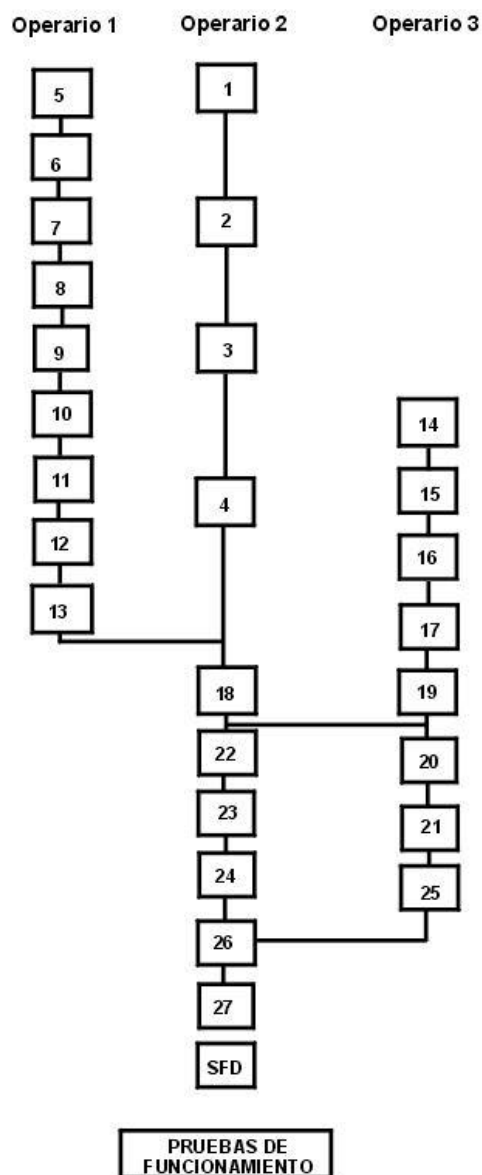


Fig. 04: Diagrama de actividades para instalar SFD

2.4 DETALLES TÉCNICOS

En lo que sigue se incluye información de detalle referida a las operaciones propias del proceso de instalación identificadas, definidas y clasificadas inmediatamente antes.

2.4.1 De los equipos y componentes

Los componentes presentes son:

- 01 Módulo fotovoltaico

- 01 Unidad de control (Regulador y Caja de conexiones)
- Cables
- 01 Soporte para módulo FV
- Tomacorrientes
- Interruptores
- Batería
- Accesorios (tornillos, grapas, clavos, cinta aislante, cintillos)
- Lámparas

2.4.2 De las herramientas

El conjunto de instrumentos y herramientas que usted requiere es el siguiente

- Destornilladores
- Alicates
- Martillo
- Cuchilla pelacables
- Llaves de boca
- Sierra
- Wincha (cinta métrica)
- Brújula
- Multímetro
- Inclinómetro

2.4.3 De las conexiones.-

Este manual describe la secuencia de instalación que corresponde a cada parte del SFD y la lógica es empezar con la presentación gráfica (imagen final) de un componente con los elementos que deben ir conectados a él y continúa con la explicación de las actividades que permitieron hacerlo.

a) UNIDAD DE CONTROL:

En la siguiente vista podemos apreciar como quedará la Unidad de Control después de realizadas todas las conexiones.

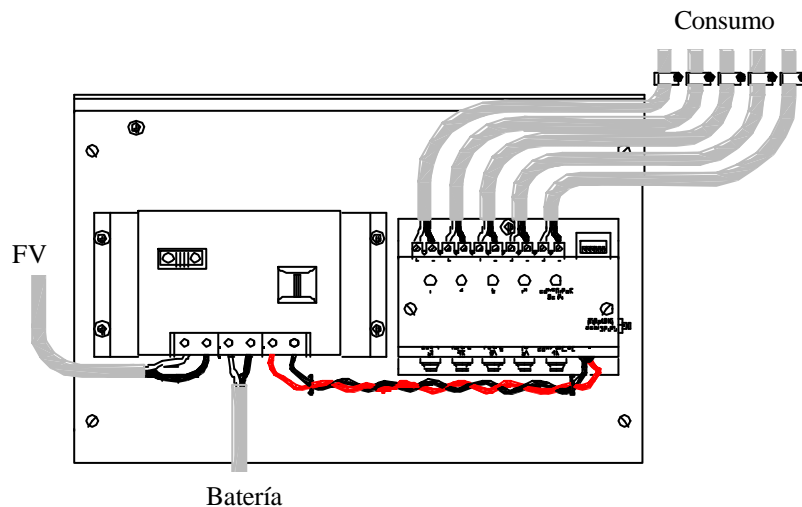


Fig. 05 Vista final de la unidad de control

Ensamblaje No 01: Unidad de control.

Para comenzar con la instalación debemos ensamblar la Unidad de Control¹, para lo cual necesitaremos los siguientes elementos:

- 01 Tablero base de unidad de control.
- 01 Regulador.
- 01 Caja de conexiones.
- 02 Cintillos.
- 09 Tornillos de 1/8"
- 01 Destornillador estándar de 2"
- 01 Destornillador Cabinet de 3"
- 01 Alicata estándar.
- 01 Cuchilla pelacables.
- 01 Martillo.
- 4 Clavos de cemento de 1,5" (para fijar la unidad de control a pared).*
- 2 m de cable vulcanizado 14 AWG

* Nota : Podrán ser de otro tipo y material de acuerdo al tipo de pared.

En la vista siguiente observamos la base de la unidad de control ya ensamblada con el protector de lluvia.

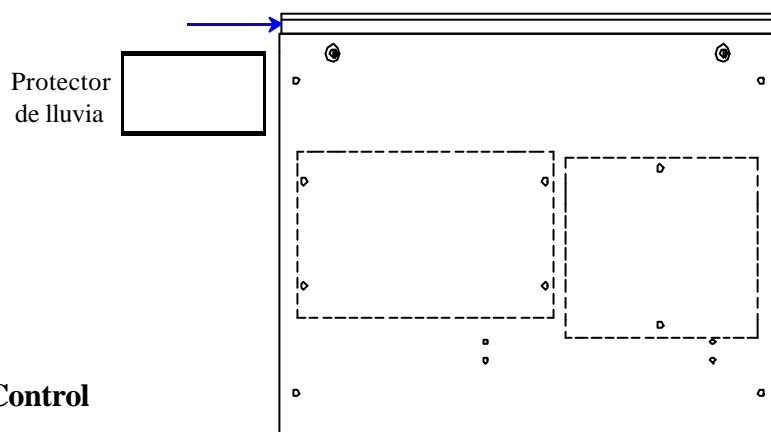


Fig 06: Base de la Unidad de Control

¹ Normalmente la Unidad de Control es provista ensamblada y no sería propio de este manual detallar esta operación. No obstante lo hacemos en previsión de casos eventuales para los que el ensamble no se hizo por alguna razón.

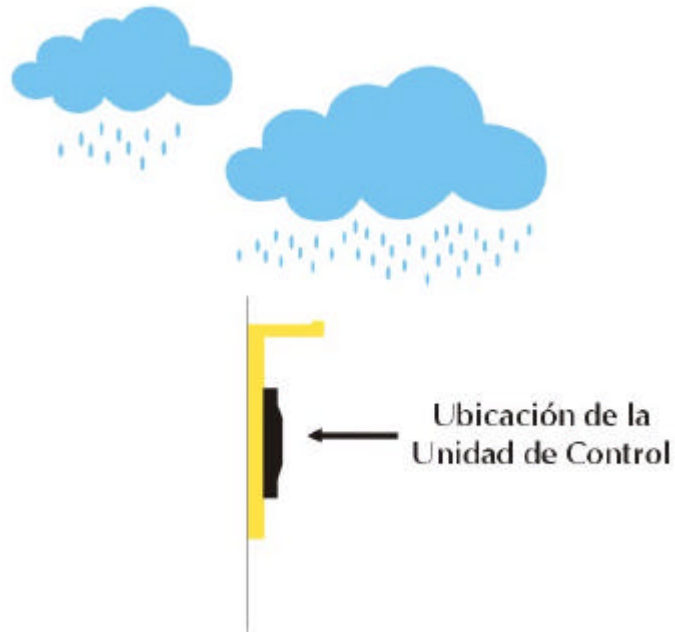


Fig 6.1: Base de la Unidad de Control

Seguidamente se monta el regulador sobre el soporte de cartón prensado con los tornillos de 1/8" y con ayuda del destornillador cabinet de 2", de acuerdo a la figura siguiente

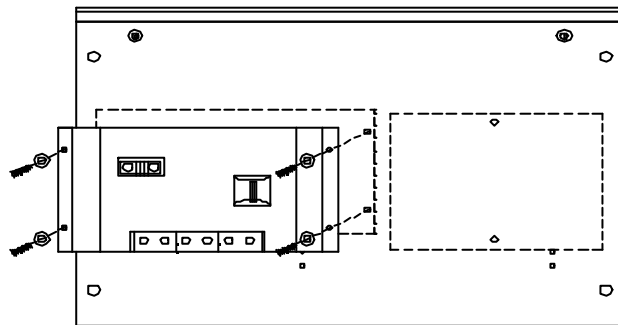


Fig. 07 Montaje del Regulador en Unidad de Control

Luego se procede de igual manera con la caja de conexiones, (ver figura siguiente).

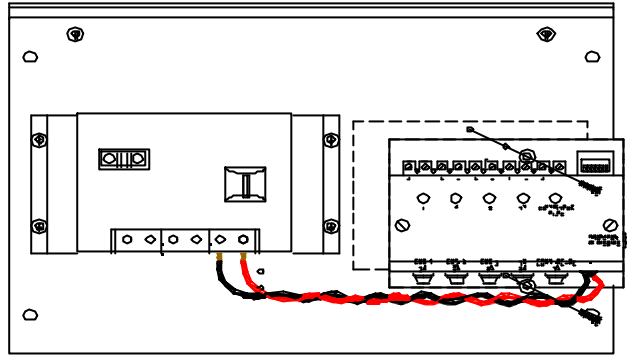


Fig. 08 Montaje de Caja de Conexiones en Unidad de Control

Luego conectamos el regulador a la caja de conexiones de acuerdo a la imagen anterior, quedando la conexión como se ve.

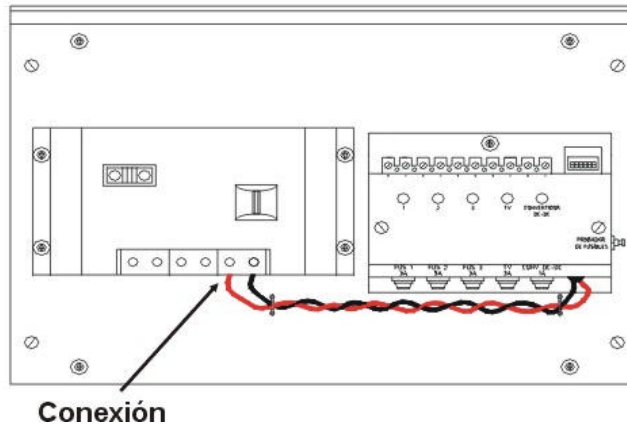


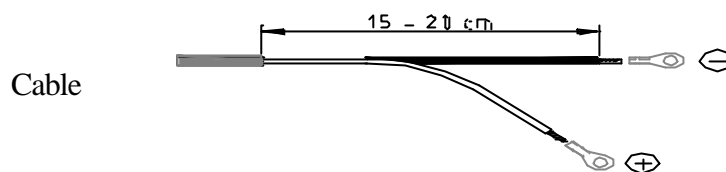
Fig. 09: Interconexión de Controlador con Caja de Conexiones

Ensamblaje No 02: Conexión de cable con batería

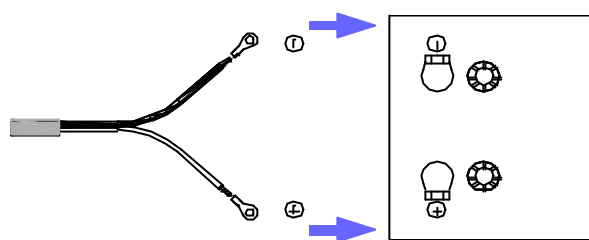
Continuando con la instalación, debemos realizar la conexión del cable con la batería, para lo cual necesitamos los siguiente:

- 01 Cable
- 01 Batería.
- 02 Terminales tipo “ojo”
- 01 Alicata estándar.
- 01 Pelacables.
- 01 Llave de boca de 5/16”
- 01 Cuchilla.
- 02 Pernos de 5/16” con dos arandelas planas y doble tuerca.
- 01 Base de madera para la batería.

En las vistas siguientes se muestra el procedimiento a seguir, resaltando que se debe retirar la cubierta exterior del cable, desnudando los cables negro y blanco (cable bipolar que puede tener otros colores), dejando un espacio sin recubrimiento de 15 a 20 cm.



Cable



Cable

Batería

Fig. 10: Conexión de cable-conector-batería

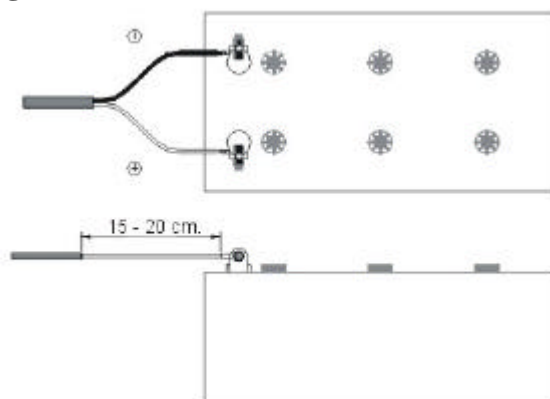
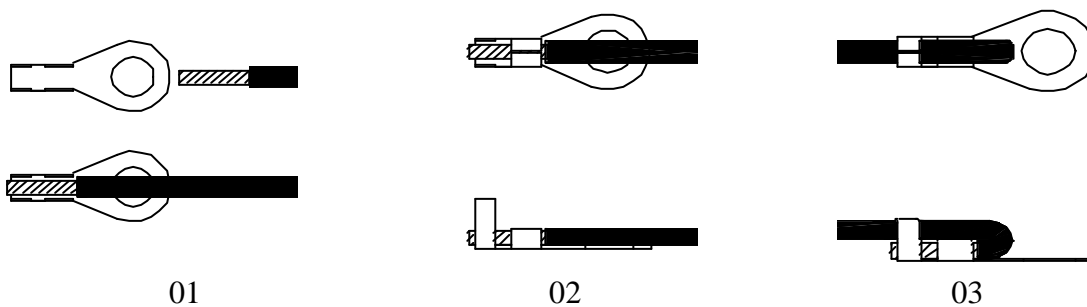


Fig. 11: Detalle de conexión de cable con batería (C2 con C6 y C3)

En las vistas siguientes vemos el detalle de la conexión de los terminales tipo “ojo”¹



¹ De acuerdo a la marca de la batería podría variar la forma de conector.

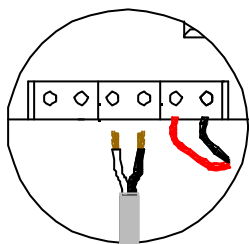
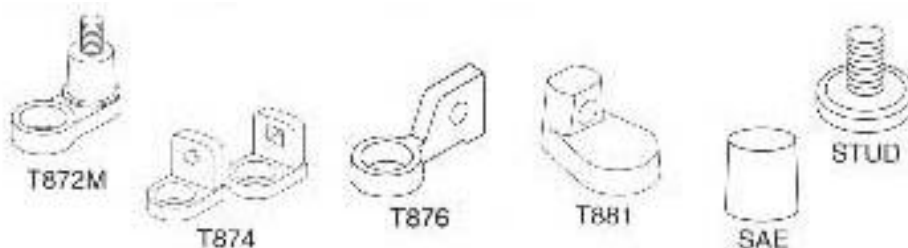


Fig. 12: Detalle de conexión de cable de batería con unidad de control (C6 con C2)



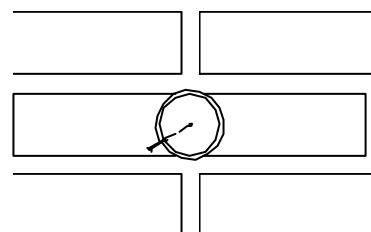
Ensamblaje No 03: Empalme de interruptores

El siguiente paso es conectar el interruptor con el cable de la luminaria, siendo los elementos necesarios para este paso los siguientes:

- 01 Interruptor con su soporte de madera (roldana) y tornillos.
- 10 m de cable vulcanizado 14 AWG.
- 01 Destornillador Cabinet de 3".
- 01 cuchilla pelacables.
- 01 Martillo.
- 01 Clavo de cemento o madera de 1".

En las figuras se muestra la manera correcta de realizar esta conexión, luego fijamos el interruptor en el soporte de madera previamente fijado en la pared, de acuerdo al detalle mostrado en la figura derecha.

roldana



a

b

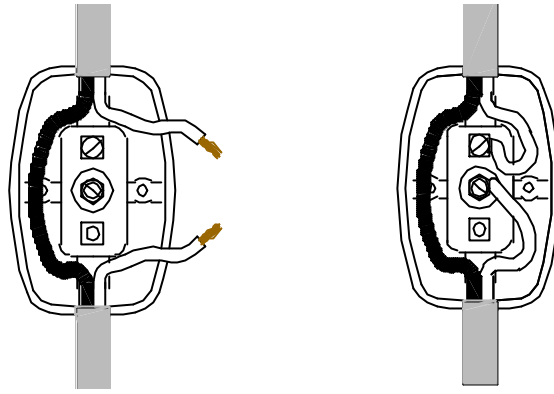


Fig. 13: Actividad 24 (C6 con C5)

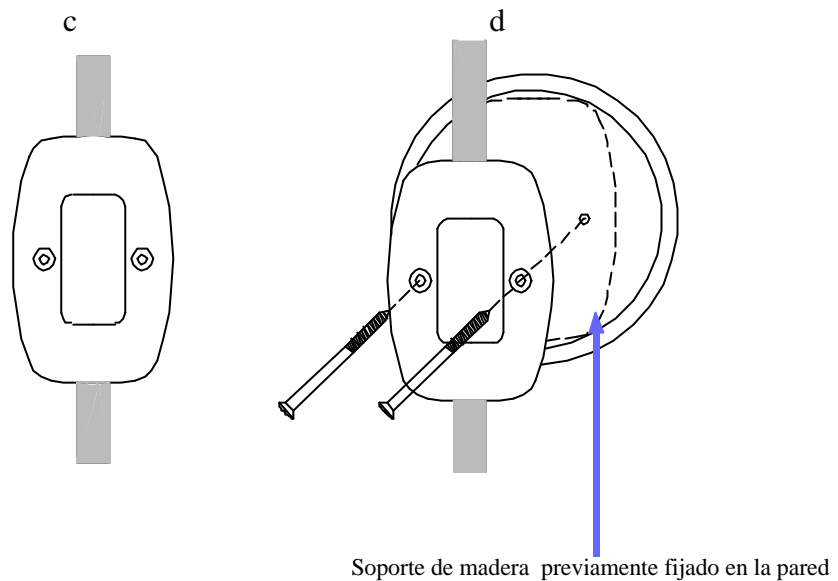


Fig. 14: Actividad 23 (C4 en su base)

Ensamblaje No 04: Conexión de Lámpara

Ahora realizamos la última conexión de la línea de consumo, es decir conectamos la luminaria (pantalla + lámpara fluorescente). Para lo cual necesitamos los siguientes implementos:

- 01 Pantalla, soporte de madera y tornillos.
- 01 Lámpara Fluorescente compacto.
- 01 Destornillador Cabinet de 3".
- 01 Destornillador estándar de 2".
- 01 Cuchilla pelacables.
- 01 Martillo.
- 05 Clavo de cemento de 1".
- 04 Grapas de cemento.

En la vista observamos el aspecto final de la lámpara y la pantalla.

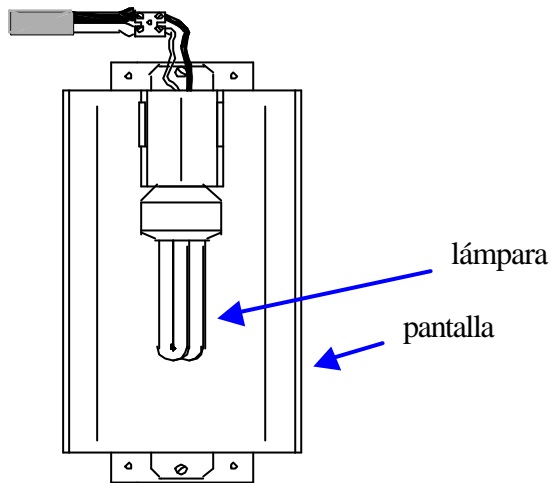


Fig. 15: Vista final de la luminaria

Y en las figuras se muestra la secuencia de las conexiones.

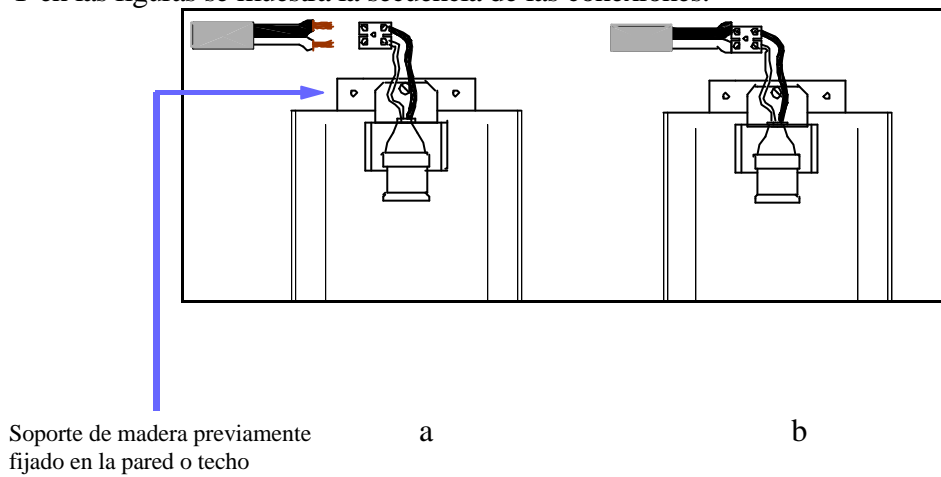


Fig. 16: Actividad 24 (C6 con C4)

Ahora procedemos a colocar la lámpara, para lo cual debemos tener en cuenta no cogerla por el tubo así como se ilustra en la figura.

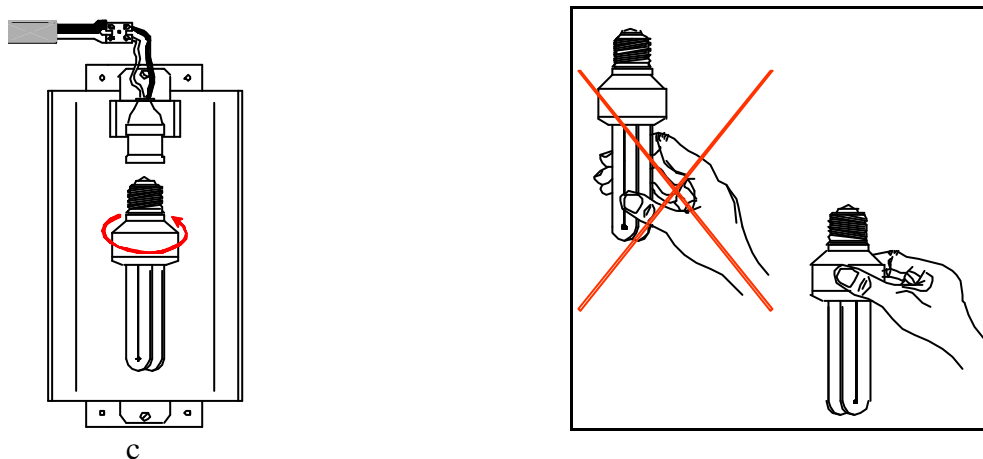
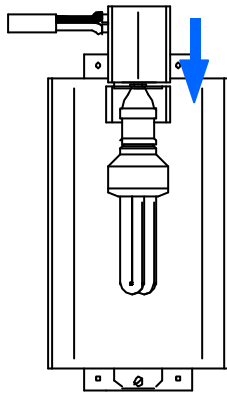


Fig. 17: Manipulación e instalación de fluorescente



d

Luego colocar la protección metálica del sóquete.

Fig. 18: Instalación de protector metálico en lámpara

Ensamblaje No 05 : Conexión de Módulo

Para completar el SFD, instalamos el módulo fotovoltaico, siendo el primer paso la conexión de los cables al módulo, para lo cual necesitamos:

- 01 Módulo fotovoltaico.
- 10 m de cable vulcanizado 10 AWG.
- 01 Destornillador Cabinet de 3".
- 01 cuchilla pelacables.
- 01 Martillo.
- 05 Grapas de cemento.
- 01 Alicata Estándar.

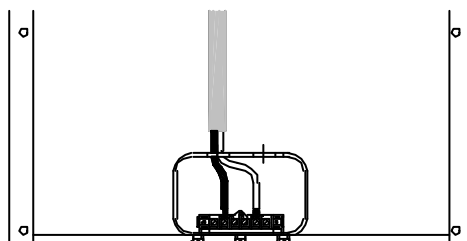
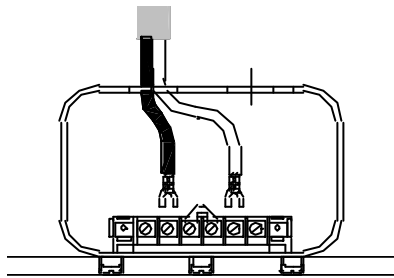


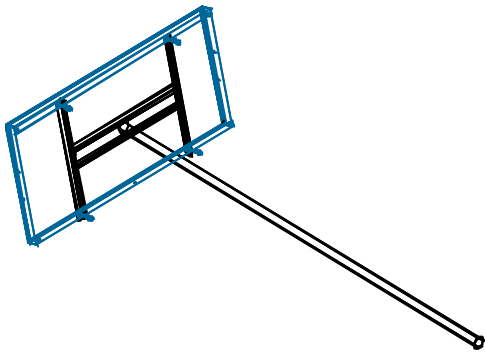
Fig. 19: Actividad 19 (C6 con C1)

Ensamblaje No 06: Conexión de módulo con soporte

Luego de hacer la conexión del cable al módulo se hace por el montaje en su soporte para ubicarlo en el lugar seleccionado (con vista al Norte)contamos con:

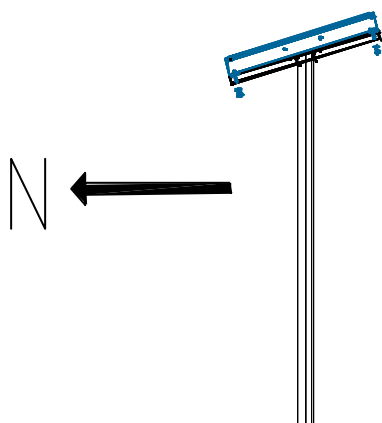
- 01 Módulo FV.
- 01 llave de boca de 13 mm.
- 01 alicate estándar.
- 03 cintillos.
- 01 soporte para modulo fotovoltaico.
- 04 pernos de 5/16".
- Alambre galvanizado # 12.

En las figuras siguientes se observa la forma de ensamblar el módulo con su soporte (primero echamos el soporte y ensamblamos).



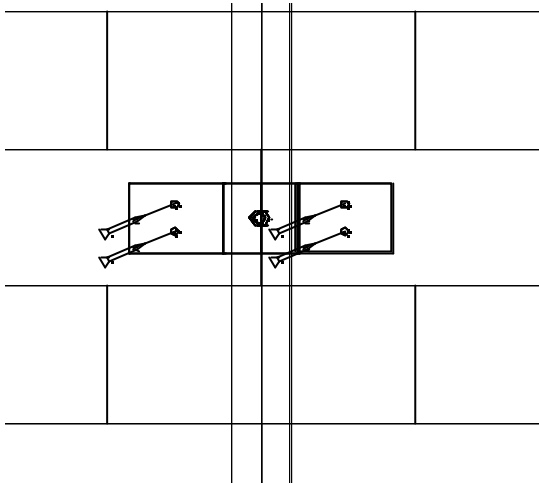
Los pernos deben ser colocados de adentro hacia afuera (la tuerca se coloca por afuera), siendo su orden: la arandela plana pegada a la cabeza del perno, y la de presión pegada a la tuerca (entre ellas van el módulo y su soporte)

Fig. 20: Ensamblaje de módulo con su soporte



Seguidamente lo levantamos, ubicándolo en el lugar elegido, con la respectiva orientación hacia el norte.

Fig. 21 Orientación del módulo fotovoltaico



Luego procedemos a fijarlo en la pared a la altura adecuada y con dos abrazaderas fijadas a la pared con alambre inoxidable (haciendo que atraviese la pared y sujetando por atrás con una barra de hierro) o con clavos grandes, según sea el caso.

Fig. 22: Fijación de Soporte a la pared.

Ensamblaje No 07: Conexión del módulo a la unidad de control.

El siguiente paso consiste en conectar el módulo fotovoltaico con el regulador, para lo cual necesitamos:

- 01 destornillador Cabinet de 3".
- 01 cuchilla pelacables.
- 01 alicata estándar.

En la figura observamos el detalle de la conexión del cable del módulo en la unidad de control.

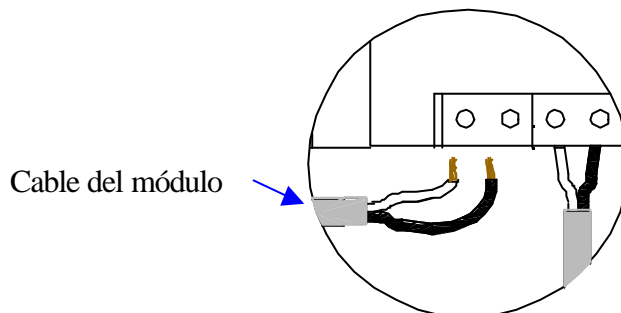


Fig. 23: Actividad 19 (C6 con C2)

Ensamble No 08: Conexión de la carga a la unidad de control.

Como parte final del sistema procederemos a la conexión de la línea de consumo a la unidad de control, para lo cual necesitamos:

- 01 destornillador estándar de 2".
- 01 pelacables.
- 01 cuchilla.
- 01 Unidad de control.

Es necesario indicar que para todas las conexiones a borneras, debemos liberar los tornillos (con el destornillador estándar de 2”) de la bornera hasta que quede libre el agujero de conexión; así mismo el pelado de los cables que van conectados a la bornera debe ser de aproximadamente 1 cm. Hecho esto introducimos el cable en el agujero de conexión de la bornera y ajustamos el tornillo hasta que el cable quede firmemente sujeto.

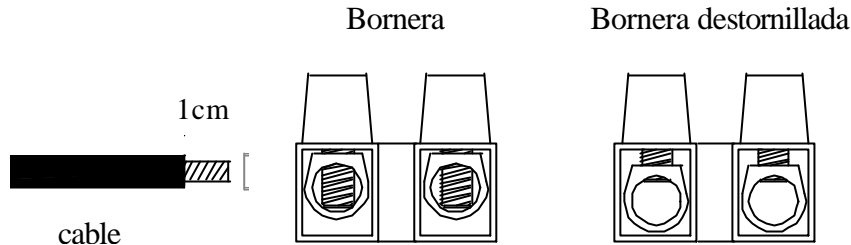


Fig 24: Disposición para la conexión de un cable en una bornera

En la figura siguiente podemos apreciar el lugar y forma de conexión de la línea de consumo.

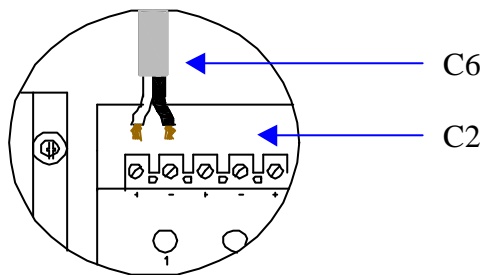


Fig. 25: Actividad 27 (S1 con S2, a través de C6 y C2)

El procedimiento para la conexión de las otras líneas de consumo (de luminarias) es exactamente el mismo.

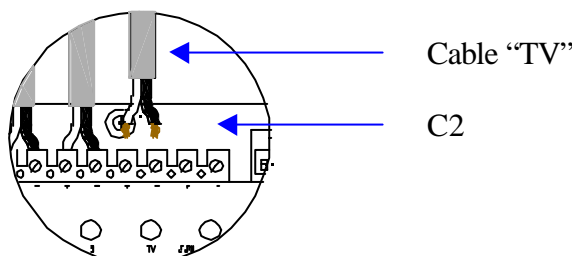
Ensamblajes adicionales

Ensamblaje: Conexión del TV

Para lo cual debemos repetir el ensamblaje anterior en la unidad de control, en la bornera marcada con TV y con el cable del televisor, los implementos necesarios son:

- 01 Destornillador estándar de 2”.
- 01 cuchilla pelacables.

En la vista siguiente podemos observar la conexión.



Ensamblaje: Conexión de Radio Tocacassette

Básicamente consiste en conectar el cable destinado para la radio en la unidad de control, siendo los implementos a utilizarse:

- 01 destornillador estándar de 2 in.

Fig. 26: Conexión de salidas complementarias (TV)

- 01 cuchilla pelacables.

Y se conecta de acuerdo a la vista

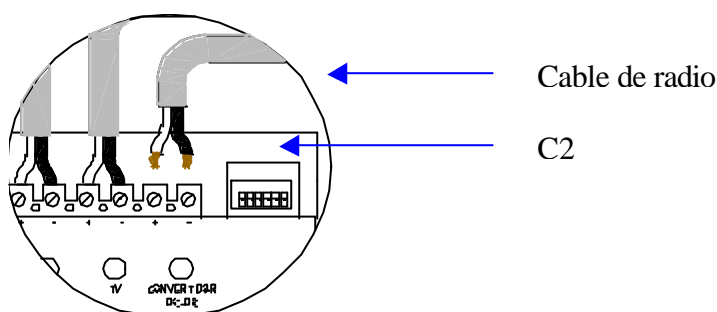


Fig. 27:

III. RECOMENDACIONES

- El módulo FV debe ser instalado en un lugar donde no hayan árboles que le hagan sombra; así mismo debe quedar a una altura tal que las sombras proyectadas por los techos o muros de las casas no caigan sobre él. Esta condición debe cumplirse todo el año. El plano inclinado del soporte debe mirar al norte.
- Para obtener una correcta orientación del panel y mejor aprovechamiento de la radiación solar, es recomendable hacer uso de una brújula.
- El soporte debe ser rígido, y no debe permitir movimientos de vaivén o vibraciones, ni giro del tubo sobre su propio eje. Es importante que este soporte sea de fácil montaje y desmontaje para algún posible cambio de lugar.
- La unidad de control debe ser ubicada dentro de la casa, en un lugar donde no haya constante tránsito, además debe ser instalada a una altura mínima de 1,6 metros, y cerca de la ubicación del módulo.
- La batería debe ser ubicada en un lugar ventilado, seguro y protegido del sol.
- En caso que las baterías requieran de mantenimiento, cumplir con las recomendaciones del fabricante, para tener un óptimo servicio del equipo y un rango de vida esperado.
- Al realizar los empalmes y contactos en bornes, verificar la polaridad de los mismos para evitar daños a los equipos.
- El equipo último a ser instalado debe ser el panel fotovoltaico, previa revisión de todo el conjunto de instalaciones.

INVERSORES

Cuando se requiera energía eléctrica alterna a 220 V., se hará uso de un inversor o convertidor, se debe tener en consideración la potencia del equipo a ser usado, para la correcta selección del equipo así como del regulador de carga, batería y paneles fotovoltaicos, normalmente los requerimientos comunes pueden ser TV. a color, equipos de sonido, VHS, etc., los cuales pueden ser usados sin mayores inconvenientes, cuando el inversor no es de onda completa. Para el caso del uso de computadores, se debe contar con un inversor altamente calificado para evitar problemas con la información procesada en el computador.

REGULADORES DE CARGA

Siempre se debe verificar el amperaje del equipo antes de conectarlo, el cual debe cumplir con los valores indicados en el paquete SFD, de acuerdo a los detalles técnicos calculados, estos equipos son bastante variados dependiendo de la marca y el precio, pudiéndose obtener desde los más básicos y puntuales hasta los más avanzados con display digital y funciones incorporadas, que permiten monitorear las tensiones amperajes, estado de carga, etc.

CONVERSORES DC – DC

Siempre verificar los valores de tensión de salida, de acuerdo al equipo a ser usado, para evitar daño al equipo a conectar, ya que al tener diferentes tensiones de salida (9v, 6, 4.5v, y 3v.) podría dañar el equipo a alimentar.

MANTENIMIENTO

PANEL FOTOVOLTAICO

Se recomienda realizar chequeos periódicos al panel fotovoltaico (suciedad, bornes).

- a. Bajar el panel fotovoltaico y ponerlo sobre una superficie plana adecuada.
- b. Desconectar los contactos en la bornera del panel fotovoltaico.
- c. Realizar la limpieza del vidrio protector con un paño húmedo, evitando dañar el vidrio o ejercer excesiva presión sobre la superficie del mismo, así como verificar que el sellado se mantenga sin picaduras o que tengan filtrados de agua u otros.
- d. Con un cepillo metálico limpiar los contactos y bornes, eliminando suciedad y restos de óxidos.
- e. De igual manera con el cepillo metálico limpiar los contactos del conductor que va al regulador de carga.
- f. Conectar nuevamente los contactos (verificando siempre la polaridad) y realizar un adecuado ajuste de los tornillos de contacto.

REGULADOR DE CARGA

- a. Desconectar las líneas de conducción del panel fotovoltaico al regulador de carga.

- b. En el caso de tener suciedad en los contactos o restos de óxidos, desconectar todos los conductores y limpiarlos con un cepillo metálico, tanto los bornes de conexión como los terminales de los conductores. Reconectar y realizar el ajuste adecuado en los bornes (tener cuidado con la polaridad).
- c. Verificar y ajustar los tornillos de los bornes con un desarmador adecuado, para una correcta conducción eléctrica.
- d. Conectar nuevamente los conductores de alimentación del panel fotovoltaico.
- e. Si existiesen fusibles, verificar también el estado de los contactos, y si es necesario cambiarlos hágalo con uno de igual valor en tensión y amperaje para evitar daño a los equipos y una correcta protección eléctrica.
- f. Verificar el correcto funcionamiento de todos los equipos.

BATERÍAS

Existe una gran variedad de tipos y marcas de baterías, en los del tipo libre de mantenimiento, sólo debe realizarse una limpieza de contactos y ajuste adecuado en los bornes.

- a. Limpiar los bornes con un cepillo metálico y verificar el adecuado ajuste a los bornes de la batería.
- b. Baterías de plomo-ácido, al funcionar estas baterías, gasifican, como consecuencia se tiene que periódicamente completar el agua perdida (agua destilada), y siempre estas baterías deben estar en lugares ventilados y protegidos contra las inclemencias del tiempo.

AVERÍAS Y DETECCIÓN DE ERRORES

Ellas pueden ser de distintos tipos, se recomiendan los pasos siguientes:

- a. Con un multímetro, verificar la tensión de alimentación del panel fotovoltaico, si se tiene bastante sol se obtendrá mayor tensión y menor voltaje si está nublado, si el valor es menor a 13 voltios el panel fotovoltaico estará generando energía. Si se desea asegurar el correcto funcionamiento del panel fotovoltaico, bajarlo con cuidado y con el multímetro conectarlo en las borneras de salida del panel, cubrirlo con un paño oscuro e ir descubriéndolo paulatinamente, el voltaje en el multímetro debe comenzar a incrementarse y luego estabilizarse.
- b. Desconectar los conductores de salida del regulador de carga y verificar las tensiones en los bornes de los mismos, luego instalar las salidas una por una verificando el correcto funcionamiento de los equipos instalados.
- c. Medir el voltaje de la batería desconectado del regulador de carga, con ello podemos verificar la capacidad de tensión de la batería, tener cuidado al encontrar un mínimo voltaje de la batería, de acuerdo al fabricante, podría ser que la batería ha llegado al límite de su vida útil.
- d. Verificados los equipos y que estos se encuentren operativos y el problema persistiera, se deberá verificar la continuidad en los conductores, podría ser que existan empalmes mal realizados o sueltos.

SEGURIDAD

- a. Seguridad durante el transporte: Tener mucho cuidado en el transporte, sobretodo del panel fotovoltaico, ya que al no contar con un adecuado embalaje, podría dañarse el vidrio o los paneles internos. Siempre verificar el adecuado embalaje que proteja correctamente todo el panel, así mismo del regulador de carga que debe transportarse en su caja original; para la batería, tener cuidado con los bornes de contacto.
- b. Seguridad durante la instalación: No golpear los equipos o que entren en contacto con líquidos directamente, así mismo al realizar los contactos y pruebas de funcionamiento, no tener líquidos inflamables cercanos, ya que los contactos podrían emitir pequeñas chispas, así mismo las baterías de plomo-ácido, instalarlas en zonas de adecuada ventilación y protección contra lluvias. Verificar que el equipo inversor de tensión se encuentre apagado y sus contactos de tensión alterna protegidos adecuadamente para evitar accidentes.
- c. Seguridad personal: Usar las herramientas adecuadamente y si se tiene inversores, verificar con un multitester la salida de tensión alterna así como con la carcasa del inversor, para verificar falsos contactos al equipo.