

CAPITULO 12

INSTALACION DE SISTEMAS FVs

INTRODUCCION Desde un punto de vista práctico es imposible preveer la variedad de condiciones que los lectores encontrarán al llevar a cabo la instalación de su sistema. Teniendo esta premisa en mente, el material de este capítulo no sólo contiene una parte informativa, pero intenta, al mismo tiempo, desarrollar un criterio analítico en el lector que le permita identificar un problema y elegir la solución más práctica y económica. Para establecer un rápido vínculo entre lo teórico y lo práctico he decidido incorporar referencias a capítulos precedentes, a fin de facilitar la revisión del tema.

NORMAS BASICAS

Antes y durante la instalación de un sistema deberá tenerse presente las cinco recomendaciones de caracter genérico que se dan a continuación:

- 1- Dé prioridad a la información proporcionada por el fabricante y no asuma que no la necesita. La ofrecida por el folleto enviado con un producto es probablemente la más ignorada. Lea esta información **antes** de instalar el componente. El conocimiento de las limitaciones de un producto o la secuencia a seguir durante su montaje o conectado no sólo facilita su instalación, pero puede ahorrarle dolores de cabeza y costos adicionales.
- 2- Utilice el apoyo técnico que le brinda el fabricante o el representante local para verificar si su decisión es la más acertada. Preguntar es un signo de inteligencia. Asumir es lo contrario.
- 3- Siempre tenga presente las normas básicas de seguridad. El conocimiento técnico, junto con una dosis de sentido común suelen ser la mejor guía.
- 4- Instale el sistema pensando que, en algún momento, deberá ser mantenido, reparado o ampliado. Esto implica que todos los componentes en la instalación deben tener un acceso fácil.
- 5- Recuerde que la temperatura y humedad ambiente, sean estas muy altas o bajas, afectan el funcionamiento y la vida útil de todos los componentes del sistema. Esta recomendación es extremadamente importante en el caso de las baterías, controles de carga e inversores.

SOPORTE PARA PANELES

El uso de un soporte comercial de buena calidad es la solución más aconsejable, ya que los metales utilizados en su construcción han sido tratados contra la oxidación y vienen acompañados de tornillería especial para evitar el deterioro por efecto galvánico. Este último toma lugar cuando dos metales diferentes comparten una superficie de contacto que está expuesta a la intemperie. La presencia de agua en la atmósfera, que siempre contiene impurezas, crea un medio electrolítico. Uno de los metales adquiere un potencial mayor que el otro, convirtiéndose en el ánodo de la junta. La corriente que circula entre ellos produce la destrucción del metal con mayor potencial eléctrico,

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

SOPORTE PARA PANELES

sin afectar al otro. Este mecanismo, cuando es utilizado en tanques de acumulación para agua caliente, se lo denomina “ánodo de sacrificio”. Cuando se usa el acero inoxidable con alto contenido de cromo se consigue un material muy resistente a la corrosión, incluso la galvánica.

NOTAS

Si encarga un soporte comercial especifique la marca del panel FV que va a usar, ya que la locación de los agujeros de montaje, así como las dimensiones del marco de sostén, varían con los modelos. Perforaciones hechas a posteriori no sólo destruyen la defensa del tratamiento contra el óxido en la zona perforada, pero pueden causar accidentes que dañen las celdas FVs.

SOPORTE CASERO

Si Ud. piensa construir el soporte, el material más indicado es el aluminio, pues resiste la oxidación destructiva. La otra ventaja en el uso del aluminio es que al atornillar el marco metálico del panel al soporte se tiene una juntura de aluminio contra aluminio, lo que ayuda a evitar la corrosión galvánica. Sin embargo, deberá adoptarse precauciones especiales al colocar la tornillería, como se ilustra al tratar el montaje de los paneles. El uso de largeros de aluminio en ángulo le facilitará la construcción del soporte. Un espesor de 1/8 de pulgada, con lados de 1 y 1½ pulgadas, respectivamente, son adecuados para este tipo de construcción. Si este material es muy caro, el hierro galvanizado o la madera pueden representar soluciones más económicas. Las varillas de hierro galvanizado en ángulo, pre-perforadas, simplifican enormemente la construcción.

ORIENTACION

Si el sistema es instalado al norte del Ecuador, los paneles deberán mirar al sur. Sistemas instalados al sur del Ecuador deberán mirar al norte. La determinación exacta de estos puntos cardinales no es crítica, dado que la variación de la insolación con la orientación no es brusca. El uso de una brújula permite la determinación del norte (o sur) magnético. Para determinar el norte (o sur) geográfico, Ud debe corregir la posición sabiendo el valor de la declinación del lugar. Este último valor representa la diferencia, en grados, hacia el este o el oeste, entre el sur (o norte) magnético y el geográfico. La Figura 12.1 muestra la diferencia entre los polos magnéticos y geográficos para una locación que tiene un ángulo de declinación de 20°.

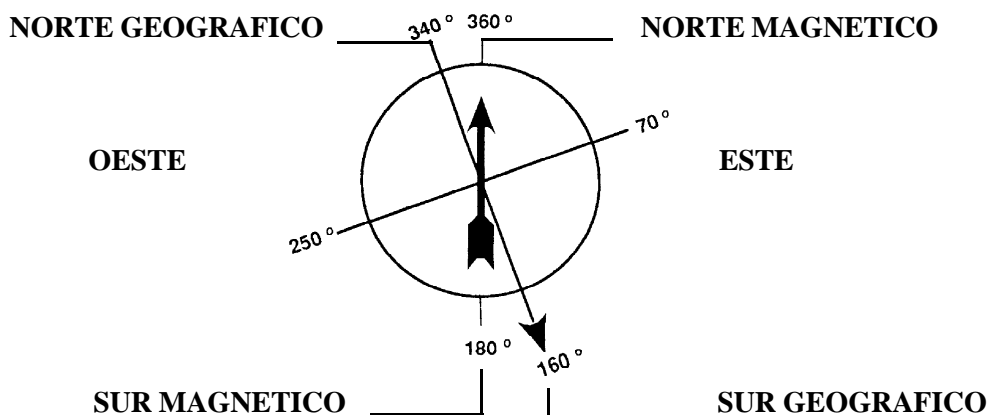


Fig. 12.1- Angulo de Declinación de 20°

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

Otro método para determinar el sur (o norte) geográfico es el siguiente: plante una estaca en el suelo y observe la longitud de su sombra. Cuando ésta se reduce a un mínimo, se ha alcanzado el mediodía solar para esa estación del año. La dirección de la sombra y la posición del sol le indican la dirección del sur (o norte) geográfico. Este método puede ser perfeccionado si el diario local publica el tiempo de salida y puesta del sol. La mitad de esa diferencia horaria, sumada a la hora de salida, proporciona la hora para el mediodía solar. En ese momento puede observar la dirección de la sombra y la posición del sol.

UBICACION Y ANGULO DE INCLINACION *En ningún momento del día los paneles deberán estar a la sombra*, aunque ésta sea sólo parcial, pues la resistencia interna (Apéndice I) del panel incrementa drásticamente en la zona sombreada. Observe cuidadosamente, durante el invierno, dónde cae la sombra de árboles o plantas cercanas a donde Ud. va a instalar los paneles. Si los ubica en el suelo, evite que sean dañados por animales o vehículos, proveyendo un cerco de protección. Si ubica los paneles en el techo y éste no es plano, el ángulo del techo *forma parte del valor del ángulo de inclinación* (Figura 12.2).

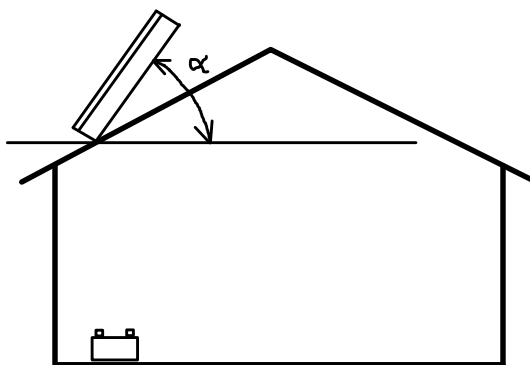


Fig. 12.2- Angulo de Inclinación a

NOTAS

Si el ángulo del techo es igual o muy cercano al de la inclinación requerida, el montaje de los paneles FVs puede hacerse sobre el techo, siempre que se deje una *separación mínima* de 10 cm entre ambos, para crear una capa de aire que evite la transferencia directa del calor del techo a los paneles FVs. Oriente los separadores de manera de no bloquear el viento predominante en el lugar, lo que permitirá una menor temperatura de trabajo para el panel (Capítulo 4). Para acortar la longitud de los cables de conexión, elija el lado del techo más cercano al banco de baterías.

TENIENDO EN CUENTA EL CLIMA

Si los paneles van a estar instalados en una región donde *no* hay nevadas, instálelos con el lado más largo a lo ancho, para disminuir el brazo de palanca que ejercerá el viento sobre la estructura. Si *hay* nevadas, el soporte deberá ser elevado del suelo una altura cercana al máximo de acumulación de la nieve, para evitar que los paneles queden sepultados. En este caso monte los paneles usando la parte más angosta a lo ancho. Esto facilitará el deslizamiento de la nieve, si ésta llegare a acumularse sobre el panel.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

MONTANDO LOS PANELES AL SOPORTE

Sujete los paneles al soporte usando tornillos con una combinación de arandela plana con arandela de retención (arandela partida o en estrella), para evitar que la tuerca se afloje, como se muestra en la Figura 12.3. Aisle el marco y el panel si los metales son distintos. Para aislar el tornillo puede usar uno de diámetro menor al de la perforación y aislarlo con cinta aisladora o un tubo de plástico. Utilice arandelas aislantes entre la cabeza del tornillo y el marco y entre la arandela plana y el soporte.

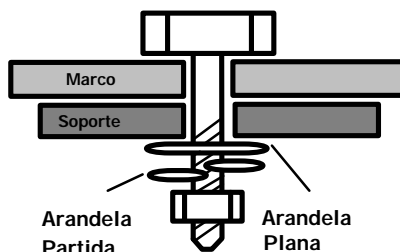


Fig 12.3- Anclaje del Marco del Panel al Soporte

ANCLAJE MECANICO DEL SOPORTE

El soporte deberá estar firmemente anclado al piso (o techo). En instalaciones a ras del suelo puede usarse una base o pilones de cemento. La Figura 12.4 muestra algunas de estas alternativas.

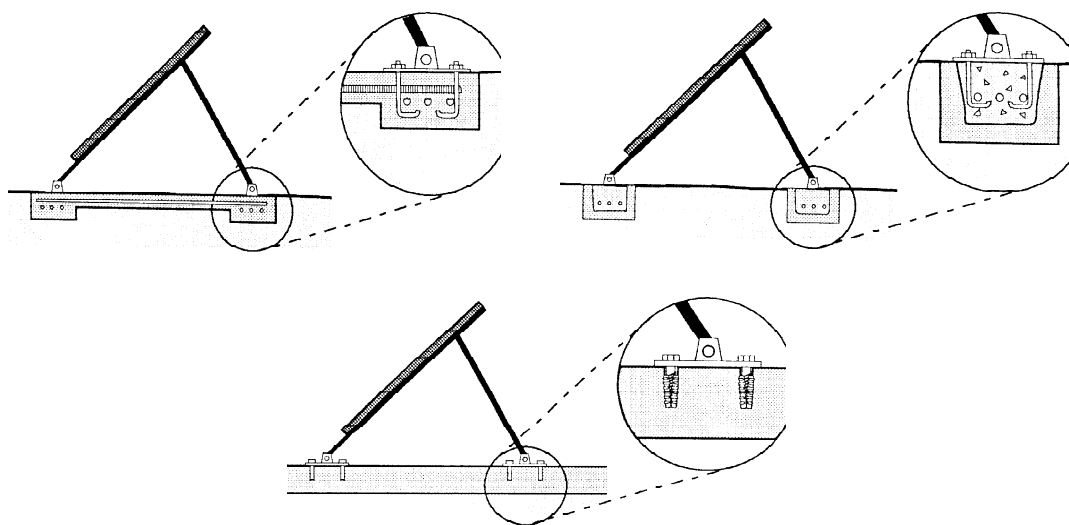


Fig 12.4- Anclaje del Soporte al Suelo

NOTA

En regiones donde el viento es intenso, asegúrese que la superficie que sirve de anclaje puede resistir el brazo de palanca que ejercerán los paneles.

PROTECCION CONTRA DESCARGAS

Provea una conexión a tierra para minimizar el efecto destructivo de una descarga eléctrica durante días tormentosos. Recuerde que el marco del panel es el que debe ser conectado a tierra. Si existe un buen conecionado eléctrico entre el marco del panel y el soporte, el requisito de tierra quedará satisfecho al regresar a tierra a este último. Más adelante se dan detalles de cómo realizar una buena conexión a tierra. Si el sistema tiene más de un panel, conecte los marcos entre sí, y luego efectúe una sola conexión a tierra. Si usa un seguidor automático siga el procedimiento de montaje y protección recomendado por el fabricante.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

DESCARGAS ELECTRICAS La descarga de un rayo es más probable cuando existen nubes con un alto nivel de cargas eléctricas, las que inducen una carga igual y contraria en los objetos ubicados en la tierra. Si la densidad de carga (carga por unidad de superficie) aumenta, la posibilidad de una descarga eléctrica entre una nube y ese punto de alta densidad de carga aumenta sensiblemente. Los pararrayos aumentan la densidad de la carga inducida usando un extremo punteagudo.

MECANISMO DE PROTECCION En un panel FV la densidad de carga sobre su superficie se incrementa substancialmente durante una tormenta eléctrica, pudiendo inducir una descarga eléctrica. Para evitarlo, se necesita que esas cargas sean conducidas de la superficie del panel al marco metálico y, de allí, a tierra. Como ésta representa un alto incremento en superficie, la densidad de carga disminuye, minimizando la posibilidad de una descarga. Los circuitos de protección tratan de evitar las descargas indirectas sobre los paneles. No existe protección para una descarga directa de un rayo, ya que la energía asociada con la misma es demasiado elevada.

CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO Las corrientes en el circuito de protección, aún para descargas indirectas, alcanzan valores muy elevados en una fracción de segundo. Para ofrecer una protección efectiva la resistencia de este circuito deberá ser la menor posible. En la práctica, el terreno constituye el mayor porcentaje del valor resistivo del circuito de protección. En lugar de hablarse de la resistencia de la tierra, se define la conductividad ($1/R$) de la misma.

CONSTRUYENDO UNA TOMA DE TIERRA Cuando la humedad es alta y no hay rocas, se puede obtener una buena conexión a tierra enterrando verticalmente una varilla de acero de 12 mm de diámetro (1/2 pulgada), con cubierta de cobre y una longitud de más de 2m. En terrenos rocosos, y con muy baja humedad, la conductividad es muy pobre. Para aumentarla, se necesita incrementar la superficie de contacto, lo que se logra usando varias varillas. Dependiendo de la formación geológica del terreno, éstas pueden formar un círculo, con un espaciado entre un metro y metro y medio entre ellas. Si la presencia de rocas no permite enterrar las varillas verticalmente, hágalo en forma inclinada, pero **no reduzca** la longitud de las mismas. La Figura 12.5 ilustra estos casos.

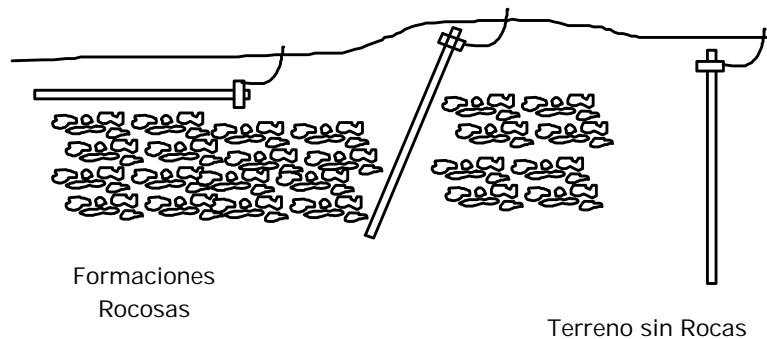


Fig. 12.5- Varillas de Tierra

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

CONSTRUYENDO UNA TOMA DE TIERRA Para que las varillas se comporten como un solo conductor, éstas deberán ser conectadas entre sí. El cable de interconexión no debe tener cubierta aisladora y deberá ser enterrado por lo menos medio metro, a fin de aumentar la superficie de contacto con tierra. Si puede mantener la superficie humedecida, la conductividad se incrementará substancialmente. En terrenos donde la penetración es casi imposible, use las varillas formando una figura como los rayos de una rueda, para aumentar la superficie total, uniendo las varillas en el centro. Puede, asimismo, enterrar radiadores de autos viejos (cobre), los que deben ser conectados a las varillas.

NOTAS Como la corriente de descarga varía de cero a un máximo y luego a cero nuevamente en una fracción de segundo, se debe minimizar, asimismo, la inductancia (Apéndice 1, circuitos de CA) de los cables, evitando crear enlados que actúan como bobinas, oponiéndose al cambio de la corriente.

CABLEADO DE TIERRA El cable utilizado para conexiones a tierra deberá ser de cobre, de *un solo conductor*, sin aislación, y de un calibre AWG-6 o 4. Cuide de no formar curvas o enlados en su longitud (mínima longitud posible). Para asegurar un buen coneccionado entre una varilla y el cable, se aconseja el uso de terminales como el de la Figura 12.6. Si las varillas forman un círculo, puede doblar las puntas en ángulo recto y abrazarlas con un conector de amarre. El más apropiado es similar al ilustrado en la Figura 12.6. *No use soldadura de plomo*. Las corrientes de desgarga son muy elevadas y el calor generado derretirá la soldadura, perdiéndose el contacto a tierra.

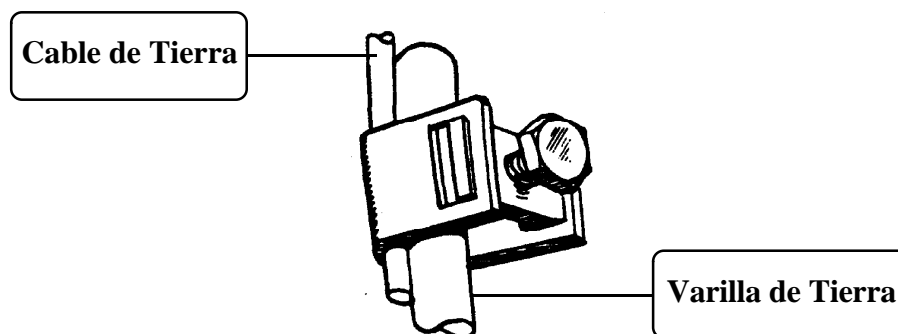


Fig. 12.6- Terminal de Amarre a Tierra

TERMINALES PARA CABLES El extremo del cable de tierra que se conecta al marco del panel FV deberá usar un conector sin abertura alguna (Figura 12.7 A), para evitar que éste se zafe del tornillo de amarre. El conector abierto (B en la Figura 12.6) no cumple con este requisito. Como se indicó anteriormente, elimine curvaturas y enlados en el cable que conecta la varilla al marco del panel.

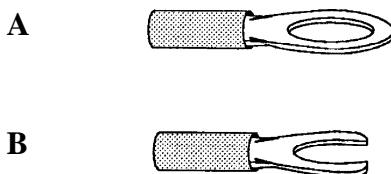


Fig. 12.7- Terminales para Cables

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

- NOTAS** Los terminales ilustrados en la Figura 12.7 se ofrecen en varios tamaños, para poder conectar diferentes calibres de cable. Para obtener un buen contacto eléctrico, así como una correcta retención mecánica entre el terminal y el cable, use la herramienta adecuada para apretar la zona de inserción del cable.
- OTROS TIPOS DE PROTECCION** Existen otros circuitos de protección contra rayos que usan un dispositivo de descarga semejante al de una bujía de automotor. Cuando el potencial alcanza un cierto valor, se produce una descarga a tierra, con la formación de un arco eléctrico. Cuando se utiliza este tipo de protección en circuitos, es conveniente agregar una bobina en serie con la entrada del mismo. Esta ofrecerá un paso de alta impedancia en esa dirección. Otra forma de protección es la proporcionada por el uso de los varistores (Capítulo 7). Esta técnica de protección contra descargas eléctricas es la adoptada por la mayoría de los fabricantes de componentes, ya que los varistores ocupan un espacio reducido y son fáciles de reemplazar.
- PANELES FVs: CONECCIONES DE SALIDA** La integridad de las conexiones eléctricas en el sistema es extremadamente importante. El conexionado de los cables de salida de un panel FV debe hacerse con terminales de tipo cerrado (Fig.12.7A), los que deberán ser ensamblados al cable apretando la sección donde se inserta el cable, la que deberá ser soldada. El terminal deberá ser atornillado al conector de salida del panel de manera de evitar que éste pueda aflojarse fácilmente. Si el panel tiene una caja de conexión, acomode los cables dentro de la misma de manera que formen un arco, para evitar que un tironeo exterior se transmita directamente al terminal del panel. Cada fabricante ofrece un tipo diferente de conector de salida. La revista Home Power, en su No 33 (Págs 22 a 26) ha compilado todas las características mecánicas de los paneles más usados en la actualidad. Aunque Ud. no lea inglés, las fotografías proporcionan una información muy valiosa. Algunos paneles tienen los terminales positivo y negativo dentro de una caja de conexión, ya sea de plástico o metal, otros ofrecen una caja para cada polaridad, las que están ubicadas en los extremos del panel. Aunque ya no es tan común, existen paneles donde los terminales no tienen ninguna protección ambiental. Si Ud. va usar un panel de este tipo, luego de terminar el conexionado de los cables de salida, utilice una pasta siliconada, como las que se ofrecen para baños, de manera que al secarse aisle al terminal de la acción corrosiva del ambiente. Este tipo de material cura preservando algo de flexibilidad, y es fácil de remover si necesita tener acceso al terminal en el futuro. Si tiene la posibilidad de elegir entre varios modelos de paneles, elija el que tenga una caja de fácil acceso, con amplio lugar para acomodar los cables, y con un sencillo acceso. Si va a usar una cubierta flexible de protección para los cables, verifique que la caja permite un fácil anclaje de la misma.
- CABLEADOS ENTRE PANELES** Para facilitar el conexionado entre paneles use un cable con un calibre que tenga la ampacidad mínima requerida. Recuerde que en una conexión de paneles *en serie*, la corriente máxima es igual a la máxima proporcionada por uno de ellos, mientras que en una conexión *en paralelo*, la corriente del sistema está dada por la suma de las corrientes de cada panel. En la Figura 12.8 en el nodo A se suman I1 e I3 y en el nodo B se añaden las corrientes I2 e I4.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

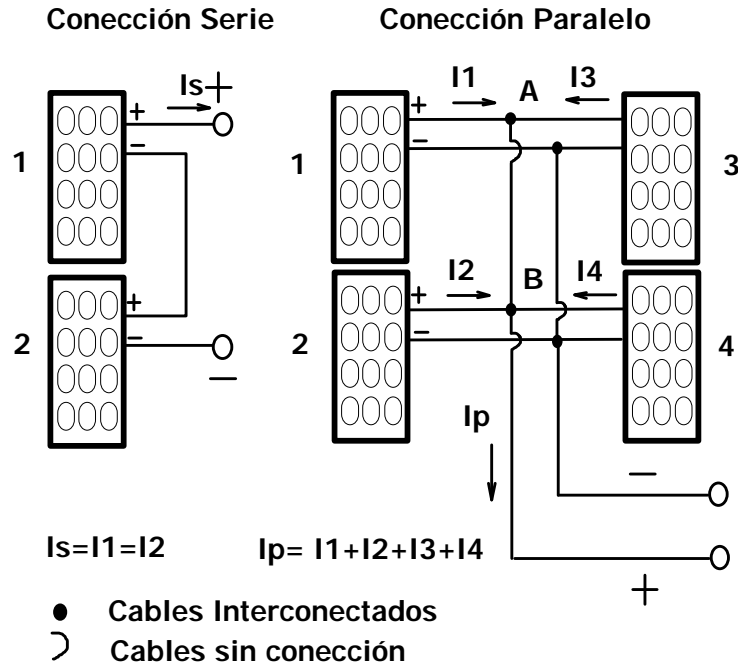


Fig. 12.8- Conexiones de Paneles en Serie y Paralelo

NOTAS DE INSTALACION

Los cables de interconexión deben ser del tipo multi-alambre, para que sean más flexibles y fáciles de manejar. Corte los cables dándoles una longitud suficiente para evitar que ejerzan tensión mecánica sobre los contactos de las cajas de salida a las que están conectados. No dañe las protecciones ambientales de los agujeros de entrada y salida de las cajas de terminales. Use, en ambos extremos del cable, terminales del tipo cerrado. Asegúrese que el ancho del terminal pasa por el agujero de la caja. Esto determinará si el segundo terminal deberá ser puesto después de pasar el cable por el agujero de la caja. Oprima la parte retensora del terminal para obtener rigidez mecánica y suéldelo para tener un contacto de baja resistencia. Al ajustar las tuercas o tornillos de los conectores de los paneles no use excesiva fuerza, para no dañarlos. Evite que los cables de conexión entre paneles toquen la parte trasera de los mismos, evitando que la alta temperatura de esta zona dañe la cubierta de aislación o aumente la resistencia óhmica.

DIVISION DE UN CONJUNTO (ARRAY)

Quando los paneles están conectados en paralelo todos los terminales de igual polaridad están unidos entre sí. Si hay más de dos paneles en una rama en serie, conecte la salida del conjunto al panel que corresponde al punto “medio” de la misma, para equilibrar las corrientes de carga de las “mitades”. Si el número de paneles en serie es impar siempre existirá un desbalance. Si la corriente de carga es elevada, el diámetro del cable requerido puede resultar extremadamente difícil de manejar. En este caso divida el conjunto de paneles en dos (o más), cada uno con un control de carga de menor corriente, como se indicó en el Capítulo 7.

La Figura 12.9 muestra el coneccionado de dos conjuntos en paralelo.

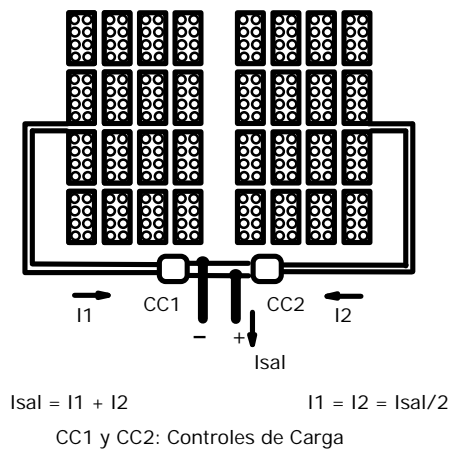


Fig.12.9- Desdoblado un Conjunto (array) en dos

Existen dos casos: cableado de superficie y subterráneo. El método más conveniente dependerá de la distancia entre los paneles y el control de carga, la ubicación de los paneles, el tránsito por esa zona, la presencia de roedores y otras consideraciones. En ambos casos evite que el peso de los cables actúe sobre el conector del panel, proveyendo un amarre mecánico para los mismos. Cuide que el agua de lluvia no penetre en las cajas de conexión. Si usa un soporte ajustable o automático, posicione los cables de salida del conjunto FV de manera de permitir un libre movimiento para el ajuste del ángulo de inclinación o la rotación del soporte automático.

Cuando los paneles FVs son montados en el techo se recomienda el uso de un conducto metálico sólido de protección para los cables de bajada, como el que se muestra en la Figura 12.10A. Este conducto se vende en largos de 10' (pies) y puede ser doblado usando la herramienta ilustrada en 12.10B. Si no consigue esta herramienta efectúe el doblado sin dañar la cobertura, a fin de que mantenga su protección ambiental.

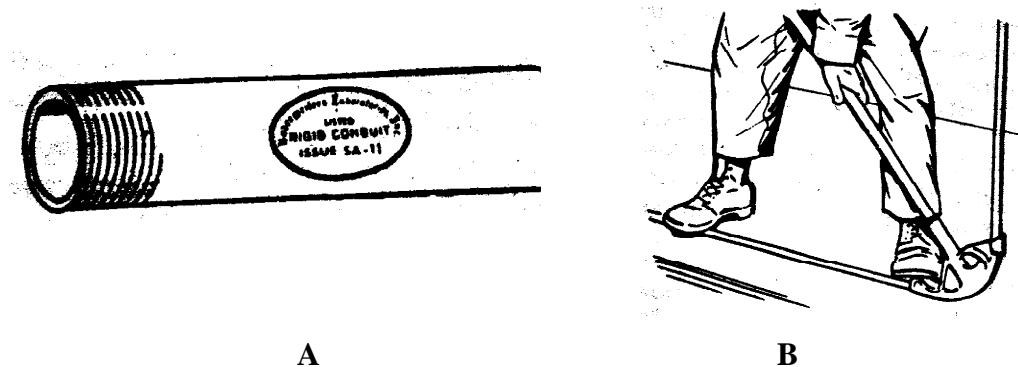


Fig. 12.10- Cubertura Metálica Sólida / Herramienta para su Doblado

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

NOTAS DE INSTALACION Utilice abrazaderas para sujetar el conducto de bajada a la pared de la casa. Si hay vientos fuertes, tome precauciones especiales con los componentes que están expuestos. Evite la penetración del agua de lluvia o rocío dentro de los conductos verticales doblando el extremo superior en semi-círculo. El lado donde penetra (o sale) el cable debe apuntar hacia abajo. Cuando el sistema contiene equipos de recepción (TV, radio, etc), el conducto metálico podrá actuar como blindaje contra señales intermitentes si se lo conecta a tierra. La armadura metálica debe ser usada si se sospecha la presencia de animales roedores. Esta acción defensiva puede complementarse con el uso de una armadura metálica flexible entre la salida del panel y la entrada a la parte rígida.

CABLEADO SUBTERRANEO Si el soporte de los paneles está ubicado a nivel de tierra, puede utilizarse el cableado subterráneo. Este tipo de cableado facilita el tránsito en el área entre los paneles y el banco de baterías, mantiene los cables de salida a temperaturas más uniforme durante todo el año, evita la acción destructora de animales roedores y rayos ultravioletas sobre la cubierta de aislación, y no requiere el uso de líneas aéreas con postes de sostén, las que son más costosas y propensas a causar daños en zonas de fuertes vientos. Como se indicó en el Capítulo 8, deberá usarse cable del tipo UF.

NOTAS DE INSTALACION Los cables en una instalación subterránea deben ser ubicados dentro de una zanja que tenga entre 1 y 1,5 m de profundidad. Para proteger la aislación y permitir cierto grado de libertad de movimiento, el fondo de la zanja debe tener una capa de arena, sin piedras. Al depositar el cable hágalo creando un suave ondulado, para evitar toda posibilidad de tensión mecánica. Los cables de entrada y salida de esta instalación deberán emerger dentro de conductos metálicos de protección, con el dobléz en semi-círculo descrito con anterioridad. El control de carga debe ser ubicado cerca o junto a las baterías, de manera que éste tenga protección ambiental. Cuando el control de carga tiene un sensor de temperatura, esta opción fuerza esta elección, ya que debemos monitorear la temperatura del electrolito (Capítulo 7).

CONECTORES PLASTICOS A ROSCA En sistemas donde la corriente de carga no excede los 10A, la entrada y salida del control de carga tienen cables flexibles (AWG 12 o 14). Esto simplifica el coneccionado, ya que pueden usarse conectores plásticos a rosca (*wire wrap*, en inglés), como los ilustrados en la Figura 12.11. Dentro del cuerpo de plástico poseen un mecanismo, a rosca o con resorte, que retiene dos (o más) cables al enroscar el conector alrededor de los mismos. El cuerpo de plástico tiene forma cónica. Los usados para conectar cables de mayor diámetro tienen aletas exteriores, para facilitar el enroscado a mano.

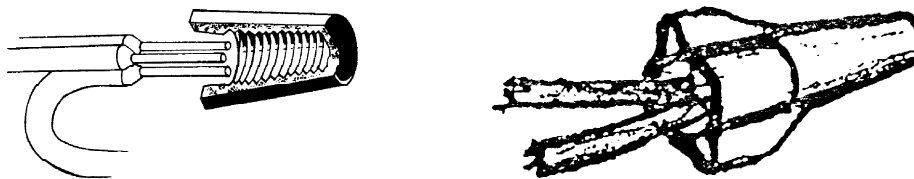


Fig. 12.11- Conector Plástico a Rosca (Wire Wrap)

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

Estos conectores se ofrecen para varios rangos de calibres (número AWG). Elija el que corresponde al diámetro de los cables a conectar, a fin de asegurar un contacto permanente. Para impedir que el conector se desenrosque, o que penetre agua en la zona de contacto, cubra el área entre la base del terminal y los cables con un par de vueltas de cinta aisladora.

SOLDADURA DE CABLES

Si no consigue este tipo de conector puede soldar los cables, o usar un tubito de cobre blando, de 1 o 2 cm de longitud, con un diámetro interno que permita a los dos cables entrar en forma ceñida. Apriete con una pinza el tubito (retención mecánica) y suelde el conjunto (baja resistencia de contacto). Termine el conecionado usando cinta aisladora. La Fig. 12.12 muestra los dos tipos de conecionado.

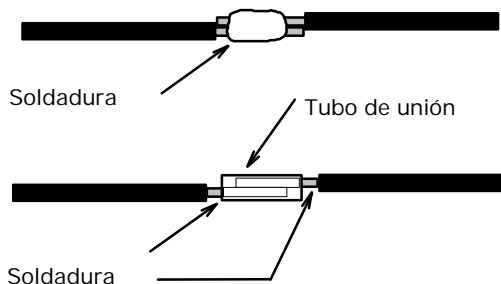


Fig. 12.12- Unión de dos Cables

NOTAS DE INSTALACION

Los controles de carga diseñados para altos valores de corrientes poseen terminales metálicos, con tornillo de retención, Esto permite acomodar cables de mayor diámetro sin incrementar la resistencia eléctrica del mismo. Cuando efectúe el conecionado de sistemas con cables pesados, nunca permita que el peso de los mismos actúe sobre los bornes de coneción. Use retenes mecánicos para sostener el cable, como se indicó anteriormente. Dimensione la longitud de los cables de manera que le sea fácil conectar o desconectar los mismos.

BANCO DE BATERIAS

Las baterías deben estar resguardadas de las temperaturas ambientes extremas. Cuando el número de baterías es reducido (1 a 4) la mejor solución es el uso de baterías de Pb-ácido del tipo hermético, las que pueden ser colocadas dentro de una caja térmica, en un foso bajo tierra o en un cobertizo hecho con fardos de paja, los que pueden ser revocados exteriormente con barro para defenderlos de la lluvia. Un fardo de paja seco tiene un factor de aislación de R2,7 por pulgada, de manera que un fardo de 18" llega a tener un factor R-48. Las mejores casas en los EEUU alcanzan valores de aislación por debajo de este valor. La caja hermética puede ser construída con madera, ya que no habrá derrames de ácido. Los detalles de una caja de este tipo se dan al final de este capítulo. Cuando no se puede utilizar baterías herméticas, se necesitará construir un pequeño cobertizo, con aislación térmica, el que puede ser ventilado usando un caño de unos 2,5 cm de diámetro (1") con salida al exterior protegida contra la lluvia. La Figura 12.13 muestra, en forma esquemática, este tipo de realización. Al final de este capítulo se describe una realización práctica de un sistema de ventilación concebido por uno de los lectores de la revista Home Power.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

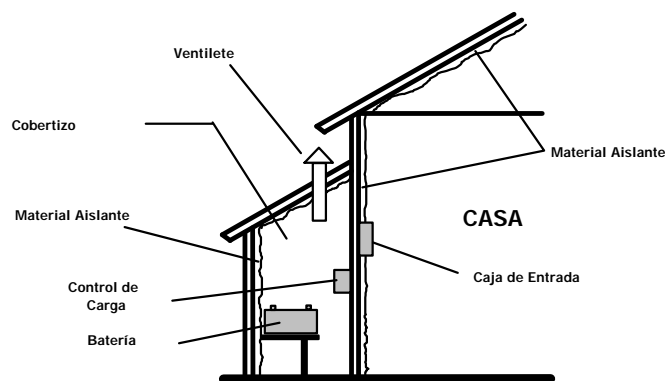


Fig. 12.13- Cobertizo para Baterías

NOTAS DE INSTALACION

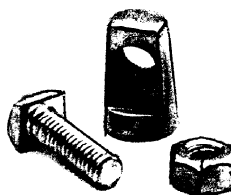
Cuando el número o tipo de batería no hace posible el uso de una caja aislada, deberá proveerse una superficie de apoyo para las mismas. La madera dura proporciona una solución, pero el ácido sulfúrico la ataca, de manera que es conveniente ubicarlas dentro de bandejas individuales de plástico. Estas se venden en negocios de repuestos para automotores. Diseñe la altura del sostén de manera que le sea cómodo colocar, remover o inspeccionar las baterías. Si hubiere más de un nivel, deje suficiente separación entre niveles o escalone su construcción para poder tener un fácil acceso a las celdas cuando se necesite agregar agua destilada o introducir un densímetro. Para evitar el deslizamiento lateral, agregue un pequeño borde de retención en los lados.

TERMINALES DE BATERIAS

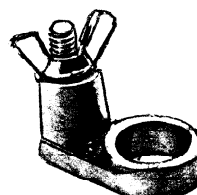
La Figura 12.14 muestra algunos de los tipos de terminales usados en baterías solares. Las versiones más comunes son el terminal plano, el que usa tornillo y tuerca para la sujeción del cable, y el tipo mariposa.



Terminal Redondo



Terminal Plano



Terminal Mariposa

Fig. 12.14- Distintos tipos de Bornes de Batería

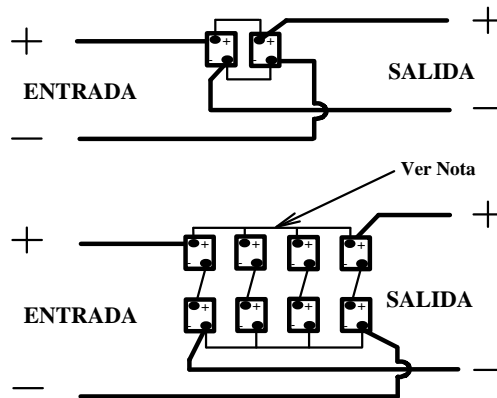
CABLES DE BATERIA

Los cables que conectan las baterías en serie, en paralelo o en serie-paralelo, deberán seleccionarse, en bancos de alta corriente, teniendo en consideración su ampacidad. Recuerde que cada cable, para una dada longitud y calibre, tendrá un valor de resistencia que debe ser minimizado. En bancos de pocas baterías un cable del calibre AWG-4 es suficiente. Para asegurar el anclaje del cable al borne de contacto de la batería se utilizan, en ambos extremos del cable, conectores cerrados (Figura 12.7A).

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

Estos cables suelen ser vendidos, ya ensamblados, en negocios de venta de repuestos para automotores. Si no los consigue, al final de este capítulo se describe un procedimiento de ensamble para los mismos.

CONECCIONES AL BANCO DE BATERIAS Existen dos conexiones para el banco de batería: la de entrada (del control de carga) y la de salida (a la caja de entrada y/o al inversor). El conexionado debe ser hecho de manera que exista una distribución uniforme de las corrientes de carga y descarga dentro del banco de baterías. Esto se obtiene utilizando las “diagonales” del conexionado del banco. La Figura 12.15 ilustra este concepto para un banco de sólo dos baterías en paralelo y otro de ocho (8) baterías en conexión serie-paralelo.



Nota: Esta conexión puede convertirse en una "barra conductora"

Fig. 12.15- Conexión de Entrada y Salida

BARRRAS DE CONECCION (BUS BARS) Cuando el número de baterías (o grupos en serie) que son conectados en paralelo es substancial (elevada corriente de carga), se aconseja usar dos barras de cobre (*bus bars*, en inglés) de sección rectangular, una por polaridad, para unir los terminales de igual polaridad, como se indica en la Figura 12.15. Estas barras se ubican a lo largo de las baterías, a unos 30 cm de altura sobre las mismas. El área de la sección puede hacerse mayor a la de un cable 4/0 sin mayores problemas. Con este esquema de conexión se pueden usar cables más cortos entre los terminales y la barra de polaridad correspondiente, reduciéndose la resistencia total.

NOTAS Tanto los controles de carga como los inversores, si se los usa, deben estar protegidos ambientalmente. El largo de los cables de entrada de un inversor (Capítulo 11) deben ser lo más corto posible. Si el control de carga usa relevador, verifique que esté montado dentro de una caja hermética, evitando la acción corrosiva ambiental en los contactos y la generación de chispas eléctricas en el cuarto de baterías. Si incorpora un control de carga con sensor para la temperatura de batería siga las instrucciones de montaje dadas por el fabricante para asegurarse que el cuerpo del mismo está a la misma temperatura que la batería. Cuando se requieren cables de conexión de elevado diámetro, use retensores para obtener un buen anclaje mecánico e impedir la acción nociva del peso de los mismos en los contactos. Corte la longitud de los cables con un pequeño exceso, para permitir un fácil conexionado.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

CAJA DE ENTRADA, FUSIBLES Y CABLEADO INTERNO

Antes de instalar una caja de fusibles verifique si el diseño de la misma permite un montaje exterior o interior. La misma observación es válida si incorpora una llave interruptura en cualquier parte del circuito. Si el valor de la corriente de carga es elevado, use varios fusibles para minimizar la corriente por circuito. Separe los que tienen transitorios de los que no los tienen (Capítulo 9). Los cables para coneccionado interno son de alambre sólido. Elija la distribución de las corrientes de carga de un sistema de alto consumo de manera tal que el calibre del cable a usarse no exceda el de un AWG 10. Esto abaratará el costo y facilitará el cableado.

TOMA-CORRIENTES

Los tomacorrientes de CA tienen dos colores, uno cobrizo (vivo en CA) y otro plateado (neutral en CA). En un circuito de CC, puede elegir el lado cobrizo como el positivo y el plateado como negativo. En circuitos de CA estos tomacorrientes tienen una conexión de tierra, a tornillo, en uno de sus extremos.

NOTAS

Los cables pueden ser atornillados a los costados del toma-corriente o insertados en hoyos ubicados en su parte inferior, los que están diseñados para retener el cable. Si necesita sacarlos, debe usar un pequeño destornillador que penetre en la ranura adyacente. Esta presión libera el mecanismo de retención, permitiendo su remoción. Pelando el cable una longitud algo menor que el espesor del tomacorrientes proporciona una buena superficie de contacto. Si atornilla el cable colóquelo de manera tal que al apretar el tornillo se enrosque alrededor del cuerpo del mismo.

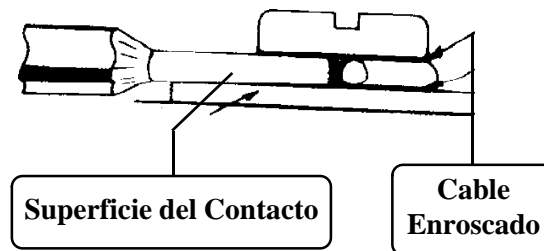


Fig. 12.16a- Atornillado del Cable

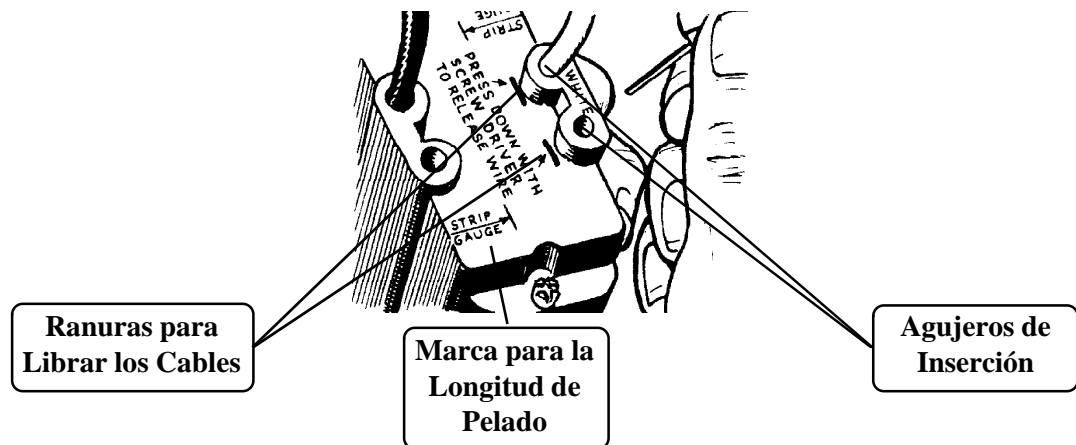


Fig. 12.16b- Inserción del Cable

Las Figuras 12.16a y b muestran el atornillado e inserción de un cable sólido en un tomacorriente.

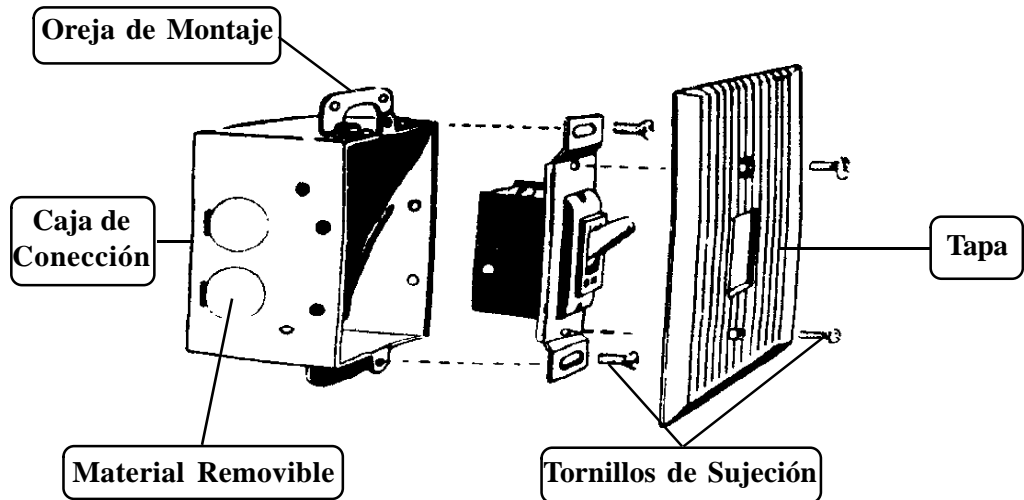
NOTA

Los tomacorrientes dobles de diseño americano tienen una sección entre los dos que puede ser cortada si se quiere independizar las dos partes. Por ejemplo, cortando el lado de positivo se tendrá un negativo común (neutral común) y dos positivos (vivos) independientes.

CAJAS DE CONECCION

Los tomacorrientes y las luces de una habitación están atornillados a una caja de conexión (metálica o de plástico) similar a la ilustrada en la Figura 12.17.

Fig. 12.17- Cajas de Conexión



Estas pueden ser clavadas o atornilladas para su montaje. Estas cajas tienen, en cada uno de sus lados, círculos semi-cortados. Empujando la sección pre-cortada se crean agujeros de entrada o salida para los cables de la instalación. Si Ud. no las consigue, puede improvisar una de madera, la que deberá ser tratada con brea o aceite usado de auto para hacerla impermeable. La Figura 12.17 muestra el montaje de un interruptor (o tomacorriente) a la caja, el que es cubierto con la tapa adecuada. Este tipo de caja se utiliza asimismo para montar un receptor a rosca, en el que se enrosca un foco de iluminación.

CONECTORES DE ENTRADA

Para evitar que la aislación externa del cable pueda ser dañada por el borde filoso de la caja metálica, puede protegerse al cable con cinta aisladora o usar conectores como los ilustrados en la Figura 12.18, los que proveen, asimismo, anclaje mecánico para los cables.

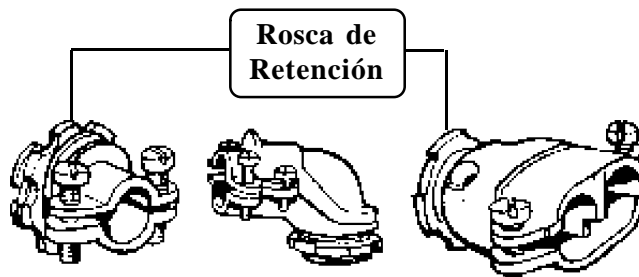


Fig. 12.18- Conector de Entrada

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

Observe que todos ellos terminan en una parte roscada, la que se inserta a través del orificio de la caja de conexión. Una tuerca de poco espesor, atornillada del lado interior de la caja, sirve para retener al conector en su lugar. Esta tuerca tiene hendiduras en su perímetro, permitiendo su ajuste martillando con la punta de un destornillador plano. El otro extremo del conector tiene un yugo de retención, cuya presión es controlada por dos tornillos en sus extremos.

CONSTRUCCION DE LOS CABLES DE BATERIAS

Dado que no es siempre posible obtener los cables de interconexión entre baterías en un negocio local, he decidido incorporar el material presentado a continuación. La información está basada en un artículo, escrito por el Sr Richard Perez, de la revista "Home Power" (No. 7, Págs 36 y 37) el que he traducido con su autorización. Cuando deba usar cables multialambre con diámetros superiores a los 8 mm, Ud puede hacerse los terminales usando tubos de cobre blando, siguiendo los pasos que se dan a continuación, los que son complementados con ilustraciones.

1- Quite unos 4,5 cm de aislación, usando una navaja, de los extremos donde colocará los terminales.

2- Desenrosque los alambres, de manera que éstos sean paralelos entre sí.

3- Corte un pedazo de tubo de cobre de unos 6 cm de largo.

NOTA:

Se aconseja un diámetro de 5/8" (16 mm aprox.) para un alambre No 1/0, 3/4" (19 mm) para los Nos 2/0 y 3/0 y 1" (25.4mm) para el No 4/0.

4- Limpie el interior del tubo y los alambres con un cepillo de acero, y úntelos con pasta de soldar ("flux") del tipo *no corrosivo*.

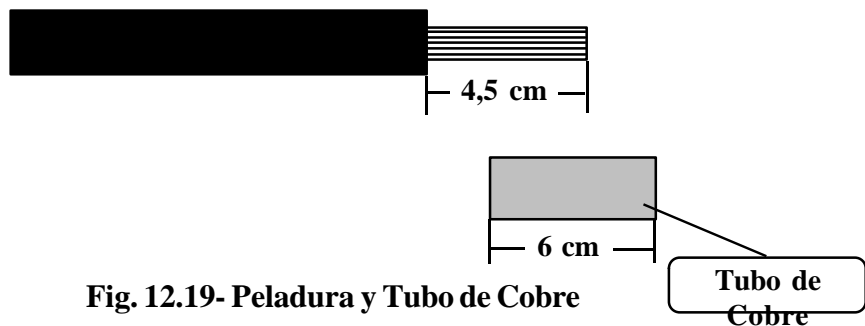


Fig. 12.19- Peladura y Tubo de Cobre

5- Deslice la sección de tubo cortada sobre la sección de alambre sin aislación, dejando los últimos 5 a 6 mm, cercanos a la aislación, sin cubrir. Esto incrementará la flexibilidad del cable.

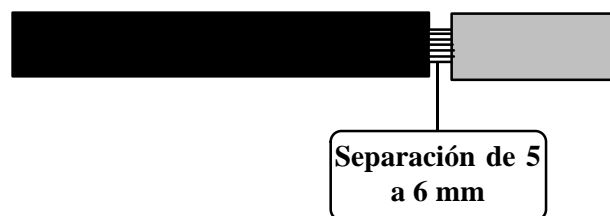


Fig. 12.20- Colocación del Tubo Terminal

- CONSTRUCCION DE LOS CABLES DE BATERIAS**
- 6- Con una morsa, apriete el tubo y el cable, para que no se mueva.
 - 7- Sáquelo de la morsa y, usando un martillo, aplane el tubo y el alambre. Use una base metálica plana para facilitar el aplanado.
 - 8- La longitud del tubo deja, al final del mismo, una parte que no contiene alambre. Aplánela y haga un dobléz en el extremo, para que no escape la soldadura.



Fig. 12.21- Doblez de Retensión

- 9- Coloque el contacto en una morsa, con el dobléz hacia abajo.
- 10- Caliente la parte exterior del conector con un soplete portátil a propano hasta que el “flux” burbujee.
- 11- Usando soldadura 60-40 (60% estaño; 40% plomo) inunde la parte interna del conector con soldadura, *evitando que alcance la zona entre el terminal y la aislación*. Déjelo enfriar sin que el cable se mueva.
- 12- Marque con un punzón la posición del agujero en el centro de la zona que no contiene el dobléz. Perfore el agujero con el diámetro requerido por el conector de batería. Con una sierra para metales, corte a lo largo del dobléz. Usando un cepillo de acero limpie el conector por afuera. Para una terminación más profesional, estañe la parte exterior del terminal.



Fig.12-22- Perforado del terminal

- 13- Repita las operaciones en el otro extremo del cable.



Fig.12-23- Cable Terminado

VENTILACION DEL BANCO DE BATERIAS Cuando se usan baterías de Pb-ácido con electrolito líquido, se forman gases de hidrógeno y oxígeno cuando éstas son cargadas. Un método de ventilación de estos gases, que aparece como muy seguro y fácil de instalar, es el propuesto por el Sr Gerald Ames en la revista Home Power (No 6, Págs 31 a 33). Con su autorización, transcribo a continuación su artículo. La idea fundamental es la de permitir que los gases de todas las celdas del banco de batería abandonen el cobertizo sin invadir el cuarto de baterías. Para conseguir este objetivo el Sr. Ames utiliza un caño central de ventilación, el que recoge los gases de todas las baterías del cuarto, antes de salir al exterior. Esto resulta en un sistema “cerrado” que es seguro y fácil de instalar.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

DETALLES DE CONSTRUCCION Para recoger los gases de cada celda se utilizan tubos plásticos de un 1/4" (6,4mm) de diámetro, los que conectan las celdas de cada batería con el tubo central de ventilación. La Figura 12.24 ilustra esta realización.

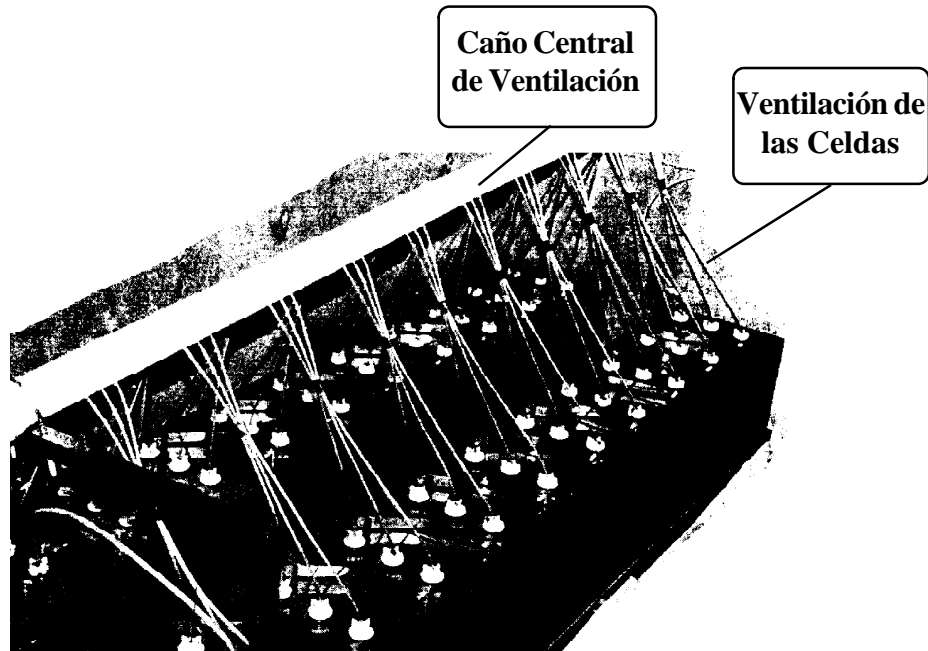


Fig. 12.24- Sistema Cerrado de Ventilación

El caño central de ventilación es de plástico (PVC) y tiene entre 1½ y 3" de diámetro, dependiendo del número de baterías en el banco. La conexión de salida para cada celda se lleva a cabo perforando cada tapón de plástico con un agujero que permita la entrada, en forma ceñida, del tubo plástico de 1/4", el que es "soldado" al tapón, usando una pegadura para material plástico, para evitar pérdidas. Usando un procedimiento idéntico se conecta el otro extremo al caño central de ventilación. Las perforaciones en este tubo no deberán ser hechas "en línea", sino en forma zigzagueante, a fin de no debilitar al mismo. El caño central debe ser instalado con un pequeño declive (alrededor de 5 cm por metro de longitud). El extremo más alto, que sale al exterior, tiene un codo de 90 grados, seguido de un acople vertical, al que se le agrega un sombrero de protección para evitar que penetre el agua de lluvia. El extremo más bajo termina en una sección roscada, la que tiene una tapa removible. Esto permitirá drenar, ocasionalmente, cualquier residuo de ácido sulfúrico que haya escapado de las baterías.

CAJA TERMICA

Cuando el banco de baterías tiene entre una y cuatro baterías herméticas, el uso de una caja térmica para su almacenamiento y protección ambiental resulta muy conveniente. Esta protección se obtiene construyendo dos cajas de madera, ubicadas una dentro de la otra y separadas por material aislante. Una tapa removible, que también está aislada, permite el acceso a la caja central. La Figura 12.25 ilustra un corte de esta caja.

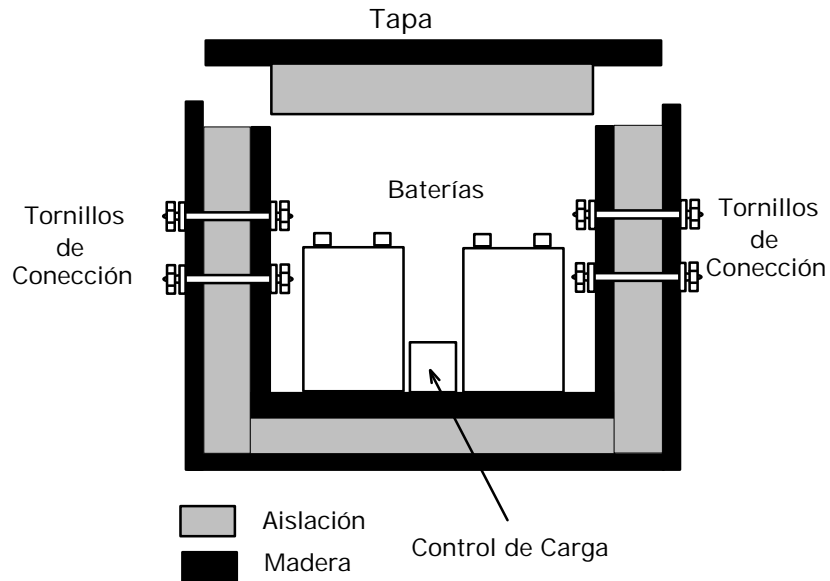


Fig.12.25- Caja Térmica

De ser posible utilice unos 5cm (2") de aislación del tipo esponjoso, la que puede conseguirse en “spray”. Si no la puede obtener, deje más espacio entre las cajas, para poder utilizar, sin comprimirlo excesivamente, el material de lana de vidrio usado para aislar casas, o el material usado para proteger envíos postales. La caja interna debe tener un ancho que permita acomodar las baterías a usarse, así como el control de carga, y permitir el uso de las manos para colocar o remover las baterías. La tapa debe tener el mismo espesor de aislación, y puede asegurarse firmemente usando retenes mecánicos. Esto ayuda a matener un cierre hermético, evitando que menores incursionen dentro de la misma. Use pequeños separadores de madera o plástico entre las dos cajas, para ayudarle a posicionar una caja respecto de la otra. Para poder conectar el banco con el resto del sistema, es conveniente incorporar cuatro tornillos, como se muestra en la Figura 12.25. Dos de ellos permiten conectar los paneles FVs a la entrada del control de carga, los otros dos son los de salida del banco de baterías.

PRECAUCION Si usa aislantes en “spray” recuerde que este producto es **altamente** inflamable. Siga las recomendaciones del fabricante, usándolo en lugares ventilados y sin la presencia de llamas o cigarrillos encendidos.

USANDO FARDOS DE PAJA Si desea construir un refugio para las baterías usando fardos de paja, éstos pueden ser retenidos al piso usando barras de metal para cemento armado, las que se clavan a través del fardo. Deje una porción saliendo de la parte superior si añade otras hileras de fardo para darle altura al refugio. Esto le permitirá calzar la nueva hilera. Clave más barras entre hileras para dar rigidez a la pared. El techo puede hacerse usando planchas de madera, sobre la que se coloca más fardos de paja. Para preservar el refugio de la lluvia revoque los costados con tierra arcillosa (adobe) y use planchas de metal acanalado para el techo. El alambre de fardo facilita el “cosido” entre fardos. Puede asimismo usarse barras dobladas en forma de “U” para las esquinas.

CAPITULO 12- INSTALACION DE SISTEMAS FVs

Si quiere darle luz colocando una ventana, el agujero para la misma puede ser pensado al colocar las hileras de fardos.

FERRETERIA Para complementar el material informativo de este capítulo se ilustran varios tipos de tornillos, tuercas, arandelas y remaches. No se dá ninguna traducción de sus nombres,

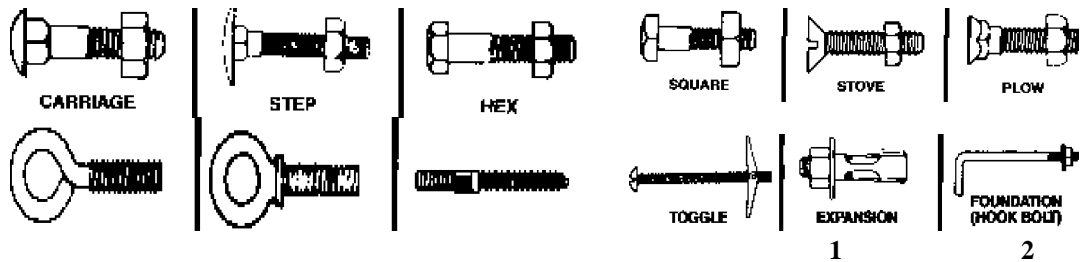


Fig. 12.26- Tornillos y Retenes

Los retenes identificados con los Nos 1 y 2 son usados en superficies de cemento para anclar soportes para paneles FVs. El primero logra su fuerza de retención expandiéndose dentro del agujero perforado en el cemento.

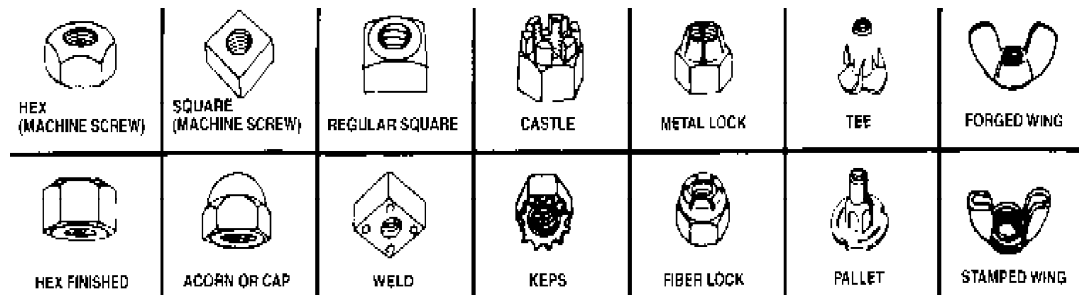


Fig. 12.27- Diferentes Tipos de Tuercas

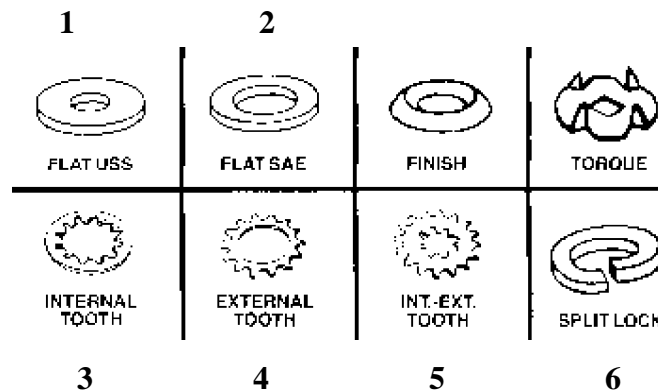


Fig. 12.28- Diferentes Tipos de Arandelas

Las arandelas planas (Nos 1 y 2), combinadas con las de retención (Nos 3 al 6), permiten un anclaje efectivo de cables o partes metálicas.