

Boletín 41

CALCULO DE LA SECCION DE CABLES PARA INSTALACIONES CON PANELES SOLARES

Boletín técnico N°41
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

CALCULO DE LA SECCION DE CABLES PARA INSTALACIONES CON PANELES SOLARES.

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. Generalidades.

Es practica común que los módulos fotovoltaicos se instalan por lo general con cables de un solo conductor y clavijas de conexión rápida para una tener facilidades de instalación en el sitio. No obstante, realizar instalaciones del cable en ambientes hostiles puede ser dificultoso o donde los roedores pueden ser un inconveniente.

Es recomendable que los encargados de la instalación se aseguren que los cables estén en su lugar y bien sujetos para disminuir el desgaste en la capa exterior del cable. Generalmente los instaladores emplean grapas para sujetar los cables a los módulos o cintas amarra cables resistentes a los rayos ultravioleta.

Los cables fotovoltaico también se les conoce como cables PV, son cables de un solo conductor empleados para conectar los paneles solares de un sistema de energía fotovoltaica.

Como ya conocemos los sistemas PV o de paneles solares, son sistemas de producción de energía eléctrica que captan la luz solar para producir electricidad a través de un proceso de conversión de energía.

La electricidad se produce en el panel y el cableado es necesario para llevar la energía eléctrica a una caja de agrupamiento. Los cables fotovoltaicos son un tipo específico de cable diseñado para este tipo de aplicaciones.

2. Normas requeridas para cableado solar.

El CEN cuyas siglas significa Código Eléctrico Nacional establece en el Artículo 690 sobre Sistemas fotovoltaicos solares (PV) la orientación sobre sistemas de energía eléctrica, arreglo de circuitos, inversores y controladores de carga para sistemas fotovoltaicos. Este código CEN es empleado corrientemente en los Estados Unidos para diversas instalaciones así como en varios países que adoptaron esta norma, entre ellos Venezuela.

Es importante señalar que el Artículo 690 Parte IV del CEN, permite varios métodos de cableado para sistemas fotovoltaicos, entre ellos los cables de un solo conductor, listados UL USE-2 (entrada de servicio subterráneo) y los cables tipo PV son permitidos en lugares expuestos al aire libre en los circuitos de fuente PV dentro del arreglo fotovoltaico.

De igual forma, permite que el cable fotovoltaico sea instalado en bandejas portacables en exteriores para circuitos PV al aire libre y circuitos PV de salida sin necesidad de requerir que la bandeja deba estar clasificada o certificada para esta aplicación.

Las restricciones que aplican se presentan si la fuente fotovoltaica y los circuitos de salida funcionan a más de 30 voltios en lugares accesibles. Para estos casos, se requiere que el cable sea del tipo MC o conductores adecuados para ser instalados en canaletas.

3. Cable fotovoltaico (PV/ FV)

antes de ver como se calcula el calibre de los cables de un sistema fotovoltaico, vamos a comenzar por definir que es un cable fotovoltaico.

En USA, el cable PV viene de un solo conductor cumpliendo con los requisitos de la norma UL4703 para cables fotovoltaicos. Estos requisitos de construcción exigidos por la normativa UL 4703 son:

- Calibre del conductor 18 AWG hasta 2000 kcmil
- Material del conductor de cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre
- Aislamiento tipo XLPE, EPR.
- Voltaje de 600 V, 1 kV, 2 kV.
- Resistente a la luz solar.
- Temperatura de operación de 90°C en ambientes húmedos
- Temperatura de operación de 105°C, 125°C y 150°C en ambientes secos.
- Opción para enterramiento directo.
 - Opciones adicionales: USE-2, RHW-2.
 - Construcción: Conductor simple, sin blindaje.

Los cables fotovoltaicos para paneles solares o cajas de agrupamiento se hacen usualmente con conductores de cobre en calibres 12 AWG, 10 AWG y 8 AWG.

Los cables para alimentadores son generalmente mayores o iguales a un calibre 1/0 AWG, son de aluminio y clasificados a 2 kV.

Los cables PV de 1 kV y 2 kV a menudo tienen el mismo espesor de aislamiento. Los cables fotovoltaicos de 2 kV están normalizados para sistemas que requieren capacidades por encima de 600 V.

4. Calculo del cable a emplear

Cuando se ha realizado el diseño completo de nuestro sistema de energía solar, se procede con el cálculo de cada sección de los cables conductores que conformaran el sistema.

Esta parte puede resultar bastante complicada para el instalador o proyectista, por eso motivo vamos a explicar los pasos detalladamente.

Para calcular las diferentes secciones de los cables de una instalación solar fotovoltaica los cables deben cumplir dos condiciones para su correcto funcionamiento y eficiencia:

1. Intensidad máxima admisible: es la cantidad máxima de amperios que puede soportar un cable.
2. Caída de voltaje máxima: La caída de voltaje es la diferencia presente entre los extremos de un conductor.

Al aplicar un determinado voltaje en un extremo del cable, debido a las condiciones físicas del mismo, siempre se producirá una caída del voltaje que llegará al otro extremo. El CEN por norma general establece las siguientes recomendaciones en cuanto a los porcentajes por caída de tensión:

- Caída de voltaje máxima para un circuito alimentador menor o igual al 3%
- Caída de voltaje máxima para un circuito alimentador mas circuito ramal menor o igual al 5%.

En un sistema solar nos encontramos varios tramos de conductores independientes empleados según una determinada aplicación, para cada uno de estos tramos se establece una caída de voltaje que se debe cumplir y son:

- 3 % de caída de voltaje para el tramo entre Paneles solares y regulador
- 1 % de caída de voltaje para el tramo entre regulador y batería
- 1 % de caída de voltaje para el tramo entre regulador e inversor

- ❑ 1 % de caída de voltaje para el tramo entre batería e inversor
- ❑ 1 % de caída de voltaje para el tramo entre inversor y carga DC
- ❑ 3 % de caída de voltaje para el tramo entre inversor y carga AC

En la figura 1 se puede observar un sistema fotovoltaico típico y los tramos que lo conforman, de igual forma hemos colocado los porcentajes establecidos que se deben cumplir en materia de caída de voltaje.



Figura 1. Caída de voltajes máximas permitidas

La fórmula general para calcular la sección de forma que cumpla con la caída de voltaje máxima es:

$$S = 2 \times L \times I \times \text{Cos}\Phi / \Delta U \times \sigma$$

De donde:

L es la longitud del tramo de conductor

I es la intensidad

ΔU es la caída de voltaje máxima admisible

$\text{Cos}\Phi$ es el factor de potencia que en DC se toma el valor de 1.

σ es la resistividad o resistencia específica cuyo valor a 20°C, para hilo estirado en frío, con una resistencia de más de 30kg/mm² y con un diámetro mayor o igual a 1 mm es 1/56 W mm² m⁻¹ = 0.001786 W mm² m⁻¹. (Resistividad es la inversa de la conductividad)

Tenga presente que el 2 que aparece en la fórmula se debe a la distancia total de los cables, estos debido a que es el doble por el recorrido de ida y vuelta en la de distancia entre aparatos.

En la tabla 1 se pueden observar los valores de esta constante.

TABLA 1 Conductividad del cables según aislamiento					
		Termoplástico PVC, poliolefinas		Termoestable (XLPE, EPR, Silicona)	
Material	σ_{20°	ρ_{70°	σ_{70°	ρ_{90°	σ_{90°
Cobre	56	0,021	48	0,023	44
Aluminio	35	0,033	30	0,036	28

Para el cálculo de la sección de un conductor en corriente continua tenemos:

$$S = 2 \times L \times I / 56 \times \Delta U$$

Fíjate como el valor de la conductividad que debemos emplear depende del tipo de aislante que posea el cable bien sea PVC o XLPE y a la temperatura que se exige según el material cobre o de aluminio. En nuestro caso que es de PVC y de cobre el valor que usaremos será de 48.

Debido a que previamente se realiza el diseño de la instalación del sistema solar esto significa que conocemos los voltajes, corrientes y las longitudes que tendrá cada tramo de la instalación, para comprender mejor estas aplicaciones veamos un ejemplo.

4.1 Ejemplo de aplicación.

Imaginemos una instalación fotovoltaica de la cual disponemos de todo el dimensionado de los componentes menos la sección de los cables.

Los parámetros del sistema fotovoltaico son:

- ❑ Instalación a 48V en corriente continua y 220V en corriente alterna.
- ❑ 1% de la caída de voltaje de 48V = 0,48V.
- ❑ 3% de la caída de voltaje de 48V = 1,44V.
- ❑ 3% de la caída de Voltaje de 220V = 6,6V.
- ❑ Paneles solares de características eléctricas:
 - Potencia 330W
 - Policristalino de 72 células
 - Dimensiones 1,98 x0,99 m
 - Voltaje a máxima potencia 37,3V
 - Corriente en corto circuito ISC 8,85 amp
 - Voltaje en circuito abierto 46,1 V
 - Voltaje de trabajo del panel solar 24V

Para nuestro ejemplo colocaremos 5 string de paneles solares en paralelo conformados cada uno con 2 paneles conectados en serie de 24V cada uno en cada string para obtener los 48V de la instalación. En total emplearemos 10 paneles solares.

Con esta instalación se obtendría una generación de 48V y una intensidad I_{sc} total resultante de multiplicar $8,85 \times 5 = 44,25A$.

Potencia máxima de $330 \times 10 = 3.330w$ con una intensidad a máxima potencia total de 44,25A. Tenga presente que las intensidades del panel solar I_{sc} e I_{mp} no siempre coinciden. Para los cálculos de las secciones de los conductores siempre se debe emplear la I_{sc} .

En la figura 2 podemos observar la imagen que aplica al ejemplo 1 donde se presentan las distancias de los tramos para cada aplicación.



Figura 2. Distancias de instalación ejemplo 1

Para este ejemplo vamos a emplear el cable tipo PV ZZ-F de cobre con aislamiento de PVC, fabricado especialmente para instalaciones fotovoltaicas y que cumple con todas las normativas exigidas.

4.1.1 Cable para instalaciones fotovoltaicas

El cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K es apto para instalaciones fotovoltaicas, certificado por TÜV según IEC 62930 y EN 50618, es el adecuado para instalaciones solares, tanto en instalación fija como en servicio móvil. Se trata de un cable muy flexible especialmente indicado para la conexión

entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor.

Es compatible con la mayoría de conectores. Gracias a las prestaciones de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie o directamente enterrado con plenas garantías. En la figura 3 podemos apreciar este conductor.



Figura 3. Conductos para instalaciones solares

Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C (durante 20.000h).

Temp. máx en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).

Temp. mínima de servicio: -40°C

Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.

Resistencia a los ataques químicos: excelente.

Resistencia al ozono según EN 50618.

Resistencia a los rayos ultravioleta según EN 50618.

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228

Aislamiento

Goma reticulada de baja emisión de humos y libre de halógenos (LSHF). Aislamiento según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930.

Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.

Para comenzar con los cálculos de este ejemplo dividiremos el sistema en varios tramos como sigue:

- Tramo paneles a caja de conexión.
- Tramo caja de conexión a regulador
- Tramo regulador a baterías
- Tramo baterías a inversor
- Tramo instalación AC

4.1.2 Tramo paneles a caja de conexión.

En la figura 2 se puede observar el tramo de cableado que comprende la conexión desde la salida de los módulos fotovoltaicos que se encuentran conectados dos en serie formando los cinco string. Por cada serie de dos paneles solares se obtiene un voltaje de 48V, ya que cada panel opera en 24V.

La intensidad de cada string es la misma que la de un solo panel, esto se debe a que están conectados en serie por lo tanto las intensidades son las mismas.

Tenga presente que en serie la máxima intensidad que puede circular es la de cortocircuito I_{sc} . Los paneles en cuestión poseen una I_{sc} de 8.85 amperios.

Como se comentó en su momento la caída de voltaje máxima para este tramo es de 3% del voltaje del string, para nuestro caso es 48V lo que equivale a una caída de voltaje de 1,44V. Se podría hacer con la intensidad a máxima potencia, pero es mejor con el caso más desfavorable, es decir siempre con la I_{sc} .

Ya hemos visto que por los cables de este tramo circulará una intensidad máxima de 8,85 amperios desde la salida de un string hasta la caja de conexiones. Veamos que calibre de conductor cumple con la primera condición.

Esta corriente es la máxima intensidad que circulara por el conductor, en tal sentido, el cable que se elija en tablas de fabricantes debe soportar por encima de este valor de intensidad, siendo un cable de cobre calibre 16 AWG el apropiado con

una capacidad de 10 amperios y una sección de 1,5 mm². No obstante, el mínimo recomendado es de sección 2,5 mm² que equivale a un calibre 14 AWG.

Para cumplir con la segunda condición, caída de voltaje máxima permitida que es del 3%, tomamos la distancia del string mas lejano, en este caso el de 6 metros, recuerde que elegimos conductores de cobre y empleando la fórmula para este cálculo tenemos:

$$S = (2 \times 5m \times 8,85A) / (1,44 \times 48) \\ = 88,5/69,12 = 1,28 \text{ mm}^2$$

El resultado significa que para esta sección calculada la caída de voltaje máxima que habrá en el tramo es de 1,44V teniendo presente que el cálculo se hizo para el string más lejano, esto implica que para los demás string que tienen distancias más cortas será menor.

Como podemos observar, al comparar esta sección con la obtenida previamente es menor, por lo tanto elegimos la de 2,5 mm². Con esta sección de cable para el tramo entre los paneles solares y la caja de conexiones cumplimos con las dos condiciones requeridas.

Es importante resaltar que este boletín técnico está referido al cálculo del calibre del cable a utilizar en la instalación fotovoltaica, no obstante, se deben colocar y seleccionar las protecciones adecuadas para cada tramo, este cálculo de protecciones se verán en un próximo boletín técnico específico para ese tema.

4.1.3 Tramo caja de conexión a regulador.

Como se dijo anteriormente en la caja de conexiones se debe colocar una protección a la salida de los paneles que corte todos los string de los paneles solares. La utilidad de esta protección es proteger de una sobrecarga al regulador o cortocircuito que podría quemar el regulador. De

igual forma, nos es de utilidad en labores de mantenimiento, si requerimos cambiar la batería podemos seccionar antes para poder desconectarlas y no quemar el regulador al no tener donde descargar la energía procedente de los paneles.

Esta protección facilita y da seguridad a las operaciones de mantenimientos y reparación de averías. En estas actividades teniendo presente un voltaje de operación de 48 voltios, donde se conciben intensidades peligrosas para el ser humano, la instalación de una protección debería establecerse entre otras medidas de protección, como obligatoria.

Tenga presente que cuando se conoce la Intensidad de corte de la protección, esta misma será la máxima corriente que circulará a través de los cables que se dispondrán la hasta el regulador y la que tendremos en cuenta para el cálculo de su sección y del propio regulador.

Continuando con los cálculos de esta sección, una vez que se han tendido todos los cables hasta la caja de conexiones de cada una de las ramas de los paneles solares de manera independiente, es en esta caja de conexiones donde se empalman en paralelo, para ello generalmente estas cajas están provistas de regletas o borneras de interconexión.

En la figura 2 se puede observar el tramo de cableado que comprende la conexión desde la salida de la caja de conexión hasta el regulador.

A la salida de la caja de conexión la intensidad que va al regulador es la suma de todas las intensidades con que contribuye cada uno de los string. En nuestro ejemplo contamos con cinco string con lo cual la intensidad Isc total generada por los paneles solares será:

$$I_{sct} = 8,85 \times 5 = 44,25A$$

Por lo tanto, la Intensidad entre la caja de conexiones y el regulador será de 44,25A.

Es importante tener presente que generalmente los reguladores están provistos de protección contra cortocircuitos a través de fusibles u otro elemento, no obstante es importante colocar una protección.

Como se comento en su momento la caída de voltaje máxima para este tramo es de 3% del voltaje de la caja de conexión, para nuestro caso es 48V lo que equivale a una caída de voltaje de 1,44V.

Ya hemos visto que por los cables de este tramo circulará una intensidad máxima de 44,25 amperios desde la salida de la caja de conexiones. Veamos que calibre de conductor cumple con la primera condición.

Esta corriente es la máxima intensidad que circulara por el conductor, en tal sentido, el cable que se elija en tablas de fabricantes debe soportar por encima de este valor de intensidad, siendo un cable de cobre calibre 6 AWG el apropiado con una capacidad de 55 amperios y una sección de 16 mm².

Para cumplir con la segunda condición, caída de voltaje máxima permitida que es del 3%, tomamos la distancia de la caja al regulador, en este caso 2 metros, recuerde que elegimos conductores de cobre y empleando la fórmula para este cálculo tenemos:

$$S = (2 \times 2m \times 55A) / (1,44 \times 48)$$
$$= 220/69,12 = 3,18 \text{ mm}^2$$

El resultado significa que para esta sección calculada la caída de voltaje máxima que habrá en el tramo es de 1,44V.

Como podemos observar, al comparar esta sección con la obtenida previamente es menor, por lo tanto elegimos la de 16 mm². Con esta sección de cable para el tramo entre los la caja de conexiones y el regulador cumplimos con las dos condiciones requeridas.

4.1.4 Tramo regulador a baterías.

En la figura 2 se puede observar el tramo de cableado que comprende la conexión desde la salida del regulador hasta las baterías.

En este tramo se calcula para la misma intensidad que se tuvo para el tramo entre caja de conexión y regulador, esto se debe a que es la máxima corriente que puede salir del regulador hacia las baterías en nuestro ejemplo la intensidad será 44,25A

Como se comento en su momento la caída de voltaje máxima para este tramo es de 1% del voltaje de la caja de conexión, para nuestro caso es 48V lo que equivale a una caída de voltaje de 0,48V.

Ya hemos visto que por los cables de este tramo circulará una intensidad máxima de 44,25 amperios desde la salida de la caja de conexiones. Veamos que calibre de conductor cumple con la primera condición.

Esta corriente es la máxima intensidad que circulara por el conductor, en tal sentido, el cable que se elija en tablas de fabricantes debe soportar por encima de este valor de intensidad, siendo un cable de cobre calibre 6 AWG el apropiado con una capacidad de 55 amperios y una sección de 16 mm².

Para cumplir con la segunda condición, caída de voltaje máxima permitida que es del 1%, tomamos la distancia desde el regulador hasta las baterías, en este caso 2 metros, recuerde que elegimos conductores de cobre y empleando la fórmula para este cálculo tenemos:

$$S = (2 \times 2m \times 55A) / (0,48 \times 48)$$
$$= 220/23,04 = 9,54 \text{ mm}^2$$

El resultado significa que para esta sección calculada la caída de voltaje máxima que habrá en el tramo es de 0,48 voltios.

Como podemos observar, al comparar esta sección con la obtenida previamente es menor, por lo tanto elegimos la de 16 mm². Con esta sección de cable para el tramo entre el regulador y las baterías cumplimos con las dos condiciones requeridas.

4.1.5 Tramo baterías a inductor.

En la figura 2 se puede observar el tramo de cableado que comprende la conexión desde la salida de las baterías hasta la entrada del inductor.

Para este tramo, tenemos una potencia calculada de 3.300 vatios, no obstante, para contrarrestar los picos de corriente que producen los motores a su arranque, esto nos obliga a sobredimensionar el inductor multiplicando por un factor de 1,25. En tal sentido, la potencia sería de 4.125 vatios y un consumo previsto de 6.960 wh/día. Tomaremos un inductor comercial de 5.000 vatios.

En este tramo la corriente se calcula dividiendo la potencia del inductor entre el voltaje DC. Tenga presente que a pesar de que nuestra instalación la potencia prevista es de 4.125 vatios se selecciono un inductor comercial de 5.000 vatios, con lo cual:

$$I_{\text{máxima}} = 5.000/48V = 104,16A.$$

Es recomendable colocar un elemento de protección entre la batería y el inductor, también se pueden emplear fusibles. Tenga especial precaución de evitar que el elemento de protección utilizado tenga una capacidad mucho mayor a la máxima del inductor, de ser así, la posibilidad de quemar el inductor es grande y no la

protección no cumpliría con su objetivo. No obstante, generalmente los inductores son fabricados con un margen que les permite soportar sobre intensidades mayores a la máxima para la que están diseñados.

Como se comento en su momento la caída de voltaje máxima para este tramo es de 1% del voltaje de la caja de conexión, para nuestro caso es 48V lo que equivale a una caída de voltaje de 0,48V.

Ya hemos visto que por los cables de este tramo circulará una intensidad máxima de 104,16 amperios desde la salida de la baterías al inductor. Veamos que calibre de conductor cumple con la primera condición.

Esta corriente es la máxima intensidad que circulara por el conductor, en tal sentido, el cable que se elija en tablas de fabricantes debe soportar por encima de este valor de intensidad, siendo un cable de cobre calibre 2 AWG el apropiado con una capacidad de 115 amperios y una sección de 67,43 mm².

Para cumplir con la segunda condición, caída de voltaje máxima permitida que es del 1%, tomamos la distancia desde el regulador hasta las baterías, en este caso 3 metros, recuerde que elegimos conductores de cobre y empleando la fórmula para este cálculo tenemos:

$$S = (2 \times 2m \times 104,16A) / (0,48 \times 48)$$
$$= 416,64/23,04 = 18,08 \text{ mm}^2$$

El resultado significa que para esta sección calculada la caída de voltaje máxima que habrá en el tramo es de 0,48 voltios.

Como podemos observar, al comparar esta sección con la obtenida previamente es menor, por lo tanto elegimos la de 67,43 mm². Con esta sección de cable para el tramo entre las baterías y

el inversor cumplimos con las dos condiciones requeridas.

Tenga presente que generalmente los calibres de los cables empleados en el tramo de regulador a baterías y el tramo baterías a regulador son los conductores de mayor calibre en la instalación, en tal sentido, es muy recomendable diseñar la instalación previendo que estos tramos sean los más cortos posibles para un ahorro en costos de cableado.

4.1.6 Tramo inversor a instalación AC.

En la figura 2 se puede observar el tramo de cableado que comprende la conexión desde la salida del inversor hasta el tablero general que alimenta las cargas en AC.

Para este tramo, tenemos la potencia del inversor de 5.000 vatios y el voltaje de alimentación de la red AC de 220 voltios. En este tramo la corriente se calcula dividiendo la potencia del inversor entre el voltaje AC. Tengamos presente que a pesar de que nuestra instalación la potencia prevista es de 4.125 vatios se selecciono un inversor comercial de 5.000 vatios, con lo cual:

$$I_{\text{máxima}} = 5.000\text{W}/220\text{V} = 22,72 \text{ Amp.}$$

Esta corriente es la máxima intensidad que circulara por el conductor, en tal sentido, el cable que se elija en tablas de fabricantes debe soportar por encima de este valor de intensidad, siendo un cable de cobre calibre 10 AWG el apropiado con una capacidad de 30 amperios y una sección de 6 mm².

Para cumplir con la segunda condición, caída de voltaje máxima permitida que es del 3%, tomamos la distancia de la caja al regulador, en este caso 4 metros, recuerde que elegimos conductores de cobre y empleando la fórmula para este cálculo tenemos:

$$S = (2 \times 4\text{m} \times 22,72\text{A}) / (1,44 \times 48)$$

$$= 181,76/69,12 = 2,63 \text{ mm}^2$$

El resultado significa que para esta sección calculada la caída de voltaje máxima que habrá en el tramo es de 1,44V.

Como podemos observar, al comparar esta sección con la obtenida previamente es menor, por lo tanto elegimos la de 6 mm². Con esta sección de cable para el tramo entre los la caja de conexiones y el regulador cumplimos con las dos condiciones requeridas.

Una vez calculados todos los calibres de una instalación fotovoltaica, podemos observar que realmente la que determina la sección o el calibre de los conductores en este tipo de instalaciones es la intensidad máxima admisible para no sufrir calentamiento excesivo en los cables. Cuando se tienen distancias muy cortas, el criterio de la máxima caída de voltaje siempre nos da secciones muy pequeñas.

Gracias a los avances tecnológicos en materia de energía solar fotovoltaica, han habido muchas innovaciones, actualmente se cuenta en el mercado con inversores que llevan integrado el regulado. Este avance permite que no haya que calcular el tramo desde el regulador a las batería, solo la de las batería al inversor.