



MANUAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA TURBINAS PLT, TRG y LH DE POWERSPOUT

PARTE 2: CONEXIÓN ELÉCTRICA



El presente manual ha sido editado por PowerSpout, y adaptado por Hidric, sl

Registros de propiedad:

Notice of Copyright

PowerSpout Installation Manual

Copyright © 2014 All rights reserved

Notice of Trademark

PowerSpout – is a USA registered Trademark

Notice of Company Registration

EcoInnovation – is a NZ Registered Limited Company

Las microturbinas LH, LH-PRO, TRG y PLT son de diseño y fabricación de:

PowerSpout

EcoInnovation Ltd

671 Kent Road

New Plymouth R.D.1

New Zealand 4371

Web: www.ecoinnovation.co.nz

If you need to contact EcoInnovation by

HIDRIC ONLINE, SL actúa de distribuidor oficial de los productos PowerSpout

Traducción y adaptación del manual original: Hidric Online, sl

Ensija 2-4 T-Box 69

08272 Sant Fruitós de Bages

(Barcelona)

info@hidric.com

M: +34-656 855 411

www.hidric.com

MANUAL INSTALACIÓN TURBINAS PLT, TRG y LH DE POWERSPOUT: PARTE ELÉCTRICA

INDICE

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y SEGURIDAD	4
1.1 Número de serie de la turbina	4
1.2 Comprobaciones ante de la instalación	4
1.3 Declaración de conformidad CE	6
1.4 Normas y certificaciones	6
1.5 Pre requisitos	6
1.6 Otra advertencias	7
1.7 Tubería de agua presurizada	8
1.8 Conexión a red eléctrica	8
2. TIPOS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA	8
2.1 Conexión directa a red -local o pública-	8
2.2 Conexión a banco de baterías	9
2.2.1 Conexión directa o mediante regulador MPPT	10
3. PARTES ELÉCTRICAS DE LAS TURBINAS Y TENSIÓN SUMINISTRADA	11
3.1 Alternador de imanes permanentes	11
3.1.1 Generador	11
3.1.2 Rectificador	12
3.2 Conexión en circuito abierto sin carga (Voc)	12
3.3 Tensión estándar de las turbinas	13
3.3.1 Turbinas PLT y TRG	13
3.3.2 Turbinas LH	14
3.3.3.Tensión salida con klampit	14
3.4 Dimensionado del cable	14
4. REGULADORES DE CARGA	15
4.1 Regulador de carga de derivación (PWM)	15
4.2 Regulador de carga del punto de máxima potencia (MPPT)	16
4.3 Aspectos a considerar en la selección del regulador MPPT	17
5. CONEXIÓN A UN INVERSOR DE RED	17
6. PROTECCIÓN DE LA TURBINA POR SOBRE TENSIÓN (VOC)	18
6.1 Protección de sobre tensión mediante Derivadores de Sobretensión (DST)	21
6.2 Protección de sobre tensión mediante Powerclamp de Powerspout	22
6.3 Protección del regulador MPPT mediante un Klampit de Powerspout	23
6.4 Protección de la turbina con relé auxiliar	23
6.5 Controlador de sobretensión utilizando regulador de carga PWM	24
7. ESQUEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA	26
A) Ejemplo de conexión directamente con un inversor/regulador mixto tipo Steca para zonas aisladas.	
B) Ejemplo de con un regulador de carga tipo MPPT y inversor externo en sistema en isla	
C) Ejemplo de con dos turbinas en paralelo y reguladores de carga MPPT.	
D) Ejemplo de una instalación mixta -turbina + fotovoltaica-	

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y SEGURIDAD

Este documento es parte del producto y se entrega con enlace web. Si usted quiere este documento en papel, hágalo constar al momento de formalizar el pedido (puede tener un coste añadido).

Esta sección se ocupa de los problemas de seguridad como es requerido por las normas internacionales.

La instalación de la turbina no es técnicamente compleja. Pero si usted no está familiarizado con instalaciones eléctricas o no es técnicamente competente, experimentado o cualificado no debe instalar este equipo solo. Debe contratar los servicios de un profesional debidamente capacitado.

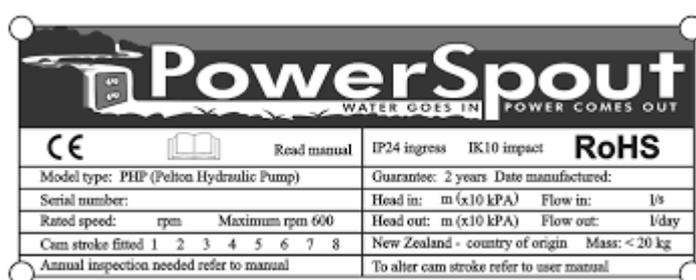
El equipo eléctrico se puede instalar o hacer funcionar de una manera tal que incurra a condiciones peligrosas. Aun siguiendo este manual, no por si solo se asegura de estar exento de peligro durante la instalación o su funcionamiento.

Si el equipo está seleccionado correctamente y correctamente instalado y operado de acuerdo a este manual, se reducirán al mínimo dichos riesgos.

Las micro turbinas PowerSpout, son aparatos electrico-hidráulicos. Van acoplados a tuberías con presión elevada, con ejes en giro, partes móviles, y salida con tensión y voltaje eléctrico. Tenga en cuenta de seguir todas las normas de seguridad en cuanto al reglamento eléctrico de BT y utilice el equipo de protección individual (EPI), para su manipulación. Instale aun que no salga especificado en este manual, tantas protecciones hidráulicas y/o eléctricas como considere necesario.

1.1 Número de serie de la turbina

A partir del septiembre de 2013, todas las turbinas tienen placa de identificación y números de serie. Si requiere comprar alguna parte de la turbina, por favor haga una foto de la placa identificativa, para poder remitirla al fabricante o en su caso al importador-Distribuidor. El fabricante tiene un registro de todas las turbinas fabricadas.



PowerSpout	
WATER GOES IN POWER COMES OUT	
CE	Read manual
IP24 ingress IK10 impact	RoHS
Model type: PHP (Pelton Hydraulic Pump)	Guarantee: 2 years Date manufactured:
Serial number:	Head in: m (x10 kPa) Flow in: l/s
Rated speed: rpm Maximum rpm 600	Head out: m (x10 kPa) Flow out: l/day
Cam stroke fitted 1 2 3 4 5 6 7 8	New Zealand - country of origin Mass: < 20 kg
Annual inspection needed refer to manual	To alter cam stroke refer to user manual

1.2 Comprobaciones antes de la instalación

EN GENERAL

- Comprobar si hay daños de transporte en el producto antes de su instalación, si está dañada no debe ser instalada.
- Conectar los equipos en el cumplimiento de las normas nacionales pertinentes.
- Leer y cumplir con este manual de instalación.

PARTE HIDRÁULICA (ver manual de [instalación PARTE HIDRÁULICA](#))

- No instalar válvulas de cierre en la admisión de tubería, a menos que haya una salida de aire (ventosa en la parte superior) para evitar el colapso de tuberías de presión negativa.
- Realizar una admisión limpia, evitando la entrada a al tubería de elementos gruesos (piedras, hojas). Evitar la entrada de animales salvajes en la admisión.
- Instalar una válvula de parada total en el extremo de la tubería antes de la turbina. Esta

válvula ha de ser independiente de las válvulas de los inyectores. Se recomienda de cierre lento, para evitar golpe de ariete aguas arriba. Utilizar una válvula de presión PN16 o de 1,5 veces la presión de entrada de trabajo.

- Utilizar material de PVC PN16 o de 1,5 veces la presión de trabajo.
- Si es necesario enterrar la tubería de carga para protegerla contra la caída de rocas, árboles, avalanchas, o la congelación.

PARTE ELÉCTRICA

- Apriete todas las conexiones eléctricas dentro de la turbina.
- Instalar una toma de tierra en el mamparo de metal expuesto; se proporciona un punto de conexión a tierra - clase de protección I. El cable de toma de tierra es de color verde
- No conecte un polo CC de la turbina a la tierra - a menos que las normas locales lo requieran.
- Proporcionar un dispositivo de des-conexión de CC nominal adecuado cerca de la turbina que esté claramente etiquetado (un interruptor de 2 polos DC es la solución recomendada).
- No utilice conexiones enchufables. Realice las conexiones en cajas estancas. Sin embargo se pueden usar conectores a prueba de agua tipo "MC4". Si se utilizan conectores de tipo "MC4", no abra bajo carga.
- Proteger el cable de alimentación de acuerdo con normas de cableado locales. Asegurarse que el cableado y aislamiento son los adecuados para las condiciones eléctricas, mecánicas, térmicas y ambientales del uso.
- Asegurar que la instalación incluye: voltímetro, amperímetro, medidor de presión y la protección de sobre corriente. La mayoría de reguladores cargadores tipo MPPT incluyen algunos lectores de medición básica. □
- Si la interconexión es a la red, a través de un inversor compatible diseñado para este propósito asegúrese por parte del fabricante que la conexión de la turbina de generación hidroeléctrica es posible.
- Si tiene pensado la interconexión a red, asegúrese de tener todos los requisitos necesarios.
- Antes de trabajar en el cableado de conexión a red o MPPT, esperar 5 minutos para que los condensadores internos se descarguen.
- Compruebe si hay tensión antes de tocar los conductores
- Cumplir con consejos de seguridad de este manual al instalar las baterías.

FIJACIÓN DE LA TURBINA

- Asegurarse fijar la base de la turbina antes de la operación.
- No ejecute intencionadamente turbina sin carga (aunque sean pruebas corta duración).
- No ejecute turbina al máximo por encima de la calificación de la placa de características.
- En una situación fuera de control de la turbina cierre el suministro de agua cerrando la válvula de suministro de agua principal.
- Comprobar si donde se instalará la turbina, puede molestar el ruido de trabajo (Delante de la máquina trabajando: 81,7dBA a 2m: 81,9dBA; a 6m: 73,9dBA; a 12m 56,7dBA). Si hay ruido excesivo puede instalar cortinas vegetales o aislar paredes.
- Antes de la puesta en marcha definitiva, realice pruebas de situaciones conflictivas.
- Asegurar el recinto donde se ubican las turbinas. Evitar la entrada de animales o personas ajenas.
- Señalizar y balizar la ubicación de las turbinas y de la toma de agua.
- Tener un libro de documentación donde anotar trabajos de mantenimiento e incidencias o trabajos futuros.
- Si usted es instalador, formar al propietario acerca del uso de la turbina en el cuidado y mantenimiento del sistema.
- Las siguientes señales indican Peligro eléctrico o Precaución



Peligro eléctrico: Riesgo de contacto eléctrico que podría resultar en lesiones personales o la muerte



Precaución: Identifican condiciones o prácticas que podrían resultar dañinas para el equipo o lesiones personales, aunque no sea por una descarga eléctrica.

Utilizar siempre las protecciones adecuadas.

1.3 Declaración de conformidad CE

Consulte <http://www.powerspout.com/compliance/~~V> para la documentación de declaraciones de cumplimiento y los informes de las pruebas de EMC- CE.

Lo productos PowerSpouts son compatibles con la declaración CE, FCC y C-tick.

1.4 Normas y certificación

Todas las turbinas PowerSpout han sido evaluadas frente a las principales normas internacionales.

Consulte <http://www.powerspout.com/compliance/>

1.5 Pre requisitos

Todos los esquemas mostrados para la instalación de las turbinas PowerSpout se suponen con las siguientes condiciones:

- Es agua de río o torrente y tiene permiso (salvo disposición en contrario).
- Libres de materiales combustibles. Evaluar el riesgo de incendio del lugar de instalación, y si es alta implementar precauciones contra incendios adicionales, según corresponda. En entornos donde haya materiales combustibles presentes, la turbina debe ser montada en un recinto de hormigón o metal.
- Se utiliza agua neutra dulce que no corroe piezas de aluminio. Si va a emplear agua de mar comuníquelo para formalizar una pieza especial.
- Clima templado. No instale en situaciones en que la tubería puede congelarse o en temperaturas inferiores a -15 ° C.
- Terreno seguro y libre de caídas de piedras. Si es el caso, estudié situaciones de protección y tome las medidas adecuadas.
- El Cliente ha visto videos en línea (<https://www.youtube.com/user/PowerSpout>, y vistos ejemplos y testimonios de otras instalaciones (<http://www.powerspout.com/testimonials/>), y conoce el producto.

Riesgo de inundación:

- Asegúrese que en la parte de admisión del tubo, en crecidas temporales del río, no afecta a la admisión. Asegúrese que en la zona de la turbina, el agua no sobrepasará al borde inferior o base de la turbina.

Caudal disponible:

- Cuando los flujos de agua son irregulares, asegúrese de verificar el caudal mínimo y obtener

la producción mínima para este caudal mínimo.

- Asegúrese el caudal disponible. A veces el caudal total hay que destinarlo para otros usos (riego, agua de boca, otros suministro).
- Obtener una curva de caudal anual y niveles de agua extremas en la admisión.
- Calcular en metros la caída en vertical i en longitud.
- Especificar la potencia necesaria en el lugar en Watts 24/7 o kWhrs/día.
- Verificar a su proveedor de tubería local de que tamaños dispone. Consultar en Hídric Online, sl para suministro de kits de admisión así como de piezas sueltas para la admisión y presión de la tubería.

Eficiencia de la turbina:

- La eficiencia y el número de turbinas requeridos están determinados por la herramienta avanzada de cálculo: <http://www.powerspout.com/calculators/>
- Contacte con Hídric Online, sl (info@hidric.com o a través del movil 0034-656 855 411), para verificar sus datos hidráulicos de partida y poder formular el pedido correctamente.

El cliente deberá indicar:

- El voltaje de trabajo del banco de baterías 12/24/36/48 etc.
- Para las unidades MPPT indicar modelo previsto de regulador, marca y gama de voltaje de la unidad (máximo y mínimo).
- Para las unidades conectadas a la red indicar el modelo, marca y gama de voltaje del inversor (máximo y mínimo).
- Toda otra información proporcionada por el cliente y útil.
- Utilice el calculador avanzado de cálculos proporcionado en la web del fabricante: <http://www.powerspout.com/calculators/>

1.6 Otras advertencias

El carenado en su turbina PowerSpout forma parte de una caja de protección eléctrica y lleva a las siguientes señales de advertencia.



Hay peligros de rotación y eléctricas presentes. Las turbinas deben estar apagadas, con las válvula de entrada de corte principal cerrada y el interruptor eléctrico apagados, antes de retirar las cubiertas protectoras frontal y trasera.



- Peligro eléctrico.

- Elementos de rotación
- Hecho en Nueva Zelanda
- Realizado con materiales reciclados

1.7 Tubería de agua presurizada



Existe una legislación específica para tuberías a presión. Las turbinas PowerSpout funciona a menos de 10 Bar en aplicaciones estándares.

En general si se utiliza el material adecuado para la tubería, hay poco riesgo. El mayor riesgo se fija en las uniones entre tubos, y en la parte de entrada de la turbina.

- Asegúrese de utilizar la tubería adecuada para la admisión. PVC a PN10 ó PN 16, PE hasta PN 16 son materiales frecuentes. En turbinas TRG y PLT. En turbinas LH utilice tubos PVC PN4 o PN6 según convenga en función de la altura
- No desmonte ningún componente hidráulico, sin antes asegúrese de tener la tubería libre de presión (ni positiva ni negativa).
- Instale un medidor de presión (manómetro), en la entrada de la turbina (después de la válvula de corte principal). El kit hidráulico proporcionado por Hídric Online, sl, ya incorpora una válvula de corte principal y un manómetro de presión.

1.8 Conexión a red eléctrica



ADVERTENCIA

Algunos modelos de turbinas Powerspout PLT-TRG o LH pueden conectarse directamente a la red eléctrica, sin pasar por banco de baterías. En estos casos la tensión de trabajo conectado a la red y de giro libre es normalmente >500 V DC. Corrientes DC son mucho más peligrosas que 230VAC. Asegúrese de estar capacitado para operar con estas tensiones y que esté familiarizado con este tipo de equipos y voltajes.

2. TIPOS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA

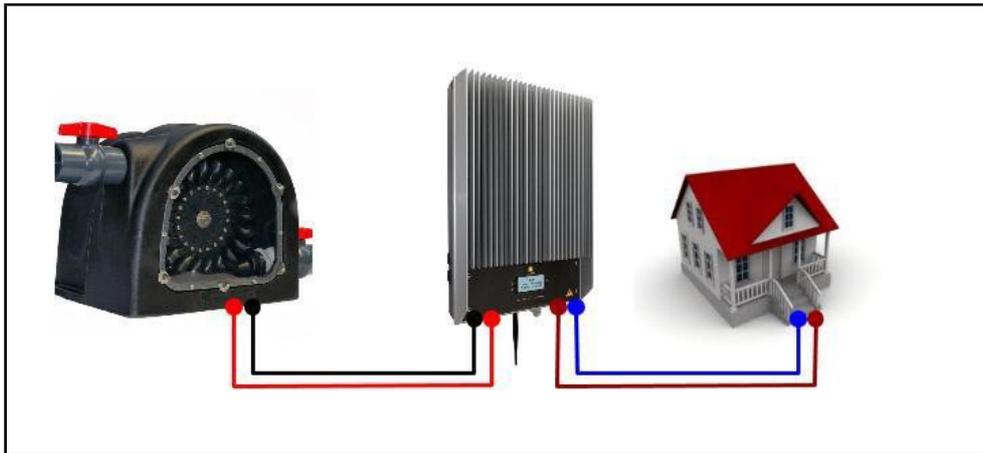
La turbinas Powerspout producen tensión a corriente continua. Por esta razón hay que adaptar esta tensión a las necesidades de producción. Así pues, la turbinas se podrán conectar a un banco de baterías o a red directa, mediante los reguladores e inversores adecuados. A continuación detallamos pro y contras de cada tipo de conexión.

2.1 Conexión directa a red -local o pública-

Esta opción se empleará en situaciones donde ya exista una red eléctrica. Ya sea para uso privado -red local cerrada-, o para inyectar a red pública. Es necesaria una fuente de agua constante y abundante en el tiempo.

Ventajas:

- Menor coste de instalación en situación de red local cerrada. No así en inyección a red pública, donde la gestión administrativa puede hacer inviable el proceso
- No es necesario un banco de baterías, ni elemento de acumulación, por tanto simplifica los elementos eléctricos. Menor mantenimiento y más sostenible.
- Si se pone el inversor-variador de red muy cerca de la turbina, permite trabajar en tensión de 230Vac, reduciendo pérdidas de tensión y ganando eficiencia, respecto la tensión a corriente continua.
- Permite trabajar en inversores adaptados a hidráulica o mediante variadores.



Inconvenientes:

- En una red local, si no hay consumo ha de preverse un sistema de protección del generador eléctrico, mediante un disipador -una resistencia eléctrica por ejemplo-, o un mecanismo de cierre de la válvula general, y encarece la opción.
- En una red local, al momento de arrancar un motor eléctrico, la intensidad puede incluso triplicarse, respecto la intensidad ofrecida por el generador. Estos picos no pueden ser asumidos por el generador en caso de trabajar en poca potencia.
- En opción a verter a red pública las trabas administrativa son tantas y el precio a percibir tan bajo, que en potencias inferiores a 10kW es muy cara su aplicación.

Las turbinas destinadas a este propósito son las de salida libre:

PELTON: PLT-170, PLT-200 y PLT-350

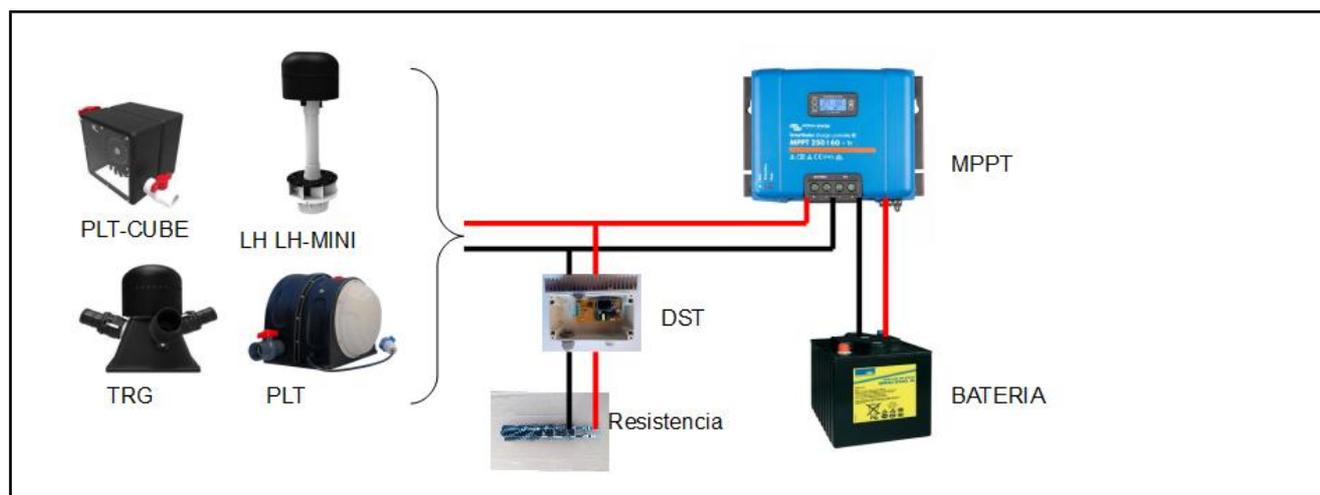
TURGO: TRG-170, TRG200 y TRG-350

KAPLAN: LH-400

2.2 Conexión a banco de baterías

Esta opción se empleará si no existe una red eléctrica. Si el flujo o caudal es variable a lo largo del día o en el tiempo, o se tiene poco caudal por la potencia necesaria. También se utilizará esta

formula si se prevé el arranque de pequeños motores eléctricos o la potencia obtenida es baja. En este propósito se destinará la turbina a cargar banco de baterías de 12, 24 ó 48Vcc.



Las turbinas adecuadas para cargar baterías son:

PLT o PLT-CUBE 28-40-56-60-80

TRG-28-40-56-60-80

LH o LH-MINI 150-250

El voltaje de salida de la turbina es un 5% superior a la tensión del banco de batería, para compensar las pérdidas de tensión en el cable. Así para un banco de baterías de 12Vcc, se utilizará la PLT-14 (14 son los voltios de producción). Para un banco de baterías de 24v, se utilizará la PLT-28 o TRG-28. En 48V se utilizará la turbina PLT-56 ó TRG-56. El modelo PLT-80 está pensado para dar 80Vcc y se utilizará si la distancia entre la turbina y el banco de baterías es muy elevada o con reguladores MPPT, los cuales permiten entrada de tensión más elevada y por tanto serán más eficientes. Esta última opción es muy aconsejada.

2.2.1 Conexión directa con PWM o mediante regulador MPPT

Las Turbinas PowerSpout se pueden conectar directamente a la batería, y esto a menudo puede ser la opción más barata, pero no la mejor. Es decir, es necesario conocer como evolucionará el consumo, porque si las baterías quedan cargadas y la turbina continua proporcionando tensión, se sobre calentarán las baterías o la turbina, llegando a producir daños irreversibles. Es necesario entonces un "controlador de carga de derivación" o controlador PWM en modo de derivación.

A parte será necesario realizar ajustes en la válvula hidráulica a fin de garantizar unas revoluciones por minuto constantes, para cada variación de caudal. En conclusión si bien se puede realizar, no es la mejor opción de conexionado, por todo lo comentado.

PowerSpout recomienda la conexión a través de los dispositivos de seguimiento del punto de máxima potencia (por sus siglas en inglés MPPT) que tienen varias ventajas:

- MPPT ajusta el voltaje de forma automática para la salida máxima en vatios. Esto tiene dos ventajas: se tiende a obtener más potencia, y no será necesario retocar manualmente la turbina para optimizarla. Como mucho ajustar la llave de paso para ajustar el flujo al agua disponible.
- Permite trabajar con turbinas con tensión superior al voltaje de la batería. Tensión de

transmisión superior a menudo resulta en significativos ahorros de costes por cable.

- En general, a prueba de fallos. Algunos reguladores MPPT cierran el circuito hacia la batería, si reciben una sobretensión, por lo que las baterías estarán protegidas.
- El controlador mostrará datos de producción -en función del regulador MPPT-.
- Ajuste preciso de los ciclos de carga/descarga de la batería. Y esto a menudo es necesario para la durabilidad de las baterías.

Las turbinas PowerSpout han sido probados para verificar la compatibilidad con varios modelos de reguladores de carga de baterías MPPT. Ver web fabricante <http://www.powerspout.com/plt-compatibility>.

Si prevé utilizar la turbina directo al banco de baterías y un regulador PWM (en modo derivación de carga), le aconsejamos trabajar en tensión de turbina al voltaje de la batería. Efectivamente los modelos PLT/TRG-28 ó PLT/TRG-56 proporcionan un 5% mas de tensión, respecto al banco de baterías. Las turbinas LH o LH-MINI solo se puede acoplar a reguladores MPPT.

El uso de un controlador MPPT ofrece la oportunidad de reducir el coste del cable mediante la generación a una tensión superior. Por ejemplo, la PowerSpout PLT80 genera y transmite a aproximadamente 80 V de tensión. Aunque usted tenga un banco de baterías de 24 V DC, puede reducir el coste del cable hasta en un 80%. El controlador cambia el voltaje para adaptarse a su banco de baterías 12/24/48 V DC. En este caso, al ofrecer una tensión superior la sección de cable podrá ser menor. Turbinas situadas hasta 500 metros de distancia respecto al banco de baterías, son a menudo económicamente viables mediante un cable de aluminio (o cobre) de 2 hilos y transportando una tensión elevada.

Una ventaja de este enfoque es que las turbinas PLT- TRG o LH se adaptan fácilmente a sistemas existentes de 12/24/48 V DC. Por ejemplo, en combinación con los sistemas solares fotovoltaicos.

3. PARTES ELÉCTRICAS DE LA TURBINA Y TENSIÓN SUMINISTRADA

3.1 Alternador de imanes permanentes (AIP)

PowerSpout utiliza el Alternador de Imán Permanente (AIP) de 3 fases, ajustable para la velocidad y tensión, con un 80% de eficiencia.

Potencia máxima: 0,7 W/rpm, en versión estándar, ó 1,0 W/ rpm versión de alta potencia (HP)

Velocidad: hasta 1600 rpm dependiendo de rodete de la turbina.



3.1.1 Generador



Imán del rotor: El rotor (foto izquierda), es la parte móvil y accionado directamente por el rodete de la turbina a través del eje. La Intensidad de campo magnético se puede ajustar para optimizar el número de revoluciones en el caso de los sistemas de carga de baterías directos, utilizando arandelas.

El estator

El estator (foto derecha), contiene bobinas que producen una salida de CA de 3 fases cuando el rotor de imán gira. Su estator ha sido elegido en base a datos proporcionados en la calculadora avanzada o a partir de los datos hidráulicos aportados por el cliente. Cada turbina pues tendrá su estator ajustado a las óptimas RPM del rodete de la turbina, para operar con la presión y caudal elegidos.



Bloque y eje

Si bien no es un componente eléctrico, está justo entre medio del generador y el rodete hidráulico. El bloque y eje (foto izquierda), sirve de sujeción del estator y también del rodete de la turbina. Los rodamientos deben ser engrasado y reemplazado periódicamente (cada 2,5 años a plena marcha).



Máquinas expendedoras de grasa están disponibles como accesorio.

3.1.2 Rectificador

El rectificador dentro del PowerSpout convierte las 3 fases de CA producido por el generador en corriente continua DC para alimentación de su banco de baterías o inversor de red. Es más eficiente para la turbina enviar tensión DC.



Con el fin de cumplir con las normas de emisión de ruido del rectificador de 3 fases en su PowerSpout se puede incluir un módulo de filtrado de ruido (foto inferior derecha). Este filtro EMC sólo se sirve si el cliente lo quiere al momento de realizar el pedido. Tiene un coste adicional.

El rectificador se calienta debido a las pérdidas por fricción sobretodo en bajo voltaje. En un sistema de 12 V se pierde aproximadamente el 10% de la energía que se genera en el rectificador, mientras que esta cifra es de sólo el 3% para un sistema de 48 V.



3.2 Conexión en circuito abierto sin carga (Voc)



Se dice que la turbina está en circuito abierto o sin carga, si los cables de salida (rojo y negro) se dejan sin conectar. En esta situación, el rotor alcanza casi la misma velocidad que el chorro de agua. Las revoluciones por minuto (rpm) se pueden conocer mediante la herramienta de cálculo avanzado. El voltaje en los alternadores de imanes permanentes (AIP), en circuito abierto es proporcional su rpm. Esta "tensión de circuito abierto" o Voc pueden ser lo suficientemente alta como para causar daño o peligro -tensiones de 500V-.

En teoría (si ignoramos la fricción), la salida de voltaje libre sin carga de una turbina PLT o TRG puede aumentar hasta 4 veces por dos razones:

- Las rpm aumentan teóricamente a casi 2 respecto la velocidad normal
- El Voc para un generador AIP es casi 2 veces la Máxima Tensión (voltaje) en el punto de Potencia Máxima (VPMP), incluso a rpm constantes.

En las turbinas Powerspout en realidad, la relación entre Voc y VPMP es más o menos de la

siguiente manera:

- Turbinas PLT y TRG la tensión Voc es aproximadamente 3 x VPMP
- En las turbinas LH la tensión Voc es de aproximadamente 2 x VPMP

3.3 Tensión estándar de las turbinas Powerspout

3.3.1 Turbinas PLT y TRG

Las turbinas PLT y TRG se identifican por la tensión para adecuarse al sitio y sistema de diseño, por ejemplo, conectado directamente a los bancos de baterías, conectados a los controladores MPPT basados en baterías o para inversores de red. La abreviatura de la turbina (PLT, TRG) es seguido por un número que indica la tensión aproximada en su "punto de máxima potencia" o VPMP, que es también la tensión de salida en cable. Esta tensión se produce cuando la turbina gira a la velocidad máxima de potencia, en función de la precisión de los datos de diseño (caudal, altura geométrica, etc). Por ejemplo:

PLT-28 tiene una salida de 28 V, y se conecta directamente al banco de baterías de 24 voltios. 28 V es la tensión de "carga mayor" para una batería de 24 voltios.

PowerSpout PLT-200 tiene una VPMP de 200 V y en este caso se conectará a la red a través del inversor.

Tabla 1: Versiones de turbinas PLT según tensión de producción (Vcc)

Modelo PLT	Red cerrada				Red abierta	
	14	28	56	80	170	200
Tensión salida (Vcc)	14	28	56	80	170	200
Tensión máxima de salida en Voc (Vcc)	38	75	150	220	<450	<550
Longitud máxima de cable (m)	50	150	500	1000	1000	1000
Uso	CDB	CDB	CDB	MPPT	IR	IR

CDB: Conexión Directa a Baterías (banco de baterías de 12, 24 ó 48Vdc), mediante regulador PWM

MPPT: Conexión obligatoria a un regulador de carga tipo MPPT

IR: Conexión a un Inversor de Red, con entrada máxima de 450 ó 550Vdc según modelo

Tabla 2: Versiones de turbinas TRG según tensión de producción (Vcc)

Modelo TRG	Red cerrada				Red abierta	
	28	56	80	170	200	
Tensión salida (Vcc)	28	56	80	170	200	
Tensión máxima de salida en Voc (Vcc)	75	150	220	<450	<550	
Longitud máxima de cable (m)	150	500	1000	1000	1000	
Uso	CDB	CDB	MPPT	IR	IR	

CDB: Conexión Directa a Baterías (banco de baterías de 12, 24 ó 48Vdc), mediante regulador PWM

MPPT: Conexión obligatoria a un regulador de carga tipo MPPT

IR: Conexión a un Inversor de Red, con entrada máxima de 450 ó 550Vdc según modelo

3.3.2 Turbinas LH

Para las turbinas LH de PowerSpout la tensión indicada es la tensión es salida libre (Voc) a diferencia de la tensión en su punto de máxima potencia (VPMP). Esto es porque no hay turbinas de LH que se conectan directamente a las baterías. Todas las turbinas de LH requieren regulación MPPT para cargar la batería o el uso de un inversor de red.

Tabla 3: Versiones de micro-turbinas LH según diseño de producción

Modelo LH o LH-HP	Red cerrada		Red abierta
	150	250	400
Uso	Para cargar banco de baterías con un regulador MPPT de entrada 150Vdc	Para cargar banco de baterías con un regulador MPPT de entrada 250Vdc	Para conectarse a un inversor de red de entrada 400Vdc
Tensión salida Voc	150	200	400
Regulador	MPPT	MPPT	IR

MPPT: Conexión obligatoria a un regulador de carga tipo MPPT

IR: Conexión a un Inversor de Red, con entrada máxima de 450 ó 550Vdc según modelo

3.3.3 Tensión salida con Klampit en turbinas PLT o TRG

A Klampit "crowbar" (foto derecha), es un dispositivo de seguridad patentado que cortocircuita la PowerSpout a una tensión predeterminada. El cortocircuito de la turbina no daña, pero elimina la tensión peligrosa hasta que el Klampit se restablece manualmente (generalmente al detener la turbina). Este tipo de dispositivo se llama un circuito de palanca y se le da la abreviatura "C" en el nombre del producto de la turbina. Las turbinas con este tipo de protección, llevan incorporada la letra "C". Este dispositivo se ajusta en fábrica. Por esta razón el cliente deberá indicar esta opción al momento de realizar el pedido.



En la tabla 4 se indica la tensión de actuación de cortocircuito del protector Crowbar. Es decir si la tensión supera este valor el Lambit-Crowar cierra el circuito de salida de tensión evitando dañar la red.

Tabla 4: Tensión de actuación del protector Crowbar

Nomenclatura Turbina TRG/PLT	Tensión actuación Klambit Crowbar	Para usar en:
56C	75Vdc	Conexión directa al banco de batería de 48V o en
100C	120Vdc ó 140Vdc	Regulador de carga MPPT de hasta 150Vdc
170/200C	240Vdc	Regulador de carga MPPT de hasta 250Vdc

3.4 Dimensionado del cable

Puede conocer la sección de cable a utilizar mediante la calculadora avanzada ofrecida por el fabricante: <http://www.powerspout.com/advanced-calculator?model=PLT>, o bien calcular el tamaño mínimo de cable. En la calculadora avanzada, se aprecia como al cambiar la tensión de trabajo, varía la sección de cable. Por norma a tensión inferior, sección de cable elevada.

Parte de la energía se pierde en el cable debido al efecto de calentamiento de la corriente. Esto se manifiesta como una pérdida de tensión en el cable, normalmente expresado como un % de la tensión de funcionamiento.

Si ubica la turbina lejos del banco de baterías, tenga en cuenta las pérdidas de carga del cable. Para reducir costes en un cable de sección muy grande (y caro), verifique si puede cambiar de diseño de conexión -trabajando con un inversor- o aumentar la tensión de la turbina, a 80Vcc. En este caso podrá trabajar con una sección de cable menor, y conectar al banco de baterías mediante un regulador MPPT, que permita entrada de tensión variable.

Trate de mantener las pérdidas lo más bajo posible, especialmente si usted ha limitado la generación hidroeléctrica y necesitan toda la potencia que puede obtener. Una pérdida de 5% en cables es normal. Los cables con pérdidas superiores al 10% se deben utilizar solamente en los casos en que el costo del cable es muy significativo respecto el costo total del equipo y / o donde se puede generar un montón de energía (más de lo necesario).

Tenga en cuenta que altas pérdidas pueden causar problemas de activación de cualquier Klampits instalados en su turbina.

4. REGULADORES DE CARGA

Una parte vital de los sistemas de baterías es el regulador de carga. Este dispositivo protege a la batería mediante la regulación de la corriente alimentada en ella, a fin de limitar el aumento de la tensión de la batería a un límite máximo particular. Esta regulación se realiza automáticamente según el tipo de batería, de la temperatura y de su estado de carga. Hay dos tipos de controlador para elegir:

-Regulador de carga estándar con capacidad de desviación (PWM).

-Regulador de carga al punto de máxima potencia MPPT.

Atención existe reguladores de carga solar, que no tiene opción de derivar la tensión. Estos no son recomendados, dado que es como instalar la turbina directamente a bornes de la batería. La conexión de la turbina a bornes de la batería o mediante un regulador de carga sin derivación anula la garantía de la turbina.



4.1 Regulador de carga de derivación (PWM)

Nunca se debe colocar un controlador que no sea MPPT entre la turbina hidráulica y la batería. Esta es una práctica normal solo para energía solar fotovoltaica y una batería. Muchos clientes de electricidad por primera vez piensan que lo mismo se aplica a la hidroelectricidad, no es así. La instalación de un controlador solar que no está diseñado para MPPT entre la turbina y la batería generalmente destruirá el controlador debido a la alta carga hidráulica.

No recomendamos usar un controlador PWM para cargar la batería. Solo se usará el controlador PWM, si se usa en modo de derivación de carga (consulte la sección 6.5)

4.2 Regulador de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT)

Los reguladores de carga con seguimiento del punto de máxima potencia (por sus siglas en inglés MPPT), son los mas adecuados para utilizar con las turbinas hidráulicas.

El controlador de seguimiento del punto de máxima potencia, es un dispositivo que se encuentra entre el panel solar y la batería (en nuestro caso puede entre la turbina y la batería), y convierte el voltaje para permitir que el panel solar entregue su potencia máxima.

El "controlador MPPT" en realidad hace dos cosas:

Su función MPPT es intensificar la tensión por debajo de un nivel de entrada de alta tensión de la batería al tiempo que se maximiza el poder, y

Su función de control de carga que limita la corriente de la turbina cuando el voltaje de la batería alcanza su "set-point" para la carga óptima. Esto se traduce en una tensión aún mayor de la turbina que puede causar daño si no se ha ajustado debidamente mediante un derivador.

Este tipo de controlador también permite optimizar la velocidad de su turbina PowerSpout automáticamente. Funcionará a través de una gama de tensiones de entrada relativamente altas de la turbina y da la mejor tensión de servicio para dar la máxima potencia. Esto coincidirá con la tensión a la que la turbina está funcionando a su máxima velocidad para la presión del agua en ese momento. Esto es útil en la puesta en marcha de la turbina, ya que evita la necesidad de desconectar el alternador. Puede ser un "salvavidas" si incluso los datos hidráulicos son incorrectos y el AIP no es el correcto. También ayuda a maximizar la salida en condiciones cambiantes de tensión de la batería y de la presión del agua.

La función MPPT tiene varias ventajas. No sólo el controlador de optimizar la velocidad de la turbina, sino que también nos permitirá usar una turbina de mayor voltaje. Esto reduce la pérdida de carga del cable, sobretodo si son distancias largas entre la turbina y la batería. La carga de una batería de 12 voltios con una turbina a distancia es probable el coste de cable sea una partida muy grande y aun así se perderá gran cantidad de energía en el calentamiento del cable. Incluso con una batería de 48 voltios el cable puede ser una parte significativa del presupuesto de instalación. El uso de un dispositivo de MPPT nos permite trabajar en cientos de voltios, y reduce drásticamente el costo del cable de transmisión.

Problemas de compatibilidad

El Voltaje de circuito abierto (Voc) en sistemas hidroeléctricos es alto en comparación con la fotovoltaica,, por lo que el controlador a menudo necesita protección de sobre-voltaje. Esto se puede realizar utilizando una "fijación de voltaje", pero no siempre es necesaria, si se tiene cuidado en su selección. Es decir elegir el controlador MPPT en función de la entrada máxima (tensión máxima), según la tensión de la turbina. Diferentes modelos de turbinas PowerSpout están disponibles para que coincida con los voltajes de entrada máximas de dispositivos MPPT más comunes.

El "Tracking" es el proceso por el cual el dispositivo MPPT cambia el voltaje para encontrar la potencia máxima. Los reguladores MPPT tienden a tener seguimiento MPPT muy rápido pero según que modelos no es suficiente. Una turbina hidroeléctrica tiene inercia de rotación, y aun cambiando las condiciones hidráulicas el rotor necesita tiempo para cambiar la velocidad -energía cinética-, lo que puede engañar a la lógica de los seguidores MPPT en algunos casos. Los Equipos que han sido diseñados para la energía solar, eólica e hidráulica de entrada no tendrán ningún problema, ya que tienen una tasa de seguimiento más lento o algoritmos de seguimiento especiales para la entrada de viento o hidroeléctrica. Ellos pueden costar un poco más, pero es dinero bien gastado.

Ejemplos de reguladores de carga MPPT verificados por el fabricante PowerSpout son:



-Outback FM80 MPPT

-Victron 150/70MPPT

-Midnite solar clasic



4.3 Aspectos a considerar en la selección del regulador MPPT

En la selección de un controlador MPPT es necesario considerar cuidadosamente los siguientes puntos:

- CC máxima tensión nominal. Es decir la tensión de entrada Dc permitida
- Rating amperios de trabajo
- Coste de controlador MPPT
- Ahorro de costes en el tamaño del cable de alimentación necesarios para conectar su PowerSpout a este voltaje
- Relé auxiliar programable en función del estado de carga de la batería, para desviar la energía excedente.
- Estabilidad seguimiento MPPT cuando se utiliza en turbinas hidroeléctricas PowerSpout
- ¿El fabricante del controlador MPPT dar una garantía para la entrada hidroeléctrica?
- La unidad de MPPT tiene entrada para la conexión hidráulica y ha sido verificada
- o aprobado por el fabricantes de las turbinas PowerSpout. No todos los reguladores MPPT son válidos
- El apoyo local y la garantía para la unidad de MPPT

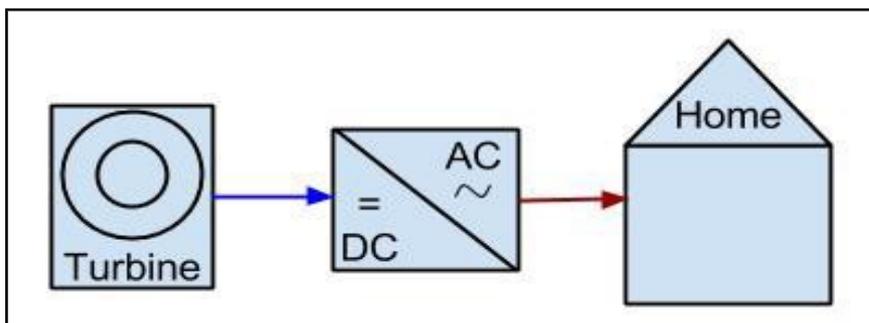
Aunque muchos reguladores MPPT tienen muchos aspectos positivos de la lista anterior, el problema suele ser la falta de garantía para el controlador MPPT cuando está conectado a turbinas PowerSpout. Es decir el fabricante no proporciona seguridad respecto a una entrada hidroeléctrica. Hay que pensar que los modelos MPPT están diseñados para solar.

Los reguladores MPPT en caso de sobretensión ya desconectan y dejan libre la turbina (a tensión abierta Voc). Al mismo tiempo la batería no se cargará y quedará protegida. Pero hay que estar seguro de este proceso. Hay que verificar que realmente el regulador desconectará la turbina. Algunos reguladores MPPT, permiten una sobretensión de entrada (desconectando la batería), pero si la sobretensión es muy elevada, pueden romperse. Es decir, aunque utilice un regulador MPPT que permite tensiones de entrada muy superiores, no interprete que al turbina está protegida contra la sobretensión.

5. CONEXIÓN A UN INVERSOR DE RED

La conexión a red pública (verter toda la producción a red y consumir de la red), es una opción fácil, sencilla y menos costosa económicamente a nivel de producción. Desgraciadamente la legislación actual penaliza esta opción. Verifique muy bien si esta es la mejor opción (legalización, estar inscrito al registro, pagar peaje de conexión...). Si elige esta opción tan solo debe tener presente como utilizar un inversor para conectar la turbina a la red eléctrica.

Estos casos se aplicaran a las turbinas PLT-170, PLT-200, PLT-350 ó TRG-170, TRG-200, TRG-350 ó el modelo LH-400, que son turbinas de voltaje libre pensadas para conectarse directamente al inversor de red.



Otra opción de realizar una conexión a red, es mediante una red interna o red local, sin conexión a la red pública. Es el caso típico donde toda la red es producida y consumida en local, sin pasar por baterías. Esta opción es sin duda la más favorable nivel económico. Solo hay que considerar la tensión de trabajo (normalmente 230Vac), y prever una situación de no consumo. Es decir, disipar la tensión como se ha comentado anteriormente, mediante un relé o un klampit o cerrar la válvula hidráulica de entrada a la turbina, o una resistencia eléctrica, o bombear agua.

El DB1 es un interruptor de CC, con una activación de corte del 25% por encima de la corriente de la turbina (ver placa).

El inversor de red, transforma la energía de entrada cc en corriente alterna. Ha de tener como precaución, verificar la tensión máxima permitida de entrada, para evitar dañar el inversor. Es de decir, tendrá que soportar la tensión en circuito abierto (Voc), de la turbina. En el mercado hay muchos inversores de red, pero no todos aceptan como entrada una tensión cc hidráulica.

Con la turbina PLT/TRG-350 recomendamos utilizar el inversor de viento Aurora con entrada hidráulica. Para los mercados de Reino Unido, Nueva Zelanda y AUS existe también la gama de inversores EnaSolar.

6. PROTECCIÓN DE LA TURBINA POR SOBRE TENSIÓN (Voc)

Si la turbina entra en tensión de salida libre (Voc), las rpm del rotor se equiparan a la velocidad del flujo. Esto provoca una sobretensión de salida producida por la falta de "freno" magnético que genera la carga acoplada al rotor. Este fenómeno hay que prevenirlo, pues puede ocasionar:

- Rotura del rotor del generador (su reparación o sustitución no entra en garantía)
- Estropear la batería o el regulador de carga PWM (estos modelos no admiten una tensión superior de entrada respecto la tensión de la batería)
- Estropear el regulador de carga MPPT, si la sobretensión es muy elevada.
- Desgaste muy acentuado del eje de la turbina.

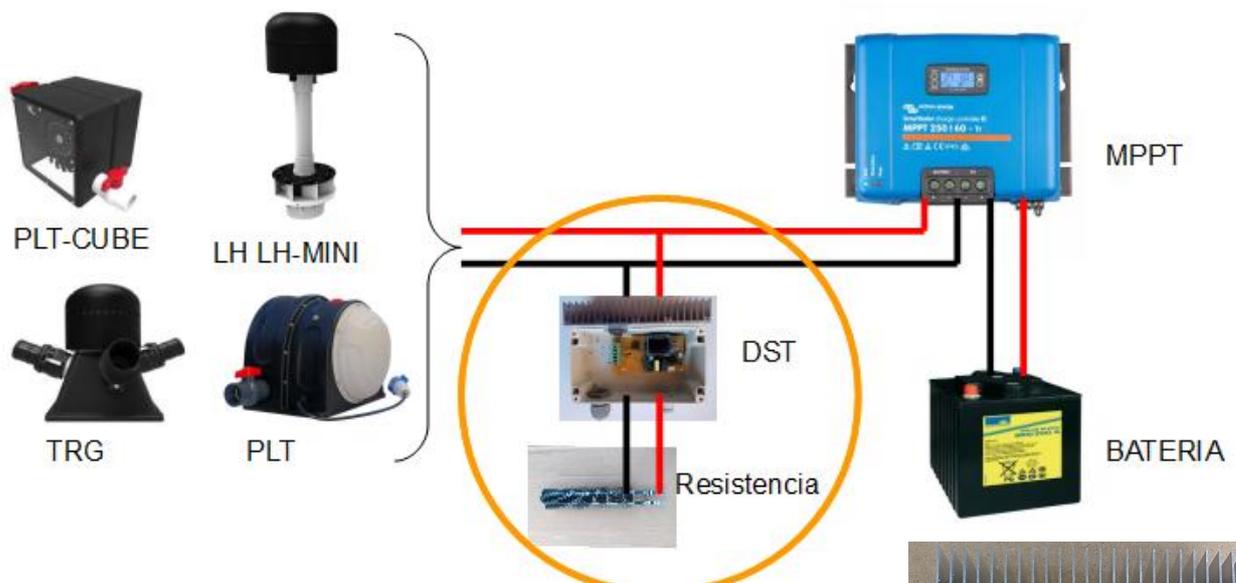
Normalmente las situaciones de Voc se dan en momentos puntuales según el regulador de carga utilizado o la lectura de tensión de la batería. Situaciones de Voc durante pocos segundos no dañan

la turbina, pero hay que prever un sistema de control.

A continuación mostramos tres sistemas de control de la sobretensión: Mediante la lectura de la tensión de la turbina o mediante la lectura de tensión de la batería.

6.1 Protección de sobre tensión mediante Derivadores de Sobretensión (DST)

El derivador de sobretensión (DST), es un dispositivo de Hidric, SL, pensado para derivar una tensión excedente. Este dispositivo electrónico hace una lectura directa de la tensión de salida de la turbina, y si en un momento dado la tensión aumenta a un valor preajustado, toda la tensión superior, es desviada hacia un circuito secundario. Este circuito normalmente llevará una carga asociada (resistencia), la cual actuará de freno magnético del rotor. De esta forma, "aguas arriba" del DST la tensión que recibe el regulador, nunca es superior al valor de consigna máximo, y la resistencia de derivación, si está bien configurada, ralentizará la turbina, para volver a su tensión nominal.



El DST se conecta en paralelo al regulador (ver foto superior). De esta forma toda la tensión (sobre tensión) provocada por una situación V_{oc} , es desviada a la resistencia.

La combinación de un derivador de sobre-tensión DST junto con un regulador de carga MPPT, es la mejor opción de trabajo, con las turbinas Powerspout. A continuación ofrecemos una tabla con los reguladores MPPT a utilizar para cada turbina y su opción, combinada con el DST

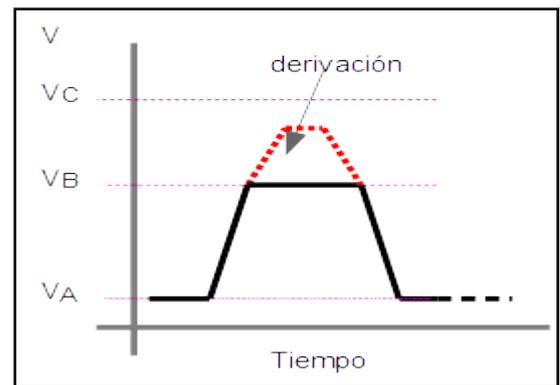
Modelo PLT/TRG	14	28	40	56	80	170	200
Tensión salida (Vcc)	14	28	40	56	80	170	200
Tensión máxima de salida en Voc (Vcc)	38	75	130	150	220	<450	<550
Regulador de carga recomendado	PWM-12 MPPT-75	PWM-24 MPPT-100	MPPT-100 * MPPT-150	PWM-48 MPPT-150 * MPPT-250	MPPT-150* MPPT-250	IR-450 MPPT-450	IR-600 MPPT-600

PWM: Regulador con entrada 12, 24 ó 48V según tensión batería

MPPT: Regulador MPPT. El número indica la tensión máxima del regulador

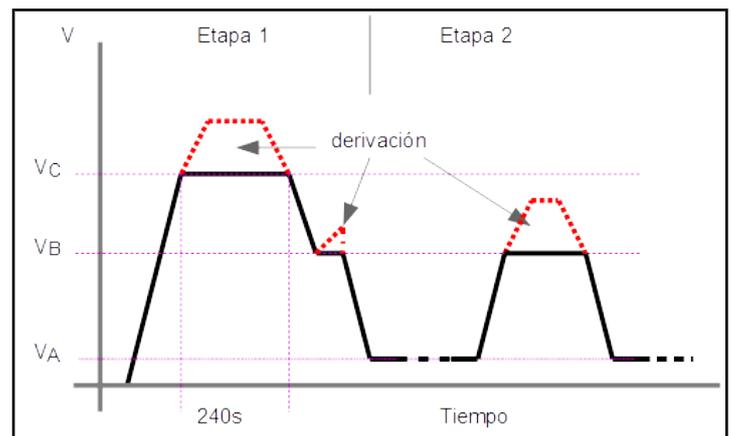
(*): Permite poner un regulador de tensión inferior solo si va acompañado del derivador DST

Funcionamiento del DST: En su configuración estándar, el DST permanece con el circuito de derivación abierto. La tensión nominal de la turbina es V_A . Si en un momento determinado se incrementa, hasta llegar a la tensión de consigna V_B , el DST cortocircuita el circuito hacia la resistencia, dejando pasar exclusivamente el excedente de sobre-tensión. De esta forma, se mantiene la tensión hacia el regulador, y se desvía toda la tensión sobrante, favoreciendo que la turbina vuelva a su posición de tensión nominal. La tensión nunca llega al límite de rotura del MPPT (V_C). Por ejemplo, si la tensión nominal de la turbina son 80Vcc y de repente sube a 110V, si el DST está configurada para desviar a 100V, se desviará a la resistencia 10V. La configuración del DST es versátil, y se puede adaptar su programación al tipo de regulador MPPT.



De esta forma siempre estará la turbina protegida, pero también el propio regulador MMP. Un caso muy frecuente, es en situaciones de trabajo con un inversor de red MPPT, donde la tensión máxima es de entrada es de 600Vdc por ejemplo.

Cada vez que la turbina arranca, el inversor busca su punto de máxima potencia almacenado en memoria (el inversor al quedarse parado por paro de turbina, se piensa que es de noche, y al volver arrancar, mientras no le llegue una tensión máxima, no se activa). En este caso el derivador DST, se configura con un tiempo determinado de demora de derivación, permitiendo alcanzar una tensión de entrada al inversor superior a la de derivación.



Existen varios modelos de DST, en función de la tensión máxima a derivar. Así pues se pueden encontrar:

- DST-40 Para trabajar con turbinas PLT-28, con desvío de tensión a partir de 35-40Vcc
- DST-70 Para trabajar con turbinas PLT/TRG 40-56-60 y desvío de tensiones entre 60-80Vcc
- DST-110 Para trabajar con turbinas PLT/TRG/LH 80 y desvío de tensiones entre 90-110Vcc
- DST-150 Para trabajar con turbinas PLT/TRG/LH de 100-120V y desvío de tensión entre 130-150Vcc
- DST-400 Para trabajar con turbinas PLT/TRG/LH de 250-400V y desvío de tensión entre 380-420Vcc

También existe la opción del derivador DST con entrada de sensor de temperatura (DST-T). En este caso la resistencia será para calentar agua. La derivación solo se producirá, si la temperatura de consigna, está por debajo del valor asignado. El derivador DST-T tiene la gran ventaja de ofrecer agua caliente con el excedente energético de la turbina.



Una variante del regulador DST, es en sistema monofásico Vac o en sistema trifásico Vac (foto izquierda). En este caso el regulador es electrónico, pero la derivación se realiza mediante relés de estado sólido (SSR).

6.2 Protección de sobre tensión mediante Powerclamp de Powerspout

El equipo de protección Powerclamp, realiza la protección de sobretensión, mediante la lectura directa de la turbina. El propósito principal del PowerClamp es permitir que las turbinas PowerSpout funcionen a una tensión más alta cuando se conecten a equipos MPPT y GTI comunes. La carga de desviación de PowerClamp impide el estado de circuito abierto, por lo que no hay ningún peligro o daño.

Por ejemplo, hay muchos controladores de PV solar de 150V MPPT de bajo coste en el mercado. Sin PowerClamp recomendamos que funcione a tensión 40Vcc de entrada para evitar problemas con Voc. Con PowerClamp se puede diseñar la tensión nominal alrededor de 80-120V. Esto significa que:

- Las baterías 12/24/36/48 / 60V se pueden cargar mediante controladores comunes de 150V.
- Las pérdidas por cable son muy inferiores a los 40 V.

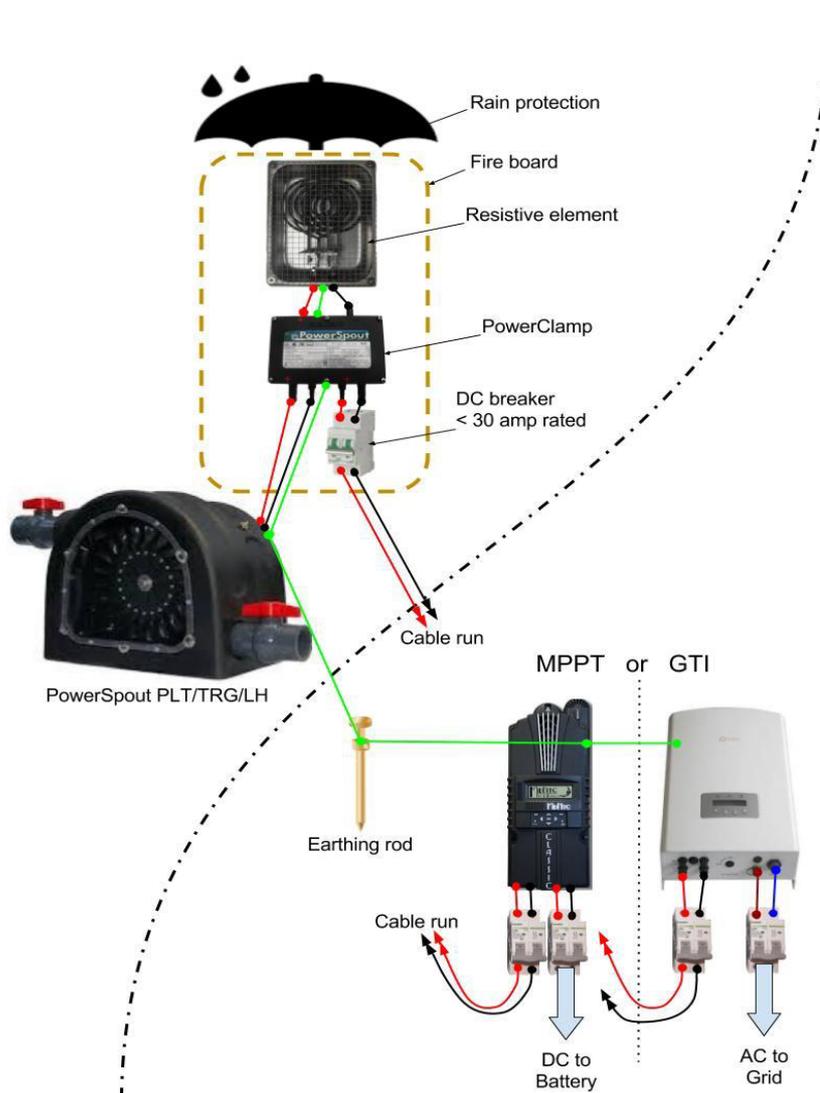
Nota: No se pueden utilizar todos los reguladores solares de 150V MPPT baratos con turbinas hidráulicas PowerSpout. Si compra un MPPT o GTI no aprobado, no se ofrece ninguna garantía ni apoyo. Probablemente la mayoría funcionará bien, pero algunos no lo hacen.

También hay reguladores MPPT de 200 y 250V. Sin la protección de PowerClamp, hay que trabajar con turbinas de 80V para los controladores de 250V, pero con el PowerClamp adecuado, es posible operar la turbina PowerSpout a 200 V. En los lugares con recorridos de cable más largos, esto ofrece grandes ahorros en el coste del cable.

La función del PowerClamp es reducir el VOC de una turbina para proteger los dispositivos conectados y, evitar los riesgos de choque de trabajar por encima de 120Vcc, a la vez que permite instalar este equipo legalmente. En mucho países la normativa permite realizar la instalación un cliente final, si la tensión es inferior a 120Vcc.

Elija un PowerClamp con una tensión superior a la Vmp operativa normal, de modo que se detenga en funcionamiento normal.





El Powerclamp, se puede instalar al lado de la turbina, pero también permite instalarse al lado del regulador MPPT/GTI. Además hay la opción Vcc o Vca en entrada trifásica o incluso permite conectar varias turbinas.

Si por razones de normativa, su sistema eléctrico de generación, no puede sobrepasar los 120Vcc, entonces tendrá que instalar el Powerclamp al lado de la turbina. Tenga presente que no puede haber un interruptor entre la turbina y el Powerclamp.

Por contra si instala el Powerclamp al lado del regulador MPPT o inversor de red, tiene algunas ventajas: Voltaje mas estable. El powerclamp trabajará a una tensión superior a la tensión nominal (se habrá dimensionado la turbina, tal que ofrezca una mayor tensión, para evitar una caída de tensión en el cable). También le permitirá aprovechar la tensión de desvío (>120Vcc) para calentar agua (con una resistencia adecuada), o para calentar el ambiente (con una resistencia de aire). Por último, situando el Powerclamp al lado del regulador, quedará protegido de la intemperie.

Consulte la guía completa de Powerclamp, para una mayor planificación de su instalación.

6.3 Protección del regulador MPPT mediante un Klampit de Powerspout

Si no utiliza ni un DST o un Powerclamp, otra manera de proteger el regulador MPPT de sobretensiones es con un dispositivo Klampit instalado en fábrica. Este dispositivo configurado en fábrica, no previene a la turbina, solamente desconecta esta del circuito de entrada al MPPT mediante una resistencia. Cuando la tensión de trabajo está por encima de la tensión máxima, el protector de sobretensión llamado klampit actuará abriendo el circuito (es una barra de hierro que abre el circuito). Los protectores Klampit están fijados en fábrica a diferentes tensiones de actuación: 75/120/140/240 VDC.

En estos casos, es necesario verificar que el controlador (o una carga relé auxiliar) mantendrán la tensión de turbina por debajo del funcionamiento del klampit para evitar disparos intempestivos de la palanca. Si el klampit se ha activado y abierto el circuito, se tendrá que rearmar manualmente, parando hidráulicamente la turbina.

Las turbinas equipadas con el protector klampit incorporan la nomenclatura C detrás de la numeración del voltaje. Por ejemplo PLT / TRG100C (con Klampit equipado de 140V) o PLT / TRG80C (con 120 V Klampit equipado de 120V).

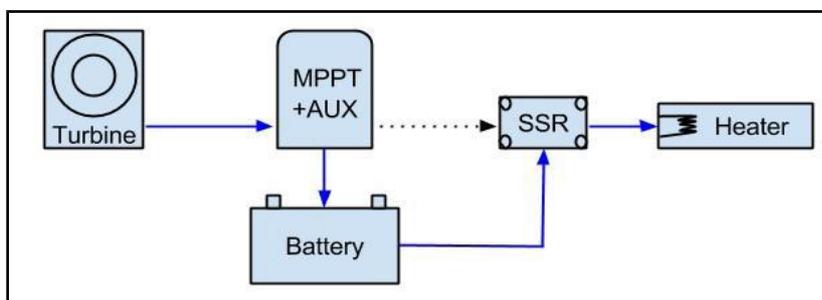
A nivel de seguridad recomendamos que la turbina venga incorporada con el protector de sobretensión klampit ya de fábrica. La tensión de la turbina trabajando a punto de máxima potencia (VPMP), ha de ser superior al de carga de las baterías, pero si por un motivo hidráulico por ejemplo la turbina se "dispara" de tensión, es necesario protegerla y proteger los equipos conectados.

El klampit se utiliza sobretodo, en los casos de conexión directa a batería

6.4 Protección de la turbina con relé auxiliar

Otra manera de realizar un control de sobre-tensión en la salida de la turbina es mediante la lectura de tensión de la batería. Esta opción es de una lectura indirecta (la batería), y no evita que la turbina en momentos puntuales se acelere y incluso pueda llegar a situaciones de salida libre.

Existen reguladores MPPT que permiten una salida de relé auxiliar según el voltaje de la batería. O incluso hay derivaciones de control de voltaje de la batería con salida de relé.



En todos los casos, el objetivo es determinar un punto donde, a partir de un voltaje de batería (o en% de llenado), el relé activará un circuito secundario, donde habrá un elemento de disipación (resistencia).

A nuestro entender, este sistema de control de sobre tensión de la turbina, no es el más seguro ni eficiente, por varias razones:

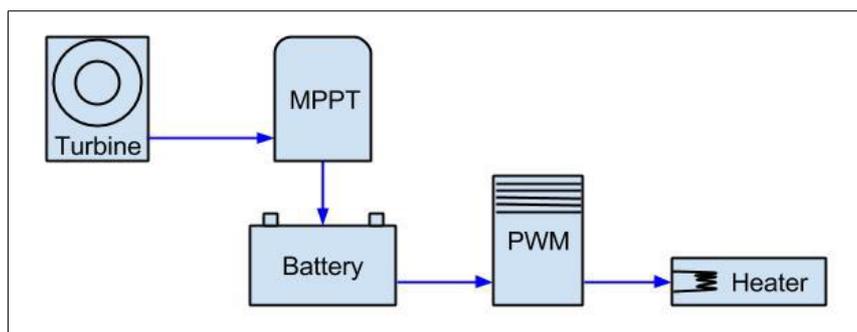
- Debe definir muy bien qué voltaje de batería corresponde a su carga.
- Los relés de salida son contactos secos, pero en algunos reguladores tienen una salida de 12 V CC, un voltaje raro, y esto implica trabajar con una bobina de contactor de alto coste.

- Si es necesario ecualizar la batería, colocar un relé de derivación implica trabajar con voltajes más altos que la ecualización, por lo que la turbina seguramente estará muy por encima de su voltaje nominal.
- El voltaje de la batería, al arrancar los motores, cae rápidamente y luego se ajusta. Estas oscilaciones pueden causar fallas de lectura en el relé.
- El controlador de carga MPPT no está protegido por la sobretensión de Voc, ni por la propia turbina.
- Si el relé no está configurado correctamente, puede descargar la batería.

6.5 Controlador de sobretensión utilizando regulador de carga PWM

Algunos modelos de reguladores de carga PWM le permiten trabajar en modo "desviador de carga".

Una vez que el controlador reconoce que la tensión de carga de la batería ha alcanzado el nivel más alto de seguridad, desvía cualquier energía entrante adicional a una carga de desvío. Estos controladores normalmente le permiten definir el umbral de voltaje a partir del cual comienza la desviación de potencia según el tipo de batería utilizada. Este umbral también se ajustará automáticamente para los pasos de carga de la batería (absorber, ecualizar, flotar) y la temperatura de la batería.



Ventajas y desventajas de los controladores de carga PWM en comparación con los controladores MPPT

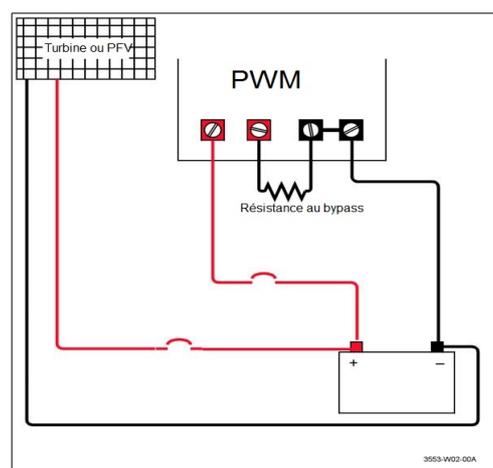
Ventajas:

- Un menor costo
- El cableado es más simple, y trabajar a bajo voltaje parece ser fácil.
- Bajas pérdidas internas <1%.

Contras:

- La diferencia de descarga se realiza de acuerdo con el voltaje de la batería. No es una lectura directa de la turbina.
- El circuito está abierto / cerrado. Al desviar hacia la resistencia, todo el voltaje de la batería pasa a través del cable. Presta atención a la sección del cable.
- La producción nunca se optimiza. El flujo discontinuo, la potencia producida y el voltaje suministrado a la batería pueden variar.

Si por alguna razón falla la derivación, el controlador PWM no puede desviar o cortar el voltaje, lo que causaría una sobrecarga grave en el banco de baterías. Es interesante preguntar si el bajo costo de un regulador tipo PWM, en comparación con un MPPT, compensa el riesgo de dañar el banco de baterías o la turbina misma.



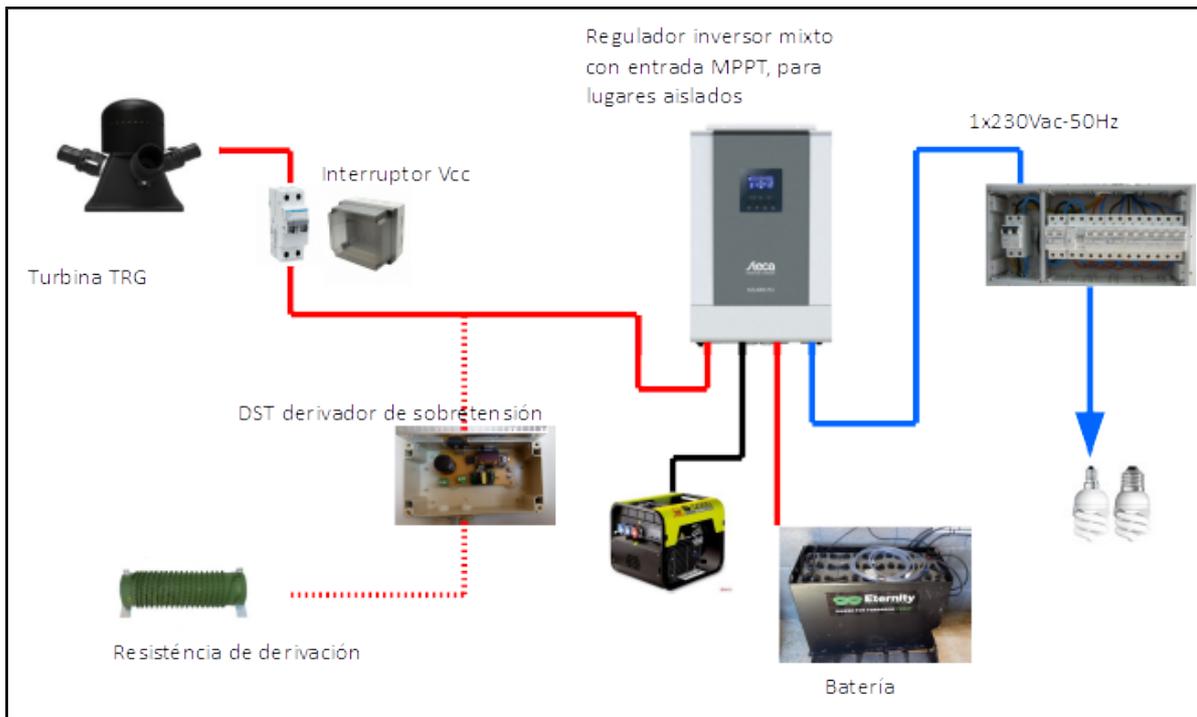
Estos son algunos ejemplos de controladores de carga (PWM), que permiten realizar la maniobra de desviación de carga, verificados por Powerspout:

- Power Master PM60
- Morningstar TS60
- Xantrex C35-40

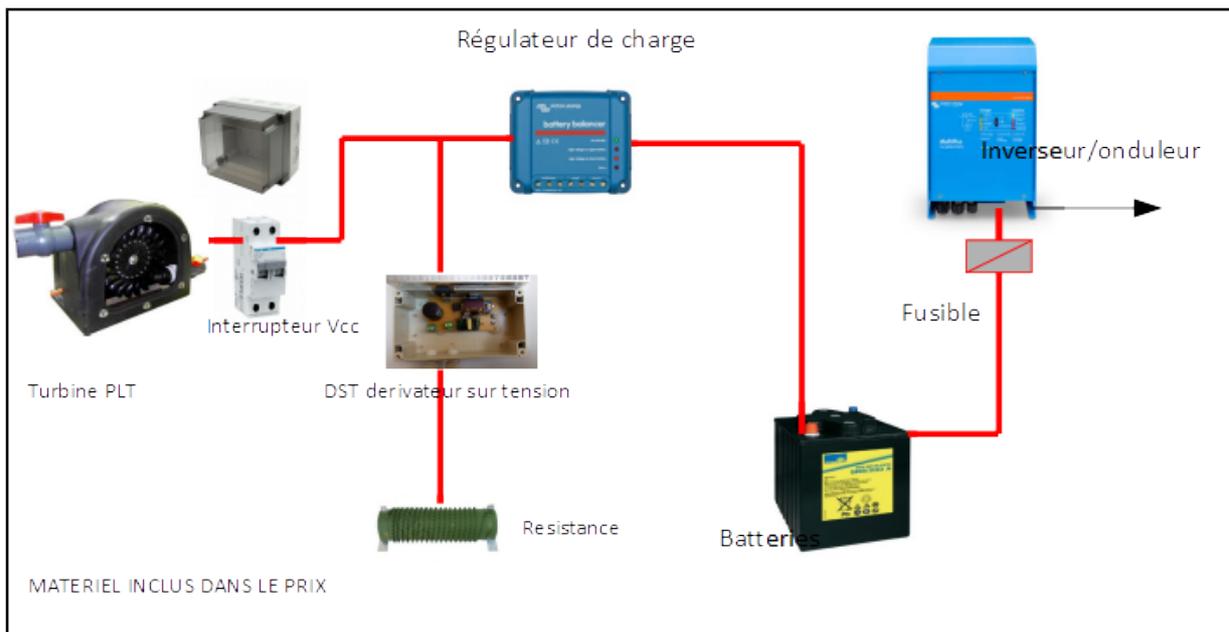
7. ESQUEMAS DE CONEXIÓN ELÉCTRICA

A continuación mostramos una serie de ejemplos de esquemas de conexión, según cada caso vistos en capítulos anteriores. Tenga presente toda la normativa del REBT, aunque no esté especificado en los esquemas.

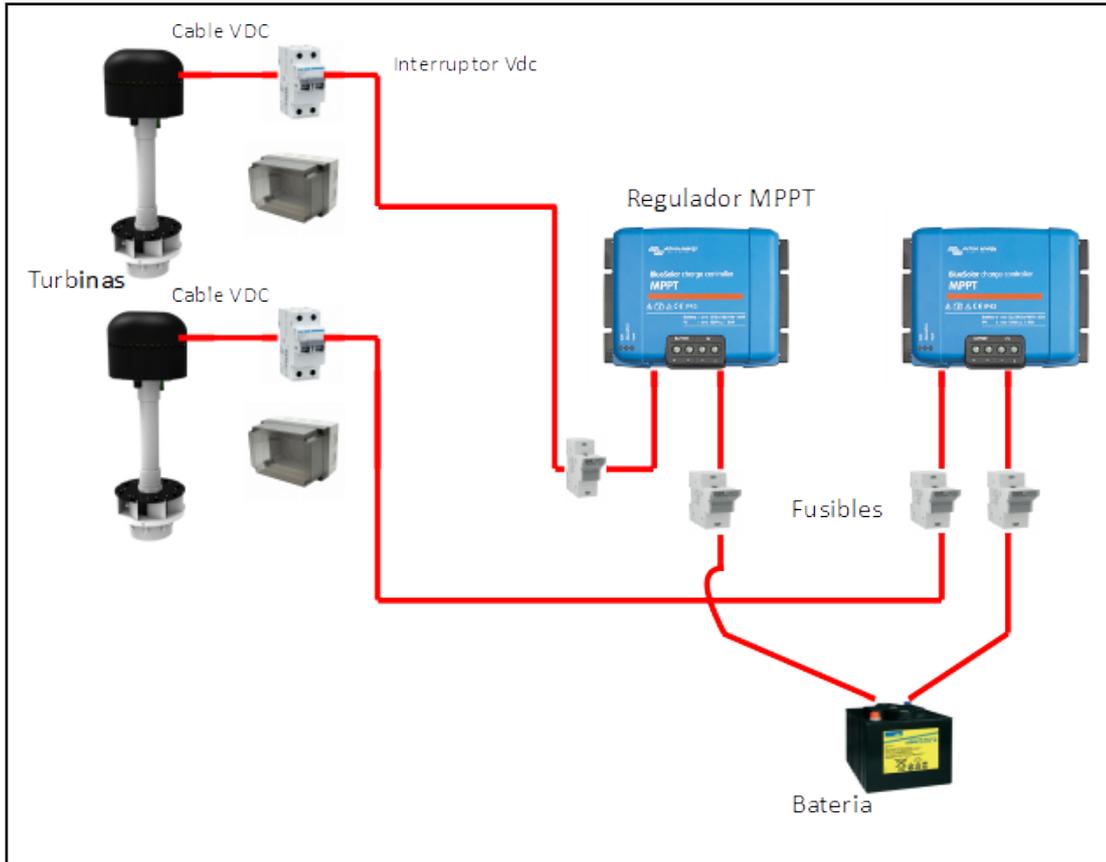
A) Ejemplo de conexión directamente con un inversor/regulador mixto tipo Steca para zonas aisladas.



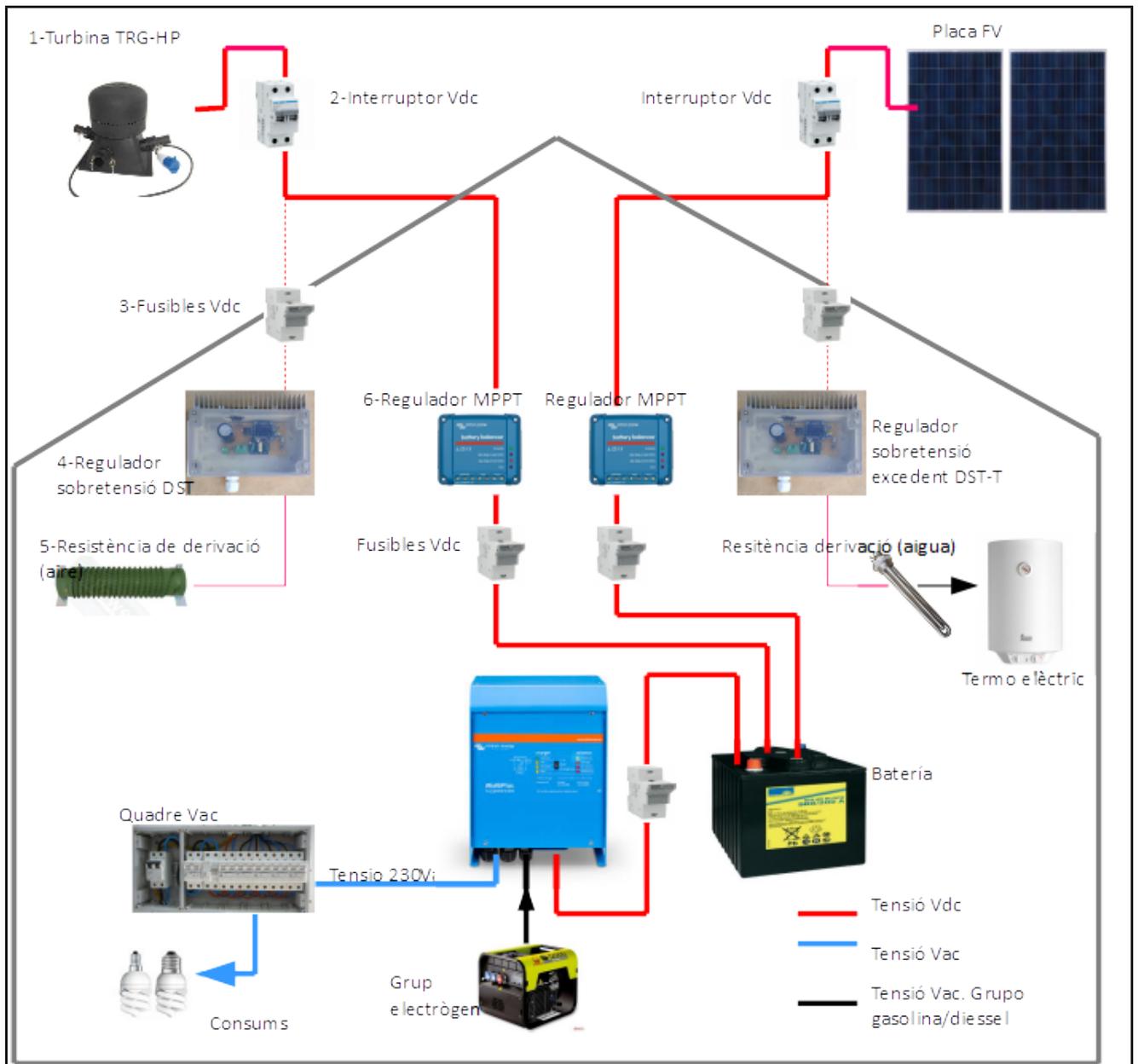
B) Ejemplo de con un regulador de carga tipo MPPT y inversor externo en sistema en isla.



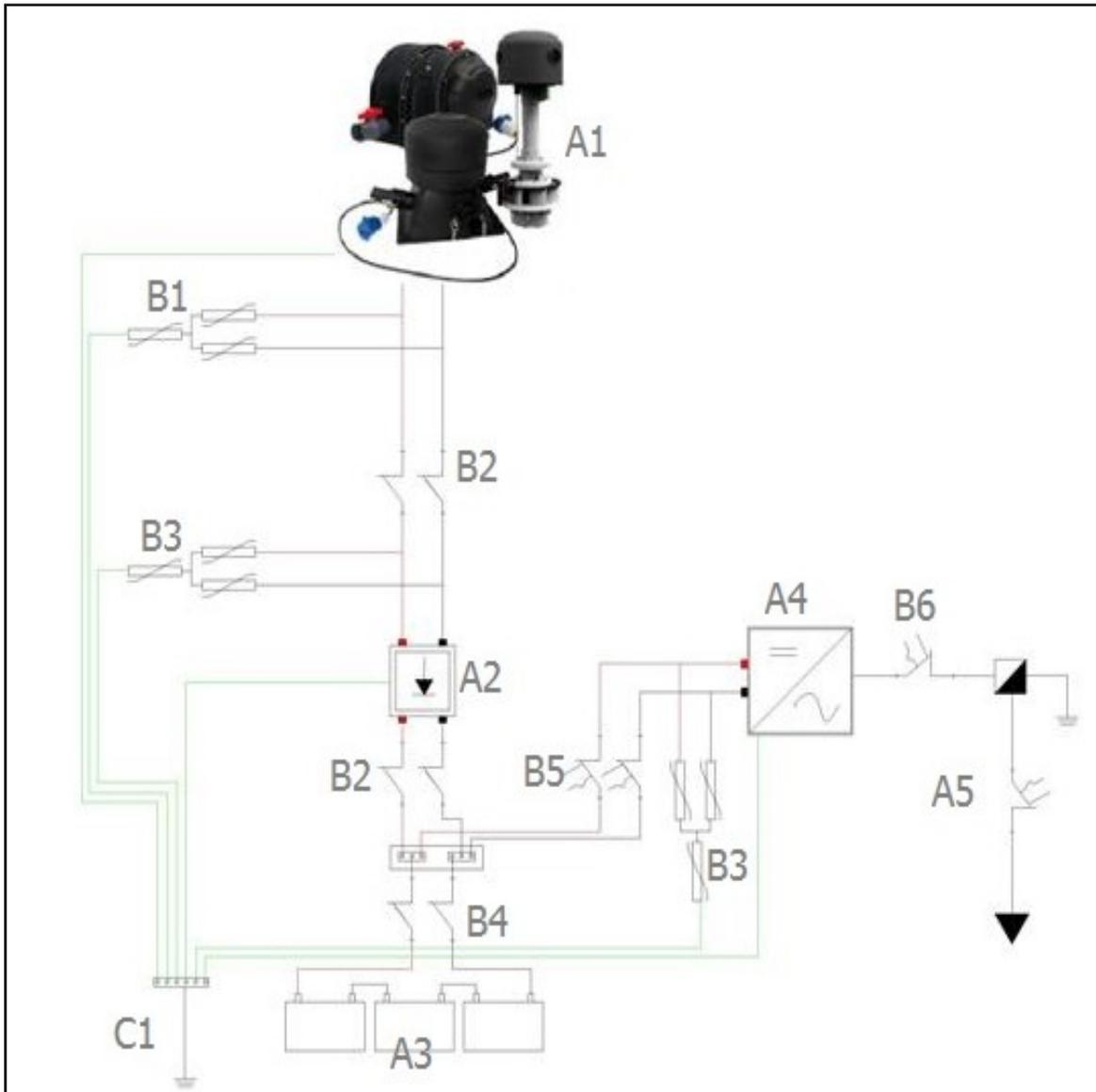
C) Ejemplo de con dos turbinas en paralelo y reguladores de carga MPPT (hay que añadir el regulador de sobretensión)



D) Ejemplo de una instalación mixta -turbina + fotovoltaica-



E) EJEMPLO ESQUEMA UNIFILAR BÁSICO (adaptación de Quadern 4, Energía solar fotovoltaica,

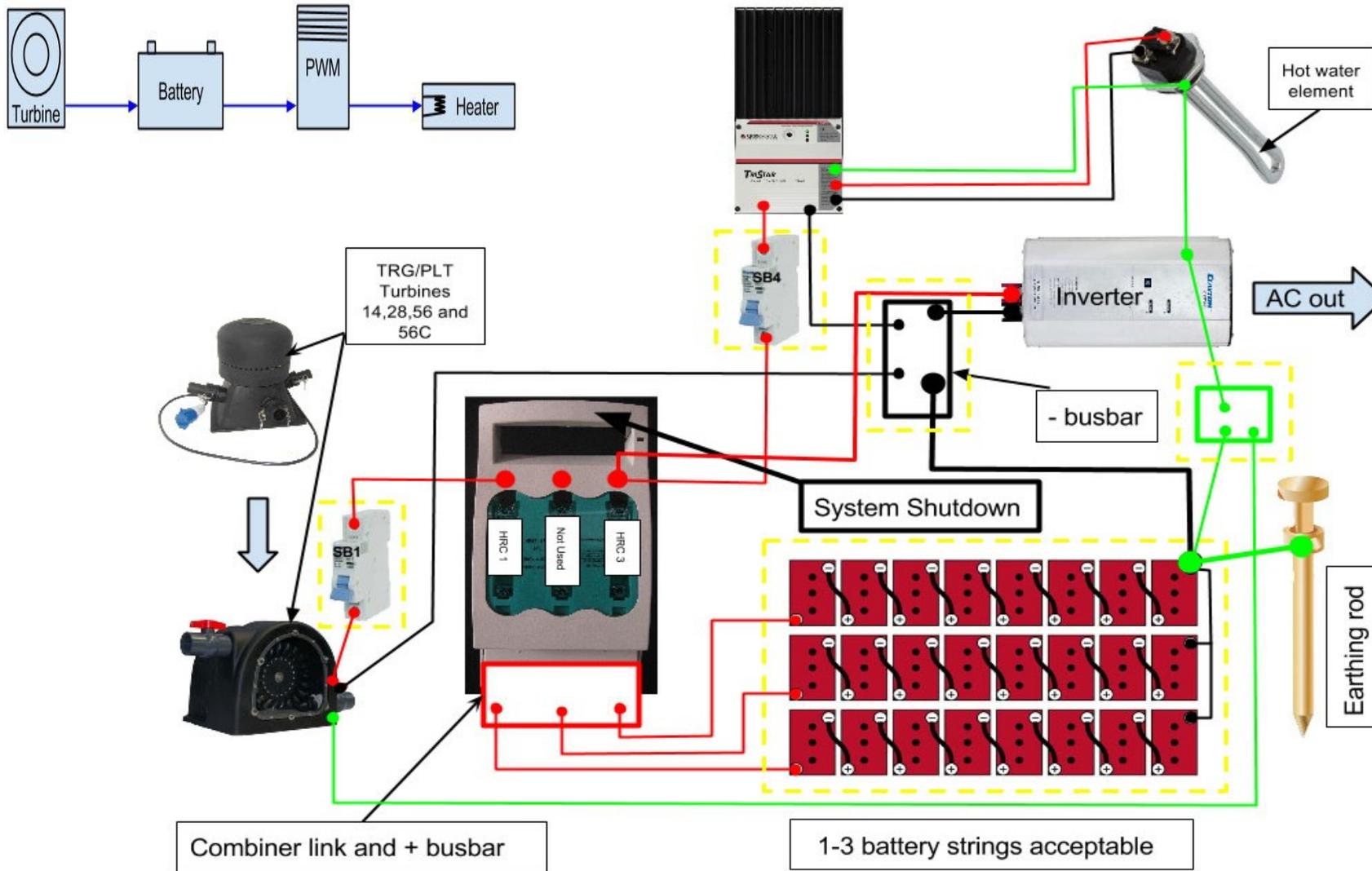


GdC)

- A1:** Generador hidráulico Powerspout, salida cc.
- A2:** Regulador de carga MPPT.
- A3:** Acumuladores electroquímicos -baterías-
- A4:** Inversor CC/CA apto para turbinas hidráulicas.
- A5:** Contador de energía y derivación a consumo
- B1-B3:** Protecciones contra sobretensiones -varistores-.
- B2:** Fusibles de línea del generador hidráulico.
- B4:** Fusibles de línea del acumulador.
- B5:** Interruptor automático de corte con carga.
- B6:** Interruptor de corte a la salida de CA del inversor
- A5:** Cuadro general de protecciones en CA (IGA+ID+PIA)
- C1:** Toma de tierra.

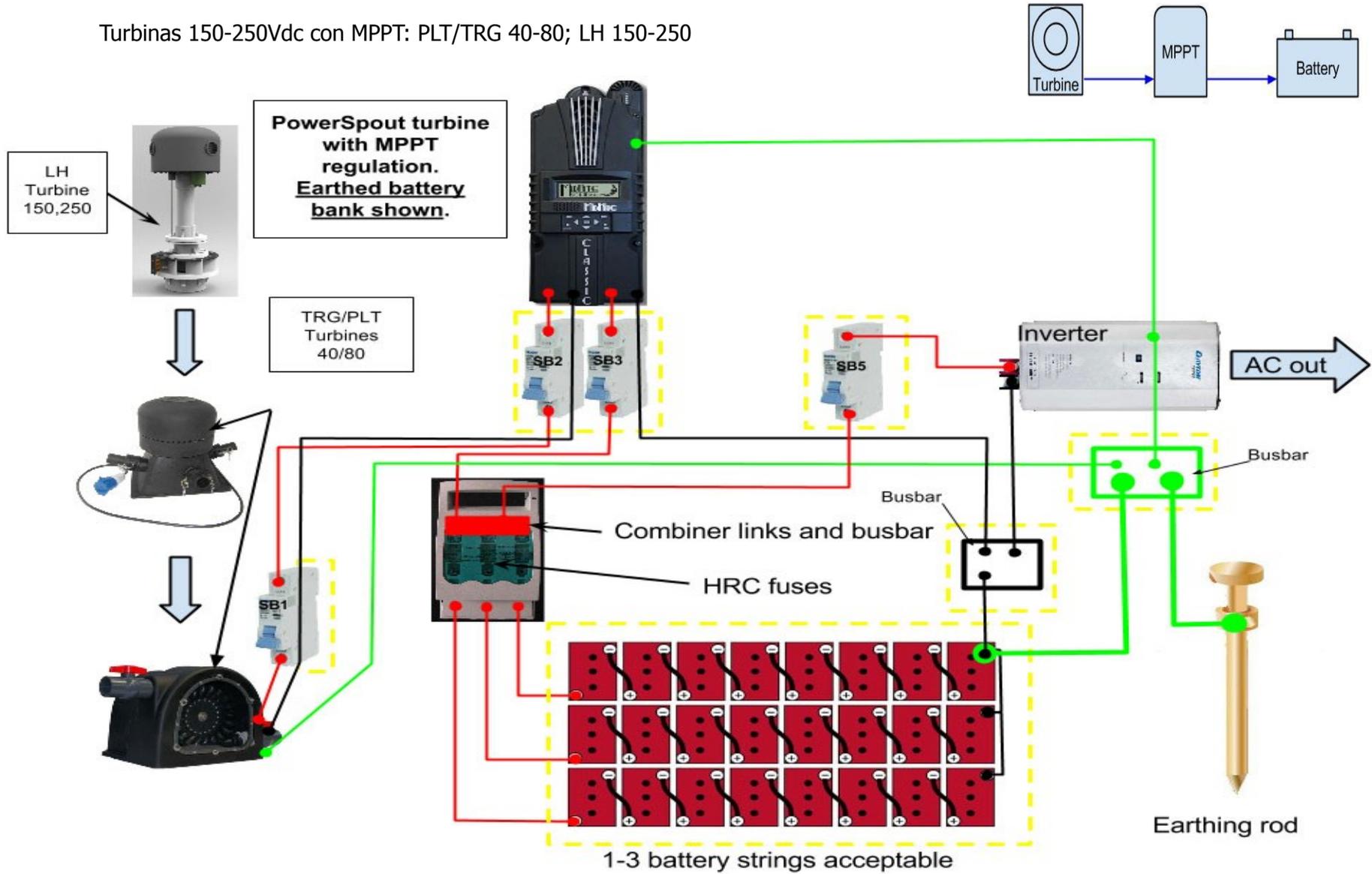
7.1 Turbinas voltaje <150V. Conexión unifilar con banco de baterías y controlador de derivación PWM

Turbinas PLT/TRG 14-28-56-56C; LH 150-250



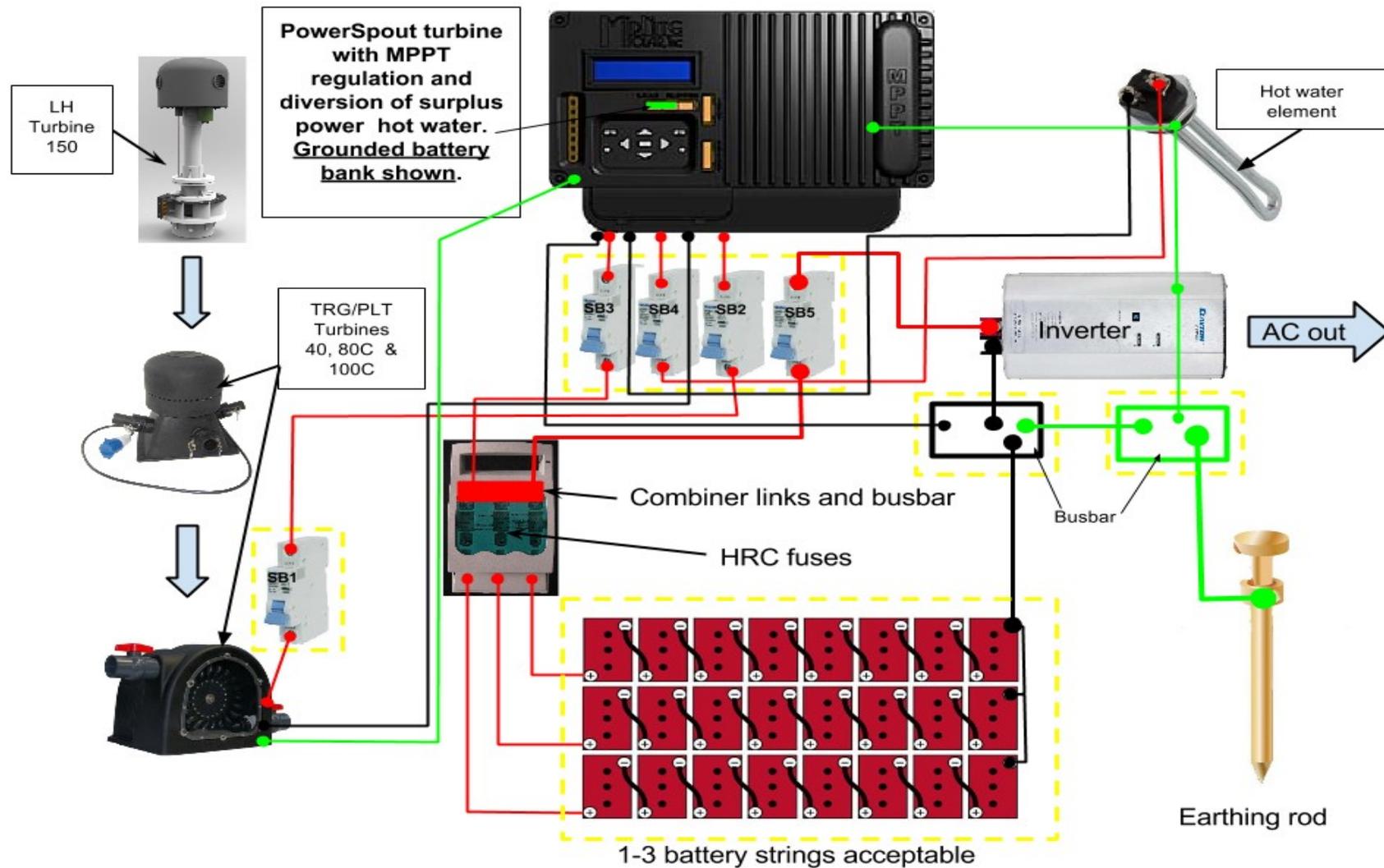
7.2 Turbinas con voltaje <150V. Conexión unifilar con banco de baterías y controlador MPPT solo

Turbinas 150-250Vdc con MPPT: PLT/TRG 40-80; LH 150-250



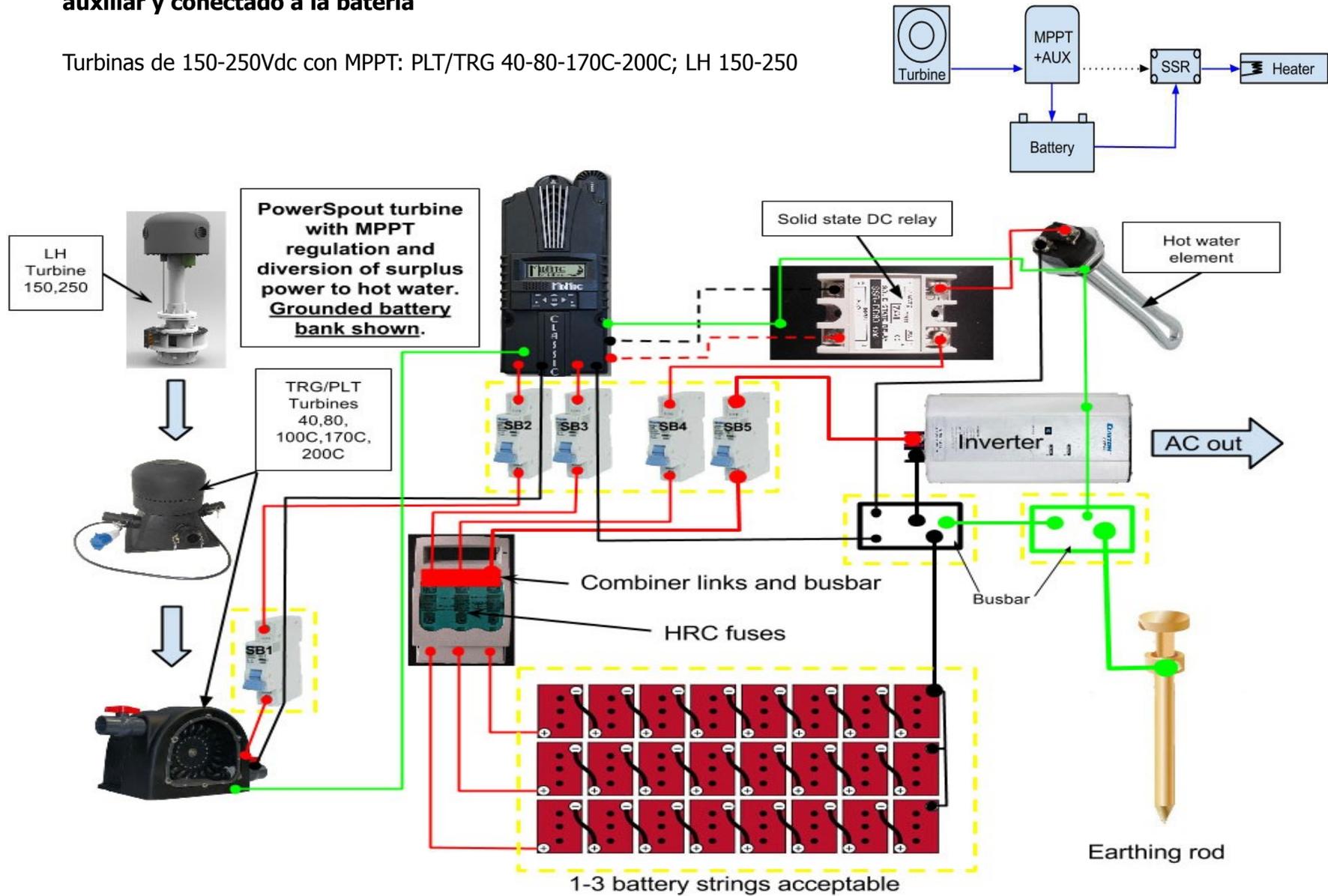
7.3 Conexión unifilar con banco de baterías y controlador MPPT con resistencia eléctrica derivadora conectada al regulador MPPT (relé interno)

Turbinas de 150-250Vdc con MPPT: PLT/TRG 40-80; LH 150-250



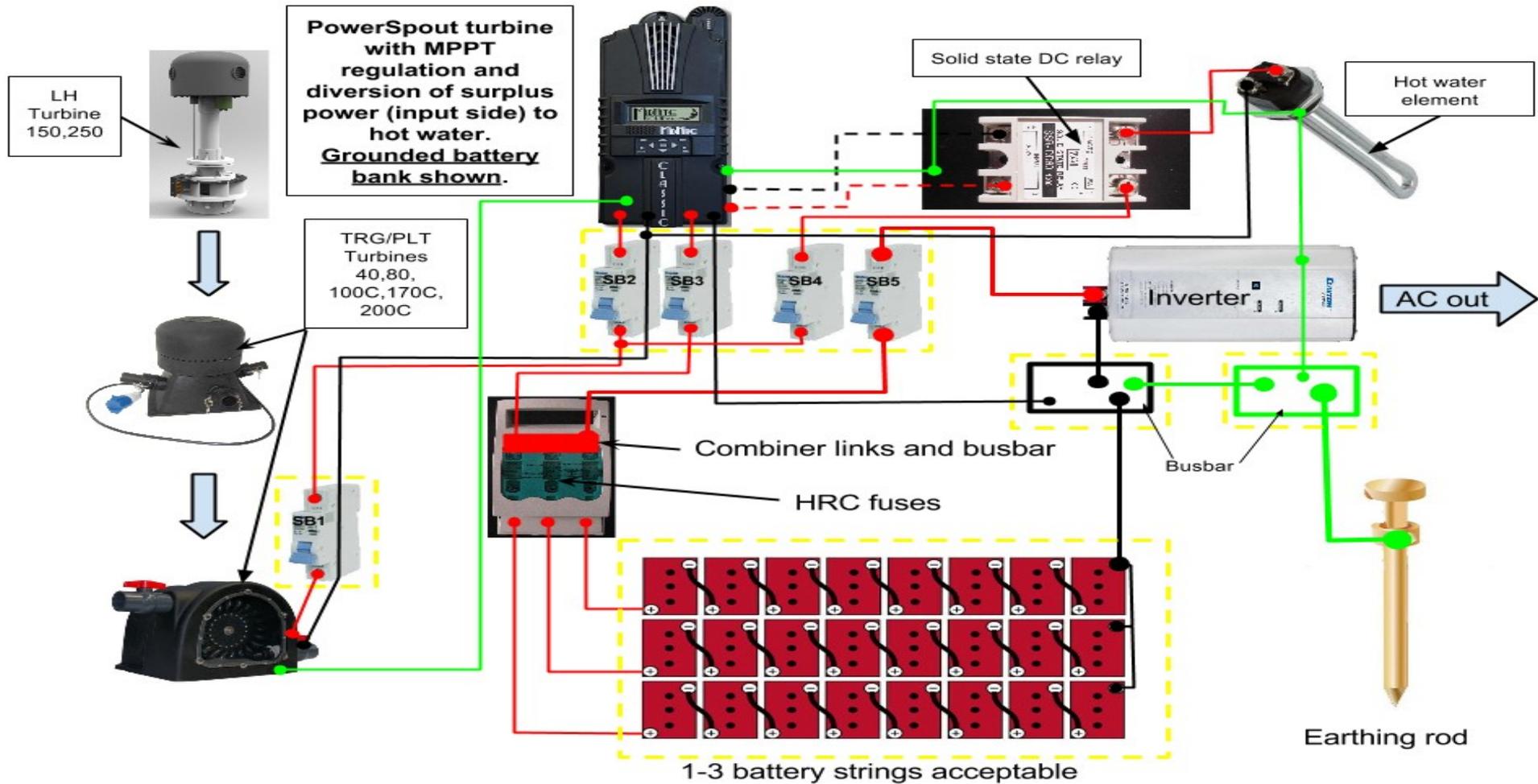
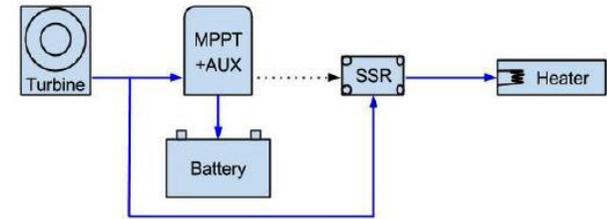
7.4 Conexión unifilar con banco de baterías y controlador MPPT con resistencia eléctrica derivadora mediante relé auxiliar y conectado a la batería

Turbinas de 150-250Vdc con MPPT: PLT/TRG 40-80-170C-200C; LH 150-250



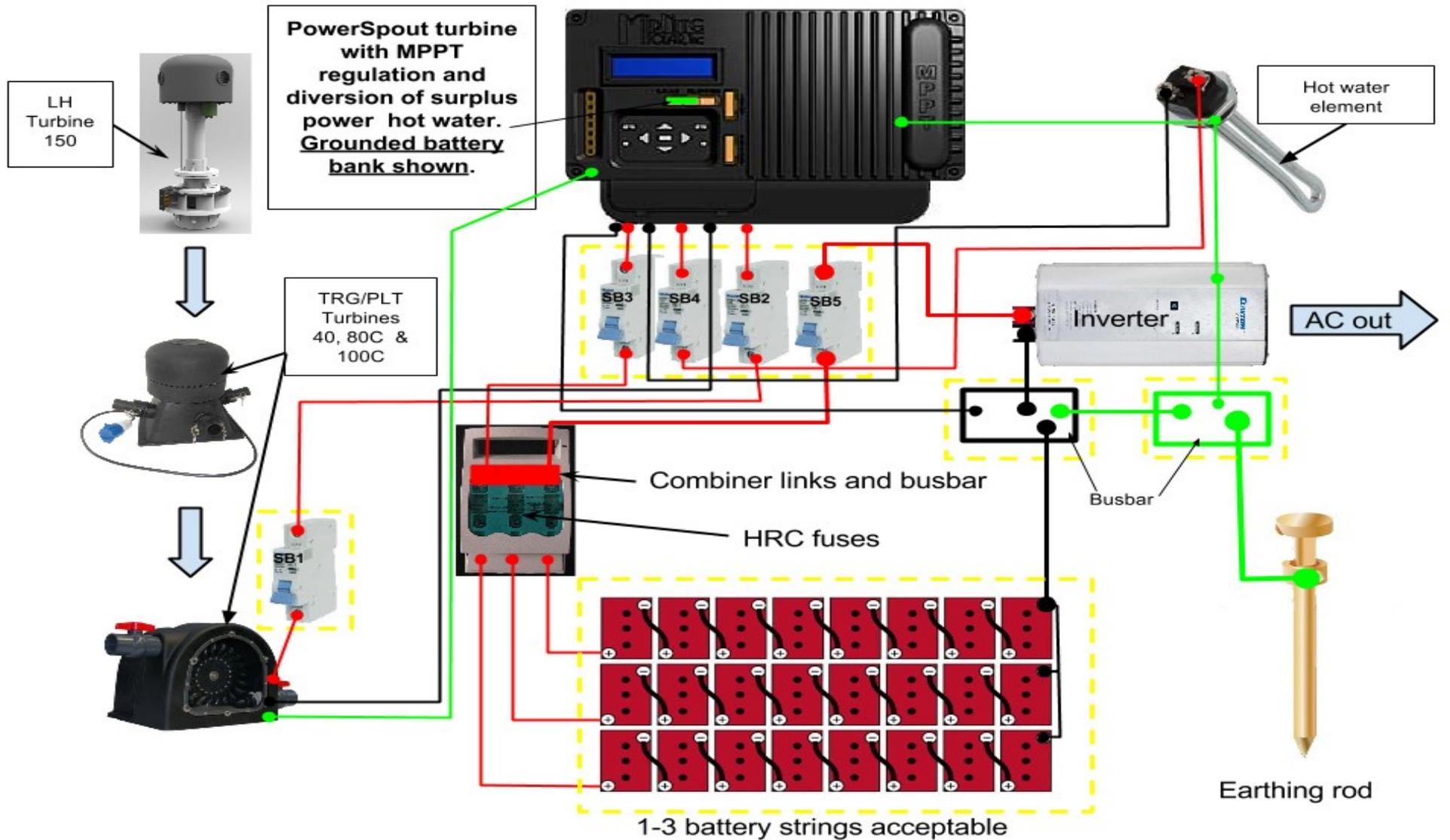
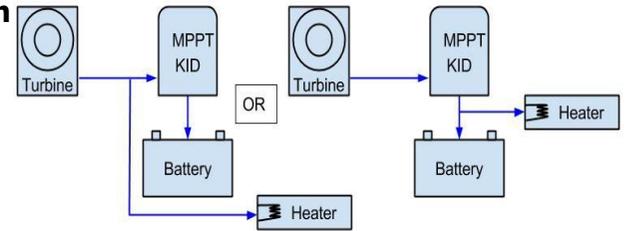
7.5 Conexión unifilar con banco de baterías y controlador MPPT con resistencia eléctrica derivadora conectada a la turbina y relé auxiliar

Turbinas de 150-250Vdc con MPPT: PLT/TRG 40-80-170C-200C; LH 150-250



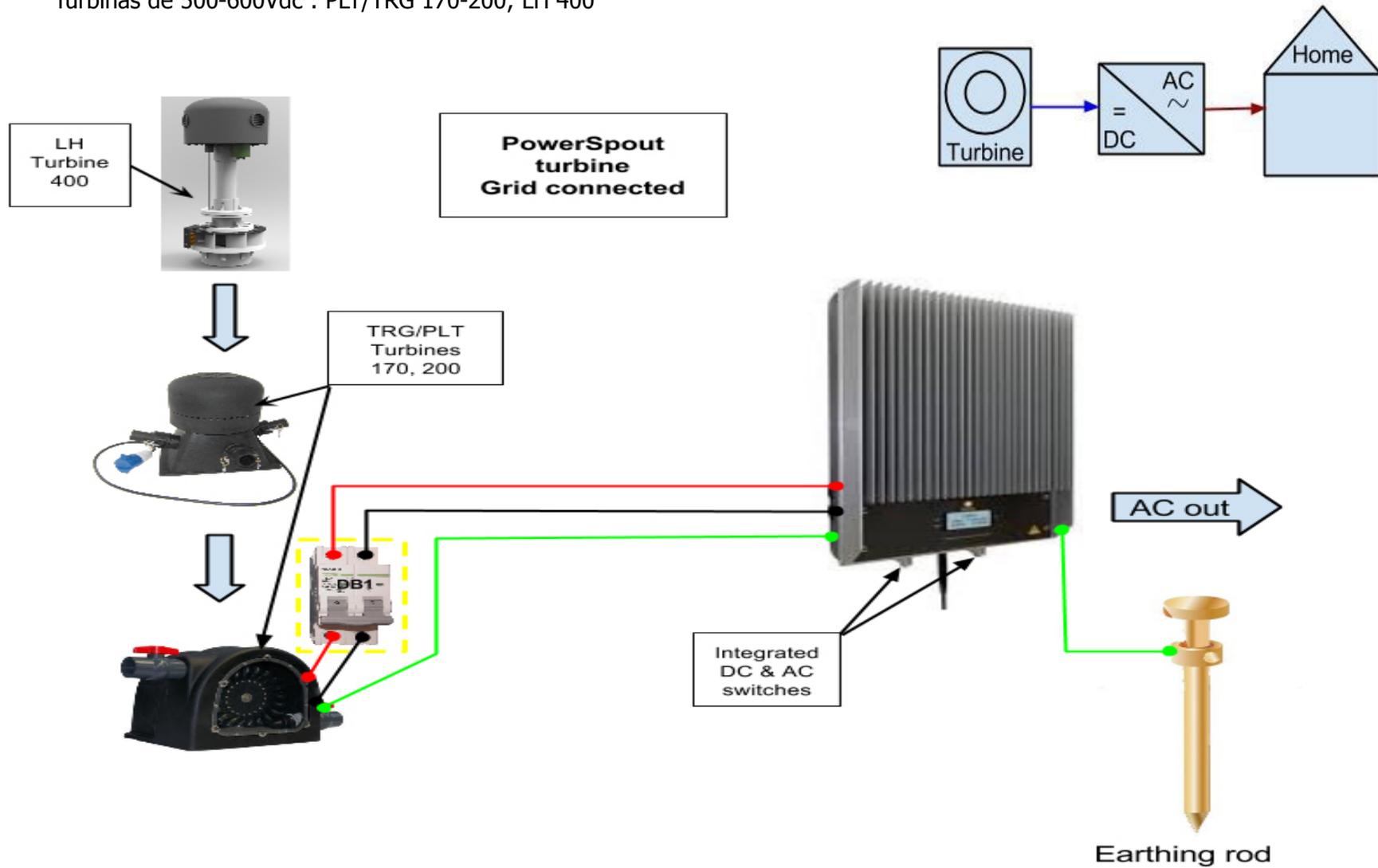
7.6 Conexión unifilar con banco de baterías y controlador MPPT 150V con resistencia eléctrica derivadora (directo al MPPT)

Turbinas de 150Vdc con MPPT: PLT/TRG 40-80C; LH 150

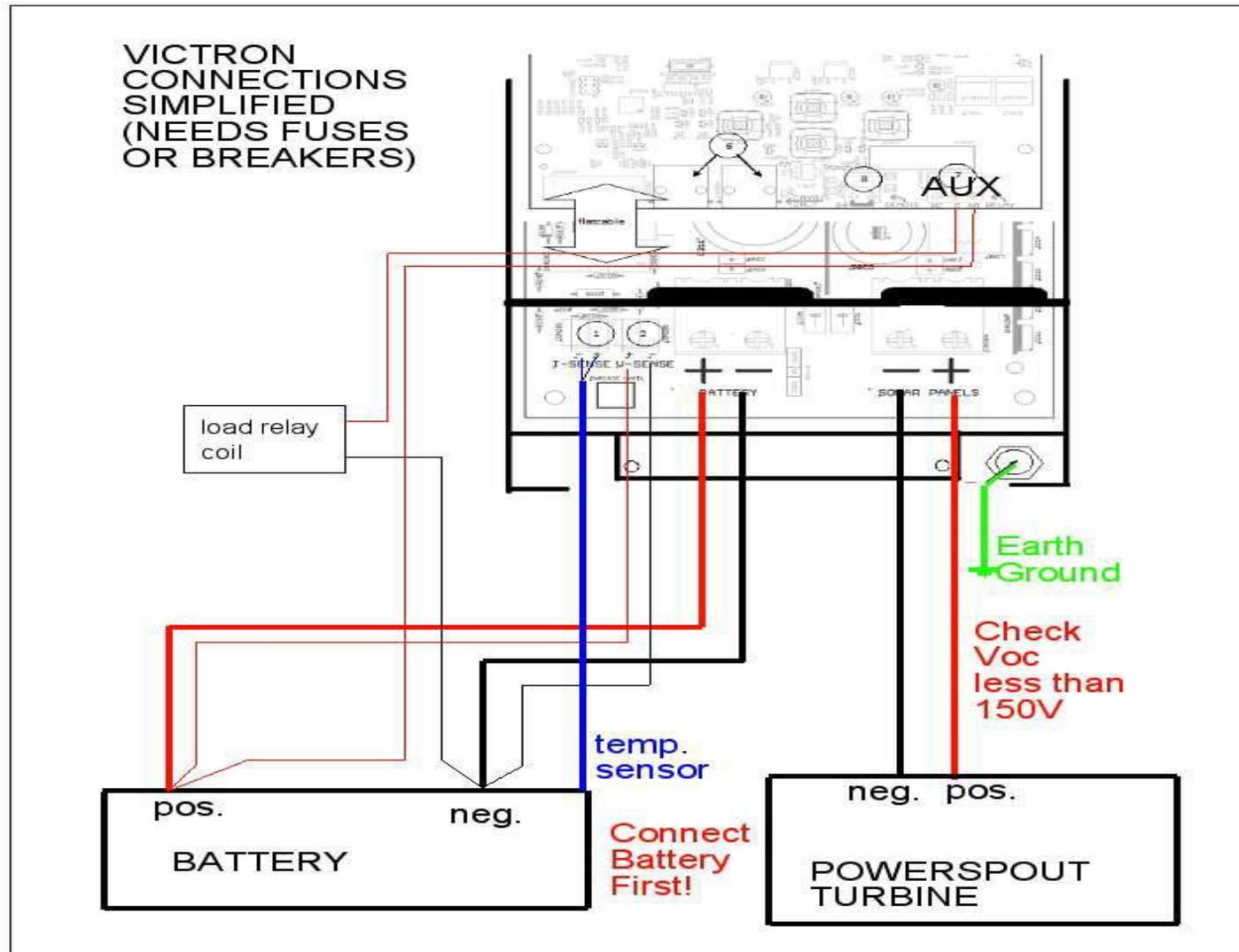


7.7 Conexión unifilar con inversor de red

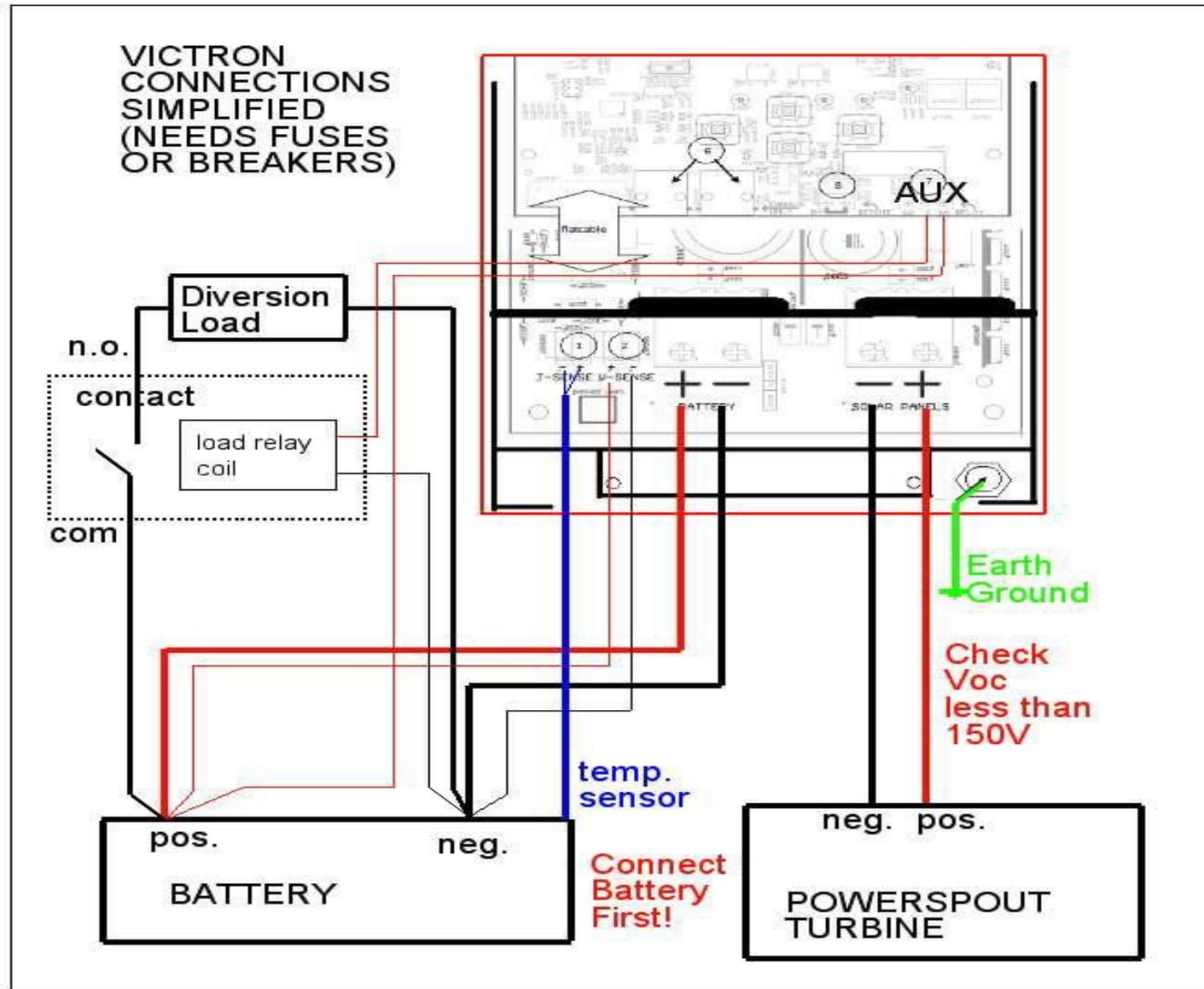
Turbinas de 500-600Vdc : PLT/TRG 170-200; LH 400



7.8 Caso concreto conexión con MPPT Victron y salida auxiliar



7.9 Caso concreto conexión con MPPT Victron con derivador en relé



V3- Marzo 2020

HÍDRIC ONLINE, SL

www.hidric.com

info@hidric.com

WhatsApp: 656 855 411

tel: +34 656 855 411