

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR



Autor: Javier Diz Bugarín

IES Escolas Proval (Nigrán, Pontevedra)

javier.diz@edu.xunta.es

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Introducción

Las fuentes de alimentación ininterrumpida (SAI o UPS) son un sistema simple y barato de protección contra fallos de la red eléctrica para ordenadores o equipos que tengan que funcionar de forma continuada.

Además estas fuentes contienen casi todos los elementos necesarios (cargador, batería e inversor) para hacer un kit de electrificación portátil de muy bajo coste, apropiado para aplicaciones de bajo consumo o poco tiempo de uso continuado.

Las modificaciones que hay que efectuar son:

- conectar un panel solar externo para recargar la batería
- añadir un regulador de carga externo para el panel solar
- puede aumentarse la capacidad de la batería, añadiendo otra en paralelo o cambiándola por otra externa.
- también puede añadirse un conector para recargar la batería interna a partir de la de un coche.

Las modificaciones propuestas no requieren manipular los circuitos internos de la SAI ni disponer de los esquemas, ya que sólo se añaden unos pocos elementos en el cableado existente. Se puede utilizar cualquier SAI del mercado.

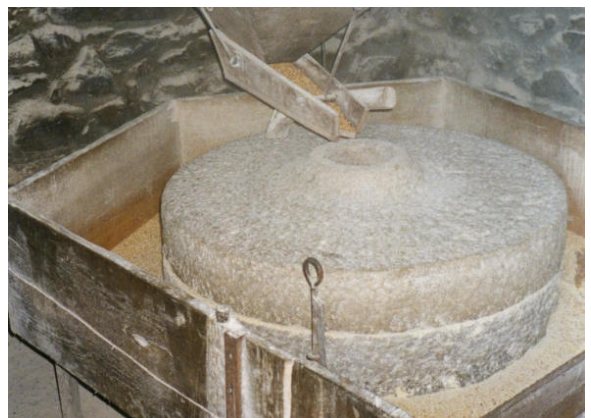
Este sistema se ha desarrollado para la iluminación interior de un molino hidráulico tradicional gallego aislado que se utiliza un número muy reducido de horas semanales, lo que no justificaba una inversión elevada en su electrificación, pero admite infinidad de usos tales como alimentación portátil para vehículos, kit de camping, equipo de bajo coste de prácticas de energía solar fotovoltaica, etc.



Kit de iluminación con lámpara de bajo consumo



Vista exterior del molino con el canal o *levada*



Aspecto de los mecanismos interiores

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Descripción de los elementos de un SAI o UPS

Estas fuentes suelen estar enchufadas permanentemente a la red eléctrica. A ellas se conecta el equipo que queremos proteger frente a cortes, picos o sobretensiones.

Los elementos básicos de una SAI común son:

1) FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y CARGADOR DE BATERÍAS

La fuente de alimentación se alimenta a partir de la tensión de red de 230V y genera una tensión continua más baja, normalmente 12 o 24V.

Esta fuente proporciona la energía necesaria para la recarga de la batería. También lleva un regulador que interrumpe la carga de la batería cuando está totalmente llena, evitando su deterioro por sobrecarga.

2) BATERÍA

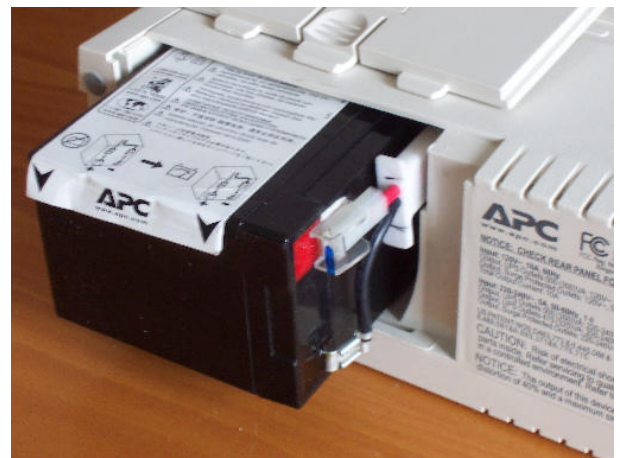
Este tipo de equipos suelen llevar una batería de plomo ácido de 12V y capacidades que varían entre 7-12Ah. La autonomía de funcionamiento dependerá de la capacidad y estado de carga de la batería, a modo de ejemplo una batería de 12V y 7Ah almacena a plena carga 84Wh, lo que supone una autonomía de unos 20 minutos para un ordenador que consuma 200W, pero más de 4 horas para una lámpara de bajo consumo de 20W.

3) INVERSOR

Este elemento genera una tensión alterna de 230V a partir de la tensión continua proporcionada por la batería. La potencia máxima que puede producir varía entre 300 y 1000VA según el tipo de SAI, siendo el valor típico de 400-600VA. El tipo de onda producida no suele ser senoidal pura, pero sirve para los aparatos más comunes.



Aspecto del SAI utilizado en este proyecto



Alojamiento de la batería extraíble



Batería de plomo ácido de 12V, 7Ah

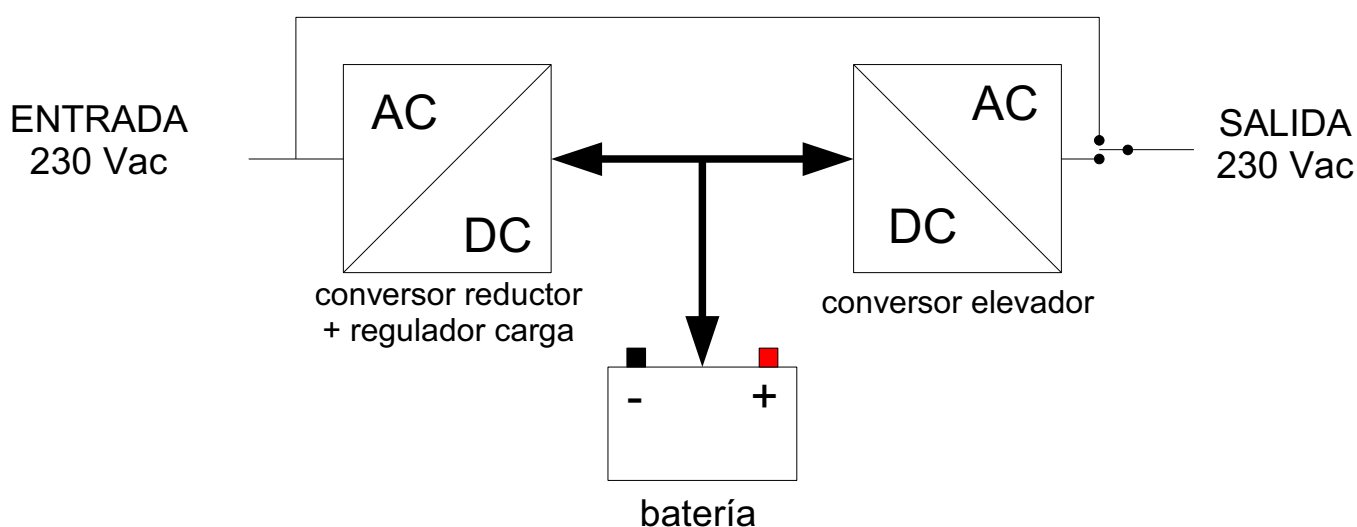
MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Esquema de los elementos de un SAI o UPS y modificaciones introducidas

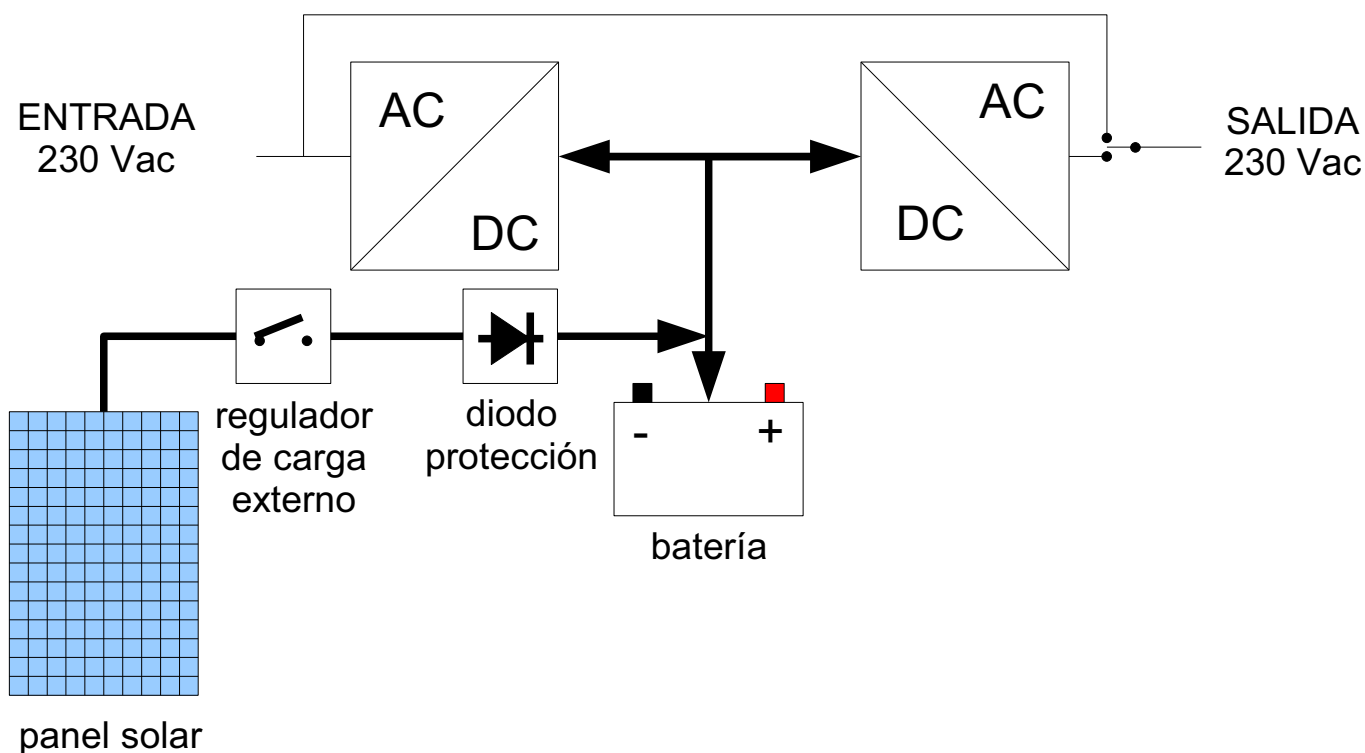
En las figuras siguientes se representan en forma de diagrama de bloques los elementos más importantes de un SAI y las modificaciones que se han introducido para su conversión en sistema de alimentación solar.

- Se ha añadido a la entrada de la batería un diodo de protección contra descarga e inversión de polaridad
- Se ha intercalado un regulador de carga externo entre el panel y la batería.
- Aunque el SAI lleva un regulador de carga interno se ha preferido añadir éste para que el montaje sea totalmente independiente del SAI utilizado y no sea necesario disponer de sus esquemas.
- El regulador externo puede ser de tipo comercial o un simple circuito regulador de tensión electrónico lineal o conmutado montado en una pequeña placa de prototipo, que hace la misma función y resulta mucho más económico.

ESQUEMA TÍPICO DE UN S.A.I.



S.A.I. MODIFICADO PARA RECARGA SOLAR



MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Elementos del sistema: Panel Solar

Este kit solar estaba pensado inicialmente para la iluminación de un molino que se utiliza pocas horas a la semana, por lo que se han fijado como requisitos los siguientes:

- 1 punto de luz con lámpara de bajo consumo de 18W
- uso reducido, máximo 2 horas diarias

Esto representa un consumo diario aproximado de 36Wh, que se cubre sobradamente con la batería de 7Ah incorporada en el SAI.

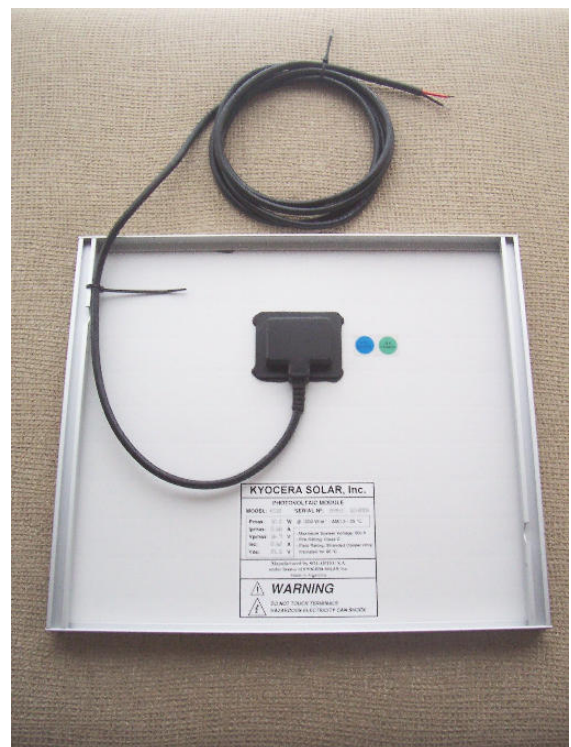
Los datos de insolación disponibles para la zona ofrecen un valor medio anual de 3,6 Horas Solares Pico diarias, por lo que un único panel solar de 10Wp sería en principio suficiente para cubrir la demanda media. Teniendo en cuenta que la utilización del molino no es diaria, por lo que el sistema dispondrá normalmente de varios días consecutivos de recarga, consideramos suficiente esta potencia de panel, aunque se recomendaría cambiar a otro mayor en caso de incremento de la demanda de consumo.

El panel utilizado en el proyecto es el modelo KS10 de Kyocera de 10W de potencia de pico. Las características de este panel son:

- Tensión en circuito abierto: 21,5V
- Corriente de cortocircuito: 0,62A
- Tensión a máxima potencia: 16,9V
- Medidas: 352x304x22mm



Vista frontal del panel solar KS10 de Kyocera



Vista posterior con el cable y caja de conexiones

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Elementos del sistema: regulador de carga externo

El regulador de carga externo puede ser un regulador comercial o hacerse utilizando un circuito integrado regulador de tensión. Los reguladores de tensión integrados mantienen constante la tensión de carga de la batería e interrumpen la carga cuando ésta alcanza su tensión nominal. Puede utilizarse un circuito lineal ajustable como el LM 317 o un regulador conmutado también ajustable como el LM2575 o LM2576.

a) regulador conmutado

El uso de un circuito conmutado tiene las siguientes ventajas sobre el lineal:

- En los casos más comunes puede “recuperar” hasta un 30% de la potencia del panel solar, que se perdería en forma de calor disipado por el regulador lineal.
- La diferencia es más apreciable cuanto mayor es la diferencia de tensión entre el panel y la batería (por ejemplo si utilizamos un panel de 12V con una batería de 6 ó 9V).

El regulador conmutado podría ser de tipo elevador si la tensión del panel es menor que la de la batería. En nuestro caso la tensión nominal del panel (16,9V) es mayor que la de la batería (12V ó 14,4V a plena carga) y sólo será menor con insolaciones muy bajas. En esta situación la potencia producida por el panel será mínima (unos mW) por lo que no compensa la elevación de tensión.

Por este motivo se preferirá que el regulador funcione en modo reductor o *step-down*.

La diferencia de tensión entre el panel y la batería a plena carga es de $16,9V - 14,4V = 2,5V$, suficiente para absorber las caídas de tensión en el regulador (0,5-1V) y diodo de protección schottky (0,3V).

El sistema de control del regulador conmutado hace que éste se desconecte cuando la tensión a la salida supere el valor prefijado de 14,4V.

El circuito dispone de un potenciómetro que se tiene que ajustar para obtener una tensión a la salida de 14,4V (tensión a plena carga de la batería)

El diodo de protección schottky tiene una doble función: evita la descarga de la batería cuando el regulador conmutado está desconectado (por ejemplo, cuando el panel solar no produce energía) y también protege al circuito regulador y panel solar de la tensión producida por el SAI cuando está conectado a la red eléctrica.

Cálculo de eficiencia por el uso del regulador conmutado:

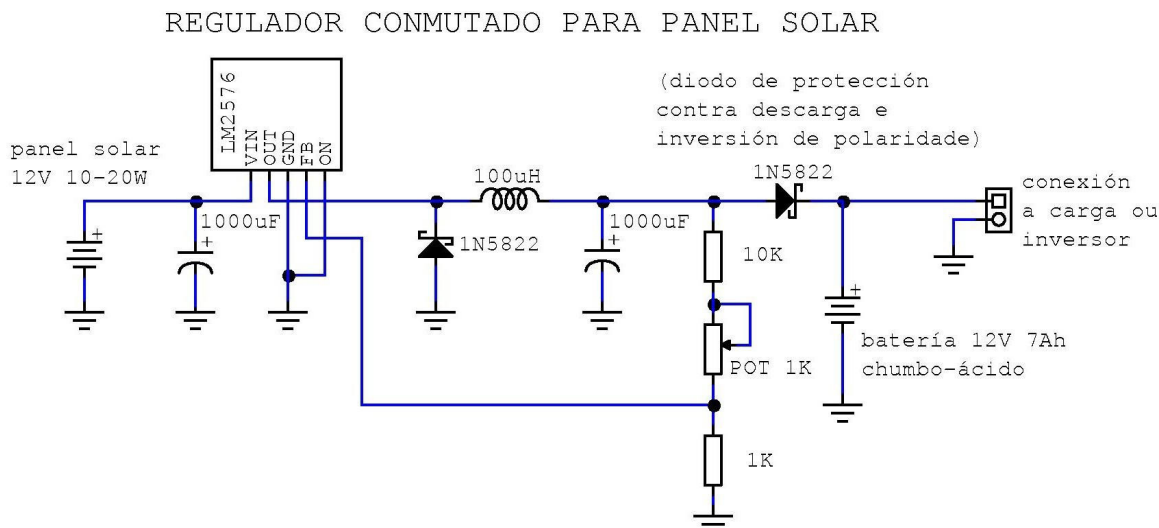
1) panel sin regulador conmutado

El panel produce a máxima potencia 16,9V y 0,62A, lo que resulta una potencia de 10,48W. Si la tensión de batería es de 12,0V (en carga) la potencia útil es de $12,0 \times 0,62 = 7,44W$

2) panel con regulador conmutado

La eficiencia del regulador para conversión de 15 a 12V es del 88%, por lo que la potencia útil será de $10,48 \times 0,88 = 9,22W$

Resultado: la mejora de eficiencia entre los casos 2 y 1 es del 24% por el uso del regulador conmutado



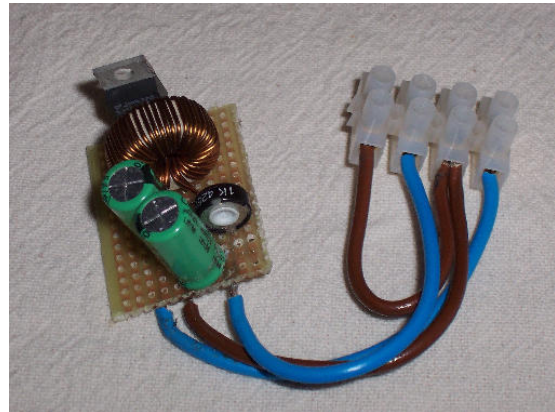
Esquema del circuito regulador conmutado, incluyendo el panel solar y la batería

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Elementos del sistema: regulador de carga externo

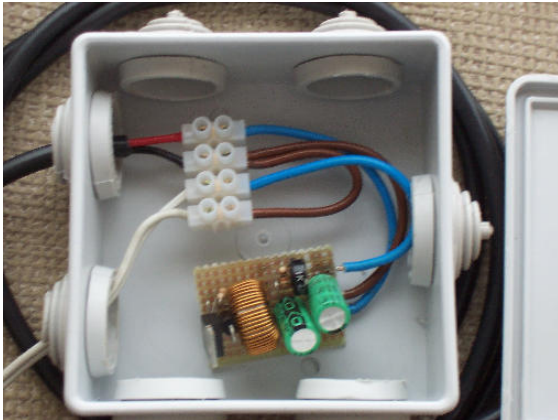
T SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 314D

Pin 1. V_{in}
2. Output
3. Ground
4. Feedback
5. ON/OFF



Patillaje del regulador conmutado LM2576

Circuito del regulador en placa de prototipo



Montaje del regulador en la caja de conexiones



Conexionado del regulador con el panel y el SAI

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

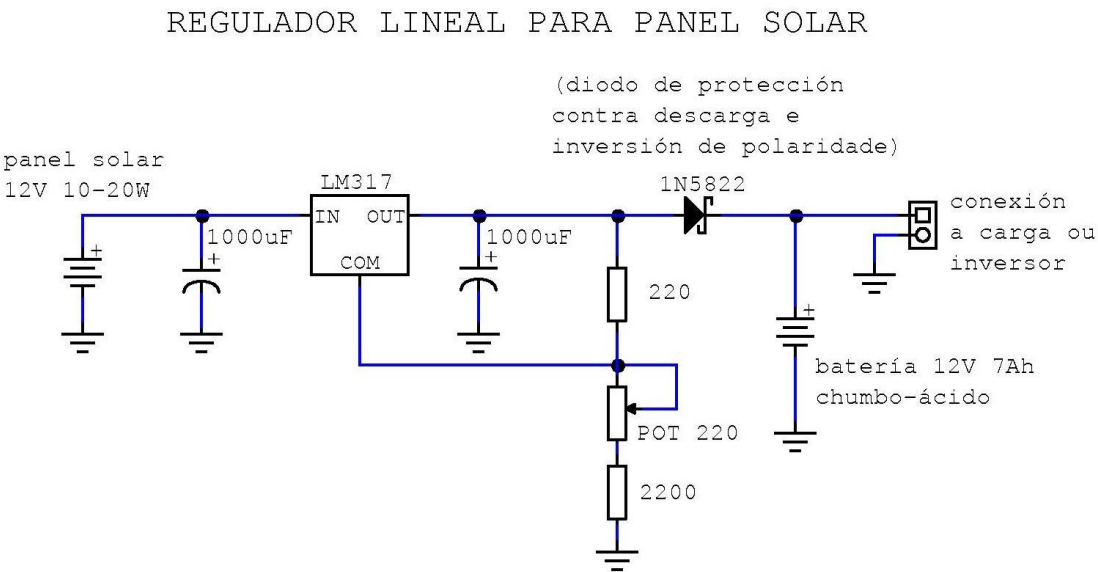
Elementos del sistema: regulador de carga externo

b) regulador lineal

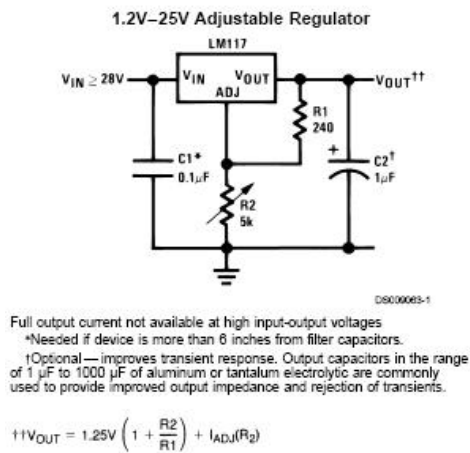
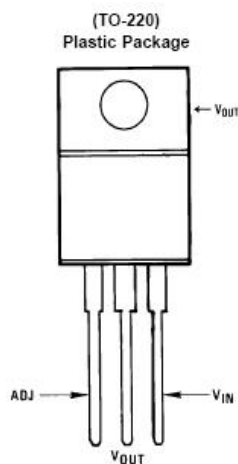
Los reguladores lineales tienen la ventaja de su mayor simplicidad y que su uso está más extendido, pero su eficiencia es menor y pueden presentar problemas de calentamiento excesivo. El esquema propuesto utiliza un regulador lineal ajustable LM317.

El circuito dispone de un potenciómetro que se tiene que ajustar para obtener una tensión a la salida de 14,4V (tensión a plena carga de la batería)

La función del diodo schottky es la misma que en el circuito anterior, antidescarga y de protección del regulador y panel solar.



Esquema del circuito regulador lineal, incluyendo el panel solar y la batería



Patillaje del regulador lineal LM317

Esquema típico y fórmula de ajuste de tensión

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Elementos del sistema: modificaciones en el SAI

Las modificaciones que se tienen que realizar en el interior del SAI son:

- 1) conexión de dos cables a las bornas positiva y negativa de la batería. Esto puede hacerse en los terminales de conexión de la batería, cortando los cables y uniendo los nuevos o en el interior del SAI, soldándolos en el punto donde se conectan al circuito impreso.
- 2) Montaje de un conector de entrada para el panel solar. Puede ser de tipo alimentación, DIN, IDC, jack o cualquier otro que pueda instalarse con facilidad y que soporte corrientes moderadas (1-2A).
- 3) Conexión del diodo de protección en serie con el cable anterior. Puede ir soldado directamente sobre el conector de entrada (ver foto). El diodo será preferiblemente de tipo schottky, 1N5822 o similar, pero si no es posible conseguirlo podría usarse un diodo rectificador tipo 1N4007.



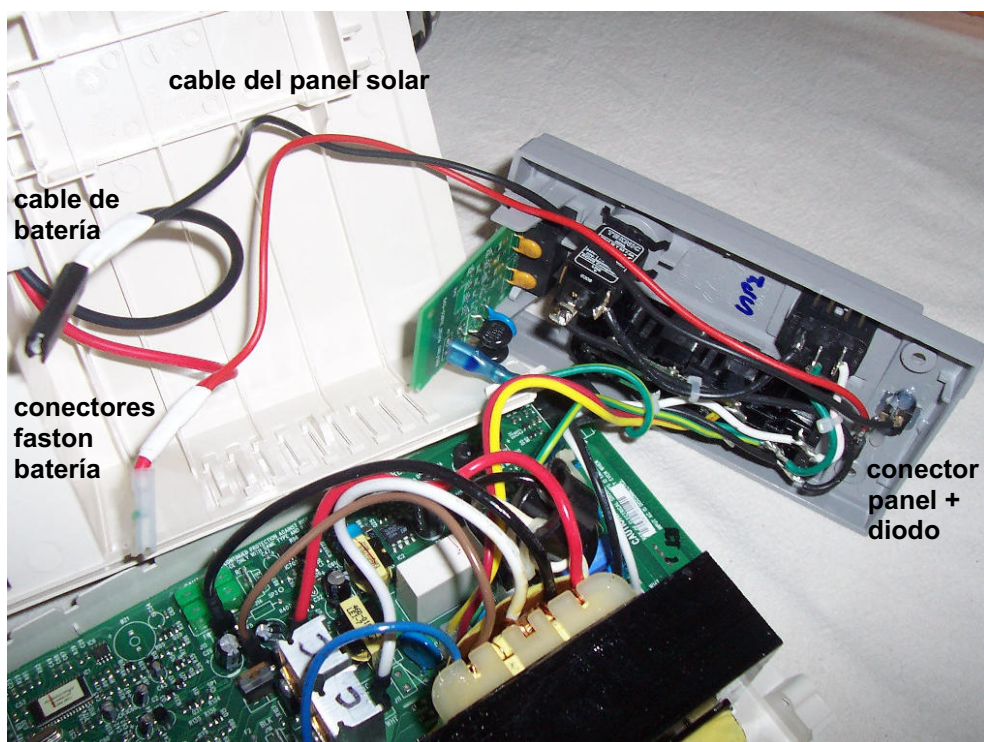
Conector de entrada en la parte posterior del SAI. Puede verse el diodo soldado en el cable.



Aspecto del panel trasero del SAI con el conector ya instalado



Detalle del conector de entrada



Vista del interior del SAI con las modificaciones efectuadas en el cableado y el conector trasero

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Ensamblado final

Una vez efectuadas las modificaciones en el interior del SAI y montado el circuito del regulador con su regleta de conexiones se procede al ensamblado de todos los elementos. Los pasos a seguir son:

1) CONEXIÓN PANEL SOLAR-REGULADOR

Se conecta el cable de salida de la trasera del panel solar a la entrada del regulador. Si es necesario, puede ampliarse la longitud de este cable utilizando una extensión de sección similar (aunque la corriente que circula por este cable no es muy alta, conviene evitar en lo posible las caídas de tensión debidas a la resistencia del cable).

2) CONEXIÓN REGULADOR-SAI

La salida del regulador se conecta al SAI mediante un cable de sección similar al del panel terminado en un conector. Este conector será del mismo tipo que el instalado en la parte trasera del SAI (típicamente un conector de alimentación como los de los cargadores de pilas o teléfonos), pero de género contrario.

Podría prescindirse del conector y soldar directamente el cable en el interior del SAI, pero es más cómodo que se pueda desconectar para revisiones, traslados, o simplemente para volver a utilizar el SAI en su función habitual de alimentación de ordenadores.

3) CONEXIÓN SAI-CARGA

La salida del SAI es normalmente un conector hembra IEC22 (base de enchufe de 3 polos). Puede conectarse directamente la carga en uno de estos enchufes, o bien preparar un adaptador para una base múltiple tipo doméstico (schuko), que nos permitirá enchufar cualquier equipo eléctrico común. Esta base puede tener un interruptor que permita desconectar todas las cargas al mismo tiempo.

4) TIPOS DE CARGAS

Este equipo admite la conexión de casi cualquier aparato eléctrico convencional, siempre que su potencia no supere la máxima proporcionada por el SAI. La forma de onda de salida de los SAI no suele ser sinusoidal pura, por lo que conviene probar los aparatos que se pretende utilizar para asegurarse de que no dan problemas. Otro aspecto a tener en cuenta es el tiempo máximo de uso, si se conectan aparatos de potencias elevadas (por ejemplo, un ordenador o un taladro) la batería se agotará en pocos minutos. En este caso podría cambiarse la batería por otra de mayor capacidad o conectar una segunda batería en paralelo.

IMPORTANTE: Este equipo genera la misma tensión que la red eléctrica convencional (230V) por lo que hay que tomar las mismas precauciones que con ésta. Se recomienda conectar la toma de tierra del SAI a una toma de tierra existente (si es posible). También se recomienda instalar un pequeño cuadro de protección con interruptor diferencial y magnetotérmico (fusible automático).



Cables de conexión panel-regulador y regulador-SAI



detalle del conector

MINIKIT DE ELECTRIFICACIÓN SOLAR CON SAI DE ORDENADOR

Especificaciones técnicas del sistema

Opciones de realización:

Para la electrificación del molino la opción más lógica hubiera sido una microturbina hidráulica, pero se descarta por:

- su elevado coste en relación con el uso previsto
- la complejidad de montaje, obliga a modificar el circuito hidráulico tradicional, acoplar la turbina a la salida de agua actual o poner una segunda, o acoplarla mecánicamente con el sistema existente.
- si se usa en conexión directa (sin acumular energía en baterías) reduciría la potencia disponible para moler.

Además, el kit solar es más polivalente y puede desmontarse con facilidad en caso de períodos largos en que no se utilice el molino.

Demanda energética prevista:

- 1 punto de luz bajo consumo 14-18W
- uso reducido, máximo 2 horas diarias

Elementos empleados:

- SAI APC modelo BK350EI o similar:
 - potencia máxima 600VA
 - batería plomo-estanca ácido 12V 7Ah (podría sustituirse por otra de 12Ah para mejorar la autonomía)
 - alojamiento de la batería accesible para comprobación o sustitución
- panel solar de 10W KS10 de Kyocera. Podrían emplearse otros modelos de 20-40W como el KC40 de Kyocera, PWX100-500 de Photowatt o similares.
- regleta de enchufes con cable y conector IEC22 hembra (para enchufar en tomas posteriores del SAI)
- portalámpara E-27 (ancho)
- lámpara 220V 18W bajo consumo (equivalente 75W-100W incandescente). Es preferible esta opción a usar una lámpara de 12V con reactancia incorporada, ya que son más económicas y de fácil sustitución.
- caja de conexiones preparada para intemperie
- cuadro con interruptor diferencial
- toma de tierra
- regulador de carga externo opcional, puede ser un modelo comercial o uno de los presentados en el artículo (lineal LM317 o conmutado LM2575-6).

Proveedores:

panel kyocera: www.teknosolar.com

sai apc: www.optize.es

resto de elementos: ferreterías, tiendas de bricolaje y electricidad

componentes electrónicos: www.electroson.com, es.farnell.com

documentación técnica: www.kyocerasolar.eu, www.national.com, www.apc.com

datos contacto:

Javier Diz Bugarín
Dpto Electrónica
IES Escolas Proval
Avda Portugal 171
36350 NIGRÁN (Pontevedra)
Tel: 986369402
Fax: 986369405

correo electrónico: javier.diz@edu.xunta.es

artículo: aula.cesga.es/ANALOXICA/document/enerxias/minikit_solar_artigo_cas.pdf (versión en castellano)

artículo: aula.cesga.es/ANALOXICA/document/enerxias/minikit_solar_artigo_gal.pdf (versión en gallego)

postér: aula.cesga.es/ANALOXICA/document/enerxias/minikit_solar_poster.pdf (galego y castellano)