

Miniregolatore CMOS per PANNELLO SOLARE

Un piccolo impianto realizzato, quasi per caso, poco meno di 20 anni fa.

Storia di un recupero andato a buon fine.

Tutto inizia un paio di anni fa, quando Roberto, IK1TAO, mi porta il vecchio pannello solare di una barca a vela. L'oggetto era in origine un esemplare da 8 A, "calpestabile". Una delle prime grandinate estive ha sbriciolato il vetro anteriore e le celle (sottilissime) sono incollate a questo. In pratica l'oggetto non è apribile, a meno di non farlo letteralmente a pezzi...

Il vetro anteriore era del tipo temperato, e la rottura avviene sbriciolandosi in frammenti minuscoli, che sono rimasti tuttavia al loro posto, merito dell'adesivo, evidentemente.

Il pannello in queste condizioni fornisce una piccola parte della corrente originaria, poco meno di 2 A che non sono sufficienti a "sostenere" il consumo del frigorifero di bordo.

Traduzione: "prendilo, altrimenti lo butto". Questi gli antifatti. Durante la passata estate sostituisco il vecchio esemplare da poche centinaia di mA con questo. L'impianto precedente dava talmente poca corrente che un diodo era sufficiente, l'assenza del regolatore di carica non comportava alcun problema.

Con il nuovo pannello solare il discorso cambia e, senza regolatore, la batteria raggiunge livelli di tensione improponibili.

Cerco dunque di porre velocemente rimedio al problema, e queste righe raccontano quanto ne è venuto fuori.



Figura 1: il pannello solare.

LE CARATTERISTICHE E LO SCHEMA ELETTRICO

Il tutto rimane abbandonato a sé stesso per gran parte dell'inverno. L'attenzione è rivolta a qualcosa di semplice, che si limiti a scollegare il pannello solare dalla batteria quando questa raggiunge una determinata tensione.

È necessario che, alla tensione di esercizio, il tutto consumi il meno possibile: scaricare la batteria con il regolatore di carica sarebbe assurdo.

Ecco i risultati ottenuti. A riposo il tutto assorbe dalla batteria circa 4 mA a 12,6 V. La batteria è mantenuta collegata al pannello solare dai due contatti normalmente chiusi di un relè abbondantemente sovradimensionato. Quando la batteria è carica, la corrente proveniente dal pannello solare è dirottata su un'uscita di servizio, uscita prevista per possibili usi futuri.

Il sistema funziona sfruttando due partitori di tensione posti su due ingressi di una porta Cmos. La tensione di intervento e di rilascio è regolata da due trimmer da 100 K.

Il tutto è fornito di una rete di retroazione che "blocca" il relè fino a che il secondo partitore non fa cambiare stato logico alla porta.

Entriamo più nel dettaglio. Il sistema poteva essere alimentato dal pannello solare, e questo provoca una transizione poco elegante di cui ci occuperemo più tardi, o dalla batteria. La tensione disponibile a vuoto è di circa 18 V con una corrente massima di 1,8 A. Per prudenza ho abbondantemente triplicato il dimensionamento dei componenti percorsi dalla corrente di carica.

Uno stabilizzatore a 9 V si occupa di provvedere all'alimentazione della logi-

ca, solamente il relè è alimentato direttamente dal pannello solare.

La tensione proveniente dalla batteria è applicata a due partitori di tensione identici, uno fa capo a due inverter successivi realizzati con due porte di un CD4011. Quando la tensione sul cursore di R9 raggiunge la soglia di commutazione di U1d, la cosa si verifica poco prima dei 6 V (circa 2/3 della tensione di alimentazione, questo valore può cambiare da un esemplare all'altro, ma non è un problema), l'uscita passa a livello basso, mentre l'uscita dell'inverter che segue (U1b) passa a livello alto, tramite D3 polarizza la base di TR1 e il relè si eccita, scollegando il pannello solare dalla batteria.

In queste condizioni il pannello solare è collegato a un'uscita secondaria. Ci possiamo caricare un seconda batteria, oppure utilizzare la corrente come meglio crediamo.

In queste condizioni la base di TR2 è posta a massa, dunque il transistor è interdetto e il suo collettore è a livello alto. TR2 si comporta come un quinto inverter e provvede a portare a livello alto il pin 9 di U1c. L'altro pin è sicuramente già a livello alto, dunque anche l'uscita di questa porta passa a zero, livello che il successivo inverter riporterà alto... anche

questo (tramite D2) polarizza la base di TR1...

Ma era necessario? Che cosa abbiamo ottenuto con questo strano doppio comando? Abbiamo volontariamente utilizzato un chip non "a finestra", dunque affidandoci a un solo partitore di tensione appena il sistema si attiva e il relè separa il pannello solare dalla batteria, questa evidentemente scende di tensione... e il relè torna a riposo dopo pochi attimi, ottenendo un fastidioso, inutile e deleterio tic-tac del relè.

Il passaggio da uno a zero del collettore di TR1, unito allo stato logico alto del pin 9 di U1c provoca un automantenimento del relè che permane fino a che il pin 9 non scende al livello di tensione che il chip interpreta come basso. In queste condizioni il relè si diseccita e la batteria torna a essere ricaricata dal pannello solare.

Il tutto funziona come descritto alla condizione che la tensione di commutazione di U1d, regolata da R9, sia più alta di quella di U1c, regolata da R8. Ovvero R9 andrà regolato per intervenire alla tensione che giudichiamo debba avere la batteria carica (14,2 - 14,4 V), mentre R8 andrà regolato sulla tensione a cui giudichiamo la batteria della essere sottoposta a carica, dunque più alta di 12,6

V, tensione di riposo di una batteria al piombo, sul mio prototipo 12,8 V.

Sui cursori dei due trimmer, R8 e R9 sono presenti due condensatori elettrolitici che si incaricano di "rallentare" l'intervento della porta. Ovvero un picco negativo sulla tensione della batteria, provocato dall'accensione di una lampada a incandescenza o dalla carica di un condensatore, non provoca l'immediato intervento del regolatore. Questo limita le commutazioni inutili, magari per qualche attimo, che altrimenti si potrebbero verificare durante l'uso.

È un'ottima idea collaudare e tarare il tutto senza i due elettrolitici. I tempi di risposta immediati facilitano la taratura e la verifica del corretto funzionamento del sistema. Quando siamo sicuri che tutto è in ordine e abbiamo tarato le due tensioni a nostro piacere, possiamo montare i due elettrolitici.

I LIVELLI DI CORRENTE E DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI

La corrente di ricarica della batteria fornita dal pannello solare passa attraverso D4 e i contatti del relè, dunque questi due elementi dovranno sopportarla agevolmente. Sullo schema elettrico sono i collegamenti in neretto.

I due transistor sono identici, BC337 che dall'alto dei suoi 800 mA di collettore ben sopporta i 50 - 60 mA assorbiti dalla bobina del relè. Qualsiasi elemento al silicio in grado di sopportare la bobina del relè utilizzato sarà adatto allo scopo.

Due parole merita anche TR2. È stato utilizzato un transistor come inverter. Il 4011 ha solo quattro porte, ma in realtà se ne poteva risparmiare una, ho preferito utilizzare un transistor perché in condizioni di sole pieno il pannello fornisce (a vuoto) tensioni superiori a 18 V, livello che poteva non essere gradito al Cmos perché al limite delle specifiche della serie.

Il diodo D1 in parallelo alla bobina del relè è come sempre indispensabile per mantenere il transistor in buona salute.

Lo stabilizzatore è un 7809, anche se 7808 o 7810 vanno comunque benone. Anche qui è impiegato un esemplare da 1 A dove il consumo è di pochissimi mA (il

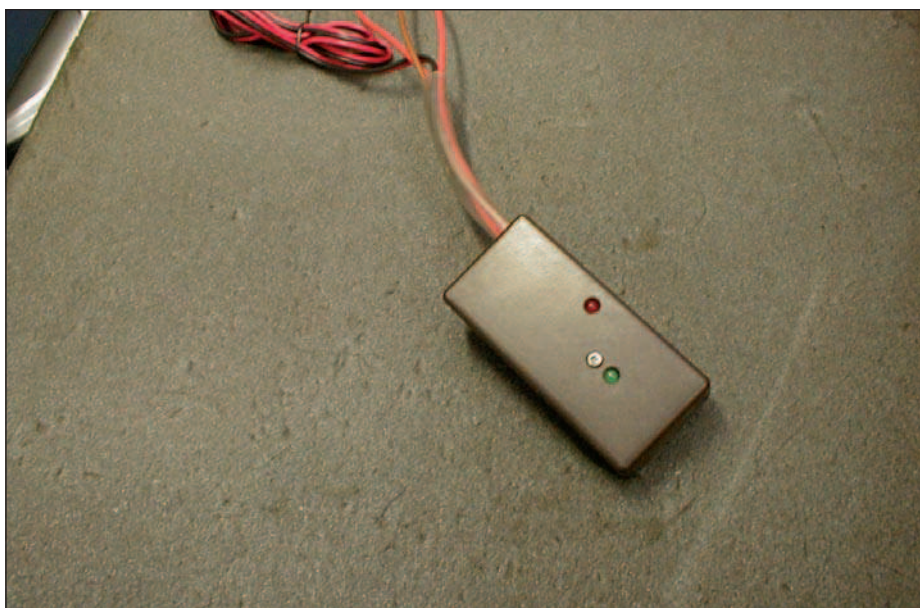


Figura 2: il regolatore inscatolato.

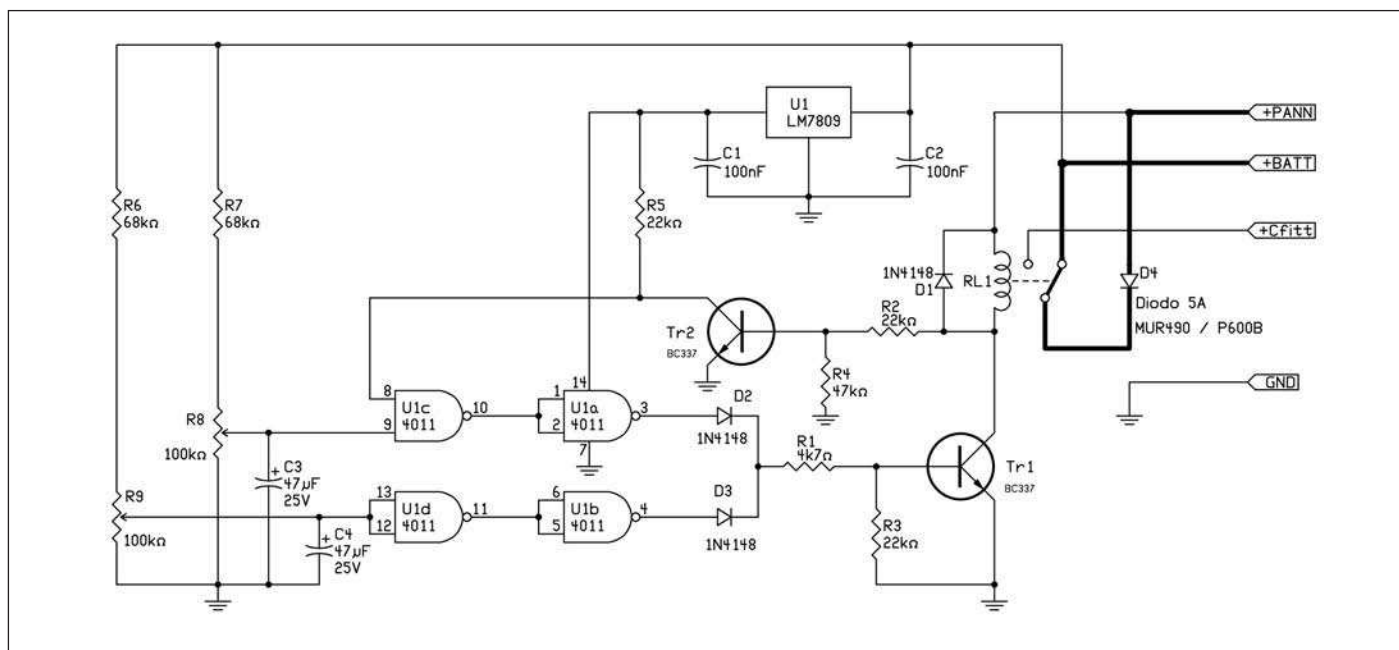


Figura 3: lo schema elettrico.

relè è alimentato direttamente dal pannello solare). Il 7812 potrebbe non lavorare bene, se la tensione di alimentazione non è stabile tutti i riferimenti del circuito saltano, e in queste condizioni si hanno reazioni davvero strane.

PROVA PRATICA

Il circuito con il 7809 collegato al pannello, non alla batteria. È mattina presto e siamo

al crepuscolo. Anche con la poca luce disponibile il pannello solare inizia a fornire una piccolissima corrente (durante il giorno in condizioni di cielo molto nuvoloso fornisce ancora 300 mA alla batteria). La tensione di alimentazione del 4011, ancora ben lontana dagli 11 – 12 V necessari al funzionamento dello stabilizzatore, sale di qualche volt, 3 o 4. Le porte iniziano a funzionare, la tensione agli ingressi (prove-

niente dalla batteria) è abbondantemente sopra il livello necessario per la commutazione e di conseguenza Tr1 si satura, portando a livello basso il collettore. Il relè si ecciterebbe, ma la corrente disponibile non basta ancora al suo funzionamento. Tutto il resto è già in grado di funzionare, senonché interpreta l'attuale condizione come batteria estremamente carica. Appena la tensione proveniente dal pannello raggiunge 7 - 8 V il relè si eccita, la tensione è ormai prossima a quella di alimentazione e il relè permane in questa condizione finché non si raggiunge la tensione necessaria al corretto funzionamento del 7809. A questo punto tutte le tensioni sono al giusto livello e gli ingressi della logica interpretano correttamente i livelli logici, il relè si diseccita e la carica della batteria può procedere, compatibilmente con la corrente disponibile. La soluzione a questo problema è ovviamente alimentare il tutto dalla batteria, non dal pannello solare. Il consumo della logica e dello stabilizzatore è minimo, siamo intorno a 4 mA, per questo ho preferito alimentare la logica interamente dalla batteria, ma il lettore è libero di utilizzare la soluzione più adatta alle sue esigenze.

Valutiamo le due soluzioni. Come abbiamo visto il consumo dal regolatore a carico della batteria è di circa 4 mA, ovvero

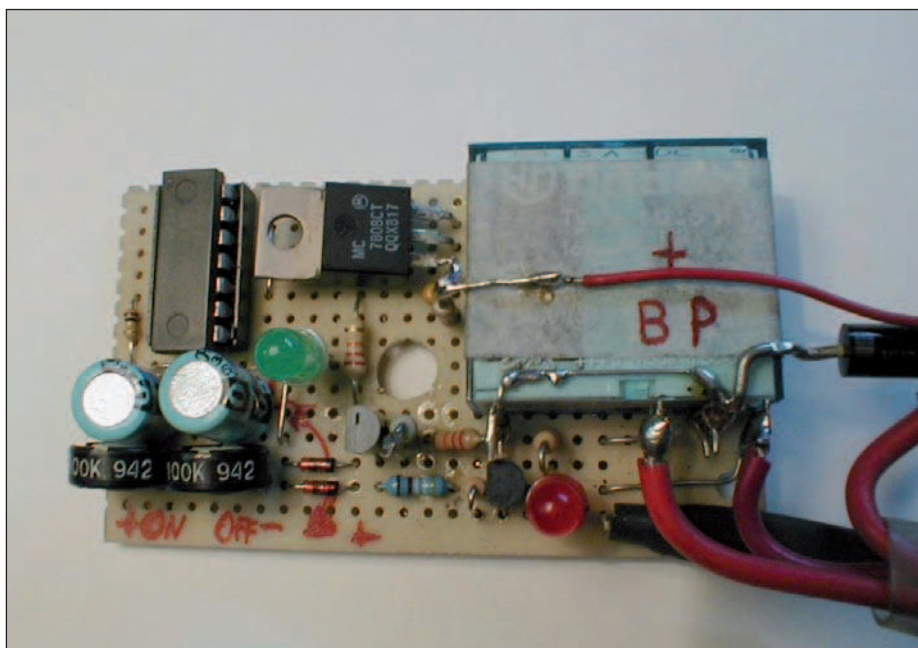


Figura 4: il regolatore montato.

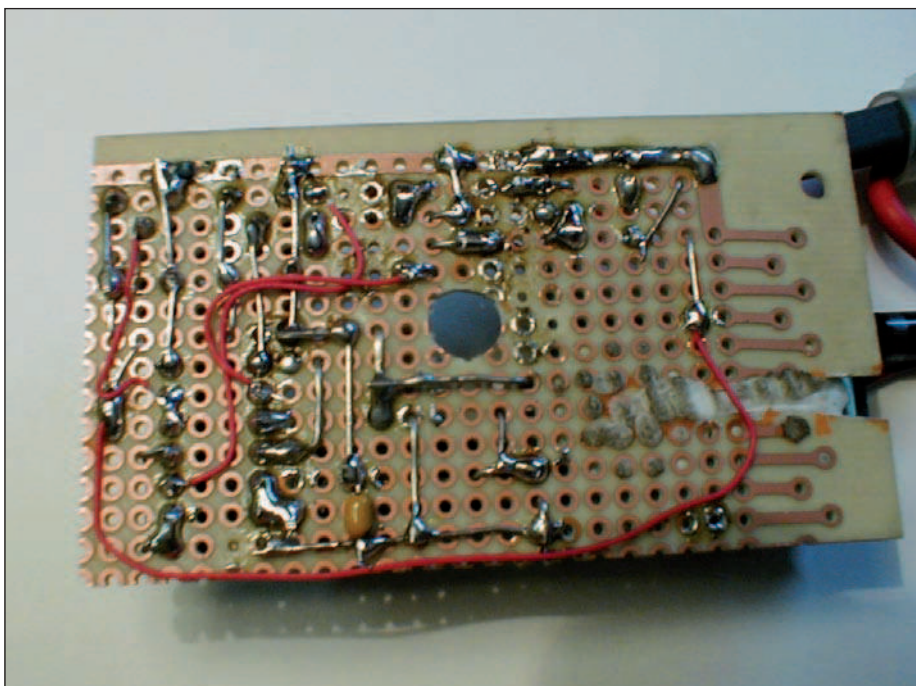


Figura 4: il regolatore montato.

il solo regolatore consuma meno di 90 mA al giorno, 100 mA tanto per fare cifra tonda. Se abbiamo un pannello minuscolo e una piccola batteria questa soluzione non va bene. Il solo regolatore scarica una batteria da 2 Ah in 20 giorni, senza che sia applicato alcun carico. In questo caso la batteria è un esemplare da 50 Ah, dunque il consumo da parte del regolatore è irrisorio, paragonabile all'autoscarica della batteria.

Nel caso il nostro impianto sia molto più piccolo sostituirei il 7809 con un 78L09 e il gruppo TR1 - relè con un mosfet che mette in corto il pannello solare (prima del diodo).

MONTAGGIO SU MILLEFIORI

Come sempre l'esigenza è di un solo esemplare, dunque niente circuito stampato. Il tutto è contenuto in uno scatolino minimo da 45 x 95 x 23 mm, in plastica, gemello di altri già utilizzati in altre occasioni.

Il ritaglio di millefiori lo occupa per 2/3 circa, trovano posto tutti i componenti necessari, a parte il diodo D4 e il relè che le dimensioni non proprio minuscole mi hanno costretto a montare volanti.

Sul prototipo ci sono due LED, non riportati sullo schema elettrico. Uno verde

fa capo al pannello solare, l'altro in parallelo alla bobina del relè è servito durante le prove e indica se la batteria si trova sotto carica o meno.

Il collaudo dovrà avvenire inizialmente collegando insieme il positivo del pannello e quello della batteria. Il tutto dovrà

essere alimentato da un alimentatore a tensione variabile. Regoleremo i due trimmer a metà corsa, verificando che R8 sia regolato un poco più basso di R9. Poi, agendo sulla manopola dell'alimentatore, regoliamo R9 fino a che il relè si ecciti passati i 14,2 V.

Dobbiamo ora abbassare la tensione e regolare R8 finché il relè si diseccita appena scesi sotto 12,8 V.

Due trimmer multigiri facilitano evidentemente l'operazione, ma anche con due trimmer normali e un poco di pazienza la taratura è possibile senza troppi problemi.

Terminata la taratura passeremo a verificare il funzionamento del tutto, impiegheremo una batteria al piombo (quelle da antifurto), una resistenza da 10 ohm, 2 W e l'alimentatore variabile.

Colleghiamo la resistenza in serie al filo che arriva dall'alimentatore, che regoleremo a 16 - 17 V. Questo farà le veci del pannello e va collegato all'ingresso del pannello solare.

La batteria la colleghiamo al suo posto avendo cura di collegare il voltmetro ai suoi capi.

La ricarica in queste condizioni è piuttosto lenta, dobbiamo verificare che il relè si ecciti e si disecciti alle giuste tensioni. Fa-

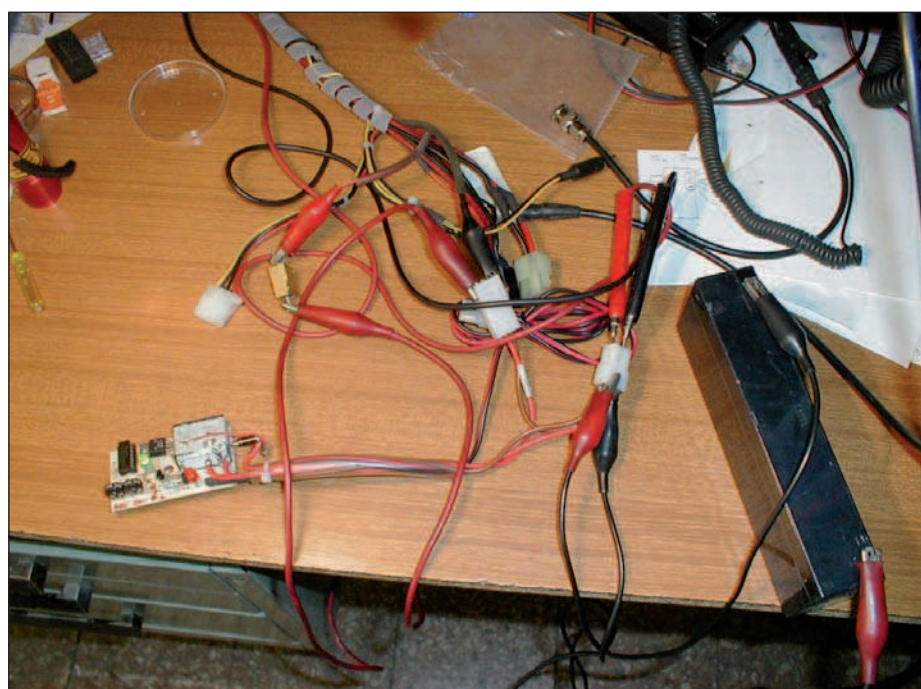


Figura 6: collaudo e taratura.

LISTA COMPONENTI

R1 - 4700 ohm
 R2 - 22 kohm
 R3 - 22 kohm
 R4 - 47 kohm
 R5 - 22 kohm
 R6 - 68 kohm
 R7 - 68 kohm
 R8 - 100 kohm trimmer
 R9 - 100 kohm trimmer
 C1 - 100 nF
 C2 - 100 nF
 C3 - 47 microF 25V
 C4 - 47 microF 25V
 D1 - 1N4148
 D2 - 1N4148
 D3 - 1N4148
 D4 - MUR490, P600B diodo 5 A 100V,
 1N5408 (fino a 3 A)
 TR1 - BC337
 TR2 - BC337
 U1 - LM7809
 U2 - CD4011

remo fare qualche ciclo avendo cura di fornire ogni tanto un carico alla batteria, una lampada da 5 o 10 W è sufficiente. La prova non va effettuata senza limitare la corrente alla batteria, non solo per non rovinarla, ma perché il pannello solare si comporta come un generatore di corrente, non di tensione, mentre il nostro alimentatore è quasi certamente un generatore di tensione. La differenza è sostanziale, se utilizziamo per le prove un carico troppo alto in assenza della resistenza in serie all'alimentatore la corrente per il funzionamento di quest'ultimo verrebbe fornita dall'alimentatore, non dalla batteria, che pertanto non si scaricherebbe.

La resistenza limita la corrente fornita dall'alimentatore alla sola corrente di carica. Del resto il pannello solare zoppicante che ho impiegato non è in grado di fornire più di 1.800 mA, con i dovuti paragoni rispetto all'accumulatore da 50 Ah a cui normalmente è collegato.

CONCLUSIONI

Alle condizioni attuali un impianto fotovoltaico non è economicamente conveniente, a parte situazioni particolari dove l'isolamento non consente l'allacciamento alla normale rete di distribuzione elettrica e la scelta del solare è d'obbligo.

Questo voleva essere il resoconto di un piccolo impianto che è partito quasi per caso poco meno di 20 anni fa con un minipannello da 150 mA e una batteria da 6 Ah per aumentare, sempre secondo la disponibilità di pannelli a basso costo, fino alle sempre moderate dimensioni attuali che permettono comunque l'uso delle nostre apparecchiature.

Questo tipo di impianto funziona, con un ricambio di batterie e modifiche volte ad aumentare la superficie dei pannelli, da quasi vent'anni, durante i quali l'uso della normale rete elettrica è stato veramente molto limitato! □

CODICE MIP 2832939



Figura 7: il regolatore in funzione.