



# RAPPORTI TECNICI INGV

Tecnologie dei regolatori solari *standalone*  
per il monitoraggio magnetico dell'Etna  
e dell'isola di Stromboli



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

414

### **Direttore Responsabile**

Valeria DE PAOLA

### **Editorial Board**

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)  
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)  
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)  
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)  
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)  
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)  
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)  
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)  
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)  
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)  
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)  
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)  
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)  
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)  
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

### **Segreteria di Redazione**

Francesca DI STEFANO - Coordinatore  
Rossella CELI  
Barbara ANGIONI  
Tel. +39 06 51860068  
redazionecen@ingv.it

**REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO**

© 2014 INGV Istituto Nazionale  
di Geofisica e Vulcanologia  
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI  
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

# RAPPORTI TECNICI INGV

Tecnologie dei regolatori solari *standalone*  
per il monitoraggio magnetico dell'Etna  
e dell'isola di Stromboli

*Standalone photovoltaic controller technologies  
for magnetic monitoring of Etna and  
the island of Stromboli*

Antonino Sicali, Pasqualino Cappuccio, Alfio Amantia

INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo

Accettato 2 luglio 2019 | Accepted 2<sup>nd</sup> July 2019

Come citare | How to cite Sicali A., Cappuccio P., Amantia A., (2020). Tecnologie dei regolatori solari standalone per il monitoraggio magnetico dell'Etna e dell'isola di Stromboli. Rapp. Tec. INGV, 414: 1-18.

In copertina Tensione di batteria misurata alla stazione magnetica di Serra La Nave (ESL), M.te Etna nel Settembre-Ottobre 2003 | Cover  
Battery voltage measured at magnetic station of Serra La Nave (ESL), M.te Etna in September-October 2003

414



# INDICE

<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
<i>Introduction</i>	7
<b>1. Il sistema energetico prima del 2002: regolatore <i>TYPHOON</i></b>	<b>8</b>
<b>2. Sistema energetico nel 2002: iniziarono i problemi</b>	<b>9</b>
<b>3. Sistema energetico attuale</b>	<b>13</b>
<b>Conclusioni</b>	<b>14</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>14</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>14</b>



## Introduzione

Come la maggior parte delle stazioni di monitoraggio anche quelle afferenti alla rete magnetica dell'Etna utilizzano l'energia solare per funzionare. Il sistema energetico è di tipo *standalone* (a isola) e quindi formato da un array di pannelli solari e di batterie gestite da un regolatore elettronico di carica. All'inizio del 2003, a causa dell'uscita di produzione del regolatore fino ad allora usato, il BGM10 TYPHOON C.E.P.U. (*Efficient Powerful Stable Voltage*), l'intera rete è stata interessata da un ammodernamento forzato che ha messo in evidenza una debolezza mai riscontrata prima. Il regolatore solare, che sembrava simile a molti altri, si rivelò più unico che raro e la sua sostituzione creò problemi negli anni a seguire. Utilizzare molti regolatori e con diverse caratteristiche ha evidenziato la necessità di affrontare il problema seriamente. Uno studio approfondito ha portato a una soluzione che utilizza componenti comuni [Sicali et al., 2016] creando le basi per una manutenzione più efficace e controllata, rendendosi allo stesso tempo indipendenti da ciò che offre il mercato. Ha permesso inoltre di classificare una nuova fonte di rumore, permettendone l'identificazione e l'eliminazione ogni qual volta si presentasse nuovamente. Tale forma di rumore è stata trattata egregiamente già da Fois [Fois, 2011] e da Benedetti [Benedetti, 2016] che hanno fornito una soluzione sostituendo il regolatore PWM (Pulse Width Modulation) con uno lineare. Le soluzioni completamente aperte sicuramente hanno il vantaggio di poter essere modellate secondo i propri bisogni [Sicali et al., 2016], nonostante ciò sostituire un regolatore commerciale con uno autocostruito è un'impresa che richiede molti sforzi. Difatti ci sono applicazioni che richiedono particolari funzionalità come il controllo delle utenze [Sicali et al., 2013] e il rendimento del sistema, dipendente dagli algoritmi di ricarica, potrebbe essere compromesso.

## Introduction

*Like most monitoring stations, even those belonging to the Etna magnetic network use solar energy to work. The energy system is standalone and therefore formed by an array of solar panels and batteries managed by an electronic charger. At the beginning of 2003, due to the out of production of the regulator used up until then, the BGM10 TYPHOON C.E.P.U. (Efficient Powerful Stable Voltage), the entire network was affected by a forced upgrade that highlighted a weakness never found before. The solar regulator, which seemed similar to many others, turned out to be more unique than rare and its replacement created problems in the following years. Using many regulators and with different characteristics has highlighted the need to tackle the problem seriously. An in-depth study has led to a solution that uses common components [Sicali et al, 2016] creating the basis for more effective and controlled maintenance, while at the same time becoming independent of what the market offers. It has also allowed us to classify a new source of noise, allowing it to be identified and eliminated whenever it occurs again. This form of noise was treated very well already by Fois, [2011] and by Benedetti [Benedetti, 2016] who provided a solution replacing the PWM (Pulse Width Modulation) regulator with a linear one. Completely open solutions surely have the advantage of being able to be modeled according to their own needs [Sicali et al., 2016], despite the fact that replacing a regular commercial with a built car is a company that requires a lot of effort. In fact there are applications that require particular functionalities such as load control [Sicali et al., 2013] and the performance of the system, depending on the recharge algorithms, could be compromised.*

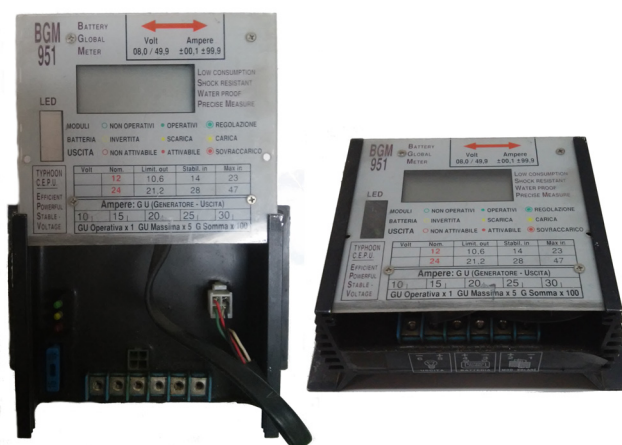
# 1. Il sistema energetico prima del 2002: regolatore *TYPHOON*

Una stazione di acquisizione geofisica dislocata sul territorio che utilizza l'energia solare ha un impianto di tipo *standalone* (a isola) perché solitamente si trova lontana da centri abitati. Anche la rete magnetica dell'Etna, che è stata costruita attorno all'energia solare, possiede sistemi energetici di tipo *standalone*. Alla fine degli anni '90 del secolo scorso il sistema energetico tipo di una stazione magnetica era composto solamente da 2 pannelli fotovoltaici di circa 50 W, da 2 batterie di circa 100 A/h e da un regolatore che si occupava di gestire la ricarica e l'uso dell'energia da parte delle utenze. Il sistema aveva una tensione nominale di 12V e i pannelli e le batterie erano collegate tra loro in parallelo. Sono state usate per molto tempo delle batterie stazionarie *leadacid* oggi sostituite dalle AGM (Absorbent Glass Mat) un'evoluzione della tecnologia GEL. I pannelli solari inizialmente solo monocristallini possedevano una potenza massima di circa 50 W. Attualmente sono stati sostituiti da pannelli che usano le più diverse tecnologie.

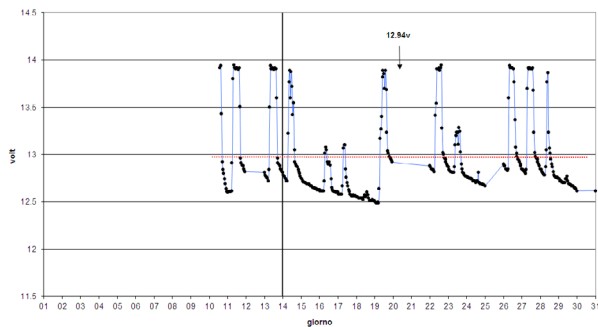
Alla fine del 1998 il sistema energetico di una stazione magnetica era simile a molti altri. Se confrontati, utilizzavano pannelli fotovoltaici e batterie anche molto differenti tra loro, però avevano tutti qualcosa in comune: il regolatore di carica *TYPHOON BGM10*. Tale strumento ha avuto una notevole diffusione tra gli utilizzatori che lo usavano seppur non si conoscessero appieno i principi di funzionamento. Difatti il *TYPHOON* (figura 1) veniva commercializzato sprovvisto di manuale (tutto quello che c'era da sapere era riportato sul regolatore) che era inglobato interamente nella resina. Tale regolatore, che si supponeva utilizzasse una tecnologia PWM, permetteva ai pannelli solari di lavorare sui 14 volt (figura 2). Era un ottimo regolatore che durava molti anni creando pochissimi problemi. Il *TYPHOON BGM10* era uno di quegli accessori completamente anonimo, non si conosceva il funzionamento e nessuno sarebbe stato in grado di dire a memoria d'uomo perché fu impiegato e quando. Non si conosceva nemmeno la società che lo costruiva, era il rivenditore a fare da tramite. Lo si usava perché era consigliato e non creava problemi. Tutto è andato bene finché il rivenditore ha comunicato che quel regolatore non era più in commercio e neanche lo si poteva reperire. Le motivazioni che avevano portato a questa scelta commerciale, furono dovute al fatto che il prodotto non era più richiesto dal mercato a causa dei suoi alti costi di produzione, circa 300/400 euro. Inizialmente si pensò che non sarebbe stato un problema vista la semplicità della funzione svolta dallo strumento: ricaricare le batterie e preservarle nel tempo, staccando opportunamente le utenze. Operazioni che qualsiasi altro strumento avrebbe potuto portare a compimento senza problemi. Nonostante ciò si verificò ben presto che il compito svolto dal *TYPHOON* non era solamente quello di ricaricare le batterie e preservarle, ma eliminava anche un misterioso rumore prodotto dalla tecnologia PWM utilizzata in collaborazione con i pannelli fotovoltaici. Da lì a poco iniziarono veramente i problemi.

Figura 1 SBGM10 (TYPHOON).

Figure 1 BGM10 (TYPHOON).







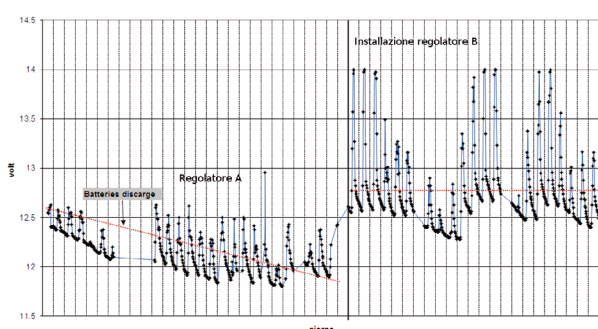
**Figura 2** Tensione di batteria misurata nella stazione magnetica di Monte frumento Supino (MFS), M.te Etna nell'Ottobre 2003. Regolatore solare utilizzato BGM10 (TYPHOON).

*Figure 2* Battery voltage measured at magnetic station of Monte frumento Supino (MFS), M. Etna in Ottobre 2003. The photovoltaic regulator used is BGM10 (TYPHOON).

## 2. Sistema energetico nel 2002: iniziarono i problemi

Per sostituire il BGM10 ci è stato proposto in alternativa un regolatore che indicheremo con A. Non ha importanza il nome del regolatore ma il funzionamento svolto. Un regolatore di cui non conoscevamo nulla veniva sostituito con uno di cui si conosceva tutto e aveva anche il manuale. Sulla carta un grande salto di qualità. Il nuovo regolatore possedeva una tecnologia molto primitiva a relè che comunque non poteva essere confrontata con quella del BGM10 poiché quest'ultimo era distribuito interamente inglobato nella resina. L'ipotesi era comunque che il BGM10 utilizzasse semiconduttori per la regolazione PWM poiché non si erano mai uditi i rumori caratteristici dei relè in commutazione. Ciò era confermato dalla presenza di una vistosa aletta di raffreddamento, assente o quasi nei nuovi, su cui sicuramente erano connessi i transistor di commutazione. Il nuovo regolatore costava circa la metà di un BGM10. I nuovi regolatori sono stati installati in quattro nuove stazioni dove hanno svolto egregiamente la loro funzione. Sembrava funzionare tutto bene, l'unica differenza riscontrata era la tensione media a cui si portavano le batterie che invece di essere 13.5 V era di soli 12.5 V. Considerando che la capacità della batteria e la tensione hanno un legame diretto, anche l'energia media disponibile nel sistema si era ridotta, nonostante gli effetti non fossero immediatamente visibili. Quando le cattive condizioni meteo ridussero l'energia disponibile furono evidenziati dei problemi non indifferenti all'equilibrio energetico dei sistemi.

Una delle stazioni che porta la sigla ESL (installata nel bosco all'interno dell'Osservatorio Astrofisico di Serra La Nave, 1735 s.l.m.) iniziò ad avere problemi di alimentazione: le batterie si stavano lentamente scaricando a causa della cattiva regolazione. L'ipotesi che l'energia media immagazzinata si era ridotta fu verificata sul campo in un primo sito. Contattato il rivenditore ci ha suggerito di utilizzare un regolatore diverso che chiameremo B costruito dalla stessa azienda dell'A. Si è quindi sostituito il 10 Ottobre 2003 il regolatore A con il B, risolvendo i problemi di alimentazione (figure 3 e 4).

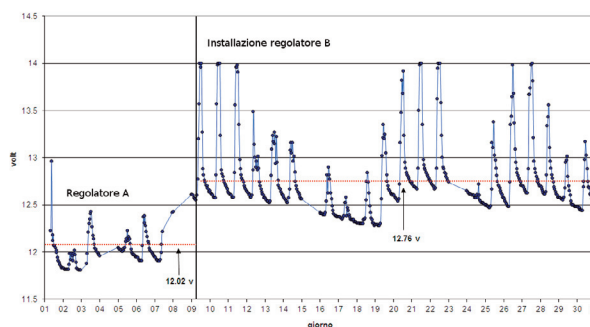


**Figura 3** Tensione di batteria misurata alla stazione magnetica di Serra La Nave (ESL), M.te Etna nel Settembre-Ottobre 2003.

*Figure 3* Battery voltage measured at magnetic station of Serra La Nave (ESL), M.te Etna in September-October 2003.

**Figura 4** Particolare della tensione di batteria stazione magnetica di Serra La Nave (ESL), M.te Etna nell'Ottobre 2003 a cavallo della sostituzione del regolatore.

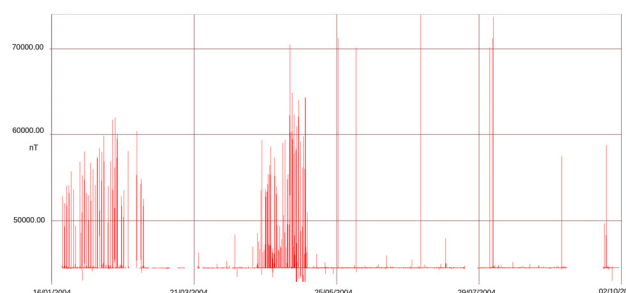
**Figure 4** Zoom of battery voltage measured at magnetic station of Serra La Nave (ESL), M. Etna in October 2003 between photovoltaic regulator replacement.



Finito il periodo invernale, nella primavera successiva nacque un nuovo problema, completamente sconosciuto e che mai avevamo osservato prima. I magnetometri di tipo *Overhauser* [Overhauser, 1953] impiegati nelle stazioni magnetiche, nonostante avessero i loro regolati DC/DC 9-18 volt erano divenuti sensibili alle oscillazioni di tensioni tipiche della regolazione solare. Ciò che era strano e che tali oscillazioni non erano molto differenti da quelle generate dal *TYPHOON*. Sicuri che il problema fosse generato dalle oscillazioni di tensioni si decise di stabilizzare la tensione di alimentazione con un sofisticato convertitore DC/DC. Tale regolatore costava intorno ai 100 € e aveva quasi annullato il risparmio economico sul prezzo del *TYPHOON*. Il nuovo componente sembrava aver risolto il problema di fluttuazione del segnale magnetico. Con il trascorrere del tempo, si è potuto constatare che il problema era stato risolto solo per una coincidenza. L'anomalia ricompariva nei periodi più soleggiati, di bel tempo e dipendeva direttamente dallo stato delle batterie. Una batteria scarica non genera il disturbo poiché il *duty cycle* di regolazione è massimo e il pannello solare non viene mai scollegato. Con una batteria carica il regolatore passa al mantenimento della batteria e il pannello viene collegato e scollegato molte volte, generando il rumore. Quindi in base all'efficienza, al tipo di impianto e al sito, ci sono periodi in cui compare il disturbo altri in cui scompare. Si è osservato che per le stazioni magnetiche della rete dell'Etna e Stromboli l'anomalia si verifica generalmente dalla metà marzo a metà settembre. L'anomalia era scomparsa il 27 febbraio 2004 a causa delle condizioni non ottimali (neve, maltempo, ombre degli alberi), si ripresentò il 19 aprile 2004 quando i problemi energetici si erano risolti, confermando che il convertitore DC/DC non riusciva a eliminare il problema (figura 5).

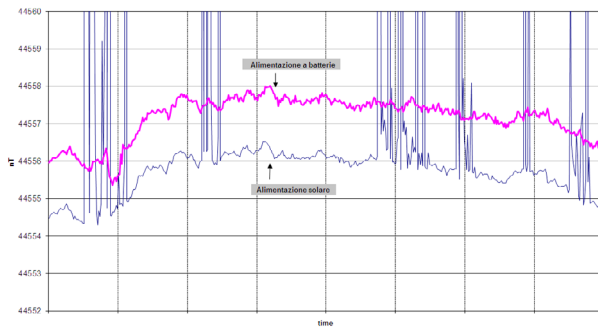
**Figura 5** Segnale magnetico misurato nella stazione ESL.

**Figure 5** Magnetic signal measured at ESL station.



In laboratorio si verificò il funzionamento del convertitore DC/DC, credendo fosse difettoso, invece era perfettamente funzionante. Si è provato a inserire anche filtri passa basso di potenza ma senza ottenere grandi risultati. Per avere conferma che fosse un problema legato ai pannelli solari si effettuò un nuovo test con un magnetometro ausiliario utilizzando esclusivamente alimentazione da batterie (figura 6), escludendo allo stesso tempo problemi antropici alla strumentazione scientifica. Il risultato evidenzio nella regolazione solare l'unico problema.

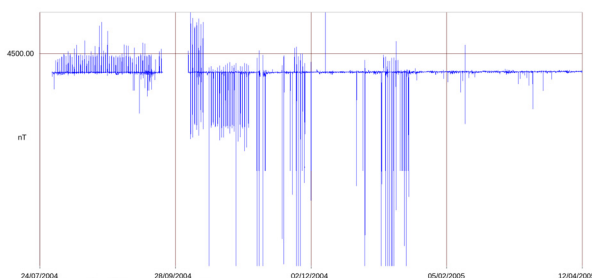
Si è cercato di risolvere tale problema eliminando il regolatore B e riportando il regolatore A, inserendo una terza batteria, ed eliminando qualche pannello fotovoltaico. L'intento era quello di non sovraccaricare le batterie mantenendone la tensione al di sotto di 13 V per non creare il disturbo. In effetti il disturbo non si ripresentò ma con la conseguenza fu di non avere alcun controllo sul sistema, utilizzando solo una parte dell'energia disponibile e creando buchi enormi nell'acquisizione. Erano prove inutili e variazioni confusionarie al sistema che non portarono alla soluzione definitiva del problema. Tutto perché non si aveva un livello di conoscenza opportuno del disturbo.



**Figura 6** Disturbo generato dalla fluttuazione di tensione ai capi delle batterie durante una sessione di test.

*Figure 6* Noise generated by batteries voltage fluctuations during a test session.

Dall'esperienza della stazione ESL maturò l'idea che l'anomalia fosse insita nei regolatori ed alcuni avevano la capacità di eliminarla.



**Figura 7** Segnale magnetico misurato alla stazione CSR.

*Figure 7* Magnetic signal measured at CSR station.

L'occasione per un nuovo studio si ebbe quando fu ripristinata una stazione distrutta da vandali, il 30 Luglio 2004. Per l'occasione si è installato un regolatore che chiameremo C insieme alle due solite batterie e ai pannelli. La stazione di Cesarò (CSR), nonostante possedesse un magnetometro di ultima generazione, creò il disturbo fin da subito, e precisamente nelle ore più assolate. Il sole di luglio rese il segnale completamente inutilizzabile (figura 7) nonostante l'utilizzo di un altro regolatore non si riuscì a eliminare il problema. Il 4 ottobre 2004 si provò un nuovo regolatore che chiameremo D. Purtroppo i problemi rimanevano. Come per ESL, quando l'energia disponibile si riduceva l'anomalia scompariva, quindi con l'avvicinarsi dell'inverno i problemi sono quasi del tutto scomparsi. Come per ESL l'anomalia si ripresentò puntualmente a inizio anno. La conferma che fosse un problema legato al regolatore fu data dall'esistenza di una stazione quasi identica a CSR, la MFS. Il regolatore D, quanto di meglio il mercato potesse offrire, non riusciva a risolvere il problema. A MFS c'erano gli stessi pannelli, le stesse batterie, lo stesso tipo di stazione di acquisizione e il medesimo magnetometro. L'unica differenza stava nel regolatore: a MFS c'era un BGM10. In seguito a numerose ricerche nei magazzini è stato trovato un vecchio BGM10, che installato nella stazione CSR ha risolto il problema. Era la prova che quel regolatore potesse eliminare il disturbo. Ma purtroppo non ne avevamo altri.

I due casi studio delle stazioni di ESL e CSR hanno permesso d'identificare una differenza sostanziale nel modo di agire del BGM10 e del resto dei regolatori sul mercato. Da una parte c'è un regolatore completamente sigillato la cui tecnologia è sconosciuta ma il cui comportamento è efficace. Dall'altra abbiamo molti altri regolatori, anche complessi e di tecnologia conosciuta, che creano seri problemi di misura ai magnetometri *Overhauser*. Sicuramente era un problema di fluttuazione della tensione che però non fu facilmente risolvibile.

Nei mesi seguenti, grazie a ricerche tra i materiali dismessi, ci si è assicurati un numero discreto di BGM10 funzionanti ma scartati forse per una politica di ammodernamento e ristrutturazione. Magari non tutti gli strumenti avevano quel tipo di problema che invece gli *Overhauser* possedevano e non avevano necessità di usarli. Quei vecchi regolatori revisionati avrebbero garantito ancora qualche anno di tempo per studiare e risolvere il problema. Su uno di questi, forse tra i più vecchi si trovava un'etichetta identificativa della società che produceva quel regolatore e addirittura un numero di telefono. Si sono eseguite ulteriori ricerche sulla società che produceva il BGM10 riuscendo a parlare con il progettista di quel regolatore. Ovviamente di fronte alla richiesta di chiarimenti sul regolatore e sul quello che stava accadendo non sembrò per nulla meravigliato anzi era a conoscenza di tale disturbo. Telefonicamente ha confermato che il disturbo è congenito dei regolatori solari e che il *TYPHOON* è stato commissionato dai militari negli anni ottanta per risolvere tale problema allora generato da un altro regolatore. Il regolatore esegue una conversione di potenza (*inverter*) limitando allo stesso tempo la tensione a 14 v nei sistemi con tensione nominale a 12 v, per non danneggiare le apparecchiature collegate. Difatti tutti i tipi di regolatori non limitano la tensione di uscita facendola arrivare oltre i 15 volt. Il progettista ha chiarito che la qualità del BGM10 si basa su un componente particolare costruito con tecnologia ibrida e la regolazione è di tipo analogica. Alla telefonata è seguita una *e-mail* che riportava la descrizione del *TYPHOON*. Il nome era stato scelto appositamente poiché come un tifone doveva spazzare via tutti gli altri regolatori afflitti da quel problema. Durante la telefonata ha confermato che si tratta di una fluttuazione di tensione e che questa si vede con un normale oscilloscopio collegato ai capi della batteria. Tutto quindi si riduceva a effettuare un'acquisizione della tensione di alimentazione in una stazione di prova con un campionamento superiore a quello effettuato normalmente. Nel frattempo si provarono altri regolatori e uno in particolare possedeva la capacità di eliminare tale disturbo l'*Isoler D10* prodotto dalla *ISOFOFOTON*, S.A. (figura 8). Anche la produzione di questo durò pochi anni e si ritornò a non avere nulla da installare. Sarebbe stato molto difficile trovarne un altro visto la bassa percentuale di riuscita: solo 2 su 6 eliminavano l'anomalia. Bisognava assolutamente approfondire il problema effettuando l'acquisizione ad alta velocità della tensione di batteria, suggerito dal progettista, per capire quale forma avesse tale anomalia e perché creasse così tanti problemi agli *Overhauser*.

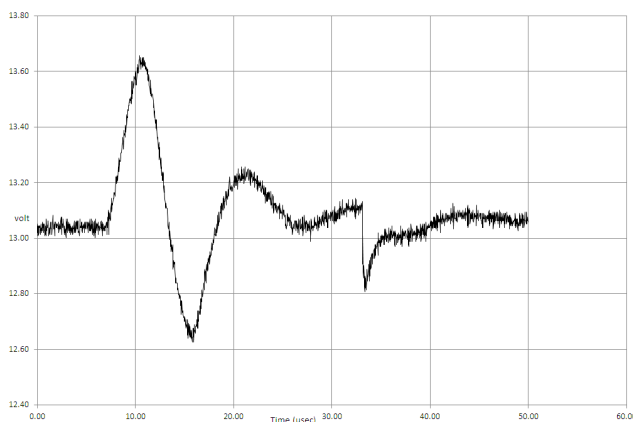
**Figura 8** Foto dell'*Isoler D10*, l'unico altro regolatore tra quelli provati che non creava problemi ai magnetometri *Overhauser* utilizzati. Su 6 regolatori solo 2 non creano il problema.

**Figure 8** Picture of *Isoler D10*, the only other regulator among those tested that did not create problems for the *Overhauser* magnetometers used. Of 6 regulators only 2 do not create the problem.



### 3. Sistema energetico attuale

Attraverso un sistema energetico di test e un oscilloscopio capace di campionare ad alta frequenza finalmente l'anomalia si mostrò in tutta la sua particolarità (figura 9). Come si può notare l'anomalia non ha una grande escursione di tensione si mantiene sotto i livelli dei DC/DC della strumentazione, ma ciò nonostante riesce a creare problemi. Tutta l'anomalia dura 50 *usec*. Ovviamente conoscere l'anomalia non permette di eliminarla. Si sono fatte diverse ipotesi sul perché si genera tale anomalia e cosa potrebbe creare nei magnetometri. Sul perché si crea, la spiegazione più plausibile fa riferimento alla caratteristica non lineare dei pannelli solari. Per la loro caratteristica tensione-corrente i pannelli fotovoltaici possono stare a riposo, o a circuito aperto o in cortocircuito. In nessuno dei due casi si danneggiano. I regolatori solari di tipo *shunt* [Dunlop, 2007] tenevano i pannelli in prossimità della *ISC* (Short Circuit Current) per poi portarli verso il punto di lavoro identificato dalla tensione di batteria. I regolatori *PWM* (series) [Dunlop, 2007] invece li tengono in prossimità di *VOC* (Open Circuit Voltage) per poi portarli anche loro verso il punto di lavoro identificato dalla batteria. Secondo come ci si avvicina al punto di lavoro la tensione cresce verso la tensione di batteria da zero o decresce dalla *VOC* del pannello. Questa seconda eventualità dovrebbe generare l'anomalia poiché l'attraversamento non può essere istantaneo e dura proprio 50 *usec*. Si consideri inoltre che questo avviene molte volte nel tempo generando un treno lunghissimo di impulsi e dovrebbero essere proprio questi interminabili impulsi a creare un problema al sistema di misurazione degli *Overhauser*. Il *BGM10* attraverso il componente ibrido riusciva a eliminare tale segnale impulsivo.



**Figura 9** Fluttuazione di tensione misurata ai capi delle batterie che crea i problemi di misurazione ai magnetometri *Overhauser*.

*Figure 9 Battery Voltage fluctuation that creates measurement problems with Overhauser magnetometers.*

Restava da trovare un modo per eliminare l'anomalia. La soluzione arrivò dopo aver provato il circuito della figura 10. La figura 10 riporta un convertitore di potenza DC/DC di tipo *buck* standard estratto dal *datasheet* del circuito integrato *LM2576*. Tale alimentatore è lo stesso che per anni ha alimentato il *PC/104* montato nel *datalogger standard* della stazione magnetica [Sicali et al, 2018]. A differenza del DC/DC commerciale utilizzato per le prove di *ESL* questo funziona ed è possibile costruirlo con pochi euro. Utilizza un circuito integrato tipo *LM2576* nella versione a 5.0 volt solo per una questione di magazzino unificato. Può essere usato anche una versione *ADJ* o 12 V. Vista l'importanza del circuito dal 2012 è stato integrato nella motherboard del sistema *Mag-net* [Sicali et al., 2018] figura 11.

Figura 10 Schema elettrico del circuito Buck utilizzato per filtrare l'anomalia.

Figure 10 Schematic of the Buck circuit used to filter the anomaly.

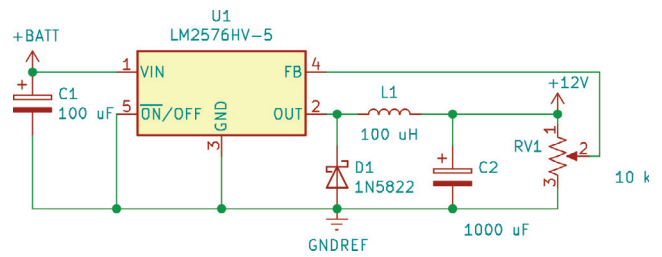
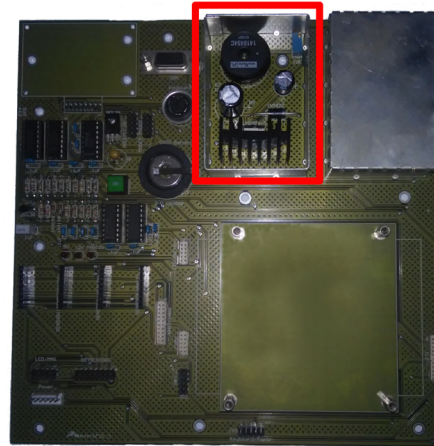


Figura 11 Motherboard di Mag-Net dal 2012. In rosso la porzione di circuito che elimina il disturbo.

Figure 11 MagNet motherboard since 2012. In red the portion of circuit that eliminates the noise.



## Conclusioni

Il circuito proposto permette di eliminare un disturbo molto difficile da debellare che i regolatori solari di tipo *standalone* di tipo PWM in commercio generano. Nel caso dei magnetometri Ovehauser l'effetto è molto evidente poiché rende la misura inutile. Ci potrebbero essere casi in cui il disturbo viene solo percepito come rumore di fondo che potrebbe essere rimosso semplicemente adottando il circuito proposto, dal costo irrisorio e con componenti molto comuni e aventi un ciclo di vita molto lungo.

## Ringraziamenti

Volevamo ringraziare tutta la Segreteria di Redazione del CEN che si è dimostrata molto veloce ed efficiente. Un ringraziamento particolare è dovuto, alla dott.ssa Rossella Celi per la sua cordialità, la disponibilità e la professionalità. Ringraziamo infine i due referee per l'accuratezza, la precisione e la professionalità adottata durante la revisione. Grazie.

## Bibliografia

- Benedetti G., Zirizotti A., (2016). *Linear Solar Panel Regulator - Regolatore di carica lineare per pannelli solari negli osservatori geomagnetici*, Rapporti Tecnici INGV, n. 340, pp. 13.
- Dunlop J.P., (2007). *Batteries and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic Systems: Fundamentals and Application* Sandia National Laboratories. Photovoltaic Systems Applications Dept, 1997-01-15. Retrieved on 2007-08-21.
- Fois M., Biasini F. e Benedetti G., (2011). *Un nuovo sistema di alimentazione per l'osservatorio geomagnetico di Lampedusa*, Rapporti Tecnici INGV, n. 204, pp. 24.

- Sicali A., Bonaccorso A., (2013). *Gestione dei dilatometri installati in pozzi profondi all'Etna*. Rapporti Tecnici INGV, n. 258, ISSN 2039-7941.
- Sicali A., Amantia A., Cappuccio P., (2016). *Linee guida e criticità nella progettazione di sistemi per l'acquisizione di dati geofisici in prossimità di vulcani attivi*. Rapporti tecnici INGV n. 347, ISSN 2039-7941.
- Sicali A., Amantia A., Cappuccio P., (2018). *Evoluzione ventennale (1998-2018) del sistema Mag-Net per l'acquisizione dei segnali dalla rete magnetica dell'Etna e dell'isola di Stromboli*. Rapporti Tecnici INGV n. 403, ISSN 2039-7941.
- Overhauser A.W., (1953). *Polarization of Nuclei in Metals*. Phys. Rev. 92, 411.

# QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

# RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

# MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

[http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html](http://istituto.ingv.it/it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html/)

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.



**Coordinamento editoriale e impaginazione**

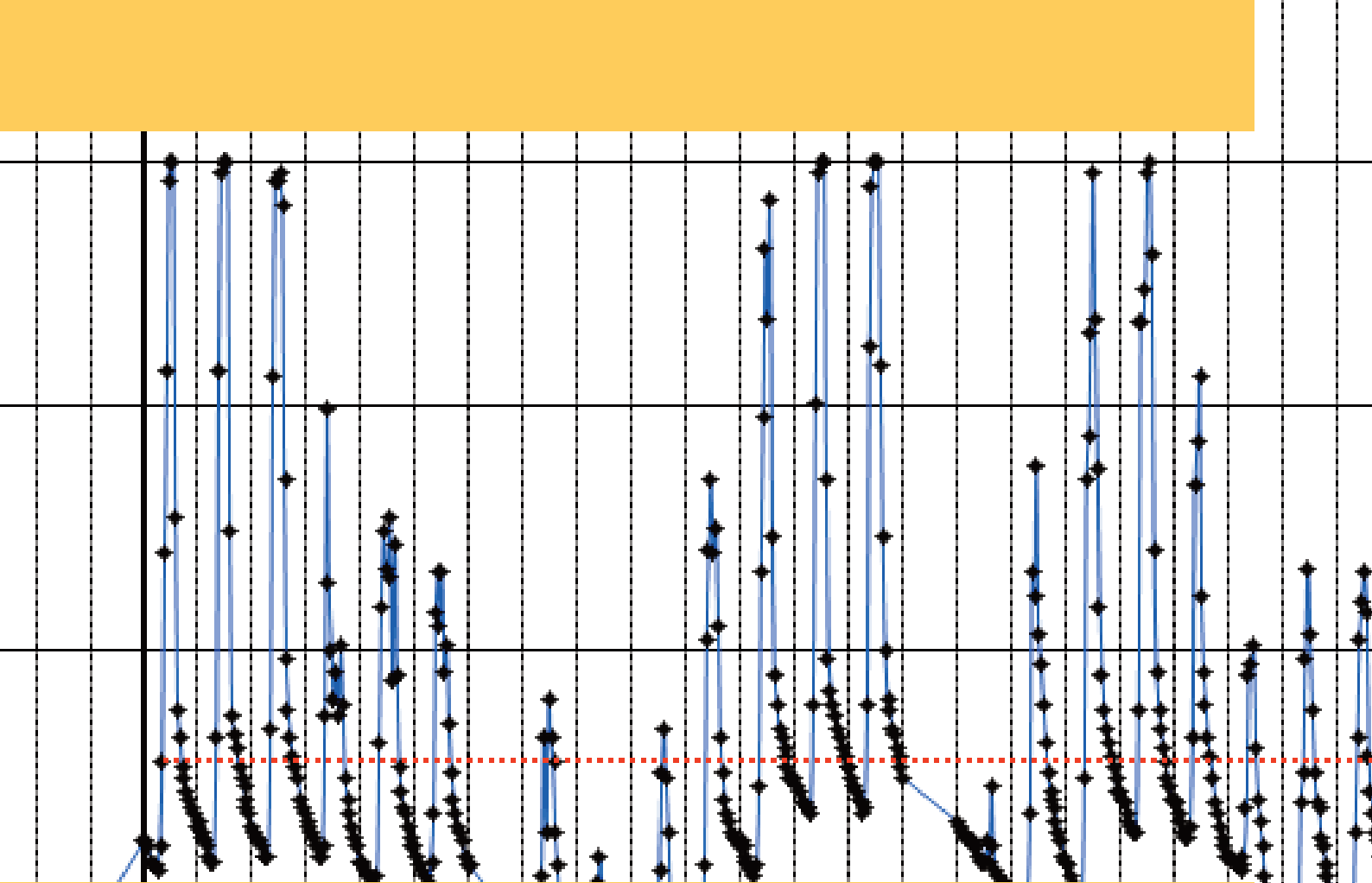
Francesca DI STEFANO, Rossella CELI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

**Progetto grafico e impaginazione**

Barbara ANGIONI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2019  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Via di Vigna Murata, 605  
00143 Roma  
t. +39 06518601

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

