

# Rapporti tecnici

## INGV

**Migrazione dei server di acquisizione  
dalle stazioni remote nelle infrastrutture  
per il calcolo a elevate prestazioni (HPC)**

# 383



## **Direttore Responsabile**

Silvia MATTONI

## **Editorial Board**

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



# Rapporti tecnici INGV

## MIGRAZIONE DEI SERVER DI ACQUISIZIONE DALLE STAZIONI REMOTE NELLE INFRASTRUTTURE PER IL CALCOLO A ELEVATE PRESTAZIONI (HPC)

Antonino Sicali, Marcello D'Agostino, Benedetto Saraceno, Alfio Amantia, Pasqualino Cappuccio

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

**Come citare:** Sicali A. et al., (2017). Migrazione dei server di acquisizione dalle stazioni remote nelle infrastrutture per il calcolo a elevate prestazioni (HPC). Rapp. Tec. INGV, 383: 1-18.

# 383



## Indice

Introduzione	7
1. I sistemi standalone	7
2. Analisi dei problemi di una possibile migrazione	7
2.1 Separazione funzionale dei servizi	7
2.2 L'interfacciamento con dispositivi reali dai sistemi virtuali	8
3. Descrizione della soluzione	8
3.1 Hardware	9
3.2 Software	10
Conclusioni	11
Ringraziamenti	11
Bibliografia	12
Appendice A1. Sorgente software reset remote dispositivi: eth.reset.asm	13



## Introduzione

Si è approfittato della la diffusione capillare e dell'abbassamento massiccio dei costi dei sistemi di calcolo ad elevata efficienza (HPC) per ammodernare i server di acquisizione e archiviazione presenti nei centri di acquisizione dati [Del Negro et al., 2002]. Il sistema descritto nel testo è stato applicato con successo oltre al sistema *Mag-Net* [Del Negro et al., 2002] anche alla rete dilatometrica [Sicali & Bonaccorso, 2013]. L'ammodernamento dei due sistemi di monitoraggio, nonostante interessasse sia la parte hardware che software, è stato poco invasivo poiché entrambi i sistemi possiedono una struttura modulare [Sicali et al., 2016]. L'ammodernamento ha permesso di risolvere problemi oramai decennali come il posizionamento dei sistemi di acquisizione rispetto ai server di acquisizione, ottimizzando allo stesso tempo le risorse disponibili, sia computazionali che umane. La manutenzione è divenuta più semplice e meno dispendiosa in termini di tempo e costi. L'uso delle tecniche di virtualizzazione ci permette di manipolare a piacimento i sistemi e automatizzare alcune procedure altrimenti realizzabili solo intervenendo fisicamente. La possibilità di astrarre le componenti hardware degli elaboratori al fine di renderle disponibili al software in forma di risorsa virtuale, ci permette di eseguire operazioni che un tempo erano invasive, potenzialmente dannose oltre che dispendiose in termini di tempo (*time consuming*). Si pensi ad operazioni come la rimozione/sostituzione del disco fisso, della *CPU* o all'upgrade della *RAM*.

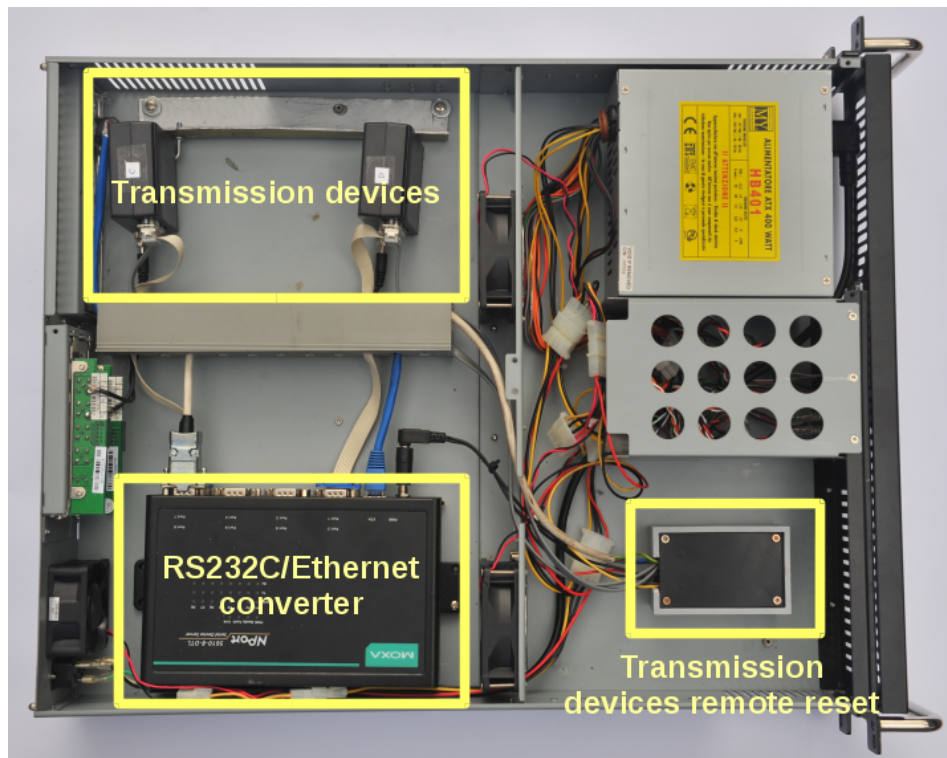
### 1. I sistemi standalone

Finora sono stati adottati sistemi *standalone* completi, in cui *l'hardware* veniva duplicato ed era ridondante. Ogni sistema software per la gestione dei sistemi remoti di acquisizione poteva disporre di un proprio *hardware* in esclusiva. I vantaggi sono indubbiamente tanti ma in presenza di poche risorse, soprattutto finanziarie, potrebbero insorgere problemi di gestione. Il rapporto benefici/costi dei sistemi *standalone*, che non impiegano pienamente le potenzialità, potrebbero essere insufficienti e non giustificare gli investimenti fatti. Diversamente in un *CED* (Centro Elaborazione Dati) il rapporto benefici/costi raggiunge livelli molto alti poiché le risorse vengono impiegate in modo efficiente. Nonostante una parte delle risorse venga spesa per il mantenimento della virtualizzazione, i sistemi HPC sono sul lungo periodo molto più efficienti dei sistemi *standalone*.

### 2. Analisi dei problemi di una possibile migrazione

#### 2.1 Separazione funzionale dei servizi

Finora il *modus operandi* adottato richiedeva che ogni servizio venisse ospitato su un calcolatore con caratteristiche compatibili al compito da espletare. Ogni applicazione richiedeva un calcolatore tipo. Tutti i calcolatori venivano riuniti in una sala soggetta a problemi di surriscaldamento e rumorosità ambientale. In più lo spazio non era molto ben utilizzato, difatti i calcolatori venivano riposti in stanze che solitamente non venivano usate per altri scopi. Ovviamente i problemi erano tanti, dall'impianto di alimentazione, alla temperatura, fino ad arrivare al rischio d'incendio e al problema della continuità energetica (*UPS*). Ogni calcolatore completo era destinato per buona parte del suo tempo a rimanere in *standby* in attesa che arrivassero le richieste. Quando era necessario creare un nuovo servizio e non si disponeva di un altro calcolatore, ad esempio per problemi di spazio, la soluzione più semplice era quella di accorpare i servizi insieme, mischiando magari *task* che tra loro erano completamente diversi. Avveniva che spesso tali servizi interagivano tra loro con ricadute sulla stabilità del sistema. Semplicemente se uno dei servizi mandava in tilt il calcolatore su cui girava tutti gli altri seguivano la stessa sorte. Per fare un esempio il sistema di *DDNS* [Sicali et al., 2017] nato per la rete dilatometrica del M.te Etna condivideva il calcolatore con il servizio di acquisizione. Quando il servizio di dynamic *DNS* iniziò a essere utilizzato anche per altre reti di monitoraggio, un guasto al server di acquisizione dilatometrica rischiava di creare malfunzionamenti nelle altre reti. Utilizzando macchine virtuali si ottiene la perfetta separazione funzionale dei servizi che non potranno più interagire negativamente tra loro.



**Figura 1.** Foto dell'array di modem GSM.

## 2.2 L'interfacciamento con dispositivi reali dai sistemi virtuali

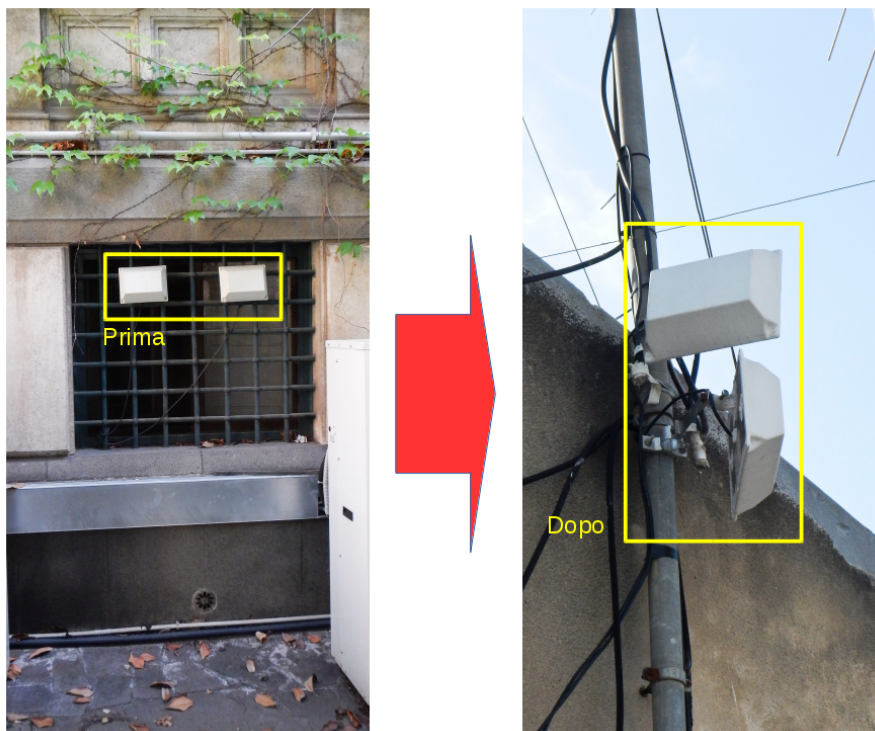
La virtualizzazione dei calcolatori permette indubbiamente di creare contenitori stagni in cui eseguire i servizi. I diversi servizi interagiscono poco tra loro e riescono a garantire una certa stabilità. Tuttavia i sistemi sono così isolati e astratti che diviene difficile collegare l'hardware esterno. Utilizzare modem o accedere ad altri dispositivi come reset hardware diviene difficoltoso ed è necessario adottare particolari accorgimenti per utilizzarli. Per mantenere l'isolamento e l'indipendenza dei sistemi l'idea migliore è di creare un nuovo canale di comunicazione, più astratto delle linee seriali classiche. L'effetto è di dematerializzare le linee seriali incapsulandole nelle comunicazioni di rete tipo *ethernet* e utilizzando lo *stack* di protocolli *TCP/IP*. Più o meno quello che è successo nelle comunicazioni telefoniche quando si è passati dalle linee *PTSN* al *packet-switched*. Lo scambio di dati con il modem non avviene direttamente attraverso un collegamento in rame ma utilizzando un canale di comunicazione virtuale su rete *ethernet*. Anche i segnali di reset per i dispositivi di comunicazione sono stati virtualizzati ed ogni linea *GPIO* (*General Purpose Input Output*) è stata sostituita da semplici bit che viaggiano istantaneamente attraverso la rete *ethernet*. Anche se inizialmente sembra molto complesso, sul lungo periodo i benefici sono innumerevoli. Si consideri a tale proposito il posizionamento di antenne di trasmissione. Utilizzando server dedicati le antenne erano posizionate vicine ai dispositivi di trasmissione i quali dovevano essere posizionati in prossimità dei server. Si venivano a creare situazioni non favorevoli come quella mostrata nella figura 2 in cui il segnale d'antenna ottenuto è pessimo. Con la virtualizzazione dei server e l'allungamento delle linee di comunicazione i dispositivi si possono addirittura collocare in luoghi molto distanti tra loro.

## 3. Descrizione della soluzione

La soluzione proposta permette di ottenere molti benefici e di risolvere alcuni problemi rimasti negli anni irrisolti. La virtualizzazione, risolti alcuni semplici problemi, permette sul lungo periodo di ottenere un sistema molto flessibile, adattabile e scalabile [Hwang & Xu, 1998]. La soluzione proposta si compone di alcune parti software e di altre hardware. Le due parti che comunicano attraverso una rete *ethernet* possono essere posizionate anche distanti tra loro. Finora i dispositivi di trasmissione (hardware) e i software di comunicazione dovevano essere vicini nonostante sfruttassero risorse totalmente diverse. Mentre i modem



dovevano stare nel punto più alto per permettere alle antenne di ottenere il massimo segnale, magari ospitandole in spazi appositi, i server sono spesso collocati in spazi non utilizzati dei piani bassi e/o seminterrati, in cui un'antenna è difficoltosa da posizionare (figura 2). Ora i server, divenuti completamente virtuali e privi di una componente hardware, possono essere inseriti all'interno del *CED*, ambiente solitamente realizzato nei piani interrati grazie alla grande disponibilità di spazio che non sempre è possibile utilizzare per altri scopi. I parametri essenziali come temperatura, alimentazione e rumorosità vengono tenuti sotto controllo e a un costo inferiore rispetto ai singoli calcolatori. Le antenne e l'array di modem (figura 1) sono stati installati in prossimità di una terrazza elevata per aumentare la disponibilità di segnale, in prevalenza di tipo *GSM*. Le antenne sono state inserite in aree appositamente studiate per tale scopo, molto distanti dal seminterrato dove vengono posizionati solitamente i *CED*, ma grazie alla virtualizzazione delle linee di comunicazione risultano ancora come collegate direttamente al server.

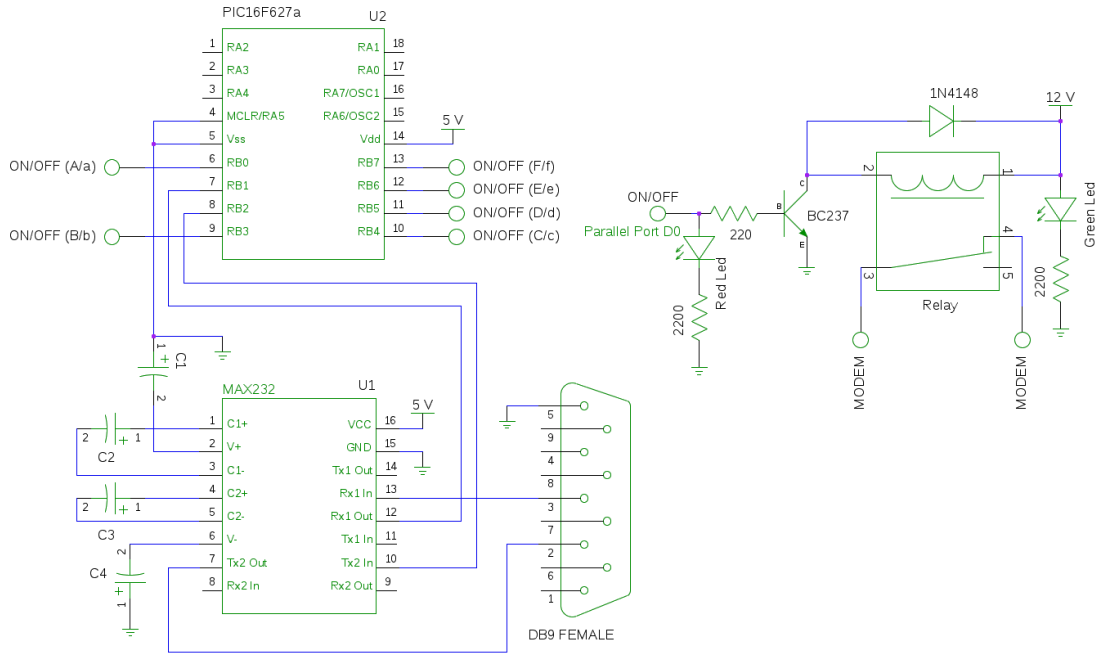


**Figura 2.** Foto del posizionamento delle antenne prima, al livello del terreno e con poco segnale pessimo. Dopo, in un'area appositamente studiata per ospitare le antenne e con ottimo livello di segnale.

### 3.1 Hardware

Per realizzare la virtualizzazione delle linee di comunicazione seriali e *GPIO* si è progettato e costruito un array di modem (figura 1). L'array è composto da due parti fondamentali: un convertitore *ethernet* seriale e uno seriale/*GPIO* il cui schema elettrico è riportato nella figura 3. Il convertitore *ethernet*/seriale si occupa della comunicazione seriale con i modem o con qualsiasi altro dispositivo di trasmissione. Tutti i dati diretti al dispositivo che normalmente viaggiano su linea seriale sono incapsulati attraverso lo *stack* di protocolli *TCP/IP* e fatti viaggiare su un canale di comunicazione *ethernet*. Il convertitore seriale/*GPIO* permette di riavviare i dispositivi da remoto poiché potrebbero entrare in stallo [Sicali et al., 2016]. L'array di modem permette di utilizzare da remoto 7 dispositivi di trasmissione poiché fa uso di un convertitore seriale da 8 canali. Nessuno vieta, in base alle necessità, di sostituirlo con uno con più canali. L'ottavo canale viene utilizzato per virtualizzare le linee *GPIO* adibite al riavvio di dispositivi di trasmissione attraverso il circuito riportato nella figura 3. Il circuito fa uso di un microcontrollore tipo *PIC16F627A* che riceve comandi sulla linea seriale e abilita le proprie linee *GPIO*. Il firmware per tale microcontrollore è riportato nell'appendice A1. Per evitare instabilità si è cercato di ridurre al minimo la logica con cui il microcontrollore funziona, soprattutto poiché il circuito è centrale nella gestione di molti sistemi. La semplicità permette di evitare stalli e malfunzionamenti [Sicali et al., 2016]. Esistono solo due tipi di comandi: on e off. I canali sono identificati

dalle prime lettere dell'alfabeto. Inviando una lettera minuscola si spegne il dispositivo, una maiuscola lo attiva. La logica complessa viene demandata ai singoli software di gestione delle reti, soprattutto poiché tale parte del software è già presente e collaudata. Eventualmente tale parte potrà essere rivista e aggiornata nelle primitive utilizzate. I segnali ovviamente non viaggeranno attraverso linea seriale ma su *ethernet* grazie alla virtualizzazione delle linee di comunicazione e al convertitore seriale/*ethernet*.



**Figura 3.** Schema elettrico del dispositivo che resetta i modem da remoto.

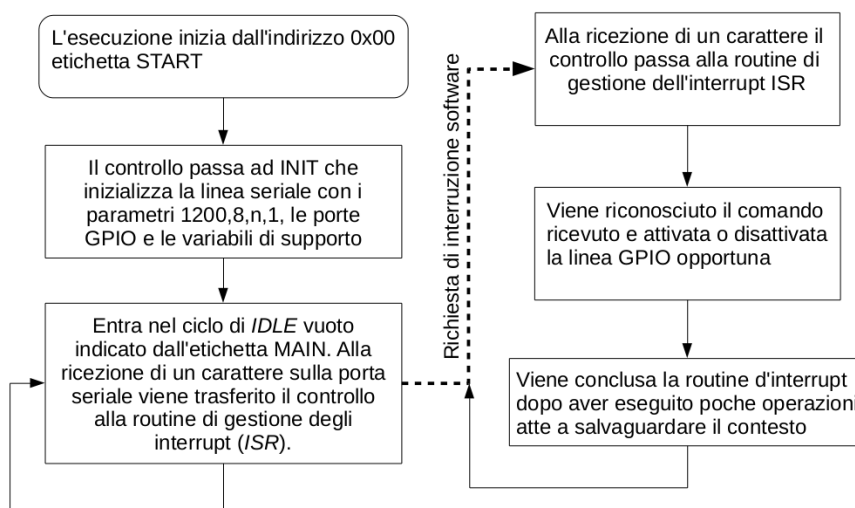
### 3.2 Software

Si è cercato di riutilizzare quanto più software possibile, tuttavia in alcune situazioni la virtualizzazione ha richiesto uno sforzo per la sostituzione di alcune parti strettamente legate alle linee seriali o *GPIO*. Tutti i software che facevano uso dei dispositivi di trasmissione, in particolare il servizio di *dynamic DNS* utilizzante i messaggi *SMS* [Sicali et al., 2017] e il sistema *Mag-Net* [Del Negro et al., 2002], hanno richiesto un ammodernamento delle primitive di trasmissione ai livelli più bassi. La programmazione strutturata e a oggetti impiegata per la realizzazione di entrambi i sistemi software ha permesso con poche modifiche di raggiungere il risultato desiderato. Ciò è stato possibile poiché entrambi i sistemi sono completamente aperti e programmabili e non sono delle *blackbox*. Per quei sistemi assimilabili a delle *blackbox* si possono usare software terzi per utilizzare porte di comunicazione seriali virtuali. Il risultato finale non è lo stesso, in quanto verrebbe introdotto un ulteriore modulo software, più complesso, che può creare problemi. Il risultato ibrido potrà essere afflitto da problemi di stabilità [Sicali et al., 2016] confermando ancora una volta l'importanza di usare sistemi aperti e non le *blackbox*.

Il microcontrollore utilizzato, un *PIC16F627A*, è stato programmato utilizzando il firmware riportato nell'appendice A1. Tale firmware, il cui diagramma di flusso è riportato nella figura 4, permette di riconoscere dei comandi che nella versione attuale sono composti da una singola lettera. Alla ricezione del comando viene semplicemente attivata o disattivata una linea secondo la tabella 1. Si è preferito la semplicità per evitare che un errore di programmazione e la complessità potessero compromettere la stabilità del dispositivo, di vitale importanza per molti sistemi. Uno stallo del dispositivo avrebbe comportato l'arresto di molti sistemi ed il conseguente malfunzionamento delle reti di monitoraggio geofisico del M.te Etna e dell'isola di Stromboli. Per chi volesse modificare tale software per ottenere comandi più elaborati il consiglio è di utilizzare un *watchdog*, meglio se hardware, per evitare che il microcontrollore entri in stallo.

Comando	Linea GPIO	Stato
A	RB0	ON
a	RB0	OFF
B	RB3	ON
b	RB3	OFF
C	RB4	ON
c	RB4	OFF
D	RB5	ON
d	RB5	OFF
E	RB6	ON
e	RB6	OFF
F	RB7	ON
f	RB7	OFF

**Tabella 1.** Comandi accettati dal dispositivo di reset remoto.



**Figura 4.** Diagramma di flusso del software (firmware) per il reset remoto dei dispositivi di trasmissione.

## Conclusioni

I sistemi di calcolo distribuito e ad alta efficienza permettono di migliorare l'utilizzo non solo delle risorse di calcolo ma anche di *networking* e *storage*. Migliorano il rendimento energetico dei singoli server di acquisizione abbassando l'energia media consumata per ciascuno. Si ottiene inoltre un miglioramento della stabilità dei sistemi, che possono essere facilmente duplicabili e ridondati, ottenendo dove è richiesto anche un incremento di prestazioni. Anche l'ultimo problema insito nella virtualizzazione, ovvero l'interfacciamento fisico con sistemi esterni, grazie all'array proposto, viene completamente risolto ottenendo un modello capace di durare a lungo.

## Ringraziamenti

Volevamo ringraziare tutta la Segreteria di Redazione del CEN che si è dimostrata, ancora una volta, molto veloce ed efficiente. Un ringraziamento particolare è dovuto, alla dott.ssa Rossella Celi per la cordialità e la disponibilità mostrata. Grazie.

## Bibliografia

- Del Negro C., Napoli R., Sicali A., (2002). *Automated system for magnetic monitoring of active volcanoes*. Bull. Volcanol. 64, 94-99.
- Kai Hwang and Zhiwei Xu, (1998). *Scalable Parallel Computing: Technology, Architecture, Programming*. McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA.
- Lindholm T., Yellin F., Bracha G., and Buckley A., (2014). *The Java Virtual Machine Specification, Java SE 8 Edition* (1st ed.). Addison-Wesley Professional. ISBN: 013390590X 9780133905908
- 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., (2017). *Sistema di DNS dinamico utilizzando la messaggistica SMS*. Rapporti Tecnici INGV n°. 367, ISSN 2039-7941.
- Tanenbaum A.S., (2013). *Architettura dei calcolatori. Un approccio strutturale*. Pearson, 6ª Edizione (12 settembre 2013), ISBN-10: 8871929624.

## Appendice A1. Sorgente software reset remote dispositivi: eth.reset.asm

```
;*****
TITLE      "ETH-RESET"
SUBTITLE   "ETH DEVICE RESET"
;*****
LIST P=16F627A          ; USE THE PIC16F627A

#include "P16F627A.INC" ; INCLUDE HEADER FILE

__CONFIG __INTOSC_OSC_NOCLKOUT & __LVP_OFF & __WDT_OFF & __PWRTE_ON &
__BODEN_ON & __MCLR_OFF

CBLOCK 0x20          ; DECLARE VARIABLE ADDRESSES STARTING AT 0x20
    RECV
    TEMP_W
    TEMP_S
ENDC

CONSTANT LINE_0_ON = 'A'
CONSTANT LINE_1_ON = 'B'
CONSTANT LINE_2_ON = 'C'
CONSTANT LINE_3_ON = 'D'
CONSTANT LINE_4_ON = 'E'
CONSTANT LINE_5_ON = 'F'

CONSTANT LINE_0_OFF = 'A'
CONSTANT LINE_1_OFF = 'B'
CONSTANT LINE_2_OFF = 'C'
CONSTANT LINE_3_OFF = 'D'
CONSTANT LINE_4_OFF = 'E'
CONSTANT LINE_5_OFF = 'F'

START    ORG    0x00
         GOTO  INIT
         ORG    0x4          ; INTERRUPTS START AT ADDRESS 0x4
ISR
         MOVWF TEMP_W          ; SAVE W REGISTER
         MOVF  STATUS, W      ; W = STATUS
         MOVWF TEMP_S        ; SAVE STATUS REGISTER

         BCF  STATUS, RP0

         BTFSS PIR1, RCIF
         GOTO END_ISR
         MOVF RCREG, W
         MOVWF RECV

         XORLW LINE_0_ON
         BTFSS STATUS, Z
         GOTO TEST_LINE_1_ON
         BSF  PORTB, RB0
         GOTO END_ISR
TEST_LINE_1_ON
         MOVFW RECV
         XORLW LINE_1_ON
         BTFSS STATUS, Z
         GOTO TEST_LINE_2_ON
         BSF  PORTB, RB3
         GOTO END_ISR
TEST_LINE_2_ON
         MOVFW RECV
```

```

        XORLW LINE_2_ON
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_3_ON
        BSF PORTB, RB4
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_3_ON
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_3_ON
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_4_ON
        BSF PORTB, RB5
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_4_ON
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_4_ON
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_5_ON
        BSF PORTB, RB6
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_5_ON
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_5_ON
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_0_OFF
        BSF PORTB, RB7
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_0_OFF
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_0_OFF
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_1_OFF
        BCF PORTB, RB0
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_1_OFF
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_1_OFF
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_2_OFF
        BCF PORTB, RB3
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_2_OFF
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_2_OFF
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_3_OFF
        BCF PORTB, RB4
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_3_OFF
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_3_OFF
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_4_OFF
        BCF PORTB, RB5
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_4_OFF
        MOVFW RECV
        XORLW LINE_4_OFF
        BTFSS STATUS, Z
        GOTO TEST_LINE_5_OFF
        BCF PORTB, RB6
        GOTO END_ISR
TEST_LINE_5_OFF

```

```

    MOVFW RECV
    XORLW LINE_5_OFF
    BTFSS STATUS, Z
    GOTO END_ISR
    BCF PORTB, RB7
    GOTO END_ISR
END_ISR
    BCF    PIR1, RCIF
    MOVF   TEMP_S, W
    MOVWF  STATUS
    SWAPF  TEMP_W, F
    SWAPF  TEMP_W, W
    RETFIE                                ; END OF ISR
INIT                                           ; SYSTEM INITIALISATION
    MOVLW 7
    MOVWF  CMCON
    MOVLW B'00000000'
    MOVWF  PORTA
    MOVLW B'00000100'                    ; RB2(TX)=1 OTHERS ARE 0
    MOVWF  PORTB
    BSF    STATUS, RP0
    MOVLW B'11111111'
    MOVWF  TRISA                          ; PORTA ALL PINS INPUTS
    MOVLW B'00000010'                    ; RB1(RX)=INPUT, OTHERS OUTPUT
    MOVWF  TRISB
    MOVLW 0XCF                            ; 0XCF=1200 BAUD
    MOVWF  SPBRG
    MOVLW B'00100100'                    ; BRGH = LOW (2)
    MOVWF  TXSTA                          ; ENABLE ASYNC TRANSMISSION, SET BRGH
    BCF    STATUS, RP0
    MOVLW B'10010000'                    ; ENABLE ASYNC RECEPTION
    MOVWF  RCSTA

    BSF    STATUS, RP0
    BSF    PIE1, RCIE                    ; ENABLE RECEIVE INTERRUPTS
    BCF    STATUS, RP0
    CLRF   PIR1                          ; CLEAR INTERRUPT FLAGS
    BSF    INTCON, GIE                    ; ENABLE ALL INTERRUPTS
    BSF    INTCON, PEIE

MAIN
    GOTO  MAIN

SEND
    BCF    INTCON, GIE
    MOVWF  TXREG                          ; SEND DATA IN W

TRANSWT
    BSF    STATUS, RP0

WTHERE
    BTFSS  TXSTA, TRMT
    GOTO  WTHERE
    BCF    STATUS, RP0
    BSF    INTCON, GIE
    RETURN

END

```

# Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/quaderni-di-geofisica/>

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

# Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/rapporti-tecnici-ingv/>

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

# Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/miscellanea-ingv/>

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc..



**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2017 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

**<http://www.ingv.it>**



**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**