



ICARA 2024

Extended Abstract

Cento 26-27 ottobre 2024



PROGRAMMA

SABATO 26 OTTOBRE

- 08.30 Registrazione partecipanti
09.00 Saluti e introduzione al meeting
09.15 **Sessione speciale "Helios"**
09:15 Il Sole radio: l'esperienza dei radiotelescopi INAF, Simona Righini
10:15 HELIOS: Un'Odissea Digitale alla Scoperta del Sole, Thomas Mazzi
11:00 *Coffee Break*
11:20 Soluzioni per l'elaborazione e la visualizzazione dei dati, Matteo Fortini
12:05 Realizzazione di un magnetometro, Roberto Malaguti
12:50 Discussione di fine sessione
13:00 *Pausa pranzo*
15.00 **Sessione 1**
15:00 Spettrometro larga banda per la rivelazione dei flares solari, Andrea Dell'Immagine
15:20 Osservazioni radar di asteroidi con i radiotelescopi dell'INAF, Giuseppe Pupillo
16:05 Stazioni Meteor Scatter H24 con Echoes ed Ebrew: Automazione e Analisi, Giuseppe Massimo Bertani
16:25 *Coffee Break*
16:45 RadioMeteorPython, Mario Sandri
17:05 Misure ed analisi della temperatura di sistema in un radiotelescopio di classe 3m, Salvo Pluchino
17:25 Share my sky, Thomas Mazzi
17:45 TotalPower 8.0.0, Mario Armando Natali
18:05 *Break*
18:15 **Conferenza "Ricerca di vita extraterrestre", Stelio Montebugnoli, INAF-IRA**
20.00 *Cena sociale*

DOMENICA 27 OTTOBRE

- 09.00 Visita ad Helios e all'Osservatorio Astronomico degli Astrofili Centesi (Osservatorio Via Cola, 44042 Cento FE)
10.30 **Sessione 2**
10:30 Caccia ai raggi cosmici, un click nel cosmo, Michele Malaguti
10:50 I principali sciami meteorici invernali, Mario Sandri
11:10 LOGGARINO, un data logger semplice ed economico, Thomas Mazzi
11:25 *Coffee Break*
11:45 Osservazione della magnetosfera mediante un magnetometro ad induzione autocostruito, Andrea Dell'Immagine
12:05 Possibile inclusione della Radioastronomia Amatoriale nelle scuole a indirizzo scientifico, Francesco Grassi
12:20 Supercalcolo con Architetture ARM per il SETI, Roberto Lulli
12:40 Discussione di fine sessione
12:50 *Chiusura dei lavori*



ICARA 2024
XIX Congresso Nazionale di Radioastronomia Amatoriale
26-27 Ottobre 2024, Civica Pinacoteca il Guercino, Cento

Sab 26, ore 09:00-13:00
Sessione Speciale «Helios»

Sab 26, ore 15:00
Dom 27, ore 10:30
Sessioni Ordinarie ICARA

Eventi Speciali:
• Sab 26, ore 18:15, Conferenza di Stelio Montebugnoli, IRA-INAF
• Dom 27, ore 09:00, Visita all'Osservatorio Astronomico Comunale



CACCIA AI RAGGI COSMICI – UN CLICK NEL COSMO

Introduzione:

Immaginate di poter catturare frammenti dell'Universo con un semplice smartphone. Sembra fantascienza, eppure questo è proprio ciò che un gruppo di studenti dell'istituto comprensivo "Il Guercino" di Cento ha fatto. Utilizzando la fotocamera dei loro telefoni cellulari, questi giovani scienziati si sono lanciati in un'entusiasmante avventura alla scoperta dei raggi cosmici, quelle particelle energetiche che viaggiano nello spazio e raggiungono la Terra.

L'Esperimento:

L'attività è stata semplice nell'idea, ma affascinante nei risultati. Gli studenti hanno puntato le fotocamere dei loro smartphone verso il cielo notturno, lasciando l'otturatore aperto per lunghi periodi. In questo modo hanno le tracce luminose lasciate dai raggi cosmici quando interagiscono con il sensore della fotocamera.

Successivamente, utilizzando software specifici, gli studenti hanno analizzato attentamente le immagini, individuando e classificando gli eventi cosmici. Hanno registrato dati come la posizione, la data e l'ora di ogni rilevazione, creando un vero e proprio database di osservazioni.

Obiettivi e Metodologie:

L'obiettivo principale di questo progetto era quello di avvicinare gli studenti al mondo della ricerca scientifica, stimolando la loro curiosità e il loro spirito critico. Attraverso questa esperienza pratica, i ragazzi hanno potuto comprendere come si costruisce una teoria scientifica, come si raccolgono i dati e come si interpretano i risultati.

La metodologia utilizzata è stata caratterizzata da una grande semplicità, ma allo stesso tempo da una rigorosa attenzione al dettaglio. Gli studenti hanno seguito un vero e proprio protocollo sperimentale, pianificando le osservazioni, raccogliendo i dati e analizzandoli in modo sistematico.

Risultati e Conclusioni:

I risultati ottenuti da questo progetto sono stati sorprendenti. Gli studenti sono riusciti a rilevare un numero significativo di raggi cosmici, dimostrando che anche con strumenti semplici è possibile fare scienza di alto livello.

Analizzando i dati raccolti, i ragazzi hanno potuto osservare come l'intensità dei raggi cosmici varia nel tempo e nello spazio. Hanno inoltre confrontato i loro risultati con quelli ottenuti da osservatori professionali, scoprendo che le loro misure sono in linea con le conoscenze scientifiche attuali.

Impatto e Prospettive Future:

Questo progetto ha dimostrato come la passione per la scienza possa nascere anche da gesti semplici e alla portata di tutti. L'esperienza vissuta dagli studenti del "Il Guercino" è un esempio di come la scuola possa essere un luogo di scoperta e di innovazione.

In futuro, questo tipo di attività potrebbe essere esteso ad altri istituti scolastici, creando una rete di giovani ricercatori che collaborano per studiare i fenomeni cosmici. Inoltre, sarebbe interessante sviluppare applicazioni per smartphone che permettano di trasformare questi dispositivi in veri e propri strumenti scientifici, mettendo a disposizione di tutti la possibilità di esplorare l'Universo.

Michele Malaguti

malaguti.michele

@ilguercino.edu.it

Conclusioni:

Questo progetto rappresenta un esempio di come la scienza possa essere divertente e accessibile a tutti. Gli studenti del "Il Guercino" hanno dimostrato che anche con pochi mezzi e tanta passione è possibile fare grandi scoperte. Il loro lavoro è un invito a tutti a guardare al cielo con occhi nuovi, consapevoli che l'Universo è pieno di misteri ancora da svelare.

HELIOS: UN'ODISSEA DIGITALE ALLA SCOPERTA DEL SOLE

Intervento del sabato mattina, vi inviterò ad immergervi nel mondo affascinante di HELIOS, un progetto che ci ha condotti ai confini dell'universo.... o meglio, ai limiti della nostra atmosfera.

In questo incontro, vi porto in un viaggio nel tempo, ripercorrendo le tappe fondamentali che hanno portato alla realizzazione di questo innovativo sistema. Dai primi esperimenti, spesso pionieristici e ricchi di incognite, ai motivi che ci hanno spinto a sviluppare un sistema così complesso, vi sveleremo i retroscena di un'avventura scientifica che dura da anni.

Preparatevi a un tuffo nel cuore di HELIOS: analizzeremo nel dettaglio l'hardware che compone il sistema, dai sensori più sofisticati ai "potenti" computer che elaborano i dati. Scoprirete come ogni componente è stato scelto e integrato con cura per garantire la massima precisione e affidabilità. Ma il cuore di HELIOS è il software. Vi guideremo attraverso l'architettura del sistema, svelandovi gli algoritmi e i calcoli che permettono di trasformare i deboli segnali radio captati dallo spazio in preziose informazioni.

HELIOS è un orecchio proteso verso il cielo, un ascoltatore attento delle voci più remote dell'universo.

Il sistema è in grado di captare le emissioni a bassissima frequenza (VLF) di sorgenti terrestri riflesse dalla ionosfera e modificate da eventi cosmici lontani, segnali che hanno viaggiato per milioni di chilometri prima di raggiungere la Terra. Analizzando le caratteristiche di questi segnali riflessi, alterati durante il loro percorso attraverso la ionosfera, possiamo ricavare preziose informazioni sulle condizioni dello space weather, come i brillamenti solari e i potenti GRB (gamma-ray burst).

Ma HELIOS non è solo uno strumento per studiare il sole e le stelle. La sua versatilità lo rende uno strumento prezioso anche per altri tipi di osservazioni. Vi mostreremo come, grazie a una semplice riprogrammazione, HELIOS può essere adattato per studiare fenomeni atmosferici, comunicazioni radio a lunga distanza e molto altro ancora.

In sintesi, durante questo incontro:

- Storia: Scoprirete come è nato e si è evoluto il progetto HELIOS.
- Tecnologia: Analizzeremo nel dettaglio l'hardware e il software che compongono il sistema.
- Scienza: Capiremo come HELIOS ci aiuta a studiare il sole e lo spazio circostante.
- Applicazioni: Esploreremo le molteplici possibilità offerte da questo sistema.

Non perdetevi questa occasione unica per conoscere da vicino un progetto all'avanguardia che ci permette di esplorare l'universo senza lasciare la Terra.

Thomas Mazzi
thomasmazzi74@gmail.com

I PRINCIPALI SCIAMI METEORICI INVERNALI

All'interno del terzo percorso di Alternanza Scuola-Lavoro (PCTO) del Liceo Bertrand Russell di Cles (TN), è stata offerta agli studenti l'opportunità di partecipare a una ricerca scientifica di grande valore didattico e formativo. Per questa iniziativa, si è deciso di concentrarsi sull'analisi dei dati relativi agli sciami meteorici, un fenomeno astronomico affascinante e di grande interesse scientifico. I dati utilizzati per questa ricerca sono stati gentilmente concessi dall'ingegnere Flavio Falcinelli, che gestisce una stazione meteorica situata a Senigallia (AN), denominata RALmet. Questa stazione meteorica è parte di una rete di osservazione e opera attraverso un sistema radar forward scatter, sfruttando come trasmettitore il radar francese Graves, che opera a una frequenza di 143.050 MHz.

Il progetto ha coinvolto sei studenti del liceo, e si è scelto di focalizzare l'analisi su sei sciami meteorici che fossero in qualche modo correlati tra loro. La selezione degli sciami è avvenuta in base al periodo di attività, compreso tra ottobre e gennaio, e alla loro classificazione come sciami meteorici di intensità media o forte. Gli sciami selezionati per l'analisi sono stati i seguenti: Quadrantidi, Draconidi, Orionidi, Leonidi, Geminidi e Ursidi. Ognuno di questi sciami meteorici presenta caratteristiche peculiari in termini di periodo di visibilità, intensità, e condizioni di osservazione, ma tutti rientrano nel periodo di attività prescelto, rendendoli particolarmente adatti per un confronto comparativo.

Il processo di analisi dei dati ha previsto una prima fase di elaborazione dei dati grezzi. In questa fase, gli studenti hanno dovuto determinare il tasso orario zenitale (HR), un parametro fondamentale per valutare l'attività meteorica di uno sciame. Successivamente, i dati sono stati rappresentati graficamente per poter visualizzare e analizzare l'andamento dell'attività nel tempo, con particolare attenzione al periodo di massimo, ossia il momento in cui lo sciame raggiunge il suo picco di attività. Questo tipo di visualizzazione grafica è stato essenziale per comprendere meglio la struttura temporale dello sciame e per identificare eventuali anomalie o tendenze significative.

I dati ottenuti sono stati poi sottoposti a una serie di correzioni necessarie per tenere conto di fattori esterni che possono influenzare le osservazioni. Tra questi, il background sporadico, ovvero le meteore che non appartengono a nessuno sciame specifico e che possono "sporcare" i dati, e l'altezza del radiante sopra l'orizzonte, che varia in base alla posizione geografica e all'ora del giorno in cui viene effettuata l'osservazione. Una volta applicate queste correzioni, si è potuto ottenere il profilo reale dell'attività di ciascuno sciame meteorico. Questo profilo ha permesso di determinare con precisione il momento del massimo di attività, identificato attraverso il calcolo della longitudine solare al momento del massimo.

Una parte importante della ricerca ha riguardato anche l'analisi dei profili a diverse classi di durata degli echi meteorici. Le classi di durata analizzate sono state suddivise in base alla lunghezza dell'eco, con categorie che includevano echi di durata maggiore di 0.0 secondi (che comprendono tutte le meteore rilevate), echi di durata maggiore di 0.2 secondi, di 0.5 secondi (considerate meteore iperdense), e infine di durata maggiore di 1.0 secondi.

L'analisi non si è limitata a un solo anno, ma ha coperto un arco temporale di tre anni, dal 2021 al 2023, con un focus speciale sull'analisi delle Quadrantidi per l'anno 2024. Questo approccio ha permesso agli studenti di valutare le variazioni dell'attività degli sciami meteorici nel corso del tempo e di

Mario Sandri
mario.sandri@gmail.com

osservare eventuali cambiamenti nelle loro caratteristiche morfologiche. Confrontare i dati di diversi anni è stato utile per identificare eventuali tendenze a lungo termine e per comprendere meglio le dinamiche di ciascuno sciame meteorico.

Per valutare l'affidabilità e la precisione dei dati raccolti e analizzati, gli studenti hanno condotto una ricerca storica sui dati meteorici pubblicati dall'International Meteor Organization (IMO) dal 1982 in avanti, confrontando i risultati con i bollettini del Radio Meteor Observing Bulletin, pubblicati dal 2000 fino ai giorni nostri. Questo confronto con i dati storici ha fornito un contesto più ampio e ha permesso di validare le conclusioni tratte dall'analisi.

In conclusione, questo progetto di Alternanza Scuola-Lavoro ha rappresentato una preziosa opportunità per gli studenti di mettere in pratica conoscenze teoriche apprese in classe e di confrontarsi con un'autentica esperienza di ricerca scientifica. Grazie alla collaborazione con l'ingegnere Falcinelli e alla disponibilità dei dati provenienti dalla stazione meteorica RALmet, gli studenti hanno potuto acquisire competenze tecniche avanzate e sviluppare una maggiore comprensione delle dinamiche astronomiche legate agli sciami meteorici. La loro ricerca ha fornito nuove informazioni sulla variazione dell'attività di questi sciami nel tempo e sulle loro caratteristiche morfologiche, contribuendo a una più ampia comprensione di questi fenomeni naturali affascinanti.

IL SOLE RADIO: L'ESPERIENZA DEI RADIOTELESCOPI INAF

Dal 2018, le grandi antenne dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) si sono aggiunte alla folta schiera di strumenti che, da terra e dallo spazio, contribuiscono allo studio del Sole e dei fenomeni che lo caratterizzano. Tenere d'occhio la nostra stella ha scopi puramente astrofisici, ma anche risvolti che riguardano lo Space Weather e la protezione planetaria, specialmente nei momenti di massimo del ciclo solare, come quello al quale ci stiamo avvicinando.

In questo incontro racconterò come sono nati e come si svolgono i progetti osservativi solari con il Grueff Radio Telescope (Medicina, Bologna) e il Sardinia Radio Telescope (San Basilio, Cagliari), a quali domande cerchino di rispondere e quali risultati abbiano finora ottenuto. In particolare, presenterò il progetto SunDish, oggi l'unico al mondo a monitorare il Sole nella banda K (a 18 e 26 GHz), alla ricerca di preziose informazioni sulle Regioni Attive e sui segnali che possono preannunciare il verificarsi dei brillamenti solari.

Il progetto SunDish è stato avviato con l'obiettivo di colmare una lacuna significativa nelle osservazioni solari. Le Regioni Attive del Sole sono aree di intenso campo magnetico che possono dare origine a brillamenti solari, eventi esplosivi che rilasciano enormi quantità di energia. Monitorare queste regioni nella banda K permette di ottenere dati ad alta risoluzione che sono cruciali per comprendere meglio i processi fisici alla base di questi fenomeni. I risultati ottenuti finora hanno già fornito nuove intuizioni sulle dinamiche delle Regioni Attive e sui segnali precursori dei brillamenti solari, contribuendo a migliorare le previsioni dello Space Weather.

Fornirò informazioni anche sul progetto Solaris, che da SunDish ha "preso il la": esso prevede l'installazione di antenne solari in Antartide e in Scandinavia, allo scopo di realizzare un monitoraggio ininterrotto del Sole ad alta frequenza. I ricevitori a ~100 GHz provengono dall'esperienza maturata in ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), uno dei più avanzati osservatori astronomici al mondo. Solaris mira a creare una rete globale di osservazione solare che possa operare 24 ore su 24, 7 giorni su 7, fornendo dati continui e dettagliati sulle attività solari.

Racconterò del prossimo arrivo di una stazione LOFAR 2.0 a Medicina, specificamente concepita per consentire anche le osservazioni solari. LOFAR (Low-Frequency Array) è una rete di radiotelescopi distribuiti in tutta Europa, progettata per osservare il cielo a basse frequenze radio (< 250 MHz). La nuova stazione a Medicina sarà dotata di tecnologie avanzate, sviluppate anche dai tecnologi INAF che lavorano proprio a Medicina, che permetteranno di ottenere performance innovative.

Avrò inoltre il piacere di sottolineare quali attività didattiche e divulgative siano nate all'interno di questi progetti o abbiano da essi preso spunto, cogliendo l'occasione per imbastire eventuali collaborazioni con gruppi astrofili per l'esecuzione di laboratori congiunti - ad esempio in ambito PCTO.

Simona Righini
simona.righini@inaf.it

LOGGARINO, UN DATA LOGGER SEMPLICE ED ECONOMICO

Introduzione

Vuoi monitorare temperature, umidità, luce o altri parametri scientifici nel tempo? Un data logger Arduino è la soluzione perfetta! Questo dispositivo economico e personalizzabile ti permette di raccogliere dati e analizzarli in modo approfondito. In questa guida, ti mostreremo come costruire il tuo data logger passo dopo passo.

Cos'è un Data Logger?

Un data logger è un dispositivo che registra dati nel tempo a intervalli regolari. Può essere utilizzato in una vasta gamma di applicazioni, dalla ricerca scientifica all'agricoltura di precisione.

Perché Arduino?

Arduino è una piattaforma hardware open-source ideale per realizzare progetti di data logging grazie a:

- Facilità d'uso: La programmazione è intuitiva, anche per i principianti.
- Flessibilità: Puoi collegare una vasta gamma di sensori e attuatori.
- Costo contenuto: I componenti sono economici e facilmente reperibili.
- Comunità attiva: Troverai molte risorse e tutorial online.
- Componenti Necessari:
- Scheda Arduino: Uno, Nano o Mega, a seconda delle tue esigenze.
- Sensori: Scegli i sensori adatti ai parametri che vuoi misurare (es. temperatura, umidità, luce, pressione).
- Modulo RTC (Real Time Clock): Per registrare la data e l'ora dei dati.
- Alimentazione: Una batteria o un alimentatore o USB.
- Software: Arduino IDE per programmare la scheda.

Come Funziona:

1. Acquisizione dati: I sensori rilevano i valori ambientali.
2. Elaborazione: Arduino legge i dati dai sensori e li formatta.
3. Memorizzazione: I dati vengono scritti sulla scheda SD o inviati ad un computer con il relativo timestamp.
4. Ripetizione: Il processo si ripete ciclicamente.

Programmare Arduino:

- Utilizza l'ambiente di sviluppo Arduino (IDE) per scrivere il codice. Le librerie specifiche dei sensori e della scheda SD ti aiuteranno a gestire i dati. Il codice si occuperà di:
 - Inizializzare i componenti.
 - Leggere i dati dai sensori.
 - Formattare i dati.
 - Scrivere i dati sulla scheda SD.
 - Gestire gli errori.

Thomas Mazzi

thomasmazzi74@gmail.com

Esempi di Applicazioni:

- Monitoraggio ambientale: Misura temperatura, umidità e tanto altro.
- Agricoltura di precisione: Raccogli dati su suolo, acqua e clima per ottimizzare le colture.
- Monitoraggio industriale: Controlla parametri come temperatura e vibrazioni in macchinari.
- Ricerca scientifica: Registra dati per esperimenti e analisi.

Conclusioni

Costruire un data logger con Arduino è un progetto stimolante e dalle infinite possibilità. Con un po' di creatività e conoscenze di base di elettronica e programmazione, potrai creare un dispositivo personalizzato per le tue esigenze.

MISURE ED ANALISI DELLA TEMPERATURA DI SISTEMA IN UN RADIOTELESCOPIO DI CLASSE 3M

La temperatura di sistema (T_{sys}) è un parametro fondamentale nella radioastronomia, influenzando direttamente la sensibilità e le prestazioni di un radiotelescopio. Questo talk presenta un'analisi delle misurazioni della T_{sys} effettuate su un radiotelescopio di classe 3m, evidenziando le metodologie impiegate, i risultati ottenuti e le implicazioni per future osservazioni.

La nostra indagine inizia con una accurata procedura di calibrazione, utilizzando Cassiopea A (CasA) come sorgente di riferimento nota. Abbiamo adottato costanti di calibrazione standard, tra cui una temperatura di brillantezza di CasA di 2000 K e una temperatura del cielo freddo di 10 K. Il processo di misurazione ha comportato l'acquisizione di dati On-source, Off-source e con il rumore di calibrazione attivato (CalOn), permettendoci di calcolare parametri cruciali come l'Y-factor, la temperatura d'antenna (T_a), il guadagno d'antenna (G) e, infine, la T_{sys} .

Un aspetto particolarmente interessante emerso dalle nostre misurazioni è il comportamento della T_{sys} in funzione dell'elevazione del telescopio. Abbiamo osservato un trend ricorrente in diverse serie di misure, effettuate a vari azimut (344°, 180°, 270°). I dati mostrano un andamento parabolico della T_{sys} rispetto all'elevazione, con valori più elevati sia a basse che ad alte elevazioni, e un minimo intorno ai 35-40 gradi.

Questo comportamento può essere attribuito a due fenomeni principali:

1. Effetto di spillover: A basse elevazioni, una porzione significativa del lobo secondario dell'antenna intercetta la radiazione termica del terreno, aumentando la T_{sys} . Questo effetto diminuisce all'aumentare dell'elevazione, ma può tornare a crescere a elevazioni molto alte a causa dell'asimmetria del riflettore.
2. Posizione intrafocale del feed: Se il feed non è posizionato esattamente nel fuoco del telescopio, si possono verificare variazioni della T_{sys} in funzione dell'elevazione. Questo effetto può manifestarsi come un aumento della T_{sys} sia a basse che ad alte elevazioni.

L'analisi dei dati ha anche rivelato un valore medio di rumore di calibrazione (N_{Cal}) di 105.10 K, un parametro cruciale per future calibrazioni del sistema. La consistenza di questi risultati attraverso multiple serie di misurazioni suggerisce che si tratti di effetti sistematici piuttosto che casuali, sottolineando l'importanza di una caratterizzazione accurata del sistema per ottimizzare le prestazioni del telescopio. Abbiamo inoltre esaminato il comportamento dell'Y-factor in funzione dell'elevazione, che mostra un andamento complementare a quello della T_{sys} , confermando la robustezza delle nostre misurazioni.

Le implicazioni di queste osservazioni sono significative per le future campagne osservative. La comprensione dettagliata del comportamento della T_{sys} permette di:

1. Sviluppare strategie di correzione dei dati più accurate, tenendo conto delle variazioni sistematiche della T_{sys} .
2. Ottimizzare i tempi di osservazione, privilegiando le elevazioni che offrono le migliori prestazioni in termini di T_{sys} .
3. Guidare potenziali interventi di ottimizzazione hardware, come il riposizionamento del feed o modifiche al sistema di illuminazione del riflettore.

Salvo Pluchino
salvopluchino@gmail.com

In conclusione, questo studio fornisce una panoramica completa della misurazione e dell'analisi della temperatura di sistema in un radiotelescopio di classe 3m. I risultati ottenuti non solo migliorano la nostra comprensione delle prestazioni del telescopio, ma offrono anche preziose indicazioni per future ottimizzazioni e strategie osservative. La metodologia presentata e le osservazioni effettuate possono servire come riferimento per studi simili su altri radiotelescopi, contribuendo all'avanzamento delle tecniche di caratterizzazione e calibrazione in radioastronomia.

OSSERVAZIONE DELLA MAGNETOSFERA CON UN MAGNETOMETRO AD INDUZIONE AUTOCOSTRUITO

Il lavoro descrive la realizzazione e la sperimentazione di un magnetometro ad induzione per l'osservazione delle variazioni del campo magnetico terrestre nell'intervallo 0.01Hz-10Hz con la possibilità di estensione fino a 100Hz. Lo scopo dello strumento è l'osservazione dei fenomeni che avvengono nella magnetosfera con particolare riferimento agli effetti dovuti all'attività solare. La magnetosfera è costantemente distorta dal vento solare e risulta compressa sul lato del giorno ed estesa su quello della notte. L'azione del vento solare provoca variazioni aperiodiche diurne facilmente rilevabili dallo strumento in oggetto. Le variazioni periodiche sono dette "micropulsazioni" ed hanno diversa origine e spiegazione. Sono classificabili a seconda della banda come PC1-PC6 con periodo da 0.2s a 600s. Il magnetometro in oggetto può coprire le bande PC1-2-3 mentre per le bande PC4 e PC5 occorre utilizzare uno strumento tipo "fluxgate" di cui si accenna una eventuale futura costruzione amatoriale.

Lo strumento è completamente autocostruito e formato da una bobina di induzione avvolta su nucleo ferromagnetico 25x25x600mm e costituito da 10000 spire di filo di rame smaltato da 0.3mm di diametro. La realizzazione di tale avvolgimento, considerato l'elevato numero di spire e la delicatezza del filo utilizzato rappresenta una sfida tecnologica non banale per un amatore. A livello elettronico è stato studiato un amplificatore a basso rumore Flicker ($1/f$) per cercare di estendere più in basso possibile l'operatività dello strumento. Le misure sulle fluttuazioni aperiodiche diurne hanno mostrato buoni margini di rumore (rispetto al rumore intrinseco dello strumento) ed in particolare un rapporto segnale/rumore $> 13\text{dB}$ su tutta la banda operativa (0.01Hz-10Hz) con un massimo di 20dB a 0.1Hz.

L'interesse principale del lavoro sono state le pulsazioni generate dalle tempeste magnetiche che avvengono in conseguenza all'interazione della magnetosfera con la di massa coronale solare che viene tipicamente espulsa nei brillamenti maggiori e che risulta nella traiettoria della Terra

In particolare, sono mostrati i risultati delle osservazioni della tempesta di classe G4 (severa) del 24 marzo 2024. Sono state osservate pulsazioni sia nel dominio del tempo che della frequenza nelle bande PC1,PC2,PC3 ed inizio banda PC4 che risulta al limite delle possibilità dello strumento. Vengono inoltre presentate osservazioni di segnali non originati dal sole ma comunque presenti nella banda utile dello strumento. In particolare, le risonanze di Schumann che sono dovute ai modi di risonanza della cavità sferica terra-ionosfera. La frequenza fondamentale di 7.83Hz è sempre presente nelle osservazioni mentre le sue armoniche (fino alla sesta) sono rilevabili nella versione dello strumento con amplificatore a larga banda (1Hz-100Hz) Nel dominio del tempo, singoli fulmini possono eccitare la cavità formando burst denominati "Q-burst" realmente osservati e di cui vengono mostrati alcuni esempi. Vengono infine mostrati alcuni segnali di tipo antropico ovvero le tracce a 60Hz della rete elettrica degli Stati Uniti e la stazione russa "ZEVS" a 82Hz che è utilizzata per l'invio di messaggi ai sommergibili nucleari a quota di immersione operativa.

**Andrea
Dell'Immagine**
a.dellimmagine@gmail.com

OSSERVAZIONI RADAR DI ASTEROIDI CON I RADIOTELESCOPI DELL'INAF

Gli asteroidi e le comete che intersecano o si avvicinano all'orbita terrestre, noti come NEO (Near Earth Objects), rappresentano una potenziale minaccia di impatto per il nostro pianeta. Per questo motivo, il monitoraggio e lo studio approfondito dei NEO costituiscono una componente cruciale della difesa planetaria, poiché permettono di prevedere con precisione le loro orbite e pianificare eventuali misure di mitigazione.

Tuttavia, i NEO non sono solo una minaccia, ma anche una risorsa preziosa. Oltre a fornirci informazioni fondamentali sulla nascita del Sistema Solare e sull'origine della vita sulla Terra, questi corpi celesti contengono elementi rari e materiali che, in futuro, potranno sostenere l'esplorazione spaziale o essere sfruttati come risorse per l'umanità.

Le osservazioni radar si sono rivelate la tecnica da Terra più efficace per lo studio dettagliato dei NEO, consentendo di ottenere dati fondamentali su orbita, dimensione, forma, rotazione e composizione.

Nel 2019, l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ha avviato il progetto "NEO Observation Concepts for Radar Systems", al quale ha partecipato anche l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Questo progetto, concluso con successo nel 2022, ha incluso uno studio pilota e una serie di campagne di test per valutare la fattibilità della creazione di un sistema radar europeo dedicato all'osservazione dei NEO.

Nella prima fase del progetto, abbiamo analizzato diversi scenari di configurazione radar, considerando le antenne già disponibili in Europa e le frequenze operative ottimali per le osservazioni, tenendo anche conto degli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione dei segnali radar.

Successivamente, abbiamo condotto osservazioni di alcuni asteroidi potenzialmente pericolosi utilizzando i radiotelescopi dell'INAF come ricevitori e l'antenna DSS-14 di Goldstone (JPL/NASA), in California, come trasmettitore. Quest'ultima, dopo il crollo della gigantesca antenna di Arecibo nel dicembre 2020, è rimasta l'unico radar planetario di alta potenza ancora operativo al mondo. Tra le osservazioni più rilevanti vi sono quelle degli asteroidi 2021 AF8 e (4660) Nereus, effettuate durante il loro massimo avvicinamento alla Terra, che hanno permesso di misurare importanti caratteristiche fisiche e dinamiche di questi oggetti.

Di particolare importanza è l'osservazione radar dell'asteroide 2005 LW3, condotta il 23 novembre 2022, utilizzando come trasmettitore l'antenna DSS-63 (JPL/NASA) di Robledo, in Spagna, e come ricevitori il radiotelescopio di Effelsberg, in Germania, e il radiotelescopio "Grueff" di Medicina, in Italia. Questa ha rappresentato la prima osservazione di un NEO effettuata con un sistema radar interamente situato nell'Unione Europea. Entrambi i radiotelescopi hanno rilevato l'eco radar dell'asteroide con un elevato rapporto segnale/rumore, riuscendo a risolverlo nel dominio delle frequenze. Le misurazioni degli echi radar hanno fornito informazioni preziose sulle proprietà fisiche dell'asteroide e hanno confermato la presenza di una piccola luna orbitante attorno ad esso.

Giuseppe Pupillo
giuseppe.pupillo@inaf.it

POSSIBILE INCLUSIONE DELLA RADIOASTRONOMIA AMATORIALE NELLE SCUOLE A INDIRIZZO SCIENTIFICO

L'intervento racconta l'esperienza didattica avuta presso il Liceo Scientifico delle Scienze Applicate "Enrico Fermi" di Lecce dove lo scorso 26 marzo un socio del GAS, Gruppo Astrofili Salentini, ha tenuto un breve seminario sulla Radioastronomia, illustrandone i concetti essenziali e la struttura di un radiotelescopio amatoriale alla portata di tutti.

Al Seminario, riservato alla totalità degli alunni delle terze e quarte classi, sono intervenuti circa 200 ragazzi, di cui circa il 25% ha dimostrato interesse all'argomento, tanto da giustificare l'approfondimento attraverso l'istituzione di un apposito corso ove la scuola reperisca le necessarie risorse, anche per la costruzione di un piccolo radiotelescopio.

Il seminario ha avuto valenza quale attività inerente i percorsi per le competenze trasversali e per l'orientamento (PCTO).

L'esperienza ha reso comprensibile come la radioastronomia possa essere praticata anche a livello amatoriale, con costi contenuti e come l'argomento trattato, in una scuola ad indirizzo scientifico, costituisca arricchimento della didattica ordinaria perchè a carattere interdisciplinare, spaziando dalla meccanica, all'elettronica, all'informatica e alla fisica.

Durante il seminario sono stati condotti esperimenti con un'apparecchiatura didattica autocostruita.

Francesco Grassi
ingfragrassi@hotmail.com

RADIOMETEORPYTHON

RadioMeteorPython è un software sviluppato interamente in linguaggio Python, scelto per la sua semplicità di utilizzo e la vasta gamma di librerie matematiche e grafiche disponibili. La versatilità di Python ha permesso di creare un software potente e flessibile, ideale per l'analisi dei dati provenienti da stazioni di monitoraggio radio. Lo scopo principale del programma è proprio quello di elaborare i dati grezzi raccolti dalle stazioni meteoriche, come quelli forniti dal sistema RALmet dell'ingegner Flavio Falcinelli, per studiare gli sciami meteorici in maniera approfondita.

Al momento, RadioMeteorPython è utilizzabile tramite console, e la sua struttura attuale si compone di due macro-programmi principali, supportati da una serie di funzioni che eseguono diverse operazioni sui dati. Le informazioni elaborate dal software includono dati grezzi come il momento in cui si è verificato un evento meteorico e la sua durata. L'organizzazione dei dati avviene su base giornaliera, facilitando così la gestione e l'analisi. Una delle funzioni chiave del software è il calcolo dello HR (tasso orario zenitale) per diverse classi di durata, che possono essere impostate direttamente dall'utente. Questo permette di ottenere un quadro chiaro dell'attività di uno sciame meteorico e di visualizzare il relativo grafico del profilo dell'attività.

Una delle caratteristiche principali del software è la capacità di salvare automaticamente i grafici e generare un file di statistiche giornaliere. Questo file è di grande utilità per scegliere i giorni di indagine più significativi e individuare i profili di background che possono influenzare i risultati. I dati selezionati devono essere inseriti in apposite cartelle predefinite, rendendo l'organizzazione del lavoro semplice e accessibile.

Il sistema di analisi di RadioMeteorPython procede con la creazione automatica di un profilo del background, che l'utente può visualizzare e salvare per consultazioni future. Esistono due diverse modalità di creazione del background: una che utilizza i valori medi orari e un'altra che si basa sui valori minimi orari. Entrambi i metodi forniscono informazioni utili per correggere lo HR, e i file generati vengono archiviati automaticamente senza la necessità di ulteriori interventi da parte dell'utente. Per una trattazione più approfondita e dettagliata di questo processo, si può fare riferimento a "Astronomia UAI", supplemento 1, pagine 28-31, gennaio-marzo 2022, dove vengono spiegate le procedure in modo esaustivo.

Successivamente, il software applica la correzione per l'altezza del radiante sopra l'orizzonte, un parametro che varia in base alla posizione geografica e al momento dell'osservazione. Per eseguire questa correzione, l'utente dovrà selezionare lo sciame meteorico da indagare. Tutti i dati relativi agli sciami meteorici sono già inseriti all'interno di un catalogo del software, il che rende il processo estremamente semplice: basterà selezionare lo sciame desiderato da un catalogo ridotto o, se necessario, da uno più ampio. Il sistema genererà quindi un profilo dell'altezza del radiante e correggerà i dati HR in base a questo parametro.

In maniera del tutto automatizzata, il software produrrà i profili corretti sia per il background che per l'altezza del radiante, utilizzando sia il metodo dei minimi sia quello della media, per poi normalizzare i dati al valore massimo. Tutti i profili saranno salvati e archiviati in file compatibili con Excel, rendendo i dati facilmente accessibili e interpretabili. Un aspetto importante è che tutti i file generati vengono inseriti in cartelle chiaramente identificabili, con informazioni che vengono continuamente aggiornate senza mai cancellare nulla, garantendo così la tracciabilità completa del processo di analisi.

Mario Sandri
mario.sandri@gmail.com

Ogni singolo passaggio del processo di analisi può essere recuperato in qualsiasi momento, permettendo di risalire a specifici file e informazioni senza difficoltà. Questo sistema ben strutturato assicura che l'utente abbia sempre sotto controllo tutte le fasi dell'elaborazione e possa verificare in ogni momento l'origine dei dati e delle correzioni applicate.

Il futuro sviluppo del software RadioMeteorPython prevede l'introduzione di nuove funzionalità, tra cui la possibilità di localizzare automaticamente l'Hot Spot (il punto di massima attività meteorica), identificare i possibili sciame meteorici in tempo reale, e applicare correzioni avanzate per effetti chimici e dead-time (tempo morto). Inoltre, è previsto l'adattamento del software per supportare vari formati di input, rendendolo compatibile con un numero maggiore di stazioni di monitoraggio meteorico. Un'altra implementazione chiave sarà lo sviluppo di un'interfaccia grafica che renderà il software ancora più accessibile e intuitivo per gli utenti meno esperti.

Una delle peculiarità più interessanti di RadioMeteorPython è che, al momento attuale, non esiste nessun altro software disponibile che sia in grado di eseguire tutte queste operazioni in modo così completo. Grazie alla sua struttura flessibile e alla capacità di gestire grandi quantità di dati in modo efficiente, RadioMeteorPython si pone come uno strumento innovativo e fondamentale per l'analisi degli sciame meteorici, offrendo un contributo significativo alla ricerca scientifica in questo campo.

In conclusione, RadioMeteorPython rappresenta una soluzione avanzata per l'analisi dei dati meteorici, offrendo agli utenti un set di strumenti completo e automatizzato per gestire e interpretare i dati in maniera efficace. Il software è in continua evoluzione, con nuove funzionalità previste per il futuro, e promette di diventare uno standard nel campo della ricerca sugli sciame meteorici. Grazie alle sue capacità e alla sua facilità d'uso, RadioMeteorPython offre un'opportunità unica per esplorare e comprendere meglio i fenomeni meteorici, contribuendo in modo significativo alla conoscenza scientifica di questi affascinanti eventi astronomici.

REALIZZAZIONE DI UN MAGNETOMETRO PER LA MISURAZIONE E LA REGISTRAZIONE DEL MAGNETISMO TERRESTRE AD USO AMATORIALE

Obiettivi:

Verranno messe a confronto due possibili soluzioni entrambe economicamente alla portata di un gruppo amatoriale.

La prima soluzione utilizza uno magnetometro disponibile sul mercato ad un prezzo economico (mod.FG-3+), verrà mostrata la procedura per la calibrazione, l'elettronica per la raccolta delle misure e la trasmissione dei dati verso un computer Raspberry PI, verrà inoltre mostrata la soluzione per alimentare il tutto tramite batteria e pannelli solari per un utilizzo "in campo" lontano da fonti di disturbo.

Saranno mostrate le misure ottenute e i principali limiti di questo sistema di misura dovuti principalmente all'influenza delle variazioni di temperatura sulle misure.

Quindi si mostreranno le soluzioni "hardware" per ridurre le variazioni di temperatura e le soluzioni "software" per correggere le misure in funzione della temperatura.

La seconda soluzione proposta consiste nella realizzazione di un magnetometro fluxGate utilizzando materiale e componenti elettronici disponibili in commercio a basso costo.

Verrà mostrato, quindi, il principio di funzionamento di un magnetometro fluxgate e le soluzioni circuitali per realizzare un'elettronica di misura economica. In particolare, l'utilizzo di microcontrollori della serie PIC16F15345 dotati di numerose "periferiche" adatte per generare la frequenza di pilotaggio del magnetometro fluxgate e i segnali di controllo per l'estrazione della misura in modo sincrono alla frequenza di pilotaggio; la scelta di questo microcontrollore è anche dovuta alla disponibilità gratuita del software di programmazione in linguaggio 'C' (la versione base) che permette, inoltre, di configurarne le periferiche con facilità.

Sarà mostrata anche la soluzione adottata per la lettura di un ADC di precisione, come filtrare le misure ottenute per poi salvarle su scheda SD o inviarle ad un sito come Grafana per la visualizzazione in rete delle misure.

Risultati e conclusioni:

Verranno messi a confronto i pro e contro dei due metodi di misura, in particolare i pro dei due sistemi possono essere riassunti in:

- un basso consumo di corrente del magnetometro FG-3+
- mentre il FluxGate autocostruito ha a suo favore una intrinseca insensibilità alle variazioni di temperatura.

A conclusione si accennerà ai possibili miglioramenti futuri.

Roberto Malaguti

robertomalaguti67

@gmail.com

SHARE MY SKY

Introduzione

Immaginate di essere in una città sconosciuta senza una mappa o di aver bisogno di soccorso. Sarebbe difficile orientarsi o dare indicazioni sul luogo, giusto? Il GPS (Global Positioning System) è un po' come una bussola super potente che ci indica sempre la strada giusta, in qualsiasi parte del mondo ci troviamo. Grazie ad una rete di satelliti che orbitano attorno alla Terra, il GPS ci permette di conoscere la nostra posizione esatta in ogni momento... o quasi. Questo sistema ha rivoluzionato il nostro modo di vivere. Pensiamo agli smartphone: grazie al GPS possiamo usare le mappe per raggiungere una destinazione, condividere la nostra posizione con gli amici o trovare il ristorante più vicino ma le applicazioni del GPS vanno ben oltre: dalla navigazione marittima e aerea alla logistica, dall'agricoltura alla ricerca scientifica fino alle richieste di soccorso come capita ogni tanto di vedere in montagna. Insomma, il GPS è diventato uno strumento indispensabile nella nostra vita quotidiana! Uno strumento importante anche nell'ambito del soccorso tempestivo.

Il GPS è un po' come un sistema di triangolazione spaziale che funziona misurando la distanza in tempo dai satelliti sopra le nostre teste. Lo smartphone o navigatore riceve questi segnali e, calcolando il tempo che hanno impiegato per arrivare, determina la posizione con estrema precisione.

Tra i satelliti e il ricevitore non c'è il vuoto, anzi il percorso del segnale è alquanto accidentato! Uno degli ostacoli maggiori che il segnale deve superare è la ionosfera terrestre, uno strato di gas rarefatto e ionizzato che appartiene alla nostra atmosfera (dai 60 km di altezza fino ai 700km). Questo strato è in continua evoluzione e viene tenuto eccitato dai raggi del Sole, dai brillamenti e dagli eventi di space weather. I segnali trasmessi dai satelliti vengono deviati dagli elettroni liberi aumentando il tempo di volo e falsando i calcoli del GPS. In oltre gli eventi di space weather agiscono come super eccitanti della ionosfera modificandola in maniera imprevedibile e aumentandone l'assorbimento oltre che gli effetti di scattering. A questi vanno aggiunti altri effetti della fisica dei gas che perturbano la forma e lo spessore della ionosfera.

Tutto questo significa errori di posizionamento del gps e mancanza di sicurezza.

L'obiettivo

Del segnale GPS si conosce tutto in ogni momento, è tutto ben descritto nelle specifiche. È quindi possibile ricevere un segnale GPS da un satellite e comparare questo con quanto ci si aspetta. La differenza tra il segnale atteso e il ricevuto, se il satellite è a portata ottica (in vista), è attribuibile principalmente allo stato eccitato della ionosfera. Gli errori introdotti nel calcolo della posizione e i rapporti Carry/Noise (SNR normalizzato per l'ampiezza di banda) ricevuti dai satelliti, possono essere utilizzati per studiare la ionosfera e i suoi effetti, cercando di capire di più su come questi agiscono, sulle correlazioni che hanno con lo space weather, insomma comprendere meglio questo magico mondo, con il doppio obiettivo di poter capire di più sullo space weather e contribuire al miglioramento del sistema GPS.

L'esperimento

Per poter raggiungere l'obiettivo sopra descritto, l'idea sarebbe di coinvolgere in primis le associazioni e le persone, ma per fare questo si deve

Thomas Mazzi

thomasmazzi74@gmail.com

poter eseguire delle misure a costi contenuti, con spazi ridotti, accessibili a tutti, ben supportate in termini di strumenti sw e soprattutto robusti e privi di manutenzione.

Lo strumento individuato è una piccola antenna GPS (dotata di chip UBLOX 7020) nata per applicazioni automotive e nautiche, resistente all'acqua e alle intemperie (una piccola scatola protezione non guasta comunque) delle dimensioni di 5x4x2 cm da posizionare all'esterno secondo le proprie possibilità di cielo visibile (non tutti hanno il cielo perfettamente aperto).

Il costo dell'antenna è inferiore ai 20 euro alla quale bisogna aggiungere un eventuale cavo di prolunga usb del costo di pochi euro e un computer (anche datato) collegato ad internet con sistema LINUX (potrebbe andare bene anche un raspberry).

Ogni stazione ricevente, dipendentemente dalle proprie disponibilità di cielo e di tempo secondo la propria finestra di cutoff, raccoglie dati sui segnali ricevuti dai satelliti e gli invia ad un server dove vengono tutti convogliati.

In questa maniera, gli utenti possono scaricare i dati anche di altre stazioni riceventi e vedere:

1. cosa è successo ai segnali di diverse stazioni in correlazione ad eventi
2. fare statistiche
3. modellare la ionosfera avendo disponibile più punti di vista in contemporanea
4. generare sw da condividere che permetta di fare studi su questi dati

Il sistema GPS è coordinato da orologi atomici e la correlazione dei dati è particolarmente precisa.

Il programma di acquisizione è già stato sviluppato in python e in questo momento sta girando su un pc datato. Ovviamente in questa fase sperimentale, gira in locale (essendoci solo una stazione) ma i dati interessanti non sono tardati ad arrivare. Nel grafico sotto si vede il momento in cui la ionosfera ha disturbato il segnale. Purtroppo, non è ancora chiaro il motivo di questi picchi inattesi, in quel momento non erano presenti particolari eventi di space weather. C'è un mondo da scoprire e noi come associazioni a target scientifico astronomico potremmo fare la nostra parte. Il sw genera dei file di testo di circa 20MB giornalieri da poter utilizzare anche con un semplice excel o con un più evoluto matlab o python. La scelta del sistema dipende dall'utente che una volta sviluppato il sw può dividerlo con altri.

In Conclusione

Se si vuole partecipare a questo esperimento è necessario avere:

1. un posto con un minimo di cielo disponibile, va bene anche una finestra in città
2. un accesso a internet
3. essere capaci di usare un computer
4. avere un minimo di disponibilità economica per l'acquisto del sistema
5. voglia, voglia e voglia di indagare su questi argomenti

SOLUZIONI PRATICHE PER IL TRASFERIMENTO, LA MEMORIZZAZIONE, L'ELABORAZIONE, LA VISUALIZZAZIONE DEI DATI DI ESPERIMENTI DI RADIOASTRONOMIA

Gli esperimenti di radioastronomia generano grandi quantità di dati, che devono essere trasferiti per poter poi essere memorizzati, preprocessati, analizzati, visualizzati.

I sensori registrano un flusso continuo di dati, generalmente su macchine con ridotta capacità di calcolo. È quindi opportuno utilizzare formati di memorizzazione che siano facilmente gestibili con risorse limitate, per poi trasferire i dati su sistemi remoti che possano continuare l'elaborazione e la catalogazione dei dati ricevuti. Esistono molti metodi disponibili per il trasferimento, ma alcuni danno maggiori garanzie di correttezza, capacità di recupero in caso di eventuali errori, evitando duplicazioni involontarie o errori nei dati.

È inoltre possibile, all'atto del trasferimento, effettuare delle pre-elaborazioni dei dati che ne permettano una verifica e una maggiore fruibilità attraverso sistemi di analisi e visualizzazione.

Le tecnologie web, infine, abilitano la visualizzazione dei dati e la loro analisi tramite l'interazione con un browser, che garantisce un'interfaccia uniforme e indipendente dal client con il quale l'utente accede.

L'appoggio a strumenti online generalmente gratuiti offerti da aziende di grandi dimensioni permette di evitare la gestione in proprio degli strumenti informatici, dando la possibilità anche a piccole realtà di condividere i propri risultati.

Analizzeremo il caso dei sistemi Helios e Helios-magnetometro che sono stati realizzati e installati dall'Associazione Astrofili Centesi. I dati generati, memorizzati in locale da macchine di recupero o da piccole schede a microprocessore, sono inviati in un caso utilizzando il protocollo git su un repository di GitHub, nell'altro prima attraverso un server influxdb e quindi di nuovo a GitHub.

L'utilizzo delle action di GitHub ha permesso di effettuare delle pre-elaborazioni dei dati per produrre file più efficienti per le visualizzazioni online attraverso degli script Python. I dati pre-elaborati sono stati visualizzati attraverso librerie Javascript in una pagina interattiva, che permette di cambiare la scala di visualizzazione, isolare alcune tracce, verificare i valori.

Nella stessa pagina è stato aggiunto il confronto con i dati forniti da strumenti ufficiali, come quelli provenienti da GOES.

Il progetto Helios è un progetto di citizen science che vuole aderire ai principi dell'open science: per questo sia i dettagli costruttivi, che i calcoli, che il codice sono tutti rilasciati con licenza aperta. Questo permette a chiunque di riprendere il lavoro fatto, realizzarne uno analogo e migliorarlo proponendo modifiche e aggiornamenti.

Nelle conclusioni, analizzeremo i metodi di implementazione di altri progetti di citizen science, per dare spunti su come il sistema possa essere evoluto dal punto di vista degli strumenti utilizzati, mantenendo comunque la stessa flessibilità e affidabilità.

Matteo Fortini
matteo.fortini@gmail.com

SPETTROMETRO A LARGA BANDA PER LA RIVELAZIONE DEI FLARES SOLARI

Il lavoro descrive la realizzazione e sperimentazione di uno spettrometro amatoriale operante nella banda radio HF, con un range tipico di 20-40 MHz, progettato per la ricezione delle emissioni solari associate ai brillamenti (flares) ed altri fenomeni. Il sistema si ispira ad esperienze maturate con radiotelescopi distribuiti a bassa frequenza, come LOFAR, che utilizzano array di numerose antenne attive a larga banda. Tra le diverse configurazioni possibili, è stata adottata una geometria "a farfalla", compatta e in grado di coprire agevolmente la banda 20-40 MHz a mezza potenza.

Viene presentato lo schema di un amplificatore differenziale a basso rumore, progettato per completare l'antenna attiva, insieme alle relative misure di laboratorio, quali guadagno, banda passante e reiezione del modo comune. Il sistema è composto dall'antenna e da un analizzatore di spettro basato su un dispositivo SDR del tipo "Hack RF". Il software di acquisizione è basato su "GNU Radio" e permette la registrazione di 4 spettri al secondo, ciascuno composto da 500 canali. Inoltre, è stato sviluppato un software di post-processing per calibrare la risposta in frequenza del sistema e mitigare i disturbi persistenti dovuti a trasmettitori civili e militari presenti nella banda osservata.

Sono mostrati numerosi esempi di segnali raccolti periodo compreso tra novembre 2023 e giugno 2024, classificati per tipologia di fenomeno. Le emissioni sono catalogate in base al loro aspetto nello spettrogramma, secondo una classificazione originariamente proposta da Paul Wild e Lindsay McCready nel 1950. Il tipo di emissione più frequentemente osservato è il tipo III, associato a regioni attive e brillamenti solari che si presenta sotto forma di burst singoli, gruppi o tempeste.

Sono riportati esempi di spettrogrammi di emissioni di tipo II, III e IV, tipicamente osservabili in questa porzione di spettro. Particolare attenzione è dedicata alla tempesta geomagnetica di classe G5 dell'11-12 maggio 2024, durante la quale è stata registrata un'emissione di tipo IV associata a un flare di classe X2.2, responsabile dell'espulsione di massa coronale che ha in seguito causato la tempesta geomagnetica. Durante il radio blackout dell'11 maggio sono state rilevate emissioni solari non convenzionali.

Il lavoro dimostra come sia possibile studiare le emissioni solari in HF utilizzando strumentazione amatoriale relativamente semplice e a basso costo. L'approccio seguito è quello dell'autocostruzione, comune nella radioastronomia amatoriale: l'antenna e l'elettronica sono interamente autocostruite, mentre la radio SDR è di tipo commerciale. I risultati ottenuti sono in linea con quanto riportato in letteratura, sebbene limitati dalla banda di osservazione ridotta e dalle capacità di calibrazione assoluta del sistema. In particolare, sono stati osservati segnali particolari, come emissioni estremamente monocromatiche e altre inusuali durante un radio blackout, che evidenziano l'importanza della ricerca amatoriale anche in campi difficili come la radioastronomia.

**Andrea
Dell'Immagine**
a.dellimmagine@gmail.com

STAZIONI METEOR SCATTER H24 CON ECHOES ED EBROW: AUTOMAZIONE E ANALISI

Echoes è un software progettato per l'analisi spettrale tramite ricevitori SDR, utilizzato per il rilevamento degli echi meteor scatter. L'intento del progetto è quello di avvicinare al meteor scatter anche gli astrofili che non hanno un background radiantistico. Echoes consente di impostare soglie sul rapporto segnale-rumore (SNR), in modo da rilevare automaticamente gli echi radio, misurarne la durata e salvare i dati in un database locale. Il programma permette anche di gestire la capacità di archiviazione del database, prevenendo la saturazione dello spazio su disco.

Echoes può funzionare autonomamente, permettendo di monitorare e registrare l'attività meteorica h24 senza intervento umano. È compatibile con diversi ricevitori SDR: ad oggi, ha girato con dongle RTL-SDR, Airspy mini e RSP1 clone ma può funzionare anche con ricevitori radio tradizionali, elaborandone il segnale audio in uscita.

Può essere eseguito su sistemi operativi Linux e Windows, con una certa flessibilità nella configurazione e nell'uso. Echoes è progettato per girare a prestazioni più ridotte anche su single board computers, come i Raspberry Pi, può operare anche in modalità console, senza interfaccia grafica, e agire da server in rete locale inviando i campioni radio ad altre sessioni Echoes aperte in rete locale.

Ebrow è il data browser associato a Echoes, pensato per facilitare l'analisi e la gestione dei dati raccolti. Con Ebrow, è possibile aprire i file di database generati da Echoes, classificare gli eventi rilevati come iperdensi, ipodensi o falsi positivi, e generare report dettagliati. Una volta caricati e classificati gli eventi, il programma dà la possibilità di esportare dati e immagini, creare tabelle e grafici statistici con risoluzioni giornaliere, orarie o per intervalli di 10 minuti, oltre a produrre file specifici per la piattaforma RMOB (Radio Meteor Observation Bulletin). Ebrow semplifica notevolmente l'analisi e la gestione dei dati, rendendo facile visualizzare e interpretare i fenomeni registrati.

Insieme, Echoes ed Ebrow formano una soluzione completa e open source per il rilevamento e l'analisi delle radiometeore. La stazione di GABB.IT, che pubblica dati su RMOB, è un esempio pratico di implementazione di questi strumenti. L'integrazione tra i due programmi garantisce una grande flessibilità e adattabilità, permettendo agli utenti di configurare il sistema in base alle proprie esigenze tecniche e di ricerca.

L'aspetto open source dei software consente anche agli utenti di modificare e migliorare il codice per adattarlo a diverse situazioni operative ed eventualmente contribuendo al progetto. Questo aspetto è particolarmente rilevante per l'espansione delle capacità di monitoraggio e analisi meteorica, offrendo una soluzione accessibile e personalizzabile a chiunque voglia contribuire alla raccolta di dati meteorici e all'analisi scientifica.

In sintesi, Echoes è lo strumento per la cattura e l'elaborazione dei segnali radio provenienti da echi meteorici, mentre Ebrow è l'interfaccia che consente di analizzare e gestire i dati acquisiti in modo intuitivo e versatile. Questi due software, lavorando insieme, offrono una soluzione autonoma, affidabile e altamente personalizzabile per lo studio del meteor scatter su piattaforme SDR. Questa presentazione vuole mostrare come installare e configurare i due programmi e fornire linee guida pratiche per sfruttare al meglio questi strumenti.

Giuseppe Massimo Bertani
gm_bertani@yahoo.it

SUPERCALCOLO CON ARCHITETTURE ARM PER IL SETI

Il SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence) è un campo di ricerca risalente agli anni '60 del secolo scorso che nel corso del tempo è stato soggetto a netti cambi di interesse: dopo un periodo di ampio interesse a cavallo tra gli anni '70 e gli anni '80 (lungometraggio E.T. l'extra-terrestre), è iniziato un periodo di alterne vicende con eventi di ampia visibilità quali SETI at Home ed il lungometraggio Contact, alternati a periodi di scarso interesse.

A partire dal 2016, con la Breakthrough Listen il SETI è tornato ad essere considerato molto interessante con ampio spazio sia a livello congressuale sia a livello di pubblicazioni tanto per gli addetti ai lavori quanto per gli interessati non professionisti.

Indipendentemente dall'interesse mediatico e da quello rigidamente scientifico, il SETI è sempre stato un progetto che riguardo la tecnologia per uso scientifico ha portato sempre innovazioni e benefici. Il motivo di ciò è che l'analisi di segnali provenienti dal cosmo ad ampia banda, senza un'idea precisa del tipo di segnale da identificare, senza un'idea del contenuto del segnale e della sua codifica ha richiesto l'analisi di enormi quantità di dati con algoritmi ad alta complessità computazionale. Questo ha comportato che il SETI nel tempo abbia richiesto lo sviluppo di sistemi di acquisizione dati e macchine da calcolo molto potenti ed efficienti che utilizzavano gli ultimi dispositivi tecnologici immessi sul mercato.

La collaborazione tra il SETI Institute, l'Università della California – Berkeley ed in maniera minore di altri enti di ricerca denominata CASPER (Collaboration for Astronomy Signal Processing and Electronics Research) ha permesso lo sviluppo di sistemi ad alte prestazioni e a tecnologia aperta che successivamente sono diventati la base di altri back-end radioastronomici dedicati ad applicazioni completamente diverse dal SETI tanto che oggi i maggiori progetti di ricerca radioastronomica si basano su dispositivi sviluppati da CASPER o su altri sistemi da questi direttamente derivati.

Nelle mie attività di ricerca iniziate nel 2016 ho sviluppato diversi sistemi di acquisizioni dati per il SETI. Uno dei primi sistemi di prova realizzati poteva acquisire dati ad un rateo molto maggiore di quanto le unità di calcolo a bordo potessero analizzare. Al fine di sfruttare al massimo la capacità di acquisizione del sistema si è pensato effettuare l'elaborazione di tali dati non all'interno del sistema che li acquisiva ma all'esterno, scaricando (offload) l'elaborazione su un cluster di schede per server basate su processori ARM che in quel periodo apparivano sistemi a basso costo, con prestazioni che seppur limitate mostravano un alto livello di efficienza ed una facile scalabilità.

Negli ultimi anni, i processori ARM che un tempo erano dedicati a sistemi mobile (agende elettroniche, computer palmari, telefoni cellulari, smartphone e tablet) per le loro aumentate capacità di calcolo sempre conservando una rilevante efficienza energetica stanno penetrando sempre più il mercato dei laptop e sono ormai un'architettura di riferimento per i supercomputer.

In questo intervento, continuazione di quello introduttivo dello scorso anno, sono a riassumere i risultati ottenuti e le prospettive future.

**Roberto Lulli,
Stelio
Montebugnoli**
roberto.lulli@inaf.it

TOTALPOWER 8.0.0

Questo lavoro presenta le ultime funzionalità del programma TotalPower che è stato sviluppato inizialmente con l'obiettivo di effettuare misure di rumore RF (Radio Frequenza) lavorando in congiunzione con la SDR (Software Defined Radio) a bassissimo costo nota come RTL-SDR [1].

Il programma, giunto alla versione 8.0.0, ingloba ora numerose altre funzionalità quali la predizione del livello di rumore ricevibile dalle più forti radiosorgenti cosmiche (Y-factor noise), l'analisi nel dominio della frequenza della banda radio ricevuta, la rilevazione automatica della "riga dell'idrogeno" (H-Line) e la possibilità di puntare l'antenna del radiotelescopio con la funzione click-and-point basandosi su una mappa radio del cielo creata appositamente.

La capacità di creare mappe di rumore tridimensionali sia di specifiche aree del cielo che dell'orizzonte radio del punto di osservazione rendono TotalPower uno strumento prezioso per muovere i primi passi nella radioastronomia.

Funzioni principali

- **ENTER LOCATION:** consente di impostare la posizione dell'osservatorio utilizzando le coordinate in notazione sessagesimale e decimale o utilizzando il QRA Locator noto anche come Maidenhead Locator.
- L'immissione del Maidenhead Locator supporta sia il formato a 6 cifre che quello a 8 cifre consentendo una precisione molto elevata.
- **ANALYZE RX CHAIN PERFORMANCE:** calcola i parametri chiave di una catena di ricezione a partire dalle caratteristiche specifiche del sistema di ricezione inseriti dall'utente.
- **3D NOISE HORIZON:** produce una mappa tridimensionale dell'orizzonte radio dell'osservatorio partendo dalla misurazione di rumore effettuate nell'area di scansione definita dai limiti di azimut ed elevazione.
- **NOISE PLOT:** mostra il segnale RF catturato dalla RTL-SDR su un grafico continuo.
- **3D NOISE SCAN:** produce una mappa tridimensionale di una zona specifica del cielo basata su 25 punti di misura del rumore attorno al punto da analizzare.
- **BAND EXPLORER:** mostra la banda RF ricevuta permettendo numerose analisi e regolazioni. Una speciale modalità di ricezione è dedicata al rilevamento della riga dell'idrogeno (H-Line).
- **SKY EXPLORER:** offre funzioni avanzate di tracciamento delle sorgenti cosmiche più potenti. SKY EXPLORER consente anche di puntare l'antenna automaticamente su una qualsiasi area del cielo operando con il mouse su una mappa radio del cielo creata appositamente.
- **3D DATA ANALYZER:** crea grafici tridimensionali partendo dai dati generati dalle funzioni di scansioni (3D NOISE SCAN e 3D NOISE HORIZON).

**Mario Armando
Natali**

mario.natali@gmail.com