

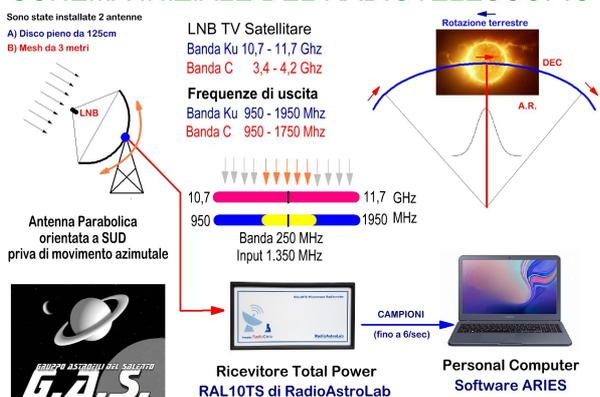
AUTOCOSTRUZIONE DI UN RADIOTELESCOPIO IDONEO A TRACCIARE RADIOMAPPE

Da sempre appassionato di Astronomia e socio del "GAS Gruppo astrofili salentini", recentemente, avendo attualmente più tempo libero, ho pensato di attuare una vecchia idea: realizzare un piccolo Radiotelescopio amatoriale.

La scelta del ricevitore è caduta sul noto RAL_10TS di RadioAstroLab, accoppiato ad una antenna parabolica TV-Sat del diametro di 125 cm con offset di 21.3°. La frequenza di lavoro è di circa 11,2 Ghz, (banda K), quella del comune LNB installato. Il Sole è stata la prima radiosorgente osservata. Il ricevitore è tarato per la frequenza di 1350 Mhz e larghezza di banda di 250 Mhz.

Ho montato la parabola su un supporto auto-costruito, orientato verso SUD, capace di consentirne il solo movimento verticale, azionato da un attuatore elettrico lineare pilotato manualmente. L'attuatore ha il punto di ancoraggio inferiore variabile in maniera da coprire nel complesso un arco di circa 100°, consentendo un puntamento da circa 22° sull'orizzonte e fino a 30° oltre lo zenit.

SCHEMA INIZIALE DEL RADIOTELESCOPIO



TRANSITO DEL SOLE A 11 GHz

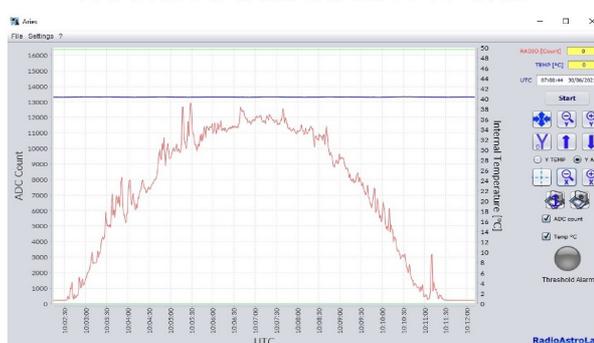


Grafico ottenuto con il Ricevitore "Total Power" RAL10TS di RadioAstroLab da Senigallia (AN) e relativo software in dotazione ARIES

Mi sono subito reso conto che alla mia latitudine, a circa 40° sull'orizzonte, la ricezione era fortemente disturbata da radioemissioni provenienti dai satelliti geostazionari operanti sulla stessa frequenza del Radiotelescopio, tanto rendeva indispensabile dotare l'antenna anche di movimento orizzontale sul piano Azimutale per cercare di evitarli. Ho così modificato il supporto, rendendolo girevole anche nel piano azimutale e dotandolo di relativo attuatore lineare.

PARABOLA SATELLITARE TV DA 125 cm



La parabola è in grado di muoversi sia sul piano azimutale che su quello zenitale. Il movimento verticale permette di ottenere scansioni e quindi mappe della volta celeste. E' possibile ruotare la parabola sul piano azimutale di un angolo prefissato tra le scansioni. In questo modo è possibile mappare le radiosorgenti fisse presenti nel cielo osservato come i satelliti televisivi.



Affinché potessi da remoto conoscere gli angoli di puntamento dell'antenna, sia sul piano verticale che su quello orizzontale, ho applicato su entrambi gli assi di rotazione del supporto due potenziometri lineari che mi ritrovavo e due goniometri acquistati in cartoleria, questi ultimi accoppiati a due piccole, economiche videocamere normalmente utilizzate per la visione in

retromarcia nei veicoli.

Ho pensato così di muovere la parabola verticalmente e orizzontalmente nell'intorno del meridiano locale ($\pm 15^\circ$), in maniera da annotare manualmente le coordinate dei picchi di radioemissione dei satelliti geostazionari e, quindi, bozzare una mappa della zona di cielo osservata con le indicazioni di tali satelliti e, comunque, dei radio-disturbi fissi di origine terrestre.

L'operazione si è rivelata piuttosto laboriosa, noiosa ed imprecisa. E allora perché non farla in modo automatico, realizzando un hardware ed un software appositamente dedicati allo scopo? **Pertanto sarebbe servito anche a tracciare radio-mappe del cielo**, sensibilità permettendo, limitando il movimento della parabola alla sola scansione verticale (asse Y in gradi della mappa), mentre la rotazione terrestre avrebbe sostituito il movimento azimutale, permettendo di definire l'asse delle X, espresse in unità di tempo (Ascensione retta).

Il ricevitore RAL_10TS, attraverso il software in dotazione (ARIES), consente non solo di fornire il grafico della variazione del segnale ricevuto nel tempo, effettuando circa 6 campionamenti di radiazione al secondo nella modalità più semplice, ma anche di memorizzare su file il valore della misura del campione e del relativo istante di campionamento, espresso in secondi con tre cifre decimali (*le specifiche del ricevitore e del relativo software sono indicate nel sito di RadioAstroLab - Senigallia*).

In definitiva si trattava di realizzare una **scheda driver** per gli attuatori di movimento della parabola, capace di trasmettere poi al PC i segnali di sincronismo di inizio e fine dei movimenti verticali e, eventualmente per la rilevazione delle radiosorgenti fisse, anche degli step di avanzamento sul piano azimutale.

Il **software** da scrivere, che ho chiamato **Radio-Map**, *in modalità di ricezione*, avrebbe dovuto memorizzare su file gli angoli limite programmati di puntamento della parabola, relativi ai punti di inversione del moto verticale e, eventualmente, anche gli estremi programmati della rotazione azimutale e quindi la sequenza temporale degli istanti di inversione del moto verticale, ovvero anche dell'eventuale avanzamento e fine della rotazione azimutale. Il medesimo software, *in modalità di elaborazione*, avrebbe incrociato i dati relativi al movimento della parabola con quelli forniti dal software ARIES, sincronizzandoli, assegnando cioè a ciascun campione di radiazione la specifica posizione sulla radio-mappa, **corrispondente a quella assunta dalla parabola nel medesimo istante**, assumendo l'ipotesi di rotazione della parabola a velocità costante. Quindi avrebbe disegnato la mappa rappresentando il campione con un box di pixel di luminosità e/o colore proporzionale alla propria intensità di radiazione.

Durante la stesura del programma sono stati sperimentati diversi spettri di rappresentazione e algoritmi capaci di incrementare il contrasto, in maniera da meglio evidenziare le radiosorgenti più deboli. E' stato anche previsto il tracciare sezioni verticali e orizzontali della mappa (*le sezioni orizzontali simulano il grafico del passaggio di una radiosorgente per un angolo di puntamento statico pari all'altezza della sezione stessa, quelle verticali la variazione del segnale relativamente a ciascuna scansione della parabola*). E' stato altresì reso possibile salvare su file anche i risultati dell'elaborazione per la visualizzazione immediata delle radio-mappe. Le mappe hanno al momento solo il formato ortogonale, simile alla cartografia terrestre di tipo "Mercatore".

Il software, assegnate le coordinate del luogo, consente inoltre di determinare l'orario e la posizione, in coordinate astronomiche o azimutali, del passaggio di una radiosorgente in funzione delle sue coordinate astronomiche. Inoltre, assegnate le dimensioni in gradi della mappa, sia in verticale che in orizzontale, determina automaticamente gli estremi dell'angolo di puntamento verticale dell'antenna (limiti di Declinazione della mappa) e gli istanti di inizio e fine della registrazione dei dati (limiti in Ascensione Retta della mappa).

Avviando con idoneo anticipo il software ARIES del ricevitore, il movimento della parabola ed il software Radio-Map in modalità *ricezione*, la registrazione dei dati inizia automaticamente e termina non appena la regione di cielo che si intende osservare transita del tutto sul piano verticale di scansione della parabola.

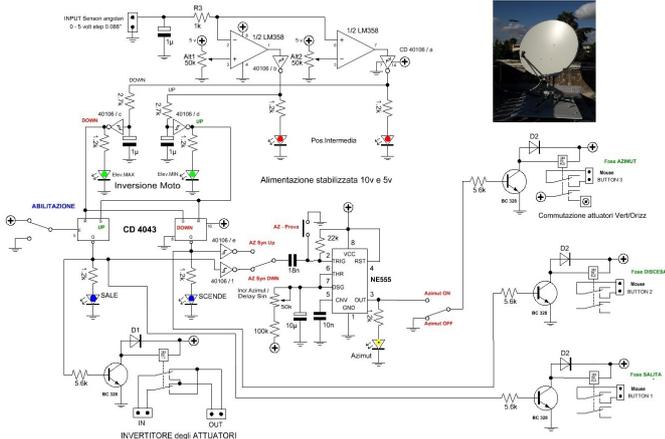
Tanto consentirà, nella prossima sperimentazione, di provare a costruire mappe sovrapponendo una molteplicità di osservazioni effettuate in giorni successivi alla stessa ora in termini di giorno siderale. In definitiva il sistema si comporta come una camera digitale a lunga esposizione, capace cioè di aumentare la propria sensibilità. Ove il meridiano di puntamento sia diverso da quello locale, la mappa viene costruita tenendo conto della relativa distorsione introdotta dall'aver una montatura azimutale anziché equatoriale.

Per l'esame sistematico di zone di cielo prescelte è possibile creare un file di testo, letto dal software, dove su ciascuna riga, rispettando l'ordine dei caratteri, sono indicati: il nome della

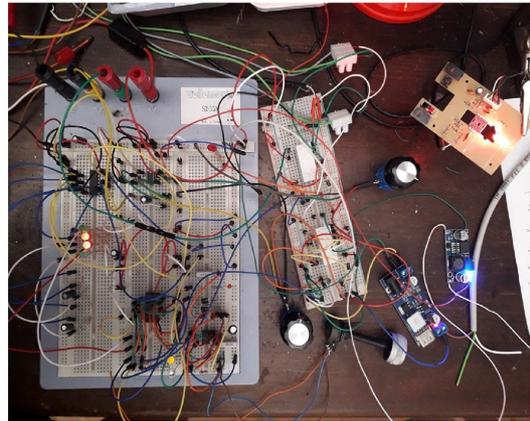
mappa, le coordinate astronomiche del centro della mappa, le dimensioni in gradi della larghezza ed altezza della mappa. Ciò semplifica l'osservazione programmata di specifiche aree del cielo da ripetere in giorni consecutivi, ovviamente senza modificare la programmazione dei movimenti della parabola. Il software Radio_Map è stato scritto utilizzando la piattaforma *Visual.net di Microsoft*.

La scheda Hardware, ancora in fase di prototipo per non essere definitiva, è stata realizzata con componenti discreti, utilizzando una Board per montaggi sperimentali. Al momento lo schema elettrico è stato rielaborato per consentire il pilotaggio anche la seconda antenna parabolica del tipo "Mesh", del diametro di 3 metri, da poco installata, più idonea ad operare su frequenze più basse e tipiche, come quella dell'idrogeno neutro di 1.420 Mhz.

SCHEMA DRIVER (Prototipo)

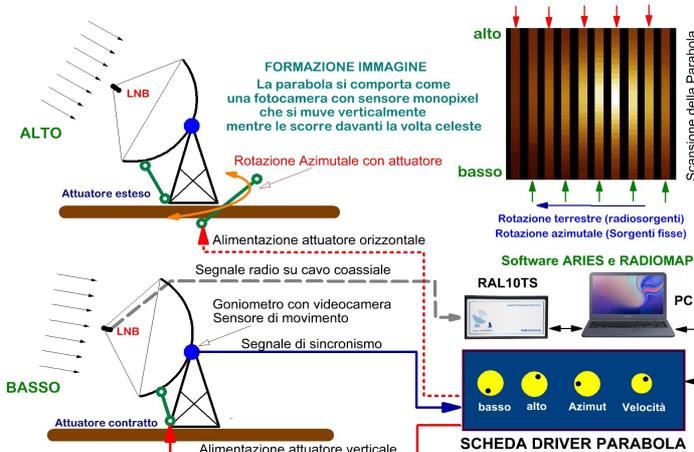


PROTOTIPO DELLA SCHEMA DRIVER



Il collegamento fra la scheda ed il PC avviene tramite un semplice mouse interagendo con i Bottoni Left, Right e Center. La struttura del radiotelescopio risulta, pertanto, così modificata:

RADIOTELESCOPIO MODIFICATO



TRANSITO DEL SOLE IN SCANSIONE

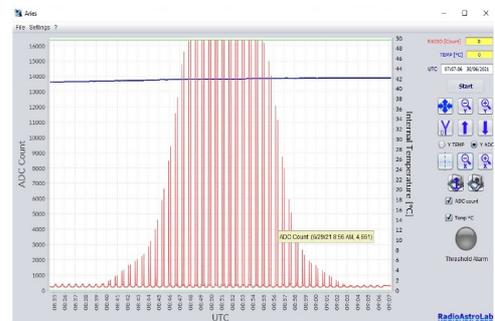
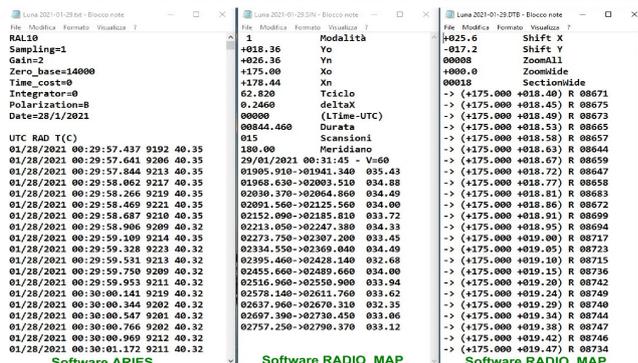


Grafico ottenuto con il Ricevitore "Total Power" RAL10TS di RadioAstroLab da Senigallia (AN) e relativo software in dotazione ARIES

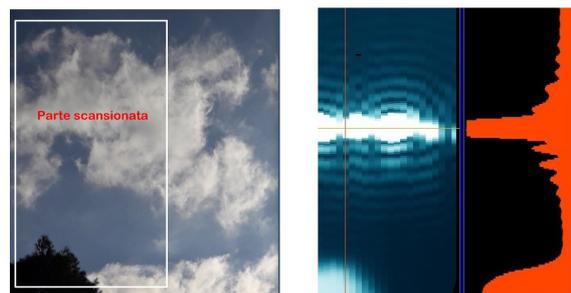
La precedente curva di transito si trasforma nell'involuppo di quelle relative a ciascuna scansione.

Il software Radio-Map elabora la mappa sulla base dei seguenti file, di cui il primo prodotto dal software di gestione del ricevitore, gli altri da esso stesso. **Ed ecco la prima Radiomappa!**

I FILE PER LA FORMAZIONE DELLA MAPPA



RADIOMAPPA DI SORGENTI FISSE

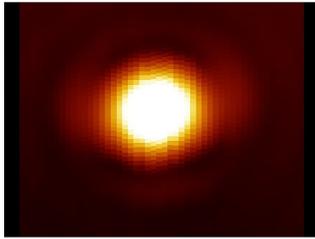


La mappatura ha richiesto anche la rotazione azimutale della parabola

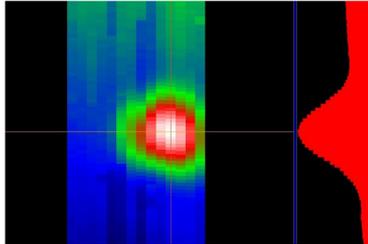
E' visibile in basso a sinistra la radiazione elettromagnetica emessa dall'albero, che irradia come corpo nero

Alcuni esempi di altre immagini ottenute:

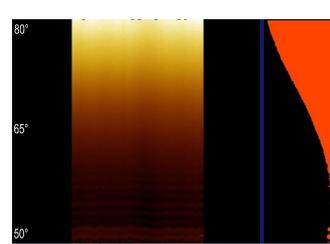
RADIOMAPPA DEL SOLE A 11 GHz



RADIOMAPPA DELLA LUNA A 11 GHz



GRADIENTE TERMICO DEL CIELO



e la schermata iniziale del software RadioMap

Inserendo le coordinate della Radiosorgente il programma ne calcola l'orario del transito e i dati per il puntamento della parabola

L'inserimento dei dati può avvenire anche predisponendo un programma di lavoro attraverso un file di testo dove riportare più radiosorgenti col relativo nome, dimensione mappa e coordinate celesti

Modalità di funzionamento
Altre modalità:
ELABORAZIONE
RADIOMAPPE
SPETTROGRAFIA

Radio-Map

Radiomappa della Luna come acquisita

La stessa radiomappa elaborata con algoritmo

Piccole variazioni di gradiente termico del cielo evidenziate con l'uso dell'algoritmo f(Z)

Uso del software per analisi spettrale delle stelle

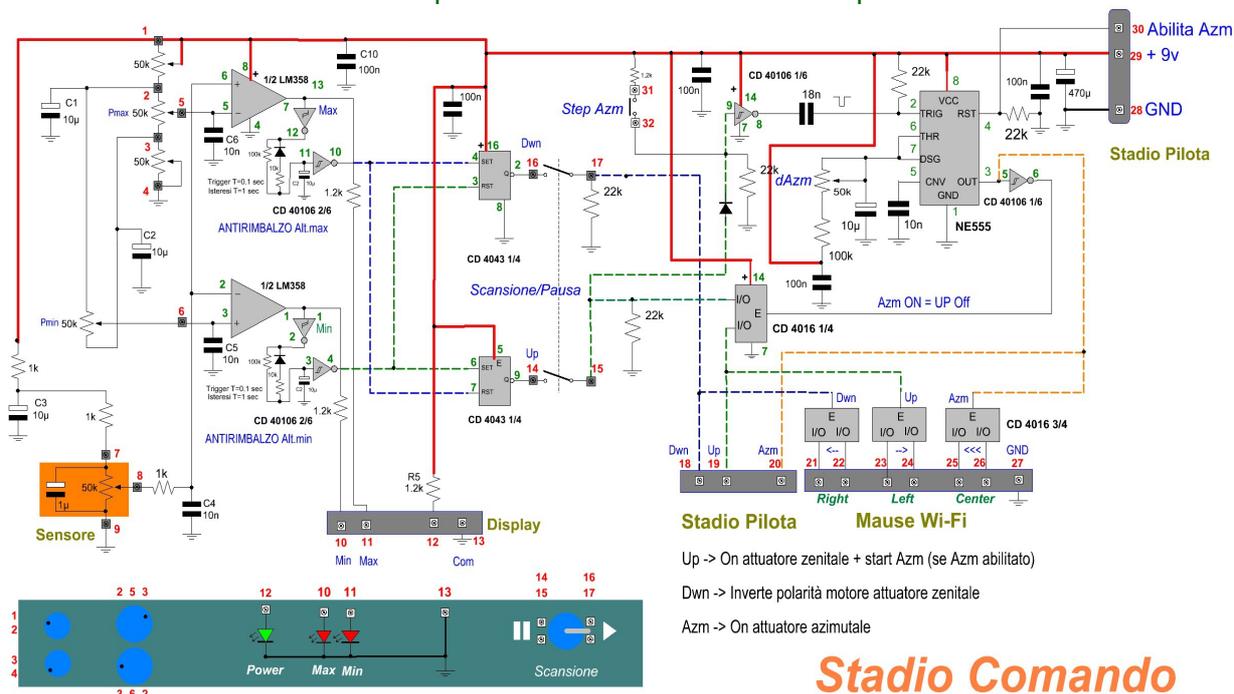
La **finalità del progetto** è stata pertanto quella di realizzare un radiotelescopio amatoriale con una spesa ridotta (ricevitore ed antenna), ma con funzioni più complesse derivate dall'aver introdotto, **attraverso l'autocostruzione**, modifiche allo schema tradizionale. A ciò si aggiunge la sua possibile utilizzazione a fini didattici in considerazione delle diverse discipline interessate (Astronomia, Meccanica, Elettronica, Informatica... e un po' di fantasia), rendendolo visitabile .

La spesa per la costruzione del supporto è stata quella per l'acquisto di qualche profilato in ferro e relativi accessori, di due comuni attuatori lineari a 12v e due mini videocamere da pochi euro. Per la costruzione della scheda driver la spesa è stata quella per una manciata di componenti (i più costosi forse i relè e gli alimentatori). La redazione del software è stata priva di costo per aver utilizzato una piattaforma free scaricabile dalla rete.

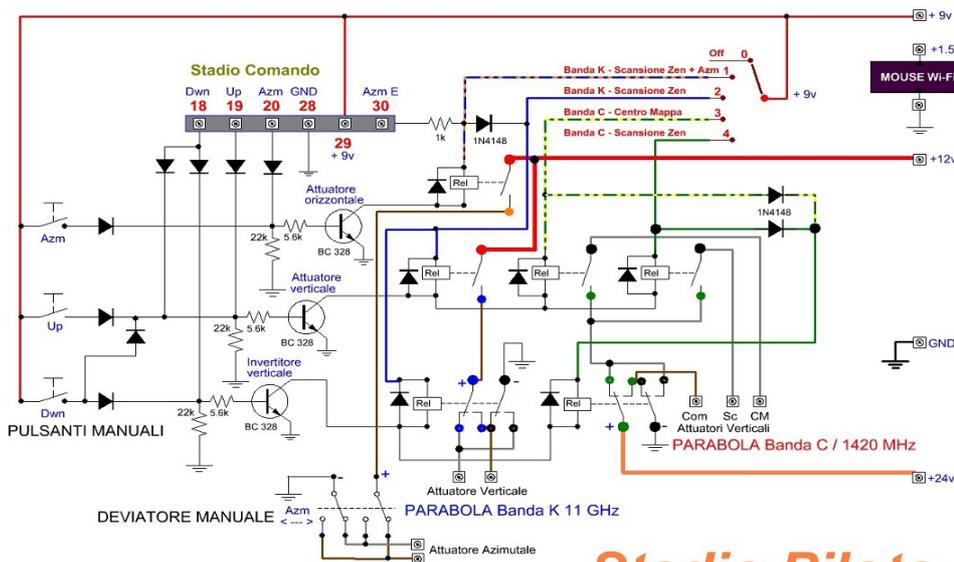
Tale finalità si intende raggiungere anche attraverso la collaborazione col **GAS "Gruppo di astrofili salentini"** <http://www.gruppoastrofilisalentini.it/> .

SVILUPPI FUTURI

1-Modificare la scheda driver per consentire l'uso anche della parabola da 3 metri



Stadio Comando



Stadio Pilota



Pannello di comando



Antenna Mesh da 3 metri di diametro per frequenze più basse (1420 Mhz)

2-Modificare il software per provare ad integrare Radio-Mappe della stessa zona del cielo, effettuate in giorni successivi e, quindi, per migliorare la sensibilità del radiotelescopio.

Francesco Grassi

ingfragrassi@hotmail.com