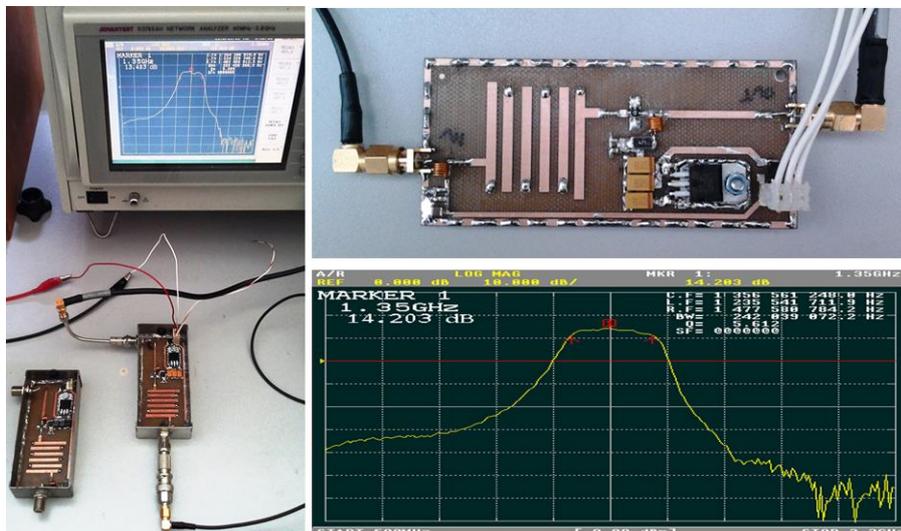


## Esperienze di Radioastronomia con la serie di ricevitori a microonde *Total-Power RAL10*

Flavio Falcinelli



RadioAstroLab s.r.l. 60019 Senigallia (AN) - Italy - Via Corvi, 96  
Tel: +39 071 6608166 - Fax: +39 071 6612768  
[info@radioastrolab.it](mailto:info@radioastrolab.it) [www.radioastrolab.it](http://www.radioastrolab.it)

Per gli appassionati di scienza che nutrono interesse o curiosità verso la radioastronomia, è oggi possibile iniziare un'affascinante e stimolante attività di ricerca amatoriale pur non essendo esperti di elettronica e di tecnologie radio. *RadioAstroLab*, azienda leader in questo settore, offre un'ampia gamma di prodotti per ogni esigenza e portafoglio, in modo da consentire a chiunque di accostarsi, con il necessario supporto, a questa meravigliosa disciplina.

Gli astronomi dilettanti, i radioamatori, gli studenti, i gruppi e le associazioni che si occupano di scienza e di tecnologia, troveranno da noi sempre nuove e interessanti proposte per realizzare, “chiavi in mano”, radiotelescopi amatoriali e semi-professionali con i quali iniziare l'osservazione del cielo nella banda delle radioonde. Questa attività, per molti aspetti sconosciuta e innovativa, se opportunamente stimolata e sviluppata, può diventare un importante complemento alle tradizionali osservazioni degli astrofili e dei radioamatori. Anche le scuole, le università e le istituzioni di educazione alla scienza possono trarre vantaggio dalle nostre proposte, scoprendo quanto sia semplice e divertente realizzare esperimenti di radioastronomia. Notevole è la valenza didattica dell'argomento, dato che nella realizzazione, nell'installazione e nell'esercizio di un radiotelescopio amatoriale intervengono discipline complementari fra loro come la fisica, l'astronomia, la matematica, la tecnica elettronica e radioelettrica, l'informatica e la meccanica.

La serie di strumenti che presentiamo è completa: si spazia dal kit di moduli premontati e tarati per chi ama “sporcarsi le mani” costruendo un piccolo radiotelescopio nel giardino di casa, fino alla strumentazione più sofisticata e pronta all'uso, completa di accessori come il sistema di antenna e la montatura necessaria per il corretto puntamento delle radiosorgenti. Con tali attrezzature è semplice installare un radiotelescopio a microonde gestibile a distanza anche attraverso internet. Ovviamente, è incluso anche il software di base che consente l'acquisizione e l'archiviazione automatica dei dati attraverso il PC. Per ogni prodotto sono dettagliate le caratteristiche importanti che consentono, oltre al normale utilizzo, anche l'ottimizzazione e la personalizzazione delle prestazioni (come, ad esempio, il protocollo di comunicazione seriale con il quale è possibile acquisire i dati delle misure e controllare lo strumento) e sono realizzabili, previa valutazione del nostro ufficio tecnico, modifiche e soluzioni hardware “ad hoc” per soddisfare particolari esigenze.

Altri interessanti strumenti sono “in cantiere” e saranno a breve presentati, insieme a tante proposte di progetti scientifici: il lavoro e l'attenzione di *RadioAstroLab* verso la radioastronomia amatoriale e la scienza sono costanti e sempre attuali!

## ***Serie Total-Power RAL10: la radioastronomia alla portata di tutti.*** **Quale prodotto scegliere?**

La gamma *RAL10* comprende una serie di ricevitori molto sensibili dedicati alla radioastronomia, per la precisione *radiometri a microonde* (lavorano alla frequenza di 11.2 GHz). Si tratta di strumenti del tipo *Total-Power*, che misurano la radiazione emessa da qualsiasi oggetto celeste intercettato dall'antenna.

La costruzione di piccoli radiotelescopi funzionanti nella banda di frequenze da 10 a 12 GHz è oggi economica e semplificata se si utilizzano sistemi di antenna e componenti provenienti dal mercato della TV satellitare, reperibili ovunque a basso costo. Grazie all'ampia diffusione commerciale di questo servizio, sono facilmente reperibili moduli come preamplificatori-convertitori a basso rumore e antenne a riflettore parabolico disponibili in varie dimensioni, complete di supporti per il montaggio e per l'orientamento. Per facilitare l'approccio a questa disciplina sfruttando la reperibilità e l'economia di tale materiale, abbiamo sviluppato la linea di prodotti *RAL10* in modo da consentire a chiunque di installare il primo radiotelescopio a microonde. Data la piccola lunghezza d'onda, è relativamente semplice costruire strumenti amatoriali con buone caratteristiche direttive e accettabile potere risolutivo. Anche se a queste frequenze non “brillano” radiosorgenti particolarmente intense (esclusi il Sole e la Luna), la sensibilità del sistema è esaltata dalle grandi larghezze di banda utilizzabili e dalla ridotta influenza dei disturbi artificiali: il radiotelescopio può essere installato sul tetto o sul giardino di casa, in zona urbana. I satelliti geostazionari televisivi potrebbero essere fonti di interferenza, ma è facile evitarli senza limitare troppo il campo osservativo, essendo nota e fissa la loro posizione in cielo.

Rimandiamo ad altri articoli pubblicati sul nostro sito per gli approfondimenti sul funzionamento di un radiotelescopio, sulla struttura di un ricevitore *Total-Power* e sulle possibilità osservative della radioastronomia amatoriale: in questo documento focalizzeremo l'attenzione sulla gamma dei prodotti *RAL10*, differenziando e sottolineando le caratteristiche distintive di ogni strumento in modo da semplificare la scelta. Siamo consapevoli del fatto che questa disciplina, tanto affascinante quanto poco diffusa, misteriosa e spesso “oscura” per i profani, possa apparire inizialmente difficile: con queste note ci auguriamo che lo sperimentatore volenteroso superi le incertezze iniziali, confermando, in ogni caso, la disponibilità del nostro personale per chiarire qualsiasi dubbio nell'acquisto, nell'installazione e nell'esercizio della strumentazione.

Iniziamo con una panoramica sulla famiglia di ricevitori *Total-Power RAL10* e sulle loro caratteristiche. Nel successivo paragrafo vedremo come orientare la scelta dello strumento in base al tipo di sperimentazione che si desidera affrontare, alla personale esperienza in radioastronomia amatoriale e,

naturalmente, considerando le proprie disponibilità economiche. Una impostazione che fa la differenza e che può condizionare il buon esito di un progetto di radioastronomia amatoriale, soprattutto se ambizioso, riguarda la possibilità di organizzare la costruzione del radiotelescopio e le successive osservazioni radioastronomiche come lavoro di gruppo, ispirandosi ai programmi dei circoli di astrofili (che spesso gestiscono piccoli osservatori astronomici con attività di divulgazione aperte al pubblico) e delle associazioni radioamatoriali. In tale caso diventa più agevole ed istruttiva la realizzazione e la gestione degli strumenti più grandi e complessi.

## 1. RAL10KIT

E' un kit per autocostruttori con un minimo di pratica nei montaggi elettronici. Come si vede dalla Fig. 1, la confezione comprende il modulo radiometrico *microRAL10*, la scheda interfaccia USB per il collegamento con il PC, le istruzioni di assemblaggio e il software di gestione. I moduli sono premontati: si tratta di racchiudere tutto in un adatto contenitore, completarlo con un alimentatore (come specificato nelle istruzioni allegate), un cavo coassiale e una comune antenna con LNB funzionante nella banda TV-SAT 10-12 GHz. Si è così realizzato il primo radiotelescopio a microonde.

Insieme al ricevitore *RAL10AP* (vedi note seguenti) rappresenta il punto di partenza per le prime esperienze di radioastronomia.



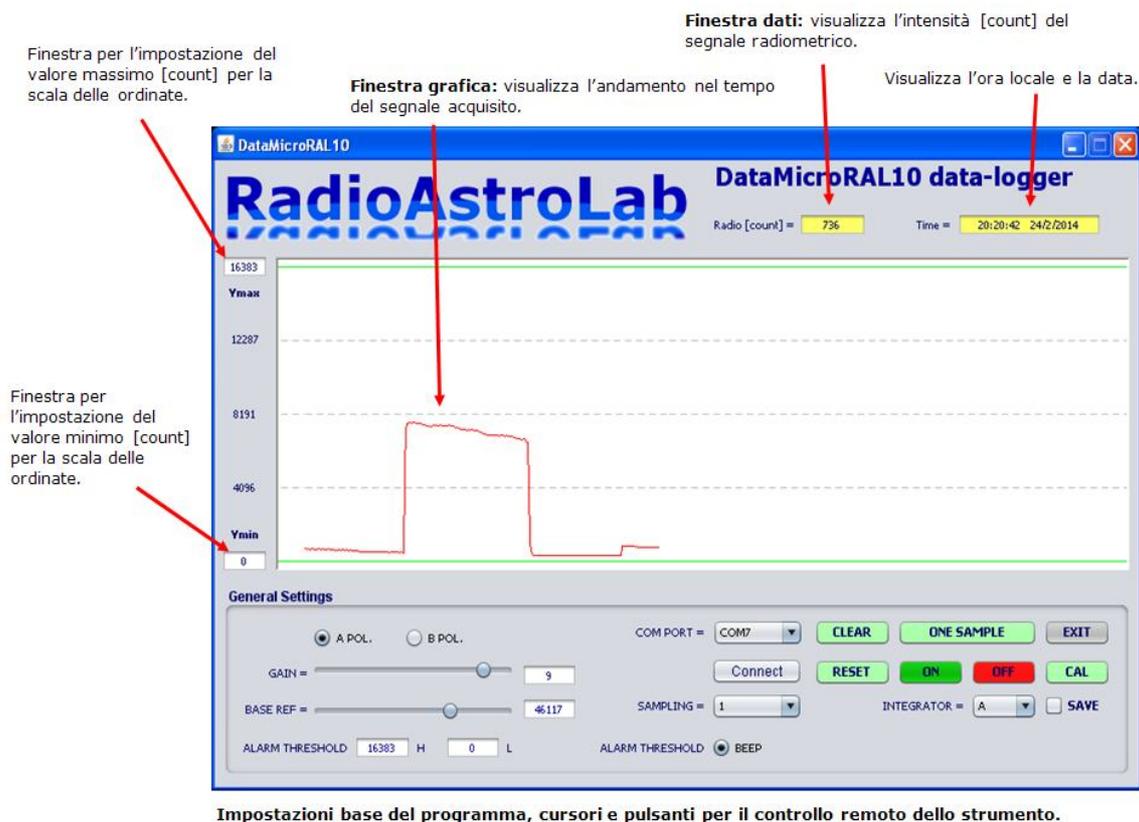
Fig. 1: RAL10KIT, pensato per gli appassionati autocostruttori.

## 2. RAL10AP

E' il più piccolo radiometro della serie *RAL10* completo, assemblato e pronto all'uso, "fratello maggiore" di *RAL10KIT*. Le caratteristiche base del ricevitore sono identiche a quelle del precedente dispositivo, con la differenza che lo strumento è fornito già montato in un robusto ed elegante contenitore metallico. Per iniziare a lavorare è sufficiente collegare l'antenna (con LNB), l'alimentatore esterno e il PC: attivando il software *DataMicroRAL10* (Fig. 3) si avvia l'acquisizione delle misure. Caratteristica peculiare di *RAL10AP* è un'uscita audio (prelevata a valle del rivelatore) utile a scopo di monitoraggio. L'interfaccia di collegamento USB al PC e il software di gestione sono identici a quello del precedente prodotto e l'energia è fornita tramite un alimentatore esterno a 12 V (fornito a parte, su richiesta), una batteria ricaricabile oppure la nostra *Unità Batteria Ricaricabile RAL10BT* (accessori disponibili su richiesta).



**Fig. 2:** Il ricevitore *RAL10AP* con il suo alimentatore (fornito a parte, su richiesta): l'immagine mostra lo strumento durante un test di laboratorio collegato al PC per l'acquisizione dei dati, equipaggiato con l'unità esterna *RAL10\_LNB* e l'illuminatore per l'antenna *RAL10\_FEED*.



**Fig. 3:** Software *DataMicroRAL10* di acquisizione e di controllo per *RAL10KIT* e per *RAL10AP*.

### 3. RAL10

E' lo strumento più completo nella versione da banco (installazione del radiotelescopio con il ricevitore posizionato all'interno di un laboratorio, in prossimità del PC di acquisizione). Un robusto contenitore metallico ospita l'elettronica del ricevitore ad elevata sensibilità e termostabilizzato (per ottimizzare la riproducibilità e la precisione della misura). E' presente un pannello frontale con tastiera per l'impostazione manuale dei comandi e un display LCD retro-illuminato per la visualizzazione delle funzioni (Fig. 4). Una porta USB collega il PC di stazione gestito dal software fornito con la confezione.

*RAL10* è un radiometro *Total-Power* caratterizzato da elevata sensibilità e stabilità, come richiesto dalle osservazioni radioastronomiche amatoriali più avanzate. L'ampia possibilità di controllo e di programmazione dei parametri operativi ne fanno lo strumento di punta della linea *RAL10*.

### 4. RAL10PL

Ricevitore abbinato all'antenna *RAL230ANT* (2.3 metri di diametro) e pensato per essere installato all'esterno. Le sue caratteristiche tecniche sono identiche a quelle di *RAL10*: lo strumento si distingue per l'elevata sensibilità e stabilità nella misura (temperatura interna controllata con regolatore PID). *RAL10PL* è assemblato all'interno di un robusto contenitore a cassetta in policarbonato resistente alla pioggia e all'umidità, con ulteriore protezione metallica dei circuiti elettronici interni. Il ricevitore non ha un display che visualizza le funzioni operative in quanto progettato per un controllo remoto attraverso una porta Ethernet: è possibile collegare in rete il dispositivo, implementando un monitoraggio e una gestione del radiotelescopio via web. Caratteristica peculiare di *RAL10PL* è la robusta costruzione, adatta per installazioni di impianti radioastronomici automatici che non richiedono la presenza di operatori.



**RAL10**  
 By RadioAstroLab  
 Sensitive  
 Accurate  
 Reliable

**RAL10**  
 11.2 GHz Total Power Radiometer  
 Receiver for Amateur Radio Telescope

**Amateur Radio Astronomy**

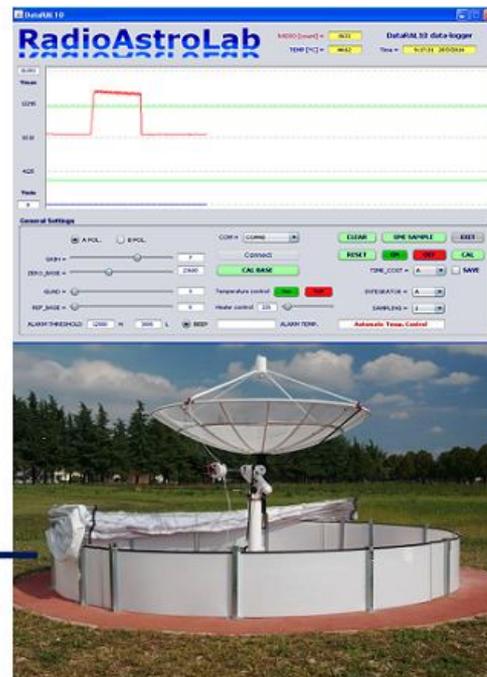
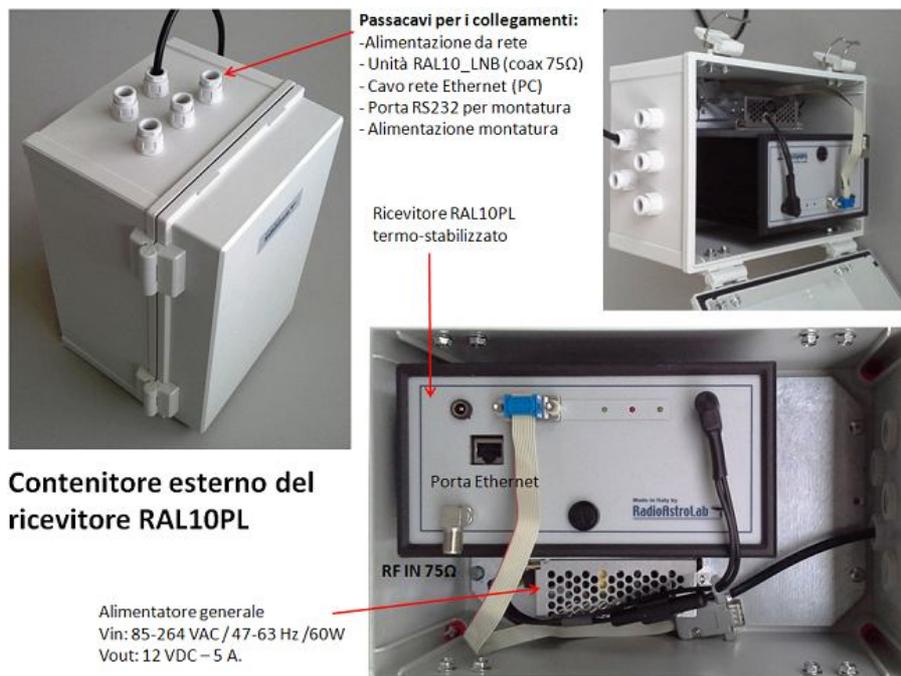


Fig. 4: RAL10: particolari del ricevitore.



**Fig. 5:** RAL10PL: radiometro di costruzione molto robusta, concepito e progettato per installazioni radioastronomiche remote, non presidiate da operatori.

**Ogni strumento della linea RAL10 è utilizzabile con i componenti commerciali per la ricezione della TV satellitare: è possibile collegare ai nostri dispositivi qualsiasi kit di antenna parabolica e LNB (con uscita a 950-2250 MHz) in banda 10-12 GHz.** Questi componenti, insieme agli accessori (amplificatori di linea, supporti meccanici per le antenne, cavi coassiali, connettori e raccordi...) sono comunemente utilizzati dagli installatori TV-SAT e disponibili a basso costo presso qualsiasi supermercato dell'elettronica.

Requisito indispensabile per le osservazioni radioastronomiche è l'utilizzo di antenne con grande area efficace: non esiste limite riguardo le dimensioni dell'antenna utilizzabile, se non fattori economici, di spazio e di installazione. Questi sono gli ambiti dove la fantasia e l'abilità dello sperimentatore sono determinanti per definire le prestazioni dello strumento e possono fare la differenza fra un'installazione e l'altra. Pur utilizzando i moduli della serie RAL10 che garantiscono i requisiti minimi per il radiotelescopio, il lavoro di ottimizzazione dell'impianto assicura importanti vantaggi nelle prestazioni dello strumento.

Sono disponibili i seguenti accessori che ottimizzano e specializzano le prestazioni del radiotelescopio:

### 5. Unità esterna RAL10\_LNB

Si tratta di un LNB (*Low Noise Block*) con frequenza di ingresso nella banda 10-12 GHz, progettato per applicazioni radioastronomiche dove è richiesta elevata sensibilità e stabilità (Fig. 6). Il dispositivo, equipaggiabile con illuminatore RAL10\_FEED corrugato per antenne a riflettore parabolico circolari, sarà installato sul fuoco dell'antenna e, tramite cavo coassiale per TV-SAT, può essere collegato a tutti i ricevitori della linea RAL10. L'unità, costruita in una robusta struttura in alluminio coibentato, è termicamente stabilizzata con un regolatore interno: un cavo elettrico (separato dal cavo coassiale) porta l'alimentazione a bassa tensione (12 V) per il circuito di stabilizzazione. L'utente può scegliere se alimentare il circuito di stabilizzazione termica quando sono pianificate osservazioni che richiedono elevata precisione nella misura, al prezzo di maggiori consumi elettrici.

Come più volte sottolineato, i ricevitori della linea *RAL10* sono utilizzabili con qualsiasi unità esterna LNB disponibile in commercio per applicazioni TV-SAT: *RAL10\_LNB* è il prodotto ideale quando si desidera ottimizzare la prestazione del radiotelescopio in termini di stabilità della misura.

## 6. Illuminatore *RAL10\_FEED* per antenne a riflettore parabolico circolari

E' il feed associato all'unità esterna *RAL10\_LNB*, utilizzabile con antenne a riflettore parabolico circolari.



**Fig. 6:** Unità esterna *RAL10\_LNB* completa di illuminatore *RAL10\_FEED* per antenna parabolica circolare. Il gruppo deve essere installato sul punto focale di un'antenna "prime focus" con un rapporto F/D compreso fra 0.32 e 0.43. Le unità *RAL10\_LNB* e *RAL10\_FEED* hanno una flangia in guida d'onda circolare tipo C-120.

## 7. Attenuatore *RAL164*

Accessorio indispensabile quando si osserva il Sole con strumenti molto sensibili (*RAL10* e *RAL10PL*) abbinati con antenne di grandi dimensioni (come, ad esempio, *RAL230ANT*). La funzione del dispositivo, che si inserisce all'ingresso del ricevitore dopo la discesa del cavo coassiale proveniente dall'antenna, è quella di attenuare la potente radiazione solare evitando saturazioni e non linearità nella risposta del sistema.



**Fig. 7:** Attenuatore da 22 dB *RAL164*.

## 8. *Antenna a riflettore parabolico circolare RAL230ANT*

E' un'antenna a riflettore parabolico circolare (*prime focus*) a rete, con diametro di 2.3 metri che, abbinata ai nostri ricevitori, consente l'immediata messa in opera di un radiotelescopio a microonde (Fig. 8). L'antenna è stata progettata per fornire un disco di grande diametro (quindi con elevato guadagno), peso minimo e ridotta resistenza al vento rispetto alle tradizionali antenne TV-SAT. Tali caratteristiche, insieme agli accessori forniti (parti meccaniche e contrappesi, cannocchiale di allineamento e cupola protettiva in polietilene armato con tubolari di alluminio) consentono il montaggio di *RAL230ANT* su una normale montatura equatoriale (fornibile a richiesta), come quelle utilizzate dagli astrofili per le osservazioni astronomiche ottiche. Il software di controllo *RadioUniverse*, abbinato al ricevitore *RAL10PL*, gestisce il radiotelescopio con funzioni avanzate e programmabili che comprendono la posizione e il movimento automatico dell'antenna, l'impostazione dei parametri operativi del ricevitore: sarà possibile non solo registrare il dato radiometrico proveniente dall'area di cielo puntata, ma anche transiti e radio-immagini delle sorgenti celesti. Una finestra grafica mostra tutto il cielo con la posizione delle radiosorgenti rispetto alle stelle e alle costellazioni.

Naturalmente è possibile installare *RAL230ANT* anche su montature differenti (come, ad esempio, quelle utilizzate dai radioamatori) realizzate "ad hoc" per il proprio radiotelescopio, oppure concepire strumenti di transito con orientamento fisso o con movimentazione manuale: in tutti i casi la nostra antenna rappresenta la soluzione ideale per i radiotelescopi amatoriali in quanto a prestazioni e praticità di utilizzo.



**Fig. 8:** Antenna a riflettore parabolico *RAL230ANT* (2.3 metri di diametro con struttura del riflettore a rete) installata sulla montatura equatoriale e completa di accessori e contrappesi.

## 9. *Unità Batteria Ricaricabile RAL10BT*

Sorgente di alimentazione a bassa tensione ricaricabile progettata per consentire l'utilizzo dei ricevitori *RAL10AP* e *RAL10* in zone non servite dalla rete elettrica (Fig. 9). Il dispositivo, dotato di una batteria

ricaricabile ermetica in grado di assicurare elevata autonomia operativa, include il circuito elettronico di carica da rete ad elevata efficienza.

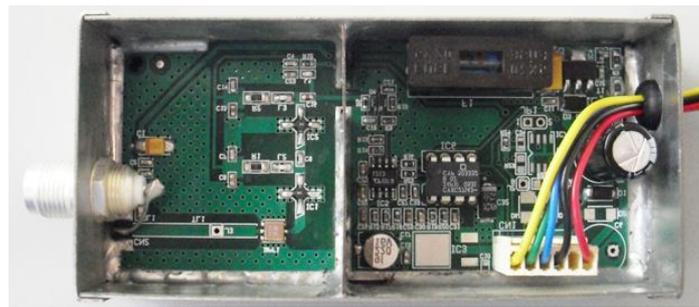


Fig. 9: Sorgente di energia a bassa tensione *RAL10BT* per misure radioastronomiche “sul campo”.

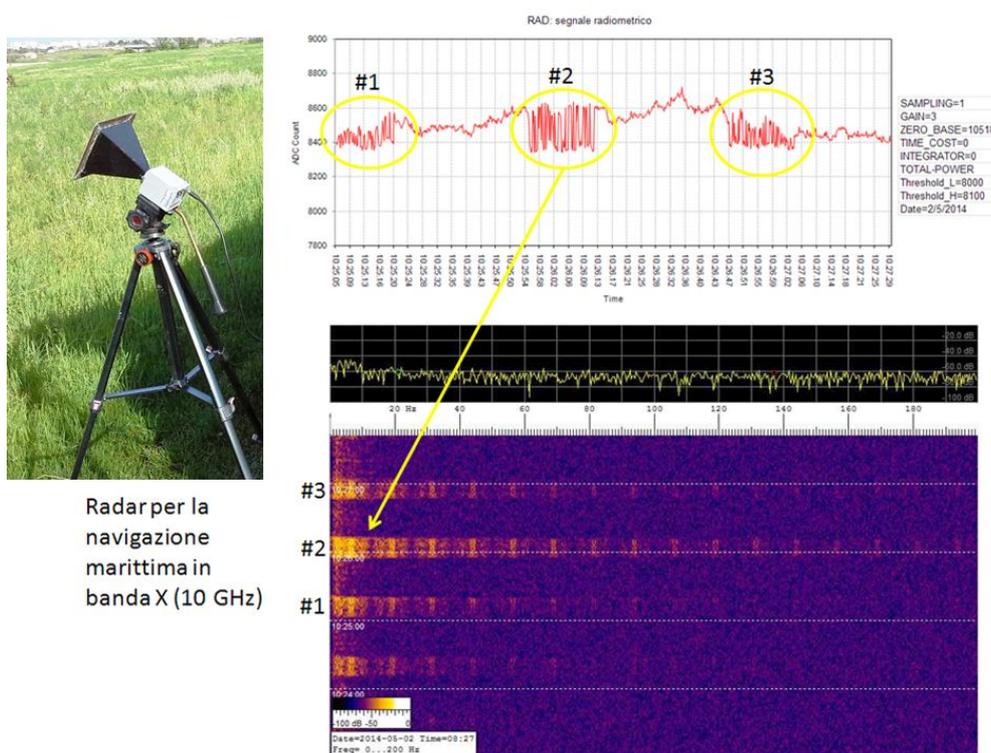
## Il modulo radiometrico *microRAL10*: un “cuore” identico per tutti.

La gamma di prodotti *RAL10* risponde alle esigenze di ogni sperimentatore che desidera accostarsi alla radioastronomia amatoriale in modo serio. Gli strumenti differiscono per prestazioni, costo e impegno di installazione: sono soddisfatte le esigenze dell'autocostruttore, che trova soddisfazione nel realizzare e personalizzare il proprio strumento, le necessità di chi desidera un prodotto finito e pronto all'uso e preferisce focalizzare l'attenzione sulla ricerca. Anche i programmatori software avranno la possibilità di ampliare e personalizzare le prestazioni del proprio strumento (nell'elaborazione e nel controllo) dato che, per ogni dispositivo, è descritto il protocollo di comunicazione seriale.

**Il modulo radiometrico *microRAL10* è comune a tutti i prodotti *RAL10*: costituisce l'unità centrale dei ricevitori e comprende le funzioni basilari.** Si tratta di un radiometro (Fig. 10) gestito da un microprocessore che amplifica il segnale proveniente dall'unità esterna (LNB), esegue il calcolo della potenza RF (rivelatore quadratico compensato in temperatura), “digitalizza” il segnale rivelato con elevata risoluzione (convertitore analogico-digitale interno a 14 bit) e comunica con il PC di stazione (porta USB) attraverso un canale dati seriale con protocollo proprietario. Il modulo fornisce l'alimentazione all'unità esterna LNB attraverso il cavo coassiale (protetto da fusibile contro accidentali corto-circuiti), con il salto di tensione per il cambio della polarizzazione in ricezione. Il processore controlla i parametri del radiometro *Total-Power* come l'impostazione dell'offset e la calibrazione automatica della linea di base radiometrica, l'impostazione del guadagno e della costante di integrazione di post-rivelazione (con tempi da circa 0.1 fino a 26 secondi), la selezione della polarizzazione in ricezione (se l'LNB scelto lo prevede). ***microRAL10* implementa le funzioni indispensabili per un radiometro a microonde adatto alla radioastronomia, con particolare attenzione ai requisiti di sensibilità e stabilità che tale applicazione richiede.**



**Fig. 10:** Vista interna del modulo radiometrico *microRAL10*, il "cuore" della serie di ricevitori *RAL10*.



Radar per la navigazione marittima in banda X (10 GHz)

**Fig. 11:** Regrazioni test effettuate con *RAL10AP*. Per l'esperimento si è utilizzata l'unità esterna *RAL10\_LNB* equipaggiata con un'antenna horn tronco-piramidale (20 dB di guadagno), posizionate su un cavalletto fotografico (in alto a sinistra nella foto). L'uscita di *RAL10\_LNB* è stata collegata al ricevitore *RAL10AP* con un cavo coassiale. Un PC portatile registra il segnale radiometrico a 11.2 GHz ricevendo dati dalla porta USB tramite il software *DataMicroRAL10* (grafico in alto) mentre è contemporaneamente registrato il segnale audio proveniente dal rivelatore (uscita audio di post-rivelazione di *RAL10AP*), visualizzato in forma di spettrogramma dal software *Spectrum Lab* (<http://www.qsl.net/dl4yhf/spectra1.html>).

Le registrazioni mostrano i segnali radar in banda X delle imbarcazioni quando l'antenna è orientata verso il mare.

Terminata questa premessa, analizziamo le caratteristiche specifiche di ogni strumento e le differenze fra questi.

## Il punto di partenza: *RAL10KIT* e *RAL10AP*

Gli strumenti “entry level” sono rappresentati da *RAL10KIT* e dal ricevitore *RAL10AP*. Il primo (Fig. 1), versione più economica, è stato pensato per l'autocostruttore che provvederà all'assemblaggio delle parti all'interno di un adatto contenitore, completando il lavoro con un alimentatore, così come specificato nelle istruzioni. Terminata la realizzazione del ricevitore sarà possibile collegare il sistema di antenna con un cavo coassiale e iniziare le osservazioni installando e attivando il software in dotazione. **In abbinamento a tutti gli strumenti della linea *RAL10* è possibile utilizzare qualsiasi antenna e LNB commerciali adatti per la ricezione satellitare in banda 10-12 GHz.**

Per chi desidera acquistare lo strumento pronto all'uso, racchiuso in un elegante e compatto contenitore di alluminio anodizzato, suggeriamo il modello *RAL10AP* (Fig. 2): è un radiometro con caratteristiche tecniche paragonabili a quelle di *RAL10KIT*, abbinato ad un comune alimentatore esterno da 12 V – 2A (disponibile su richiesta). Sul pannello frontale ci sono fusibili di protezione (con interruzione segnalata a led) per l'alimentazione principale e per l'alimentazione dell'LNB attraverso il cavo coassiale. **Una caratteristica aggiuntiva e unica di questo modello è l'uscita audio di post-rivelazione: collegabile a un amplificatore esterno o all'ingresso audio di un PC, consente il monitoraggio dei segnali rivelati anche attraverso uno dei tanti software gratuiti scaricabili dal web per l'analisi degli spettrogrammi.** Nella Fig. 11 è mostrato un esempio di utilizzo dell'uscita audio, non propriamente radioastronomico, ma utile per individuare potenziali interferenze artificiali.

*RAL10KIT* e *RAL10AP* sono radiometri *Total-Power* con una banda passante di circa 50 MHz, centrata sulla frequenza IF-SAT di 1415 MHz che, abbinati a LNB standard per TV-SAT con oscillatore locale a 9.75 GHz, consentono la ricezione alla frequenza di 11.2 GHz.

## Per i più esperti: *RAL10* e *RAL10PL*

I due modelli successivi, *RAL10* e *RAL10PL*, sono un'evoluzione delle precedenti versioni: sviluppati con prestazioni professionali ed equipaggiati con una coppia di microprocessori che gestiscono tutte le funzioni, rappresentano gli strumenti di punta per la realizzazione di impianti radioastronomici amatoriali con caratteristiche semi-professionali.

***RAL10* è lo strumento da banco.** Assemblato all'interno di un robusto contenitore di alluminio anodizzato (Fig. 4), comprende un pannello frontale con display LCD retro-illuminato e tastiera comandi per l'impostazione manuale dei parametri operativi e per la visualizzazione delle funzioni. I parametri possono essere impostati sia manualmente, sia da remoto attraverso la linea seriale USB (collegamento al PC di acquisizione gestito dal software in dotazione). Nel caso siano richieste misure dove non è disponibile la tensione di alimentazione della rete elettrica, è possibile collegare a *RAL10* una sorgente di alimentazione esterna a 12 V (batteria ricaricabile o l'Unità Batteria Ricaricabile *RAL10BT* – Fig. 9) tramite presa sul pannello posteriore. Tale possibilità, unita alla compattezza e alla portabilità, rendono *RAL10* il prodotto ideale, per praticità e completezza, nelle misure radioastronomiche “sul campo”.

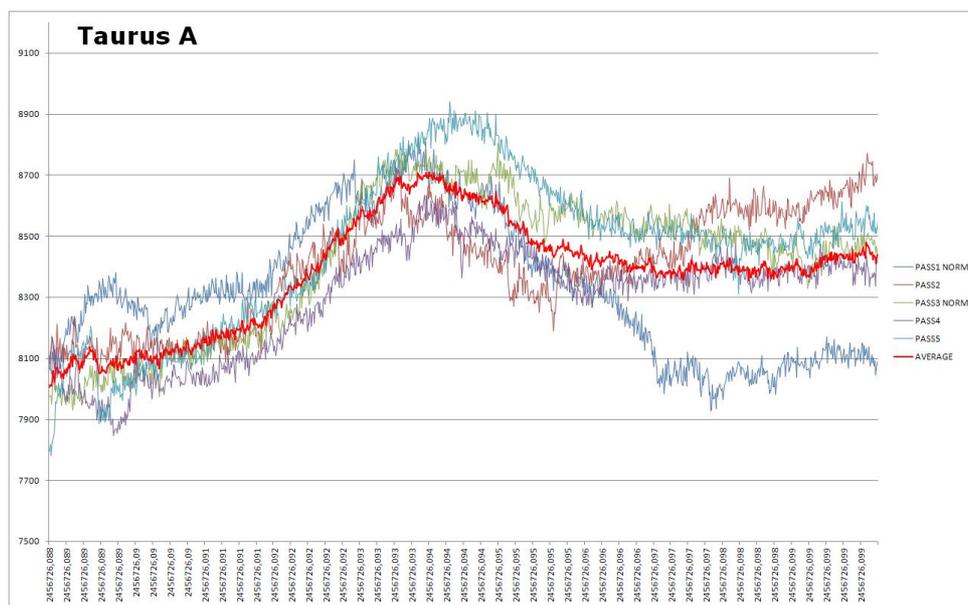
***RAL10PL* è la versione adatta per installazioni fisse, inteso come ricevitore sviluppato per un radiotelescopio remoto (vedi antenna *RAL230ANT* – Fig. 8), installato in prossimità del sistema di antenna in località non presidiate da operatori.** Lo strumento è assemblato all'interno di una robusta cassetta in policarbonato, resistente alla pioggia e all'umidità (Fig 5), con i circuiti elettronici del ricevitore ulteriormente protetti da un contenitore metallico termo-stabilizzato.

*RAL10PL* è controllabile solo a distanza, comunica con il mondo esterno tramite una porta Ethernet che collega in rete l'impianto e ne consente la gestione anche attraverso il web. **La caratteristica principale (e unica) di *RAL10PL* è la possibilità di gestire una montatura equatoriale (come quelle utilizzate per gli strumenti astronomici ottici, ben note agli astrofili – Fig. 8) per la movimentazione**

dell'antenna radioastronomica. La porta seriale della montatura (tipicamente RS232) può essere collegata al ricevitore *RAL10PL* e inviata, attraverso un unico cavo Ethernet al PC di stazione. Con l'aiuto del software fornito (*RadioUniverse*) sarà possibile programmare, controllare e monitorare le funzioni del radiotelescopio.

I radiometri *RAL10* e *RAL10PL* sono identici in termini di prestazioni: la principale differenza, come sottolineato, è la loro destinazione d'uso. Nella progettazione e nella costruzione si è dedicata molta attenzione ad ottimizzare, con costi ragionevoli, le prestazioni di un radiometro a microonde, in particolare quelle ritenute indispensabili per un ricevitore radioastronomico come la sensibilità e la stabilità della misura. **La sensibilità è garantita da un'ampia banda passante (dell'ordine di 250 MHz) e da un elevato guadagno della sezione IF, mentre la stabilità e la riproducibilità della misura sono ottimizzate dal controllo (PID) della temperatura interna del ricevitore che minimizza le variazioni del fattore di amplificazione e dei parametri operativi dello strumento al variare della temperatura ambiente.**

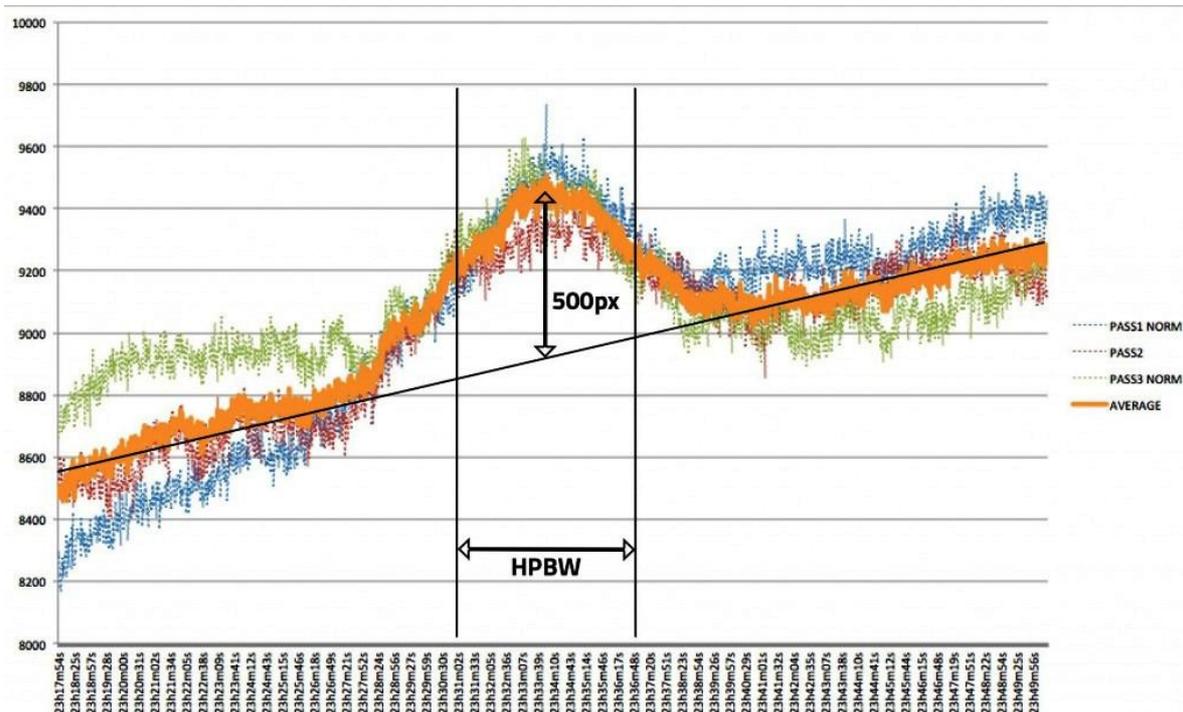
Un convertitore analogico-digitale ad elevata risoluzione (14 bit) e la possibilità di impostare un'ampia gamma di valori per il guadagno di post-rivelazione e per la costante di integrazione della misura (selezionabile da 0.1 secondi fino a oltre 100 minuti), classificano i ricevitori della serie *RAL10* come i dispositivi ideali per coprire qualsiasi esigenza di installazione per un radiotelescopio amatoriale semi-professionale.



**Fig. 12: Transiti della radiosorgente *Taurus A* (M1) registrati con *RAL10* e il sistema di antenna *RAL230ANT*.**

La tecnica del transito utilizzata nella misura consiste nell'identificare l'oggetto di cui si vuole registrare l'emissione radio, puntare il radiotelescopio nella zona di cielo interessata dal transito dell'oggetto nel prossimo futuro (ad esempio 30 minuti dopo) e fermare il radiotelescopio in quella posizione. A causa della rotazione apparente del cielo (prodotta dalla rotazione terrestre), l'oggetto si sposterà verso l'area di cielo "vista" dall'antenna, sarà intercettato dal fascio di ricezione e passerà oltre.

Nell'esperimento descritto sono stati programmati 5 transiti consecutivi della stessa zona di cielo, ampi 4 gradi ciascuno: il software *RadioUniverse* (che controlla il ricevitore *RAL10* e l'antenna *RAL230ANT*) consente di registrare automaticamente i transiti. Si elaborano successivamente i risultati ottenuti calcolando la media dei valori (traccia di colore rosso) per ridurre il rumore casuale e incrementare la visibilità della sorgente radio.



**Fig. 13: Transiti della radiosorgente Cassiopea A registrati con RAL10 e il sistema di antenna RAL230ANT.**

*Cassiopea A* è un oggetto “quasi puntiforme”, spesso utilizzato dai radioastronomi come radiosorgente campione per verificare le caratteristiche del diagramma di ricezione di un radiotelescopio. Nelle applicazioni interessa ricavare il parametro *HPBW* (*Half Power Beam Width*) che rappresenta l'ampiezza a metà potenza del lobo principale dell'antenna (espresso in gradi). Si utilizza la seguente formula:

$$HPBW = 0.25 \cdot t \cdot \cos(\delta)$$

dove  $t$  è il tempo di transito della radiosorgente espresso in minuti e  $\delta$  è la sua declinazione in gradi. Analizzando le registrazioni mostrate in figura (traccia arancione che rappresenta la media calcolata su 5 transiti consecutivi) si vede come il tempo impiegato da *Cassiopea A* per attraversare i due punti a metà potenza (indicati dalle righe verticali) sia pari a circa 6 minuti. Considerando che la sua declinazione è  $\delta=59^\circ$ , il calcolo fornisce:

$$HPBW = 0.25 \cdot 6 \cdot \cos(59) = 0.77^\circ$$

in accordo con il valore  $HPBW=0.8^\circ$  ottenuto dal modello dell'antenna *RAL230ANT* utilizzato nelle simulazioni di progetto.

Concludiamo questa sintetica panoramica sulle caratteristiche della serie *RAL10* rimandando eventuali approfondimenti alla documentazione aggiornata reperibile su [www.radioastrolab.it](http://www.radioastrolab.it). Il personale commerciale e tecnico di *RadioAstroLab* è disposizione per qualsiasi informazione.

Approfitto per segnalare e dare la giusta importanza ad un aspetto che rende unica *RadioAstroLab*: la capacità di proporre, oltre agli strumenti standard del catalogo, anche un importante servizio di consulenza e di produzione “ad hoc” di apparecchiature per la radioastronomia amatoriale e per le applicazioni scientifiche in genere. Si spazia dalle modifiche o dalle personalizzazioni (hardware e software) proposte dai clienti sui modelli standard, fino alla progettazione e alla produzione “ad hoc” (e su specifica) di impianti radioastronomici completi e di radiotelescopi amatoriali e semi-professionali. Tale servizio nasce per fornire risposta non solo alle richieste dei privati, ma anche a quelle delle

associazioni (come, ad esempio, gli astrofili e i radioamatori), dei gruppi di lavoro scientifici, delle scuole e delle università, degli enti di ricerca governativi e privati, dei musei e degli istituti di divulgazione della scienza, realtà che spesso chiedono soluzioni mirate.

**E' proprio grazie alla nostra esperienza maturata in radioastronomia amatoriale, alle soluzioni tecniche originali sviluppate (e brevettate) per la produzione di radiometri a microonde, alle caratteristiche modulari dei nostri prodotti che siamo in grado di proporre questo servizio, mettendo a disposizione dei clienti il personale tecnico e i laboratori di *RadioAstroLab*: a tutti daremo ascolto e con chiunque discuteremo, valutando la fattibilità tecnica ed economica di ogni idea.**

Doc. Vers. 1.0 del 10.02.2015  
**@ 2015 RadioAstroLab**

RadioAstroLab s.r.l., Via Corvi, 96 – 60019 Senigallia (AN)  
Tel. +39 071 6608166 Fax: +39 071 6612768  
Web: [www.radioastrolab.it](http://www.radioastrolab.it) Email: [info@radioastrolab.it](mailto:info@radioastrolab.it)

**Copyright:** diritti riservati. Il contenuto di questo documento è proprietà del costruttore. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo senza il permesso scritto di *RadioAstroLab s.r.l.*