

Solar Radio Astronomy in the High-Frequency Regime: Investigating Dynamics and Micro-Physics of the Solar Atmosphere with SunDish and Solaris

Understanding energy transport, atmospheric heating, and non-thermal processes from the upper chromosphere to the low corona remains a key open problem in Solar Physics. High-frequency radio observations (18 - 120 GHz) offer unique diagnostic capabilities, acting as a scientific workbench where thermal free-free emission probes plasma temperatures, while gyro-magnetic emission traces magnetic fields and accelerated electrons. This 3-year PhD project leverages state-of-the-art single-dish solar mapping and multi-frequency polarimetric tracking capabilities provided by the [SunDish](#) (Medicina, SRT) and [Solaris](#) (including Antarctic stations) projects.

The candidate will combine high-frequency radio data with ground-based (e.g., Halpha) and space-based multi-wavelength observations (SDO, Solar Orbiter, IRIS) to map brightness temperatures, electron densities and temperatures, and magnetic configurations of active regions, coronal holes, and prominences. Through high-cadence monitoring of transient events (e.g., flares, CMEs), thermal and non-thermal emission components will be isolated to determine electron energy distributions. As part of the PhD project, the student will be able to focus on several advanced research topics, including: (1) optimized single-dish map processing, (2) applying radiative transfer codes on 3D model cubes and running inversion algorithms to extract atmospheric physical parameters, and (3) identifying scaling laws, particle acceleration drivers, and eruptive precursors in large datasets. To tackle these challenges, the student may also choose to utilize dedicated AI workflows, neural networks, and advanced statistical methods.

The research will deliver high-precision solar maps at microwave/millimeter wavelengths, providing crucial insights into solar energy release mechanisms, contributing to Space Weather applications, and resulting in publications in high-impact astrophysics journals and presentations at major international conferences (e.g., ESPM, CESRA, ESWW).

Contacts: alberto.pellizzoni@inaf.it , marco.marongiu@inaf.it , sara.mulas@inaf.it

Radioastronomia Solare ad Alta Frequenza: Indagine sulla Dinamica e la Microfisica dell'Atmosfera Solare con SunDish e Solaris

La comprensione del trasporto di energia, del riscaldamento atmosferico e dei processi non termici dalla cromosfera superiore alla corona rimane uno dei principali problemi aperti nella Fisica Solare. Le osservazioni radio ad alta frequenza (18 - 120 GHz) offrono capacità diagnostiche uniche, agendo come un laboratorio scientifico in cui l'emissione termica free-free sonda le temperature del plasma, mentre l'emissione giro-magnetica traccia i campi magnetici e gli elettroni accelerati. Questo progetto di Dottorato sfrutta le capacità all'avanguardia di mappatura solare a singola antenna e di tracciamento polarimetrico multifrequenza fornite dai progetti [SunDish](#) (Medicina, SRT) e [Solaris](#) (che include stazioni antartiche).

Il candidato combinerà i dati radio con osservazioni multifrequenza da terra (ad es. Halpha) e dallo spazio (SDO, Solar Orbiter, IRIS) per mappare temperature di brillantezza, densità e temperature elettroniche, e configurazioni magnetiche di regioni attive, buchi coronali e prominente. Attraverso un monitoraggio ad alta cadenza temporale di eventi transitori (ad es. flare, CME), le componenti di emissione termica e non termica saranno isolate per determinare le distribuzioni di energia degli elettroni. Nell'ambito del progetto di dottorato, lo studente potrà orientarsi tra diverse tematiche di ricerca avanzate, tra cui: (1) l'elaborazione ottimizzata e analisi dei parametri fisici delle mappe radio solari, (2) l'applicazione di codici di trasporto radiativo su cubi di modelli 3D e l'esecuzione di algoritmi di inversione per estrarre informazioni fisiche dell'atmosfera solare, e (3) l'identificazione di leggi di scala, fattori guida dell'accelerazione delle particelle e precursori eruttivi in grandi set di dati. Per affrontare queste sfide, lo studente potrà scegliere di avvalersi anche di strumenti dedicati di Intelligenza Artificiale, reti neurali e metodi statistici avanzati.

La ricerca fornirà accurate mappe solari alle lunghezze d'onda delle microonde e millimetriche, offrendo un contributo fondamentale alla comprensione dei meccanismi di rilascio dell'energia solare, fornendo un apporto alle applicazioni di *Space Weather* e portando a pubblicazioni su riviste astrofisiche ad alto impatto e alla presentazione dei risultati a principali conferenze internazionali (ad es. ESPM, CESRA, ESWW).

Contatti: alberto.pellizzoni@inaf.it , marco.marongiu@inaf.it , sara.mulas@inaf.it