

Sistemi di ottica adattiva multi-coniugata e prestazioni astrometriche dei telescopi di prossima generazione

Candidata: Giulia Carlà

L'ottica adattiva è una tecnologia che ha l'obiettivo di compensare gli effetti di distorsione atmosferica sulle osservazioni astrofisiche acquisite con i telescopi da Terra. Si possono così ottenere immagini la cui risoluzione non sia più limitata dall'atmosfera, ma bensì dal diametro del telescopio stesso come nel caso delle osservazioni dallo spazio.

I sistemi di ottica adattiva multi-coniugata, in particolare, permettono di acquisire immagini *diffraction-limited* anche su campi di grandi dimensioni (fino a ~ 1 arcmin) e saranno fondamentali per sfruttare al massimo le potenzialità dei telescopi di prossima generazione. Di questi fa parte il programma primario dell'ESO, lo *European-Extremely Large Telescope* (E-ELT), da 40 metri di diametro.

L'Istituto Nazionale di Astrofisica ed in particolare il gruppo di Ottiche Adattive dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri partecipano alla realizzazione del sistema di ottica adattiva multi-coniugata MAORY che garantirà una correzione sul campo di vista di 53×53 arcsec² di quella che sarà la camera infrarossa di prima luce dell'E-ELT, MICADO. Uno dei campi di ricerca indicato come di primaria importanza per MICADO-MAORY è quello dell'*astrometria*. L'obiettivo è quello di raggiungere sulle misure di posizione precisioni di 50 μ as che, insieme a risoluzioni di ~ 10 mas, saranno fondamentali in applicazioni astrometriche come, ad esempio, lo studio dei moti stellari attorno al buco nero supermassiccio al centro della nostra Galassia o lo studio dei buchi neri di massa intermedia negli ammassi globulari.

In questo contesto è fondamentale individuare le limitazioni imposte dal sistema adattivo e studiare i parametri da tenere sotto controllo per riuscire a garantire l'accuratezza e la precisione astrometriche richieste.

Con il presente progetto di dottorato intendo inserirmi nell'ambito del progetto MAORY, in collaborazione con il gruppo di Ottiche Adattive di Arcetri, con l'obiettivo di caratterizzare gli effetti del sistema di ottica adattiva sulle immagini acquisite in termini di prestazioni astrometriche. Affronterò l'analisi da un punto di vista teorico e di laboratorio, occupandomi di:

- ampliare il lavoro di tesi magistrale, in cui ho analizzato le prestazioni astrometriche del sistema adattivo ARGOS che serve la camera infrarossa LUCI al *Large Binocular Telescope*. Intendo estendere questa analisi a MAORY, considerando che ARGOS non è un sistema multi-coniugato e quindi il tilt atmosferico è risultato essere il suo limite principale. L'errore astrometrico ottenuto nell'analisi è risultato coerente con l'andamento teorico che ci si aspetta per un sistema come ARGOS e che, non essendo altrettanto noto per i sistemi multi-coniugati, necessita di essere studiato.

L'accuratezza astrometrica può essere inoltre fortemente influenzata in fase di riduzione dati da una non corretta determinazione della morfologia della *Point Spread Function* dell'immagine acquisita. Intendo quindi studiare tecniche di *PSF-Reconstruction* che permettono di ricavare il modello di PSF dai dati telemetrici del sistema di ottica adattiva. Questo consente di avere una stima della PSF indipendente dall'immagine e non richiede tempi di osservazione aggiuntivi, perché i dati adattivi sono acquisiti in contemporanea all'osservazione scientifica.

- Studiare attraverso simulazioni numeriche i requisiti opto-meccanici da rispettare in fase di progettazione del sistema adattivo, al fine di raggiungere le precisioni astrometriche richieste.
- Partecipare alla realizzazione nei laboratori dell'Osservatorio di Arcetri di un prototipo di sistema adattivo multi-coniugato. Questo sarà fondamentale per la sperimentazione delle tecniche individuate con il lavoro teorico e di simulazione prima considerati, con particolare riferimento agli aspetti relativi all'accuratezza e alla precisione astrometrica raggiungibili.

L'analisi sopra descritta intende quindi porsi come base per una comprensione approfondita dell'interazione tra i sistemi adattivi multi-coniugati e le prestazioni astrometriche degli strumenti per i telescopi di prossima generazione e verrà utilizzata in fase di integrazione del sistema MAORY e del suo collaudo in Europa e all'E-ELT.