



## TECNOLOGIE HW E SW PER L'ASTROFISICA

### ATTIVITÀ DI RICERCA E PROPOSTE DI TESI TRIENNALI E MAGISTRALI A.A. 2024-2025



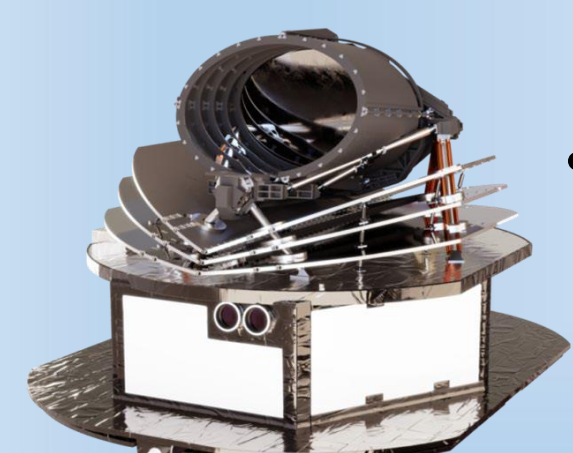
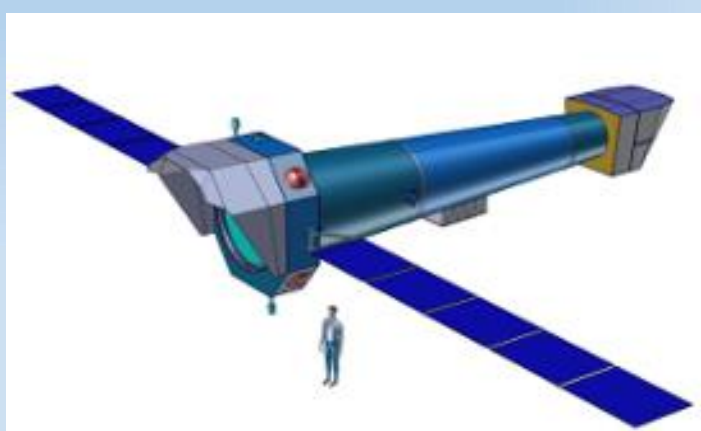
#### Sistemi di controllo per strumentazione da terra e dallo spazio

Specializzati nella realizzazione del SW per le "control unit" di strumentazione per missioni spaziali

- Le "control unit" gestiscono le comunicazioni con il computer centrale del satellite e controllano e monitorano le attività dello strumento. Essendo l'interfaccia con tutti i sottosistemi permettono/require una conoscenza approfondita di tutto lo strumento e anche del modo di operazione dell'intero satellite da terra
- Il SW di controllo è basato su sistemi real-time; l'hardware utilizzato ha delle prestazioni molto limitate rispetto ai computer disponibili a terra (in termini di memoria e potenza di calcolo, ad esempio). Questo, e la necessità di altissima affidabilità, rappresentano la principale sfida di questo tipo di SW
- La maggior parte dei tool e delle tecniche utilizzate, le metodologie di project management e gli standard adottati sono identici o analoghi a quanto impiegato nell'industria aerospaziale



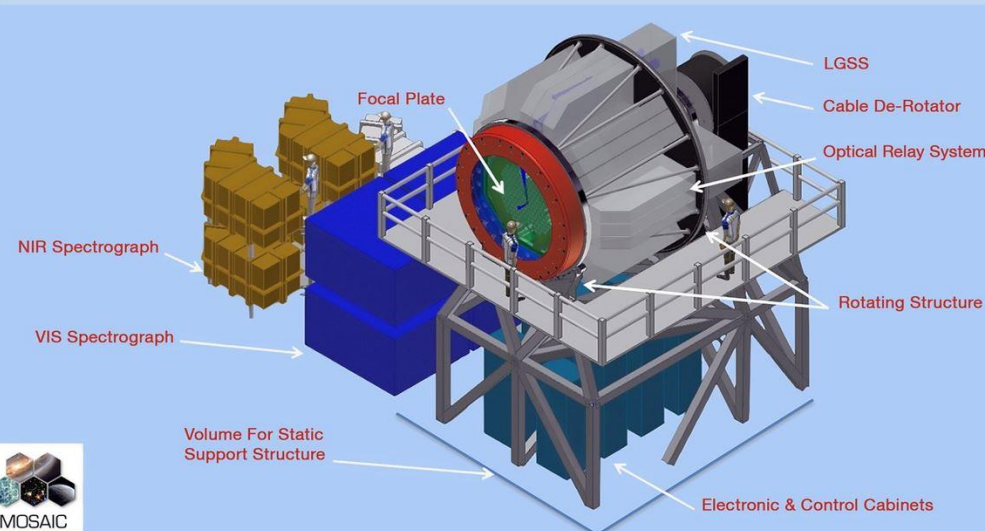
Athena X-IFU (X ray Integral Field Unit):  
ESA Large class mission (lancio negli anni '30)



Ariel AIRS IR Spectrometer  
(Caratterizzazione spettrale esopianeti)  
ESA Medium Class, Lancio previsto nel 2029

Strumentazione per l'Extremely Large Telescope dell'ESO

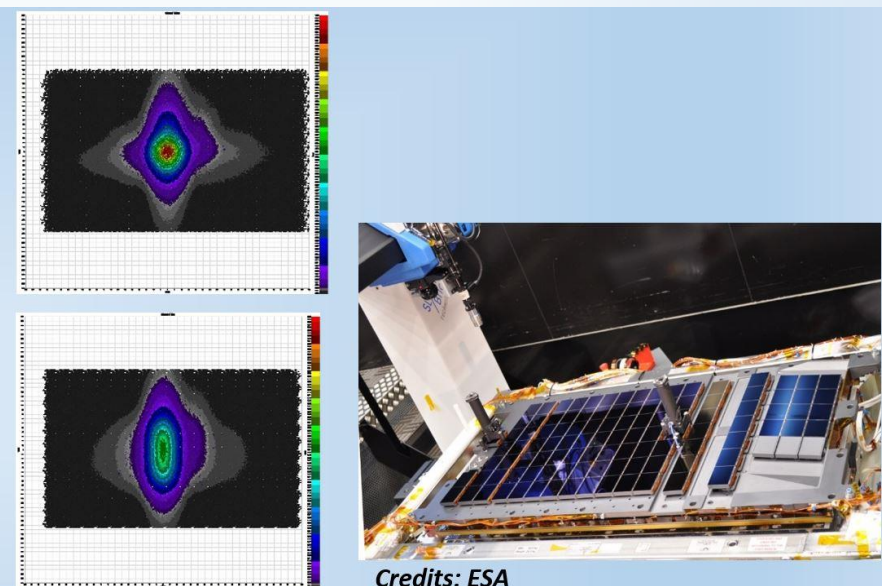
ELT è ancora in costruzione (inaugurazione prevista per il 2027) ma il lavoro è già iniziato per gli strumenti di prima generazione. Anche la seconda generazione di strumenti è in fase di progettazione. Siamo coinvolti nello strumento di seconda generazione MOSAIC (Multi object spectrograph), che sta entrando nella fase della progettazione di dettaglio.



Sebastiano Ligori - INAF - OATo - Tel: 0118101964  
[sebastiano.ligori@inaf.it](mailto:sebastiano.ligori@inaf.it)

#### Sviluppo di modelli e tecniche di calibrazione della risposta strumentale (modellizzazione di PSF) da strumentazione ad altissima precisione

- Individuazione e/o definizione e implementazione di metriche per il monitoraggio e calibrazione della qualità di immagine da strumentazione spaziale ad altissima precisione
  - Uso di immagini pre-processing and post-processing da simulazioni o dati reali (missioni operative es. Gaia e Euclid)
  - Implementazione di algoritmi di stima specifici per il caso astrofisico di utilizzo

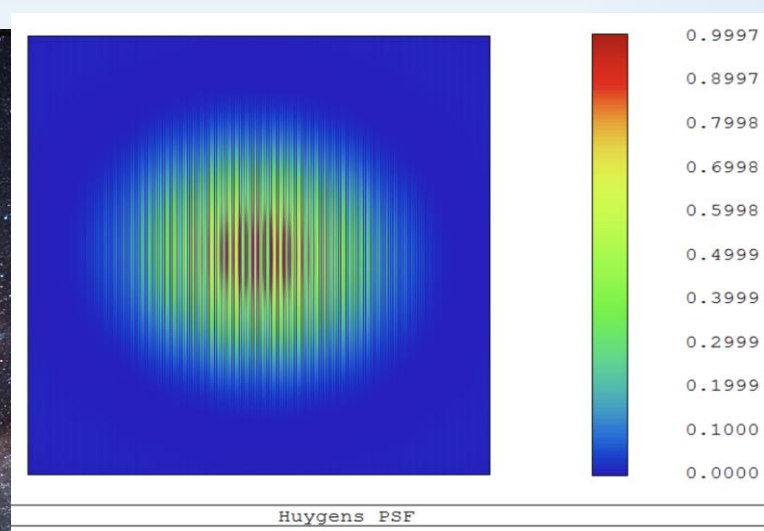


- Modellizzazione e calibrazione di immagine per minimizzazione degli effetti sistematici e random sulla misura eseguita dagli strumenti VISIBLE Instrument (VIS) e Near Infrared Spectrometer Photometer (NISP) di Euclid, in sinergia con quanto realizzato per la missione Gaia, con il fine di studiare le performance del sistema Euclid dal punto di vista dell'accuratezza astrometrica nel Visibile e nell'Infrarosso.
- Possibilità in futuro di applicare la conoscenza acquisita da Euclid e Gaia per la futura GaiaNIR

Deborah Busonero - INAF-OATo - 0118101942  
[deborah.busonero@inaf.it](mailto:deborah.busonero@inaf.it)

#### Metrologia di un satellite complesso

- Misura e analisi di variazioni sistematiche di Gaia
- Basic Angle Monitoring Device
- Analisi di lungo termine
- Modellizzazione di effetti al picoradiante
- Applied Fourier analysis
- Data mining



Alberto Riva - INAF-OATo - 0118101936  
[alberto.riva@inaf.it](mailto:alberto.riva@inaf.it)

#### Osservazione del Sole dallo spazio

- Sviluppo di prototipi di strumentazione astrofisica per l'osservazione del Sole dallo spazio.
- Calibrazione di coronografi solari spaziali.
- Sviluppo di sistemi di abbattimento della straylight.
- Misura del livello di straylight residua per coronografi solari.

Federico Landini - INAF - OATo

[federico.landini@inaf.it](mailto:federico.landini@inaf.it)

- Analisi di prestazione e test di sistemi metrologici per formazione di volo.
- Supporto alle attività di laboratorio per calibrazione di strumenti spaziali.
- Sviluppo di SW per il controllo remoto di strumentazione spaziale e/o per l'analisi dei dati da coronografi solari



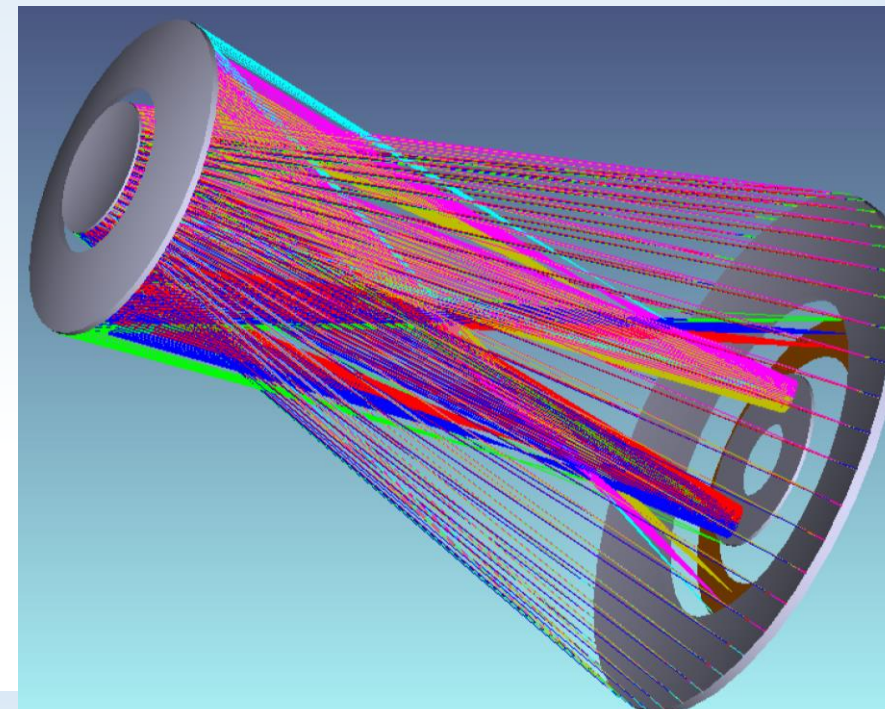
Davide Loreggia - INAF-OATo  
[davide.loreggia@inaf.it](mailto:davide.loreggia@inaf.it)

#### Progettazione, sviluppo e calibrazione di strumentazione dallo spazio

- Studio di soluzioni innovative ottico-meccaniche per future missioni
- Concetto dello strumento, design e definizione operativa
- Progettazione, analisi e integrazione di strumentazione interferometrica / metrologica
- Sviluppo di procedure di monitoraggio e diagnostica in tempo reale per strumentazione spaziale o remota
- Sviluppo di tecniche astrometriche di alta precisione per missioni spaziali
- Budget avanzato degli errori e strumenti di calibrazione per sotto-livelli
- Sviluppo di tecniche di calibrazione per mitigare e controllare gli eventuali errori sistematici e minimizzare gli errori random
- Principi di misura innovativi e strategie di osservazione per l'astrometria spaziale, compresa l'analisi delle prestazioni

#### Analisi di nuovi concetti di missione per astrometria globale o relativa al sub-micro arcsecondo

- Dall'osservabile allo studio di nuovi configurazioni strumentali: problematiche optomeccaniche,
- Varie arie di applicazione

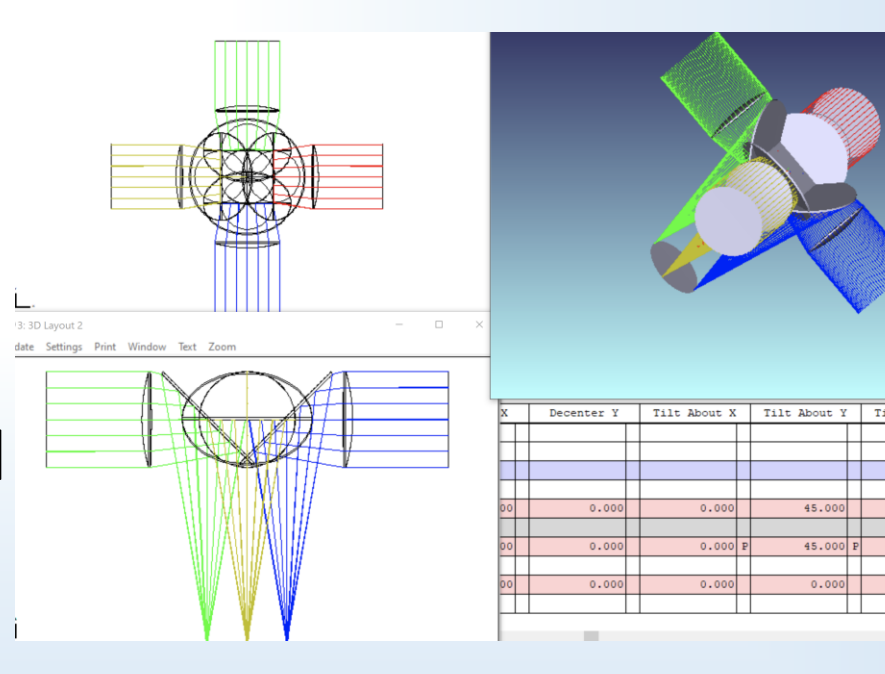


M. Gai, R. Riva, D. Busonero, A. Vecchiato - INAF-OATo  
[mario.gai@inaf.it](mailto:mario.gai@inaf.it), [deborah.busonero@inaf.it](mailto:deborah.busonero@inaf.it)

#### Realizziamo un cubesat astrometrico

- Esperimenti di fisica e metrologia nella bassa atmosfera
- Abilitazione di concetti innovativi per satelliti di tipo Cubesat
- Realizzazione di esperimenti in laboratorio
- Astrometria estrema applicata ad esperimenti di volo
- Progettazione end to end

Team multidisciplinare

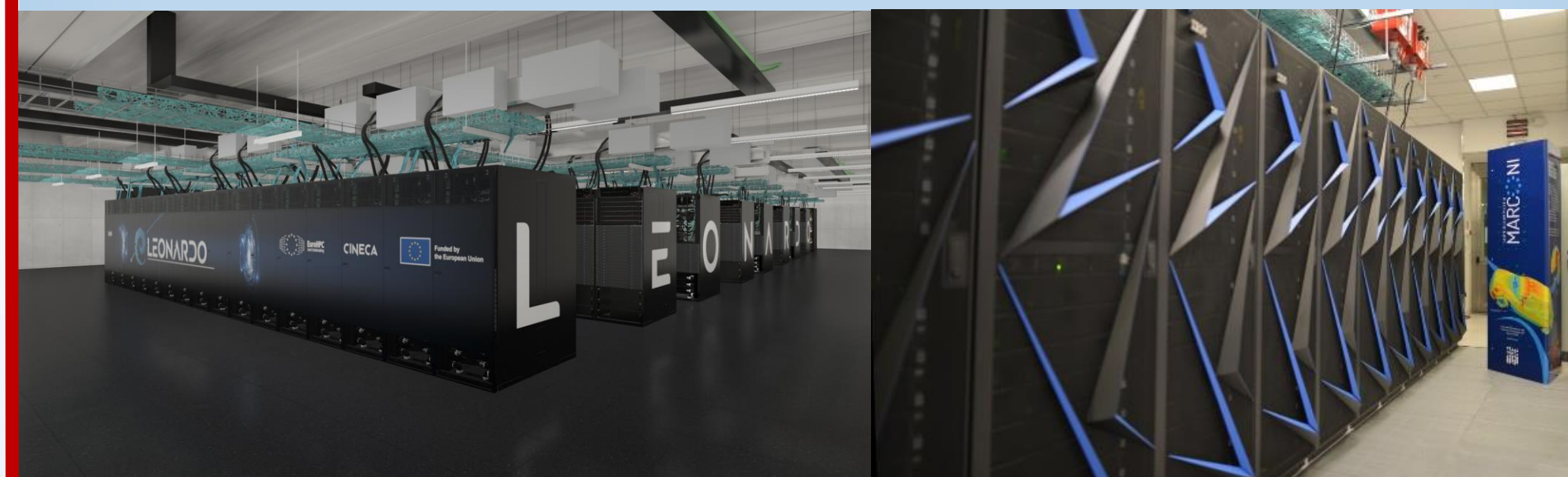


Alberto Riva - INAF-OATo - 0118101936  
[alberto.riva@inaf.it](mailto:alberto.riva@inaf.it)

#### High Performance Computing e gestione di Big Data

- Disponibilità in contesto PNRR: Centro Nazionale HPC, Big Data e Quantum Computing - Spoke3 a guida INAF

L'HPC e le nuove tecnologie riguardanti i big data sono ormai strumenti fondamentali per modellare i complessi sistemi dinamici studiati oggi in astrofisica e cosmologia. Il loro uso è necessario per la gran parte delle attività odierne legate all'astrofisica: dalla riduzione e analisi dei dati astronomici alla loro interpretazione e confronto con previsioni teoriche.



- Progettazione e sviluppo di metodologie innovative e workflow automatici per la gestione di big data per dati strutturati e non strutturati per indagini astrofisiche

- Sinergia con il progetto Gaia (vedi anche poster Cosmologia locale) e la realizzazione del nuovo paradigma di gestione, accesso e sfruttamento del DataBase di missione

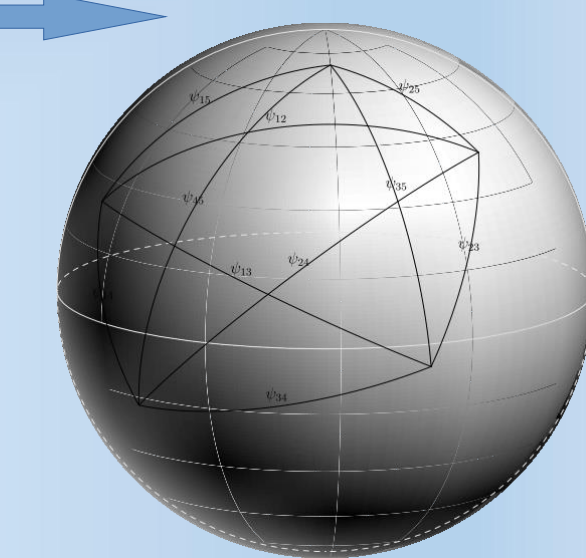
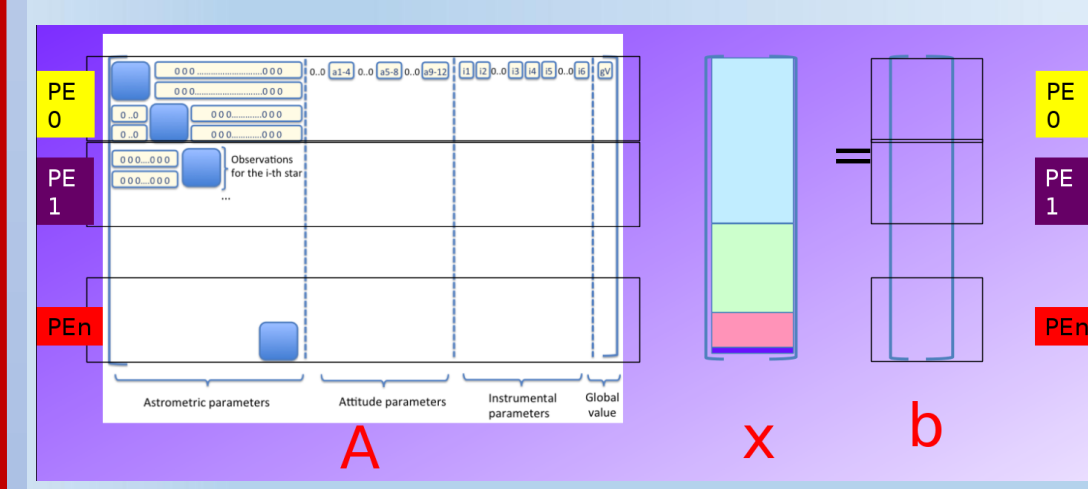


Analisi delle caratteristiche dei dati associati ai diversi casi di studio (modelli di dati, dimensioni dei dati, metodi di accessibilità, ecc...), definizione e applicazione di idonee soluzioni tecnologiche

Deborah Busonero - INAF-OATo - 0118101942  
[deborah.busonero@inaf.it](mailto:deborah.busonero@inaf.it)

#### HPC e calcolo parallelo per Astrometria globale dallo spazio

Modelli arc-based per la ricostruzione della sfera globale

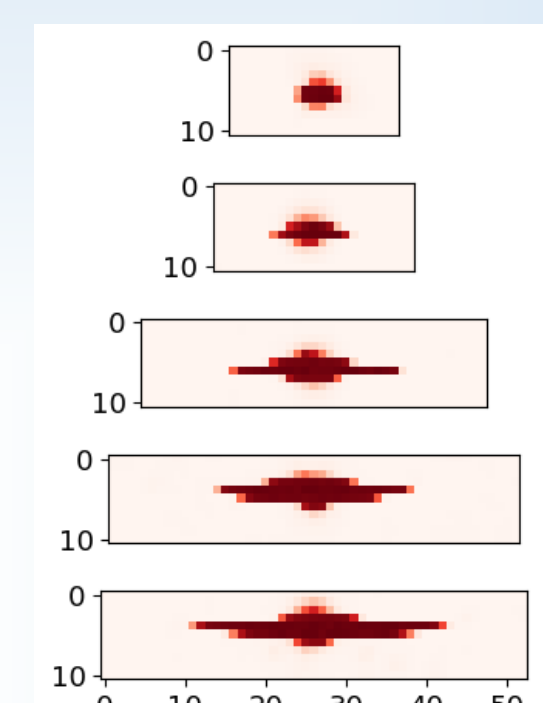


Algoritmi per sistemi di equazioni lineari e loro parallelizzazione su CPU e GPU

A. Vecchiato - INAF-OATo - 011-810 1941  
[alberto.vecchiato@inaf.it](mailto:alberto.vecchiato@inaf.it)

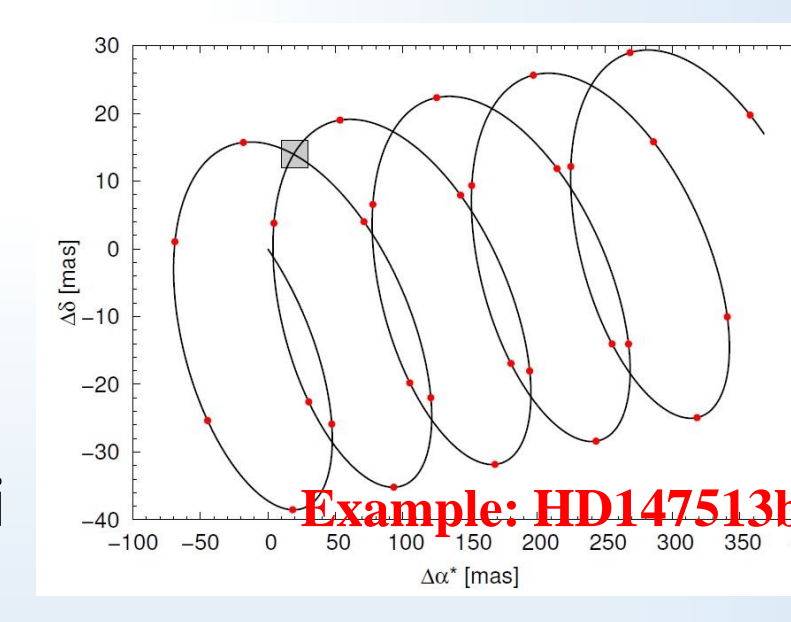
#### Modellizzazione astrometrica di rivelatori CCD e CMOS

- Simulazione delle principali caratteristiche geometriche ed elettro-ottiche per immagini quasi sature o sature
  - Modellizzazione della distribuzione di segnale rivelato
- Sviluppo di algoritmi diagnostici e di stima dei parametri di immagine



#### Analisi di casi non consoni di applicazioni astrometriche

- Identificazione di casi trattabili con analisi specifiche
  - Selezione di insiemi di dati disponibili (Gaia, TESS, JWST, ...)
  - Sviluppo di algoritmi diagnostici e di stima dei parametri rilevanti



Mario Gai - INAF-OATo - 0118101943  
[Mario.gai@inaf.it](mailto:Mario.gai@inaf.it)