

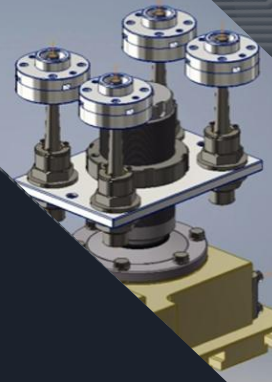
Forum della Ricerca Sperimentale e Tecnologica in INAF  
Bologna, 22-24 giugno 2022

# Sistemi metrologici e di controllo dell'ottica applicati ai radiotelescopi

Sessione: Ottica, Metrologia e Termomeccanica

Speaker: Andrea Orlati

Istituto di Radioastronomia





# Cosa e chi

Misura di pattern d'antenna  
tramite l'utilizzo di drone per  
generare segnale artificiale di  
calibrazione


J. Monari, F. Perini, A. Mattana, G.  
Pupillo, M. Poloni, M. Schiaffino, G. Naldi

INAF-OA Arcetri  
CNR-IAIT  
Politecnico di Torino

Tecnica di propagazione via fibra  
ottica di riferimenti in frequenza  
e sue applicazioni  
all'interferometria radio e alla  
metrologia

R. Ricci, F. Perini, M. Negusini, M. Roma,  
C. Bortolotti, G. Maccaferri

INRiM (Torino)



Sistemi di ottica attiva  
per i radiotelescopi

J. Roda, G. Zacchiroli, A. Orfei, M. Morsiani

# Sistema UAV per la misura del pattern d'antenna



- Misure del diagramma di radiazione in campo-lontano con l'utilizzo di sorgenti artificiali.
- Utilizzato per antenne e per la calibrazione di piccoli array a bassa frequenza. Da 5 a 4400 MHz.
- Voli in rotazione per determinare le principali componenti in polarizzazione (co- cross-)
- Misure di fotogrammetria per determinare posizione e orientamento degli elementi
- Ottimizzato per l'impiego dei telescopi di prossima generazione come lo Square Kilometer Array



Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni (IEIIT) - Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)



Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI)



Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)



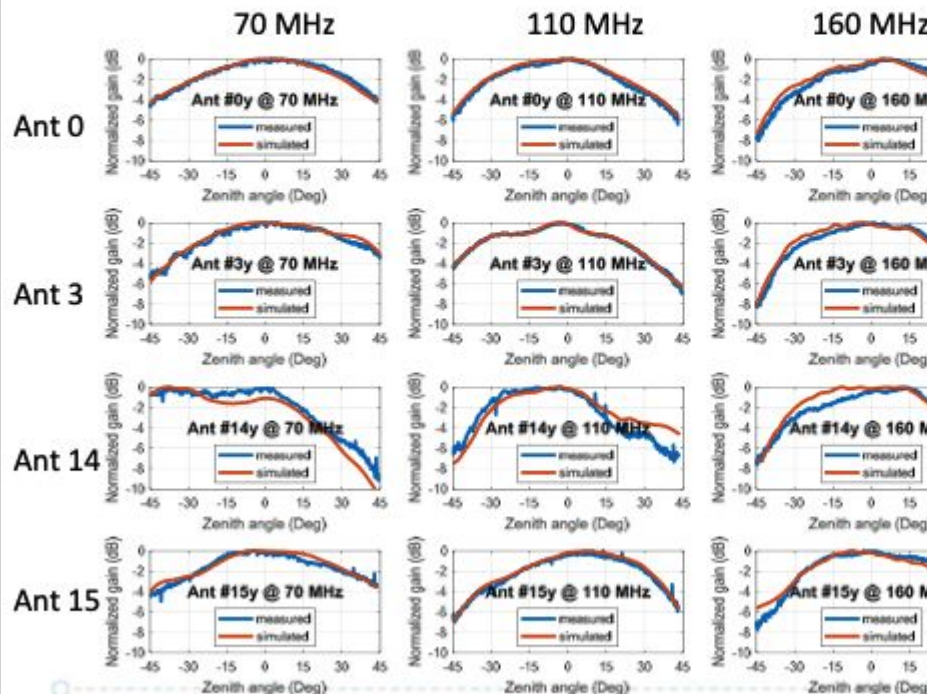
Confronto tra simulazione e misura dell'Embedded Element Pattern di quattro antenne a 4 frequenze di AAVS1.5 (vedere immagine precedente)

## AAVS1.5

## Time shift Applied

4 antennas x 4 frequencies

E-plane EEP



## IQB e VLBI

\* IQB è un'infrastruttura in fibra ottica che distribuisce riferimenti di frequenza da INRIM verso siti remoti con stabilità nell'ordine di  $10^{-19}$ .

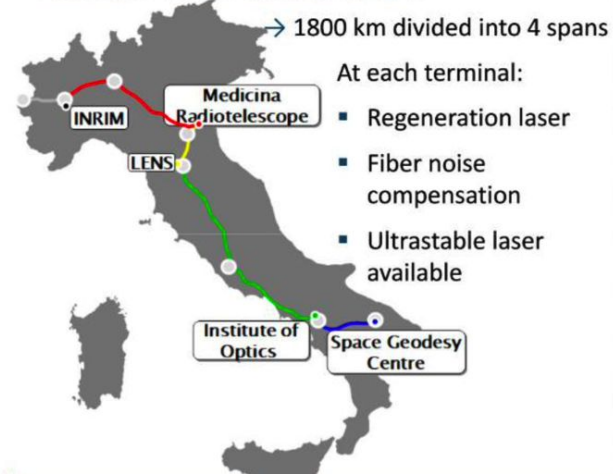
\* Con l'arrivo a Matera (Centro di Geodesia Spaziale) l'infrastruttura ha raggiunto i 1800 Km su 4 tratte.

\* Esperimenti di VLBI geodetico (2015-2018) con “common clock”, in linea con i risultati ottenuti con i clock locali.

\* Potenziale riduzione del rumore di fase dovuto al clock durante gli esperimenti ad alte frequenze (Q-,W-band)

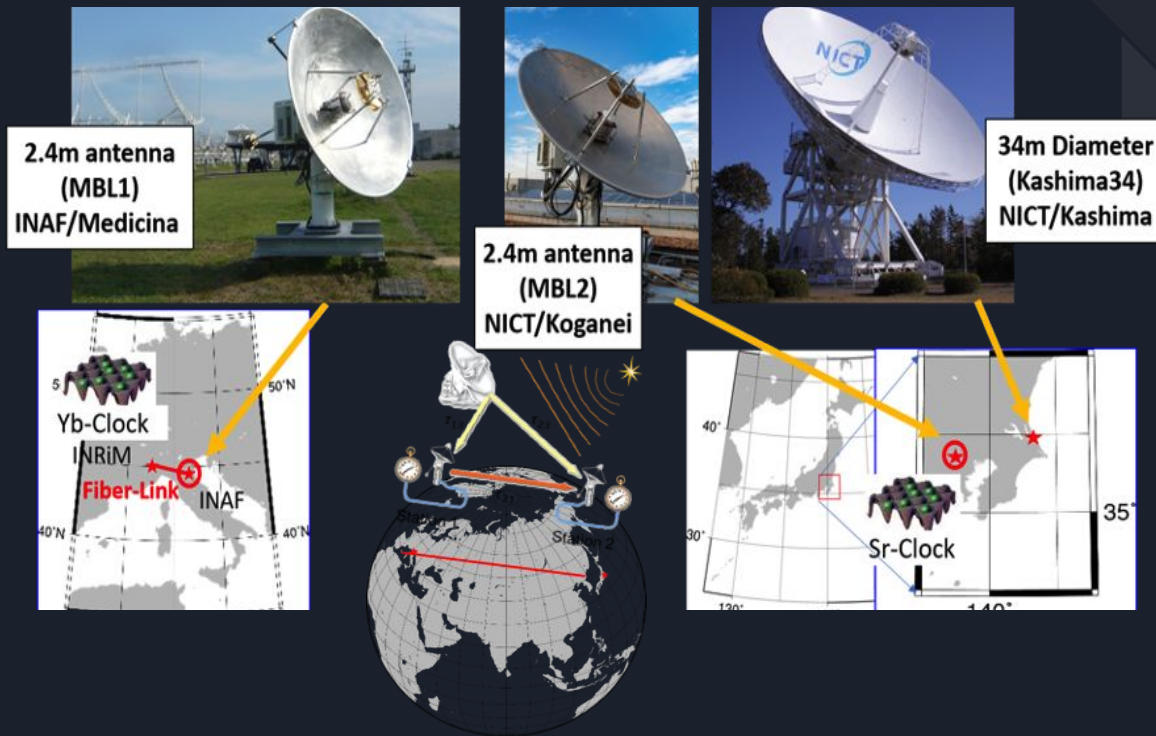
## IQB reaching Matera

### Italian link extension





# IQB e Metrologia



Esperimento con tecnica VLBI di 2 antenne (2.4 m) con antenna giapponese si Kashima (34 m). Ha permesso comparare due clock a reticolo ottico - INRiM (Italy), NICT (Japan) - con incertezza relativa nell'ordine di  $10^{-16}$

Con installazione del ricevitore tri-band a Medicina, in collaborazione con istituti coreani, ci si attende di ottenere misure nell'ordine di  $10^{-17}$

# Specchi attivi per radiotelescopi

| ALL UNITS IN microns                    | El=20        | El=30        | El=45°       | El=60        | El=90        |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Error Source                            | RMS          |              |              |              |              |
| <b>Panels</b> manufacturing accuracy    | <b>60</b>    | <b>60</b>    | <b>60</b>    | <b>60</b>    | <b>60</b>    |
| <b>Panels</b> measurement error         | 25           | 25           | 25           | 25           | 25           |
| <b>Panel</b> thermal effect             | 15           | 15           | 15           | 15           | 15           |
| <b>Panel</b> gravity deformation        | 30           | 30           | 30           | 30           | 30           |
| <b>Panel</b> wind effect                | 30           | 30           | 30           | 30           | 30           |
| <b>Structure</b> field alignment        | <b>100</b>   | <b>100</b>   | <b>100</b>   | <b>100</b>   | <b>100</b>   |
| <b>Structure</b> gravity deformation    | 80           | 50           | 0            | 40           | 100          |
| <b>Structure</b> thermal+wind effect    | 48           | 48           | 48           | 48           | 48           |
| <b>Subreflector</b> manufacturing error | <b>50</b>    | <b>50</b>    | <b>50</b>    | <b>50</b>    | <b>50</b>    |
| <b>Subreflector</b> thermal effect      | 15           | 15           | 15           | 15           | 15           |
| <b>Subreflector</b> wind effect         | 15           | 15           | 15           | 15           | 15           |
| <b>RSS (ROOT SUM SQUARED)</b>           | <b>167.0</b> | <b>154.9</b> | <b>146.6</b> | <b>152.0</b> | <b>177.5</b> |

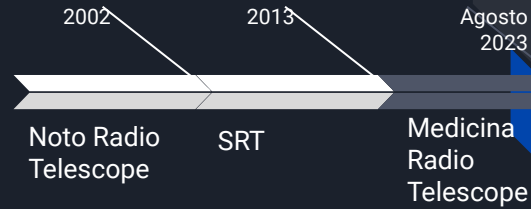
\*Dati riferiti all'antenna di Medicina



- Quintuplicare la frequenza massima, al costo del 13% del telescopio esistente
- Attuatori elettromeccanici sugli angoli dei pannelli, muovono lo specchio primario secondo una lookup table a loop aperto per recuperare le deformazioni strutturali
- L'obiettivo è diminuire il rumore di superficie, RSS dei vari contributi per osservare fino a **116GHz**

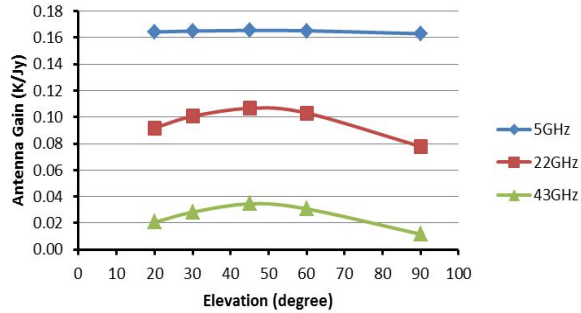


- Ideazione
- Progettazione
- Prototipaggio
- Test e commissioning
- Software



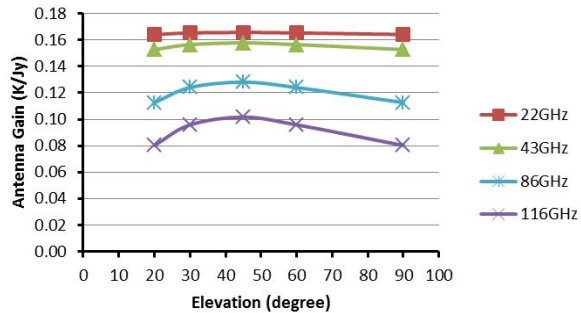


### SITUAZIONE ATTUALE: SIMULAZIONI



- I valori simulati, ottenuti dalle stime di accuratezza di superficie, sono confermati dalle misure per i ricevitori attuali.

### CON SUP. ATTIVA: SIMULAZIONI



- a 116 GHz (W-band) si otterrà l'efficienza che è attualmente misurata a 22 GHz (K-band). Si quintuplica la frequenza osservativa.