

ISTITUTO  
DI RADIOASTRONOMIA

## SEDE - BOLOGNA

Via P. Gobetti, 101  
40129 BOLOGNA  
P.I. 06895721006  
Cod. Fisc. 97220210583  
Ph.: +39 051 6399385 – 6399111  
Fax +39 051 6399431  
[www.ira.inaf.it](http://www.ira.inaf.it)  
PEC: [inafirabo@pcert.postecert.it](mailto:inafirabo@pcert.postecert.it)

## STAZIONE - MEDICINA

Via Fiorentina, 3513  
40059 MEDICINA (BO)  
Ph.: + 39 051 6965811  
Fax + 39 051 6965810

## SEZIONE - NOTO

Contrada Renna Bassa  
Località Case di Mezzo  
96017 NOTO (SR)  
C.P. 161 c/o  
Ufficio Postale Noto Centro  
Ph.: + 39 0931 824111  
Fax + 39 0931 824122  
PEC: [inafiranoto@pcert.postecert.it](mailto:inafiranoto@pcert.postecert.it)

ALLEGATO 2

## DISCIPLINARE TECNICO

Procedura Aperta (Pubblico Incanto) per l'acquisizione di un servizio di ingegnerizzazione e industrializzazione di un sistema ricevente prototipale nell'ambito del progetto SKA-LFAA (SKA-Low Frequency Aperture Array).

Amministrazione Aggiudicatrice: INAF-Istituto di Radioastronomia (BOLOGNA)

Tipo di procedura: Aperta

Atto di Avvio: Decisione a Contrarre nr. 213 del 24/09/2014

Responsabile Unico del Procedimento: Dr.ssa Feretti Luigina

CUP: C58C13000230001

CIG: 5904266270



## INDICE

1. INTRODUZIONE
2. DESCRIZIONE DEL SOTTO SISTEMA RICEVENTE
3. OGGETTO DELLA FORNITURA



## 1. INTRODUZIONE

Lo Square Kilometre Array (SKA [www.skatelescope.org](http://www.skatelescope.org)) è un progetto internazionale il cui scopo è la costruzione di un radiotelescopio di nuova generazione, caratterizzato da una configurazione ad array la cui area totale pari a un Km quadrato, consentirà di raggiungere una sensibilità di due ordini di grandezza superiore a qualsiasi altro radiotelescopio esistente.

In suddetto progetto INAF partecipa, fra gli altri, allo sviluppo di LFAA (Low Frequency Aperture Array) nel consorzio AADC (Aperture Array Design Consortium),

La configurazione base di LFAA è rappresentata da circa 1024 stazioni dislocate nell'outback australiano vicino a Perth, ciascuna delle quali è composta da un sparse array di 250 antenne a bassa frequenza in doppia polarizzazione, operante fra 50-650MHz.

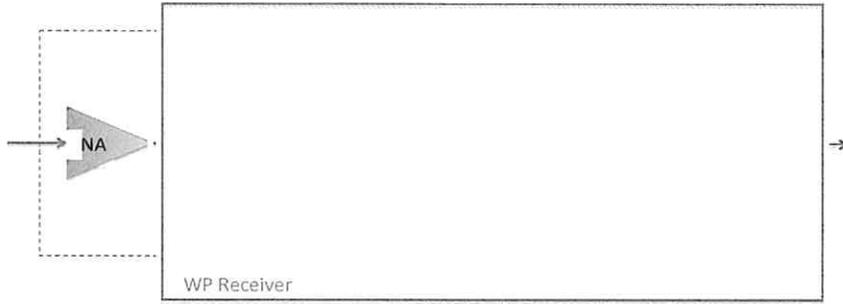
Complessivamente il segnale ricevuto dalle 250.000 antenne sarà convogliato presso una struttura unica chiamata CSP (Central Signal Processing) tramite fibre ottiche analogiche. Nel CSP sarà presente la seconda parte del sistema ricevente, il sistema di acquisizione e processing dei segnali.

INAF è Work Package leader del sotto sistema ricevitori inteso come quel blocco di amplificazione/filtraggio del segnale che va dall'uscita del Low Noise Amplifier all'ingresso dell'ADC (Figura 1). Quest'ultimo dovrà essere sviluppato ed ottimizzato per una produzione di massa (1 milione di pezzi) partendo da un prototipo realizzato dalle istituzioni scientifiche partecipanti AADC, per cui un requisito fondamentale sarà l'ottimizzazione del rapporto costo/performance. Il disegno finale dovrà essere compatibile con gli altri sistemi con cui si interfaccia.

L'Istituto Nazionale di Astrofisica intende acquisire un servizio per l'ingegnerizzazione e l'industrializzazione del sotto sistema ricevente sopra menzionato.

Lo scopo dell'attività richiesta è quindi la realizzazione di un "design for manufacturing" con successiva produzione di una "Bread-board", per la verifica e qualifica delle prestazioni.

Il presente documento riporterà la descrizione generale del sistema con l'indicazione dei deliverables e dei requisiti di progetto.



**Figura 1: Work Package Ricevitore**

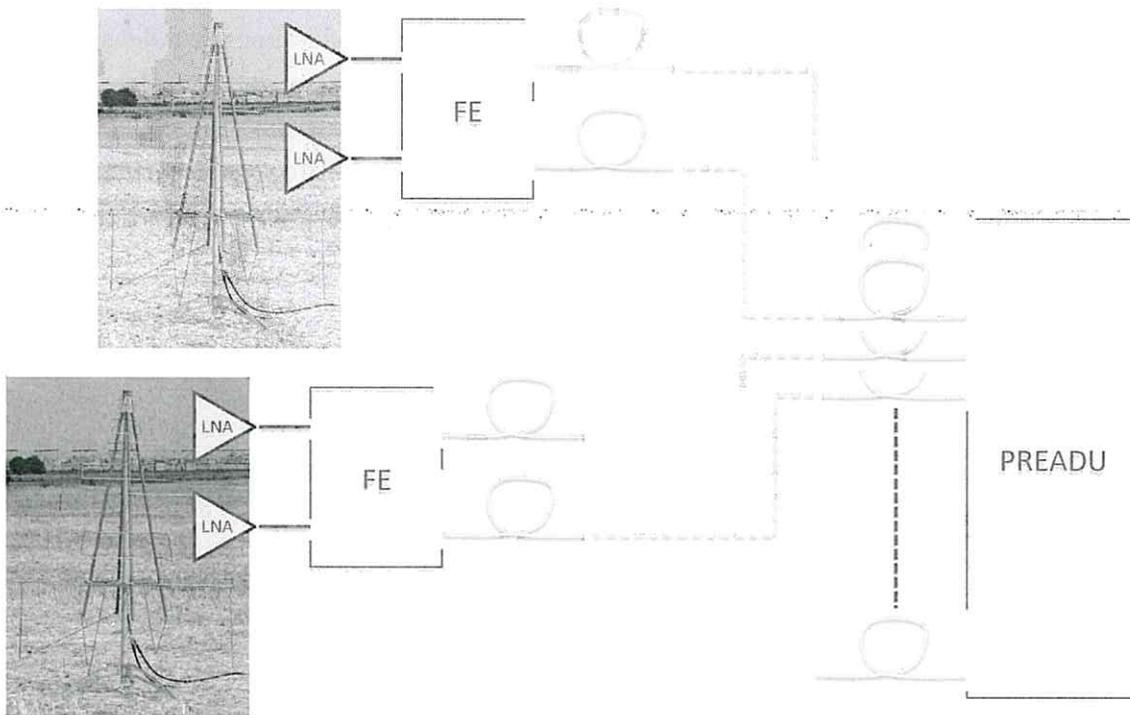


## 2. DESCRIZIONE DEL SOTTO SISTEMA RICEVENTE

Il sotto sistema ricevente è composto da due parti principali (Figura 2).

L'unità di Front end (FE) logicamente installato all'interno dell'antenna ricevente e collegata all'uscita dell'LNA che integra un TX ottico che trasmette il segnale analogico amplificato fino a 10 Km di distanza su una fibra ottica monomodale. Un'estensione fino a 50Km è in fase di valutazione.

Un'unità di condizionamento (PRE-ADU), che trasforma il segnale da ottico→elettrico e lo rende idoneo per i livelli dell'ADC.



**Figura 2: Schema concettuale del sistema ricevente di LFAA**

La scheda del FE ospiterà tutta l'elettronica RF di filtraggio e amplificazione per solo due polarizzazioni all'uscita dell'LNA; integrerà anche il bias-Tee e il cavo RF per l'alimentazione del medesimo. Dovrà essere fornito anche uno studio di fattibilità tecnico-economica preliminare relativo all'integrazione dell'LNA e FE (la progettazione dell'LNA è oggetto di lavoro di un altro WP).

La scheda PREADU deve essere progettata ottimizzando l'integrazione circuitale compatibilmente al numero dei segnali di ingresso della scheda che ospiterà i sistemi ADCs. Ogni scheda ospiterà un numero



di canali pari a 32. La scheda PREADU sarà inserita in un opportuno armadio rack. Dovrà essere fornito anche uno studio di fattibilità tecnico-economica preliminare relativo all'integrazione della PREADU e ADC (la progettazione dell'ADC è oggetto di lavoro di un altro WP).

Questa seconda parte include anche una semplice elettronica digitale per il controllo di alcuni dispositivi RF (attenuatori digitali, switches RF, Phase modulator). La programmazione di questo dispositivo digitale, che non dovrà interferire a livello elettrico con la componentistica RF, avverrà tramite una porta esterna. Tutti i segnali dovranno essere "latching" ossia, anche in assenza di comando, rimarranno nell'ultimo stato che è stato programmato.

L'elettronica analogica di FE e PREADU potrebbe contenere una rete di equalizzazione del segnale selezionabile (PreWhitening) necessaria per rendere costante la densità spettrale di potenza del segnale ricevuto (a queste frequenze è intrinsecamente non bianco a causa dell'effetto dell'atmosfera e del proprio sistematico dei componenti di catena). Il guadagno dell'intera catena potrà essere adattato al livello ottimale per l'ingresso dell'ADC, grazie ad un attenuatore digitale controllato elettronicamente.

La scheda PREADU conterrà anche un filtro anti-aliasing per selezionare le due bande di ricezione 50-350MHz o 345MHz-650MHz e un modulatore di fase 0-180°.

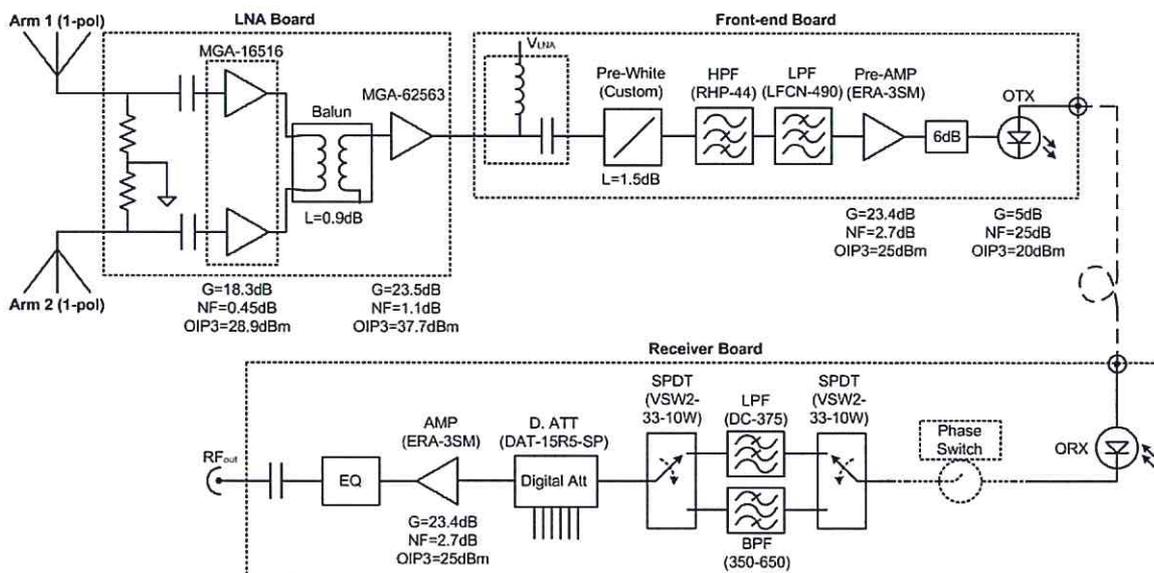


Figura 3: Architettura di massima del ricevitore

Il target-cost obiettivo di una catena RF analogica industrializzata completa è stimato a 30€ a catena limitatamente a componentistica, materiali e assemblaggio.



I requisiti elettrici, meccanici e ambientali sono parametri calcolati da studi scientifici-tecnici delle prestazioni di LFAA nonché dipendono da input di altri Work-Packages. Detti requisiti non sono ad oggi ben definiti in modo esaustivo e in tutti gli aspetti.

Per avere un'indicazione generale e di puro riferimento del framework di lavoro, si allegano i parametri principali che si dovranno tenere sotto controllo. Essi saranno ben definiti durante l'attività e dovranno essere verificati con i test idonei:



### 3. OGGETTO DELLA FORNITURA

Le attività oggetto del presente bando sono definite sulla base delle specifiche di progetto e del prototipo esistente; dovrà essere sviluppata l'industrializzazione delle schede inclusa l'analisi di mercato per la componentistica e l'individuazione di alternative e rischi nell'ambito del target cost definito.

L'oggetto della fornitura dovrà essere indipendente da metodi, tecnologie e processi proprietari. I risultati saranno proprietà esclusiva dell'INAF inclusi i supporti CAD/CAM-Gerber files realizzati per la produzione della "bread-board".

La fornitura oggetto del presente bando consiste nella produzione dei seguenti "deliverables":

- Progetto di Ingegnerizzazione e Industrializzazione delle parti circuitali di FE e PRE-ADU comprensive di "part list";
- Analisi e proposte di eventuali soluzioni alternative, migliorative anche in funzione dell'affidabilità;
- Analisi di fattibilità di integrazione delle schede LNA+FE e PREADU+ADC;
- Realizzazione delle "bread-boards";
- Sviluppo e implementazione del programma di test procedures e test report;
- Sviluppo di un programma d'installazione, integrazione e manutenzione che prenda in considerazione anche l'obsolescenza dei componenti e l'affidabilità delle schede;
- Sviluppo di procedure di "disposal" e riciclaggio.

Tutta la documentazione dovrà essere prodotta in lingua Inglese. Si considerano incluse tutte quelle parti necessarie per dimostrare il corretto funzionamento (compreso prototipi e misure) anche se non espressamente indicati.

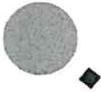
L'attività richiederà meetings frequenti con INAF che è responsabile del design del ricevitore ed eventualmente con i partners che collaborano allo sviluppo di LFAA.

Questa attività avrà la durata di un anno a partire dalla data della stipula del contratto.

L3 Requirement	Value	Comments
<i>System</i>		
RX block we consider the entire analogue block distributed from the output of LNA to the input of ADC. RX system will be physically 2 parts: Front End (FE) and PREADU (Pre-Analogue to Digital Board)		
FE and PREADU shall be connected by optical fibres		
Maximum optical cable length between FE and PREADU for analogue RF transportation shall be	<10Km	2Km + routing
Maximum optical cable length difference within one tile station shall be	<1m	Implementation of a coarse delay in TPB
<b>System Environment</b>		
Operational temperature range for the RF electronics outside	-5°C to 50 °C	
Solar Exposure	70W/ft <sup>2</sup> (TBC)	For the FE part Temperature rise inside the enclosure +50°C should not exceed the max. temperature rating of any component when the enclosure is subjected to surface radiation of 70W/ft <sup>2</sup> on 3 sides of the enclosure. This test is to be performed in a room with ambient temperature of 25 °C.  All external cabling, paint, exposed surfaces and parts must be UV stabilised
Operational temperature range for the RF electronics protected locations	15°C to 30°C	



<b>L3 Requirement</b>	<b>Value</b>	<b>Comments</b>
Vibration	EIA-364-28 IEC 60512-6-4	Requirement for mechanical stress at the antenna level in particular for the connectors. It depends from Mechanical structure of the antenna and windy flurries
Operation Humidity	IP55	For the FE part
Sand and dust	IP55	For the FE part
<b><i>RFI and EMC</i></b>		
Electromagnetic Radiation	20 dB below MIL 461-F for outdoor equipment.	ICRAR is working to get numbers despite the lack of guidance from the RFI/EMI Protection and Threshold Levels for the AAV1 requirements.
Self-induced RFI	TBD	ICRAR intend to provide a guidance for AAVSI
Electromagnetic Compatibility Standards (EMC)	TBD	ICRAR intend to provide a guidance for AAVSI
<b><i>RF-Performance</i></b>		
Frequency Range	50 - 350MHz (TBC)	Desirable up to 650MHz assuming ECP will be accepted



L3 Requirement	Value	Comments
Instantaneous Bandwidth	300MHz	600MHz assuming ECP will be accepted in two bands LB=50-350MHz and HB 350-650MHz (TBD)
Outband suppression	>40dB @10MHz	Considering the level of RFI reported during test session MRO 2011 This needs to be adjusted for the LNA gain.
Low End – Upper End 1 dB cut off frequencies	50MHz and 350MHz	ECP will be accepted in two bands LB=50-350MHz and HB 350-650MHz (TBD)
Roll off of the Band-pass filter	30dB/8ve	5 <sup>th</sup> order in order to suppress #3310
Noise Figure	<22dB	Including the ADC and in order to add <10% to TLNA
Input P1dB Compression Point	-34dBm	The P1dB point is the input power that causes the gain to decrease 1 dB from the normal expected linear gain behaviour.
Gain receiver	Min >25dB Max < 55dB	In order to have ADC noise contribution negligible respect with the Receiver temperature specification and avoiding clipping



L3 Requirement	Value	Comments
Input IP2	-7dBm	Assumption: $T_{sys} < 100K@350MHz$ , $RFI = -58dBm$ , noise level = input power level
Input IP3	-33dBm	Assumption: $T_{sys} < 100K@350MHz$ , $RFI = -58dBm$ , noise level = input power level
Input return loss	$<-10dB$	TBD
Output return loss	$<-10dB$	TBD
Receiver gain ripple	$\pm 1dB$	LNA gain response has not considered
Receiver gain disequalization	$<3dB$	Without PW and LNA gain response
Maximum gain drift	$\pm 3dB$	In order to maintain the drift within 1bit
Relative gain variation between two chains (within 600 seconds)	$< 0.42, 0.17, 0.17$ and $0.42$ dB RMS at 50, 100, 160 and 220 MHz	Assumption: values for entire chain, 350 up to 650MHz TBD (Please justification from Calibration group)
Relative phase variation between two chains to the same station (within 600 seconds)	$< 2.9, 1.2, 1.2$ and $2.9$ degrees RMS at 50, 100, 160 and 220 MHz	Assumption: values for entire chain, 350 up to 650MHz TBD (Please justification from Calibration group)



<b>L3 Requirement</b>	<b>Value</b>	<b>Comments</b>
Maximum crosstalk level between chains	-30dB	Assumption 1% of the polarisation purity requirement.
<i>Interfaces</i>		
Antenna&LNA to FE	Single ended 50Ohm RF electrical signal	LNA could be integrated with FE board for SKA I
Number of analogue FE from LNA	2	
FE to INFRA	Analogue optical fibre	
Number of analogue FE output to INFRA	2 Optical fibre	Corresponds to the two polarizations
PREADU from INFRA	Analogue optical fibre	
Number of analogue PREADU inputs from INFRA	32	
PREADU to SP	Single ended RF electrical signal	
Number of analogue PREADU to SP	32	
<i>Monitoring and Control</i>		
Analogue Output Monitor	0	No monitors signals shall be provided from any parts of the receiver



L3 Requirement	Value	Comments
Digital control from RX shall be from LMC to TPM and the digital board shall provide the commands to PREADU		
<i>Power Interface</i>		
RX system (FE+PREADU) shall drawn no more (per RF chain)	<1W (?)	Needs L2 requirements on that. Only a reference for the second part of the receiver (0.5W) has been specified. Not LNA consumption is included
FE shall supply the LNA through coax cable	150mA per POL (?)	
<i>Physical dimension</i>		
FE board shall be integrated inside the plastic “trumpet” of the antenna		
One PREADU receiver module shall fit a module:	6U	Needs 4 layers (RF-Ground-Ground-RF)
The PREADU receiver module length shall be no more than:	300mm	
The PREADU receiver module stacked shall fit in a module width of:	10HP	