
Specifiche tecniche per la produzione e fornitura di
150 Trasmettitori Ottici (OTX) e 18 schede PREADU a
16 canali per la Croce del Nord)

CAPITOLATO TECNICO D'APPALTO

Premessa

L'Istituto Nazionale di Astrofisica, nell'ambito del progetto SST (Space Surveillance and Tracking), intende completare la re-ingegnerizzazione dell'intero ramo Nord-Sud del radiotelescopio Croce del Nord estendendo le modifiche e l'installazione di nuovi ricevitori come fatto per i quattro canali Nord (1N, 2N, 3N e 4N) ai quattro canali Sud (1S, 2S, 3S e 4S).

A tale fine si necessita di reperire sul mercato un numero di 150 Trasmettitori Ottici (OTX) con caratteristiche elettro/ottiche e meccaniche equivalenti ai moduli già installati nel 2007 (ramo 1N), nel 2017 (rami 2N e 3N) e nel 2020 (ramo 4N).

Contestualmente si intende convertire l'intero sistema di ricezione ed acquisizione dei segnali attualmente in uso nei canali 1N e 2N del ramo Nord-Sud al sistema già sviluppato nell'ambito del progetto SKALow basato su iTPM (Italian Tile Processor Module). Ogni assieme iTPM si compone di tre schede: due schede analogiche, denominate PREADU, e una scheda di acquisizione e processamento digitale denominata ADU (Analogue to Digital Unit). Per l'applicazione SKALow la banda operativa è 50÷350MHz e i segnali dalle antenne arrivano mediante collegamenti in fibra ottica con tecnica WDM (1270nm/1330nm) mentre nell'ambito della Croce del Nord/SST la banda si riduce a 16MHz, centrati a 408MHz, e i segnali di ogni ricevitore, almeno per quanto riguarda il ramo N/S, sono trasportati con una sola portante ottica a 1310nm.

Nel corso dell'anno 2022 si è proceduto a reperire sul mercato un prototipo di doppio (2 canali) ricevitore ottico/RF che fosse compatibile con le specifiche meccaniche e di consumi elettrici consentiti dall'assemblaggio mediante iTPM.



Fig. 1 Foto del PCB prototipo doppio canale.

Tale prototipo è stato impiegato nel corso del 2023 per svolgere test di acquisizione dei segnali della Croce del Nord da un paio di ricevitori del canale 3N con le nuove schede iTPM 1.6 al fine di valutare le prestazioni in termini di dinamica e clipping dell'ADC. Tale attività si è resa necessaria dal momento che il nuovo sistema senza conversione di frequenza non consente un filtraggio della banda da acquisire altrettanto selettivo come quello ottenuto con l'attuale sistema basato su ricevitore supereterodina con conversione del segnale da 408MHz a 30MHz e acquisizione del segnale mediante scheda iTPM generazione 1.2.

Tali prove hanno consentito di definire meglio la BoM e suggerito alcune modifiche da apportare al circuito del ricevitore prototipo come successivamente dettagliato.

Tutto ciò premesso si necessita quindi di reperire sul mercato un numero di 18 schede PREADU, ognuna con 16 canali ottici/RF che siano la replica di quanto realizzato con il prototipo sopra citato e che nel complesso rispetti i vincoli RF, elettrici e meccanici al fine di consentirne l'integrazione e il controllo con le schede iTPM1.6.

Descrizione della fornitura

La fornitura si compone di due voci:

- 1) n.150 Trasmettitori Ottici (OTX), realizzate come specificato nella relativa sezione;
- 2) n.18 schede PREADU, realizzate come specificato nella relativa sezione.

Trasmettitori Ottici - OTX

Il link ottico, composto da OTX e da ORX integrato nelle schede PREADU, deve trasportare il segnale RF delle antenne del ramo N/S del Radiotelescopio Croce del Nord alla stanza di controllo. La lunghezza massima del collegamento è di circa 500m mediante cavo in fibra ottica tipo G652D.

Il modulo OTX deve essere equipaggiato da LASER dell'azienda SSopt (model number MLD-D31S2-3A10P3) o equivalente in termini di prestazioni RF/ottiche e di piedinatura e dimensioni del package.

Il modulo OTX deve essere opportunamente schermato dal punto di vista RF. Il connettore RF deve essere di tipo SMA-femmina di lunghezza idonea a consentire il passaggio attraverso un pannello frontale da RACK di spessore nominale 2.5mm.

Si considera parte della fornitura anche tutta la documentazione di progetto degli OTX, comprensivi di schemi elettrici, lista componenti utilizzati, disegni meccanici e di realizzazione dei PCB.

Specifiche RF OTX

Si intendono nella banda della Croce del Nord 400÷416 MHz a temperatura ambiente e con OTX (oggetto della fornitura) collegato ad un ORX (campione, fornito da INAF/IRA) mediante due bretelle di fibra SMF SC/APC-SC/APC da 1 o 2 metri di lunghezza ciascuna (non oggetto della fornitura) e una bobina da 500m di fibra SMF G652D con connettori SC/APC (non oggetto della fornitura):

Guadagno: Min = 0 dB, Typ = 1 dB, Max = 2 dB;
Variazione Guadagno in banda = max +/-0.25 dB;
Input and output Return Loss > 15 dB;
NFmax = 36 dB;
OIP3 > +30 dBm.

Specifiche DC OTX

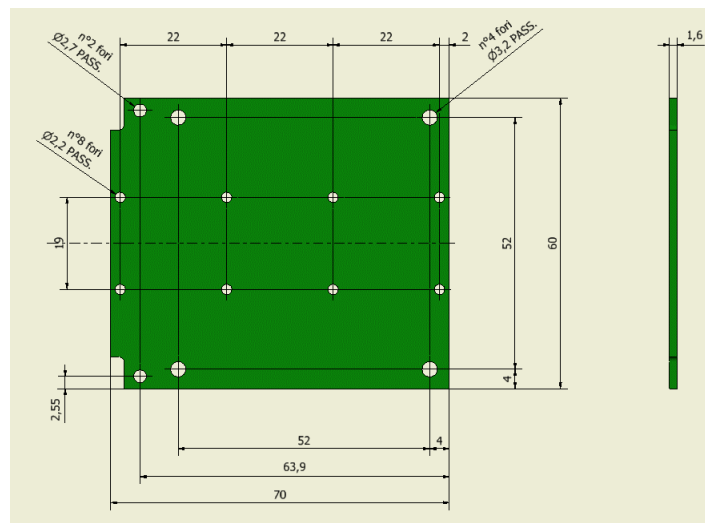
L'alimentazione dei moduli TX deve avvenire tramite il PCB di supporto che deve essere provvisto di idonea morsettiera per ricevere l'alimentazione da alimentatori lineari (non oggetto della fornitura).

I valori di tensione sotto riportati si intendono in ingresso alla morsettiera del PCB di supporto dei moduli TX (per cui eventuali margini dei regolatori di tensione devono essere opportunamente presi in considerazione entro questi valori): VTX=-12V, I_{max}=100mA (T=-10°C – T=+50°C)

Specifiche Meccaniche OTX

Lo scatolino metallico dell'OTX deve essere montato su un PCB, lato TOP, le cui dimensioni sono riportate nella Fig. 2.

L'eventuale fissaggio a pannello frontale deve avvenire tramite opportuni fissaggi angolari tipo Schroff 60807-181.



Le aree evidenziate in ROSSO nelle Fig. 3 e Fig. 4 devono essere lasciate libere da componenti su entrambi i lati TOP e BOTTOM per evitare interferenze/corti dovuti al fissaggio mediante viti metalliche.

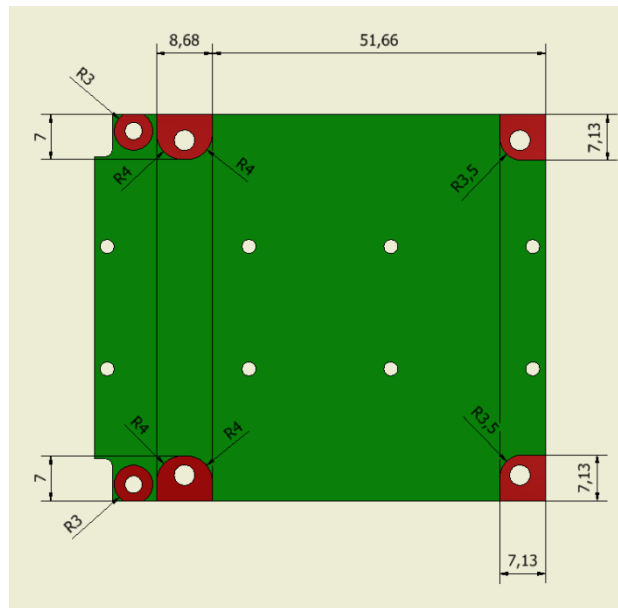


Fig. 4 Aree di rispetto lato BOTTOM del PCB.

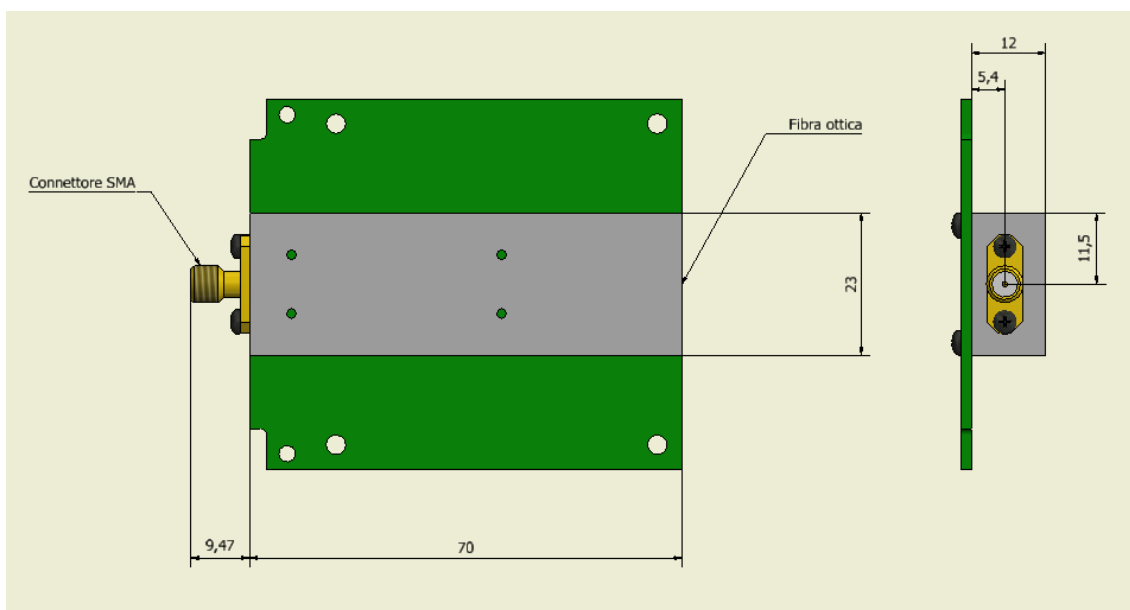


Fig. 5 Assieme PCB con schermo metallico OTX.

Criteri di Accettazione OTX

I trasmettitori ottici verranno collaudati da parte di personale IRA/INAF presso il laboratorio Radio Frequenza laboratori della Stazione Radioastronomica di Medicina al fine di verificare le specifiche RF riportate nella sezione "Specifiche RF OTX" mediante misure di parametri S, di cifra di rumore e di IP3 mediante Analizzatore Vettoriale di Reti Keysight modello N5249A e relative opzioni e/o Analizzatore di spettro Anritsu modello MS2726C.

Ogni scheda PREADU deve contenere sedici catene ORX/RF complete replicando 16 volte lo schema elettrico seguente (si veda il file spacedebris_sch_rev230508.pdf nell'archivio zip allegato):



Il PCB deve consentire il pilotaggio, mediante interfaccia SPI, di un DSA (Digital Step Attenuator) modello RFS3714 della Qorvo per ogni catena di ricezione (sedici in totale per ogni PCB). Per questa parte, dato che il prototipo prevedeva il controllo solo tramite jumper, si deve tenere come riferimento il circuito di controllo delle schede PREADU realizzate per SKALow (si veda a questo riguardo la Fig. 7). L'alimentazione del circuito di controllo deve essere opportunamente filtrata ed essere indipendente da quelle già usate per l'alimentazione degli stadi RF (si veda la Fig. 8).

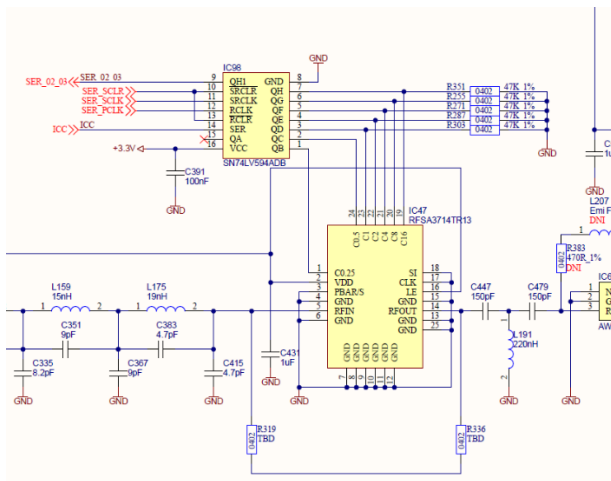


Fig. 7 Particolare del circuito di controllo SPI delle schede PREADU.

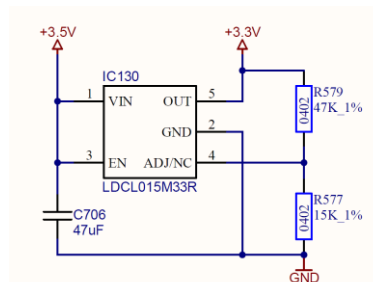
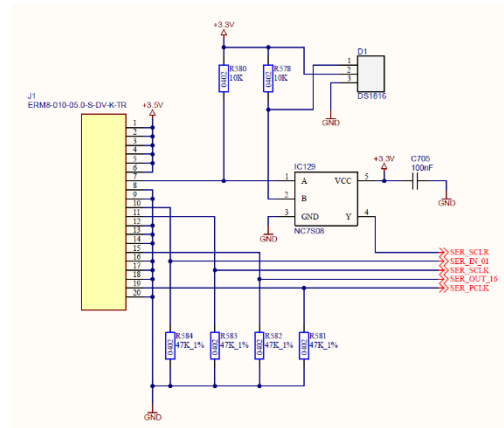


Fig. 8 Particolare dell'alimentazione del sistema di reset e controllo SPI.

Il PCB dovrà essere FR4 (er=4.2). Si consiglia di utilizzare lo stesso stack-up del prototipo riportato in Fig. 9.

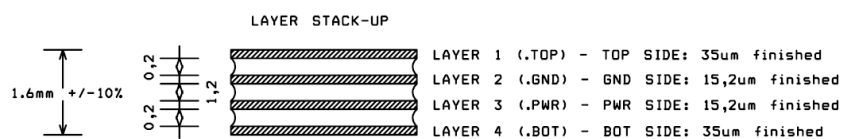


Fig. 9 Stack-up PCB.

Nella sezione di ingresso si deve prevedere il montaggio di un fotodiodo MPD-03310S9R85 della ditta SSopt, o equivalente in termini di prestazioni O/E e di package/piedinatura anche di altro fornitore per ogni catena, con pigtail lungo 100cm e connettore ottico LC/APC. Il footprint/layout nella sezione del fotodiodo all'ingresso deve consentire in modo agile un eventuale montaggio provvisorio di cavetti coassiali 50Ohm per eventuale debug/misura della sola parte RF delle catene di ricezione.

Nella sezione di uscita si devono usare dei connettori Samtech IP5-08-05.0-L-S-1-L-TR.

Specifiche RF PREADU

Le specifiche RF dovranno essere equivalenti o migliorative di quanto ottenuto con le catene di ricezione del prototipo realizzato nel 2022 ed utilizzato per i test con l'antenna nel 2023.

In particolare, le specifiche si intendono, se non diversamente indicato, nella banda 16MHz@408MHz, a temperatura ambiente e con DSA posto a 0dB e con un OTX fornito da INAF appartenente ad un precedente lotto di produzione oppure uno qualsiasi degli OTX oggetto della fornitura:

Gain (RF-RF@408MHz): 42dB/ \pm 1dB;

Flatnees: max \pm 0.75dB (max \pm 0.5dB desiderato);

Input and output Return Loss: minimo >15dB, desiderato > 20dB;

NFmax = 36 dB;

OP1dB > +16 dBm

OIP3 > +26dBm min, desiderato >+30 dBm

Isolamento RF ch/ch (2 canali di una stessa PREADU) > 30 dB minimo, > 45 dB desiderato

Specifiche DC PREADU

L'alimentazione delle catene deve riprendere quanto già utilizzato per le schede PREADU di SKAlow, quindi con una coppia di LDO per ogni catena RF. La tensione di alimentazione al connettore a bordo scheda sarà di 3.5V mentre l'uscita degli LDO dovrà essere a 3.3V. Andrà riposta la massima attenzione nella progettazione del PCB per garantire la minima caduta di tensione tra connettore bordo scheda ed ingresso degli LDO. L'assorbimento medio stimato per ogni catena di ricezione è di circa 180mA (2880mA per la scheda PREADU) in un range di temperatura $T=+20\div+40^{\circ}\text{C}$. Il connettore di alimentazione/seriale deve essere il Samtec ERM8-010-05.0-S-DV-K-TR.

Specifiche Meccaniche

Il PCB della scheda PREADU deve contenere sedici catene RF popolate e dovrà essere progettato in modo da tenere in considerazione le dimensioni meccaniche e gli ingombri riportati nei seguenti disegni. Analogo discorso deve valere per lo schermo metallico che si dovrà posizionare sul lato TOP (RF) del circuito e che deve prevedere un setto di separazione almeno tra ogni coppia di catene RF.

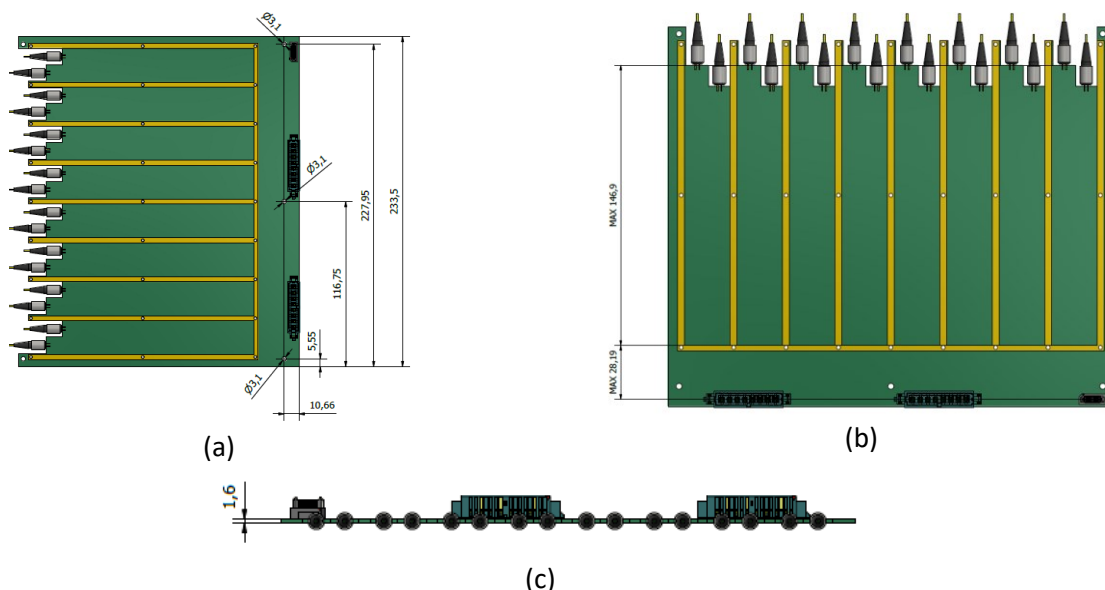


Fig. 10 Dimensioni meccaniche PCB PREADU: (a) larghezza scheda e posizione fori interfaccia con scheda ADU, (b) dimensioni massime ingombri PCB e (c) spessore PCB.

Tutte le dimensioni non quotate e/o riportate nella precedente figura dovranno essere concordate con la stazione appaltante in fase di progetto del PCB.

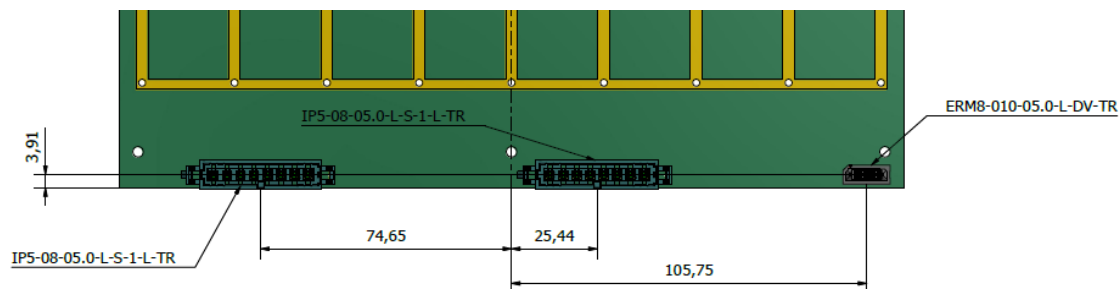


Fig. 11 Posizionamento montaggio connettori.

Criteri di Accettazione

Le misure di collaudo delle schede PREADU verranno eseguite da parte di personale IRA/INAF presso i laboratori della Stazione Radioastronomica di Medicina al fine di verificare le specifiche RF riportate nella sezione "Specifiche RF PREADU" mediante misure di parametri S, di cifra di rumore, P1dB e IP3 mediante Analizzatore Vettoriale di Reti Keysight modello N5249A e relative opzioni.

Le misure verranno svolte utilizzando un OTX ottico campione fornito da INAF, facente parte di precedenti forniture, o uno o più OTX dei 150 facenti parte della fornitura.

Oltre alla scheda PCB prototipo, la fornitura deve comprendere anche tutta la documentazione di produzione/progettazione (BoM, schematico, file di produzione PCB).

Contatti e Spedizione

Per qualsiasi chiarimento di natura tecnica sul presente capitolato e sull'oggetto della fornitura si prega di scrivere una mail a Federico Perini all'indirizzo federico.perini@inaf.it

Eventuali costi di spedizione dovranno essere inclusi nell'offerta.

Luogo di consegna dei beni:

Radiotelescopi di Medicina
Via Fiorentina, 3513
40059 Medicina (Bo)

Mettere all'attenzione di Federico Perini

Garanzia

La garanzia del prodotto sarà valida per 1 anno, a decorrere dalla data di accettazione, per qualunque tipo di malfunzionamento o non conformità causati da problemi di qualità del prodotto.