

# Procedura di qualifica automatizzata dei ricevitori di AAVS1

Simone Rusticelli

IRA Technical Report N° 506/17

Revisionato da: Federico Perini

## Sommario

Procedura di qualifica automatizzata dei ricevitori di AAVS1 .....	1
IRA Technical Report N° 506/17 .....	1
Indice delle figure .....	3
Indice delle tabelle .....	4
Introduzione .....	5
Schema del banco di misura .....	7
Setup del banco di misura .....	9
a. PreADU: .....	9
b. Transfer Switch Keysight 87222C: .....	9
c. Front End: .....	9
d. Raspberry Pi Model 3: .....	9
e. Power Supply Agilent E3631A: .....	9
f. PNA-X Keysight N5249A: .....	9
g. Notebook: .....	9
Configurazione di rete .....	10
Come configurare gli indirizzi di rete: .....	10
Programma di acquisizione Matlab .....	11
Sequenza di misura e configurazione degli strumenti .....	16
Calibrazioni .....	18
a. Parametri di diffusione (parametri S) .....	18
b. Punto di compressione a 1dB .....	18
c. Cifra di rumore .....	18
d. Non linearità .....	19
Appendice .....	20
Controllo PreADU mediante Raspberry .....	20
a. Set up della configurazione di rete .....	20
b. Controllo remoto del Raspberry .....	22
Lista dei comandi per il controllo della PreADU .....	25

## Indice delle figure

Figura 1 - Rappresentazione del banco di misura utilizzato per il collaudo dei ricevitori di AAVS1. ....	7
Figura 2 – Rappresentazione del banco di misura utilizzato per il collaudo dei ricevitori di AAVS1. ....	8
Figura 3 – Descrizione della nomenclatura dei comandi inviati alla PreADU.....	17
Figura 4 – Configurazione Transfer Switch (a sinistra ‘OPEN’, mentre a destra ‘CLOSE’). ....	17
Figura 5 – Desktop visualizzato all’avvio di Raspberry. ....	20
Figura 6 – Particolare per entrare nel menù delle impostazioni di rete. ....	21
Figura 7 – Impostazioni di rete del Raspberry.....	21
Figura 8 – Procedura per lo spegnimento del Raspberry. ....	22
Figura 9 – Configurazione di PuTTY per la comunicazione via SSH per l’interfacciamento con il Raspberry. ....	22
Figura 10 – Schermata di avvio della sessione SSH. ....	23
Figura 11 – Schermata dopo l’immissione corretta della password di accesso. ....	24
Figura 12 – Schermata con l’invio di comandi per la comunicazione con la PreADU. ....	24
Figura 13 - Tabella di verità per il controllo di filter bank e step attenuator sulla PreADU. ....	25

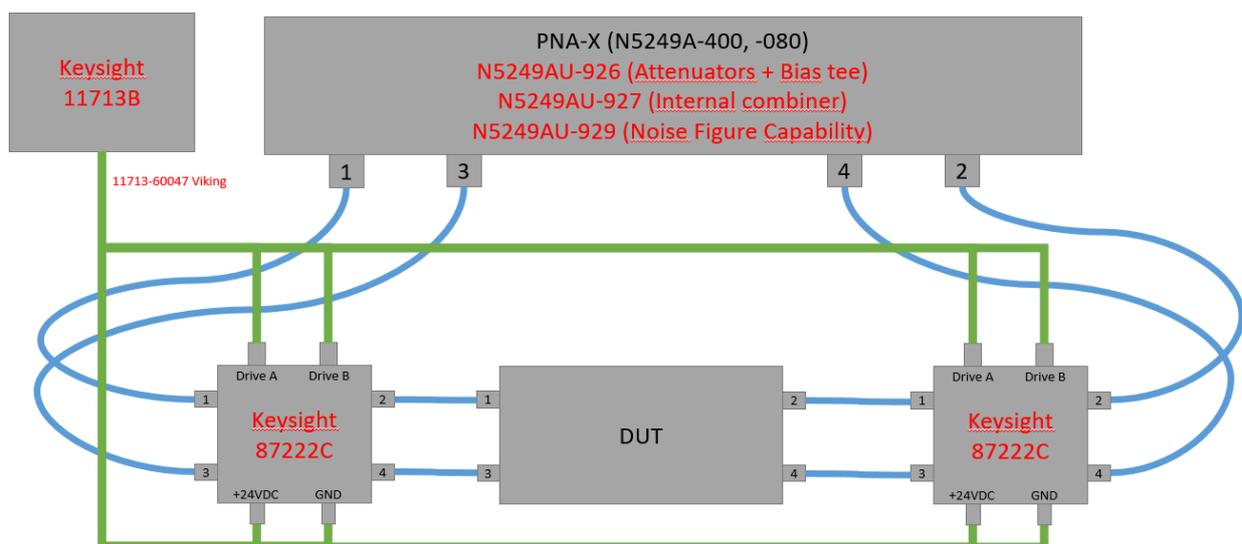
## Indice delle tabelle

Tabella 1 – Configurazione di rete per il setup del banco di misura. ....	10
Tabella 2 – Configurazione del banco di misura. ....	17
Tabella 3 – Configurazione PNA-X per misura parametri S. ....	18
Tabella 4 - Configurazione PNA-X per misura P1dB. ....	18
Tabella 5 - Configurazione PNA-X per misura della cifra di rumore. ....	19
Tabella 6 - Configurazione PNA-X per misura delle non linearità. ....	19
Tabella 7 – Tabella dei comandi per la PreADU. ....	26

## Introduzione

In questo documento verrà descritta la procedura con la quale è stato approntato il sistema di collaudo dei 440 ricevitori per AAVS1 (Aperture Array Verification System). Per la produzione delle suddette 440 catene di ricezione per la costruzione del verification system di SKA è stato indetto un bando (Fornitura di un sistema ricevente per un array a bassa frequenza per un sistema denominato "Aperture Array Verification System 1 (AAVS1) per il progetto SKA consultabile alla pagina [http://www.ira.inaf.it/Bandi\\_Gara/Bando\\_IRA\\_06\\_20160309/Bando.html](http://www.ira.inaf.it/Bandi_Gara/Bando_IRA_06_20160309/Bando.html)). All'interno del capitolato tecnico del bando è stata definita una griglia di specifiche minime per il soddisfacimento dei requisiti richiesti dal consorzio. Si è reso quindi necessario effettuare dei test di qualifica ed accettazione della produzione prima che fosse utilizzata nel deserto australiano. Inizialmente si è utilizzata la strumentazione disponibile in quel momento, con il risultato che la caratterizzazione completa 'manuale' dei primi 40 ricevitori della pre-produzione ha richiesto 3 giorni di lavoro (circa 1 ora a catena senza la produzione dei report). Consapevoli che sarebbe stata necessaria una riduzione dei tempi di misura, si è optato per una soluzione che permettesse di automatizzare il banco e che quindi portasse anche ad una minimizzazione della variabilità delle misure dovute alle connessioni manuali, della variazione dei livelli degli step attenuator interni agli strumenti per ridurre il deterioramento e ad una archiviazione dei dati più veloce.

Si è dunque optato per effettuare diversi upgrade dello strumento indispensabile alla misura, il PNA-X N5249A della Keysight, attraverso l'opzione 423 che permette di avere un combiner interno e generare la doppia sorgente per le misure di intermodulazione e l'opzione 029 che per mette di effettuare misure di cifra di rumore con il metodo Cold Source in maniera molto accurata (per maggiori informazioni a proposito dell'opzione 423 vedere il rapporto tecnico **IRA 505-17**). Grazie a questi upgrade e all'acquisto di transfer switch Keysight 87222C con relativo switch driver Keysight 11713B è stato quindi possibile effettuare la caratterizzazione di una catena di ricezione completa e la produzione del relativo report in circa 8 minuti. Qui di seguito è possibile vedere la configurazione del banco di misura a seguito degli upgrade effettuati.



Tale sistema di misura deve poter qualificare ciascuno dei ricevitori RFoF, composti da FE (Front End) ottico e PreADU (Pre Analog to Digital Unit), sia come consumi (potenza DC) che a radiofrequenza. Mediante l'utilizzo di script Matlab2016b scritti ad hoc tali strumenti di misura sono programmati, interconnessi e sincronizzati. A seguito delle misure viene prodotta, sempre in modo automatico, la reportistica richiesta dal consorzio SKA (Square Kilometre Array). Inoltre, per comodità e per un'analisi posteriore, viene creato uno spreadsheet contenente i risultati dei diversi test effettuati su tutti i ricevitori.

## Schema del banco di misura

Di seguito è riportato lo schema a blocchi del banco di misura utilizzato per il collaudo dei ricevitori di AAVS1. I DC block (Minicircuits BLK-89) sono necessari per evitare che la corrente continua in uscita dalle porte RF dei Front End arrivi alle porte del PNA-X.

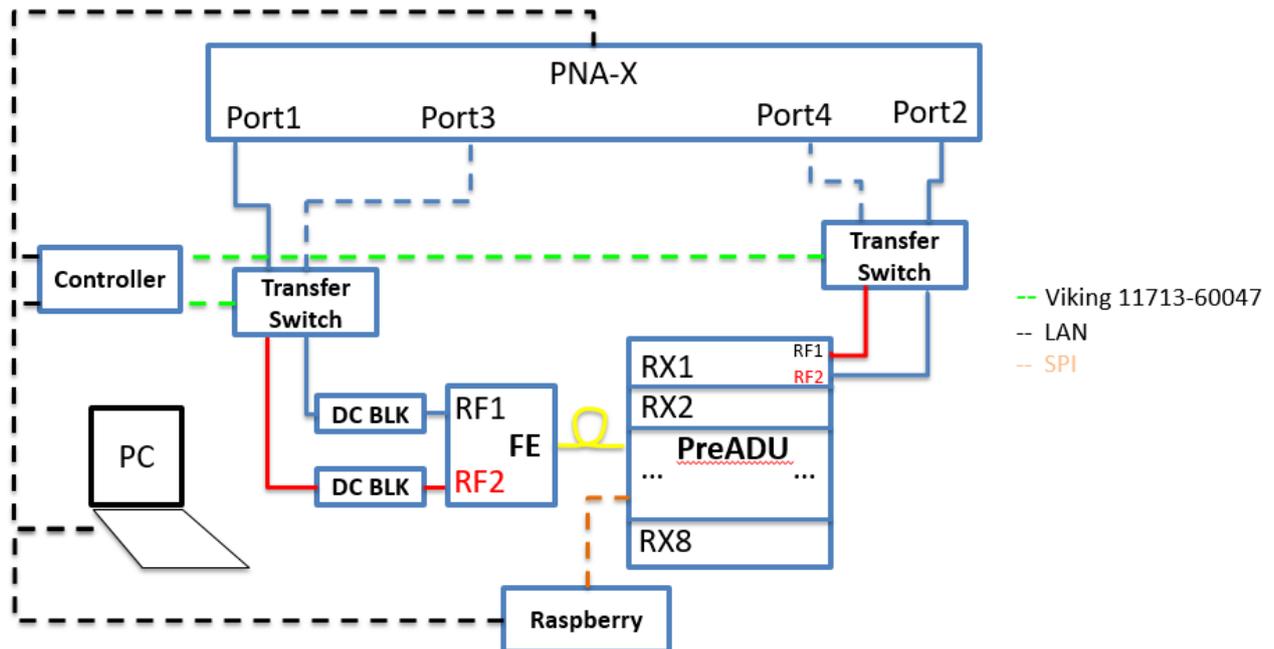
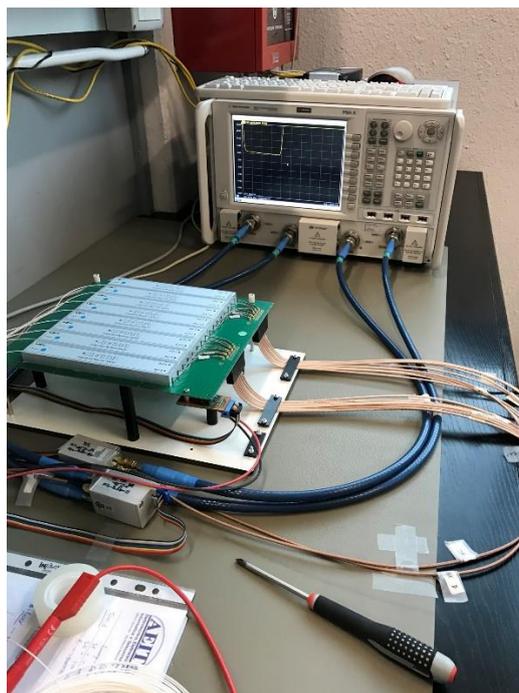


Figura 1 - Rappresentazione del banco di misura utilizzato per il collaudo dei ricevitori di AAVS1.



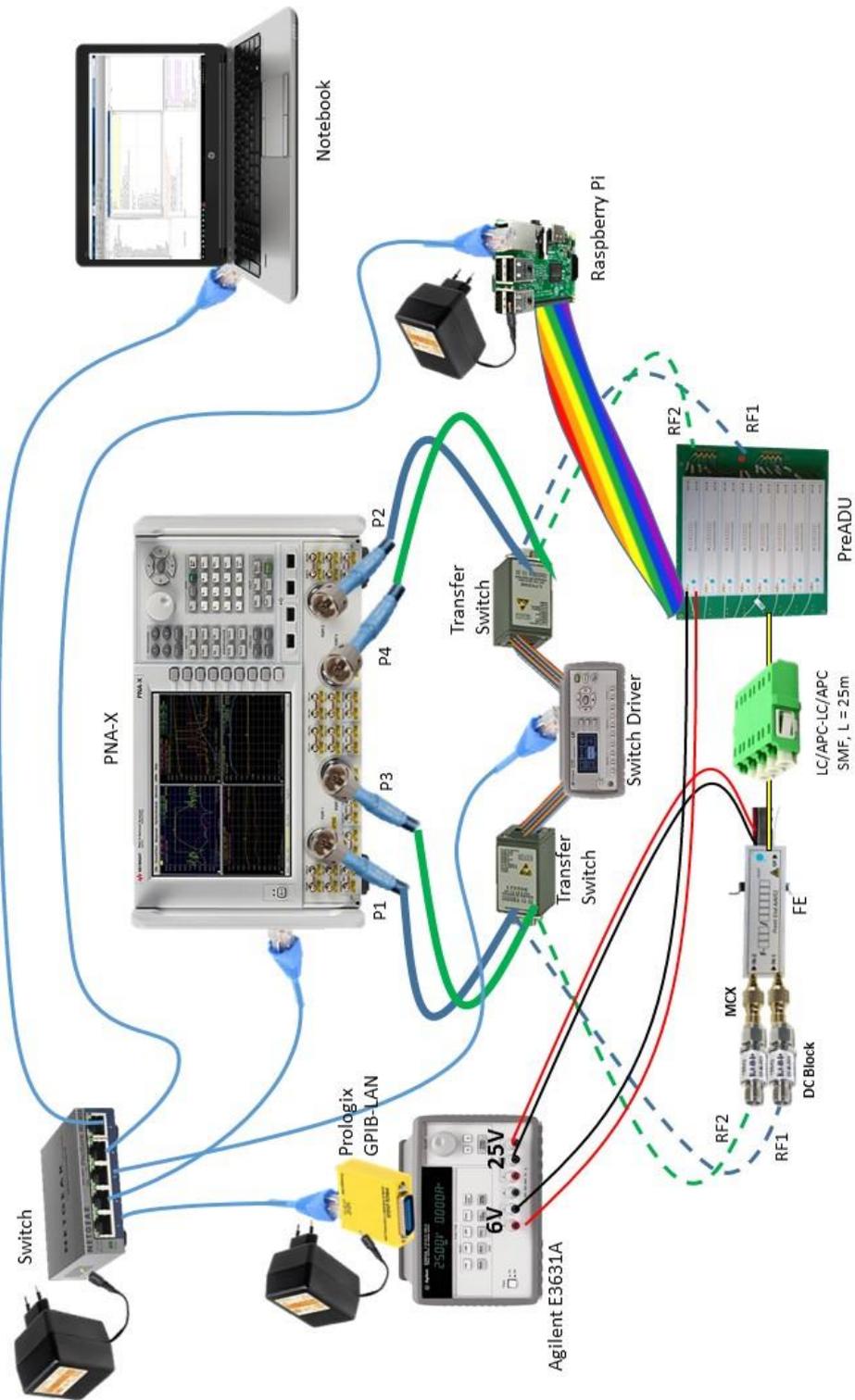


Figura 2 – Rappresentazione del banco di misura utilizzato per il collaudo dei ricevitori di AAVS1.

## Setup del banco di misura

Ogni strumento necessita di essere settato secondo una procedura ben definita.

### a. PreADU:

1. Collegare connettori Samtech Isorate IJ5H
2. Basetta per alimentazione al Power Supply Agilent E3631A nella porta +6V con limite in tensione di +5V e connettore 10pin da Raspberry
3. Connettere 8 fibre con transizioni LC/APC-LC/APC chiuse dall'altra parte (lato FE)
4. Connettere i due SMA ai cavetti SMA provenienti dal Transfer Switch lato PreADU

### b. Transfer Switch Keysight 87222C:

1. Connettere i due transfer switch con i connettori 10pin provenienti dallo Switch Driver Keysight 11713B (led accesi= configurazione 1-2,3-4; led spenti=1-4,2-3) mediante i cavetti
2. Switch Driver configurazione di rete: IP rete privata 192.168.189.101, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.168.189.1

### c. Front End:

1. Connettere i cavetti SMA-MCX al trasmettitore ottico
2. Connettere la fibra ottica al connettore corrispondente LC-LC
3. Connettere l'alimentazione alla porta +25V dell'alimentatore Agilent (Voltage limit impostato a +5V)

### d. Raspberry Pi Model 3:

1. Connettere l'alimentazione
2. Collegare il cavo di rete
3. Collegare il cavo SPI alla scheda di interfaccia verso i transfer switch
4. Configurazione di rete: IP rete privata 192.168.189.205, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.168.189.1

In Appendice è spiegata la procedura di setup della configurazione di rete e come accedere alla lista dei comandi eseguibili.

### e. Power Supply Agilent E3631A:

1. Connettere alla porta GPIB l'adattatore Prologix GPIB-LAN (o qualsiasi altro adattatore GPIB-LAN) cui va connesso il cavo di rete
2. Configurazione di rete: IP rete privata 192.168.189.217, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.168.189.1

### f. PNA-X Keysight N5249A:

1. Connettere porta 1 e 3 ai DC block che a sua volta sono connessi ai transfer Switch lato Front End come da schema
2. Connettere porta 2 e 4 al transfer switch lato ricevitore come da schema
3. Connettere porta di rete con configurazione: IP rete privata 192.168.189.87, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.168.189.1

### g. Notebook:

1. Connettere la porta di rete con configurazione: IP rete privata 192.168.189.176, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.168.189.1

**Nota:** nel caso non ci sia una rete internet cui accedere è necessario lasciare la configurazione con IP PRIVATO 192.168.189.XXX, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.168.189.1, mentre se si è connessi ad una rete pubblica è possibile utilizzare gli stessi indirizzi (nella rete di Medicina per esempio) in cui però è cambiato il sesto numero: 192.167.189.XXX, subnet mask 255.255.255.0, default gateway 192.167.189.1.

## Configurazione di rete

Di seguito è riportata la configurazione di rete dei diversi strumenti interconnessi.

Strumento	IP Pubblico	IP Privato	Subnet Mask	Default Gateway Pubblico	Default Gateway Privato
<b>PNA</b>	192.167.189.87	192.168.189.87	255.255.255.0	192.167.189.1	192.168.189.1
<b>Power Supply</b>	192.167.189.217	192.168.189.217	255.255.255.0	192.167.189.1	192.168.189.1
<b>Raspberry</b>	192.167.189.205	192.168.189.205	255.255.255.0	192.167.189.1	192.168.189.1
<b>Switch Driver</b>	192.167.189.101	192.168.189.101	255.255.255.0	192.167.189.1	192.168.189.1
<b>PC</b>	192.167.189.XY	192.168.189.XY	255.255.255.0	192.167.189.1	192.168.189.1

*Tabella 1 – Configurazione di rete per il setup del banco di misura.*

Come configurare gli indirizzi di rete:

1. **PNA:** è possibile configurarlo entrando nei menù di configurazione della rete LAN dal pannello di controllo.
2. **Switch Driver:** è possibile configurare gli indirizzi di rete direttamente entrando nel menù I/O configuration dello strumento stesso.
3. **Raspberry:** è necessario entrare nel menù della configurazione di rete all'interno del sistema operativo del Raspberry stesso (per fare questa operazione è necessario connettere il Raspberry ad uno schermo esterno, un mouse e una tastiera).
4. **Power Supply:** è necessario il software 'netfinder.exe' per modificare la configurazione di rete dell'interfaccia GPIB-LAN Prologix. Nel caso si utilizzi un altro adattatore GPIB-LAN è necessario seguire la procedura specifica del dispositivo.

**Nota:** non è necessario cambiare sempre gli indirizzi di rete da interno ad esterno agli strumenti a meno che non li si voglia vedere nella rete interna INAF, basta che abbiano l'indirizzo esterno (192.168.189.XY). Per poter vedere gli strumenti sia all'interno della rete INAF che all'esterno è necessario settare il pc in modo tale che abbia due indirizzi: quello di Medicina (192.167.189.XY) e quello esterno (192.168.189.XY).

## Programma di acquisizione Matlab

Lo script Matlab scritto ad hoc permette di interconnettere i diversi strumenti e, seguendo la procedura riportata nella Tabella 2, configura i diversi strumenti per effettuare tutte le misure necessarie. Al termine di ogni misura i dati vengono salvati in remoto sull'hard disk del PNA per ridurre i tempi legati al trasferimento files e vengono elaborati dal notebook che permette una potenza di calcolo superiore. Di seguito è riportata una descrizione dei passaggi effettuati dal software durante l'esecuzione:

1. Inizializzazione della connessione con gli strumenti (PNA-X, Power Supply, Switch Driver-Transfer Switch). Vengono creati i virtual instrument mediante i quali poter configurare ed acquisire dati attraverso linguaggio SCPI.
2. Inizializzazione specifiche dei test (ricavate dal capitolato tecnico come riportato nelle tabelle seguenti).

Alimentazione	Valore	Note / Condizioni
Vin FE	3.5-5VDC	L'alimentazione avviene mediante una tensione continua non regolata compresa tra 3.5 e 5V tramite una coppia di conduttori in rame AWG18 Ogni modulo FE deve integrare un proprio LDO
Consumo FE	<750mW	A 50°C con Vin FE=3.5V e senza gli LNA collegati ed alimentati
Vin ORX+RF	3.5VDC	Ogni singola catena di ricezione nei moduli ORX-RF deve integrare un proprio LDO
Consumo ORX-RF	<1300mW	
Alimentazione LNA	3.5-5VDC >150mA	Il FE deve replicare la sua tensione di alimentazione (Vin FE) su entrambi i connettori coassiali RF di ingresso mediante appositi bias-tee Ogni bias-tee deve essere in grado di sostenere una corrente continua di 150mA

Lunghezze d'onda WDM	Valori	Note / Condizioni
RF1 / RF2	1270nm / 1330nm	

Specifiche RF	Valori	Note
Banda RF complessiva	50-650MHz	
Flatness	+/-1.5dB	Misurata separatamente nelle due sotto-bande: LB (50-375MHz) e HB (375-650MHz)
Reiezione filtro passa alto	≥45dB	Freq ≤20MHz, +/-5MHz Il filtro passa alto deve essere previsto nel modulo FE
Reiezione filtro LB	≥45dB	Freq ≥ 450MHz (+/-5MHz) Il filtro LB deve essere previsto nel modulo ORX-RF
Reiezione filtro HB	≥45dB	Freq ≤ 325MHz & Freq ≥ 750MHz (+/-5MHz) Il filtro HB deve essere previsto nel modulo ORX-RF
Guadagno	Min 54dB Tip 60dB Max 66dB	Freq=100MHz FE collegato direttamente al modulo ORX-RF DSA impostato al minimo livello di attenuazione
IRL	>12dB	Misurato agli ingressi del FE Banda 50-650MHz
ORL	>12dB	Misurato alle uscite del modulo ORX-RF Misurato separatamente nelle bande LB e HB
NF	<16dB	Misurato separatamente nelle bande LB e HB FE collegato direttamente al modulo ORX-RF

		DSA impostato al minimo livello di attenuazione
Isolamento canali RF	>30dB	Definito come la differenza tra i guadagni misurati alle due uscite del modulo ORX-RF con lo stesso ingresso del FE Misurato su entrambe le bande LB e HB DSA impostato al minimo livello di attenuazione
OP1dB	>+17dBm	Freq=100MHz FE collegato direttamente al modulo ORX-RF DSA impostato al minimo livello di attenuazione
OIP3	>+18dBm	Freq=100MHz FE collegato direttamente al modulo ORX-RF DSA impostato al minimo livello di attenuazione
OIP2	>+38dBm	Freq=100MHz FE collegato direttamente al modulo ORX-RF DSA impostato al minimo livello di attenuazione

Specifiche ambientali di lavoro	Valore	Note
Intervallo temperatura FE	-10 ÷ +50 °C	
Intervallo temperatura ORX-RF	+15 ÷ +30 °C	

3. Creazione della GUI per l'immissione del numero seriale del ricevitore che sta per essere collaudato.
4. Creazione ed assegnazione dei direttori in cui andare ad attingere i dati (tracce del PNA che vengono salvate nell'HDD interno) e creare le figure, il report Word e il file Excel di test.
5. Configurazione del banco di filtri e del livello degli attenuatori della PreADU attraverso Raspberry, mediante software Plink (Putty deve avere una sessione salvata in cui è configurato l'indirizzo IP del Raspberry, porta 22, mediante il protocollo SSH e il campo 'user name' deve essere auto completato [ Appendice]).
 

**Nota:** il software Plink deve essere posto in 'C:\Plink\' e i file di configurazione della PreADU "LP\_CHO\_00, LP\_CHO\_16, HP\_CHO\_00, HP\_CHO\_16,..." sono file di testo con all'interno i comandi per Raspberry (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**): la cartella contenente Plink deve contenere anche i comandi .txt.
6. Inizializzazione del Report docx relativo al link sotto analisi.
7. Aggiornamento dello stato di avanzamento del test mediante visualizzazione della schermata dei test effettuati.
8. Creazione del documento word di report con risultati delle misure e test *Pass/Fail (come riportato qui sotto)*.



INAF	
Report date	05/09/16
Measure date	05/09/16
SN	F-001/201607

Parameter	Nominal Value	Note/Conditions	Measured Value	Test
Power FE consumption	<650mW	At room temperature with Vin=3.5V and without the LNA boards connected and biased.	0.586mW	Pass
Power ORX-RF consumption	<1250mW	At room temperature with Vin=3.5V. The value is obtained dividing by 8 the total absorption of a complete PREADU.	1.148mW	Pass
Flatness	+/-1.5dB	Measured in the two separate sub-bands: LB(50-375MHz) & HB(375-650MHz).	+/-1.4dB RF1 +/-1.3dB RF2@LB +/-1.1dB RF1 +/-1.0dB RF2@HB	Pass
High Pass filter rejection	>=45dB	Freq<=20MHz (+/-5MHz).	24MHz RF1 24MHz RF2	Pass
LB filter rejection	>=45dB	Freq>=450MHz (+/-5MHz).	430MHz RF1 431MHz RF2	Pass
HB filter rejection	>=45dB	Freq<=325MHz & Freq>=750MHz (+/-5MHz).	323MHz RF1 and 322MHz RF2@HP 725MHz RF1 and 726MHz RF2@LP	Pass
Gain	Min 54dB, Max 66dB	Freq=100MHz, FE connected directly to ORX-RF module with DSA at the minimum attenuation level.	60.0dB RF1 59.2dB RF2	Pass

IRL	>12dB	Measured at the FE input (50-650MHz band).	12.2dB RF1 13.4dB RF2	Pass
ORL	>12dB	Measured at the ORX-RF output. Measured separately in the two sub-bands LB and HB.	21.0dB RF1 and 21.1dB RF2@LB 21.6dB RF1 and 21.8dB RF2@HB	Pass
NF	<16dB	Measured separately in the two sub-bands, FE connected directly to the ORX-RF module with DSA at 16dB attenuation level.	10.7dB RF1 and 10.8dB RF2@LB 9.8dB RF1 and 9.9dB RF2@HB	Pass
RF channel isolation	>30dB	Defined as the difference between the measured gains at the two outputs of the ORX-RF module with the same input of the FE. Measured on both bands LB e HB with DSA at the minimum attenuation level.	58.0dB RF1 and 57.8dB RF2@LB 54.5dB RF1 and 51.3dB RF2@HB	Pass
OP1dB	>17dB	Freq=100MHz, FE connected directly to the ORX-RF module with DSA at the minimum attenuation level.	17.9dBm RF1 and 18.0dBm RF2	Pass
OIP3	>18dB	Freq=100MHz, FE connected directly to the ORX-RF module with DSA at the minimum attenuation level.	31.3dBm RF1 and 30.6dBm RF2	Pass
OIP2	>38dB	Freq=100MHz, FE connected directly to the ORX-RF module with DSA at the minimum attenuation level.	45.0dBm RF1 and 48.4dBm RF2	Pass

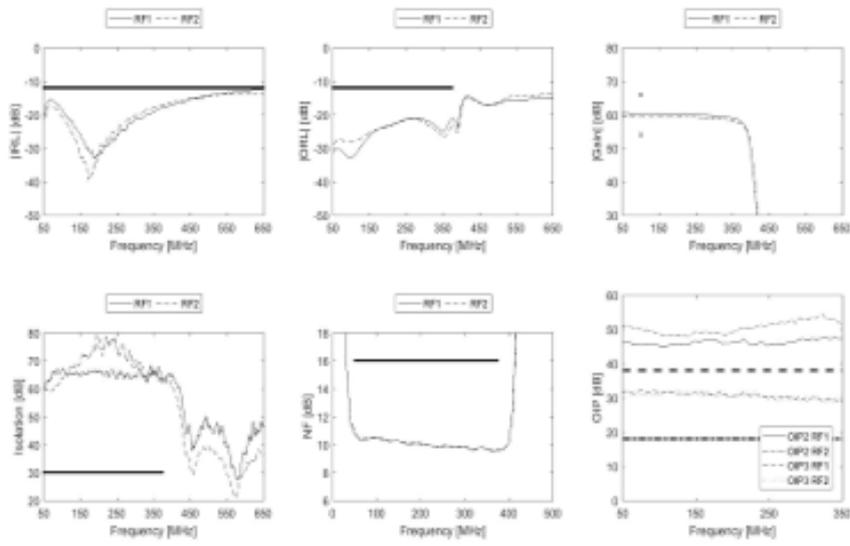


Figure 1 – Measurements with LB selected.

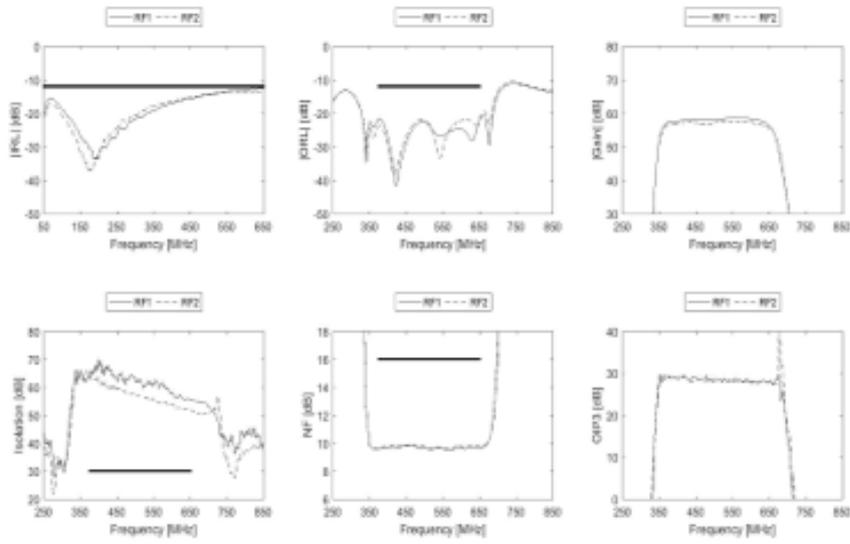
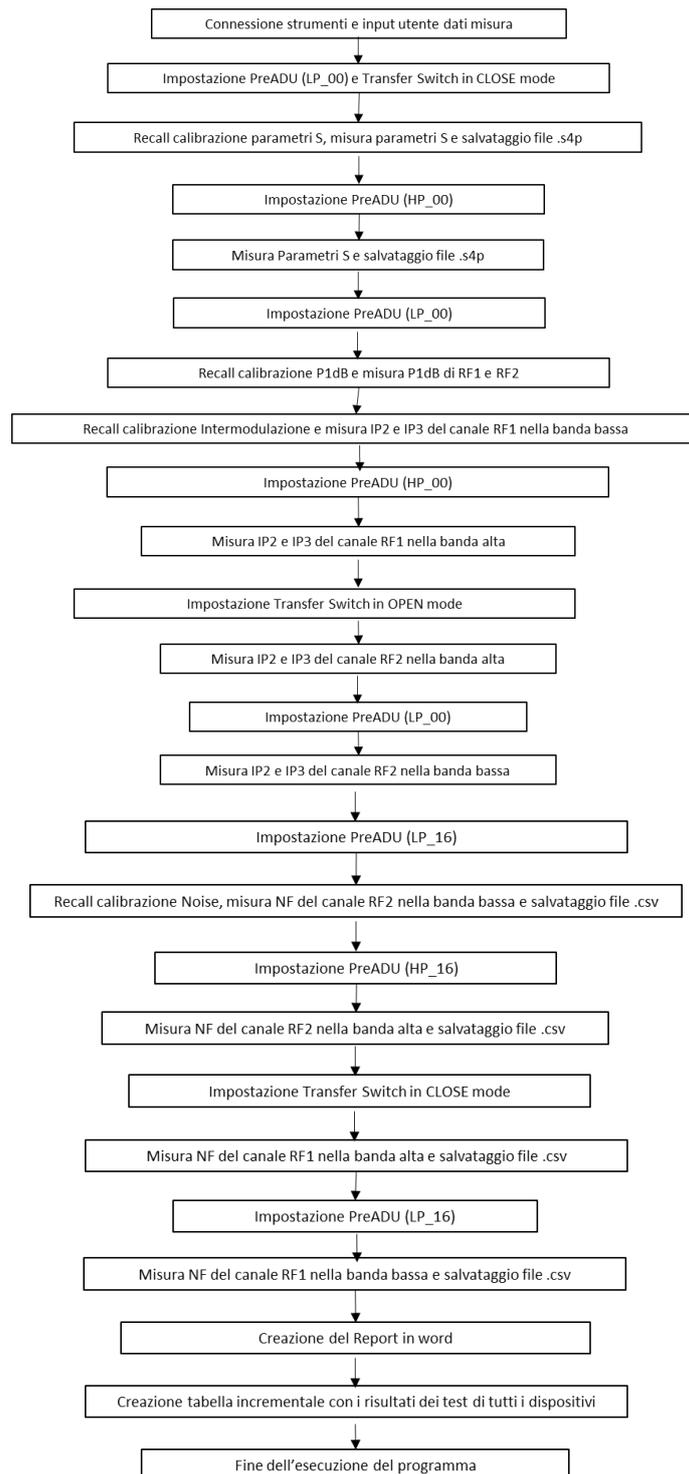


Figure 2 – Measurements with HB selected.

## Sequenza di misura e configurazione degli strumenti

Nella Tabella 2 sono riportate le fasi di esecuzione dello script Matlab e le configurazioni assunte dai diversi strumenti di misura. I campi evidenziati in giallo stanno ad indicare una modifica dei filter bank e/o degli step attenuator sulla PreADU mentre quelli evidenziati in verde indicano le modifiche relative allo Switch Driver che modifica la configurazione dei Transfer Switch.

Di seguito è riportato il diagramma di flusso dello script Matlab:



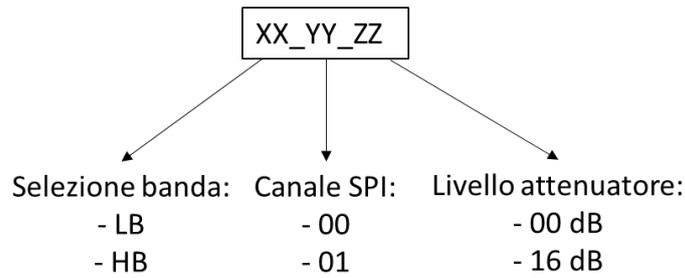


Figura 3 – Descrizione della nomenclatura dei comandi inviati alla PreADU.

Esecuzione operazione Matlab#	Misura	Configurazione Raspberry (= PreADU)	Configurazione Transfer Switch
1	S_LB	LP_CHO_00	CLOSE (1-2,3-4)
2	S_HB	HP_CHO_00	CLOSE (1-2,3-4)
3	P1dB_LB	LP_CHO_00	CLOSE (1-2,3-4)
4	IP_RF1_LB	LP_CHO_00	CLOSE (1-2,3-4)
5	IP_RF1_HB	HP_CHO_00	CLOSE (1-2,3-4)
6	IP_RF2_HB	HP_CHO_00	OPEN (1-4,2-3)
7	IP_RF2_LB	LP_CHO_00	OPEN (1-4,2-3)
8	NF_RF2_LB	LP_CHO_16	OPEN (1-4,2-3)
9	NF_RF2_HB	HP_CHO_16	OPEN (1-4,2-3)
10	NF_RF1_HB	HP_CHO_16	CLOSE (1-2,3-4)
11	NF_RF1_LB	LP_CHO_16	CLOSE (1-2,3-4)

Tabella 2 – Configurazione del banco di misura.

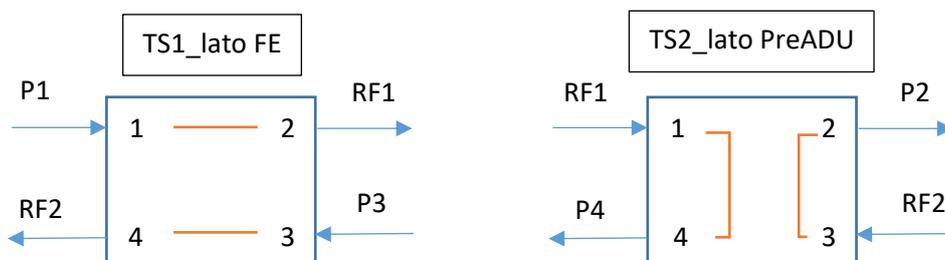


Figura 4 – Configurazione Transfer Switch (a sinistra 'OPEN', mentre a destra 'CLOSE').

Di seguito è riportata la lista degli acronimi utilizzati nella Tabella 2:

- LB o LP = Low Band (50-350MHz);
- HB o HP = High Band (375-650MHz);
- S = parametri S;
- IP = Prodotti di Intermodulazione;
- NF = Noise Figure;
- P1dB = Punto di compressione a 1dB.

## Calibrazioni

Di seguito sono riportate le configurazioni delle calibrazioni relative alle diverse misure effettuate con il PNA-X.

### a. Parametri di diffusione (parametri S)

La configurazione riportata in seguito si riferisce alla calibrazione del PNA-X utilizzata per le misure denominate 'S\_LB e S\_HB' (ovvero 'parametri S\_Low Band' e 'parametri S\_High Band'). In questa configurazione vengono misurati contemporaneamente i parametri S di entrambi i canali RF sfruttando la modalità 4 porte del PNA-X.

Parametro	Valore	Unità
Punti	1001	
IFBW	300	Hz
F start	10	MHz
F stop	1.01	GHz
Port1 power	-60	dBm
Sweep	Linear Frequency	
Calibrazione	Full 4-port (Ecal N4431-60008)	

Tabella 3 – Configurazione PNA-X per misura parametri S.

### b. Punto di compressione a 1dB

La configurazione riportata in seguito si riferisce alla calibrazione del PNA-X utilizzata per le misure denominate 'P1dB\_LB' (ovvero 'Punto di compressione a 1dB\_Low Band'). In questa configurazione vengono misurati contemporaneamente i punti di compressione di entrambi i canali RF sfruttando la modalità 4 porte del PNA-X.

Parametro	Valore	Unità
Punti	101	
IFBW	1	kHz
CW Frequency	100	MHz
Sweep	Power Sweep	
Start power	-50	dBm
Stop power	-35	dBm
Calibrazione	Full 4-port (Ecal N4431-60008)	

Tabella 4 - Configurazione PNA-X per misura P1dB.

### c. Cifra di rumore

Per questo tipo di misura è stato effettuato un upgrade del PNA-X, in particolare è stata installata l'Opzione 029 che aggiunge un ricevitore più sensibile per le misure di rumore, però solamente sulla porta 2 del PNA. Per questo motivo non è possibile fare misura a 4 porte della cifra di rumore. La configurazione riportata in seguito si riferisce alla calibrazione del PNA-X utilizzata per le misure denominate 'NF\_RF1\_LB, NF\_RF2\_LB, NF\_RF1\_HB e NF\_RF2\_HB' (ovvero 'Noise Figure\_RF1\_Low Band', 'Noise Figure\_RF2\_Low Band', 'Noise Figure\_RF1\_High Band' e 'Noise Figure\_RF2\_High Band'). Tali misure vengono effettuate in momenti distinti in quanto non è possibile utilizzare l'opzione 4 porte dal momento che il ricevitore per la misura di rumore è uno solo.

Parametro	Valore	Unità
Punti	101	
IFBW	300	Hz
F start	10	MHz
F stop	1.01	GHz
Noise Bandwidth	4	MHz
Sweep	Linear Frequency	
Power	-30	dBm
Attenuation	20	dB
Averaging factor	16	
Calibrazione	Scalar Noise	

Tabella 5 - Configurazione PNA-X per misura della cifra di rumore.

#### d. Non linearità

La configurazione riportata in seguito si riferisce alla calibrazione del PNA-X utilizzata per le misure di non linearità del secondo e terzo ordine denominate 'IP\_RF1\_LB, IP\_RF2\_LB, IP\_RF2\_LB e IP\_RF2\_HB' (ovvero 'Intermodulation Product\_RF1\_Low Band', 'Intermodulation Product\_RF2\_Low Band', 'Intermodulation Product\_RF1\_High Band' e 'Intermodulation Product\_RF2\_High Band'). Tali misure vengono effettuate in momenti distinti in quanto non è possibile utilizzare l'opzione 4 porte dal momento che è necessario l'utilizzo della doppia sorgente. La procedura da seguire per effettuare correttamente la calibrazione è riportata in **IRA 505-17**.

Parametro	Valore	Unità
Punti	201	
IFBW	300	Hz
F start	50	MHz
F stop	1	GHz
Sweep	Linear Frequency	
Power	-10	dBm
Attenuation	50	dB
Calibrazione	Source & Receiver Power	

Tabella 6 - Configurazione PNA-X per misura delle non linearità.

## Appendice

### Controllo PreADU mediante Raspberry

- a. Set up della configurazione di rete  
Connessione al Raspberry mediante:

- i. HDMI monitor
- ii. Tastiera USB
- iii. mouse USB

In questo momento è possibile collegare il Raspberry alla corrente e attendere l'accensione; dopo circa 20-30 secondi comparirà il desktop come in Figura 5.

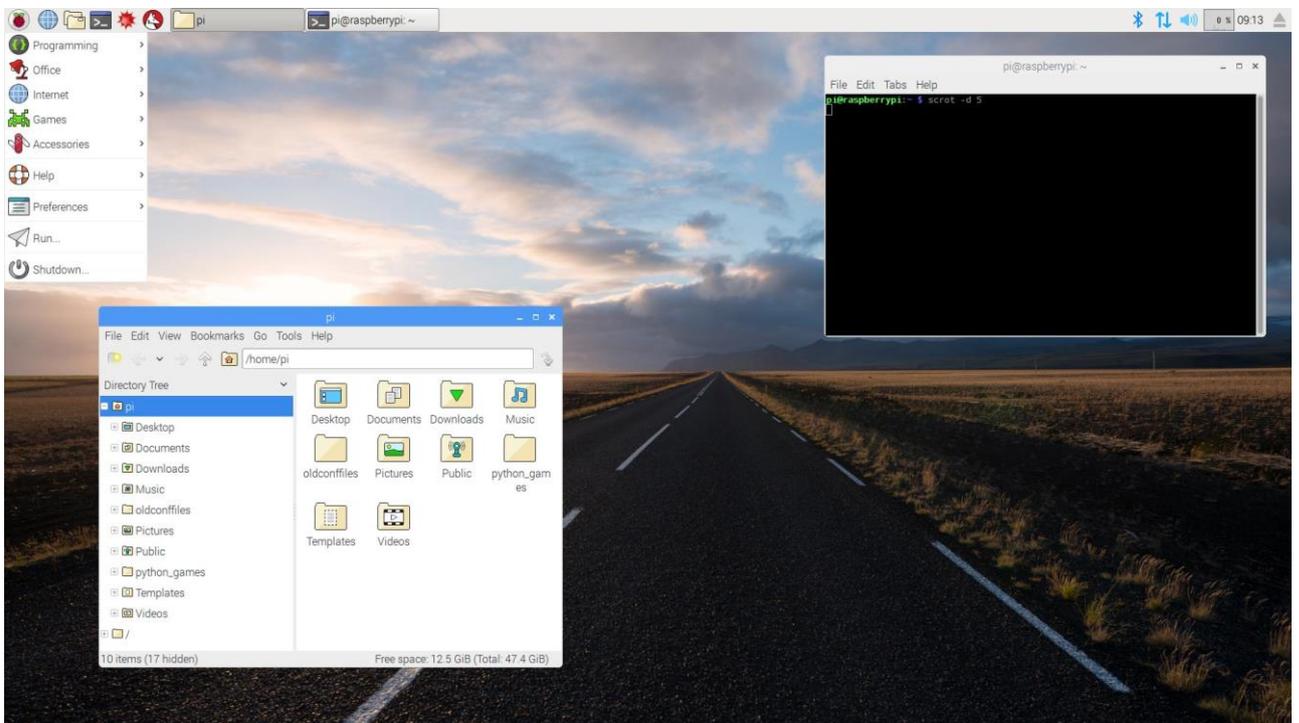


Figura 5 – Desktop visualizzato all'avvio di Raspberry.

Ora è possibile configurare i parametri di rete clickando con il tasto destro del mouse sulle doppie frecce indicate in Figura 6.

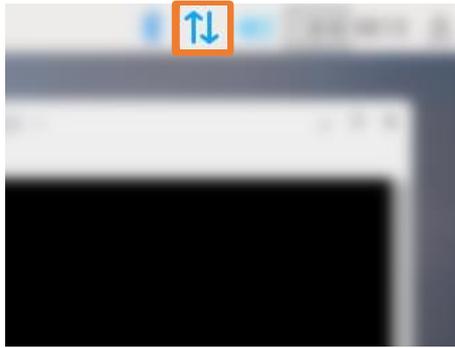


Figura 6 – Particolare per entrare nel menù delle impostazioni di rete.

A questo punto, cliccando su *Network preferences...* si aprirà un menù come quello in Figura 7:

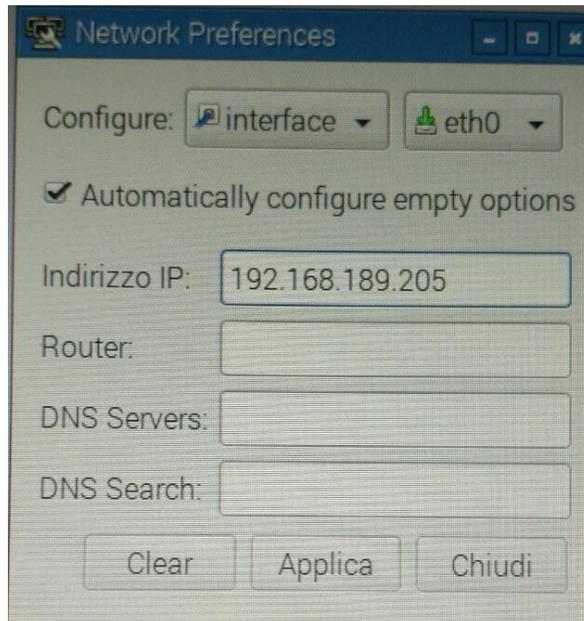


Figura 7 – Impostazioni di rete del Raspberry.

Ora è possibile configurare i parametri di rete. Dopo questa procedura, per rendere le modifiche effettive, è necessario riavviare il Raspberry (cliccando su *Shutdown...* come descritto in Figura 8).

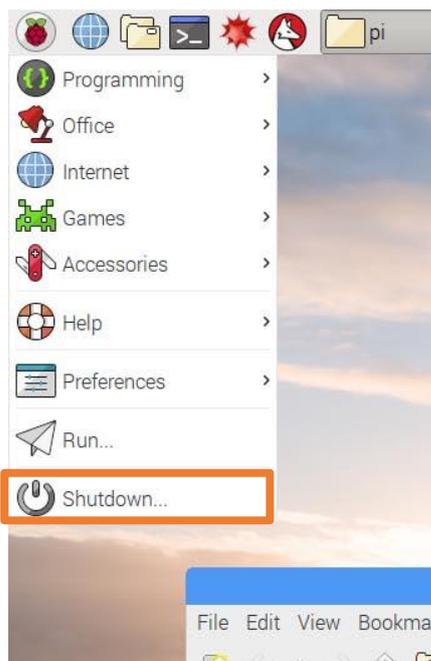


Figura 8 – Procedura per lo spegnimento del Raspberry.

Ora è possibile connettere il Raspberry alla rete LAN.

#### b. Controllo remoto del Raspberry

Per controllare il Raspberry attraverso la rete locale è necessario l'uso del protocollo SSH; è necessario scaricare il software gratuito PuTTY. Dopo l'installazione bisogna configurare la connessione SSH come spiegato in Figura 9.

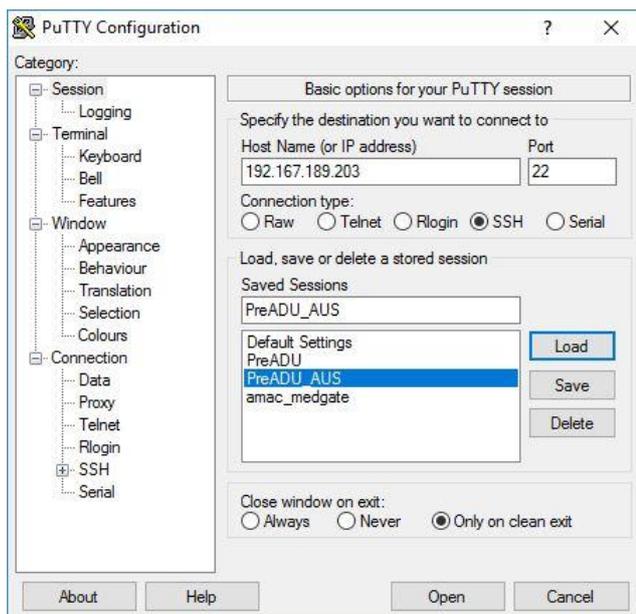


Figura 9 – Configurazione di PuTTY per la comunicazione via SSH per l'interfacciamento con il Raspberry.

È necessario seguire i seguenti passaggi:

- b. Scrivere la configurazione IP e la porta;
- c. Selezionare *Connection type* SSH;
- d. In *Saved Sessions* si può assegnare un nome alla sessione Raspberry dedicata e cliccare *Save*. In questo modo non sarà più necessario scrivere la configurazione LAN ma semplicemente cliccando sulla Sessione e poi Open.

Ora PuTTY aprirà una finestra window come quella nella Figura 10.

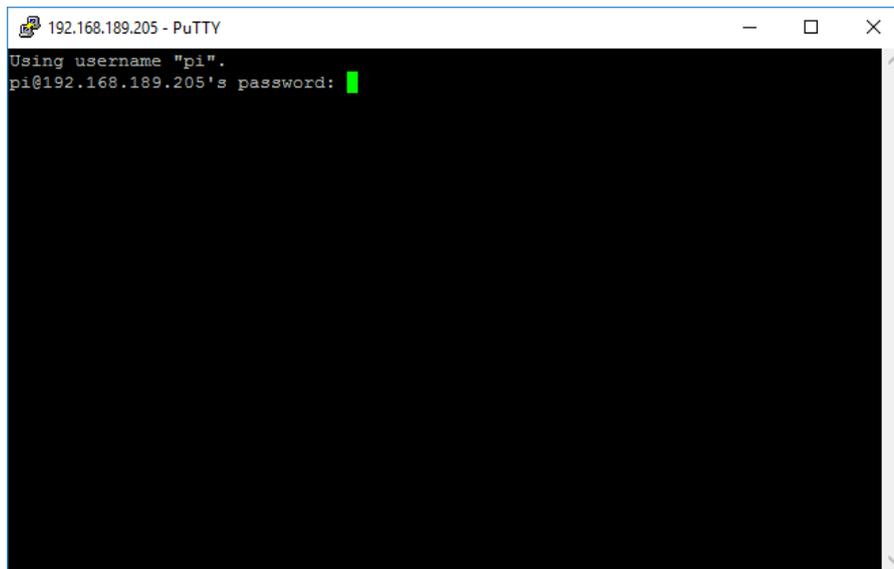


Figura 10 – Schermata di avvio della sessione SSH.

La prima volta che ci si connette può apparire una finestra popup di warning: semplicemente bisogna cliccare di sì e proseguire.

Ora bisogna inserire lo User Name e la Password:

User: **pi**

Password: **raspberry** (la password sarà nascosta)

Ora si potrà visualizzare una finestra come quella in Figura 11:

```
pi@RpiPreADU: ~  
Using username "pi".  
pi@192.168.189.205's password:  
  
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.  
  
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.  
Last login: Mon Sep 12 12:44:07 2016  
pi@RpiPreADU:~$ ./LP_CHO_00
```

Figura 11 – Schermata dopo l'immissione corretta della password di accesso.

Ora è possibile inserire i comandi che controllano la scheda PreADU.

Nella Figura 12 è possibile vedere un esempio della sintassi di un comando:

Scrivendo “ls” e INVIO è possibile visualizzare la lista dei comandi che si possono eseguire. Per inserire un comando bisogna seguire il seguente schema:

“./” + “LP\_CHO\_00”+“INVIO”:

- “./”: comunica che si sta inviando un comando;
- “LP\_CHO\_00”: si può selezionare il filter bank (LP per Low Pass e HP per High Pass), il canale (00 o 01, rappresenta il canale della scheda di interfaccia tra PreADU e Raspberry) e il livello di attenuazione (in dB) del Digital Step Attenuator (da 00 a 31 a step di 1dB).

```
pi@RpiPreADU: ~  
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.  
Last login: Mon Sep 12 12:44:07 2016  
pi@RpiPreADU:~$ ./LP_CHO_00  
device: /dev/spidev0.0  
value: 05  
value sended: yes  
spi mode: 0  
bits per word: 8  
max speed: 500000 Hz (500 KHz)  
  
Input:  
FF FF FF FF  
FF FF FF FF  
FF FF FF FF  
FF FF FF FF  
  
Output:  
05 05 05 05  
05 05 05 05  
05 05 05 05  
05 05 05 05  
pi@RpiPreADU:~$
```

Figura 12 – Schermata con l'invio di comandi per la comunicazione con la PreADU.

Lista dei comandi per il controllo della PreADU

C1	C2	C3	OUTPUT
L	x	x	None
H	L	H	Low Pass
H	H	L	Band Pass

Switches Truth TABLE

C4	C5	C6	C7	C8	ATT
L	L	L	L	L	0
H	L	L	L	L	1
L	H	L	L	L	2
L	L	H	L	L	4
L	L	L	H	L	8
L	L	L	L	H	16

Step Attenuator Truth TABLE

Figura 13 - Tabella di verità per il controllo di filter bank e step attenuator sulla PreADU.

Comando	Configurazione bit	Codice HEX	Comando	Configurazione bit	Codice HEX
LB_0_OFF	0010 0000	04	HB_0_OFF	0100 0000	02
LB_0	1010 0000	05	HB_0	1100 0000	03
LB_1	1011 0000	0D	HB_1	1101 0000	0B
LB_2	1010 1000	15	HB_2	1100 1000	13
LB_3	1011 1000	1D	HB_3	1101 1000	1B
LB_4	1010 0100	25	HB_4	1100 0100	23
LB_5	1011 0100	2D	HB_5	1101 0100	2B
LB_6	1010 1100	35	HB_6	1100 1100	33
LB_7	1011 1100	3D	HB_7	1101 1100	3B
LB_8	1010 0010	45	HB_8	1100 0010	43
LB_9	1011 0010	4D	HB_9	1101 0010	4B
LB_10	1010 1010	55	HB_10	1100 1010	53
LB_11	1011 1010	5D	HB_11	1101 1010	5B
LB_12	1010 0110	65	HB_12	1100 0110	63
LB_13	1011 0110	6D	HB_13	1101 0110	6B
LB_14	1010 1110	75	HB_14	1100 1110	73
LB_15	1011 1110	7D	HB_15	1101 1110	7B
LB_16	1010 0001	85	HB_16	1100 0001	83
LB_17	1011 0001	8D	HB_17	1101 0001	8B
LB_18	1010 1001	95	HB_18	1100 1001	93
LB_19	1011 1001	9D	HB_19	1101 1001	9B
LB_20	1010 0101	A5	HB_20	1100 0101	A3
LB_21	1011 0101	AD	HB_21	1101 0101	AB
LB_22	1010 1101	B5	HB_22	1100 1101	B3
LB_23	1011 1101	BD	HB_23	1101 1101	BB
LB_24	1010 0011	C5	HB_24	1100 0011	C3
LB_25	1011 0011	CD	HB_25	1101 0011	CB
LB_26	1010 1011	D5	HB_26	1100 1011	D3
LB_27	1011 1011	DD	HB_27	1101 1011	DB
LB_28	1010 0111	E5	HB_28	1100 0111	E3
LB_29	1011 0111	ED	HB_29	1101 0111	EB
LB_30	1010 1111	F5	HB_30	1100 1111	F3
LB_31	1011 1111	FD	HB_31	1101 1111	FB

<b>Comando</b>	<b>Banda</b>	<b>Attenuazione [dB]</b>		<b>Comando</b>	<b>Banda</b>	<b>Attenuazione [dB]</b>
LB_0_OFF	Passa Basso	0 (50Ohm)		HB_0_OFF	Passa Alto	0 (50 Ohm)
LB_0	Passa Basso	0		HB_0	Passa Alto	0
LB_1	Passa Basso	1		HB_1	Passa Alto	1
LB_2	Passa Basso	2		HB_2	Passa Alto	2
LB_3	Passa Basso	3		HB_3	Passa Alto	3
LB_4	Passa Basso	4		HB_4	Passa Alto	4
LB_5	Passa Basso	5		HB_5	Passa Alto	5
LB_6	Passa Basso	6		HB_6	Passa Alto	6
LB_7	Passa Basso	7		HB_7	Passa Alto	7
LB_8	Passa Basso	8		HB_8	Passa Alto	8
LB_9	Passa Basso	9		HB_9	Passa Alto	9
LB_10	Passa Basso	10		HB_10	Passa Alto	10
LB_11	Passa Basso	11		HB_11	Passa Alto	11
LB_12	Passa Basso	12		HB_12	Passa Alto	12
LB_13	Passa Basso	13		HB_13	Passa Alto	13
LB_14	Passa Basso	14		HB_14	Passa Alto	14
LB_15	Passa Basso	15		HB_15	Passa Alto	15
LB_16	Passa Basso	16		HB_16	Passa Alto	16
LB_17	Passa Basso	17		HB_17	Passa Alto	17
LB_18	Passa Basso	18		HB_18	Passa Alto	18
LB_19	Passa Basso	19		HB_19	Passa Alto	19
LB_20	Passa Basso	20		HB_20	Passa Alto	20
LB_21	Passa Basso	21		HB_21	Passa Alto	21
LB_22	Passa Basso	22		HB_22	Passa Alto	22
LB_23	Passa Basso	23		HB_23	Passa Alto	23
LB_24	Passa Basso	24		HB_24	Passa Alto	24
LB_25	Passa Basso	25		HB_25	Passa Alto	25
LB_26	Passa Basso	26		HB_26	Passa Alto	26
LB_27	Passa Basso	27		HB_27	Passa Alto	27
LB_28	Passa Basso	28		HB_28	Passa Alto	28
LB_29	Passa Basso	29		HB_29	Passa Alto	29
LB_30	Passa Basso	30		HB_30	Passa Alto	30
LB_31	Passa Basso	31		HB_31	Passa Alto	31

Tabella 7 – Tabella dei comandi per la PreADU.