



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	398
Publication Year	2026-07-28
Acceptance in OA@INAF	2026-08-17T12:12:41Z
Title	SuperDARN - Caratterizzazione dei 16 trasmettitori di DCE e DCN.
Authors	MASSETTI, Stefano
Publisher's version (DOI)	https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/398
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/54095

SuperDARN - Caratterizzazione dei 16 trasmettitori di DCE e DCN

Stefano Massetti (1) e Paolo Di Lorenzo (2)

1) INAF-IAPS, Roma.

2) CNR-IBBC, Monterotondo (Roma).

1. Contesto e obiettivo

Durante la campagna XLI sono state svolte attività di riparazione sui trasmettitori dal canale 12 al 16 di DCN e una campagna di misure di caratterizzazione funzionale su tutti i 16 trasmettitori di entrambe le installazioni, DCE e DCN. Le misurazioni sono state effettuate con l'oscilloscopio presente in laboratorio mod. GWInstek GDS-1054B in mancanza dell'analizzatore di spettro ROHDE&SCHWARZ FSH3.

L'obiettivo principale delle misure è stato verificare:

- valore delle tensioni di uscita degli alimentatori a 48V e 15V;
- ampiezza del segnale di uscita delle 16 board Phase Generator dopo la sostituzione della n°12;
- il corretto funzionamento dei canali trasmittenti;
- l'uniformità delle potenze di uscita;
- eventuali differenze sistematiche tra DCE e DCN.

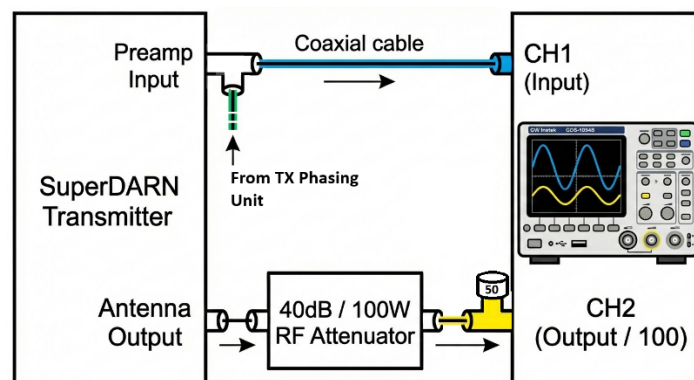
2. Modalità di funzionamento del radar e condizioni di misura

Le misure sono state effettuate con il radar in modalità *start.radar*, che prevede una scansione in frequenza. Per rendere confrontabili i risultati tra i diversi canali, le

acquisizioni con l'oscilloscopio sono state eseguite in modalità "single shot", cercando di intercettare il segnale alla stessa frequenza nominale di 8,929 MHz.

3. Setup di misura valori del segnale ingresso e uscita ANT

Il setup di misura è quello rappresentato nello schema:



- Ingresso preamplificatore del trasmettitore derivato al CH1 (alta impedenza) dell'oscilloscopio tramite cavo coassiale, per il monitoraggio del segnale di pilotaggio.
- Uscita antenna (ANT) del trasmettitore collegata ad un attenuatore RF da 40 dB / 100 W (attenuazione in tensione 1/100), necessario per riportare il livello di potenza entro i limiti di sicurezza imposti dall'oscilloscopio.
- Uscita dell'attenuatore derivata e chiusa su tappo a 50 ohm collegata al CH2 dell'oscilloscopio in alta impedenza, per la misura del segnale RF di uscita.

Questo setup ha consentito di stimare l'ampiezza del segnale RF, la potenza di uscita del trasmettitore e di calcolare così il guadagno complessivo della catena di trasmissione.

4. Risultati principali e confronto DCE / DCN

Di seguito le tabelle delle misurazioni:

SuperDARN - DCN													
Numero scheda	Tensioni alimentazione		Presenza attenuatore PRE-ampli	Valore attenuatore in ingresso	Ingresso PRE-ampli (prima dell'attenuatore quando presente)		Frequenza [MHz]	Uscita ANTENNA (chiusa su attenuatore da 40dB 100W)			Frequenza [MHz]	Guadagno in tensione	Guadagno in dB
	48V	15V						Vpp senza att.	dBm				
1	48,86	15,08	SI	-2	3,4	14,64	8,939	456		520	8,929	134,12	42,55
2	48,25	15,22	SI	-2	3,6	15,14	8,929	484		586	8,929	134,44	42,57
3	48,61	15,47	SI	-2	3,4	14,64	8,929	476		566	8,929	140,00	42,92
4	48,15	15,36	SI	-1	3,4	14,64	8,929	476		566	8,929	140,00	42,92
5	49,11	15,84	SI	-2	3,48	14,84	8,929	480		576	8,929	137,93	42,79
6	48,02	15,71	SI	-3	4	16,05	8,929	516		666	8,929	129,00	42,21
7	48,81	15,22	SI	-2	1,54	7,76	8,929	444		493	8,929	288,31	49,20
8	48,56	15,91	SI	-2	3,92	15,88	8,929	472		557	8,929	120,41	41,61
9	48,32	15,08	SI	-5	3,76	15,51	8,929	376		353	8,929	100,00	40,00
10	48,28	15,24	SI	-4	3,96	15,96	8,929	424		449	8,929	107,07	40,59
11	48,62	15,29	SI	-3	3,92	15,88	8,929	512		655	8,929	130,61	42,32
12	48,22	15,42	SI	-4	2,08	10,37	8,929	640	512	655	8,929	307,69	49,76
13	48,76	15,1	SI	-3	1,66	8,41	8,929	664	504	635	8,929	400,00	52,04
14	48,98	15,91	SI	-4	2,08	10,37	8,929	688	464	538	8,929	330,77	50,39
15	48,06	15,34	SI	-4	1,98	9,94	8,929	664	432	467	8,929	335,35	50,51
16	48,63	15,49	SI	-5	1,82	9,21	8,929	704	512	655	8,929	386,81	51,75
Ampli spare in magazzino	48,88	15,2	Testato in sostituzione del n.1 in DCN, riscontrata la possibile rottura dello switch di uscita (ANT-TX-RX), segnale presente con valori nella norma fino all'ingresso di quest'ultimo; impossibilità di eseguire test ulteriori a banco per mancanza di specifiche e schema elettrico.										

SuperDARN - DCE												
Numero scheda	Tensioni alimentazione		Presenza attenuatore PRE-ampli	Attenuatore in ingresso	Ingresso PRE-ampli (prima dell'attenuatore quando presente)		Frequenza [MHz]	Uscita ANTENNA (chiusa su attenuatore da 40dB 100W)		Frequenza [MHz]	Guadagno in tensione	Guadagno in dB
	48V	15V		dB	Vpp	dBm		Vp p	Watts			
1	48,83	15,07	SI	-1	2,72	12,70	10,99	408	416	10,99	150,00	43,52
2	48,97	15,19	SI	-3	1,38	6,81	10,96	456	520	10,96	330,43	50,38
3	48,92	15,18	SI	-4	2,52	12,04	10,99	376	353	10,99	149,21	43,48
4	49,17	15,03	SI	-3	1,12	4,99	10,96	356	317	10,97	317,86	50,04
5	48,92	15,11	SI	-3	2,4	11,61	10,99	420	441	10,99	175,00	44,86
6	48,84	15,17	SI	-3	2,48	11,90	10,99	324	262	10,94	130,65	42,32
7	49,02	15,14	SI	-4	1,02	4,18	10,99	404	408	10,99	396,08	51,96
8	49,03	15,13	SI	-4	0,984	3,87	10,96	296	219	10,96	300,81	49,57
9	48,81	15,17	SI	-4	2,06	10,29	10,9	240	144	10,96	116,50	41,33
10	49	15,17	SI	-3	1,9	9,59	10,93	280	196	10,99	147,37	43,37
11	49	15,2	SI	-3	1,2	5,59	10,99	262	172	10,99	218,33	46,78
12	48,79	15,23	SI	-3	2,08	10,37	10,99	300	225	10,97	144,23	43,18
13	48,74	15,18	SI	-3	1,84	9,31	10,99	156	61	10,99	84,78	38,57
14	48,86	15,23	SI	-2	1,84	9,31	10,99	248	154	10,99	134,78	42,59
15	49	15,07	SI	-2	1,02	4,18	10,99	224	125	10,99	219,61	46,83
16	48,83	15,05	SI	-2	0,888	2,98	10,99	352	310	10,99	396,40	51,96

Dall'analisi dei dati raccolti emergono differenze evidenti tra i 16 canali e un comportamento differente tra le due installazioni:

DCN

- Le potenze di uscita risultano complessivamente più uniformi tra i 16 canali.
- La dispersione dei valori di potenza è contenuta.

DCE

- È presente una maggiore variabilità delle potenze di uscita tra i canali.
- Alcuni trasmettitori mostrano potenze sensibilmente inferiori rispetto alla media, suggerendo una taratura da rifare o possibili degradi di componenti RF.

5. Considerazioni finali

Le misure effettuate confermano che il setup di misura adottato è adeguato per una caratterizzazione comparativa dei trasmettitori in condizioni operative reali NB. vedi considerazioni paragrafo successivo n°6.

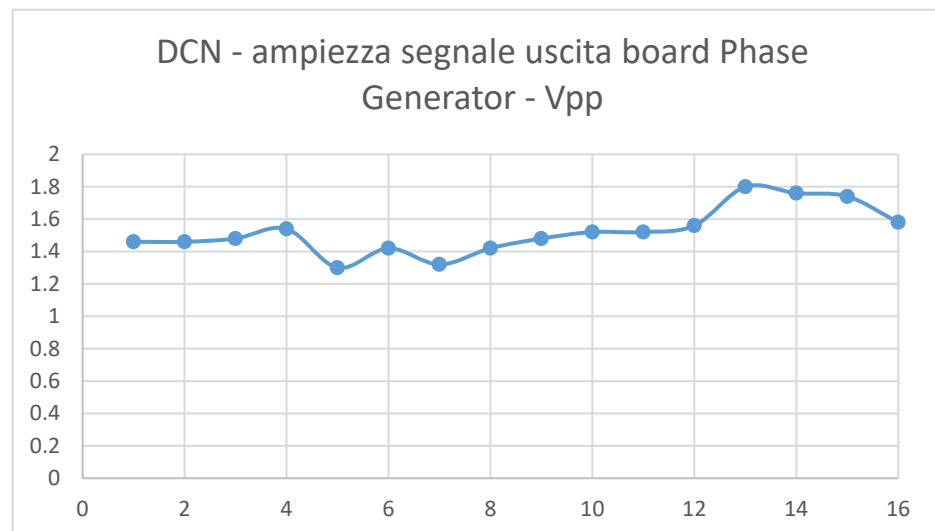
L'installazione in **DCN** presenta uno stato di salute complessivamente migliore e più uniforme.

L'installazione in **DCE** mostra differenze significative tra i canali, che giustificano ulteriori verifiche mirate e interventi di taratura mirati.

6. Misura segnale di uscita board Phase Generator

A valle della sostituzione della scheda n° 12 Phase Generator, è stata effettuata una campagna di misure sui segnali di uscita dell'intera serie di board n. 1-16, al fine di valutare i livelli complessivi di tensione picco-picco in gioco. I valori registrati risultano pienamente coerenti con quelli rilevati in precedenza, confermando il corretto funzionamento della nuova scheda e l'uniformità dei livelli di uscita.

DCN - ampiezza segnale uscita	
n°	Vpp
1	1,46
2	1,46
3	1,48
4	1,54
5	1,3
6	1,42
7	1,32
8	1,42
9	1,48
10	1,52
11	1,52
12	1,56
13	1,8
14	1,76
15	1,74
16	1,58



7. Necessità di una modalità di misura a frequenza fissa (es. "measure.radar")

Le attività di caratterizzazione svolte hanno evidenziato alcuni limiti intrinseci della modalità operativa standard *start.radar* quando utilizzata per scopi diagnostici e metrologici.

La modalità *start.radar*, essendo progettata per il normale funzionamento scientifico del radar, prevede una scansione dinamica in frequenza. Sebbene questa caratteristica sia essenziale per l'operatività SuperDARN, risulta penalizzante durante le fasi di misura e calibrazione dei trasmettitori, in quanto:

- non garantisce la permanenza del sistema su una frequenza unica e stabile;
- costringe ad effettuare misure in single shot, aumentando l'incertezza sui valori acquisiti;
- introduce una dispersione dei risultati dovuta alla variabilità delle condizioni operative (frequenza, carico RF, risposta degli stadi finali, tutto dovuto dalla loro non linearità).

Alla luce di queste considerazioni, emerge la necessità di implementare una modalità di funzionamento dedicata alle misure, ad esempio denominata *measure.radar*, con le seguenti caratteristiche fondamentali:

- frequenza di uscita fissa, oppure selezionabile manualmente da operatore (es. 8-10-12-14-16 MHz);
- tempo di funzionamento sufficientemente lungo per garantire condizioni stazionarie tali da consentire acquisizioni ripetute e mediate, misure di ampiezza, potenza e stabilità del segnale così che il confronto tra i diversi canali trasmettenti sia coerente;
- disabilitazione di eventuali logiche adattive non necessarie alla misura.

Ciò risulterebbe particolarmente vantaggioso per:

- valutare in modo affidabile le differenze di potenza tra i 16 trasmettitori;
- verificare l'efficacia di interventi di riparazione o sostituzione di componenti RF;
- eseguire campagne di calibrazione periodiche con criteri metrologici più rigorosi;

- migliorare la tracciabilità storica delle prestazioni dei trasmettitori a parità di condizioni operative.

In conclusione, una modalità di misura dedicata consentirebbe di separare nettamente le esigenze di funzionamento scientifico da quelle di diagnostica e manutenzione, con benefici diretti sull'affidabilità e sulla qualità complessiva dei dati di caratterizzazione.

Immagine del setup reale di misura dei trasmettitori:

