RICERCA PRELIMINARE DI UN SITO PER L' INSTALLAZIONE DI UN GRANDE RADIOTELESCOPIO IN SARDEGNA

R. Ambrosini , C. Bortolotti, G. Grueff,
Istituto di Radioastronomia, CNR, Bologna
S. Corda, I. Porceddu
Stazione Astronomica, Cagliari

IRA 173/92

Si precisa che il presente Rapporto Interno ha avuto come unico scopo quello di rappresentare un'indagine conoscitiva, svolta solo per finalità istituzionali del CNR. Ogni altro utilizzo dei dati raccolti e/o delle analisi conseguenti è del tutto arbitrario e contrario alla volontà degli autori. Occupazioni di banda, presenza di segnali a varie frequenze, anche al di fuori delle finestre spettrali assegnate al servizio di radio astronomia, sono state osservate per l'esclusivo scopo di ottimizzare il progetto dei ricevitori, che dovranno poi operare in quello stesso ambiente dello spettro elettromagnetico.

INDICE

1. Introduzione ..... Pag. 1

2. Criteri di scelta del sito per l'installazione di un radiotelescopio ..... Pag. 1

3. L'Unità mobile per la ricerca delle interferenze radio ..... Pag. 2

4. La campagna di misure dal 19 al 22 Ottobre 1992 ..... Pag. 4

5. Confronto con lo spettro radio delle interferenze a Medicina ..... Pag. 6

6. Conclusioni ..... Pag. 6

7. Figure fuori testo ..... Fig. 1 - 18

8. Appendice ..... Fig. A1 - A10

Lista delle figure

Schema a blocchi del box esterno ..... Fig. 1
Tabella delle caratteristiche tecniche del sistema di ricezione..... Fig. 2
Cartina della Sardegna, in cui sono evidenziati i siti esplorati..... Fig. 3
Scheda delle misure effettuate dal Punto 2..... Fig. 4
Scheda delle misure effettuate dal Punto 3..... Fig. 5
Scheda delle misure effettuate dal Punto 4..... Fig. 6
Scheda delle misure effettuate dal Punto 5..... Fig. 7
Scheda delle misure effettuate dal Punto 6..... Fig. 8
Scheda delle misure effettuate dal Punto 7..... Fig. 9
Scheda delle misure effettuate dal Punto 8..... Fig. 10
Grafico dello spettro a 1.2GHz, dal Punto 8..... Fig. 11
Scheda delle misure effettuate dal Punto 9..... Fig. 12
Scheda delle misure effettuate dal Punto 10..... Fig. 13
Scheda delle misure effettuate dal Punto 11..... Fig. 14
Grafico dello spettro a 1.9GHz, da Medicina..... Fig. 15
Grafico dello spettro a 2.3GHz, da Medicina..... Fig. 16
Grafico dello spettro a 10.7GHz, da Medicina..... Fig. 17
Foto di gruppo in prossimità della vetta del Gennargentu..... Fig. 18

Appendice

Modo A1 ed A2 ----------Banda 150 - 500 MHz .....Fig. A1
Modo B ----------Banda 608 +/- 5 MHz .....Fig. A2
Modo C1, C2, C3 ----------Banda 950 - 24500 MHz .....Fig. A3
Modo D----------Banda 2 - 4 GHz.....Fig. A4
Modo E----------Banda 4 - 8 GHz.....Fig. A5
Modo F1, F2----------Banda 8 - 12 GHz.....Fig. A6
Modo G----------Banda 12 - 15 GHz.....Fig. A7
Attenuazione cavo coax int.....Fig. A8
Attenuazione cavo coax est.....Fig. A9
Curva di guadagno dell'antenna tronco piramidale .....Fig. A10

1. Introduzione

I criteri di scelta di un sito, nel territorio italiano, per installare un radiotelescopio di circa 60 metri di diametro e che operi fino a 100GHz sono molteplici e di varia natura. La regione Sardegna appare una soluzione promettente da vari punti di vista. Infatti poiché uno dei campi di ricerca prioritari di questo nuovo strumento sarà la Interferometria a Lunga Linea di Base (VLBI), la sua collocazione dovrà risultare complementare a quella degli attuali radiotelescopi di Medicina (BO), nel Nord-Italia, e di Noto (SR) in Sicilia. Nel contesto della tecnica VLBI, la Sardegna appare una soluzione ottimale, sia dal punto di vista radioastronomico, per l'estensione delle linee di base in direzione Est-Ovest, che geodinamico in quanto questa regione risulta essere la zona geologicamente più stabile del bacino del mediterraneo, tanto da poter essere presa come centro di riferimento per gli spostamenti di tutte le altre placche tettoniche.

L'Isituto di Radioastronomia ha organizzato, nell'Ottobre 1992, un sopralluogo in Sardegna allo scopo di verificare l'esistenza di località dotate delle caratteristiche tecniche e logistiche necessarie per l'installazione di un grande radiotelescopio. Questo rapporto tecnico descrive i risultati di questa missione, che ha avuto carattere preliminare.

2. Criteri di scelta del sito per l'installazione di un radiotelescopio

I requisiti tecnici fondamentali del sito possono essere condensati in tre punti: quiete da radiointerferenze, riparo dai forti venti dominanti, quota relativamente elevata.

L'esistenza di un basso livello di interferenze radio permette di spingere la sensibilità dei ricevitori radioastronomici ai limiti fisici imposti dalla presente tecnologia. In questo modo non si devono effettuare compromessi nel loro progetto, compromessi che sarebbero invece necessari per eliminare gli effetti dovuti ad emissioni terrestri molto potenti ed operanti su bande di frequenza prossime a quelle riservate, per convenzione internazionale, alla ricerca radioastronomica. Particolarmente pericolosi da questo punto di vista risultano i sistemi radar che emettono segnali ad impulsi su di un ampio spettro di frequenze, molto potenti e continuamente variabili.
La quiete radio deve poi essere totale all'interno delle bande radioastronomiche. L'esperienza, maturata in decenni di attività a Medicina e poi a Noto, ha mostrato come tale situazione sia conseguibile solo con continui controlli e relative denunce, alle autorità preposte, delle emittenti responsabili di interferenze alla ricerca radioastronomica.

La seconda condizione (riparo dai forti venti), si rende necessaria in quanto la superficie di raccolta dell'antenna parabolica deve mantenere il suo profilo teorico, con scostamenti massimi inferiori a circa il 5% della minima lunghezza d'onda di lavoro. Inoltre è necessario che gli errori di puntamento siano contenuti entro il 10% dell'angolo corrispondente alla direttività dell'antenna. Nel caso in questione di un'antenna di 60 metri di diametro, che osservi a 100GHz, gli errori sulla superficie di raccolta devono essere inferiori a 0.15 millimetri, mentre quelli di puntamento devono essere contenuti entro uno o due secondi d'arco.

Appare evidente come, per quanto rigida possa essere realizzata la struttura di supporto dell'antenna, tali precisioni meccaniche siano mantenibili soltanto in assenza di forti venti.

La terza condizione dipende dal fatto che i segnali che si vorrebbero ricevere con questo radiotelescopio, estendonsi fino nel campo delle onde millimetriche (3mm a 100GHz), subiscono una attenuazione a causa dell'atmosfera e soprattutto degli strati più bassi, durante le condizioni meteorologiche più sfavorevoli. In Italia non sono disponibili territori ad alta quota, con clima veramente "secco" e condizioni logistiche accettabili. Una quota tra cinquecento e mille metri può essere considerata un adeguato compromesso.

La perdita di efficienza dovuta alla maggiore opacità dell'atmosfera a bassa quota, può essere in parte compensata da una riprogrammazione in tempo reale della frequenza di osservazione. Infatti se il progetto del radiotelescopio prevederà di poter effettuare in modo rapido il cambio della frequenza di osservazione, sarà possibile sfruttare al meglio i periodi di condizioni meteo ottimali per la propagazione radio alle più alte frequenze di lavoro. Negli altri periodi potrebbero essere svolte quelle ricerche a frequenza più bassa, che risentono solo in modo marginale delle condizioni atmosferiche.

In conclusione si può quindi affermare che il sito dovrà essere abbastanza isolato, lontano da installazioni militari e civili che utilizzano potenti impianti radio trasmittenti ed in una valletta di qualche chilometro di diametro, protetta da montagne tutt'intorno per i primi dieci, quindici gradi di elevazione. Data l'altezza massima dei rilievi in Sardegna è prevedibile che la quota della valletta difficilmente potrà superare i mille metri d'altezza.

Queste specifiche risultano in parte in contrapposizione con quelle logistiche che invece suggeriscono, per limitare i costi di installazione e gestione, di rimanere vicini ai centri abitati per avere un comodo accesso stradale e brevi allacciamenti alla rete elettrica, telefonica ed idrica.

3. L'Unità mobile per la ricerca delle interferenze radio

L' Istituto di Radioastronomia ha a diposizione da parecchi anni un furgone tipo Fiat 242, attrezzato per questo tipo di misure.

In particolare un alternatore ausiliario, collegato al motore del mezzo, fornisce la corrente di ricarica alle batterie in tampone che, a loro volta, alimentano un inverter ed uno stabilizzatore per la generazione della normale tensione di rete a 220Volt. Risulta così possibile utilizzare in portatile un analizzatore di spettro ed un ricevitore per la misura dello spettro radio nelle bande di frequenza assegnate alla radiostronomia.

Le antenne sono installate sulla testa di un palo telescopico rotante che, completamente esteso, raggiunge i 6 metri di altezza dal suolo. Esso può anche essere orientato per mantenerne la verticalità, anche quando il mezzo mobile non si è potuto fermare in una zona perfettamente pianeggiante.

Per questa spedizione, dedicata anche ad un'analisi nelle bande di frequenza più elevate, è stato realizzato un sistema di preamplificazione, adatto

all'installazione all'esterno sul palo telescopico. Il suo schema a blocchi è riportato in Figura 1.

Questa soluzione ha permesso di ridurre al minimo la lunghezza dei cavi coassiali che collegano le antenne ai preamplificatori, mantenendo una sensibilità ottimale anche ad alte frequenze. A parità di sensibilità del sistema completo di ricezione è risultato così possibile utilizzare antenne con minor guadagno, quindi meno ingombranti ed a fascio d'antenna più largo, a tutto vantaggio della semplicità operativa e del tempo necessario per effettuare una serie completa di misure sull'intero piano di Azimut.

In pratica sono stati utilizzati una tromba tronco piramidale, con guida "ridged", per le bande da 1GHz a 18GHz, mentre per le bande al disotto di 1GHz si è utilizzata una Yagi a larga banda. Poiché entrambe le antenne sono a polarizzazione lineare, esse sono state montate inclinate a 45 gradi rispetto all'orizzonte. Si sono potuti così ricevere segnali sia polarizzati verticalmente che orizzontalmente, anche se a scapito della riduzione di un fattore due nella sensibiltà del sistema di ricezione.

Nella tabella di Figura 2 sono riportate le caratteristiche tecniche fondamentali del sistema per la ricerca di interferenze radio, nella configurazione da noi utilizzata per questa campagna di misure.

Le sette bande operative del sistema di filtri e preamplicatori contenuti nel "box" esterno sono contraddistinte dalle lettere da A a G. La scelta degli estremi di frequenza delle singole bande è stata ottimizzata al fine di evitare fenomeni di saturazione o comunque di non linearità del sistema, adottando opportuni filtri, prima degli stadi di amplificazione.

In appendice vengono allegati per completezza i grafici delle sette bande passanti, come pure dell'attenuazione dei cavi coassiali utilizzati e del guadagno d'antenna. Da questi grafici è possibile valutare l'effetto di forti segnali, eventualmente presenti all'esterno della banda cui essi si riferiscono.

Nella tabella, le sette bande sono state ulteriormente suddivise in quelle radioastronomiche che attualmente costituiscono lo standard VLBI radioastronomico geodinamico e spaziale, per un totale di 11 differenti configurazioni del sistema di ricezione. Durante le campagne di misura, per ciascuna di queste configurazioni è stata effettuata una completa rotazione di 360 gradi dell'antenna per esaminare tutte le direzioni di provenienza terrestri.

La tabella riporta nelle prime tre colonne i valori di centro banda, di escursione della scansione, e larghezza di banda del canale di ricezione, impostati sull'analizzatore di spettro, per ciascuna delle 11 configurazioni del sistema.

La quarta colonna contiene le misure di "Noise Floor", ovvero della potenza corrispondente alla linea di base del rumore visualizzato sull'analizzatore di spettro per ciascuna configurazione. I valori indicati sono tipici per questa grandezza, in quanto nelle misure reali in campo, sono state osservate variazioni di alcuni dB a causa di derive strumentali dello stesso strumento.

Esse comunque risultano compatibili, entro tali incertezze, con i corrispondenti valori calcolati a partire dalle misure di cifra di rumore effettuate in laboratorio per ogni banda operativa.

Infatti la ben nota relazione **W = KTBG,** lega, per ogni configurazione del sistema ricevente, la potenza di rumore che si dovrà leggere sull'analizzatore di spettro (**W** in dBm), alla temperatura equivalente di rumore del sistema completo

(**T** in Kelvin), moltiplicata per il guadagno netto (**G** in fattore numerico), che si ottiene sottraendo al guadagno della scatola RF, l'attenuazione dei cavi di interconnessione fra questa e lo strumento all'interno del furgone, per la larghezza di banda del canale di ricezione (**B** in Hertz) e per la costante di Boltzman (**K** = 1.38E-23). Nel calcolo si è anche dovuto tenere conto della risposta del rivelatore di potenza dell'analizzatore di spettro, che è previsto per segnali sinusoidali e di picco. Questo fatto implica che le misure di rumore a larga banda vanno corrette per un fattore di circa 4 dB.

I valori di guadagno suaccennati permettono anche di calcolare la potenza effettivamente ricevuta dei segnali interferenti, osservati nelle varie serie di misure.

Dal guadagno d'antenna infine, riportato nell'ottava colonna, si può calcolare la sua area efficace alla frequenza di lavoro e quindi determinare l'intensità dei segnali interferenti, in W/m^2, come risulta dalla misura integrata sulla larghezza di banda impostata sull'analizzatore di spettro.

Nell'ultima colonna questo calcolo è stato applicato alla potenza del fondo di rumore rilevata sull'analizzatore di spettro, nelle singole bande ed in assenza di segnali esterni. Il risultato ottenuto, corrisponde alla sensibilità del sistema completo, ovvero al livello di profondità della presente indagine.

Le prestazioni ottenute rappresentano lo stato dell'arte per un'unità mobile dedicata alla misura di interferenze radio. A scapito della rapidità operativa, peraltro essenziale per questa prima spedizione, è possibile prevedere di utilizzare in futuro una antenna parabolica, per ottenere un guadagno di sensibilità di 10 - 20 dB.

4. La campagna di misure dal 19 al 22 Ottobre 1992

Per visualizzare l'effettivo tragitto seguito in Sardegna, nella cartina di Fig. 3, sono riportate, con i numeri da 1 ad 11, le soste effettuate lungo il percorso.

La mattina di lunedì il furgone attrezzato è giunto a Cagliari. Dopo una breve visita all'Osservatorio, nel corso della quale è stato illustrato il programma di lavoro al Direttore, prof. Proverbio, si sono iniziate le misure.

Ci siamo recati a Pula, sulla costa Sud-Ovest di Cagliari, in prossimità dell'area ove sorgerà il Parco Scientifico e Tecnologico. Nel corso del pomeriggio abbiamo effettuato delle misure preliminari per renderci conto del tipo di ambiente radio esistente nella zona. Sono state effettuate in particolare due soste: una in prossimità di Teulada (**Punto 1**) e l'altra prima di Santadì (**Punto 2**), lungo la strada, per alcuni tratti non asfaltata, che si snoda verso l'interno del gruppo montuoso a Sud-Ovest dell'isola. Il livello generale delle interferenze è risultato basso.

Il giorno successivo abbiamo effettuato un trasferimento verso il Gennargentu, il rilievo montuoso più importante dell'isola. Due sono stati i motivi di questa scelta: in primo luogo volevamo visitare le zone a quote più elevate, per verificare l'esistenza di vallette idonee ai nostri scopi. In secondo luogo volevamo individuare, da una posizione dominante, tutte le sorgenti principali di interferenze, in modo da ricercarle poi con certezza dai siti in esame, dove presumibilmente saranno ricevibili con un basso rapporto segnale/rumore.

Dal rapporto fra le due serie di misure si potrà poi stimare l'effetto di schermatura disponibile in quei luoghi. L'efficacia di uno schermo naturale risulta valida infatti non solo per la situazione di interferenze attuali, ma anche nei tempi futuri quando, inevitabilmente esse aumenteranno in relazione all'incremento delle attività locali.

Dopo aver oltrepassato la città di Oristano, a circa metà strada della N.131 per Nuoro, in prossimità di Paulilatino, abbiamo effettuato un nuova serie di misure (**Punto 3**). Sul versante a Nord era chiaramente visibile una postazione elevata con molti ripetitori TV e per telecomunicazioni.

Ad Ottana abbiamo iniziato ad addentrarci nelle pendici del gruppo del Gennargentu. Si attraversano zone irregolari e abbastanza tortuose, si passa poi il lago di Gusana (600 metri) ed infine, dopo Fonni (1000 metri), si trova un bivio fra il monte Spada e la vetta più alta raggiungibile con strada asfaltata (**Punto 4**). Nel pomeriggio, dal punto più alto raggiungibile ed aperto verso il versante Nord, a ridosso del rifugio Bruncu Spina, dove l'Università di Cagliari ha una sua installazione, si è ripetuta un'altra serie di misure (**Punto 5**).

La mattina del terzo giorno abbiamo continuato il periplo del Gennargentu fermandoci al passo di Arcu Correboi (**Punto 6**), per effettuare un'altro rilievo da una quota elevata. Purtroppo anche questa postazione non ha un orizzonte molto aperto, a causa della conformazione stessa di queste montagne. Si è verificato tuttavia che, anche nelle zone più elevate, il livello delle interferenze ed il loro numero sono significativamente inferiori a quelle presenti, ad esempio, a Medicina (BO).

Successivamente abbiamo esplorato le valli intorno al lago del Flumedosa. Una prima misura è stata effettuata in un'ampia vallata aperta a forti raffiche di vento (**Punto 7**). Nelle prime ore del pomeriggio ci siamo inoltrati lungo una strada asfaltata, peraltro non segnalata sulle carte del TCI, che, alla fine, ci ha poi permesso di raggiungere quasi la vetta del M. Armidda (**Punto 8**) .

Da questa postazione abbiamo avvistato un "radome", una cupola bianca, di quelle normalmente utilizzate per proteggere dalle intemperie un impianto radar. Tutto lascia supporre che esso sia la sorgente dei segnali che sistematicamente abbiamo osservato, intorno alla frequenza di 1.2GHz, lungo tutta la marcia di avvicinamento al Gennargentu.

Alla sera, lungo la strada verso Cagliari, poco a Nord di Mandas, l'ultima serie di misure (**Punto 9**) ha mostrato vari segnali di intensità intermedia.

Avendo a disposizione per l'ultimo giorno solo mezza giornata prima dell'imbarco sulla nave traghetto del furgone, abbiamo concentrato le nostre ricerche nelle zone a Sud-Ovest di Cagliari che, anche per fattori logistici, appaiono molto interessanti per i nostri scopi.

Raggiunta la casa forestale di Pula, in una valle troppo stretta ed a quota troppo bassa (**Punto 10**), siamo ritornati sulla strada principale per Teulada, ma, a Domus de Maria, abbiamo svoltato a destra per l'interno, lunga una strada stretta ma asfaltata.

La località in cui abbiamo effettuato l'ultimo rilievo (**Punto 11**) è a 13 Km da Domus de Maria e quindi circa 60 Km da Cagliari. Tutta la zona presenta molteplici vallette di aperture adeguate, ad altitudini di più di 600 metri di quota, abbastanza ben riparate dal vento. Il livello delle interferenze radio è risultato

estremamente contenuto, tanto che, nelle condizioni usuali di misura non si è riusciti a ricevere il famigerato radar del Punto 8.

Per ognuno dei *punti di misura*, è stato compilata una scheda con le principali misure effettuate che sono riportate nelle *Figure da 4 a 14*. Ad esse si rimanda per i dettagli numerici e per alcune note di commento per ciascun sito esplorato. Dato l'esiguo numero di segnali interferenti trovati, sono state considerate sufficienti solo le due ultime colonne per descrivere tutti quelli trovati.

La *Fig. 11*, in particolare, mostra una scansione centrata intorno a 1260MHz, del segnale radar più potente trovato, come era ricevibile dal punto 8, cioè in vista ed ad una distanza di pochi chilometri. Il grafico è stato ottenuto in modalità Max hold, per tentare di evidenziare la sua effettiva occupazione dello spettro radio.

5. Confronto con lo spettro radio delle interferenze a Medicina

Come confronto qualitativo nelle Figure 15, 16, 17, vengono riportati i grafici relativi alla situazione dello spettro elettromagnetico presso la stazione radioastronomica di Medicina, situata in piena pianura padana. Essa rappresenta un esempio tipico del livello di "inquinamento radio" presente in prossimità di numerosi centri urbani ad alta densità tecnico, commerciale ed abitativa, in cui abbondano sistemi di telecomunicazioni di tutti i tipi.

6. Conclusioni

La spedizione organizzata per esplorare la possibilità di trovare dei siti adatti all'installazione di un grande radiotelescopio millimetrico ha accertato che esistono i requisiti fondamentali per l'esecuzione di un tale progetto nella regione Sardegna.

In particolare il livello di quiete radio in questa regione è notevolmente migliore rispetto alla stazione di Medicina, nei pressi di Bologna, dove una installazione simile ma di dimensioni inferiori (32m) opera da anni con prestazioni soddisfacenti.

Le quote raggiungibili non rappresentano soluzioni ottimali, ma nonostante questo, un'opportuna riprogrammazione in tempo reale della frequenza di osservazione potrà permettere di operare con efficienza ottimale anche nelle bande di osservazione di frequenza più elevate.

La protezione dai venti sembra in prima approssimazione adeguata, alla luce di un'analisi preliminare in base al profilo della vegetazione e dei rilievi montuosi che circondano alcune valli sia sulle propaggini Nord del Gennargentu che nella zona a Sud-Ovest di Cagliari.

Prima di effettuare la scelta finale di un sito, appare importante ottenere dati sulla statistica dei venti, possibilmente negli stessi luoghi in esame, come pure approfondire i criteri di ottimizzazione fra massima frequenza di lavoro, quota del sito e condizioni meteorologiche rilevanti per la propagazione radio in campo millimetrico.

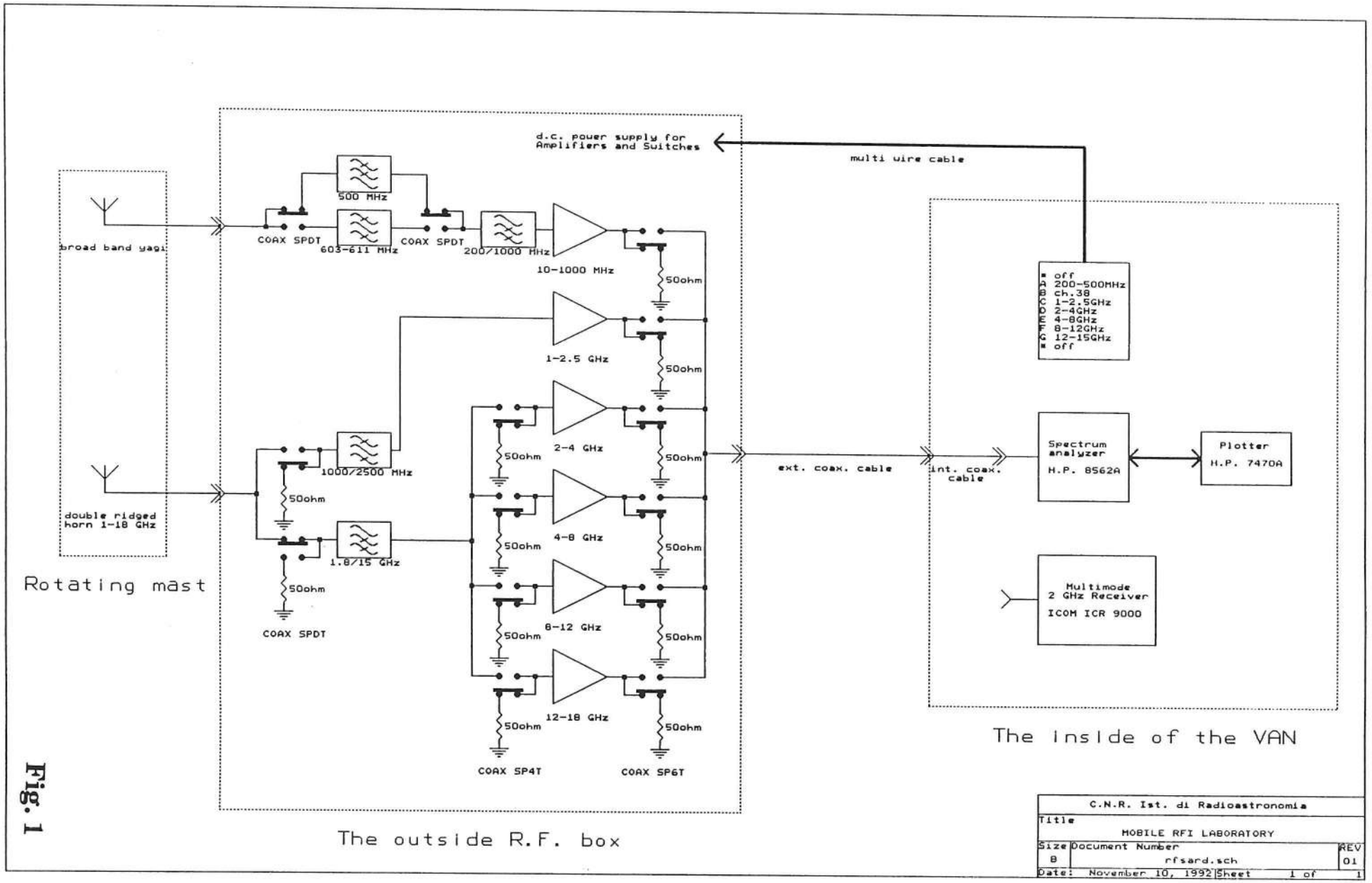
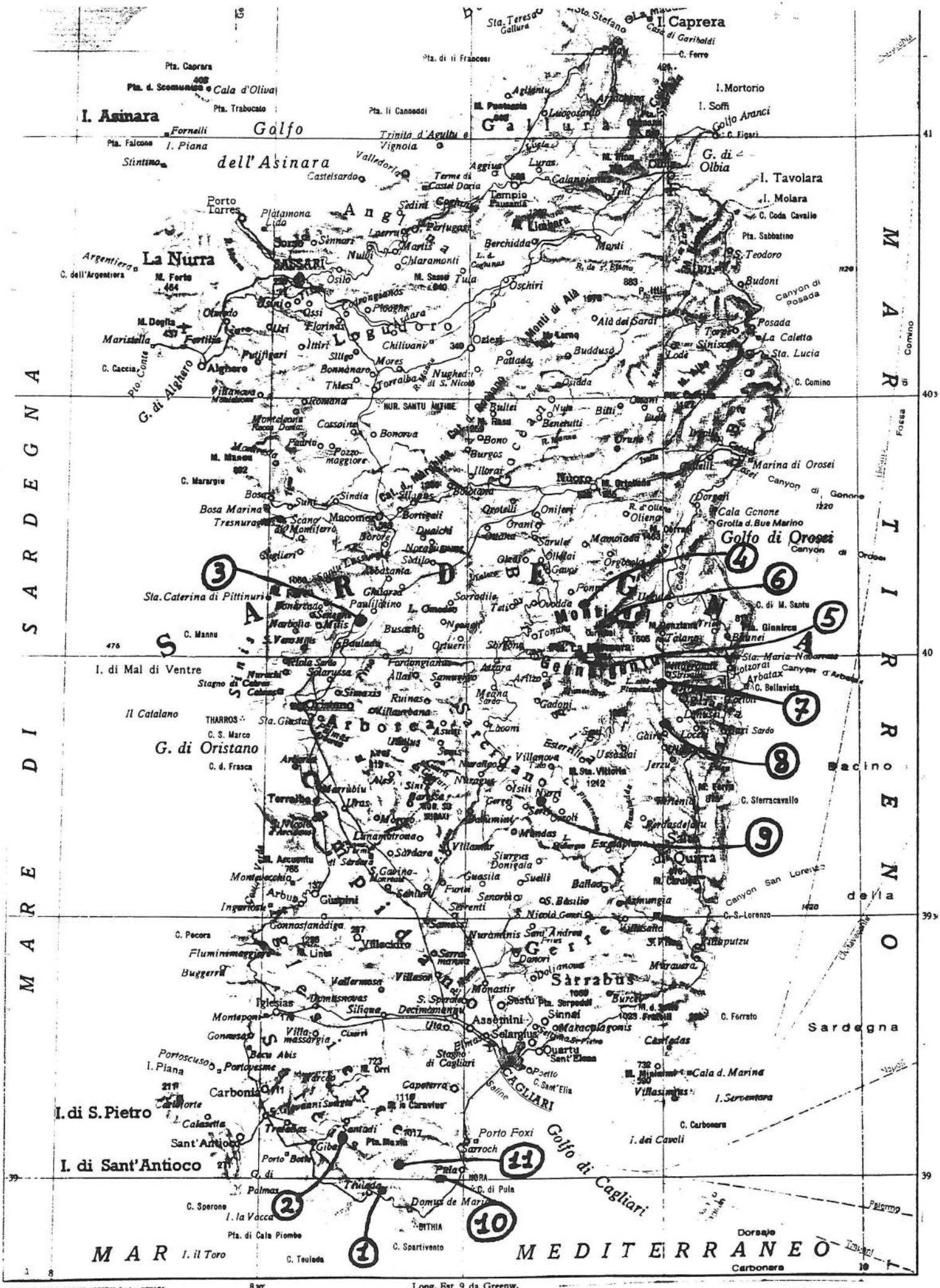

d.c. power supply for Amplifiers and Switches
multi wire cable
broad band yagi
double ridged horn 1-18 GHz
Rotating mast
500 MHz
COAX SPDT
603-611 MHz
COAX SPDT
200/1000 MHz
10-1000 MHz
50ohm
1-2.5 GHz
2-4 GHz
1000/2500 MHz
4-8 GHz
1.8/15 GHz
8-12 GHz
12-18 GHz
COAX SPDT
COAX SP4T
COAX SP6T
The outside R.F. box
ext. coax. cable
int. coax. cable
* off
A 200-500MHz
B ch.38
C 1-2.5GHz
D 2-4GHz
E 4-8GHz
F 8-12GHz
G 12-15GHz
* off
Spectrum analyzer
H.P. 8562A
Plotter
H.P. 7470A
Multimode 2 GHz Receiver
ICOM ICR 9000
The inside of the VAN
C.N.R. Ist. di Radioastronomia
Title
MOBILE RFI LABORATORY
Size B
Document Number
rfsard.sch
REV 01
Date: November 10, 1992
Sheet 1 of 1

Fig. 1

Caratteristiche tecniche del sistema di ricezione, a bordo dell'unità mobile
(in condizioni di quiete radio)

	Central Freq. (MHz)	Span (MHz)	BW (KHz)	Measured Noise fl (dbm)	RF Gain Box-Cabl (dB)	Noise Fig. (dB)	Computed Noise fl (dBm)	Ant. Gain - 3 dB (dB)	Ant. Effec. area (m^2)	Actual Sensitivity (W/m^2)
A1	325	10	30	-88	32	5	-90	3	0.13	1.8 E-15
A2	408	10	30	-90	32	5	-90	5	0.13	1.2 E-15
B	608	10	30	-85	29	11	-86	2	0.03	3.3 E-14
C1	1700	1500	300	-78	33	6	-78	4	0.6 E-2	3.3 E-13
C2	1400	100	100	-82	33	6	-83	4	0.9 E-2	0.8 E-13
C3	1650	100	100	-82	33	6	-83	4	0.7 E-2	1.2 E-13
D	2300	200	100	-85	27	6	-88	4	3.4 E-3	4.6 E-13
E	4800	400	100	-80	31	6	-84	5	1.0 E-3	2.0 E-12
F1	8400	400	100	-80	28	7	-86	6	4.0 E-4	1.5 E-11
F2	10700	400	100	-80	27	7	-86	6	2.5 E-4	3.2 E-11
G	14500	400	300		15	12	-88	8	2.1 E-4	

Figura 2


I. Caprera
I. Asinara
Golfo dell'Asinara
Golfo Aranci
G. di Olbia
I. Tavolara
I. Molara
La Nurra
SASSARI
Alghero
G. di Alghero
Porto Torres
Platamona Lido
Argentiera
C. dell'Argentiera
M. Forte
M. Doglia
Maristella
C. Caccia
Pto. Conte
Castelsardo
Valledoria
Stintino
I. Piana
Pta. Falcone
Pta. Caprara
Pta. d. Scomunica
Cala d'Oliva
Pta. Trabucato
Pta. di li Francesi
Pta. li Canneddi
Trinità d'Agultu e Vignola
Aglientu
Luogosanto
Galtura
I. Mortorio
I. Soffi
C. Ferro
C. Figari
Terme di Castel Doria
Tempio Pausania
Luras
Calangianus
Tula
Oschiri
Monti
Berchidda
Chiaramonti
Nulvi
Sennori
Sorso
Ittiri
Florinas
Usini
Ossi
Uri
Olmedo
Villanova Monteleone
Romana
Cossoine
Bonorva
Padria
Pozzomaggiore
Macomer
Bortigali
Dualchi
Noragugume
Sindia
Bosa
Bosa Marina
Tresnuraghes
Scano di Montiferro
C. Marargiu
M. Maseu
Montresta
Montalenore
Rocca Doria
Putifigari
Villanova Monteleone
Thiesi
Mores
Nughedu di S. Nicolò
Torralba
Chilivani
Ozieri
Monti di Alà
Alà dei Sardi
Buddusò
Pattada
Oschiri
Berchidda
Posada
Torpè
La Caletta
Siniscola
Lodè
Sta. Lucia
C. Comino
Budoni
Canyon di Posada
S. Teodoro
Pta. Sabbatino
Monte Limbara
Nuoro
Oliena
Orgosolo
Orotelli
Oniferi
Orani
Gavoi
Ollolai
Sarule
Mamoiada
Dorgali
Cala Gonone
Grotta d. Bue Marino
Golfo di Orosei
Canyon di Gonone
Marina di Orosei
Canyon di Orosei
Sta. Caterina di Pittinuri
Cuglieri
Scano di Montiferro
Sindia
Bonorva
Macomer
Bortigali
Dualchi
Noragugume
Sorradile
Tadasuni
Ovodda
Lodine
Gavoi
Ollolai
Orgosolo
Mamoiada
Oliena
Nuoro
Orani
Orotelli
Oniferi

Punto 2

Località: ampia spianata lungo la strada, in parte non asfaltata, da Teulada a Santadì
Altitudine: 100 metri
Meteo: assenza di vento, soleggiato
Data, Ora: 19/10/1992, tramonto

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-85	324 MHz -80 dBm 320°	
A2	408	10	30	-88	408.7 MHz -78dBm 40°	
B	608	10	30	-85	608.5 MHz -65 dBm 204°	
C1	1700	1500	300	-75	radar	1200 MHz -60 dBm 30°
C2	1400	100	100		N/A	
C3	1650	100	100		N/A	
D	2300	200	100	-82		nulla
E	4800	400	100	-80		nulla
F1	8400	400	100	-80		nulla
F2	10700	400	100	-80		nulla

Commento: serie di misure preliminari.

Fig . 4

Punto 3

Località: a circa metà della superstrada fra Oristano e Nuoro, vicino a Paulilatino
Altitudine: 230 metri
Meteo: vento debole
Data, Ora: 20/10/1992, mattina

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-85	324 MHz -60 dBm 290°	
A2	408	10	30		408.7 MHz -77 dBm 160°	412 MHz -80 dBm 160°
B	608	10	30	-85		N/A
C1	1700	1500	300	-75	1.2 GHz -35 dBm 115°	molti segnali 230°
C2	1400	100	300	-78	1420 MHz -60 dBm	
C3	1650	100	300	-78	vedi sopra	
D	2300	200	300	-78	2260 MHz -58 dBm 230°	
E	4800	400	100	-80		qualcosa
F1	8400	400	100	-78		nulla
F2	10700	400	100	-78		nulla

Commento: breve sosta sulla strada verso il Gennargentu, avendo notato verso Ovest-Ovest-Sud una folta serie di ripetitori che dominano la vallata.

Fig . 5

Punto 4

Località: sulla strada per Bruncu Spina, al bivio per M. Spada, difronte al ristorante
Altitudine: 1210 metri
Meteo: vento forte
Data, Ora: 20/10/1992, mezzogiorno

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-86	324 MHz -55 dBm 90°	
A2	408	10	30			N/A
B	608	10	30			N/A
C1	1700	1500	300			N/A
C2	1400	100	100	-82	1440 MHz -70 dBm 272°	
C3	1650	100	100	-82	1690 MHz -68 dBm 260°	
D	2300	200	100	-82		nulla
E	4800	400	100	-80		nulla
F1	8400	400	100			N/A
F2	10700	400	100			N/A

Commento: in attesa che il ristorante aprisse è stata effettuata una serie parziale di misure. Scesi poi di nuovo a Fonni per trovare un locale aperto.

Fig . 6

Punto 5

Località: fine strada asfaltata, 400 metri sotto Bruncu Spina, una vetta del Gennargentu
Altitudine: 1430 metri
Meteo: vento debole
Data, Ora: 20/10/1992, tardo pomeriggio

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-82	323.2 MHz -83 dBm 170°	
A2	408	10	30		404 MHz -70 dBm 2°	410.8 MHz -72 dBm
B	608	10	30	-85	607.3 MHz -50 dBm 270°	
C1	1700	1500	300	-75	1260 MHz -60 dBm 30° +/-20	
C2	1400	100	100			nulla
C3	1650	100	100			nulla
D	2300	200	100	-82	2340 MHz -67 dBm 15°	2250 MHz -65 dBm 15°
E	4800	400	100	-80		nulla
F1	8400	400	100	-80		nulla
F2	10700	400	100	-80		nulla

Commento: il gruppo del Gennargentu è costituito da vari massicci, dai pendii poco ripidi ma separati da profonde valli. A quote superiori ai 1000 metri non ci è sembrato, in questa rapida esplorazione, vi possano essere vallette in quota adatte ai nostri scopi. Questa postazione non è dominante, ovvero con un ampio orizzonte per permettere un'esplorazione libera su 360 gradi. Tuttavia data la quota considerevole, rimane confermato che il numero dei segnali radio, potenzialmente pericolosi per la ricerca radioastronomica, è comunque contenuto e non di alto livello.

Fig . 7

Punto 6

Località: Arcu Correboi, passo a Nord-Est del Gennargentu, domina una vallata in Nord-Sud
Altitudine: 1246 metri
Meteo: forte vento
Data, Ora: 21/10/1992, mattina

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-88	-	nulla
A2	408	10	30		404.3 MHz -80 dBm 130°	
B	608	10	30	-85	607.2 MHz -85 dBm 90°	
C1	1700	1500	300	-80	1260MHz -20 dBm 110°	950 MHz -42 dBm cellulari
C2	1400	100	30	-80		molto deboli
C3	1650	100	30	-82		nulla
D	2300	200	30	-80		nulla
E	4800	400	100	-82		nulla
F1	8400	400	100	-82		nulla
F2	10700	400	100	-80		nulla

Commento: questo passo anche se in posizione molto elevata, ha un orizzonte aperto solo per qualche decina di gradi verso Nord-Ovest e Sud-Est. Il furgone si è fermato sul lato Sud, per non arrischiare di salire su di un dosso che dominerebbe entrambi i lati del passo. A quote molto inferiori, il passo è tagliato dal tunnel della superstrada che collegherà Nuoro a Lanusei.

Il segnale molto forte a 1260MHz è sicuramente derivato da uno (o più) sistemi radar di banda molto larga. Sarebbe auspicabile poter individuare in modo preciso la sorgente di questi segnali.

Fig . 8

Punto 7

Località: fondo valle, prima di Villanova di Strisaili
Altitudine: 820 metri
Meteo: forte vento
Data, Ora: 21/10/1992, mezzogiorno

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-82		nulla
A2	408	10	30			nulla
B	608	10	30	-85		
C1	1700	1500	300	-75	1260 MHz molto forte Sud	
C2	1400	100	100		N/A	
C3	1650	100	100		N/A	
D	2300	200	100	-80		nulla
E	4800	400	100	-82		nulla
F1	8400	400	100	-82		nulla
F2	10700	400	100	-80		nulla

Commento: valle molto ampia ed esposta ai venti, peraltro molto quieta dal punto di vista radio, ad eccezione del segnale radar a 1260MHz.

Fig . 9

Punto 8

Località: quasi in vetta al monte Armidda, difronte al radar a 1.2 GHz
Altitudine: 1100 metri
Meteo: forte vento, nuvole
Data, Ora: 22/10/1992, primo pomeriggio

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30			N/A
A2	408	10	30			N/A
B	608	10	30			N/A
C1	1700	1500	300	-72	1260MHz -15 dBm 70°	1728 MHz
C2	1400	100	30			N/A
C3	1650	100	30			N/A
D	2300	200	30	-82	2340 MHz -50 dBm 200°	
E	4800	400	100	-82	4873 MHz -75 dBm 190°	
F1	8400	400	100	-82	N/A	
F2	10700	400	100	-80	10600 MHz -60 dBm 190°	10662 Mhz -60 dBm 190°

Commento: la strada asfaltata, che abbiamo seguito, non è segnalata sulla carta del TCI al 200000. Si deve attraversare la ferrovia e dei cancelli di proprietà private per ritrovare l'asfalto sul versante opposto a quello da cui isamo venuti. La deviazione in realtà ci ha permesso di raggiungere quasi la sommità del M. Armidda. Il radar a 1.2GHz, ricevibile in tutta la zona, sembra essere proprio quello difronte a noi, a 70° di Azimut. Il plottato è stato effettuato in Max Hold per avere un'idea della sua reale occupazione spettrale. L'installazione è quella più tipica per i radar: il picco più elevato e leggermente arretrato rispetto alla costa. Oltre al radome che copre l'antenna del radar, a 130 gradi, su un altro picco, si vedono molti ripetitori tipo Sip e TV, che sovrastano Lanusei.

Fig . 10

PUNTO 8
21/10/92

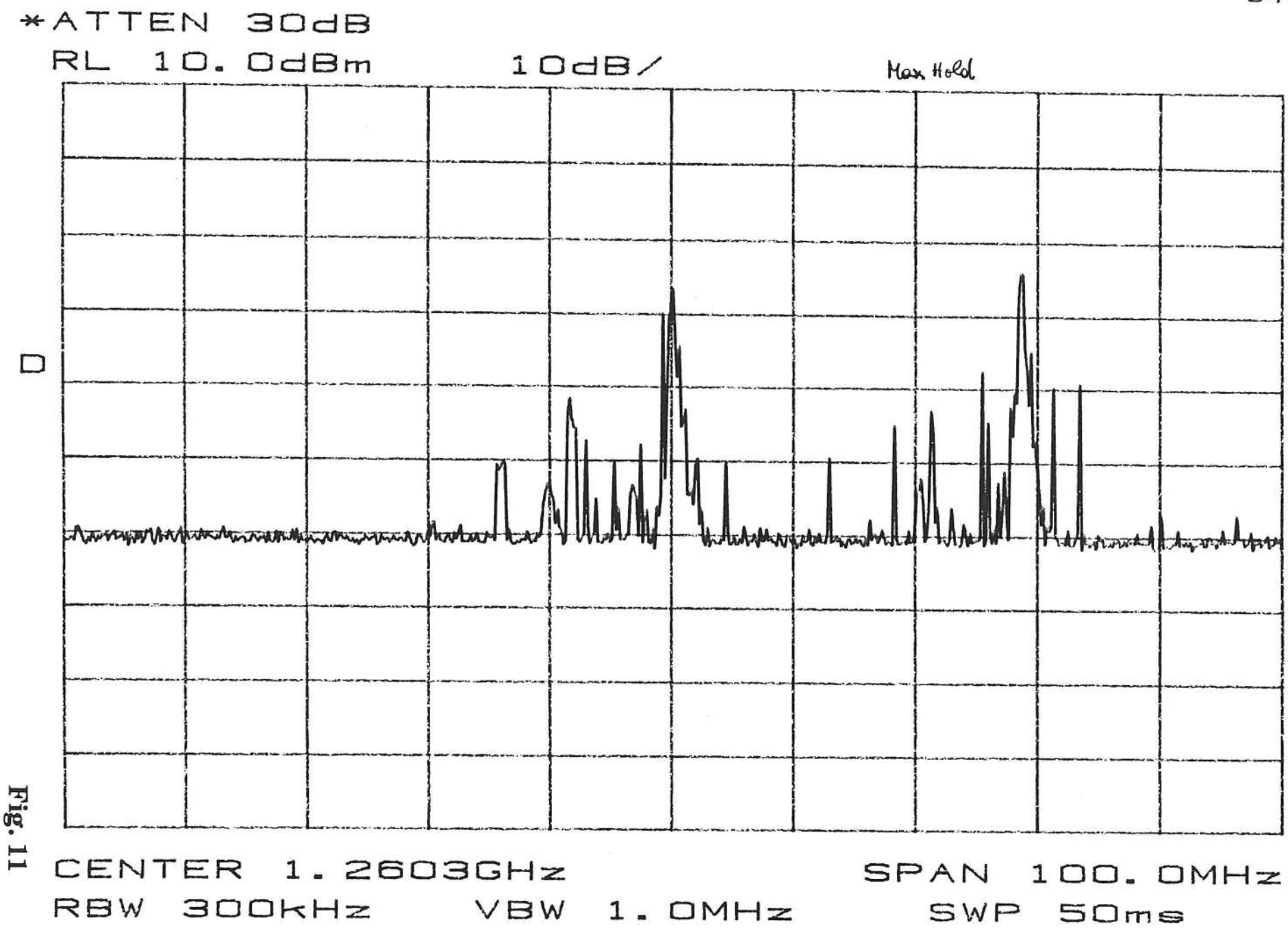


Fig. 11

Punto 9

Località: fondo valle presso Serri, a Nord di Mandas
Altitudine: 445 metri
Meteo: assenza di vento
Data, Ora: 21/10/1992, sera

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-85	-	nulla
A2	408	10	30		408.7 MHz -70 dBm 165°	403.3 MHz pall. sonda 165°
B	608	10	30	-85	-	nulla
C1	1700	1500	300	-76		1260 MHz -25 dBm 90°
C2	1400	100	30	-80	1420 MHz -85 dBm 139°	
C3	1650	100	30	-80	1640 MHz -75 dBm 150°	
D	2300	200	30	-82	2340 MHz -55 dBm 164°	
E	4800	400	100	-82	-	nulla
F1	8400	400	100	-80	-	nulla
F2	10700	400	100	-80	-	nulla

Commento: vallata troppo ampia, quota bassa. Segnale in banda 408MHz, ponte radio con tono fissso, quindi probabimente rimovibile. Il radar a 1.2Ghz del Punto 8 è ancora molto forte.

Fig . 12

Punto 10

Località: casa forestale Palaceris, a Ovest di Pula
Altitudine: 110 metri
Meteo: assenza di vento
Data, Ora: 22/10/1992, mattina

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-82	-	nulla
A2	408	10	30	-90	408.7 MHz -60 dBm 30°	
B	608	10	30	-85	-	607.23 MHz -78 dBm 30°
C1	1700	1500	300	-78	1100MHz -60 dBm ?	
C2	1400	100	30			
C3	1650	100	30			
D	2300	200	30	-82	2317 MHz -70 dBm ?°	2280 MHz -75 dBm ?
E	4800	400	100	-80	-	nulla
F1	8400	400	100	-80	-	nulla
F2	10700	400	100	-80	-	nulla

Commento: fine della strada, non asfaltata, accessibile al pubblico. Per l'accesso alle strade forestali ci si deve rivolgere a: Ufficio Amministrazione Azienda Forestale Demaniale Regione Sarda, Viale Merello 86, Cagliari. Attualmente responsabile è il Dr. Enea Beccu, Telef. 070-27991. Valle troppo stretta e quasi a livello del mare. Difficile valutare le direzioni di provenienza dei segnali, a causa di riflessioni multiple.

Fig . 13

Punto 11

Località: a Sud di Is Cannoneris ed a Nord di Domus de Maria
Altitudine: 600 metri
Meteo: pioggia, assenza di vento
Data, Ora: 22/10/1992, mezzogiorno

	Banda (MHz)	Span (MHz)	BW (kHz)	Noise Floor (dBm)	Interferenze Fr./Amp./Az	Interferenze Fr./Amp./Az
A1	325	10	30	-88	-	nulla
A2	408	10	30	-90	408.7 MHz -70 dBm 270°	
B	608	10	30	-85	-	nulla
C1	1700	1500	300	-75	-	nulla
C2	1400	100	30	-80	-	nulla
C3	1650	100	30	-80		nulla
D	2300	200	30	-82	2280 MHz -70 dBm 240°	2220 MHz -80 dBm 250°
E	4800	400	100	-80	-	nulla
F1	8400	400	100	-80	-	nulla
F2	10700	400	100	-80	-	nulla

Commento: scelta possible del sito che si sta cercando. La zona ha varie vallette a quote abbastanza elevate. Il tipo di vegetazione presente lascia supporre che esse siano riparate dal vento. Non sembra essere ricevibile il segnale del radar, localizzato nel Punto 8.

Fig . 14

28/10/92
(4)

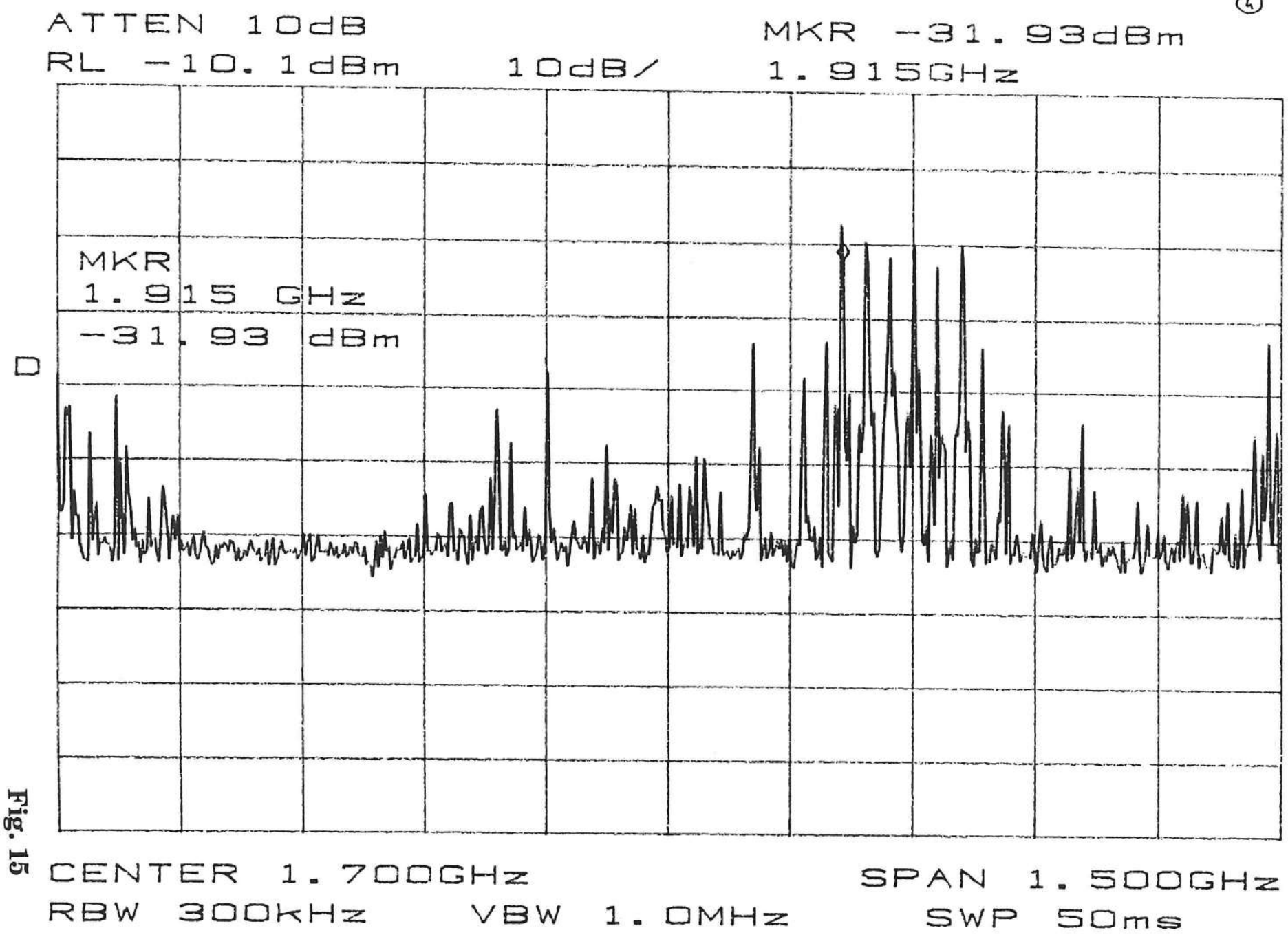


Fig. 15

28/10/92
(7)

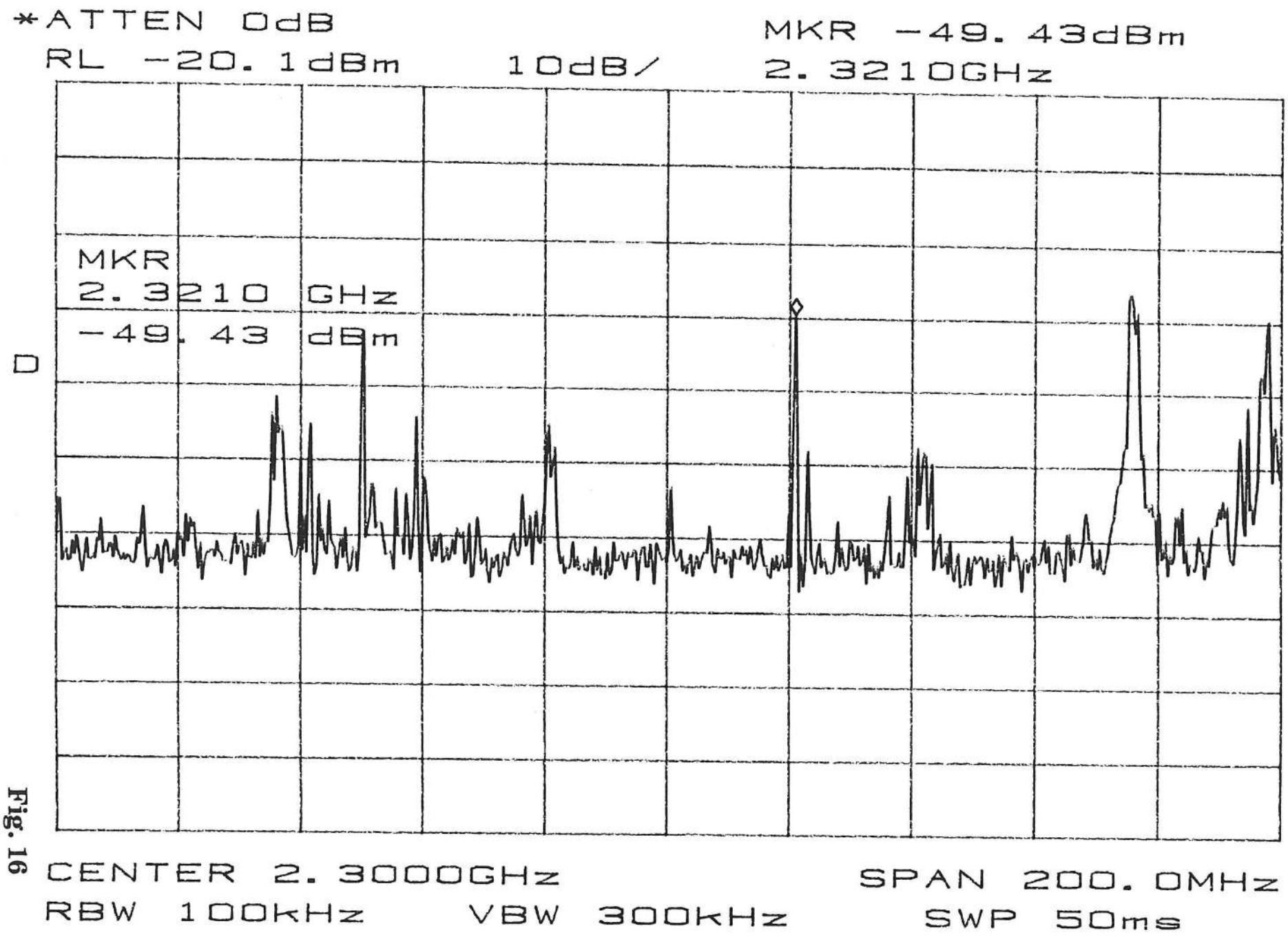


Fig. 16

(Eagle Ho)
28/10/92
260°

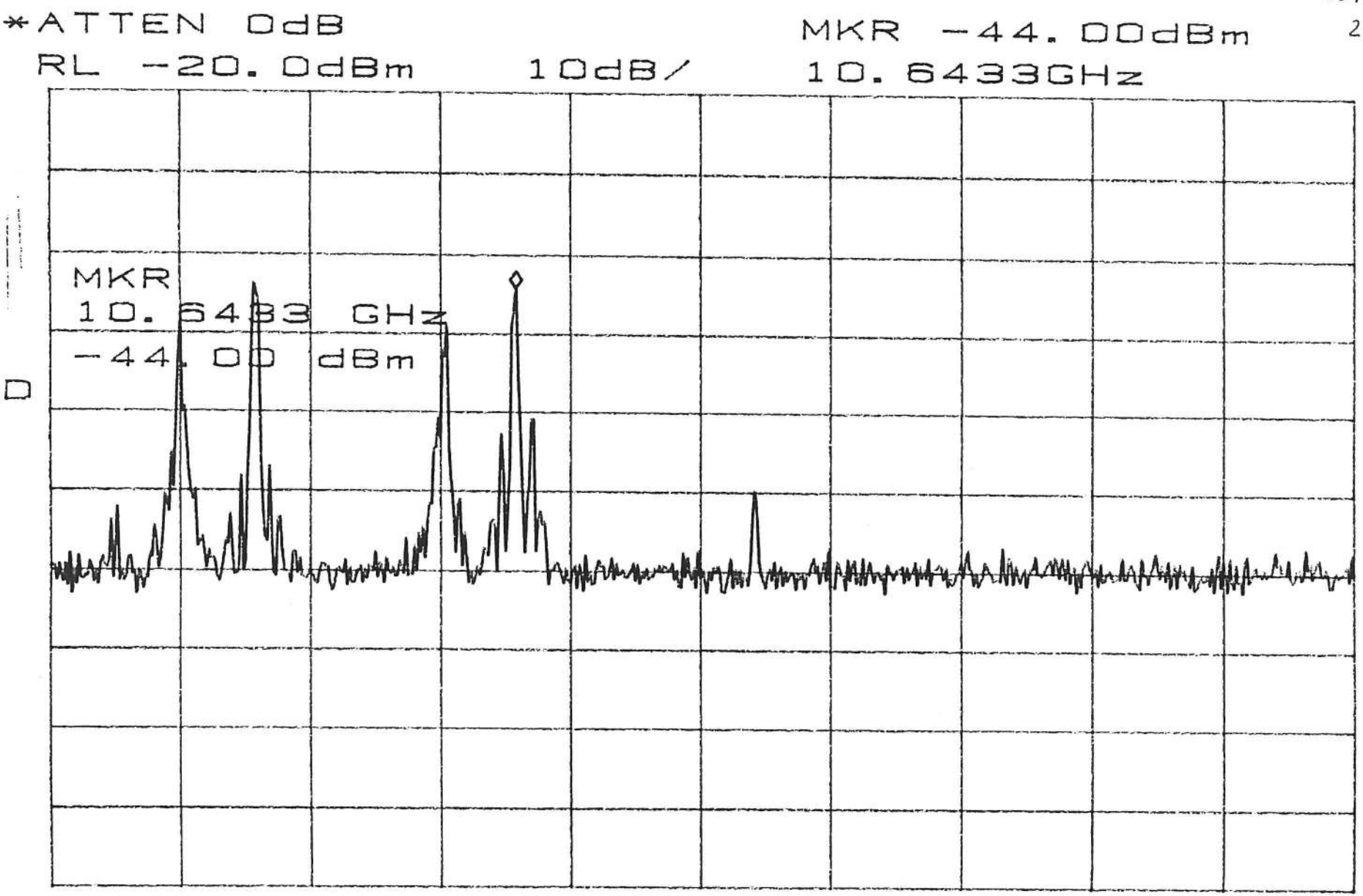
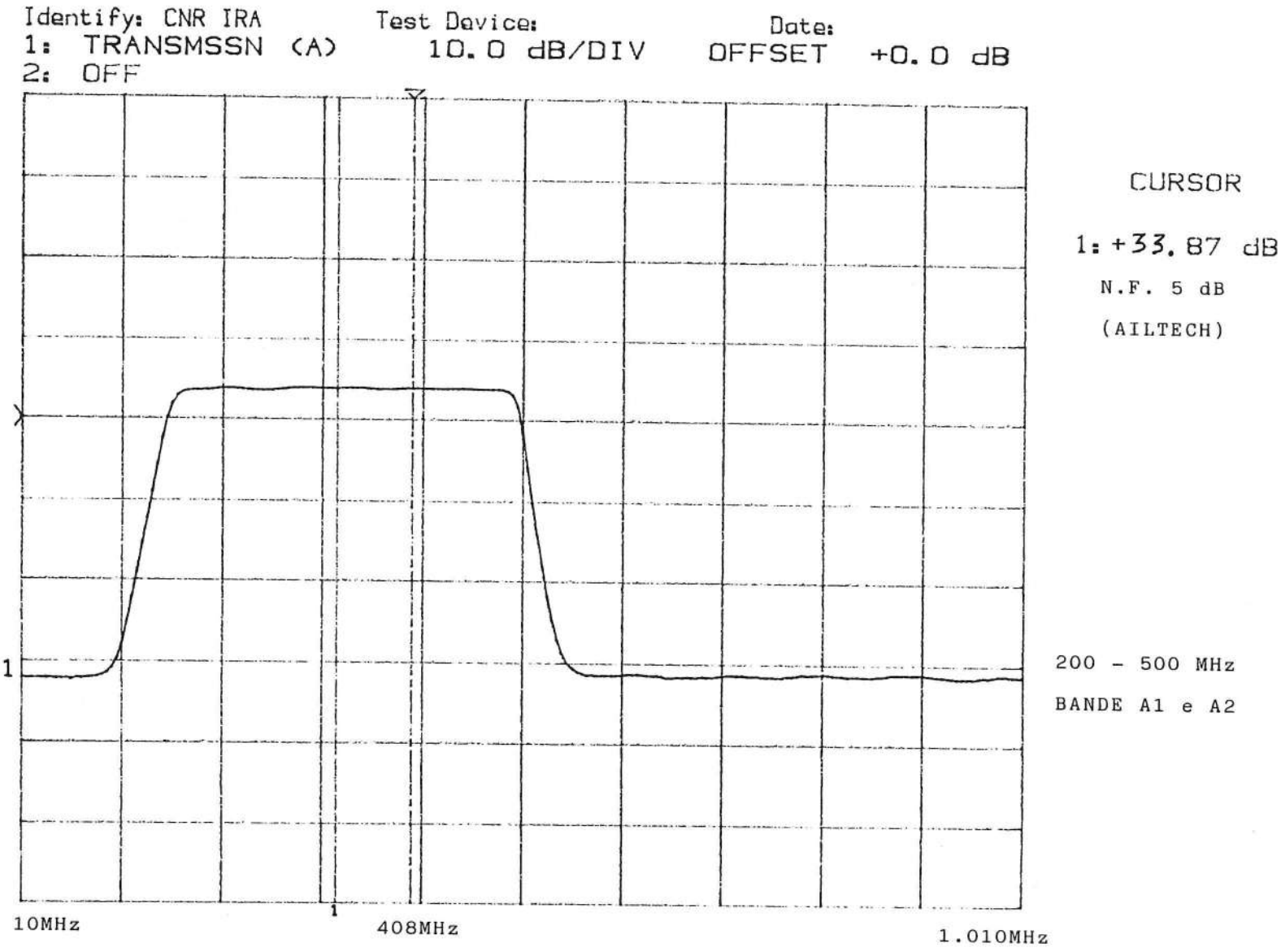
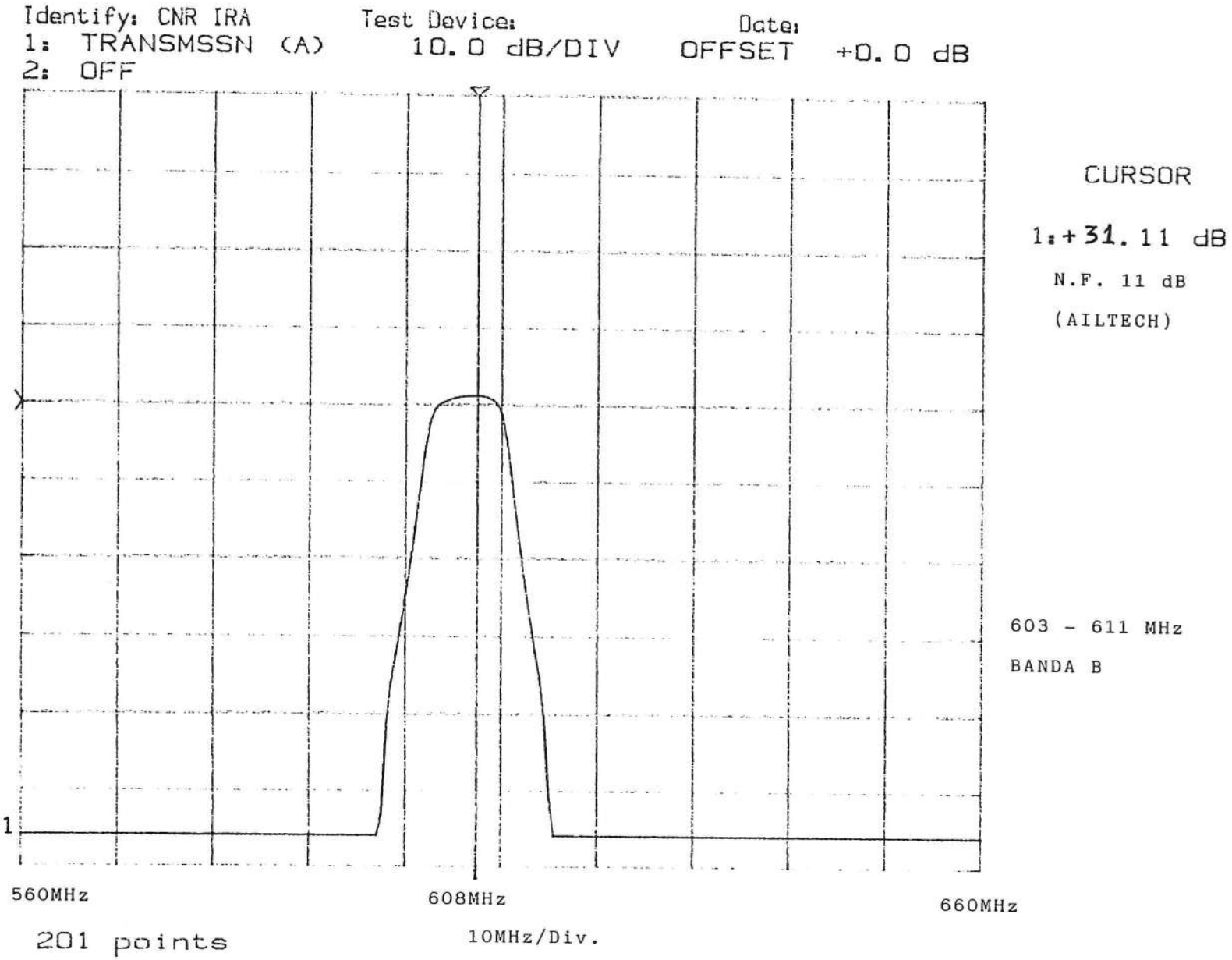


Fig. 17

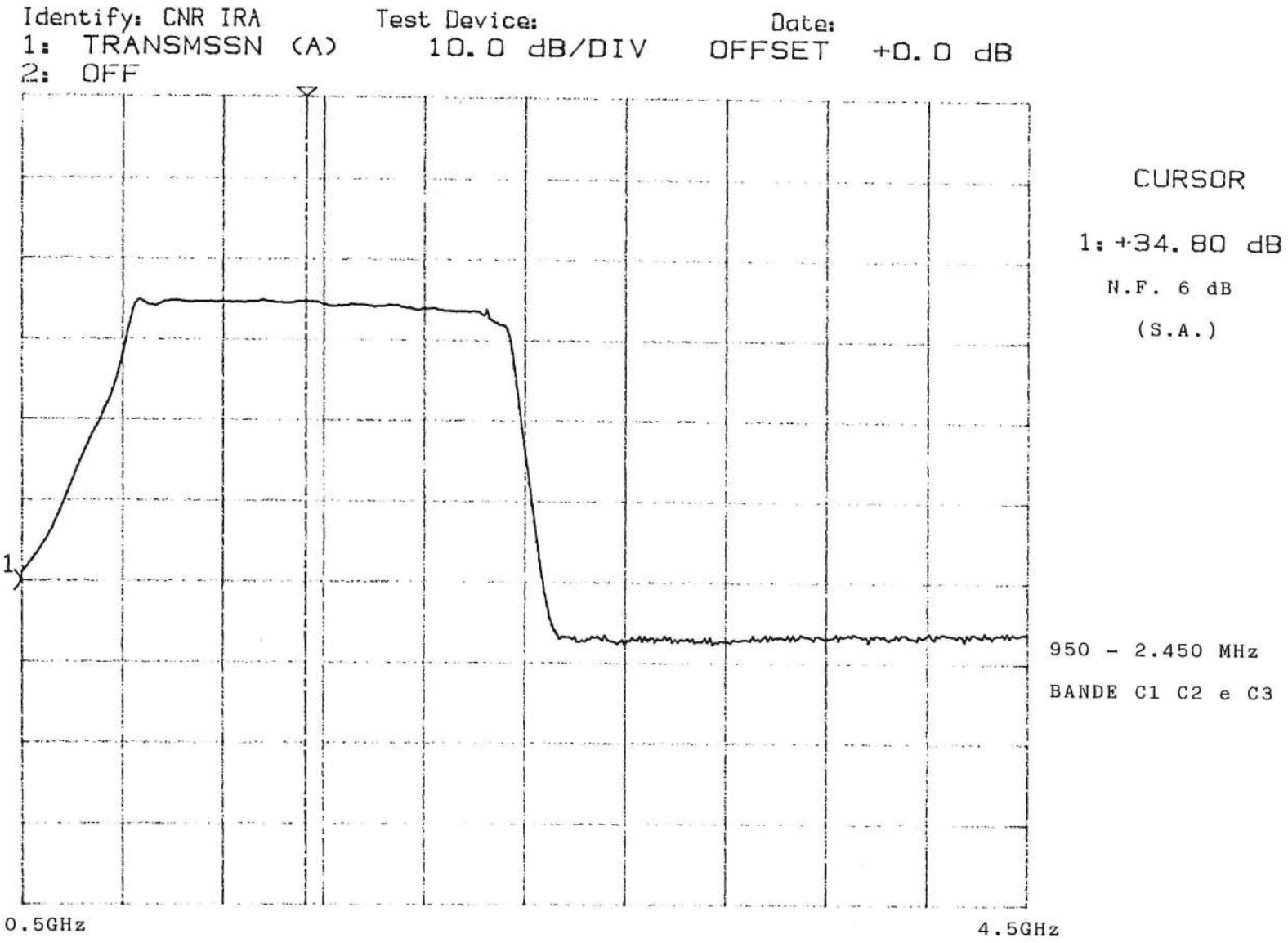
Fig. 18


Identify: CNR IRA
Test Device:
Date:
1: TRANSMSSN (A)
10.0 dB/DIV
OFFSET +0.0 dB
2: OFF
CURSOR
1: +33.87 dB
N.F. 5 dB
(AILTECH)
200 - 500 MHz
BANDE A1 e A2
10MHz
408MHz
1.010MHz
201 points
100MHz/Div.

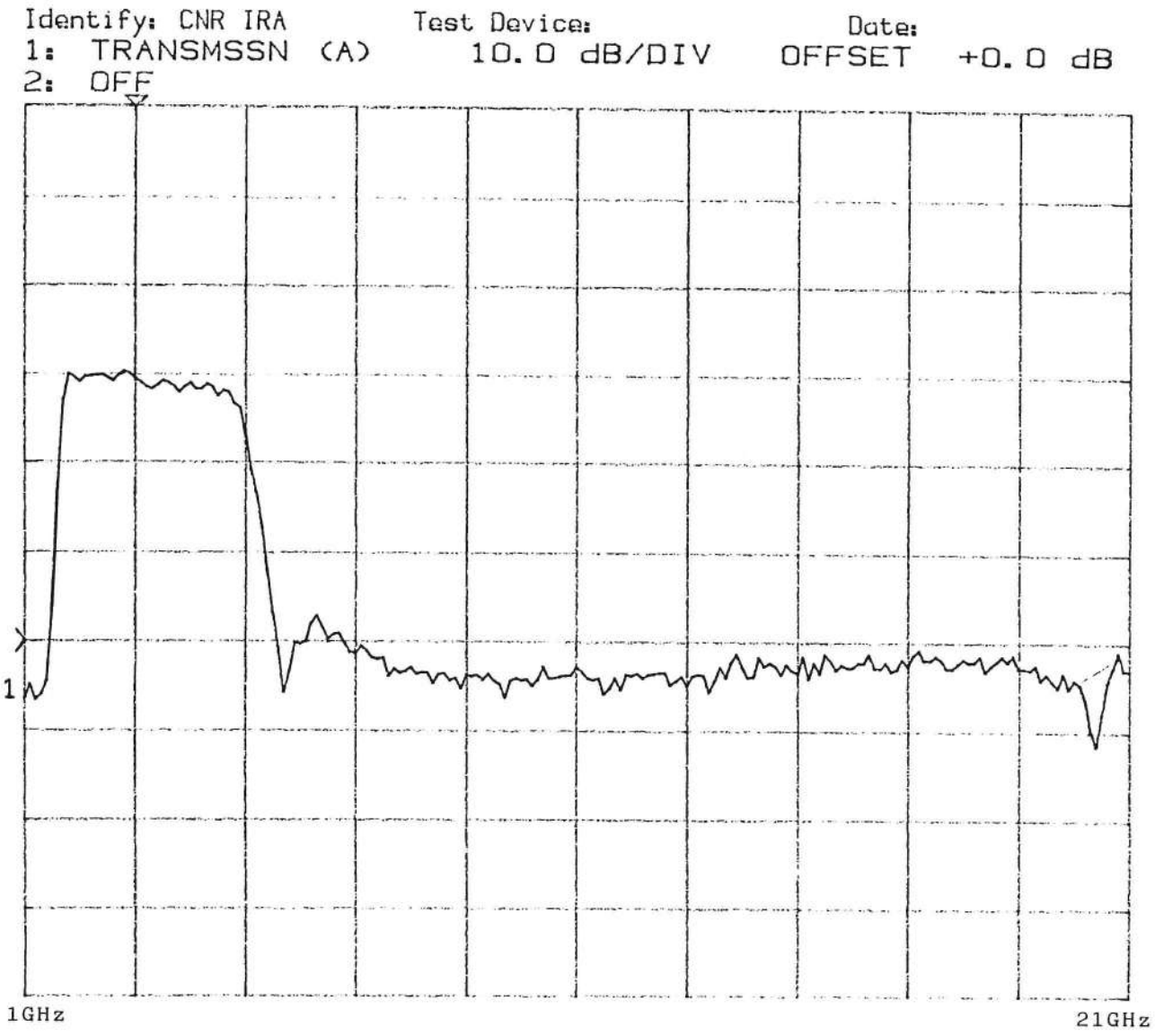
A1


Identify: CNR IRA
Test Device:
Date:
1: TRANSMSSN (A)
10.0 dB/DIV
OFFSET +0.0 dB
2: OFF
CURSOR
1:+31.11 dB
N.F. 11 dB
(AILTECH)
603 - 611 MHz
BANDA B
1
560MHz
608MHz
660MHz
201 points
10MHz/Div.

A 2


Identify: CNR IRA
Test Device:
Date:
1: TRANSMSSN (A)
10.0 dB/DIV
OFFSET +0.0 dB
2: OFF
CURSOR
1: +34.80 dB
N.F. 6 dB
(S.A.)
1
950 - 2.450 MHz
BANDE C1 C2 e C3
0.5GHz
4.5GHz
400MHz/Div.
401 points

A 3



CURSOR

1: +29.38 dB

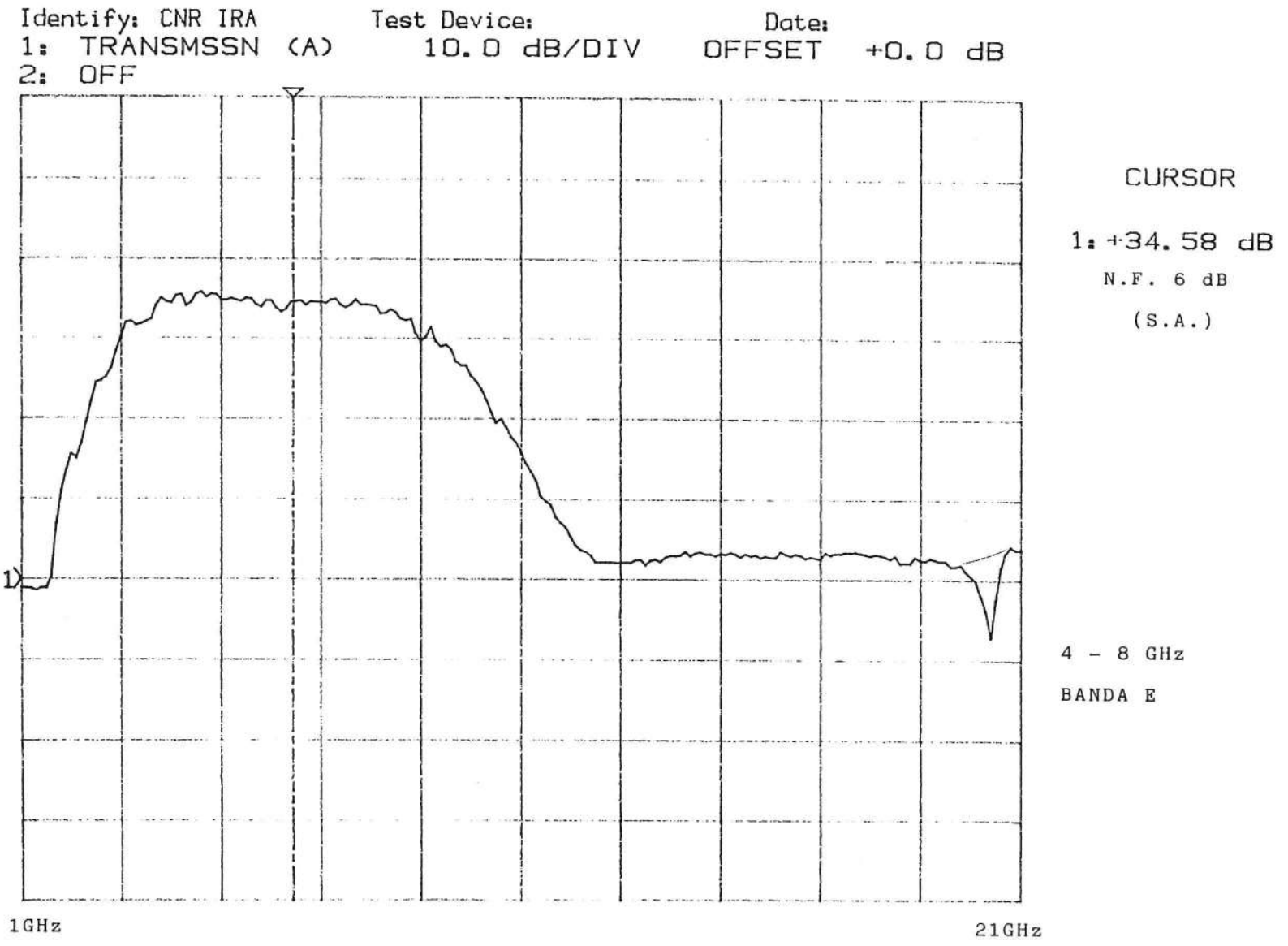
N.F. 6 dB

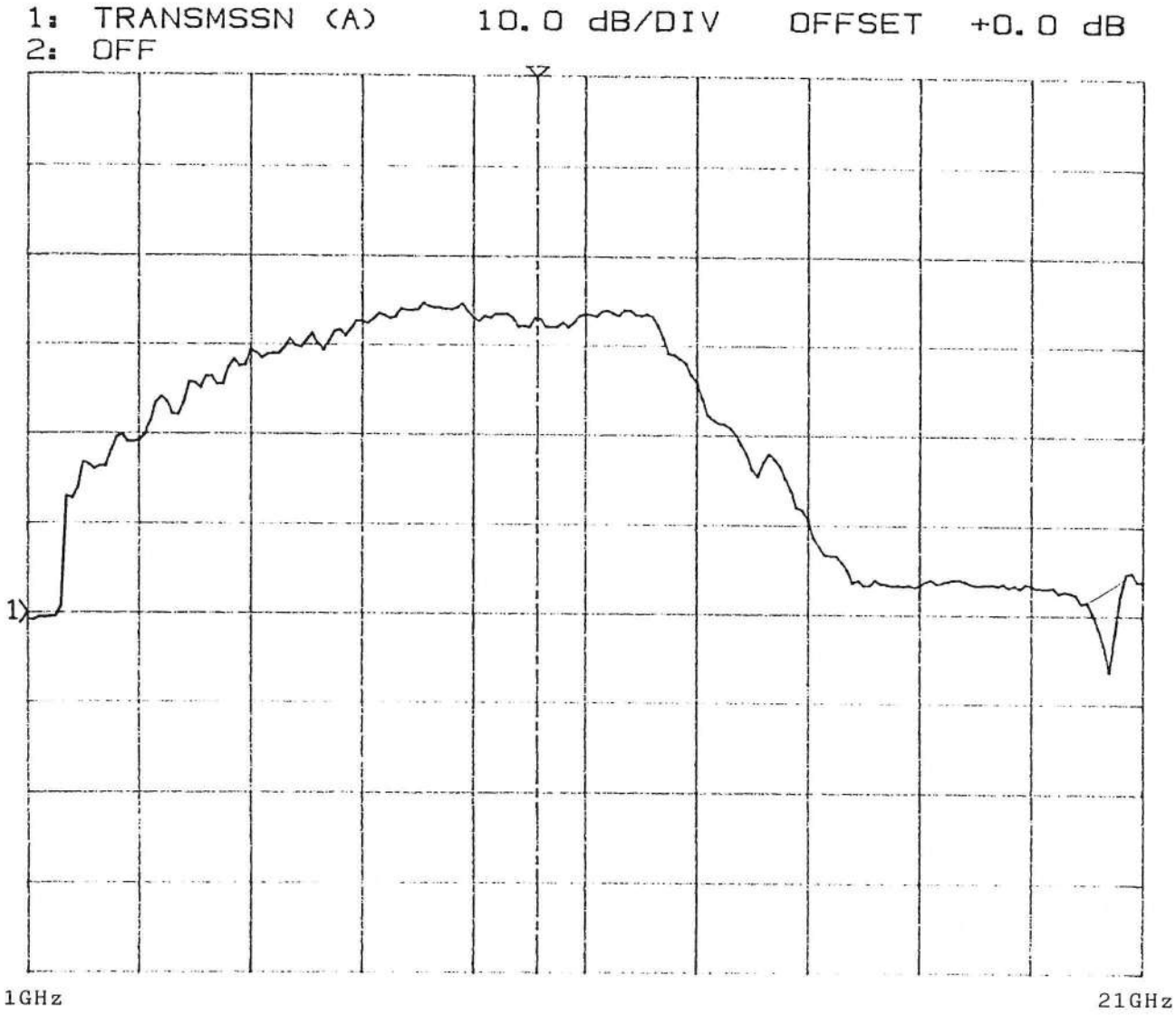
(S.A.)

2 - 4 GHz

BANDA D

A 4


Identify: CNR IRA
Test Device:
Date:
1: TRANSMSSN (A)
10.0 dB/DIV
OFFSET +0.0 dB
2: OFF
1)
CURSOR
1: +34.58 dB
N.F. 6 dB
(S.A.)
4 - 8 GHz
BANDA E
1GHz
21GHz
201 points
2GHz/Div.



CURSOR

1: +32.93 dB

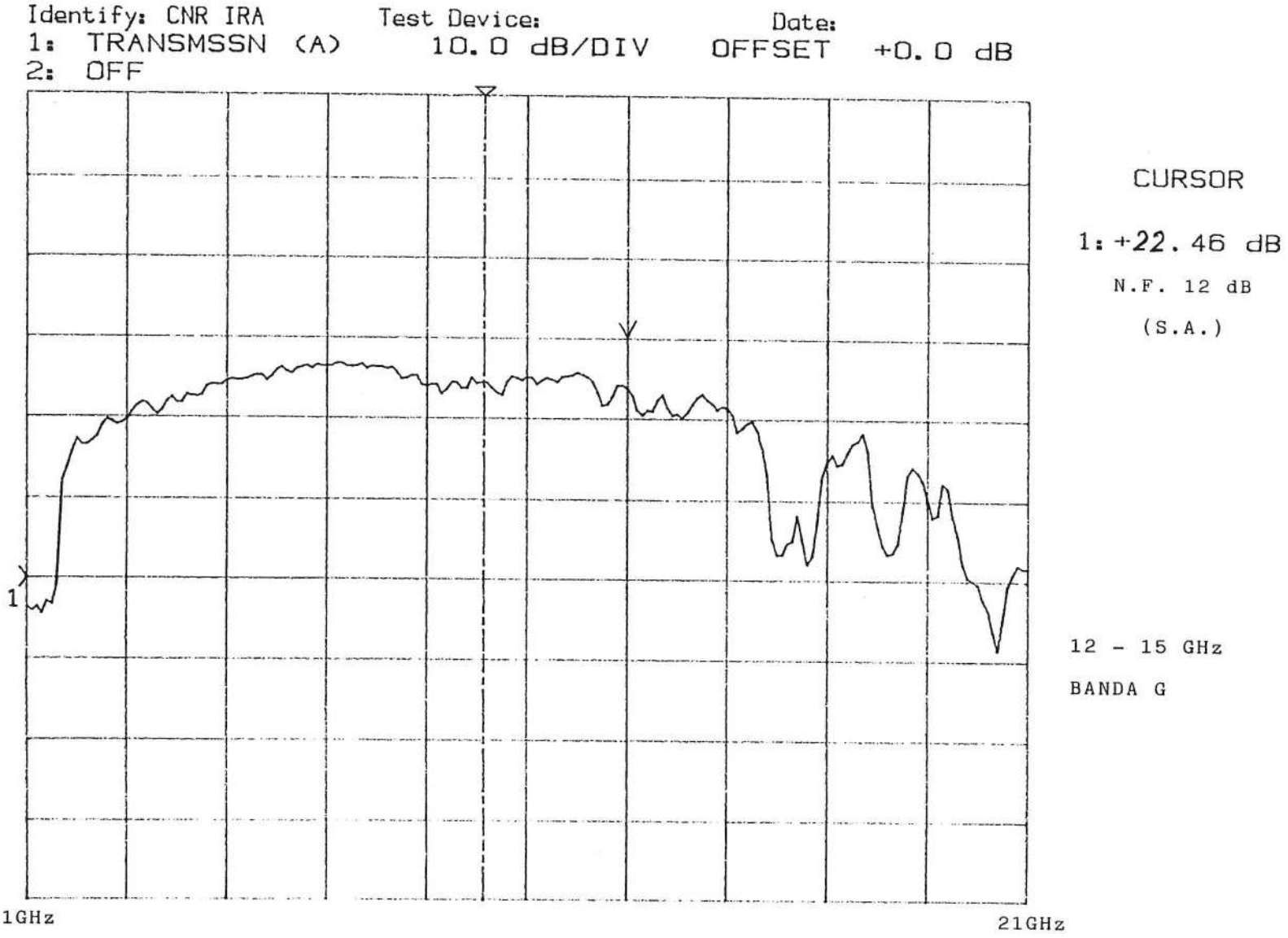
N.F. 7 dB

(S.A.)

8 - 12 GHz

BANDE F1 e F2

A 6



CURSOR

1: +22.46 dB

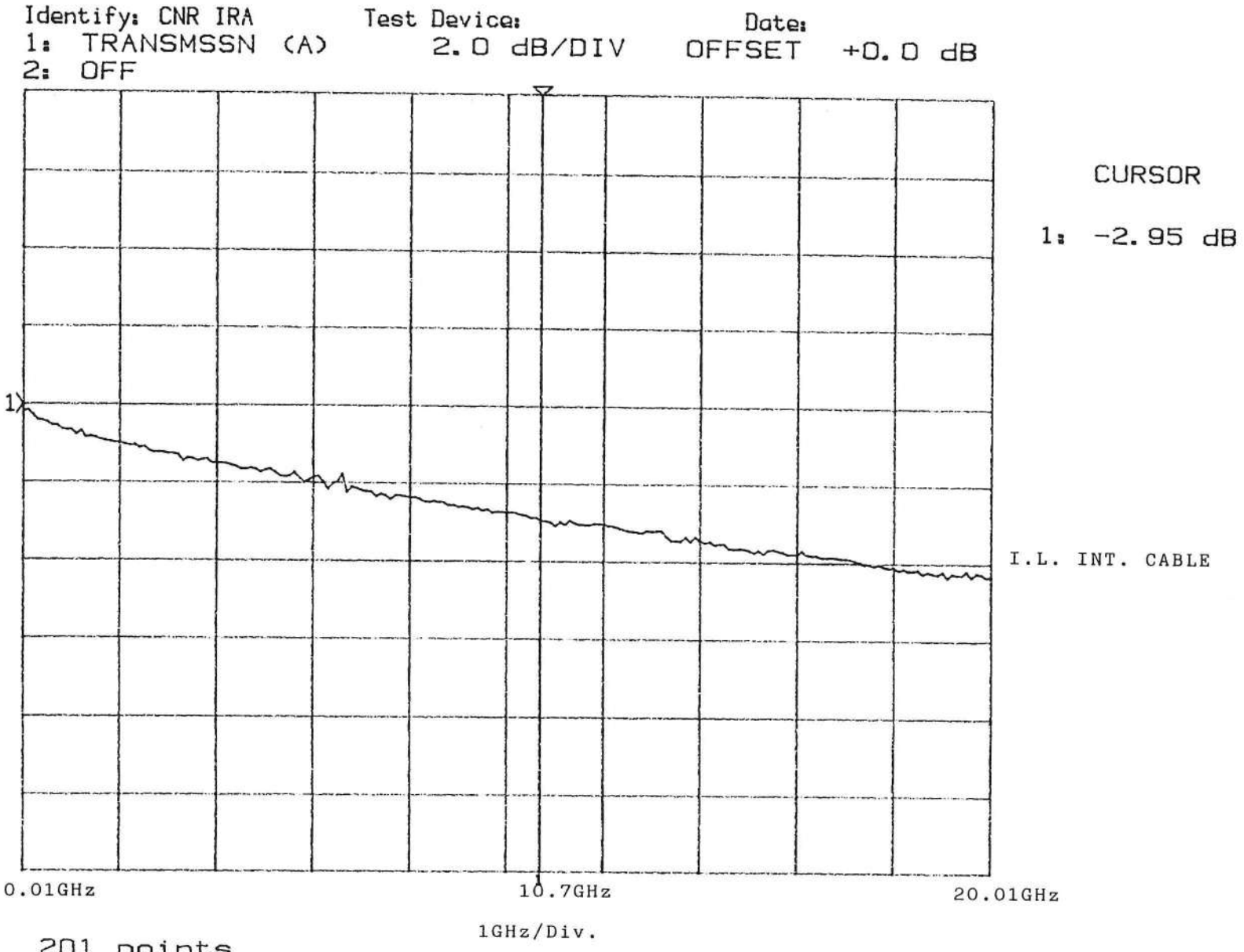
N.F. 12 dB

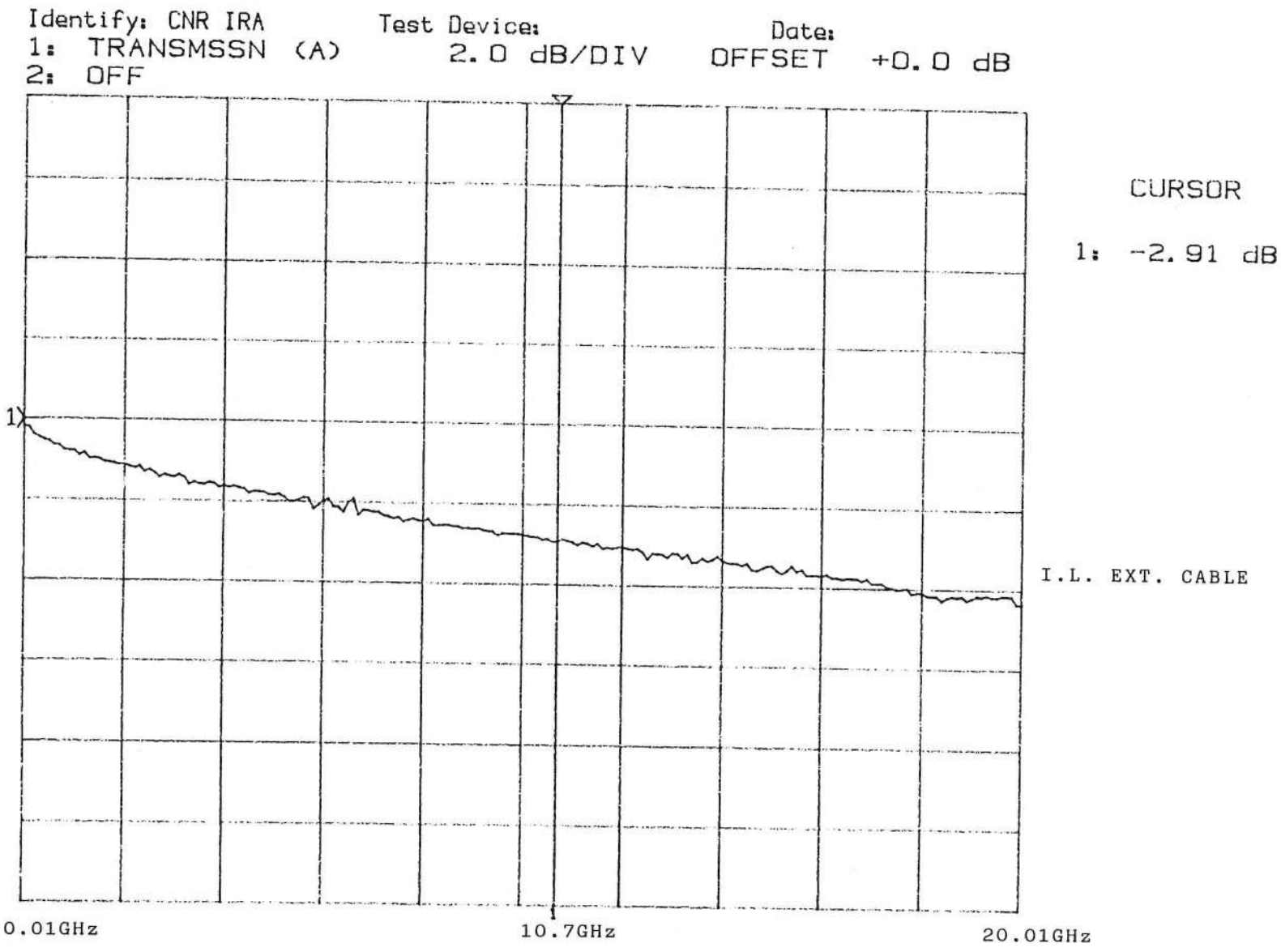
(S.A.)

12 - 15 GHz

BANDA G

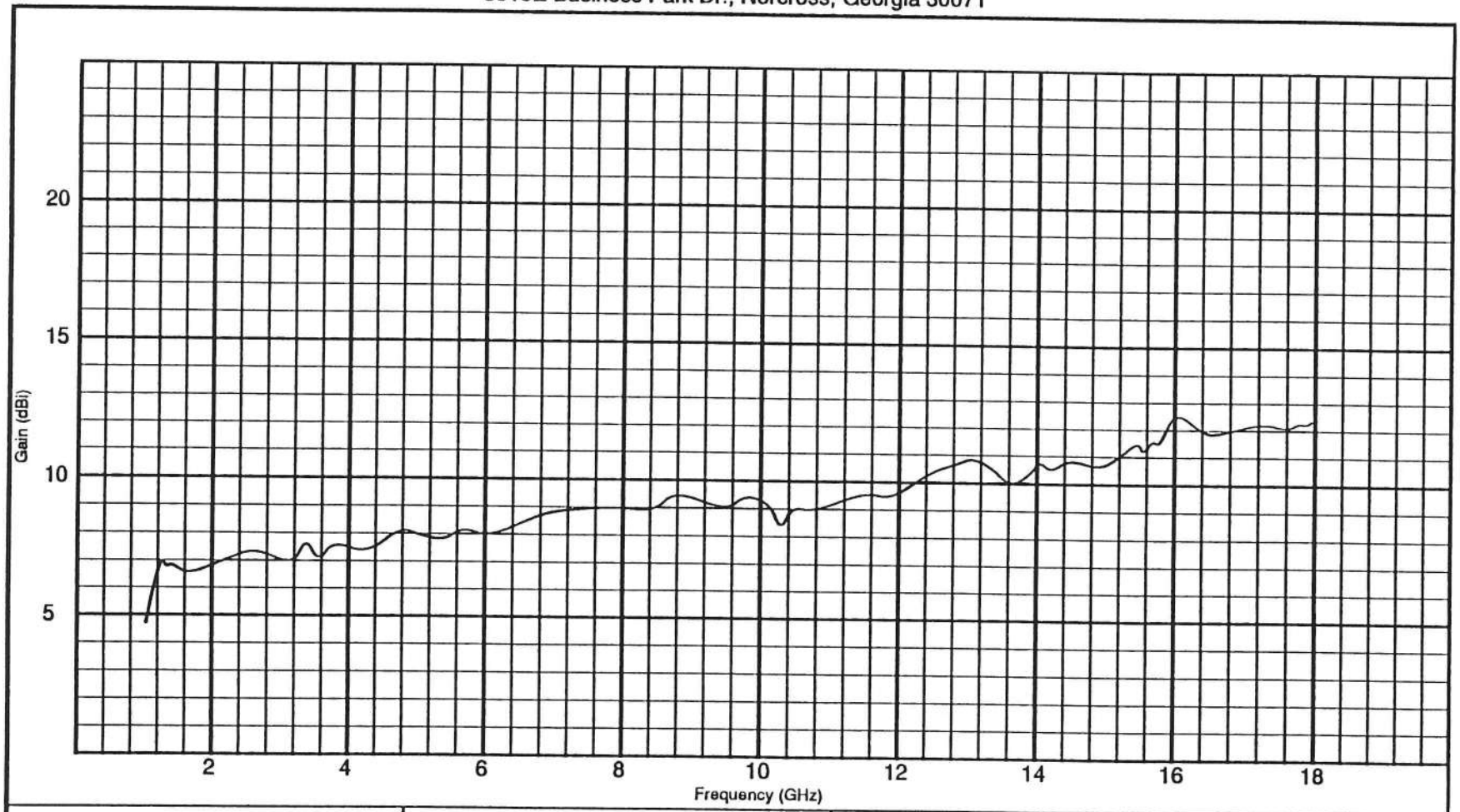
A7


Identify: CNR IRA
Test Device:
Date:
1: TRANSMSSN (A)
2.0 dB/DIV
OFFSET +0.0 dB
2: OFF
CURSOR
1: -2.95 dB
1)
I.L. INT. CABLE
0.01GHz
10.7GHz
20.01GHz
1GHz/Div.
201 points


Identify: CNR IRA
1: TRANSMSSN (A)
2: OFF
Test Device:
2.0 dB/DIV
Date:
OFFSET +0.0 dB
CURSOR
1: -2.91 dB
1
I.L. EXT. CABLE
0.01GHz
10.7GHz
20.01GHz
201 points
1GHz/Div.

Test Data Report

Spectrum Materials, Inc.
3010E Business Park Dr., Norcross, Georgia 30071



Date:	2/19/91	**Test:**	Gain	**Q/A:**	EM
Report No.:	9102194	**Test Procedure No.:**	29	**Inspected By:**	
Tested By:	JM	**Model No:**	DRH-0118	**Release:**	
Contract/Order No.:	90/2369	**Serial No.:**	910121	**Comments:**	

SM
QA
A540

A 10

Form 87016