

PREAMPLIFICATORI QUALI SONO INDICATI PER I CONTEST A 144 MHZ

Sono veramente utili?

Vantaggi

Controindicazioni

Lucio Colautti

IV3HWT

A cosa serve un preamplificatore d'antenna?

- ▣ Il suo unico scopo è quello di aumentare la sensibilità del ricevitore in modo da poter ricevere i segnali deboli.
- ▣ IL preamplificatore deve amplificare il segnale al suo ingresso senza introdurre, all'atto dell'amplificazione, ulteriore rumore
 - ▣ Alcuni richiami di teoria:
 - ▣ Fattore e cifra di rumore
 - ▣ Il fattore di rumore è un parametro globale, nel senso che non tiene conto delle cause effettive del rumore generato all'interno di un dispositivo (DUT, device under test), ma solo di quanto si degrada il rapporto segnale rumore, quando il segnale ed il rumore presenti al suo ingresso appaiono all'uscita

La cifra di rumore

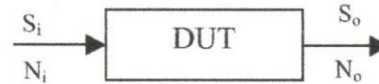


Fig.1 - Definizione di Fattore di Rumore

In fig.1 le "S" indicano segnali, le "N" rumori, intendendo con esse le loro potenze. Il fattore di rumore è definito come:

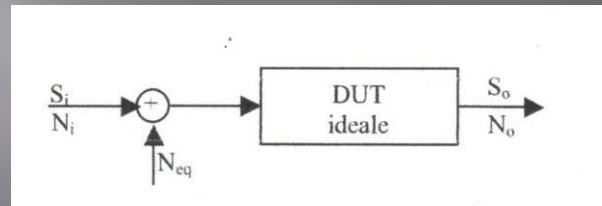
$$F = \frac{S_i / N_i}{S_o / N_o},$$

Ora, anche qualora il DUT amplifichi il segnale, accade sempre che il rapporto segnale - rumore sia migliore in ingresso che in uscita. Ciò a causa del rumore che viene introdotto dal DUT al suo interno. Ciò può esprimersi scrivendo che:

$$\begin{aligned} S_o &= G \cdot S_i, \\ N_o &= G \cdot (N_i + N_{eq}) \end{aligned}$$

Alcune considerazioni sulla cifra di rumore

- ▣ Supponiamo di avere un preamplificatore ideale così costituito:



- ▣ Il segnale di uscita sarà pari a $S_i \times G$
- ▣ Il rumore in uscita sarà pari a $N_o = G(N_i + N_{eq})$
- ▣ Quindi il fattore di rumore sarà pari a:

$$F = \frac{N_i + N_{eq}}{N_i} = \frac{\text{rumorevero}}{\text{rumoreideale}}$$

Temperatura di rumore

Spesso si fa uso del concetto temperatura di rumore, basato sul fatto che la densità spettrale di potenza del rumore termico è nota e data da (l'unità di misura è il Joule, spesso si usa però W/Hz):

- ▣ $N = KTB$
- ▣ K è la costante di Boltzmann $[1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}]$
- ▣ T la temperatura assoluta in gradi Kelvin
- ▣ B la banda del canale radio espressa in Hz

$$F = \frac{T_0 + T_{eq}}{T_0}$$

Cascata di amplificatori. Cifra di rumore totale

Come si misura la cifra di rumore

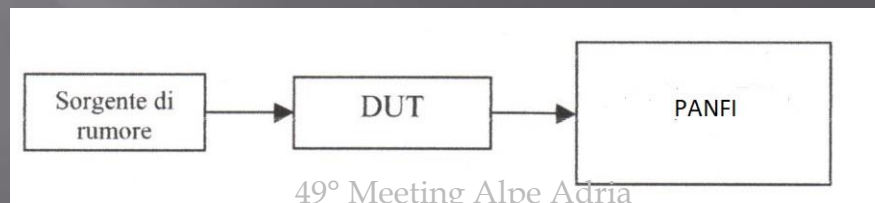
$$F_{tot} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3} + \dots$$

▣ Metodo del fattore Y

- ▣ serve un componente ausiliario, una "sorgente di rumore", la quale fornisca un rumore bianco che aumenta in maniera prevedibile quando passa dallo stato di "spento" a quello di "acceso". La caratterizzazione delle sorgenti di rumore viene data dal cosiddetto Excess Noise Ratio (ENR), dato da:

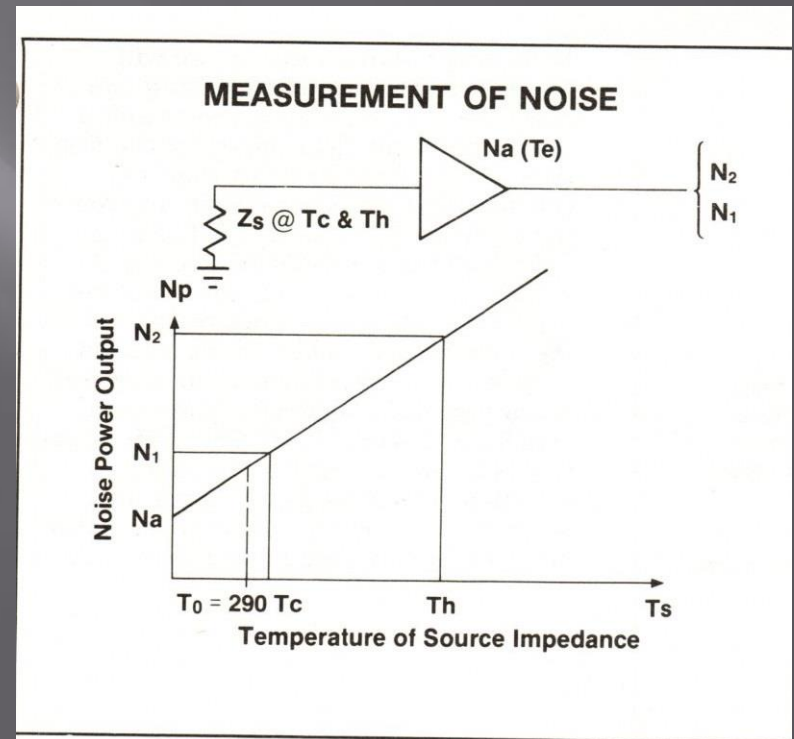
$$ENR = \frac{T_H - T_0}{T_0}$$

$$Y = n_{oH} / n_{o0},$$



Come si misura la cifra di rumore – segue-

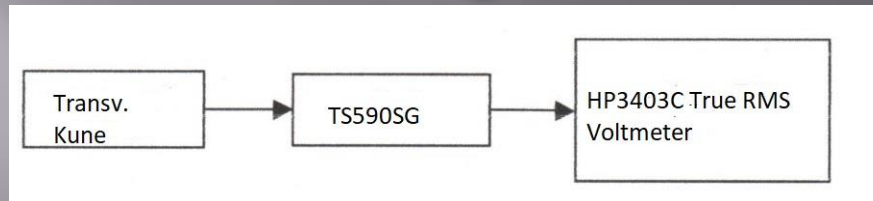
$$F = \frac{ENR}{Y - 1}$$



La noise source



quanto vale T_0 in 144 MHz?



Cifra di rumore del sistema dB

1,4

temperatura di riferimento K

290

temperatura di rumore del pre K

110,31

volt rms con il carico

0,535

volt rms con l'antenna

0,75

Fattore Y

1,97

temperatura di rumore dell'antenna K

676,40

degrado S/N dB

0,66

in base alla temp. di antenna valore di NF che
fornisce un degrado di 0,5 dB sul rapporto
segnale rumore

1,09

data misura	ora misura	valore temp. Ant	Y	NF ricalcolata	NF ottimale	note
		676,40	1,97	0,66	1,09	
13/03/2022	18:26	669,48	1,92	0,67	1,06	casa
15/03/2022	08:25	676,40	1,97	0,66	1,09	casa

Le misure di DF9IC

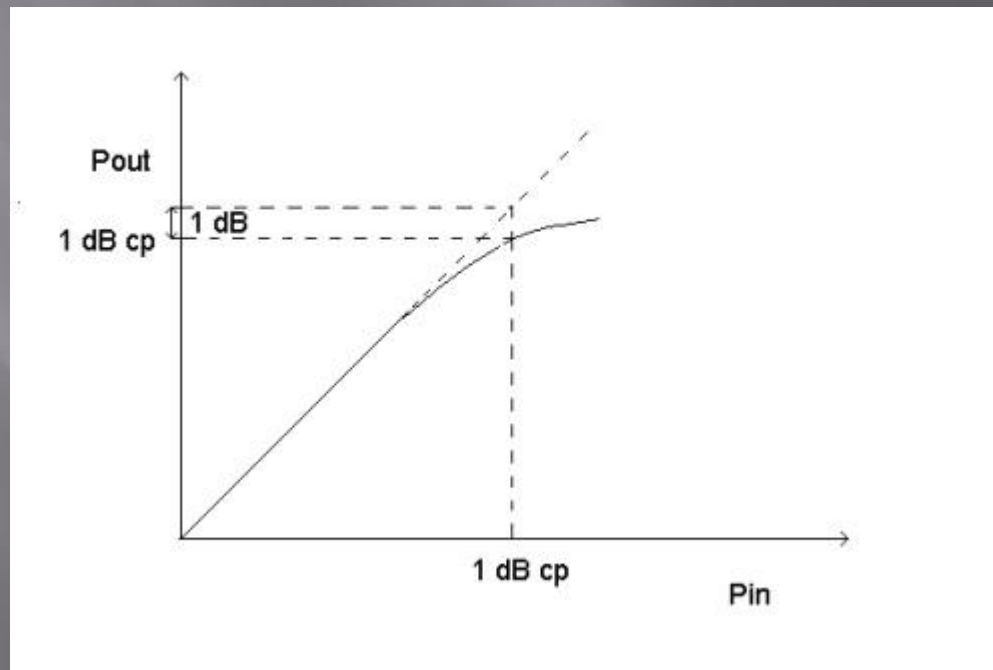
Misure di DF9IC			
radio		NF	IPIII
IC275E	DF9IC	5.6	-7.5
IC7000	DD9WG	5.6	-7.5
IC706 - measured by DL2KCK	DL2KCK	-	-
IC746	DJ0QZ / DK1VC	3.6	-7.5
IC821H	DK9VZ	3.4	-9
IC910H	DK9IP	3.7	-8.5
IC202	DL3IAS	7.7	-14
Hohentwiel	DL3IAS	11.4 (?)	-5.5
FT225RD + MuTeK + mods	DK9VZ	6.1	7
FT817	DK2DB	5.4	-12
FT847 (preamp on)	DK5UY	5.1	-22.4
FT847 (preamp off)		6.7	-12.9
FT857D	DK9VZ	6.1	-2
TS700G mod. with GaAsFET	DK8SG	4.9	-13
TS700S (preamp off)	DB6IR	6.6	-7
TS790E	DJ5IR	4.5	-14.5
TS2000 (preamp on)	DK2GZ	6.2	-21.5
DK2DB homemade 1976	DK2DB	-	-11
DK2GR homemade	DK2GR	2.7	-2

Le misure eseguite su alcuni preamplificatori

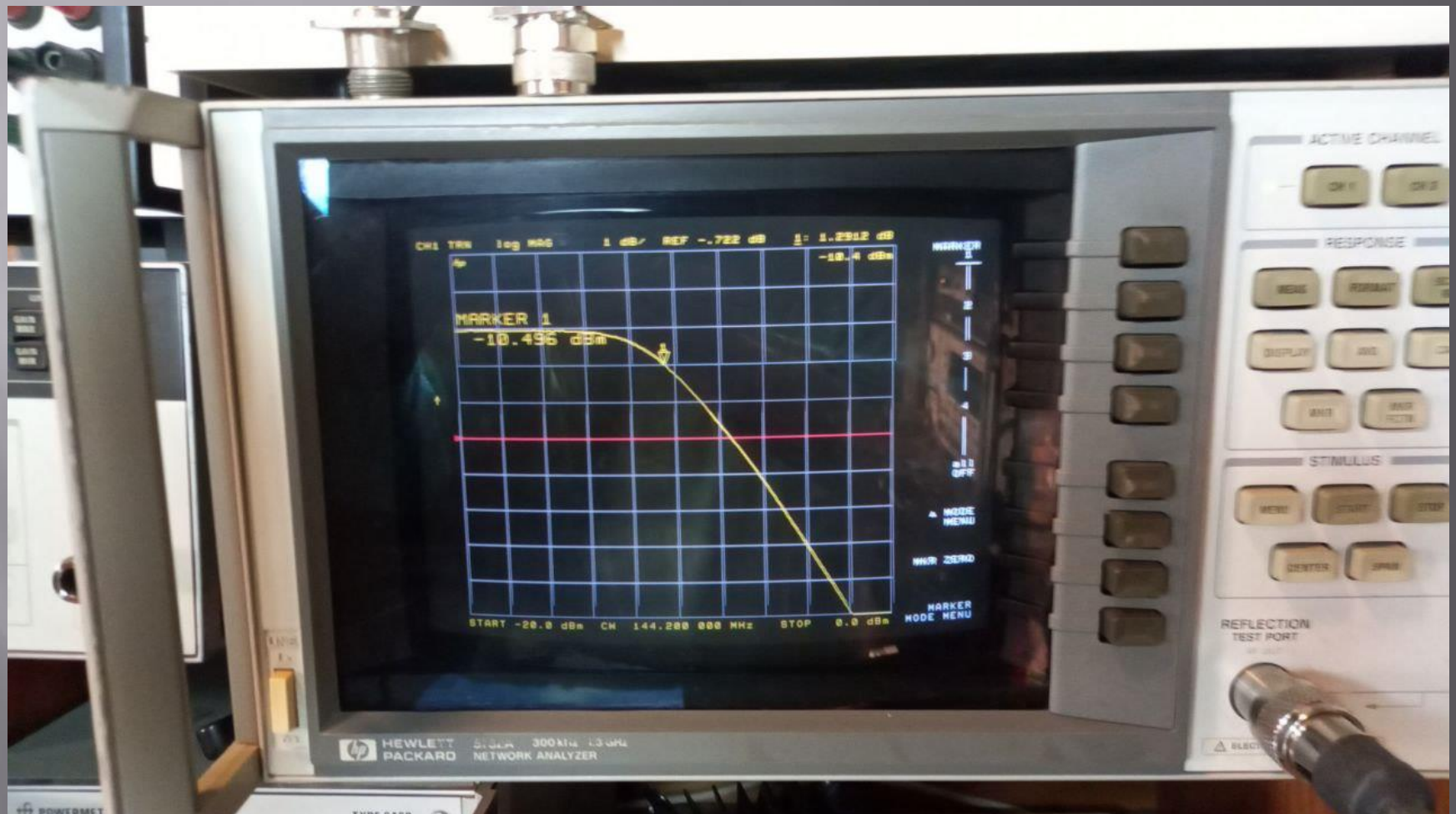
tipo pre	NF	GAIN
JG srl	0,39	22,29
Contest preamplifier HA8ET	0,51	19,12
MGF1302 iv3hwt	0,67	21,47
IOJXX OIP21jxxrx	0,77	21,73
The Director High Dinamic 144 Mhz low noise amplifier IK2CFR	1,07	18,87
RA3WDK SPZ51892	1,4	18,6
IK5ZWU BFG135	4,21	20,24
SPF5189Z	5,75	13,09

La non linearità

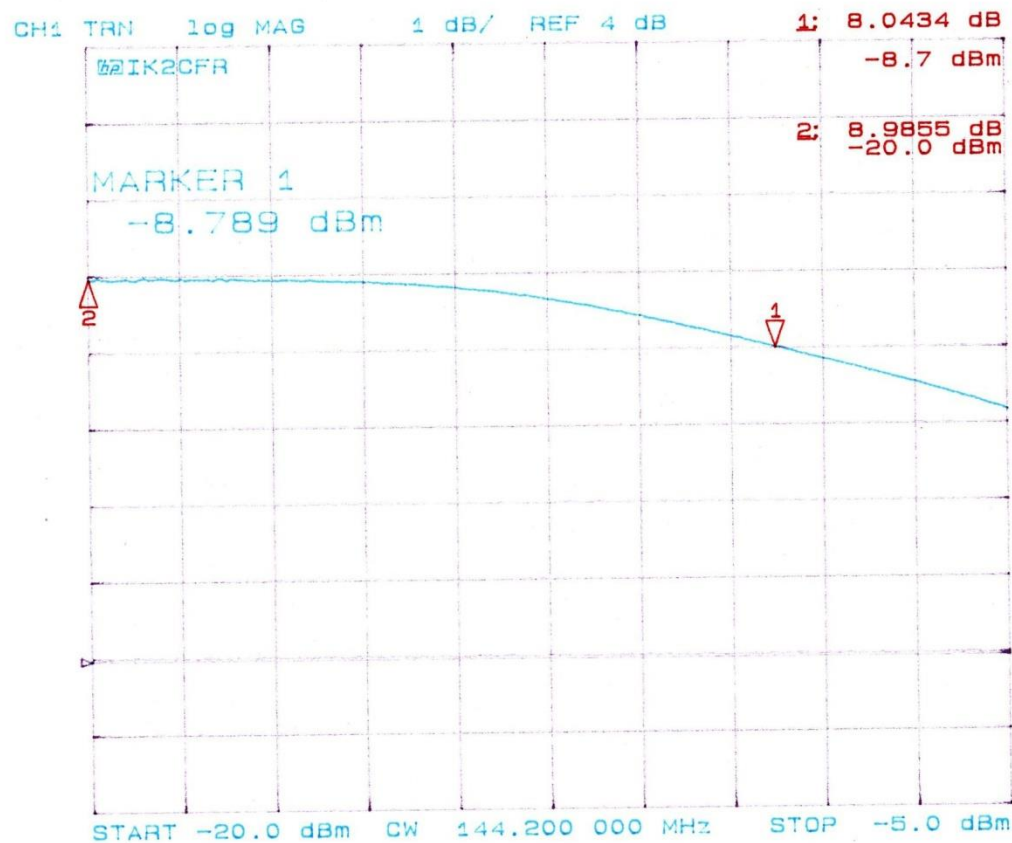
- per caratterizzare un sistema nei confronti della saturazione un parametro molto usato è il cosiddetto P1, punto di compressione a 1 dB, definito come il livello (di solito in dBm) all'ingresso che si trova 1 dB sotto al livello teorico che si sarebbe dovuto avere senza compressione. Tale parametro rappresenta un livello assoluto, molto vicino al massimo che il sistema può presentare in uscita, cioè quello di saturazione; sicuramente è un valore che è prudente non superare per evitare che i fenomeni non lineari generati assumano valori rilevanti.



Misura del punto di compressione



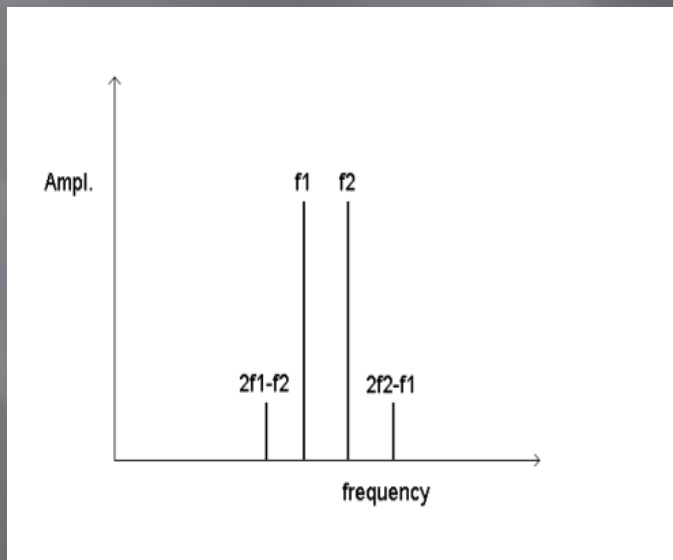
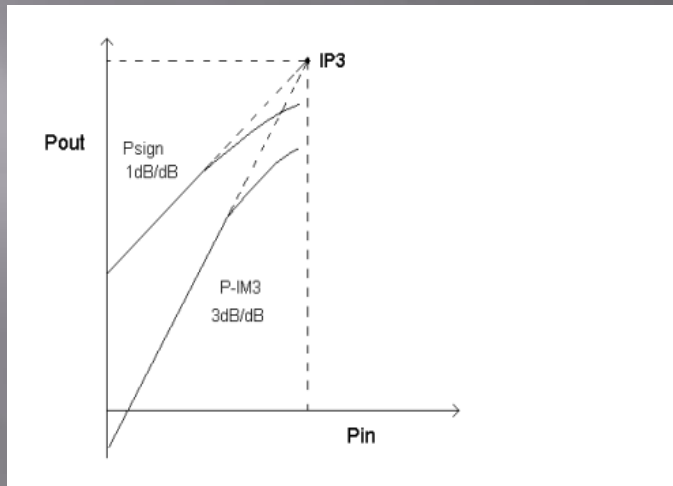
Misura del punto di compressione



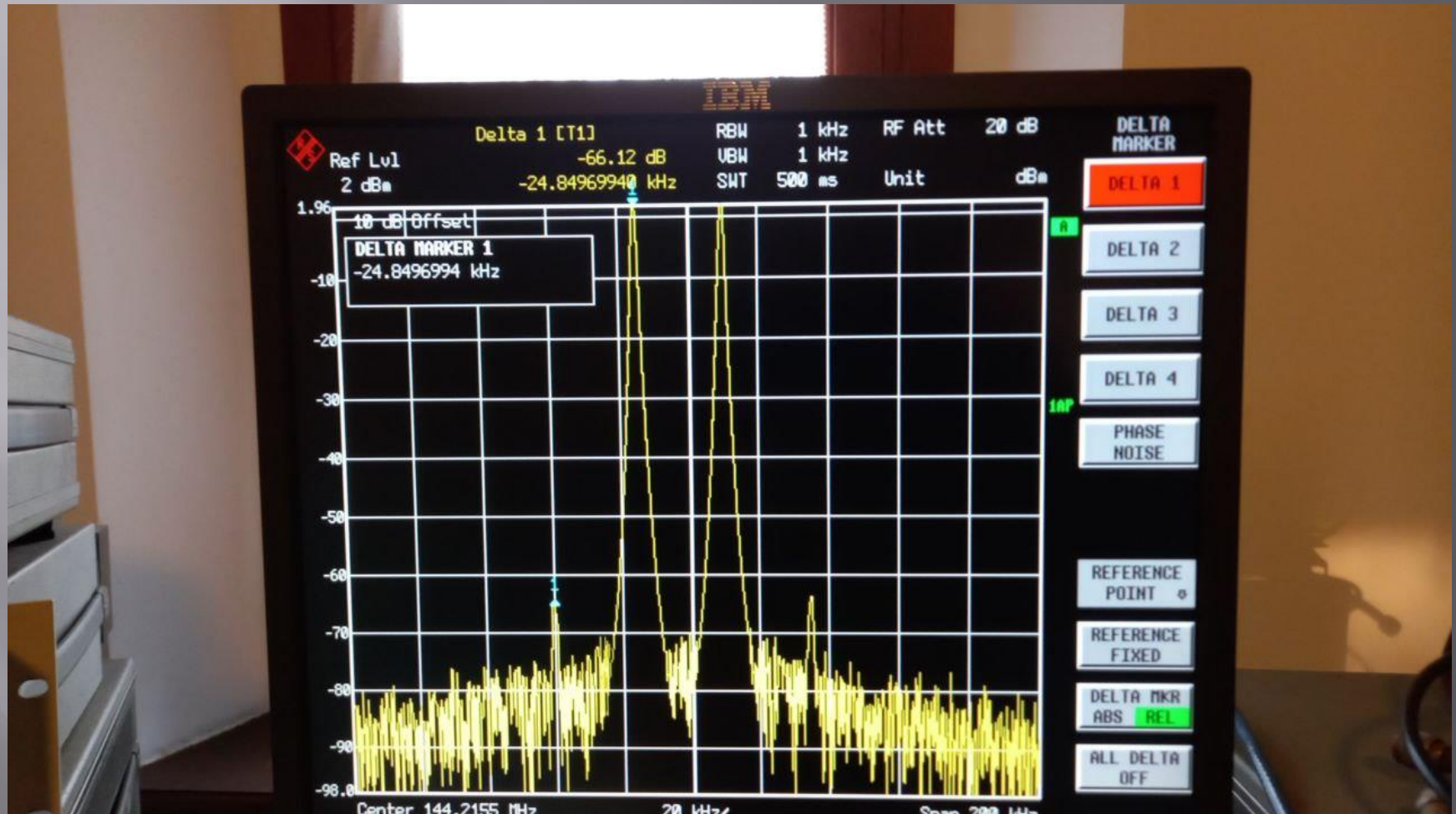
Le misure di compressione

tipo pre	NF	GAIN	comp. 1 dB
SPF5189Z	5,75	13,09	> 5
IK5ZWU BFG135	4,21	20,24	2,45
IOJXX OIP21jxxrx	0,77	21,73	0
RA3WDK SPZ51892	1,4	18,6	-4,54
The Director High Dinamic 144 Mhz low noise amplifier IK2CFR	1,07	18,87	-8,89
Contest preamplifier HA8ET	0,51	19,12	-9,48
JG srl	0,39	22,29	-10,49
MGF1302 iv3hwt	0,67	21,47	-14

L'intermodulazione di III ordine



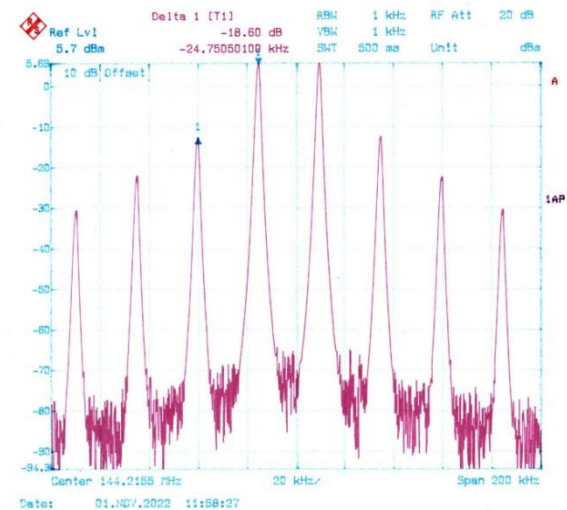
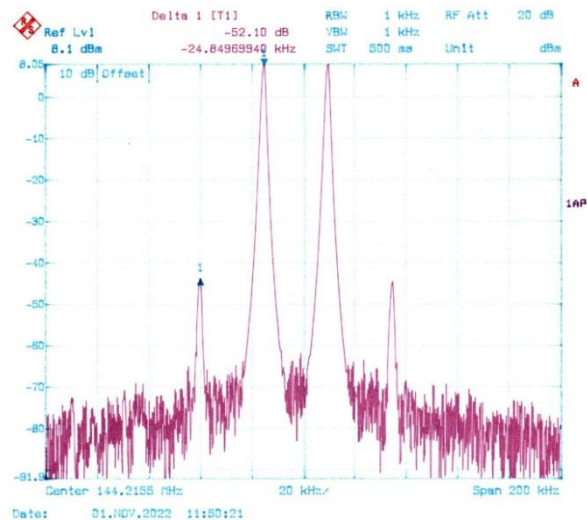
Misure di intermodulazione



Misure di IMDIII



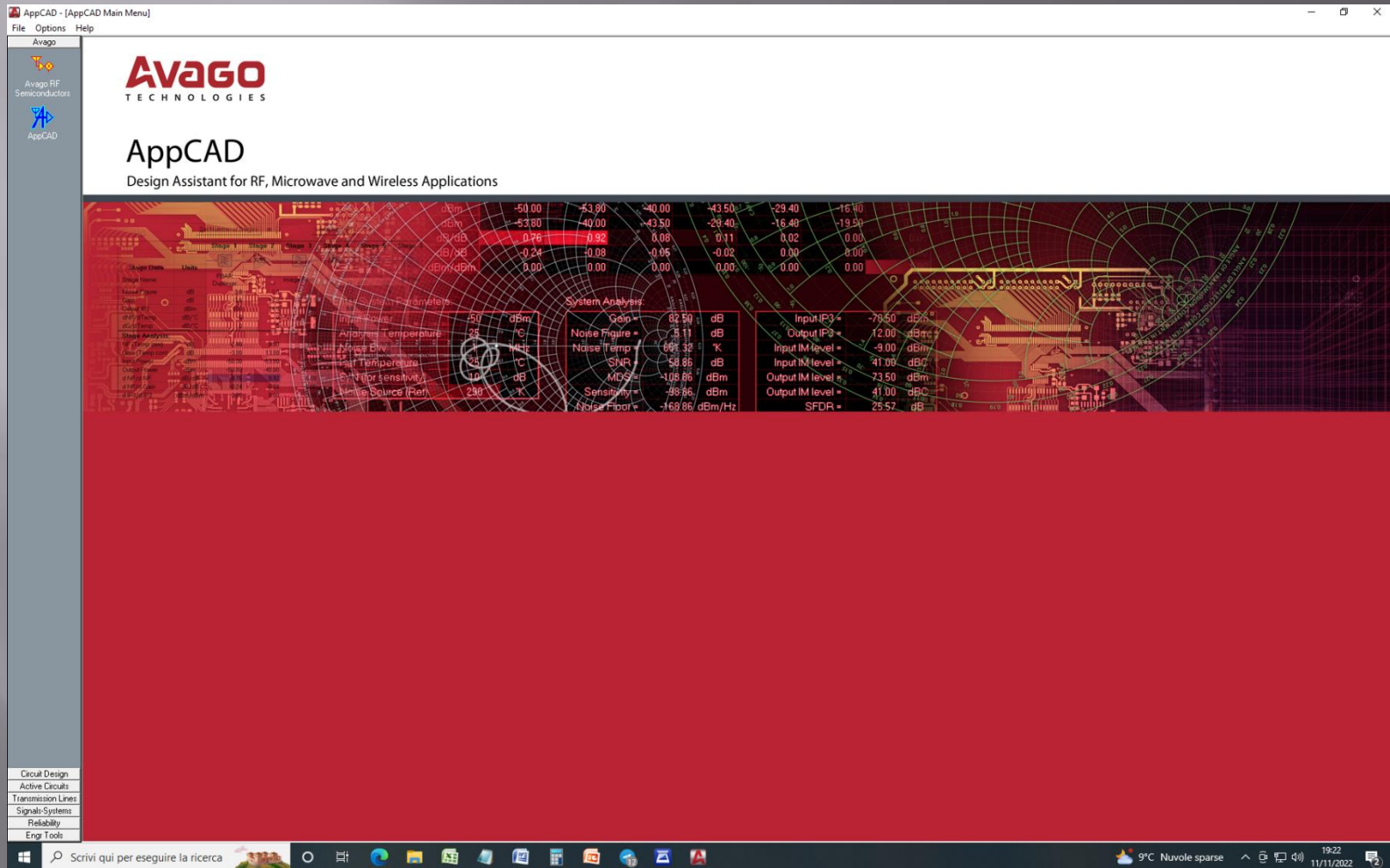
Alcune misure di intermodulazione



Misure di intermodulazione dei preamplificatori

tipo pre	NF	GAIN	comp. 1 dB	IPIII°
SPF5189Z	5,75	13,09	> 5	23
IK5ZWU BFG135	4,21	20,24	2,45	16,3
IOJXX OIP21jxxrx	0,77	21,73	0	10
RA3WDK SPZ51892	1,4	18,6	-4,54	5,62
The Director High Dinamic 144 Mhz low noise amplifier IK2CFR	1,07	18,87	-8,89	0,3
Contest preamplifier HA8ET	0,51	19,12	-9,48	1
JG srl	0,39	22,29	-10,49	-0,18
MGF1302 iv3hwt	0,67	21,47	-14	-6,75

Il software Appcad



Simulazione del ricevitore di IQ5NN

NoiseCalc

Set Number of Stages = 5 Calculate [F4]

		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
						
Stage Data	Units					
Stage Name:		perdita cavo antenna	filtro ingresso	pre i0jxx	splitter matrice	transverter Kune
Noise Figure	dB	0,12	0,3	0,77	3,5	1,4
Gain	dB	-0,12	-0,3	11	-3,5	24
Input IP3	dBm	100	100	10	100	14
dNF/dTemp	dB/°C	0	0	0	0	0
dG/dTemp	dB/°C	0	0	0	0	0
Stage Analysis:						
NF (Temp corr)	dB	0,12	0,30	0,77	3,50	1,40
Gain (Temp corr)	dB	-0,12	-0,30	11,00	-3,50	24,00
Input Power	dBm	-42,00	-42,12	-42,42	-31,42	-34,92
Output Power	dBm	-42,12	-42,42	-31,42	-34,92	-10,92
d NF/d NF	dB/dB	0,71	0,76	0,89	0,14	0,20
d NF/d Gain	dB/dB	-0,29	-0,24	-0,11	-0,04	0,00
d IP3/d IP3	dBm/dBm	0,00	0,00	0,28	0,00	0,67

Enter System Parameters:

Input Power	-42	dBm
Analysis Temperature	20	°C
Noise BW	0,002	MHz
Ref Temperature	20	°C
S/N (for sensitivity)	6	dB
Noise Source (Ref)	290	*K

System Analysis:

Gain =	31,08	dB
Noise Figure =	1,76	dB
Noise Temp =	144,46	*K
SNR =	97,21	dB
MDS =	-139,21	dBm
Sensitivity =	-133,21	dBm
Noise Floor =	-172,22	dBm/Hz

Input IP3 =	5,32	dBm
Output IP3 =	36,40	dBm
Input IM level =	-136,63	dBm
Input IM level =	-94,63	dBm
Output IM level =	-105,55	dBm
Output IM level =	-94,63	dBm
SFDR =	96,35	dB

Simulazione Icom 910H con pre HA8ET

NoiseCalc

Set Number of Stages = 2 Calculate [F4]

		Stage 1	Stage 2
Stage Data	Units	A36	A36
Stage Name:		PRE HA8ET	ICOM IC910H
Noise Figure	dB	0,51	3,7
Gain	dB	19,12	100
Input IP3	dBm	1	-8,5
dNF/dTemp	dB/°C	0,01	0,01
dG/dTemp	dB/°C	-0,02	-0,02
Stage Analysis:			
NF (Temp corr)	dB	0,51	3,70
Gain (Temp corr)	dB	19,12	100,00
Input Power	dBm	-60,00	-40,88
Output Power	dBm	-40,88	59,12
d NF/d NF	dB/dB	0,99	0,03
d NF/d Gain	dB/dB	-0,01	0,00
d IP3/d IP3	dBm/dBm	0,00	1,00

Enter System Parameters:

Input Power	-60	dBm
Analysis Temperature	25	°C
Noise BW	0,002	MHz
Ref Temperature	25	°C
S/N (for sensitivity)	6	dB
Noise Source (Ref)	290	°K

System Analysis:

Gain =	119,12	dB
Noise Figure =	0,57	dB
Noise Temp =	40,91	°K
SNR =	80,39	dB
MDS =	-140,39	dBm
Sensitivity =	-134,39	dBm
Noise Floor =	-173,40	dBm/Hz

Input IP3 =	-27,63	dBm
Output IP3 =	91,49	dBm
Input IM level =	-124,75	dBm
Input IM level =	-64,75	dbc
Output IM level =	-5,63	dBm
Output IM level =	-64,75	dbc
SFDR =	75,18	dB

Grazie per l'attenzione



bibliografia

- ▣ Alcune considerazioni su rumore e non linearità nelle reti connesse in cascata *Umberto Sclacca Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia Roma 2007*
- ▣ Applications and Operation of the 8970A Noise Figure Meter *HP Product Note 8970a-1*
- ▣ Maximizing Accuracy in Noise Figure Measurement *HP Product Note 85719A-1*
- ▣ Noise Figure Measurement Principles & Applications *Hewlett Packard January 1989*
- ▣ Scalar Seminar Microwave Network Measurement *Helwett Packard May 1986*
- ▣ Noise Figure Measurement Accuracy – The Y – Factor Method *Agilent Technologies Application Note 57-2 April 12. 2013*
- ▣ VHF Antenna Noise Temperature *Draoslav Dobricic YU1AW*
- ▣ 9 Hints for Making Better Measurements Using RF Signal Generators *Agilent Technologies Application Note 1390*
- ▣ 8 Hints for Better Spectrum Analysis *Agilent Technologies Application Note 1286-1*