

Vergleich von diversen rauscharmen Breitbandverstärkern hinsichtlich Verstärkung und Rauschzahl

46. GHz-Tagung Dorsten
28. Februar 2026
Matthias Bopp
DD1US



Agenda

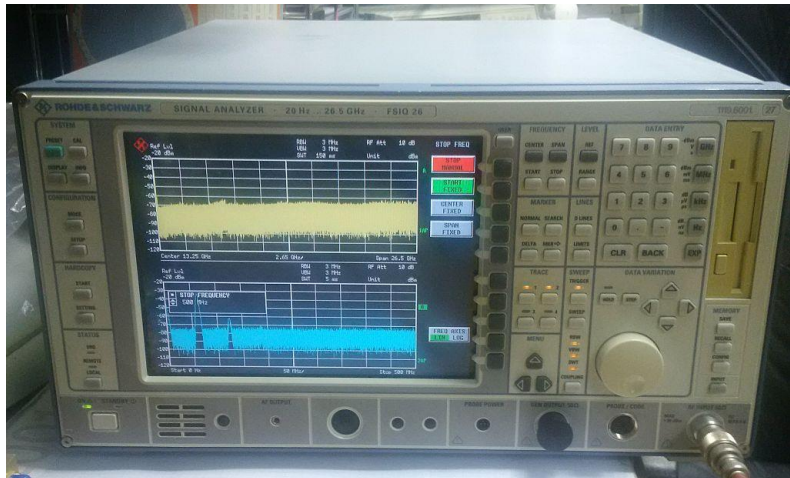
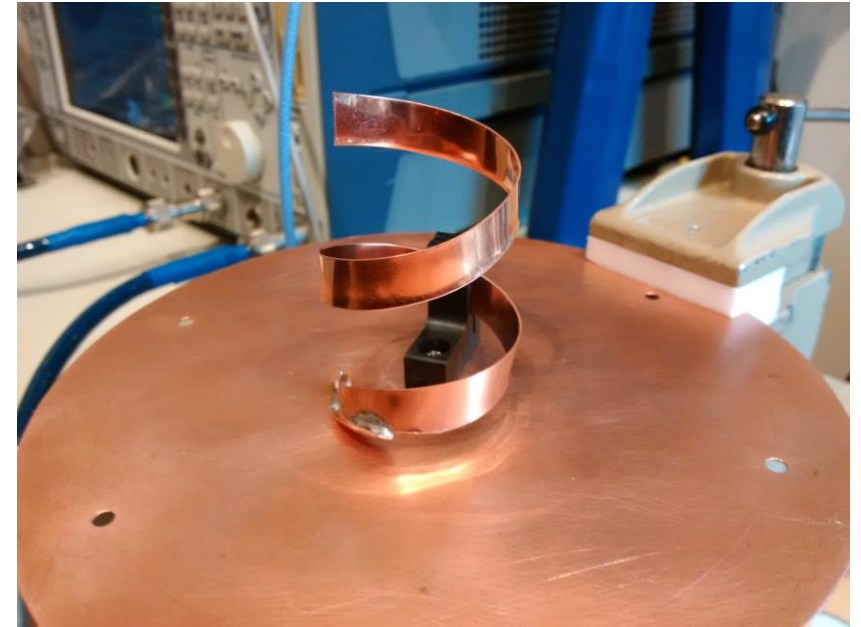
- Einführung
- Messaufbau
- Übersicht der gemessenen Verstärker
- Details zu den Verstärkern
- Zusammenfassung

Agenda

- **Einführung**
- Messaufbau
- Übersicht der gemessenen Verstärker
- Details zu den Verstärkern
- Zusammenfassung

Einführung

Ich verwende breitbandige rauscharme Verstärker in einer Reihe von Anwendungen. Insbesondere in Verbindung mit breitbandigen Empfangsantennen wie an meiner SatNOGS-Station oder zum Empfang von anderen Satellitensignalen ist es in Verbindung mit einem breitbandigen SDR-Empfänger sehr praktisch, wenn man einen breiten Empfangsfrequenzbereich abdecken kann.



Auch in meinen Messaufbauten, beispielsweise in meinem Rauschmessplatz bestehend aus einem R&S FSIQ26 Spektrumanalysator und einer breitbandigen Rauschquelle, nutze ich zum Messen von sehr rauscharmen Verstärkern einen breitbandigen Vorverstärker um die Systemrauschzahl meines Spektrumanalysators zu reduzieren.

Einführung

Im Laufe der Jahre habe ich diverse rauscharme breitbandige Verstärker vermessen, insbesondere zahlreiche der Firma MITEQ. Ich hoffe mit den nachfolgenden Messergebnissen einigen Funkfreunden die Qual der Wahl etwas zu reduzieren und auch ggf. Fehlkäufe von nicht geeigneten Verstärkern zu vermeiden.

Die meisten MITEQ Verstärkertypen sind nach der folgenden Nomenklatur benannt:

AMF-2F-02000400-05-10P -xxx-yyy

AMF	= Serie
2	= Anzahl der Verstärkerstufen, hier 2
F	= Verstärkertopologie (B = balanced, F = feedback, D = distributed)
02000400	= Frequenzbereich, hier 2000 - 4000 MHz
05	= Rauschzahl in dB, hier typ. 0.5 dB
10P	= 1 dB Kompressionspunkt P1dB auf den Ausgang bezogen, hier +10 dBm
xxx	= optionaler Bezeichner 1
yyy	= optionaler Bezeichner 2

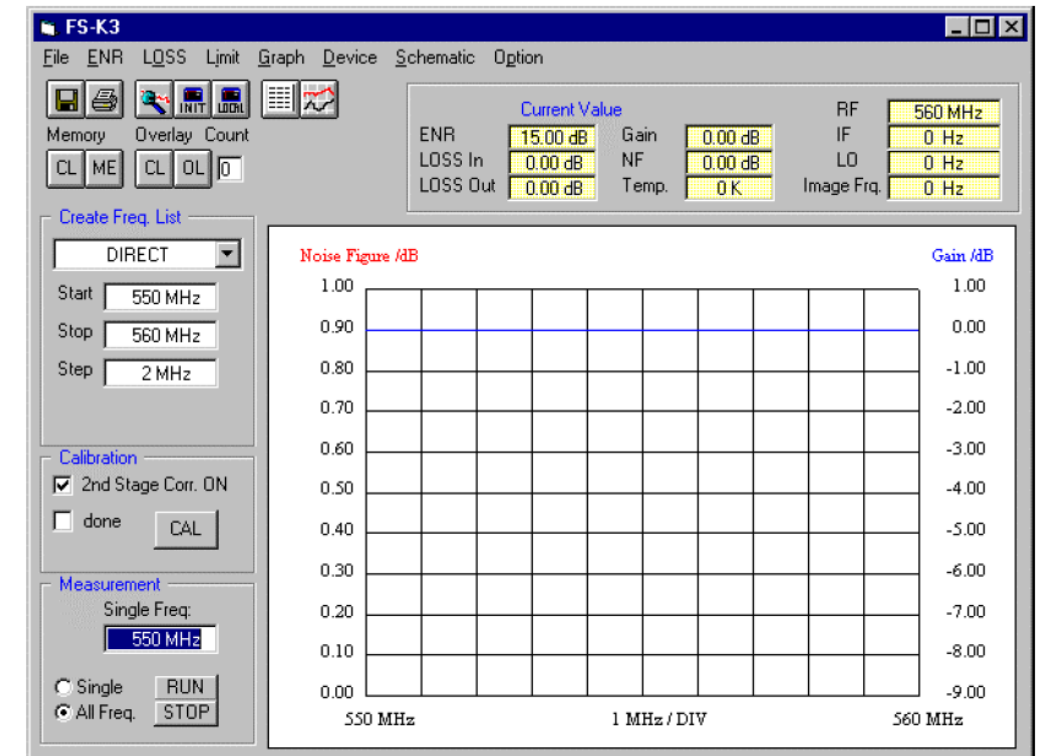
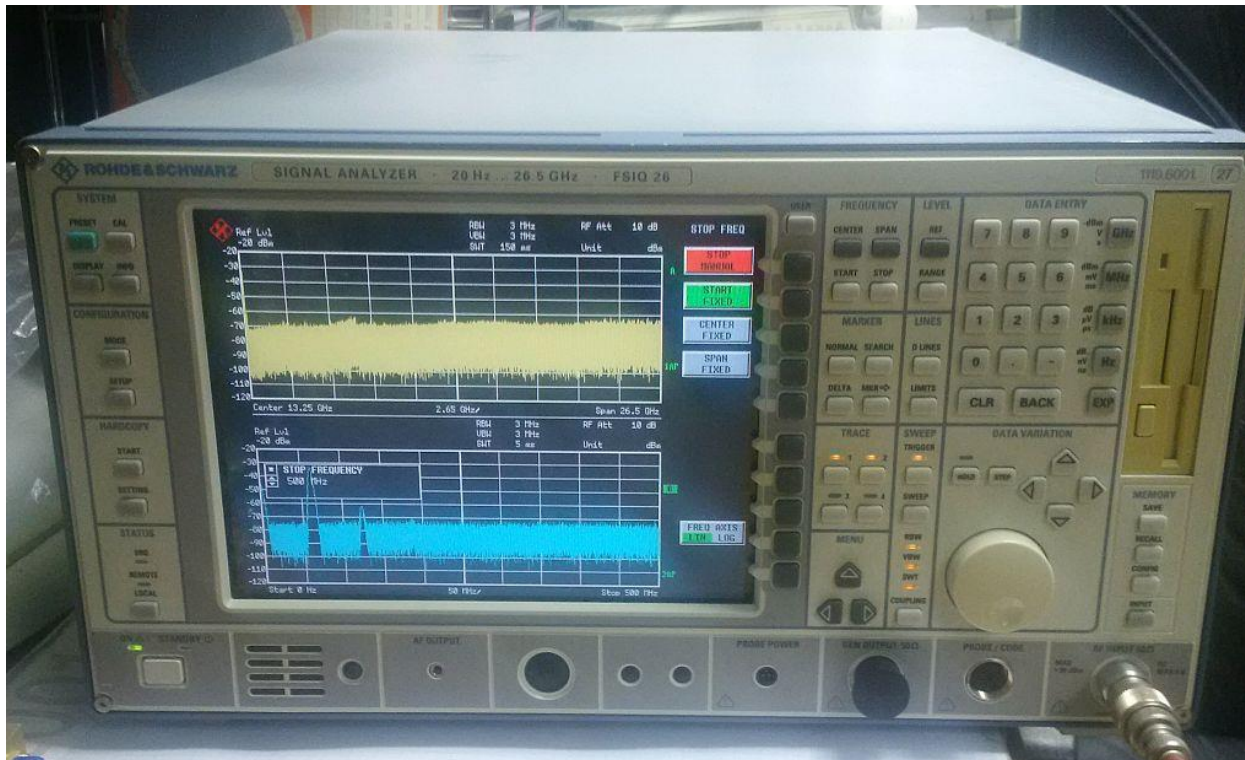


Agenda

- Einführung
- **Messaufbau**
- Übersicht der gemessenen Verstärker
- Details zu den Verstärkern
- Zusammenfassung

Messaufbau

Die Messungen wurden mit einem Spektrumanalysator des Typs R&S FSIQ26 sowie der zugehörigen Rauschmesssoftware FS-K3 durchgeführt. Eine geeignete Rauschquelle vorausgesetzt können damit Verstärker und Mischer bis 26,5 GHz gemessen werden.



Messaufbau

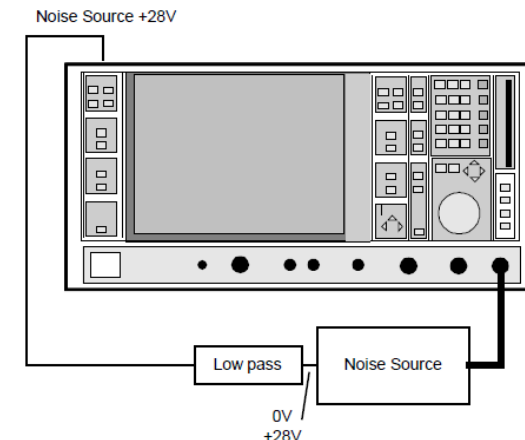
Als Rauschquelle wurden die folgenden Typen verwendet:

- NoiseCom NC346D mit 16 dB Abschwächer → ENR ~ 5 dB
- MSC-5118 mit 20 dB Abschwächer → ENR ~ 5 dB
- MSC-1/10 mit 10 dB Abschwächer → ENR ~ 14 dB

Die Rauschdioden mit einem ENR ~ 5 dB haben eine bessere Ausgangsanpassung und die Impedanz zwischen „hot“ und „cold“ ist konstanter. Dies ist für Messobjekte die empfindlich auf Quellimpedanzänderungen reagieren wichtig. Sie sind für Messobjekte mit Rauschzahlen unter 10 dB genauer da ein kleinerer Detektordynamikbereich ausgenutzt wird. Für Messobjekte mit Rauschzahlen bis zu 30 dB ist die Rauschdiode mit einem ENR ~ 14 dB besser geeignet.



In die DC-Zuleitung habe ich ein Tiefpassfilter eingefügt um mögliche Einstreuungen zu vermeiden.



Messaufbau

Beim Messen besonders niedriger Rauschzahlen verwende ich ein geschirmtes Gehäuse, in welchem sich die Rauschdiode, der zu messende Verstärker und ein breitbandiger Vorverstärker zur Reduzierung der Systemrauschzahl des Spektrumanalysators befindet.



Messaufbau

Weitere Tipps:

- Der Messaufbau sollte lange vor den Messungen eingeschaltet werden, damit Temperaturänderungen zwischen Kalibration und Messung minimal sind.
- Die tatsächliche Umgebungstemperatur sollte beim Messgerät eingegeben werden.
- Ich nutze die Mittelwertbildung des Rauschmessplatzes für Kalibration und Messung (≥ 10).
- Ein breitbandiger Vorverstärker vor dem Messgerät hilft dessen Rauschzahl zu verbessern.
- Ich verwende hochwertige doppelt geschirmte Messkabel, i.d.R. Suhner SUCOFLEX 100.
- Adapter sind zu vermeiden oder in die Kalibration einzubeziehen.
- Alle Stecker und Buchsen sollten regelmäßig gereinigt werden.
- Bei schmalbandigen Messobjekten ist die Messbandbreite zu reduzieren, dies ist aber bei den hier gemessenen Breitbandverstärkern nicht nötig.
- Ich verwende bisher keine Isolatoren zwischen Rauschquelle und Messobjekt, dies kann aber hilfreich sein.

Agenda

- Einführung
- Messaufbau
- **Übersicht der gemessenen Verstärker**
- Details zu den Verstärkern
- Zusammenfassung

Übersicht der gemessenen Verstärker

Hersteller	Modell / Typ	Nomineller Frequenzbereich / MHz	Gemessener Frequenzbereich / MHz	Nom. Gain / dB	Gem. Gain / dB	Nom. NF / dB	Gem. NF / dB
MITEQ	AMF-3S-017023-10-15P	1700 - 2300	700 - 2300 ?		35 - 37	1.0	0.8 - 1.4
MITEQ	AMF-3F-005010-10-20P-ITC	500 - 1000	380 - 2450	40	31 - 41	1.0	1.0 - 1.3
MITEQ	AFS3-01800220-08-LM-6	1800 - 2200	1150 - 2850	36	32 - 37	0.8	1.2 - 1.3
MITEQ	AMF-3F-01000200-04-13P	1000 - 2000	700 - 2900	45	42 - 46	0.4	0.6 - 0.8
MITEQ	AMF-4F-02200240-04-13P-R	2200 - 2400	450 - 3700	58	53 - 61	0.4	0.7 - 1.0
MITEQ	AFS3-02000400-06-10P-4	2000 - 4000	1150 - 3850		35 - 36	0.6	0.7 - 1.1
MITEQ	AFS3-00300300-10-10P-4	300 - 3000	2000 - 5000		32 - 39	1.0	0.5 - 0.6
MITEQ	AMF-2F-02000400-05-10P	2000 - 4000	1300 - 6000	28	22 - 34	0.5	0.8 - 1.1
MITEQ	AFS4-02000600-09-10P-4	2000 - 6000	1700 - 6000	36	37 - 41	0.9	0.8 - 1.2
MITEQ	AMF-5F-040080-12-13P-V	4000 - 8000	3000 - 8000		42 - 44	1.2	0.7 - 1.3
MITEQ	AFS3-05200600-07-10P-4	5200 - 6000	3300 - 9000	30	30 - 35	0.7	0.7 - 0.9
MITEQ	AMF-4S-071077-08-13P	7100 - 7700	5600 - 9100		35 - 42	0.8	1.0 - 1.2
MITEQ	AMF-3F-00820096-14-30p	820 - 960	300 - 1300		38 - 50	1.4	1.2 - 1.4
MITEQ	AFS3-08500960-15-10p	8500 - 9600	6000 - 10000	26	28 - 34	1.5	1.0 - 1.3
MITEQ	AMF-4F-04000800-15-25P-S	4000 - 8000	2400 - 10500	36	25 - 50	1.5	0.9 - 1.4
MITEQ	AFS4-07200780-20-10P	7200 - 7800	4500 - 10500	35	34 - 37	2.0	1.1 - 1.5
MITEQ	AMF-5S-122132-12-13P	12200 - 13200	7000 - 13200?		34 - 36	1.2	1.4 - 1.7
MITEQ	AMF-5F-06001800-15-10P-E	6000 - 18000	5000 - 18000	40	39 - 50	1.5	1.3 - 1.8
China	5 - 6000 MHz	5 - 6000	100 - 5300	20	14 - 20	0.3	4.0 - 5.5
China	50M - 4G NF: 0.6dB	50 - 4000	50 - 2400		10 - 26	0.6	0.3 - 1.6
China	Concept-RF 50 MHz - 6 GHz	50 - 6000	50 - 2450	20	19 - 28	0.4	0.6 - 1.0
China	WYDZ-Ultra Low Noise LNA	100 - 6000	145 - 2450	20	17 - 30	0.3	0.5 - 0.7
China	WYDZ-LNA-10M-10G-20dB	10 - 10000	10 - 10000	20	19 - 22	1.4	1.2 - 3.2

Agenda

- Einführung
- Messaufbau
- Übersicht der gemessenen Verstärker
- **Details zu den Verstärkern**
- Zusammenfassung

MITEQ AMF-3S-017023-10-15P



$$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$$

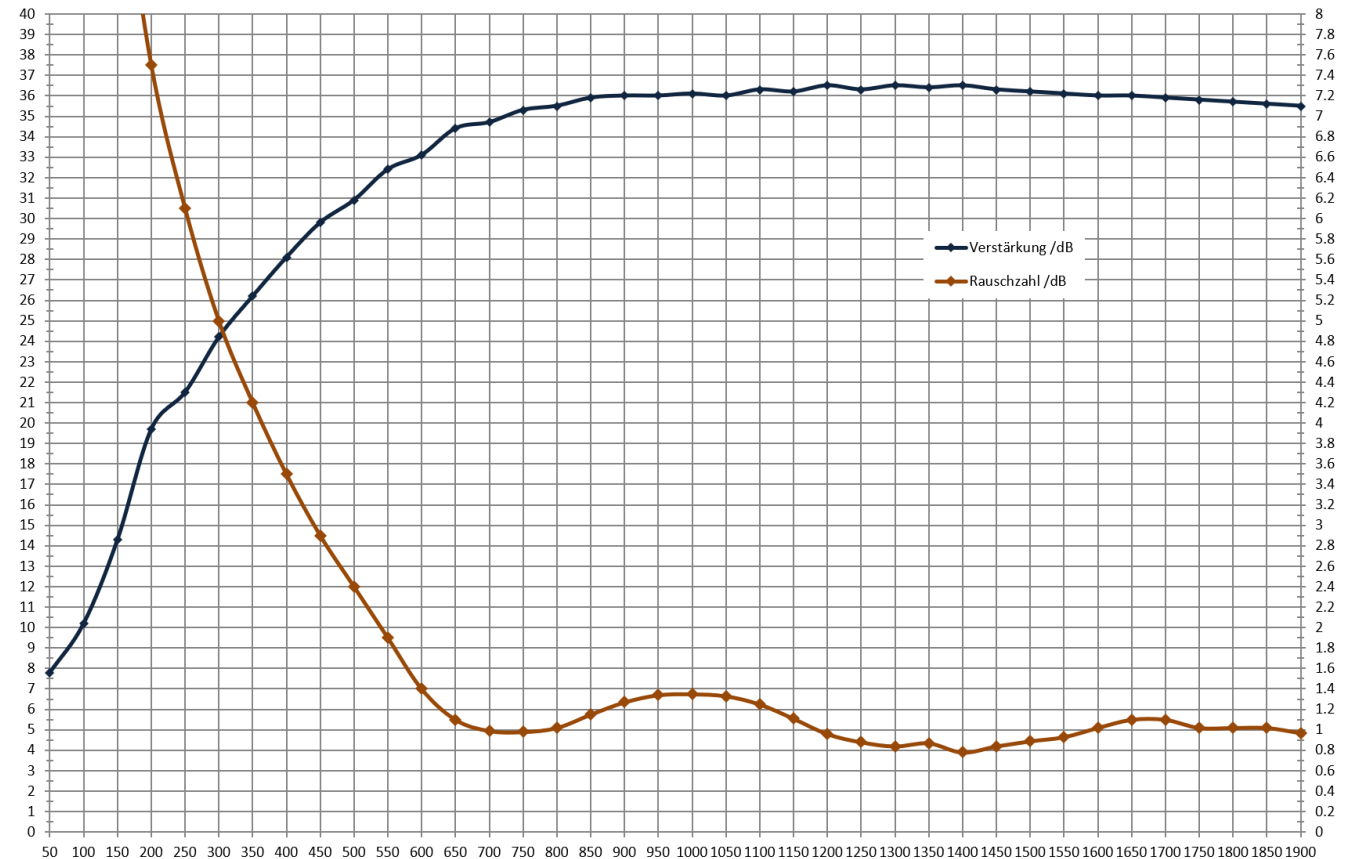
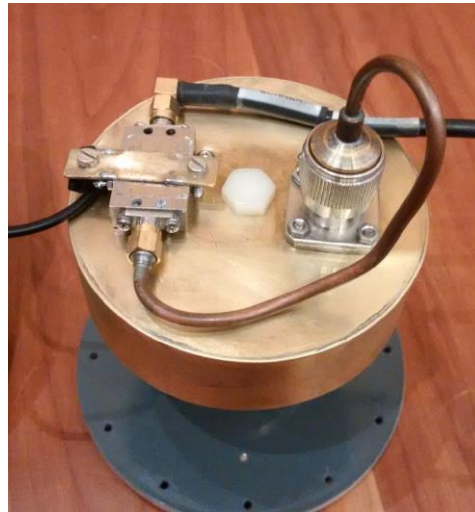
$$I_s = 130 \text{ mA}$$

$$f = 700 \dots 2700 \text{ MHz}$$

$$G_p = 35 \dots 37 \text{ dB}$$

$$\text{NF} = 0.8 \dots 1.4 \text{ dB}$$

$$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 15 \text{ dBm}$$



MITEQ AMF-3F-005010-10-20P-ITC



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

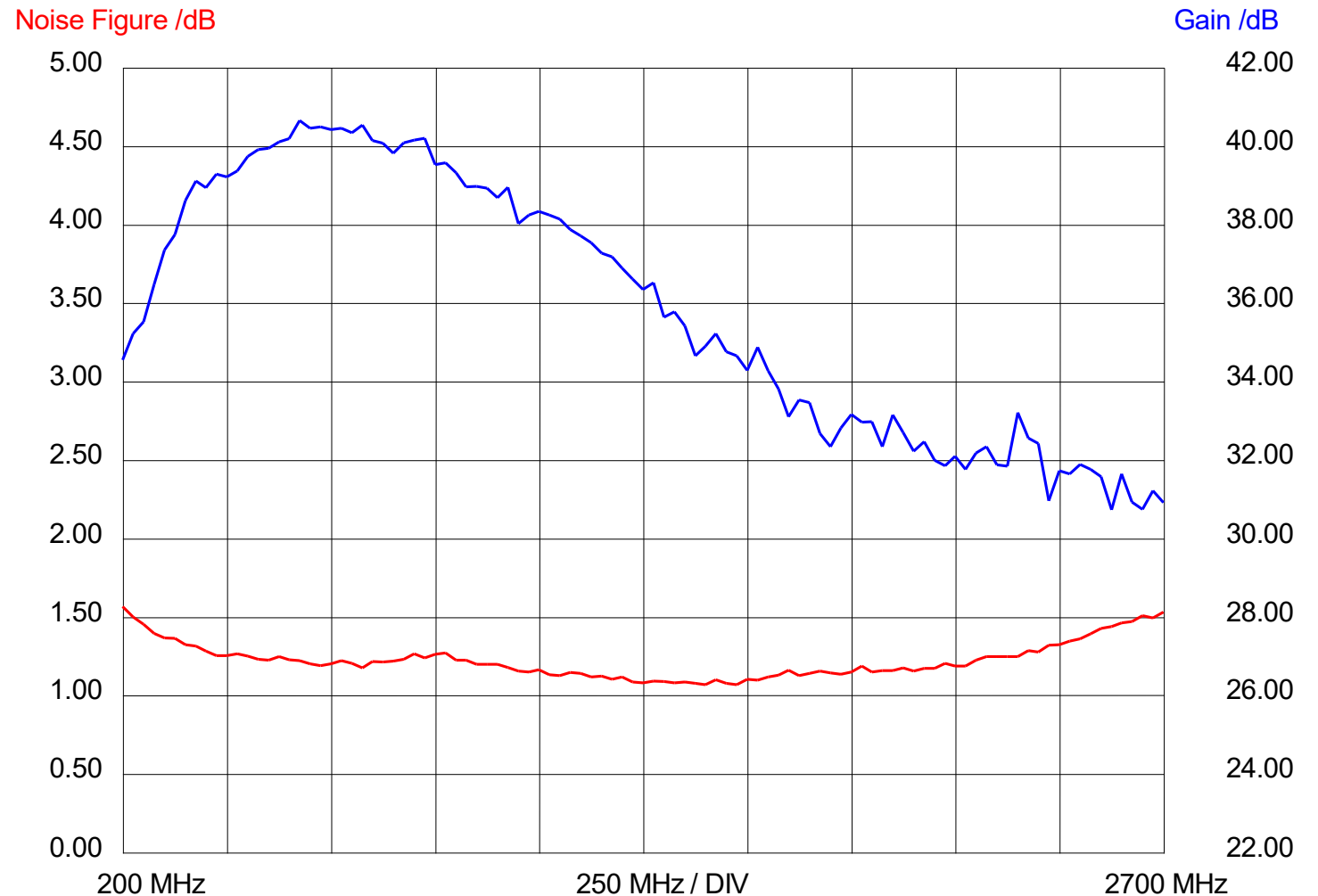
$I_s = 270 \text{ mA}$

$f = 380 \dots 2450 \text{ MHz}$

$G_p = 31 \dots 41 \text{ dB}$

$NF = 1.0 \dots 1.3 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 20 \text{ dBm}$



MITEQ AFS3-01800220-08-LM-6



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

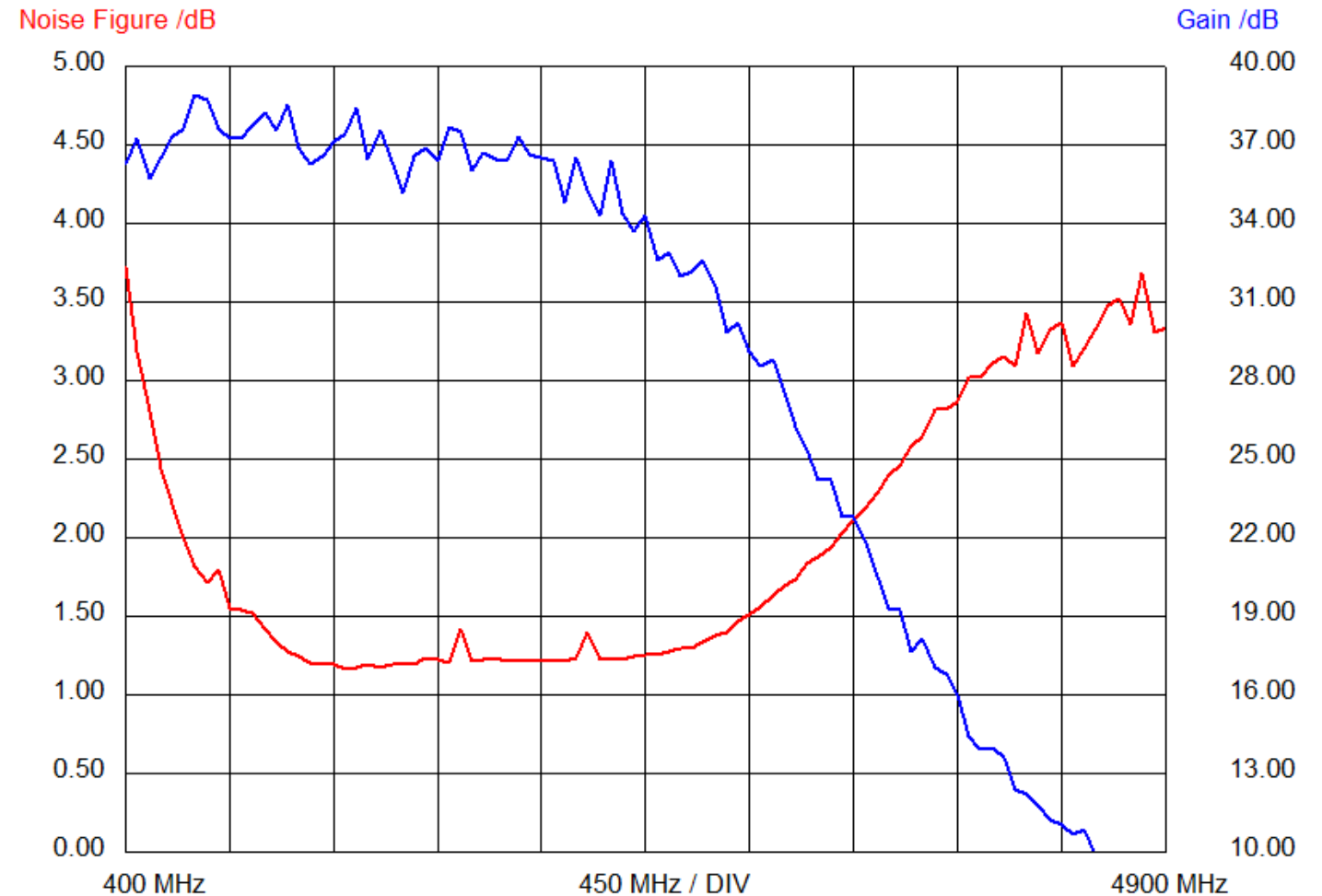
$I_s = \text{ca. } 100 \text{ mA}$

$f = 1150 \dots 2850 \text{ MHz}$

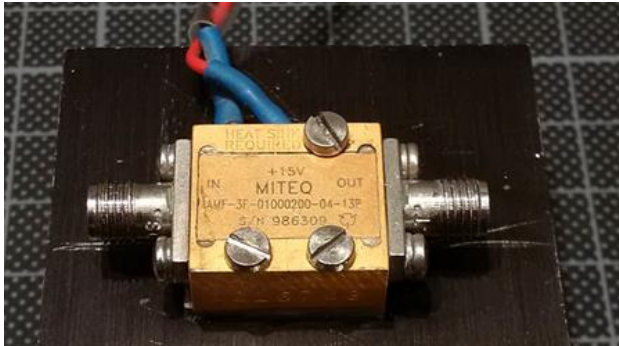
$G_p = 37 \dots 32 \text{ dB}$

$NF = 1.2 \dots 1.3 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 6 \text{ dBm}$



MITEQ AMF-3F-01000200-04-13P



$V_s = 12...15 \text{ V}$

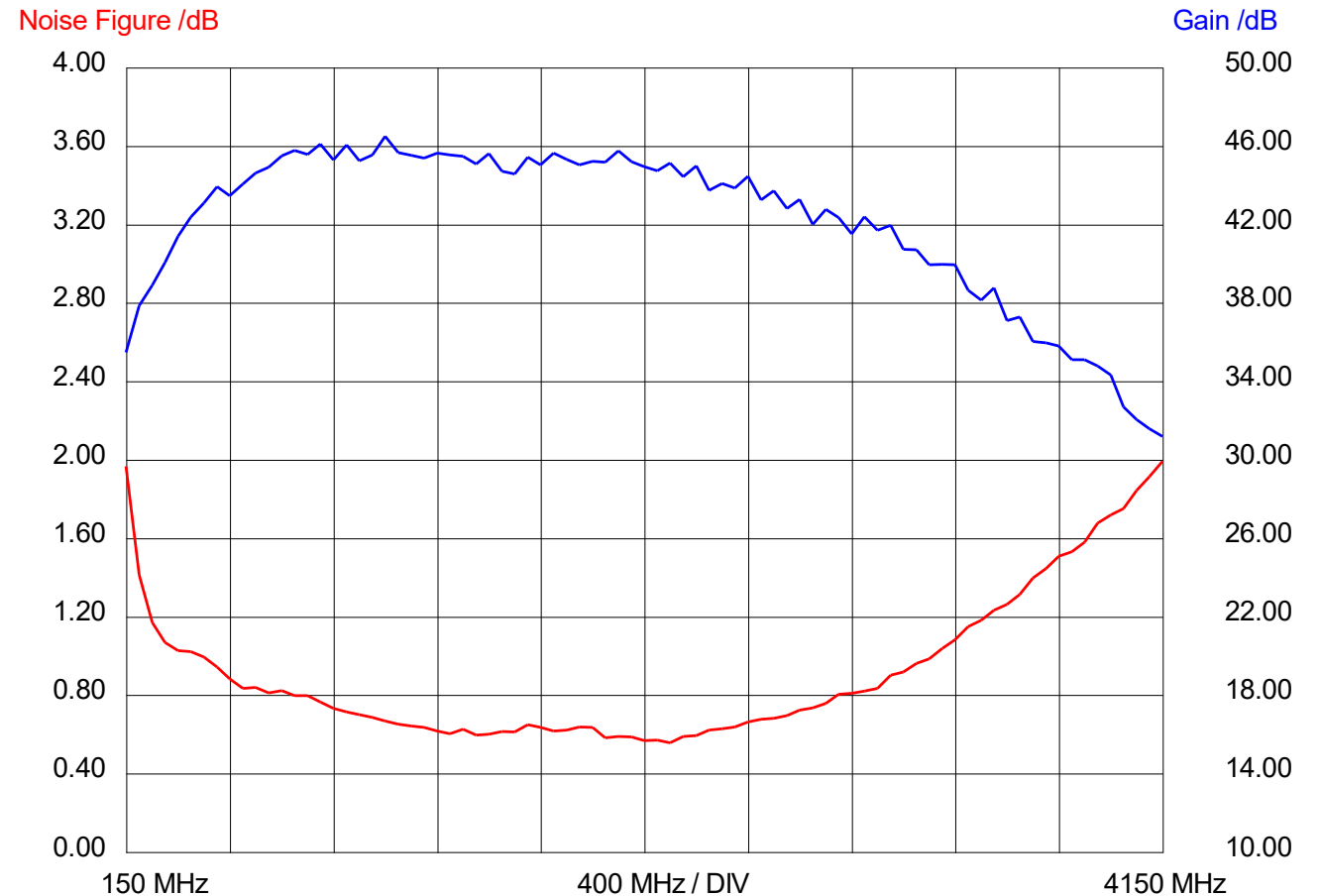
$I_s = 180 \text{ mA}$

$f = 700...2700 \text{ MHz}$

$G_p = 42...44 \text{ dB}$

$NF = 0.7...1.3 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 13 \text{ dBm}$



MITEQ AMF-4F-02200240-04-13P-R



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

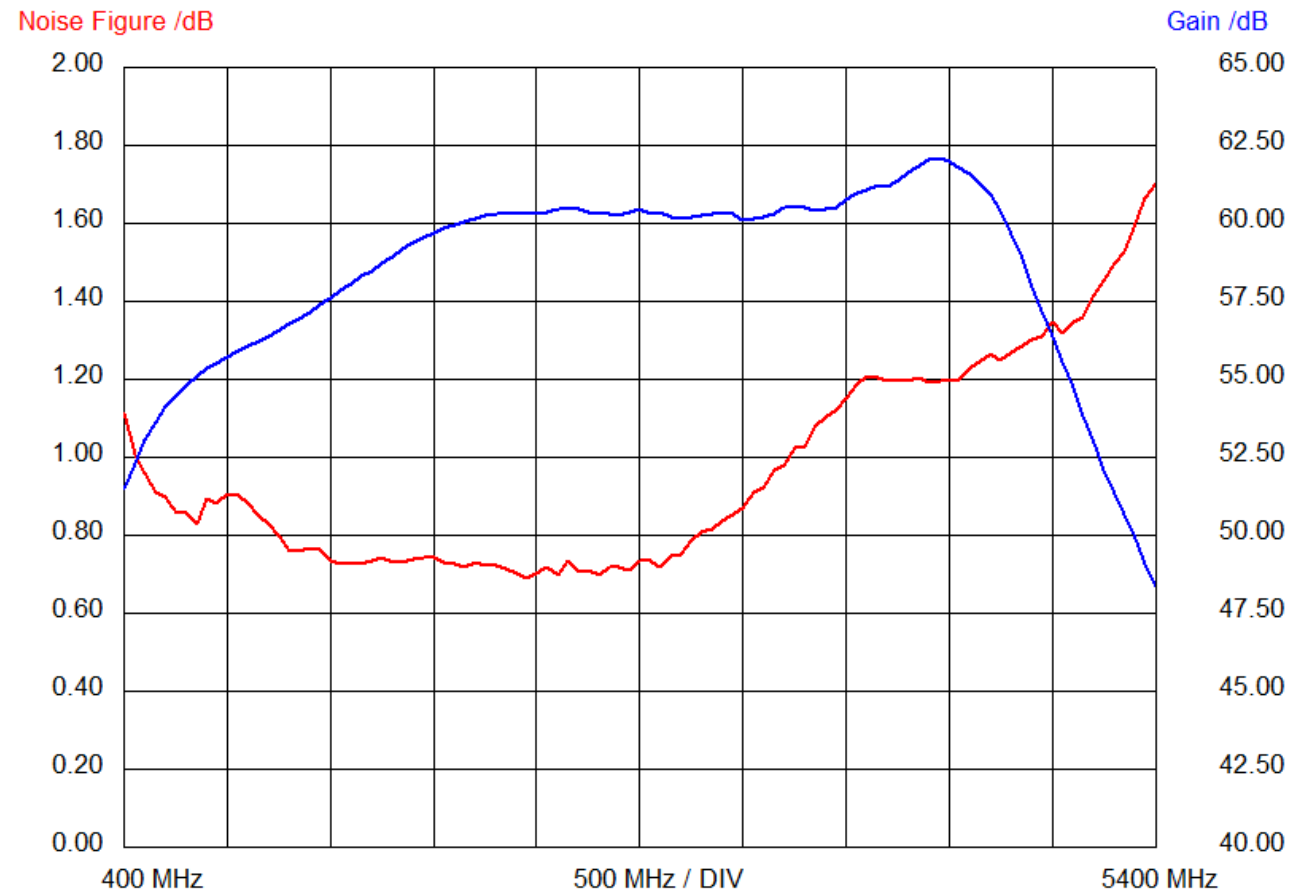
$I_s = 250 \text{ mA}$

$f = 450 \dots 3700 \text{ MHz}$

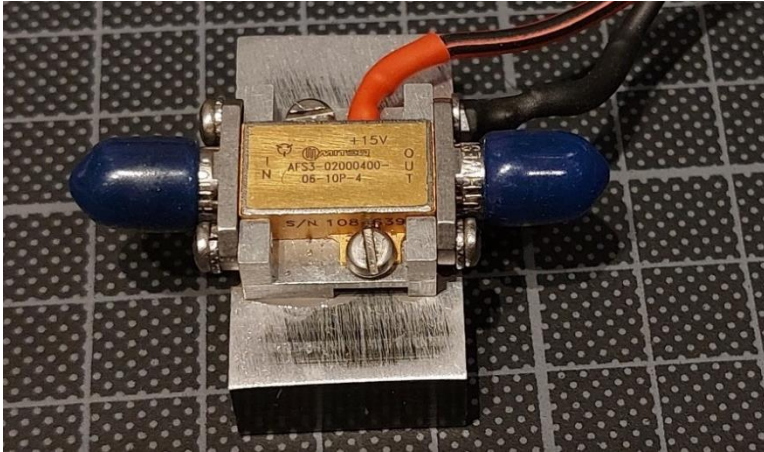
$G_p = 53 \dots 61 \text{ dB}$

$NF = 0.7 \dots 1.0 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 13 \text{ dBm}$



MITEQ AFS3-02000400-06-10P-4



$V_s = 12...15 \text{ V}$

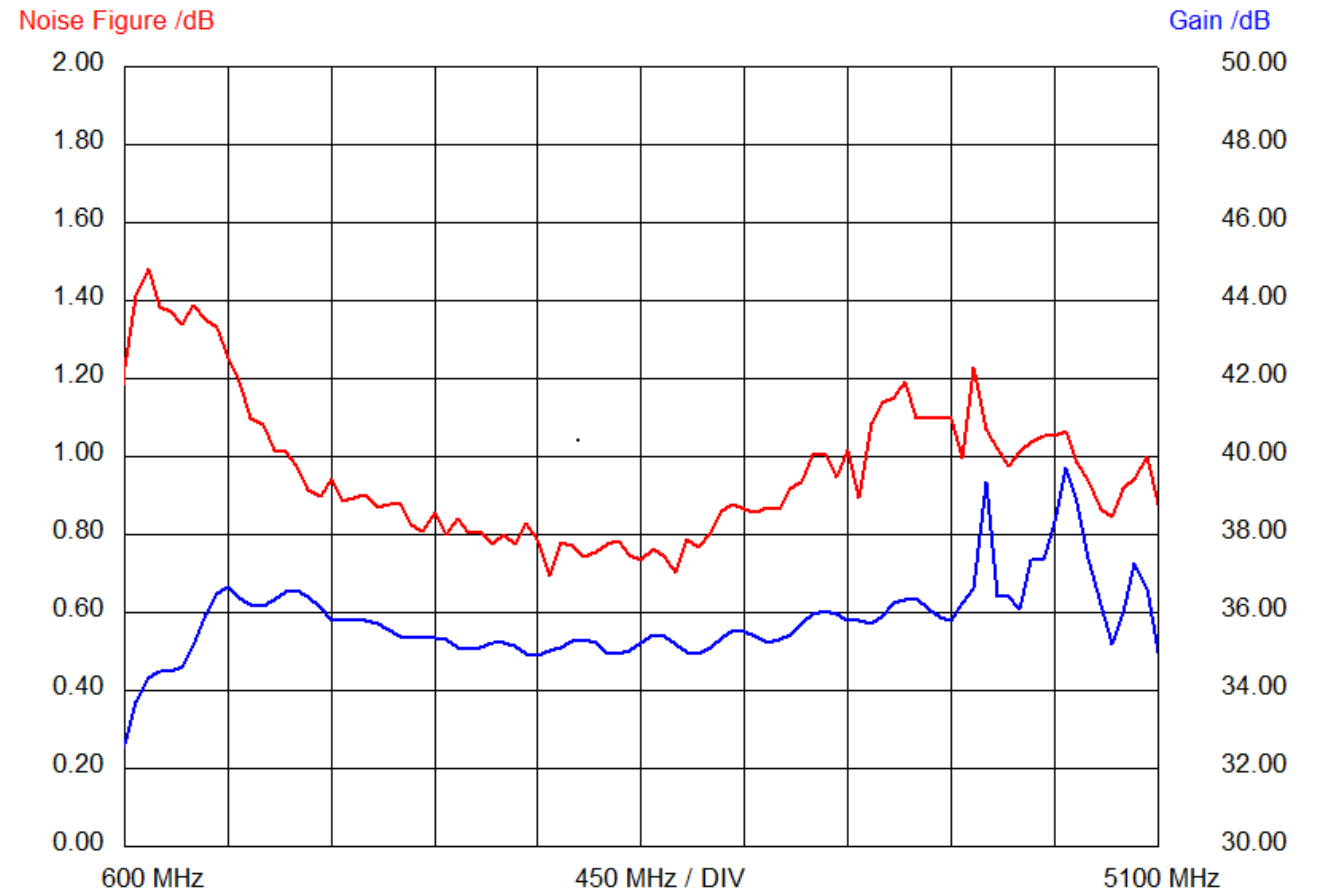
$I_s = 125 \text{ mA}$

$f = 1150...3850 \text{ MHz}$

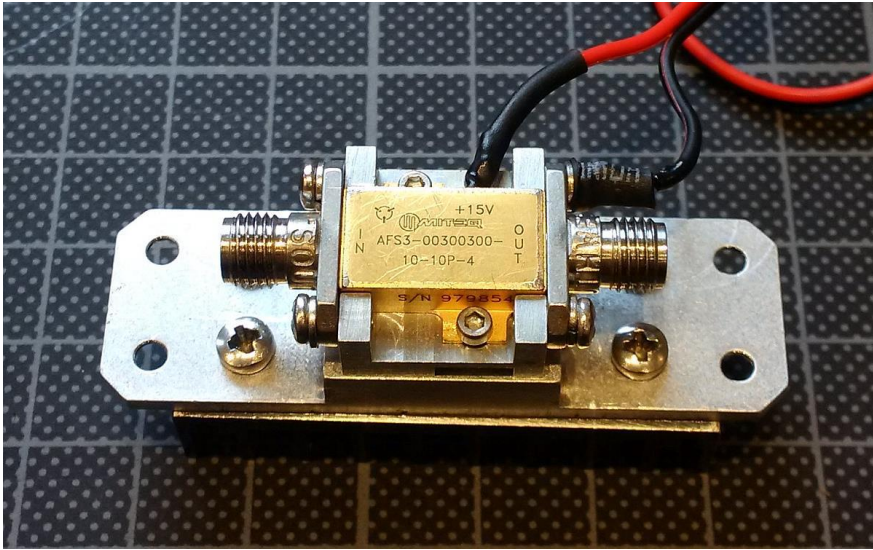
$G_p = 35...36 \text{ dB}$

$NF = 0.7...1.1 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 10 \text{ dB}$



MITEQ AFS3-00300300-10-10P-4



$V_s = 12...15 \text{ V}$

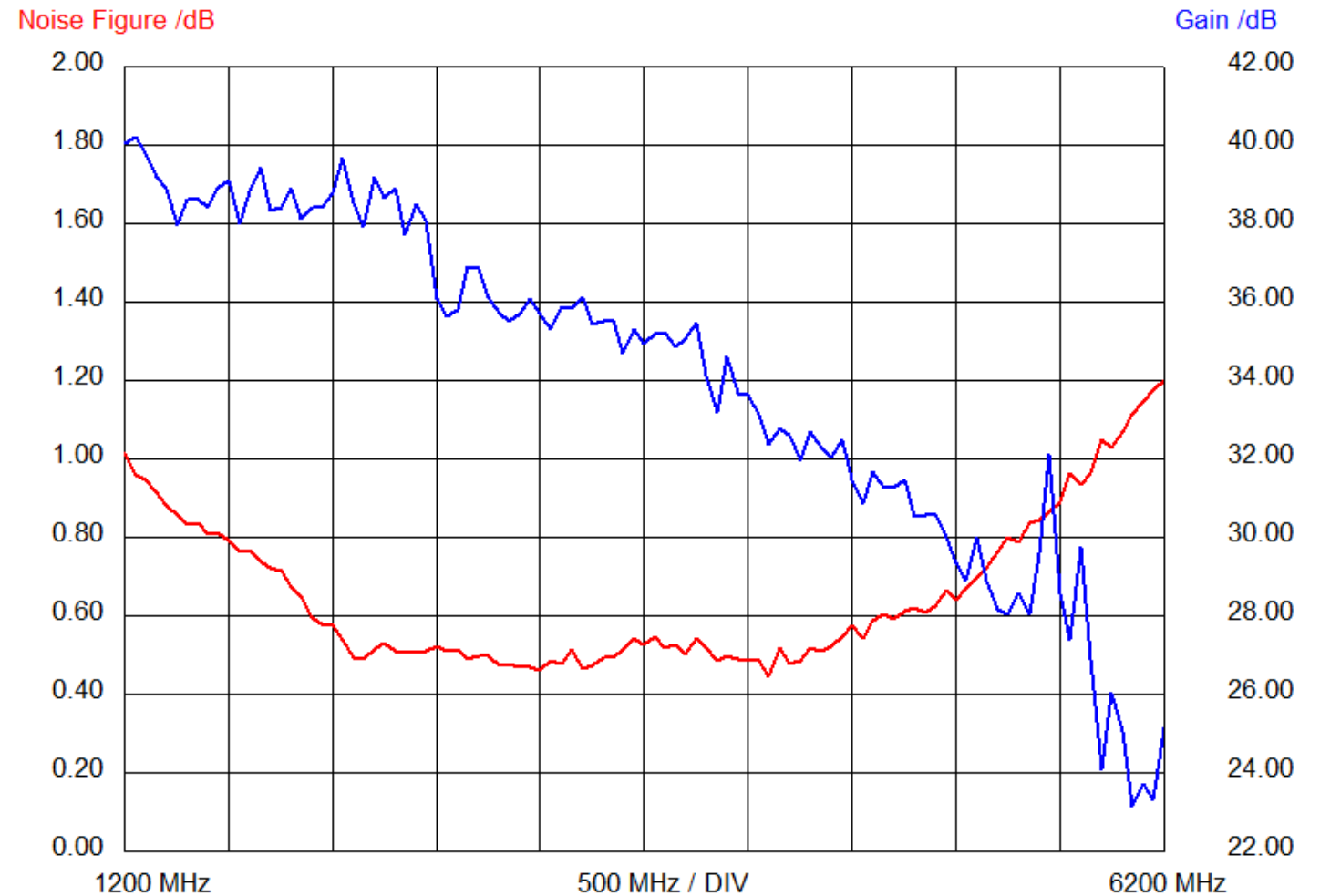
$I_s = 100 \text{ mA}$

$f = 2...5 \text{ GHz}$

$G_p = 32...39 \text{ dB}$

$NF = 0.5...0.6 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 10 \text{ dBm}$



MITEQ AMF-2F-02000400-05-10P



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

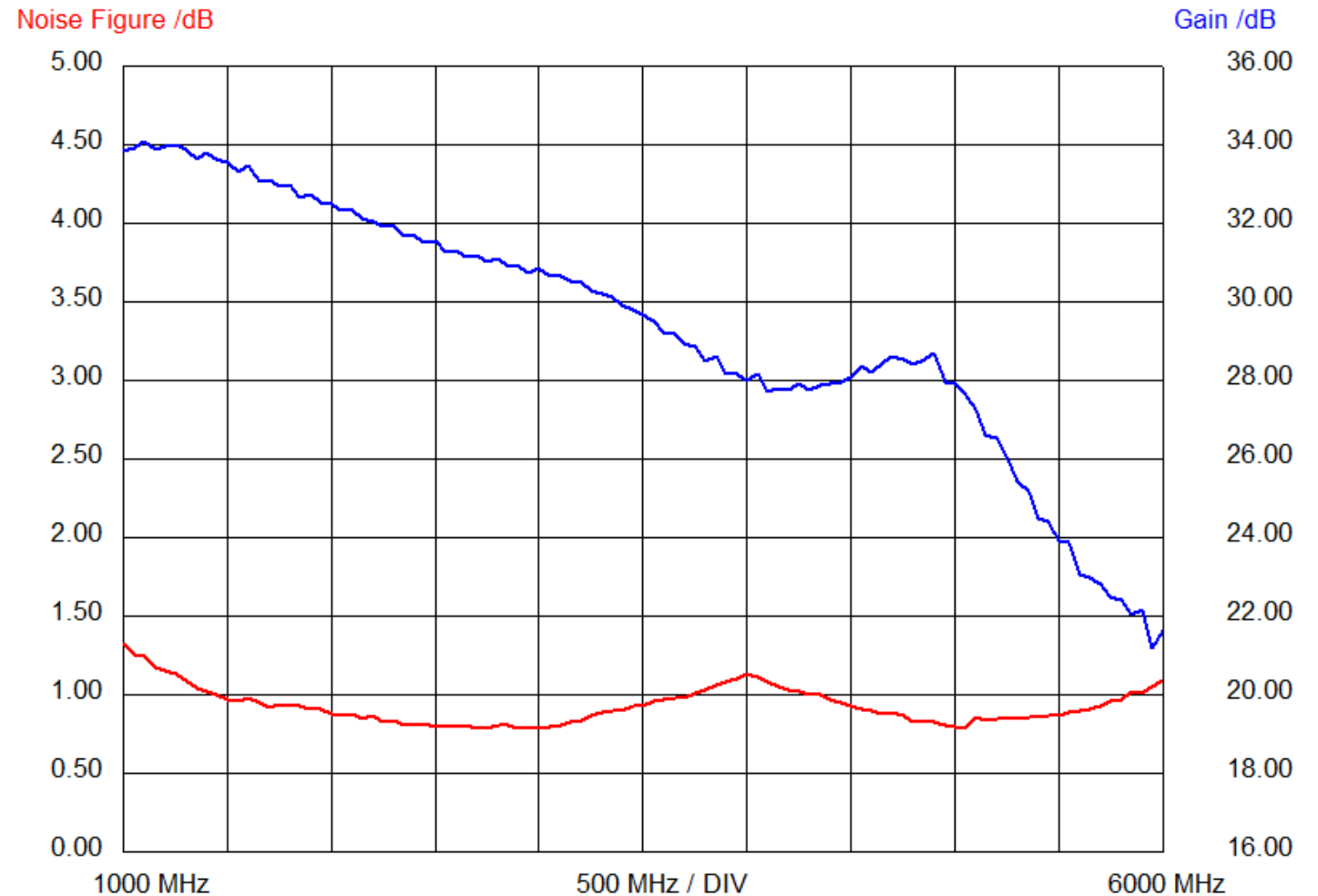
$I_s = 100 \text{ mA}$

$f = 1300 \dots 6000 \text{ MHz}$

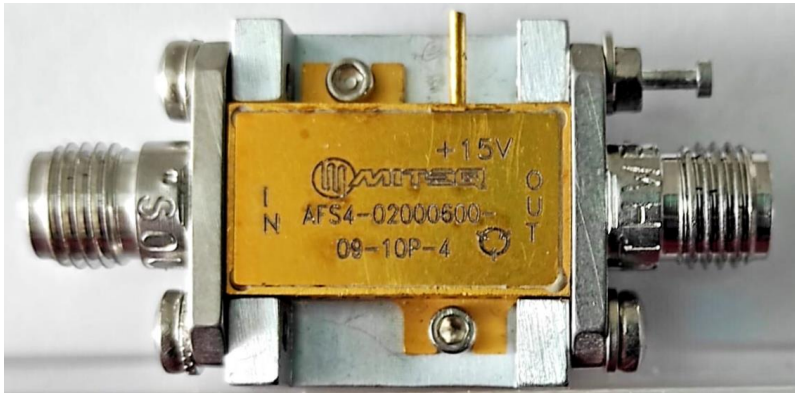
$G_p = 34 \dots 22 \text{ dB}$

$NF = 0.8 \dots 1.1 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 10 \text{ dBm}$



MITEQ AFS4-02000600-09-10P-4



$V_s = 12...15\text{ V}$

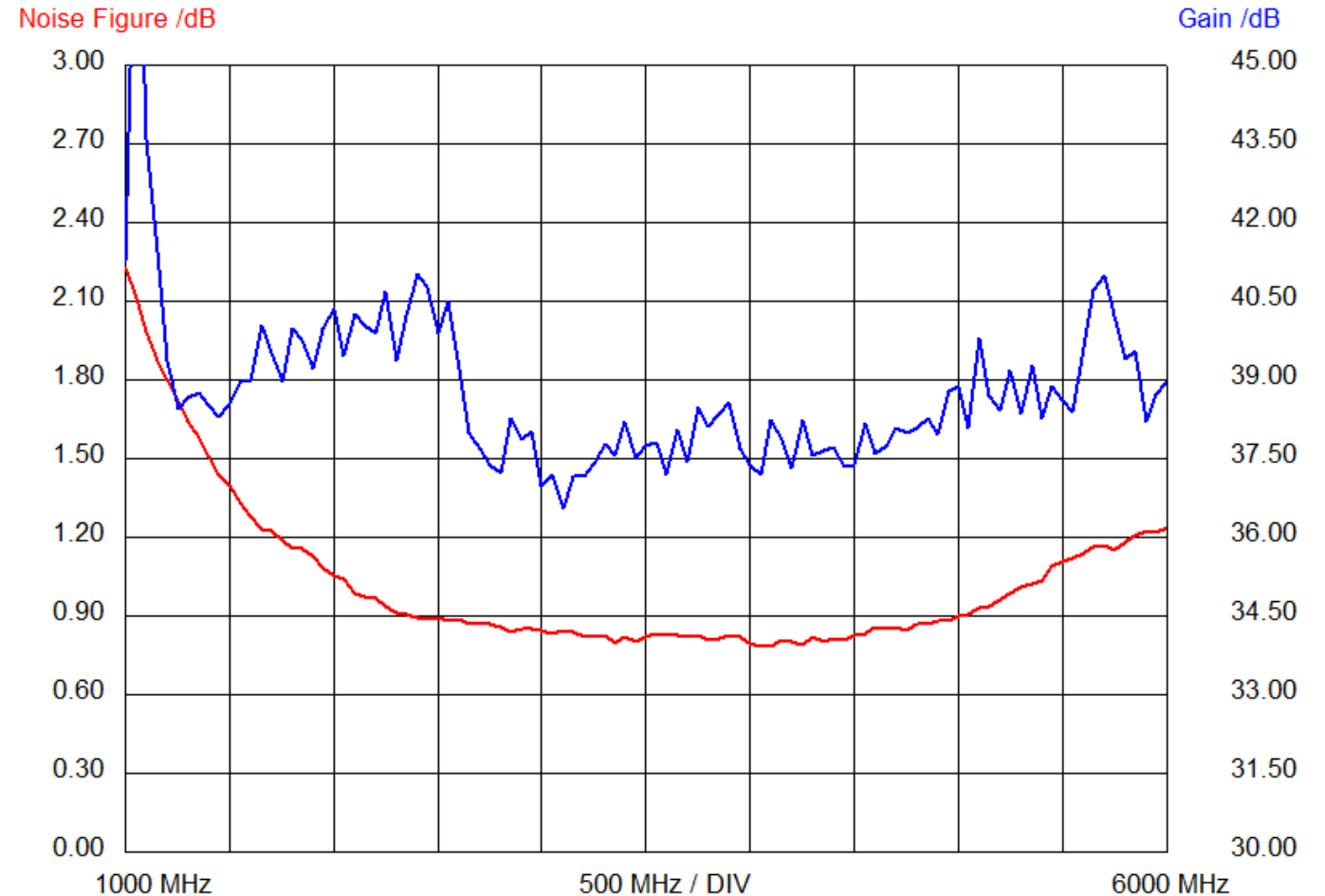
$I_s = 110\text{ mA}$

$f = 1700...6000\text{ MHz}$

$G_p = 37...41\text{ dB}$

$NF = 0.8...1.2\text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } +10\text{ dBm}$



MITEQ AMF-5F-040080-12-13P-V



$V_s = 12...15 \text{ V}$

$I_s = 130 \text{ mA}$

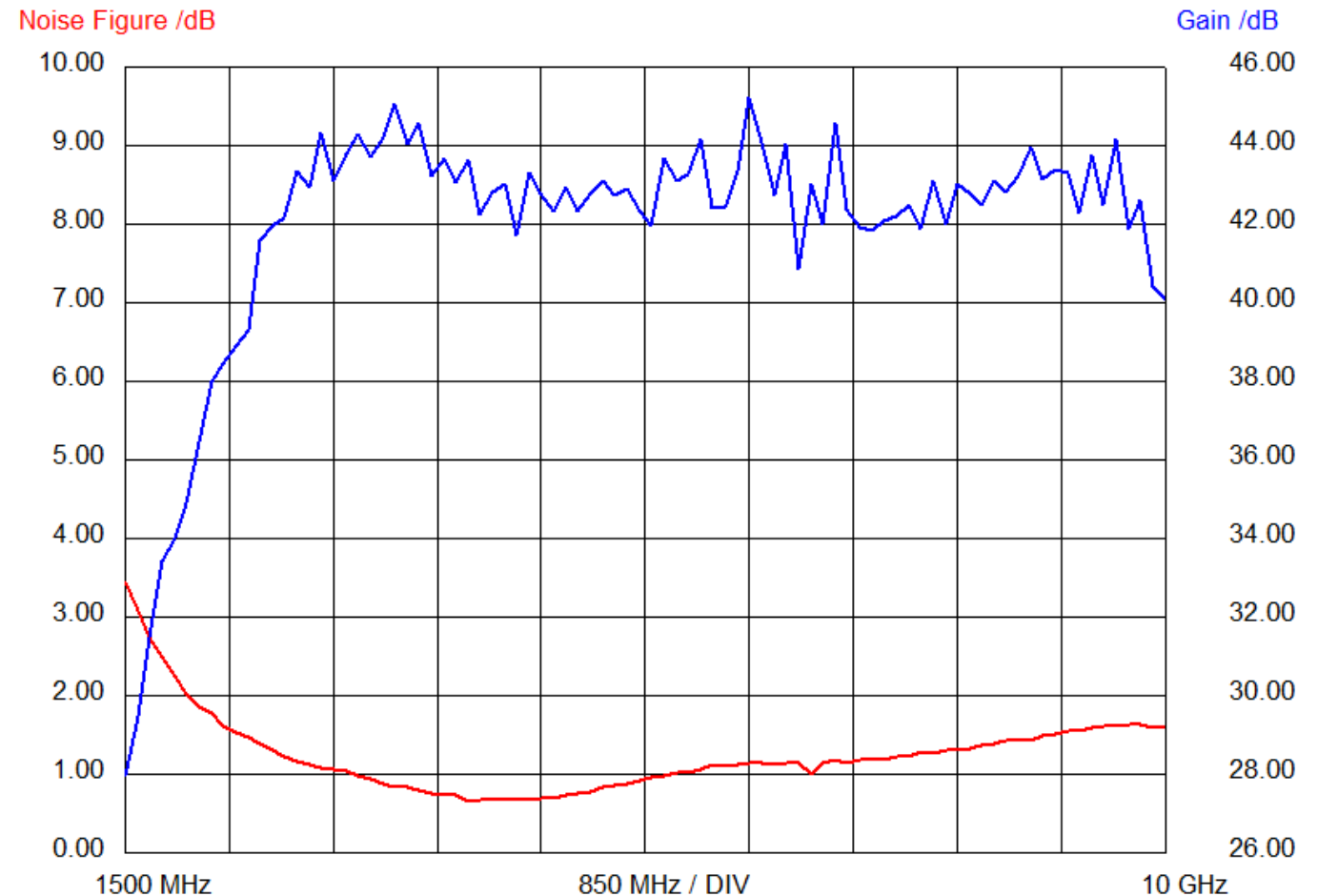
$f = 3...8 \text{ GHz}$

$G_p = 42...44 \text{ dB}$

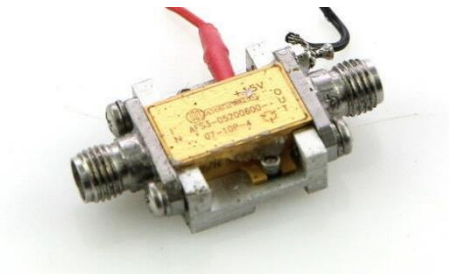
$NF = 0.7...1.3 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 13 \text{ dBm}$

$P_{\text{sat}} = 16 \text{ dBm}$



MITEQ AFS3-05200600-07-10P-4



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

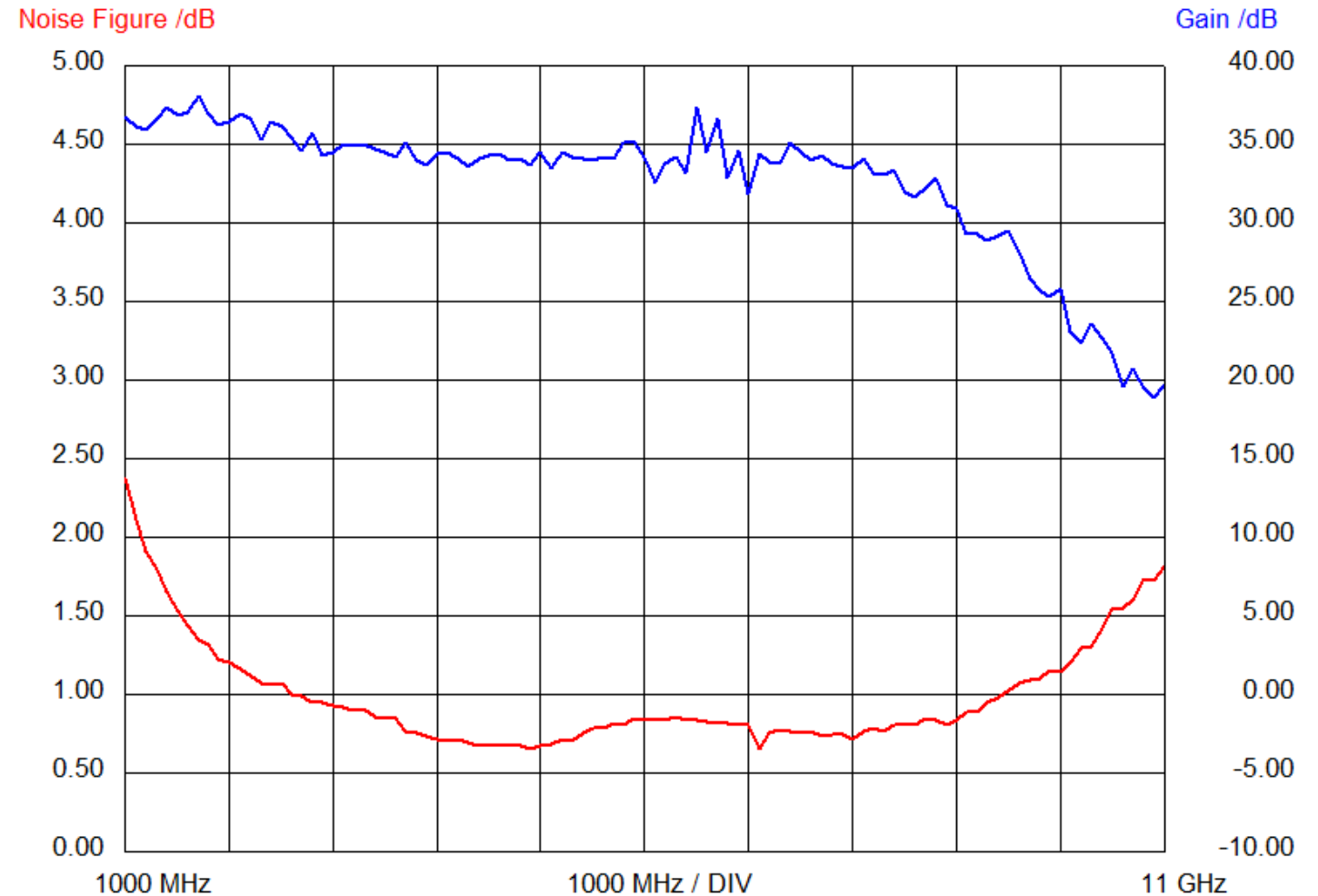
$I_s = 100 \text{ mA}$

$f = 3300 \dots 9000 \text{ MHz}$

$G_p = 30 \dots 35 \text{ dB}$

$NF = 0.7 \dots 0.9 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 10 \text{ dBm}$



MITEQ AMF-4S-071077-08-13P



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

$I_s = 120 \text{ mA}$

$f = 5600 \dots 9100 \text{ MHz}$

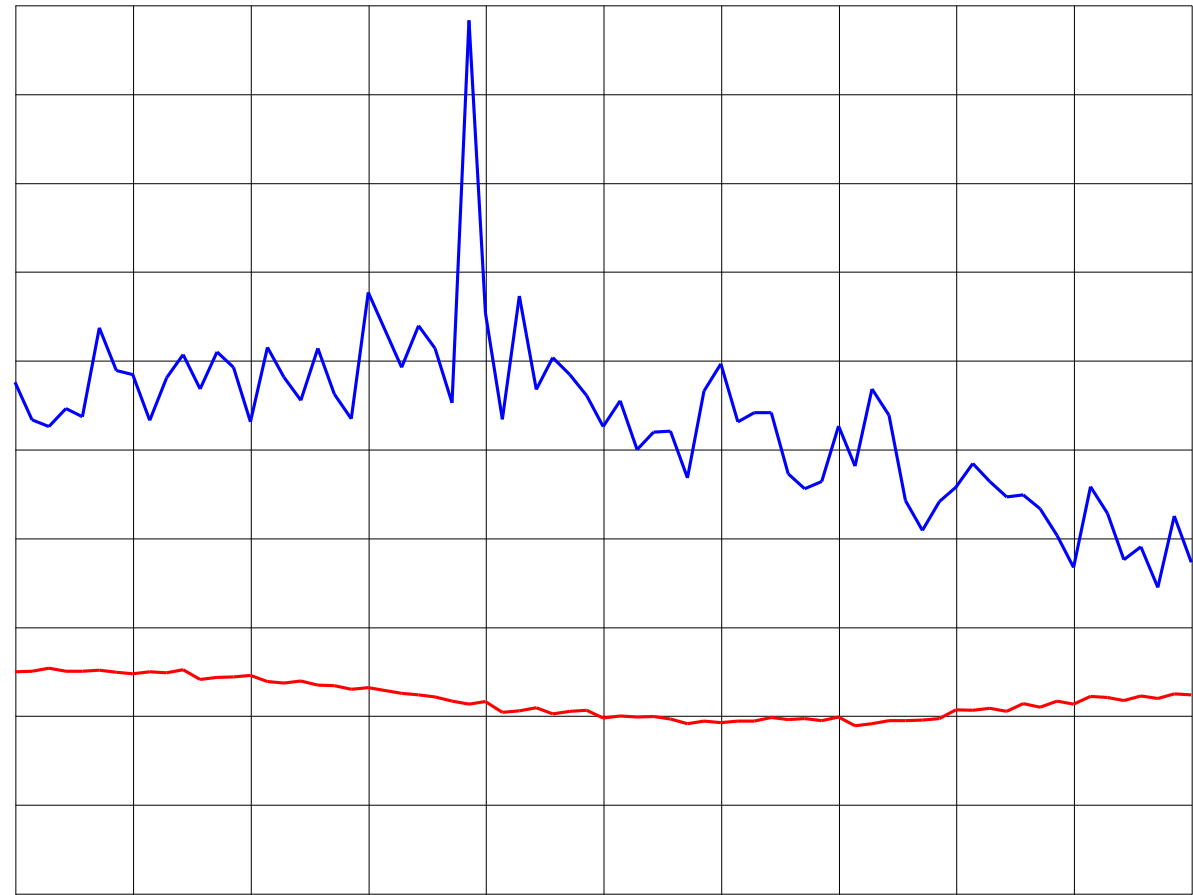
$G_p = 35 \dots 42 \text{ dB}$

$NF = 1.0 \dots 1.2 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 13 \text{ dBm}$

Noise Figure /dB

5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00



Gain /dB

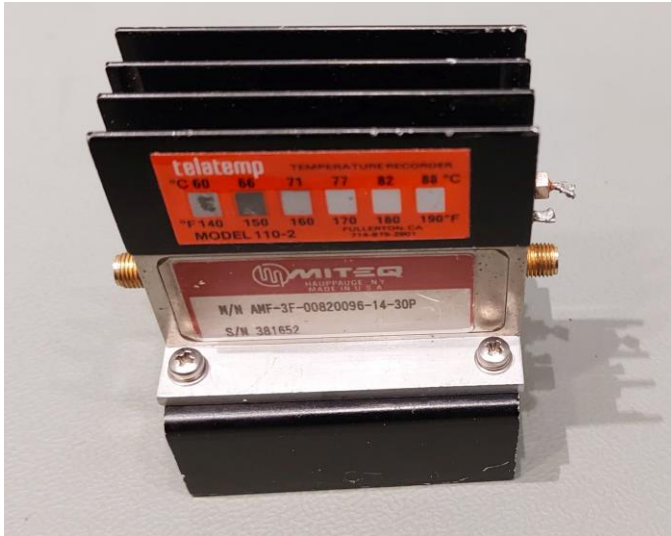
48.00
46.00
44.00
42.00
40.00
38.00
36.00
34.00
32.00
30.00
28.00

5600 MHz

350 MHz / DIV

9100 MHz

MITEQ AMF-3F-00820096-14-30p



$V_s = 12...15\text{ V}$

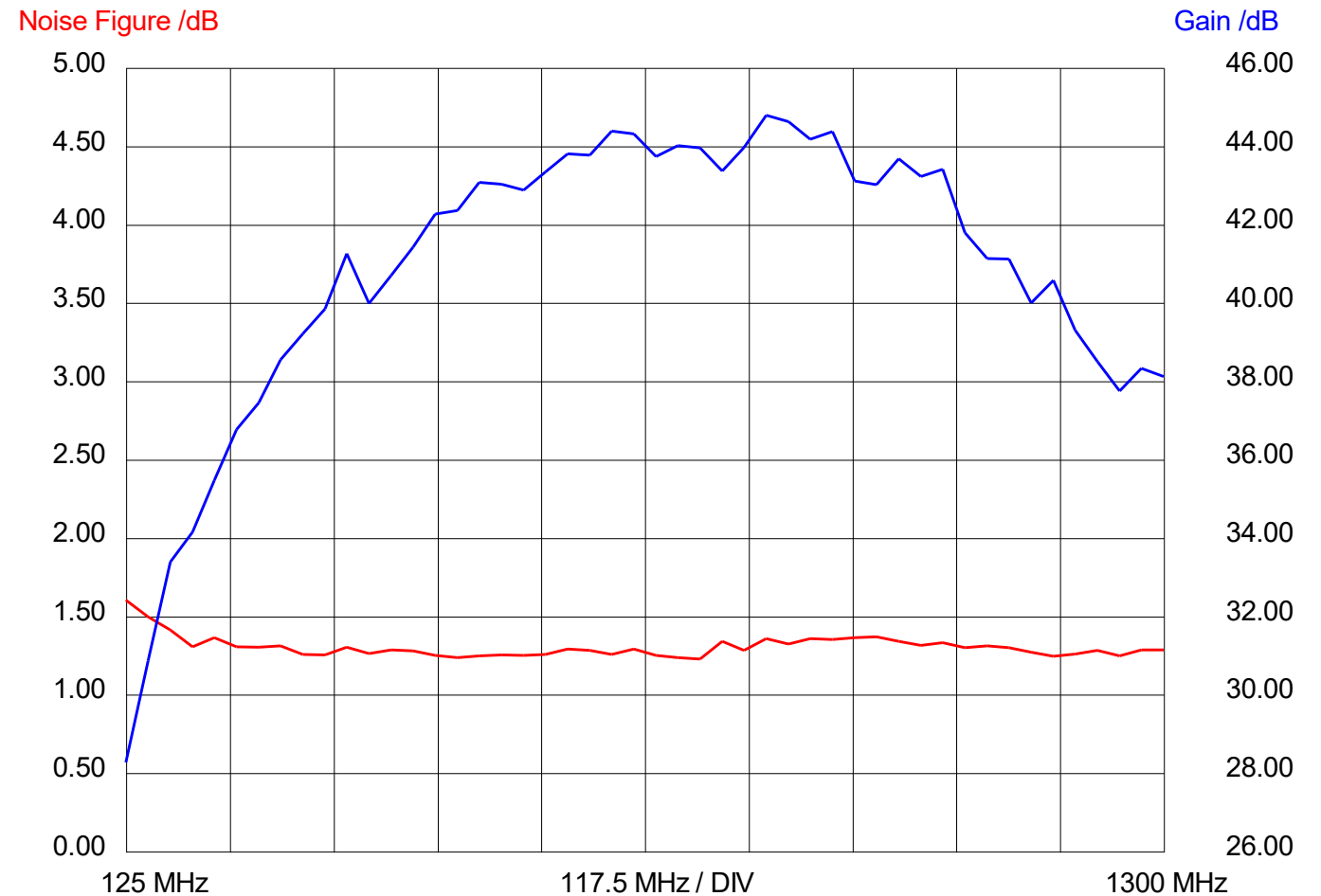
$I_s = 845\text{ mA}$

$f = 300...1300\text{ MHz}$

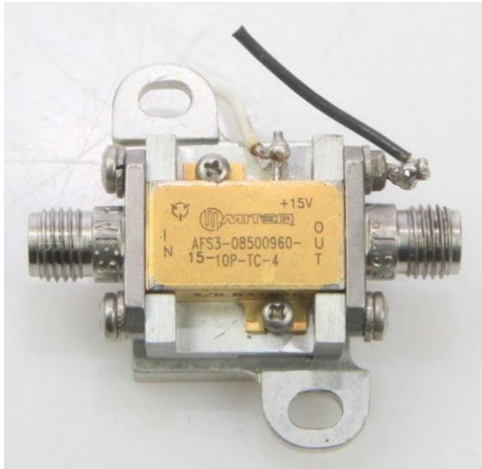
$G_p = 38...50\text{ dB}$

$NF = 1.2...1.4\text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 30\text{ dBm}$



MITEQ AFS3-08500960-15-10p



$V_s = 12...15 \text{ V}$

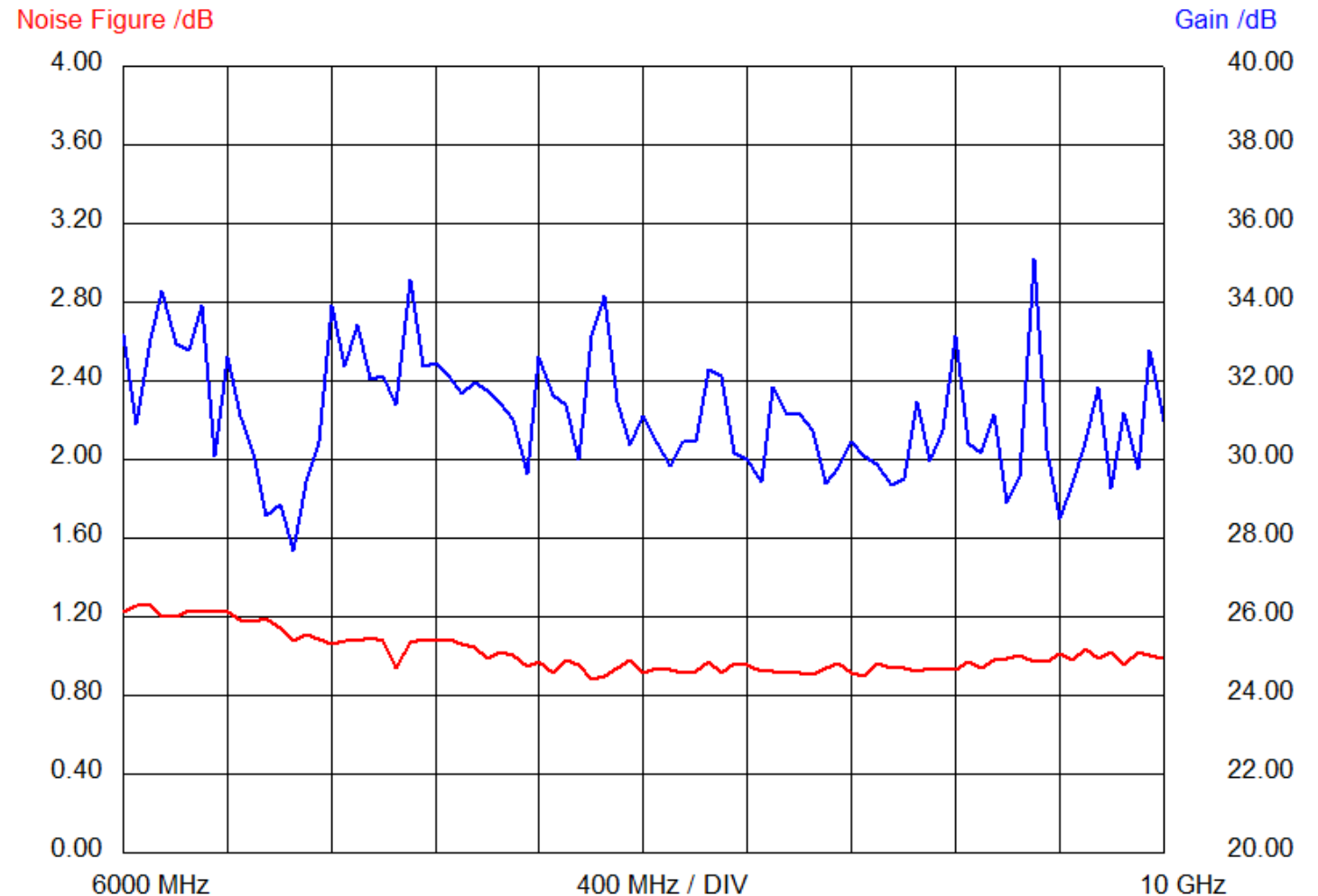
$I_s = 100 \text{ mA}$

$f = 6000...10000 \text{ MHz}$

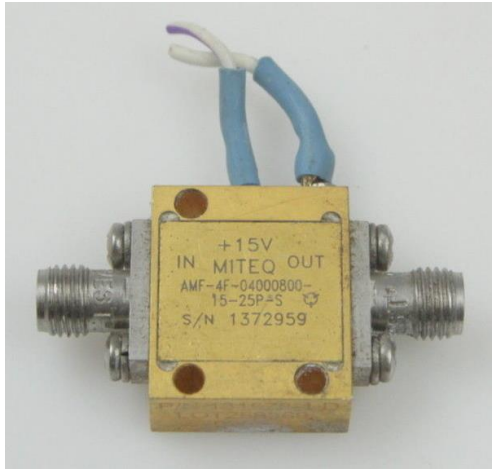
$G_p = 28...34 \text{ dB}$

$NF = 1.0...1.3 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 10 \text{ dBm}$



MITEQ AMF-4F-04000800-15-25P-S



$V_s = 12...15\text{ V}$

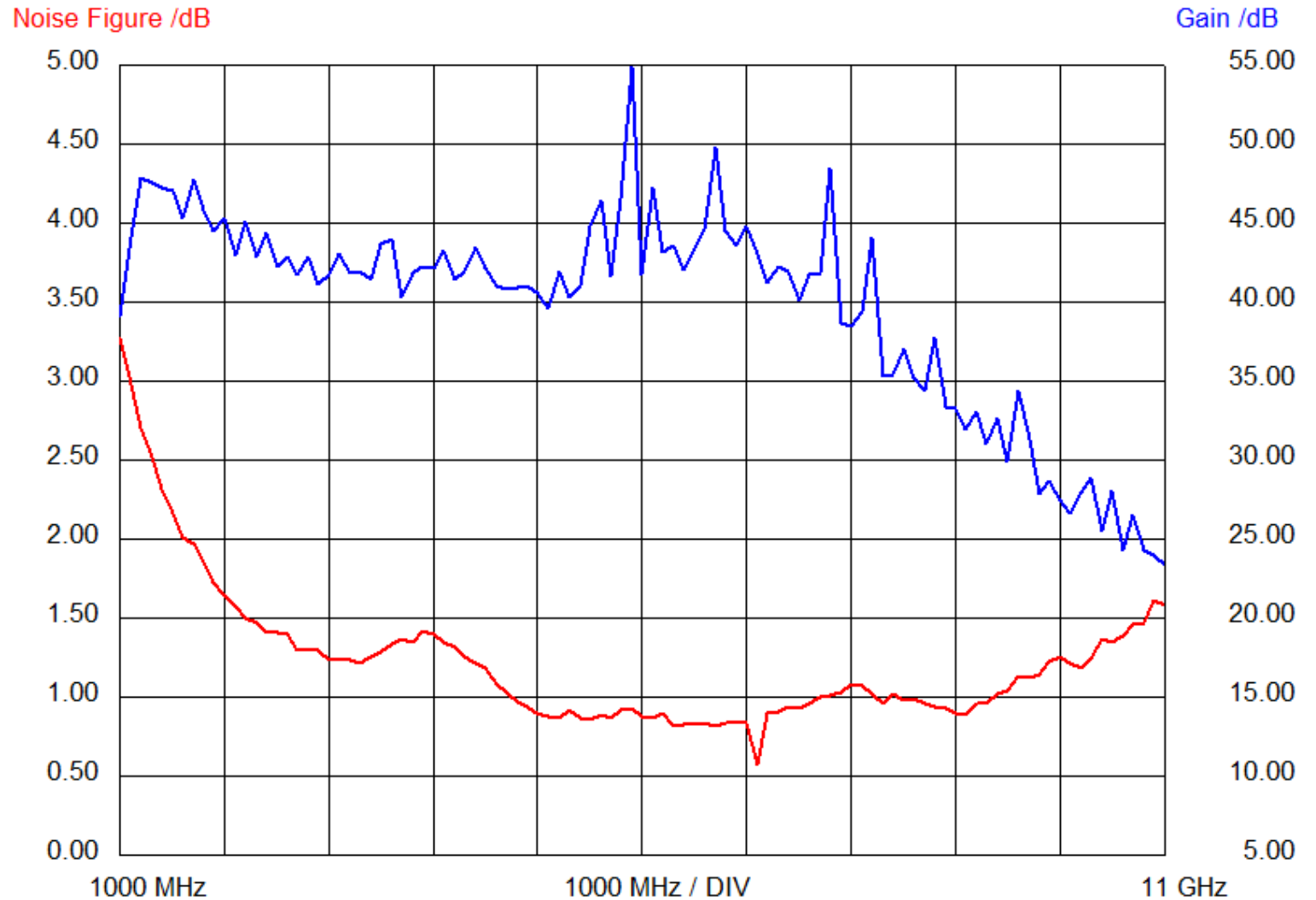
$I_s = ??\text{ mA}$ (nicht mehr vorhanden)

$F = 2400...10500\text{ MHz}$

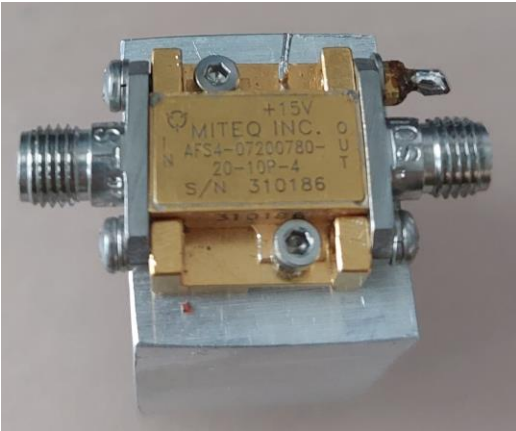
$G_p = 25...50\text{ dB}$

$NF = 0.9...1.4\text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 25\text{ dBm}$



MITEQ AFS4-07200780-20-10P



$V_s = 12...15\text{ V}$

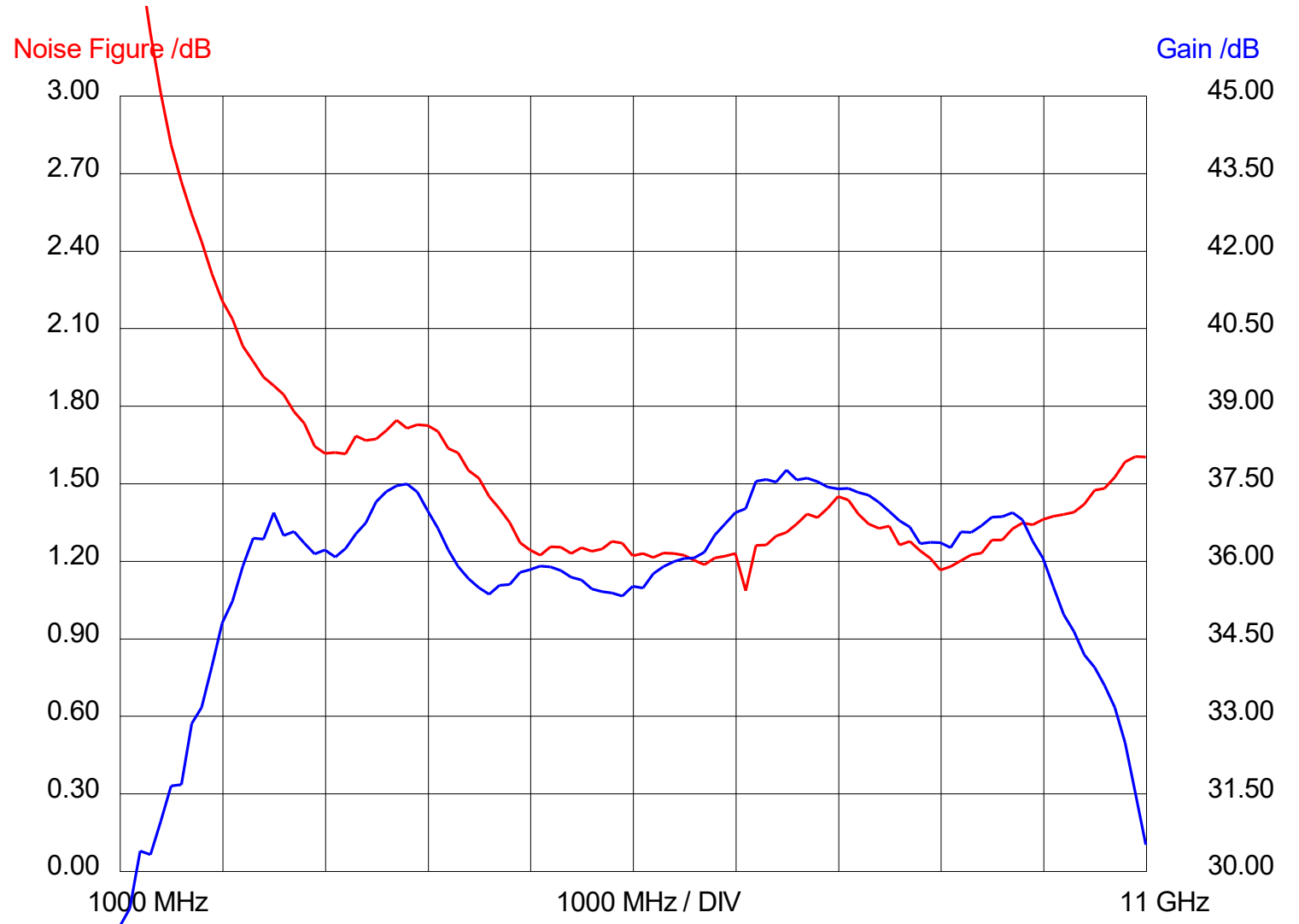
$I_s = 84\text{ mA}$

$f = 4500...10500\text{ MHz}$

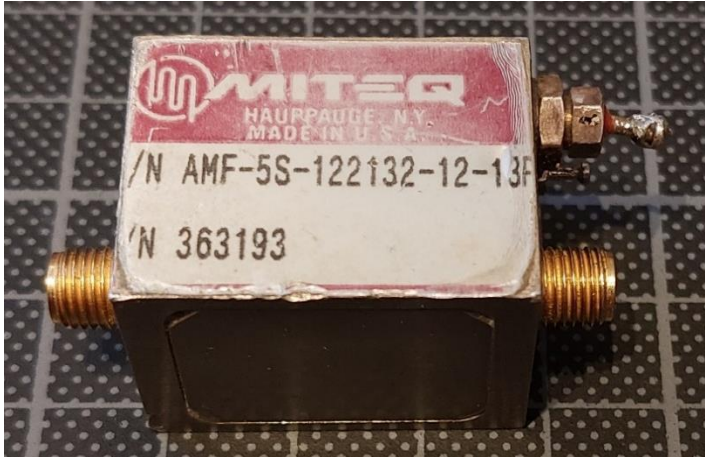
$G_p = 34...37.5\text{ dB}$

$NF = 1.1...1.5\text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 10\text{ dBm}$



MITEQ AMF-5S-122132-12-13P



$V_s = 12 \dots 15 \text{ V}$

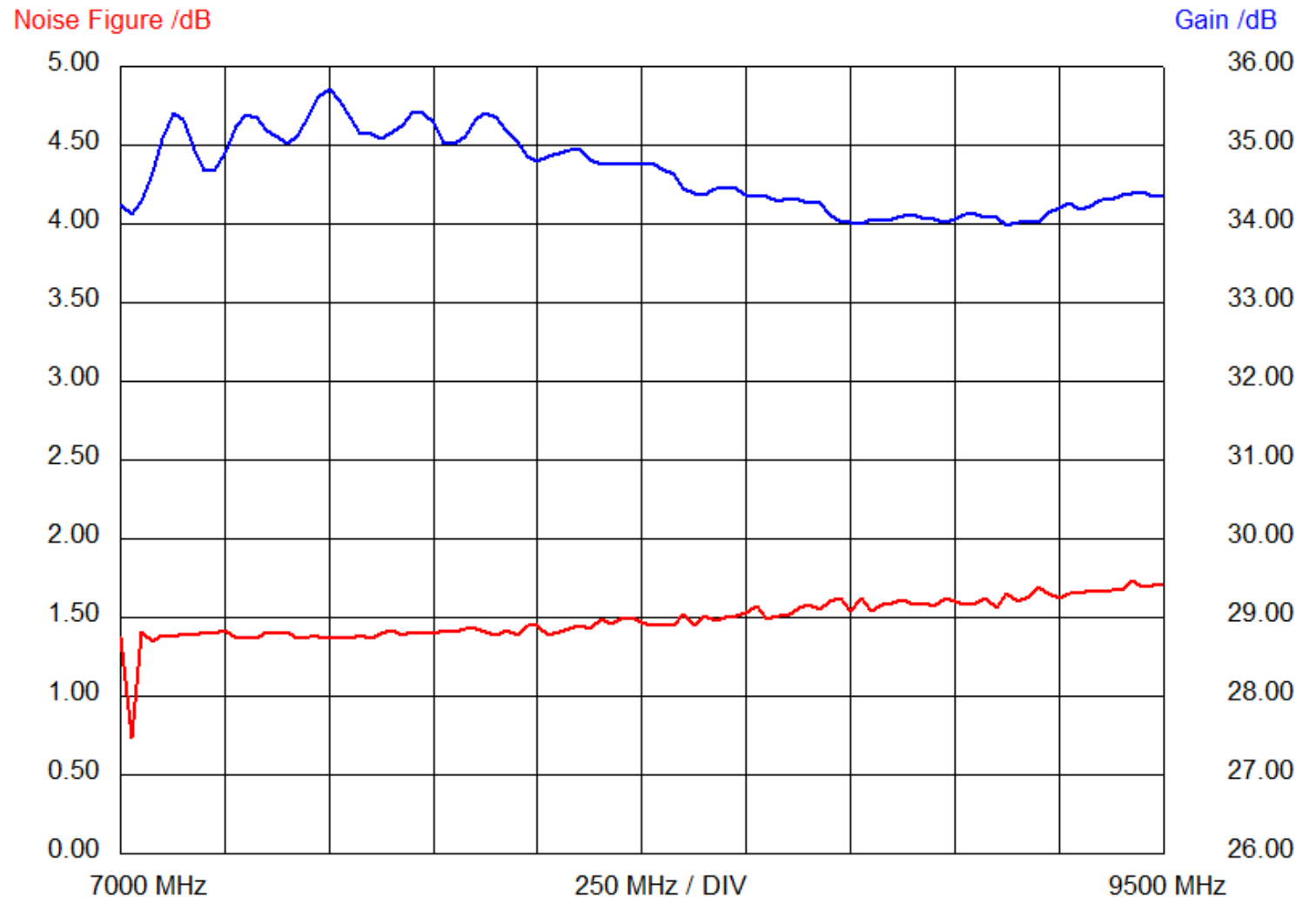
$I_s = 138 \text{ mA}$

$f = 7000 \dots 113200 \text{ MHz}$

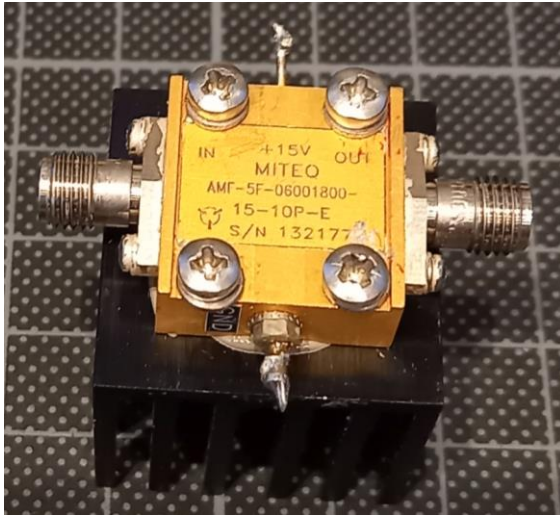
$G_p = 34 \dots 36 \text{ dB}$

$NF = 1.4 \dots 1.7 \text{ dB}$

$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 13 \text{ dBm}$



MITEQ AMF-5F-06001800-15-10P-E



$V_s = 12...15\text{ V}$

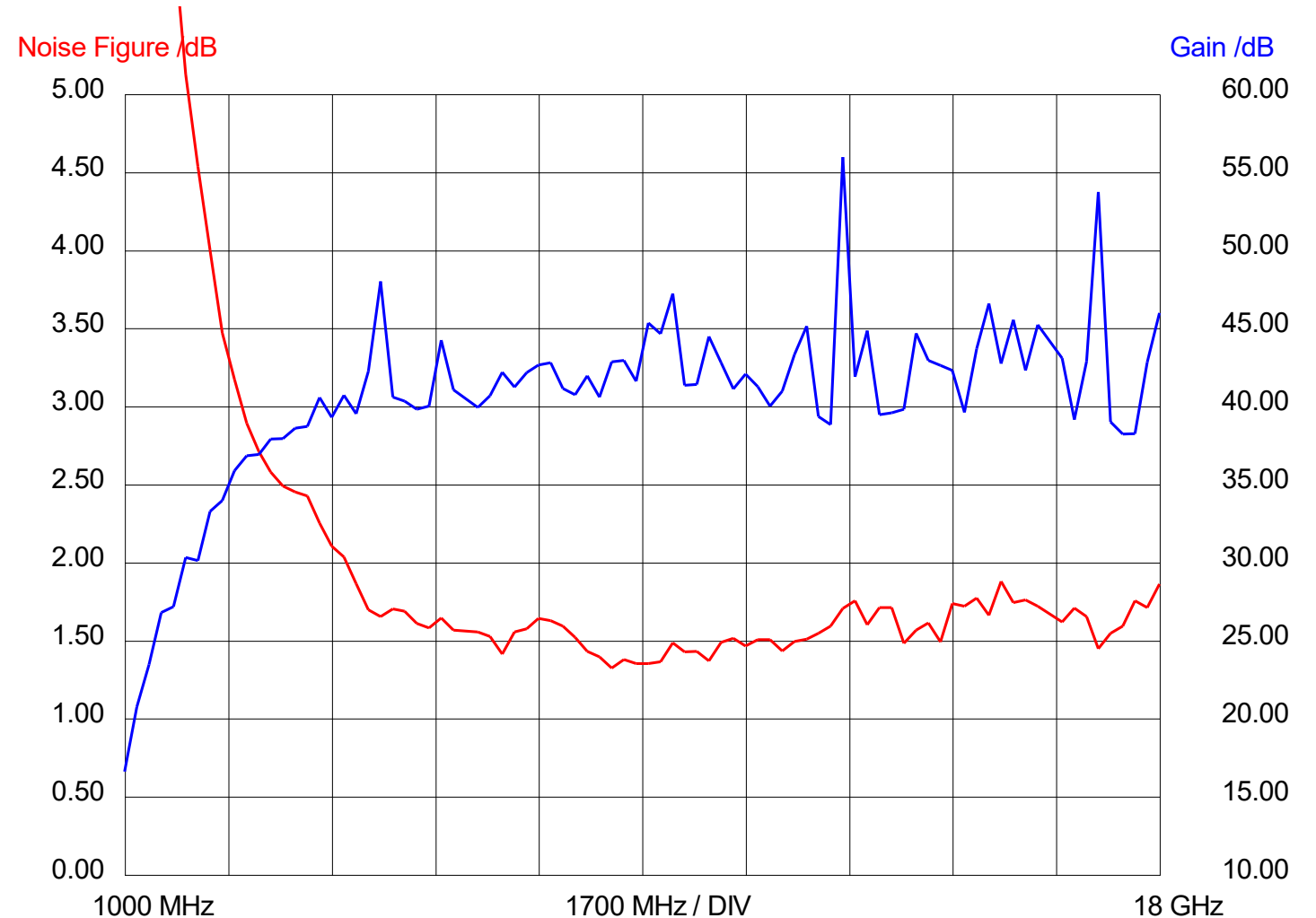
$I_s = 256\text{ mA}$

$f = 5000...18000\text{ MHz}$

$G_p = 39...50\text{ dB}$

$NF = 1.3...1.8\text{ dB}$

$P_{1dB} \text{ ca. } 10\text{ dBm}$



China 5 – 6000 MHz



$$V_s = 5 \text{ V}$$

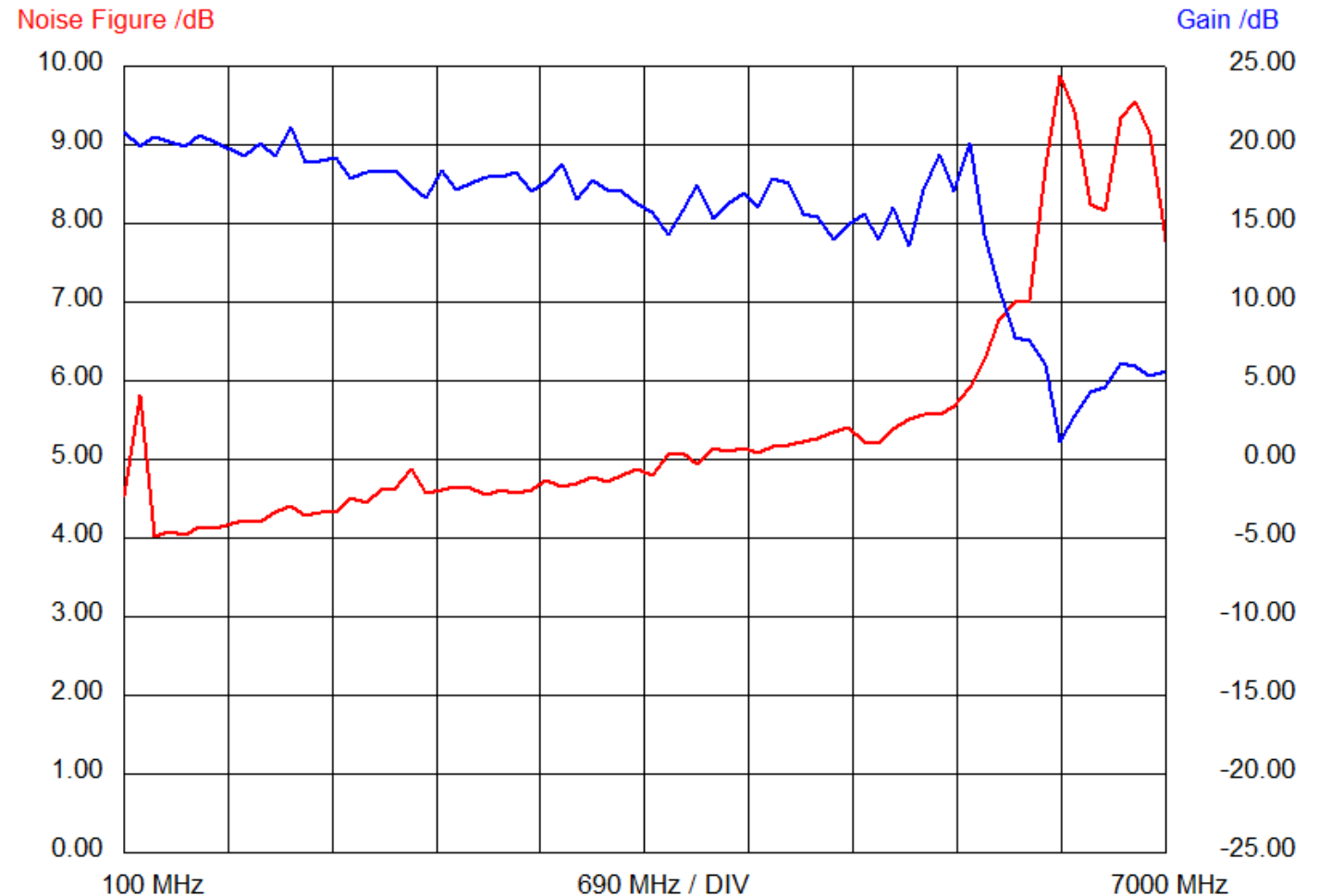
$$I_s = 85 \text{ mA}$$

$$f = 100 \dots 5300 \text{ MHz}$$

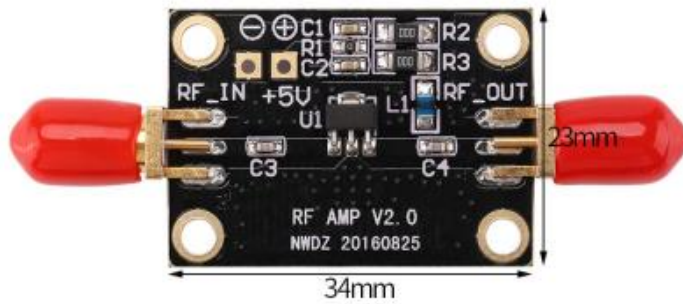
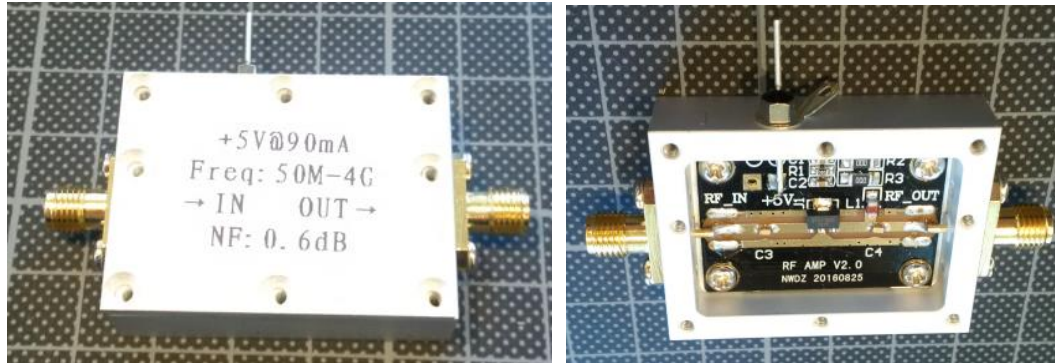
$$G_p = 14 - 20 \text{ dB}$$

$$\text{NF} = 4.0 - 5.5 \text{ dB}$$

$$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 21 \text{ dBm}$$



China 50M-4G NF: 0.6dB based on SPF5189Z



$$V_s = 5 \text{ V}$$

$$I_s = 90 \text{ mA}$$

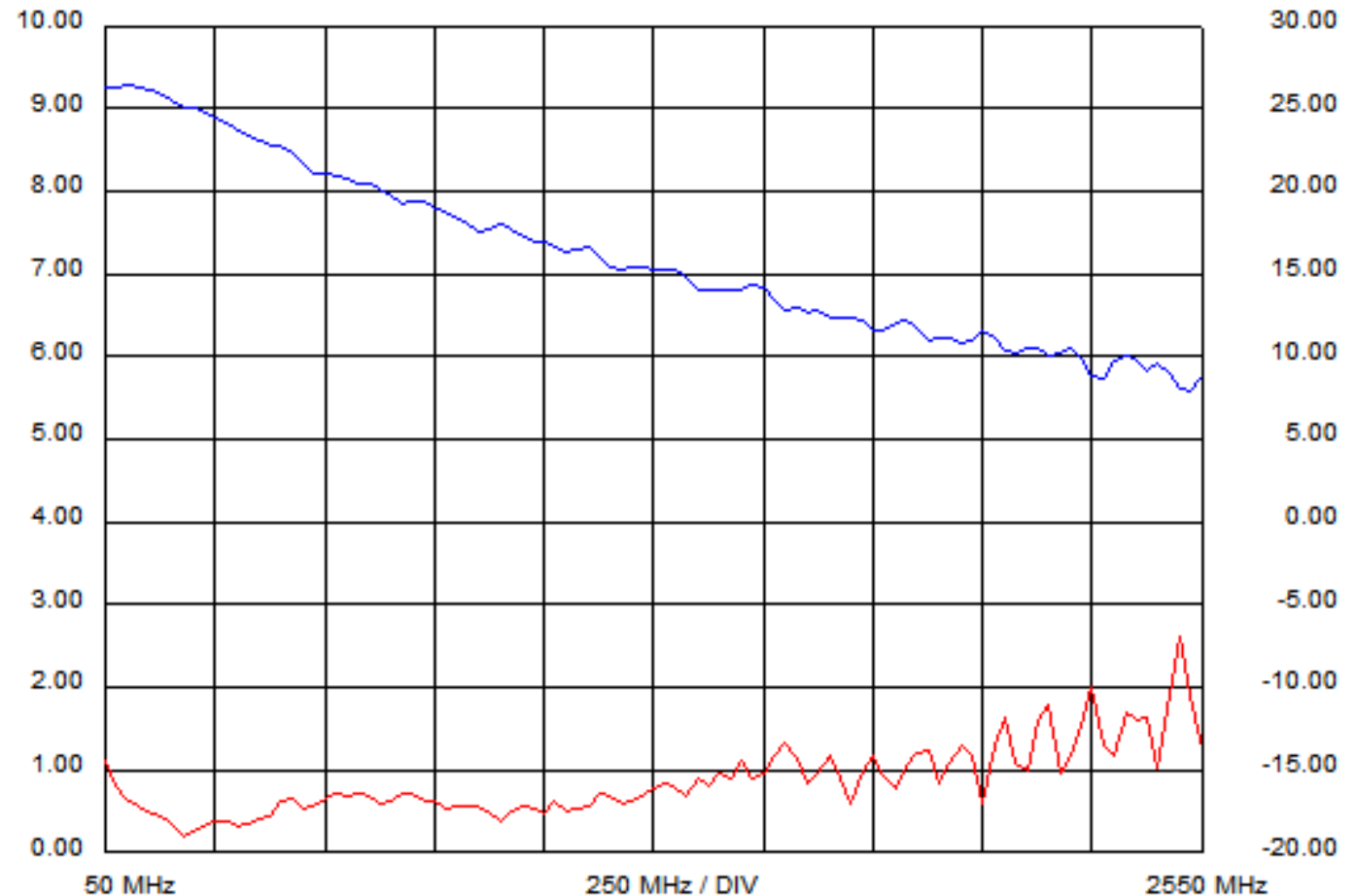
$$f = 50 \dots 2400 \text{ MHz}$$

$$G_p = 10 - 26 \text{ dB}$$

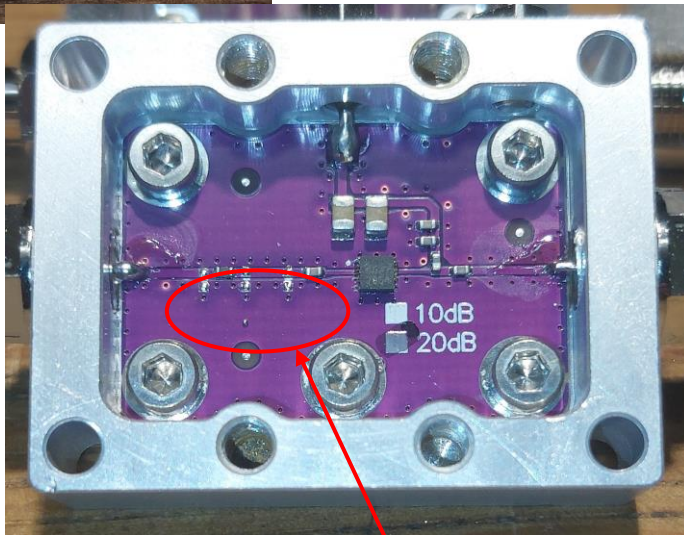
$$\text{NF} = 0.3 - 1.6 \text{ dB}$$

$$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 22 \dots 23 \text{ dBm}$$

Noise Figure /dB



China CONCEPT-RF 50 MHz – 6 GHz mit TQP3M9037



$$V_s = 5 \text{ V}$$

$$I_s = 60 \text{ mA}$$

$$f = 50 \dots 2450 \text{ MHz}$$

$$G_p = 19 - 28 \text{ dB}$$

$$\text{NF} = 0.6 - 1.0 \text{ dB}$$

Noise Figure /dB

3.00

2.70

2.40

2.10

1.80

1.50

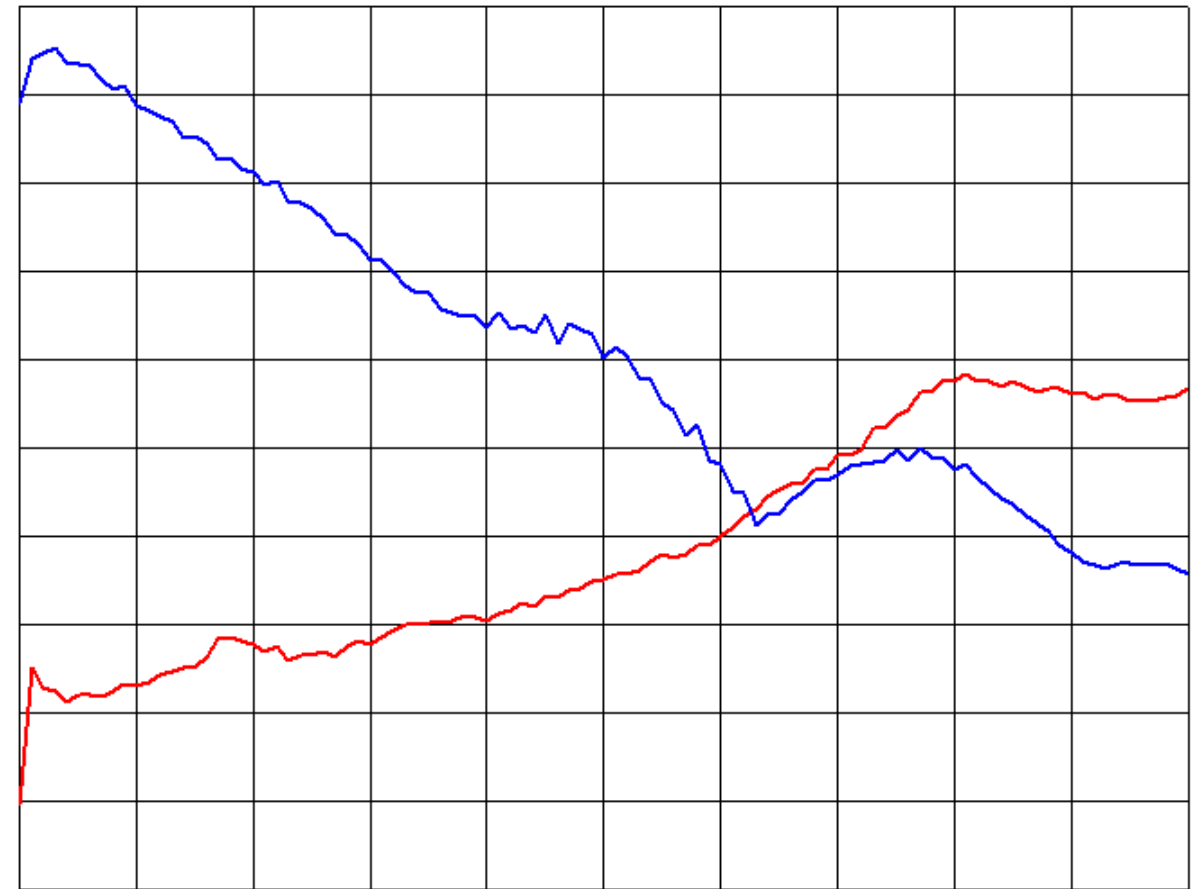
1.20

0.90

0.60

0.30

0.00

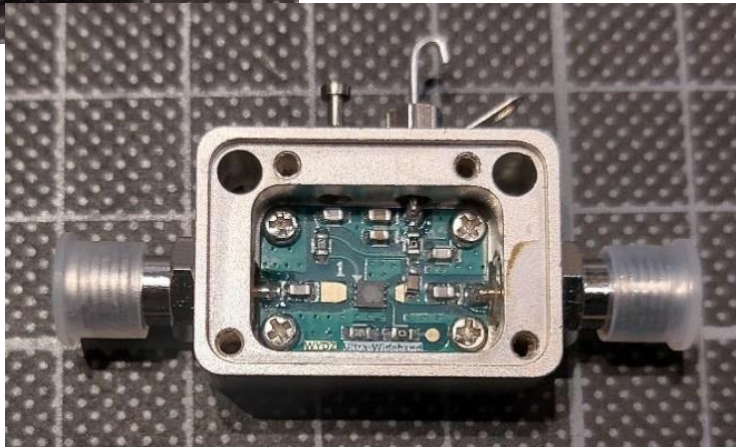


50 MHz

500 MHz / DIV

5050 MHz

WYDZ-Ultra Low Noise LNA (vermutlich mit QPL9547)



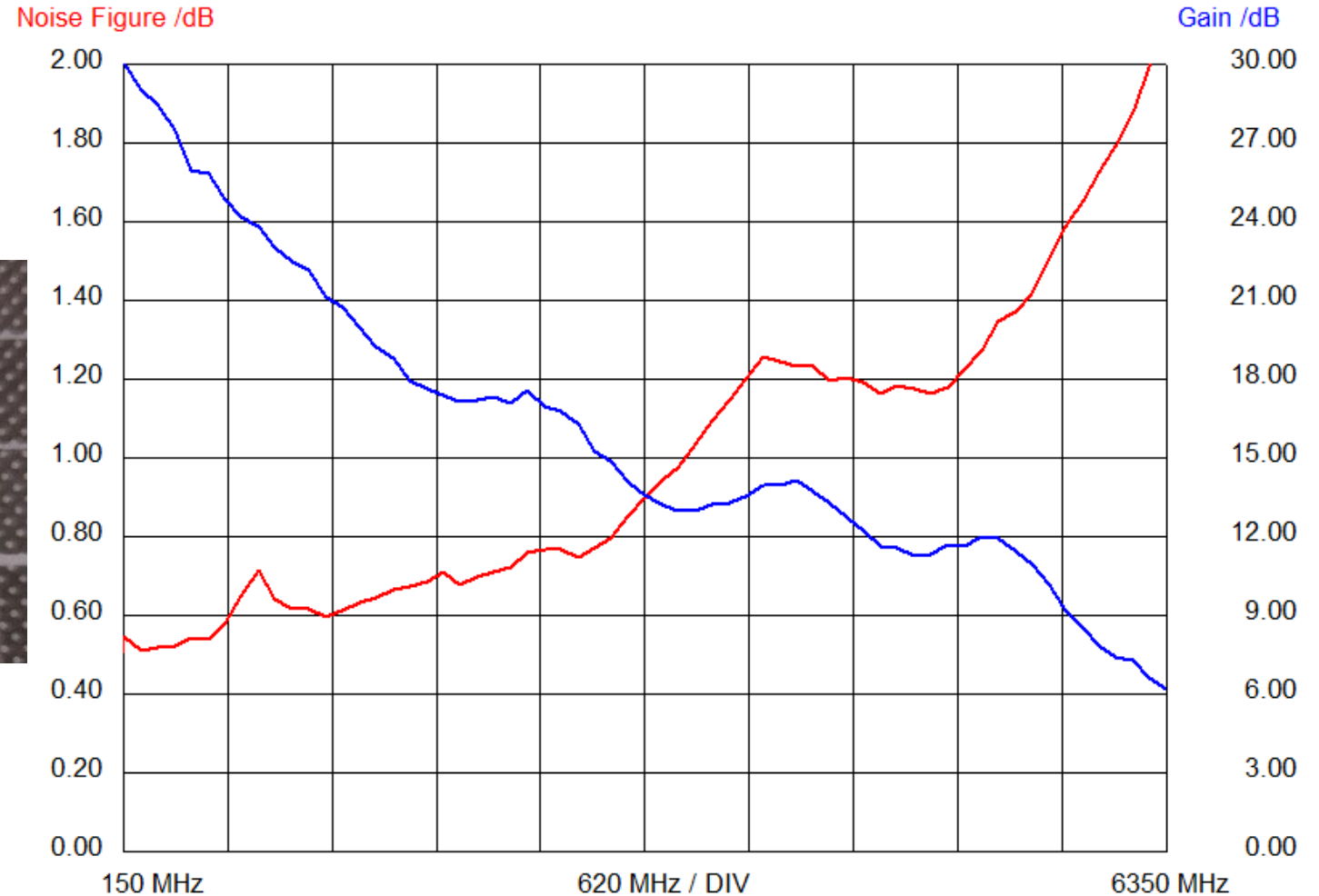
$$V_s = 5V$$

$$I_s = 58 \text{ mA}$$

$$f = 145 \dots 2400 \text{ MHz}$$

$$G_p = 17 - 30 \text{ dB}$$

$$NF = 0.5 - 0.7 \text{ dB}$$



China WYDZ-LNA-10M-10G-20dB



$$V_s = 5 \text{ V}$$

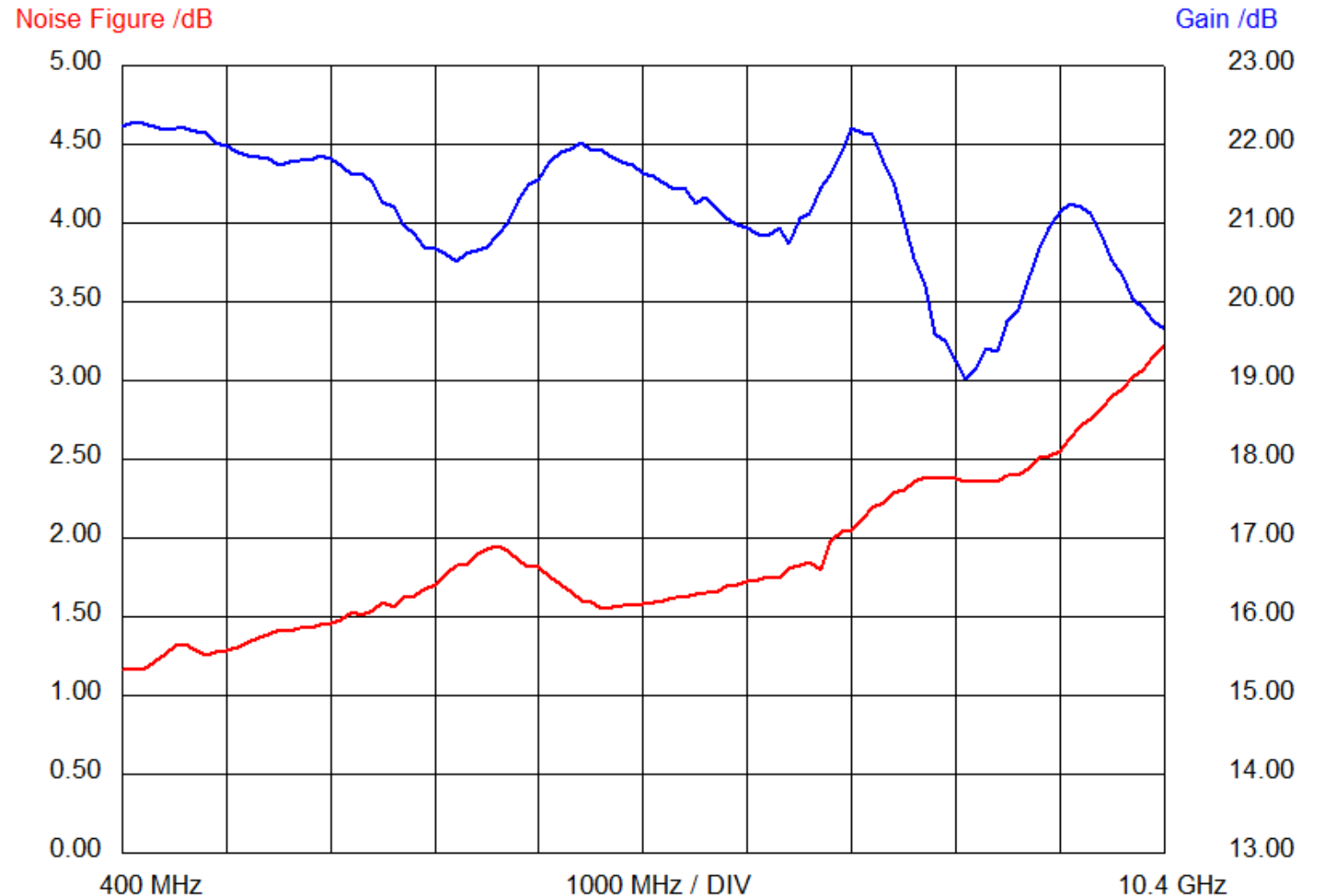
$$I_s = 66 \text{ mA}$$

$$f = 10 \dots 10000 \text{ MHz}$$

$$G_p = 19 - 22 \text{ dB}$$

$$NF = 1.2 - 3.2 \text{ dB}$$

$$P_{1\text{dB}} \text{ ca. } 20 \text{ dBm}$$

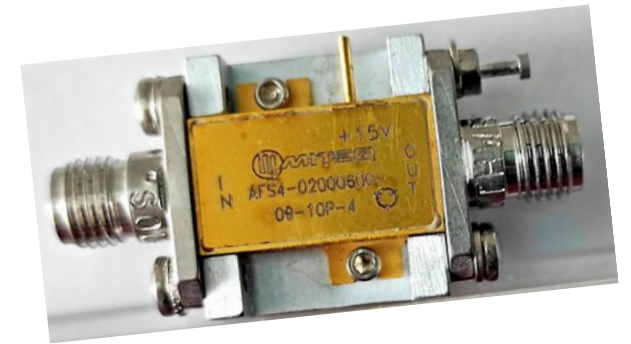


Agenda

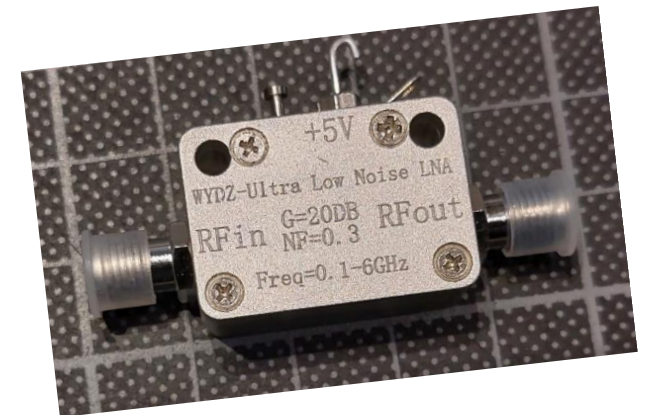
- Einführung
- Messaufbau
- Übersicht der gemessenen Verstärker
- Details zu den Verstärkern
- **Zusammenfassung**

Zusammenfassung

Allgemein lässt sich feststellen, dass die MITEQ Verstärker bis auf wenige Ausnahmen ihre Spezifikationen einhalten und in der Regel hinsichtlich ihrer Bandbreite deutlich übertreffen, wenn man eine größere Verstärkungsvariation erlaubt.



Es gibt auch einige Breitbandverstärker aus China die trotz ihres sehr niedrigen Preises für Amateurfunkanwendungen sehr interessant sind.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Fragen werden gerne beantwortet !

Diese Präsentation sowie weitergehende Informationen
sind auf meiner Homepage www.dd1us.de zu finden !

GHz-Tagung Dorsten

DARC e. V. Distrikt Westfalen-Nord



Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland