

Gerhard Hoffmann DK4XP

dk4xp@arcor.de

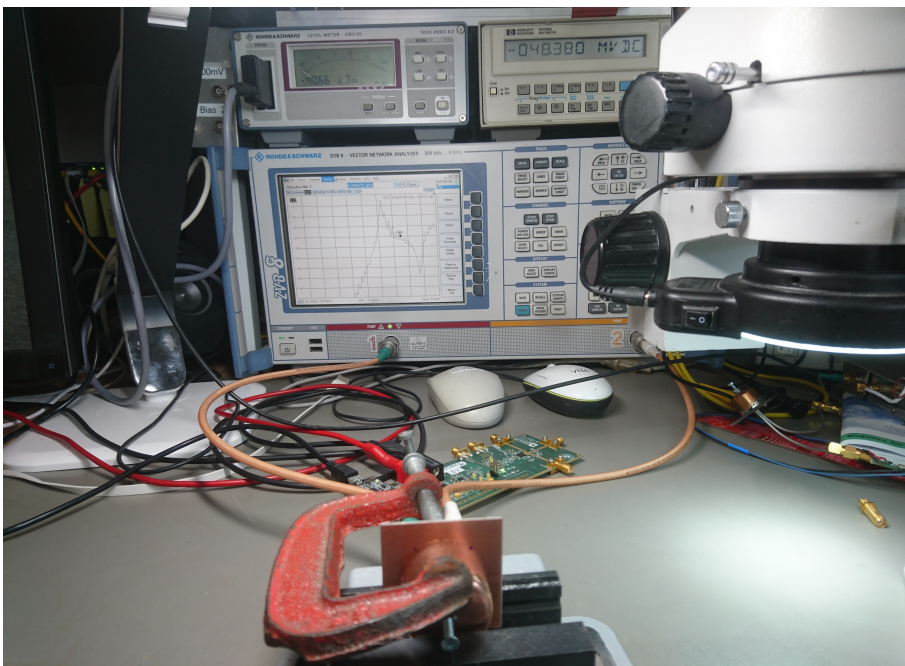
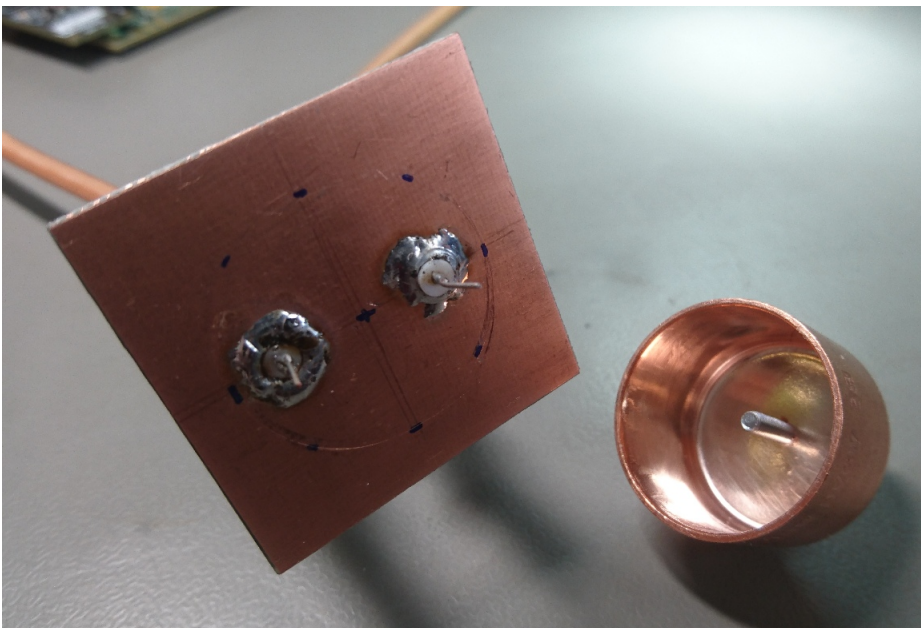
ghf@hoffmann-hochfrequenz.de

Pipe Cap Filter Lab Notes

www.hoffmann-hochfrequenz.de/downloads/PipeCapFilters.pdf

Version 0.99

These here are my lab notes, never intended for publication, but the measurements may help some people. Sorry, my network analyzer ends at 8 GHz.



The filters do not need to be soldered. Some pressure is enough.

from W1GHZ:

http://www.w1ghz.org/filter/Pipe-cap_Filters_Revisited.pdf

3/4" Pipe-Cap Filters

Three-quarter inch pipe caps are ideal for 5760 MHz. I also used them at 3.3 GHz in the multiplier chain of the 10 GHz single-board transverter⁷. Curves for the 3/4 -inch pipe caps are shown in Figure 15, as a function of resonant frequency, and in Figure 16, as a function of probe length for each tuning screw position. In the latter plot, we can again see the bandwidth leveling off for short probe lengths, an indication of increasing loss. Like the one-inch version, it appears that the loss will increase for 3-dB bandwidths less than 1% of the resonant frequency. While I can't find records from measurements, I recall that the typical loss is lower than the 1/2 -inch version, probably similar to the one-inch version.

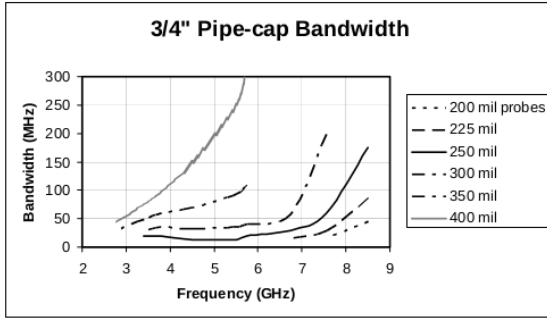


Figure 15

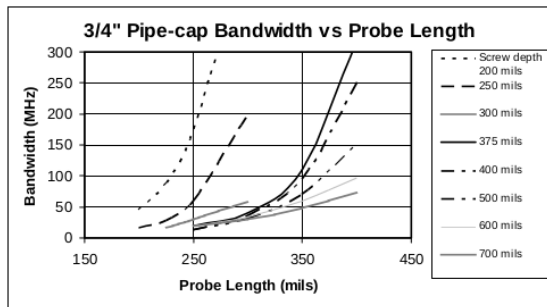


Table 1. Nominal Pipe Cap Dimensions

Size	Inner Diameter	Inside Height	Probe Spacing
1/2"	0.625"	0.565"	0.375"
3/4"	0.875"	0.880"	0.5"
1"	1.125"	0.920"	0.7"

I measured those from the local Globus hardware store:

nominal diameter	interior dia	outer dia	outer height	my layout decal including ring for soldering
18 mm	18 mm	19.8 mm	15 mm	25 mm
22 mm ~ "3/4"	21.3 mm	24.3 mm	18 mm	30 mm drilled 12mm distance
28 mm	28 mm	30.0 mm	21.3 mm	--



Beim Pipecap filter ist der max. Strom oben bei der Schraube, unten an der Platine fließt fast kein Strom. Messingschrauben sollen 1-2 dB weniger Verluste machen als Stahl. Nach hohen Frequenzen hin ist bei den PipeCapFiltern Hopfen & Malz verloren, die koppeln dann irgendwann direkt und es macht kaum noch einen Unterschied, ob der Topf überhaupt auf der Platine ist. Wenn man die Schraube in das Filter reindreht, dann sinkt die Resonanzfrequenz. Ich habe versucht, die Innenseite der Endkappe zu versilbern, das hat aber nicht wirklich funktioniert. Da muss eine Schutzbeschichtung vorhanden sein. Abrasive Methoden wollte ich vermeiden wegen der schlechteren Oberflächenrauigkeit.

In a pipe cap filter the maximum current is close to the screw, nearly nothing at the board. Brass screws are said to be better than steel by 1-2 dB. At really high frequencies all is lost wrt suppression. There it doesn't even matter if the cap is on the board or not. I tried to silver plate the inside of the cap but that did not work out. The end caps must have been treated with some anti-corrosive.

28 mm:

Die beiden SMA-Stecker sind 17.5mm auseinander, center-2-center. Das müssten etwa 700 mil sein.

Filter ist noch nicht zugelötet, unten Bohrschraubstock, oben Schraubzwinde. Die M3-Schraube schlackert, für das Bild muss man sie mit dem Schraubenzieher belasten, und zwar fest.

Der 28mm Topf geht bis 3.17 GHz runter mit der Schraube praktisch drinnen.

22 mm:

SMA-Stecker sind 11 mm auseinander

Platine SOT-89 + 18 mm id Distance 12.7 mm = 500 mil

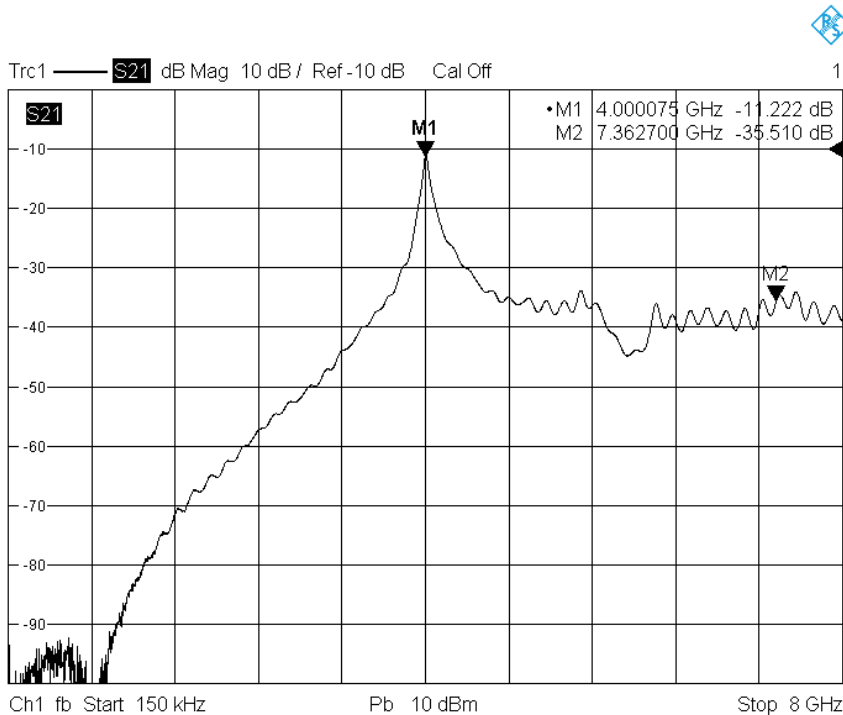
Platine SOT-89 + 22 mm id = 3/4" Distance 12.7 mm = 500 Mil,
Fehler, sollte bei V2 auf 700 mil vergrößert werden, es sei denn, das ist bei den Messungen besonders gut. W1GHZ empfiehlt aber 500 mil für 3/4"

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 18 mm
probe distance / Antennenabstand: 10.5 mm
probe length / Länge der Antennen: ?
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz

Das ist das Filter mit den unpraktisch langen SemiRigid-Kabeln.

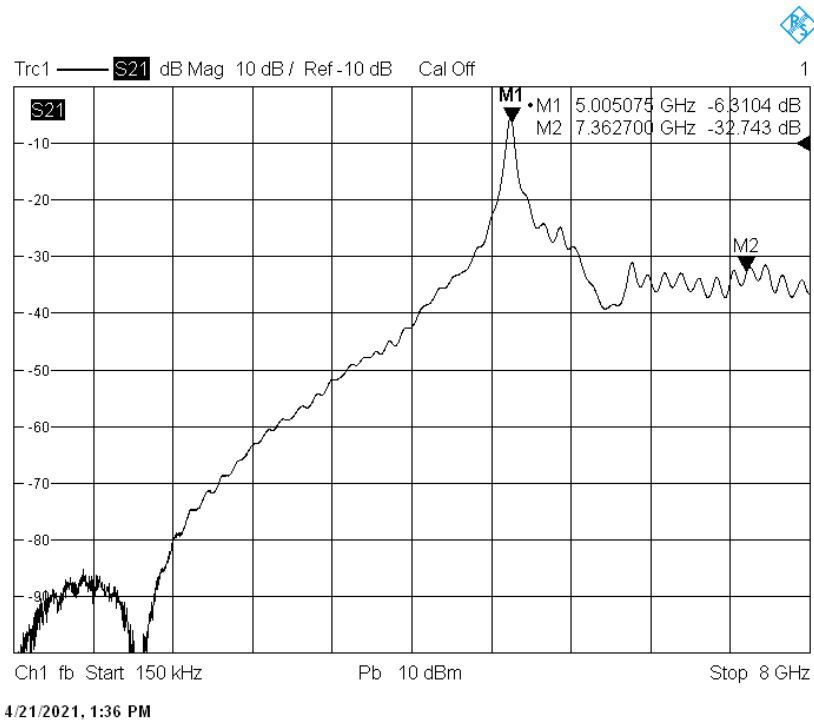
Ich kann das Filter bis ca 3 GHz runterziehen (Schraube fast am Anschlag)
Macht dann eben viel Verluste. Man kann es abstimmen bis 13 GHz. Einige
Frequenzen dazwischen sehen aber nicht so toll aus.

It can be tuned from 3 GHz to nearly 13 GHz, but some frequencies do not really
work. The ripple comes from neglecting VNA recalibration.

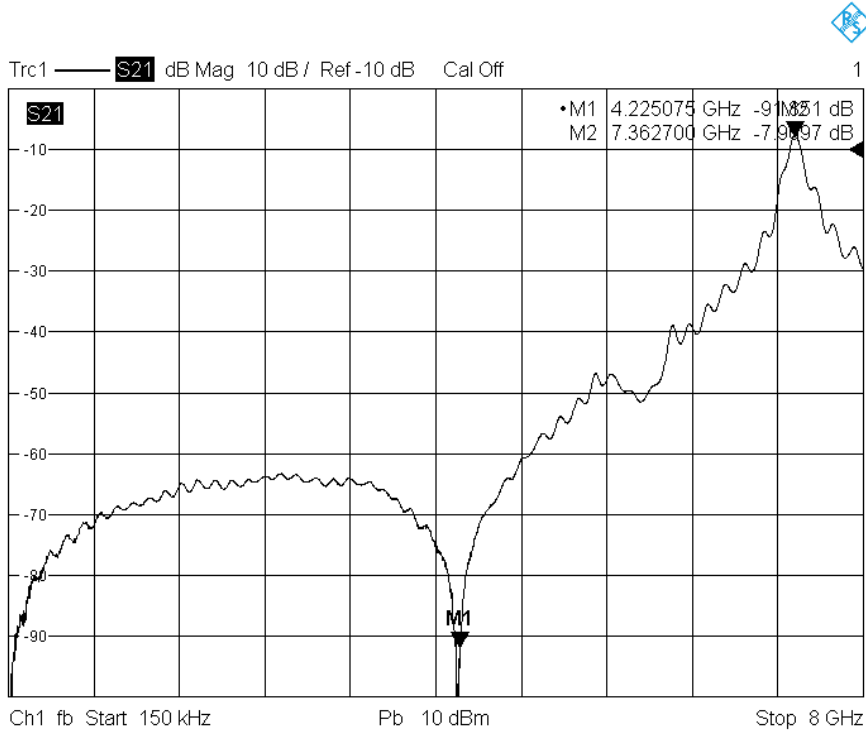


4/21/2021, 1:27 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 18 mm
probe distance / Antennenabstand: 10.5 mm
probe length / Länge der Antennen: ?
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz



int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 18 mm
 probe distance / Antennenabstand: 10.5 mm
 probe length / Länge der Antennen: ?
 tuning frequency / abgestimmt auf: 7.3 GHz

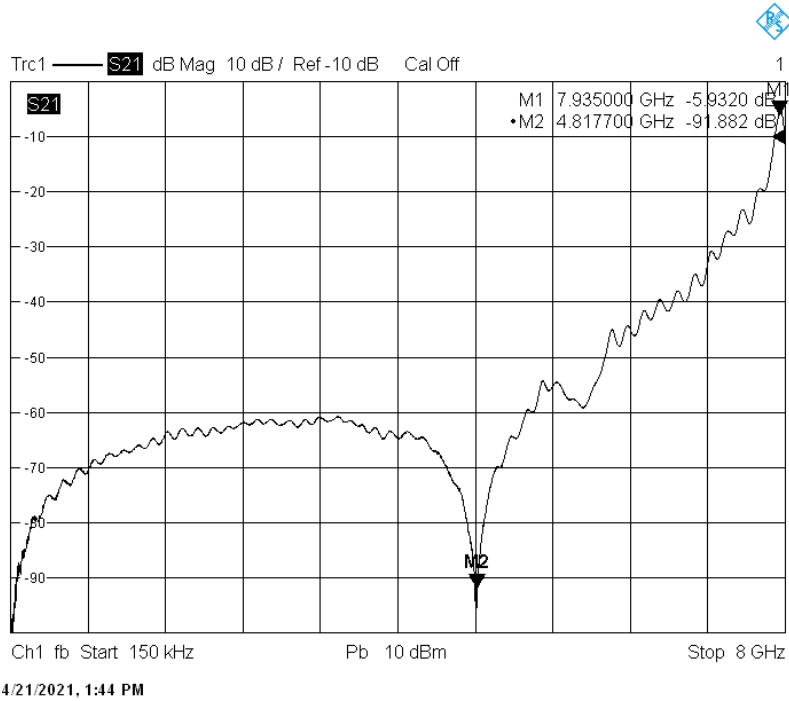


4/21/2021, 1:10 PM

Grunddämpfung der Kabel ist ca 2.5 dB, VNA unkalibriert, deshalb die unruhige Spur.

VNA was uncalibrated, therefore the ripple on the trace. Port cable loss abt. 2.5 dB

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 18 mm
probe distance / Antennenabstand: 10.5 mm
probe length / Länge der Antennen: ?
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz



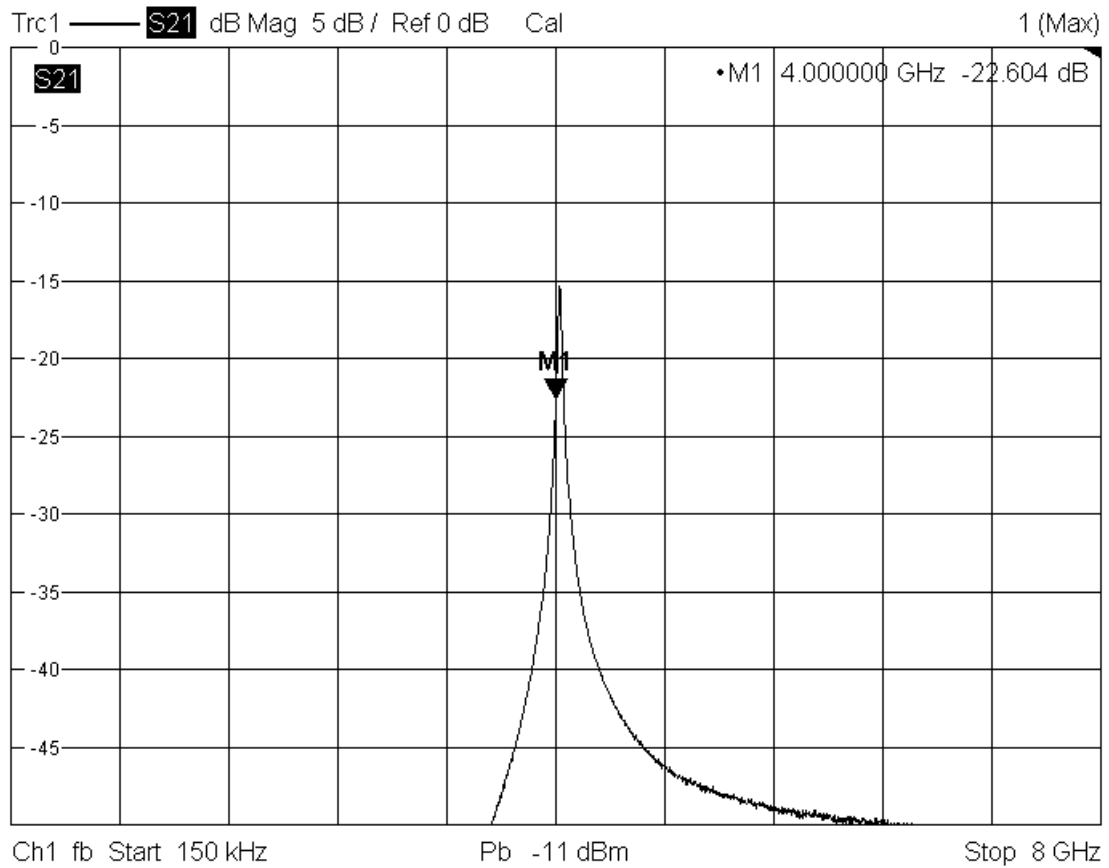
Für 8 GHz taugt das 18 mm-Filter jedenfalls.
 Usable for 8 GHz.

=====

Bis hierher habe ich geglaubt, das wäre eine Beschäftigung für einen Abend. Es wurde aber deutlich mehr Arbeit. Ab hier ist der Network-Analyzer sauber mit dem ECAL-Klotz kalibriert.

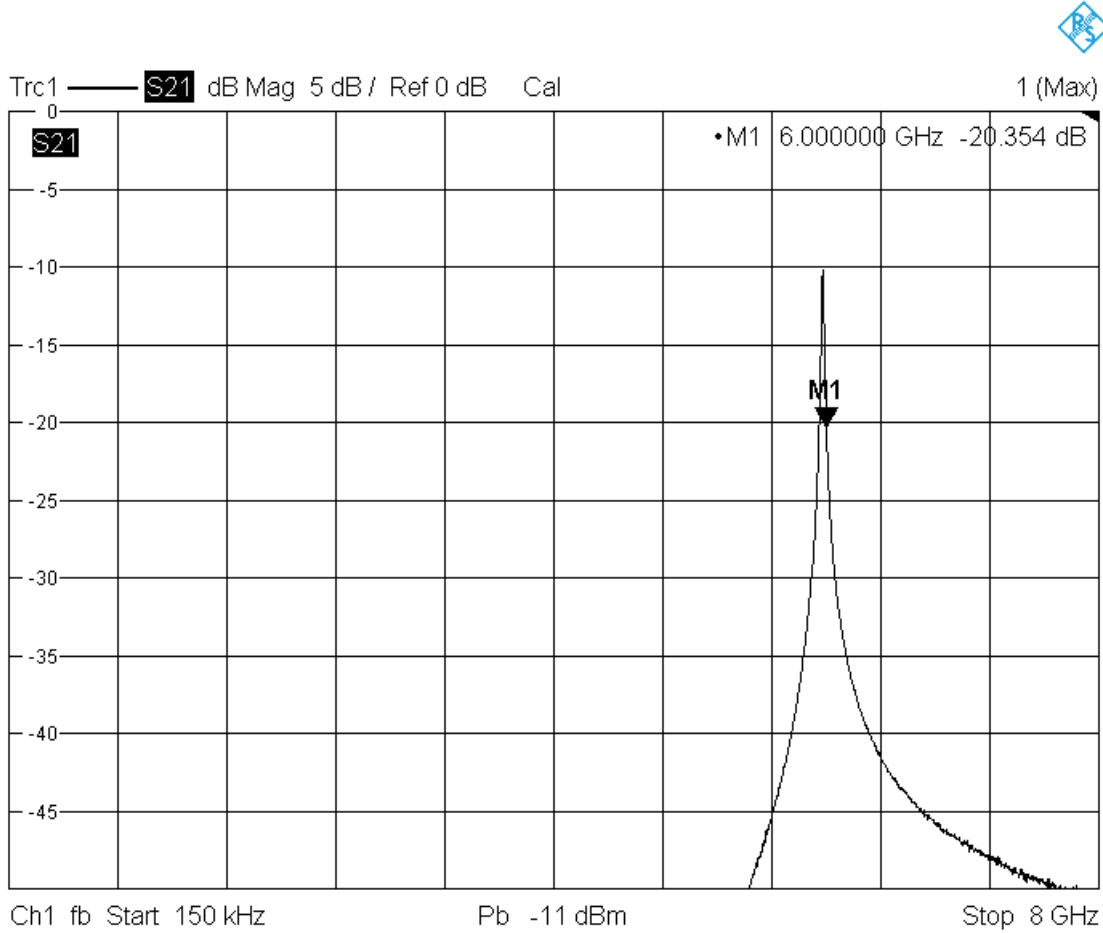
Up to here, I expected an experiment for an evening. But it turned out to be real work. For the rest of the pictures, the VNA is recalibrated with its ECAL-unit.

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 2.5 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



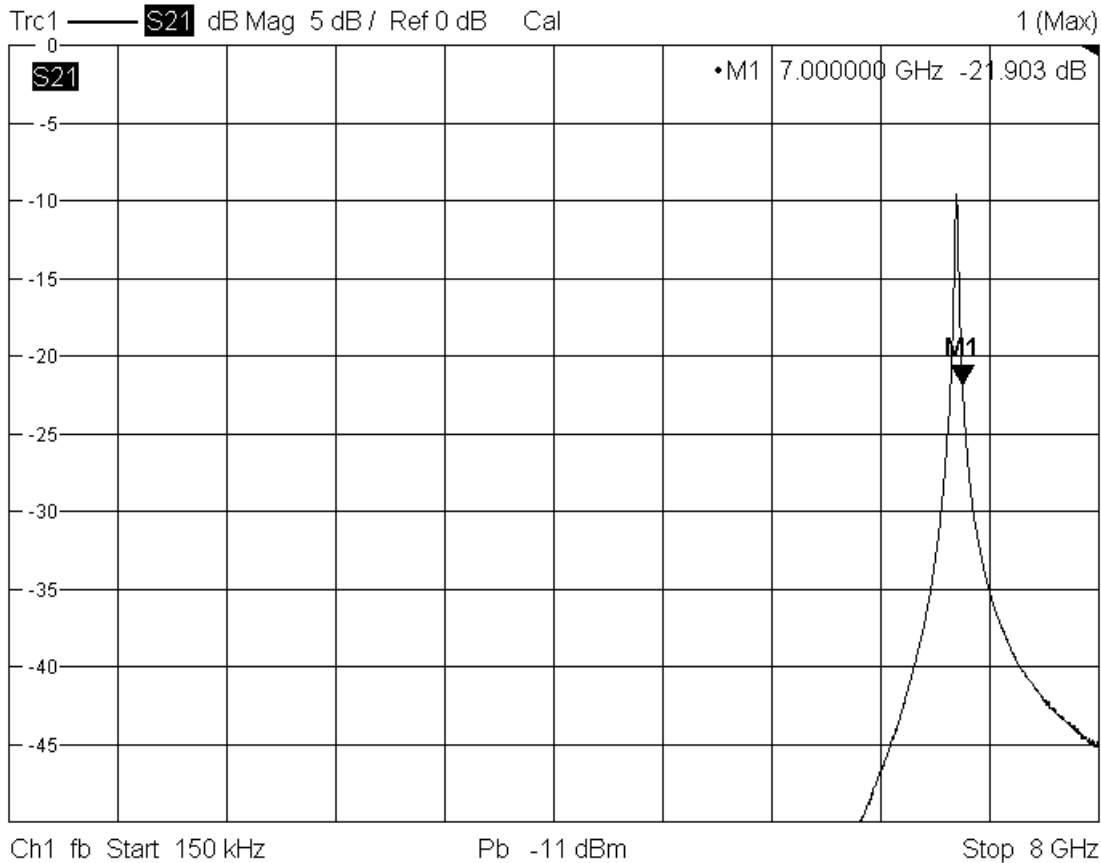
6/28/2021, 3:21 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 2.5 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



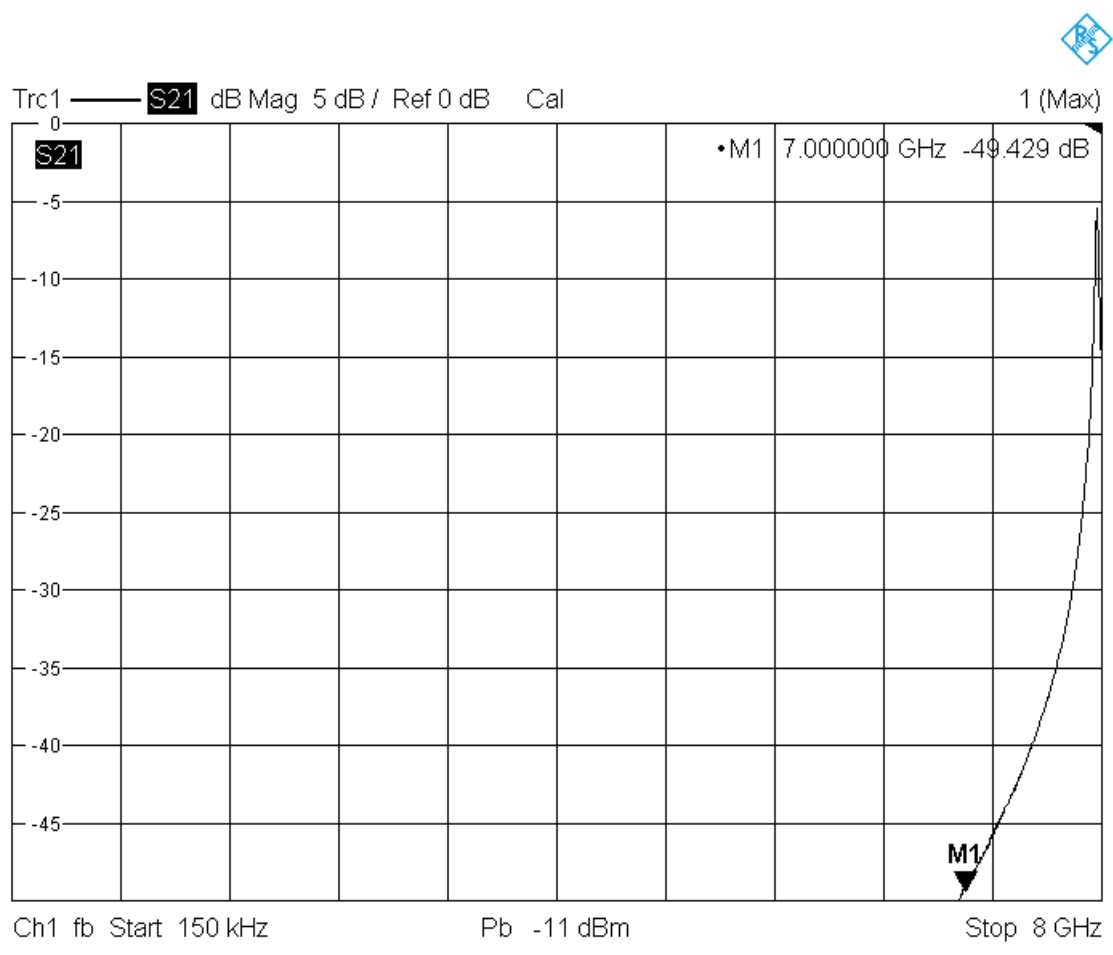
6/28/2021, 3:23 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 2.5 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



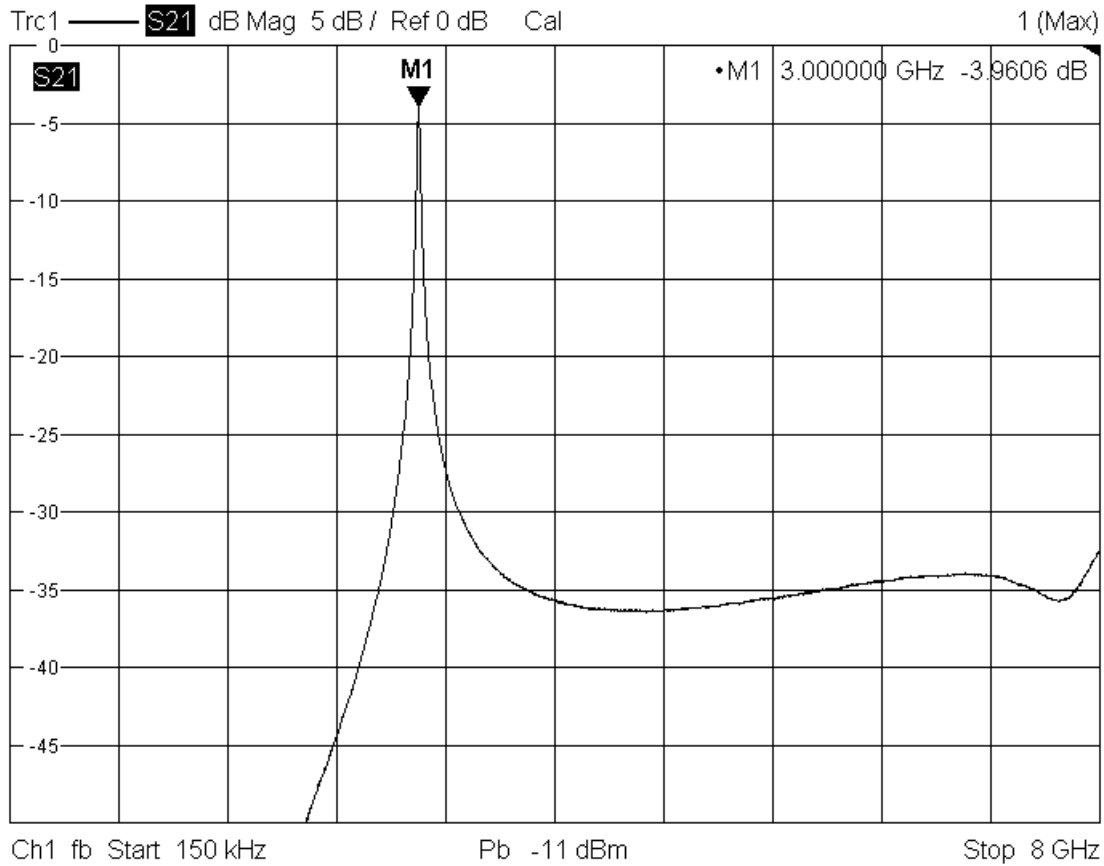
6/28/2021, 3:24 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 2.5 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz



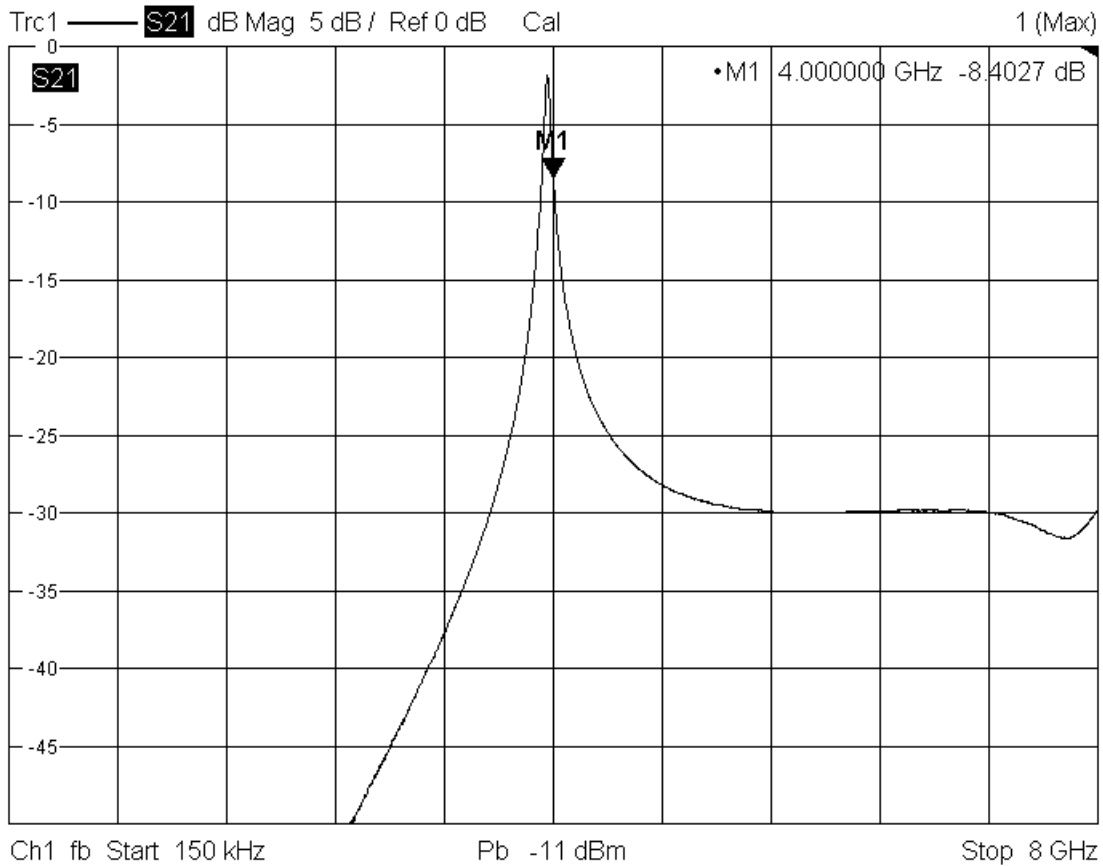
6/28/2021, 3:26 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 7 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 3 GHz



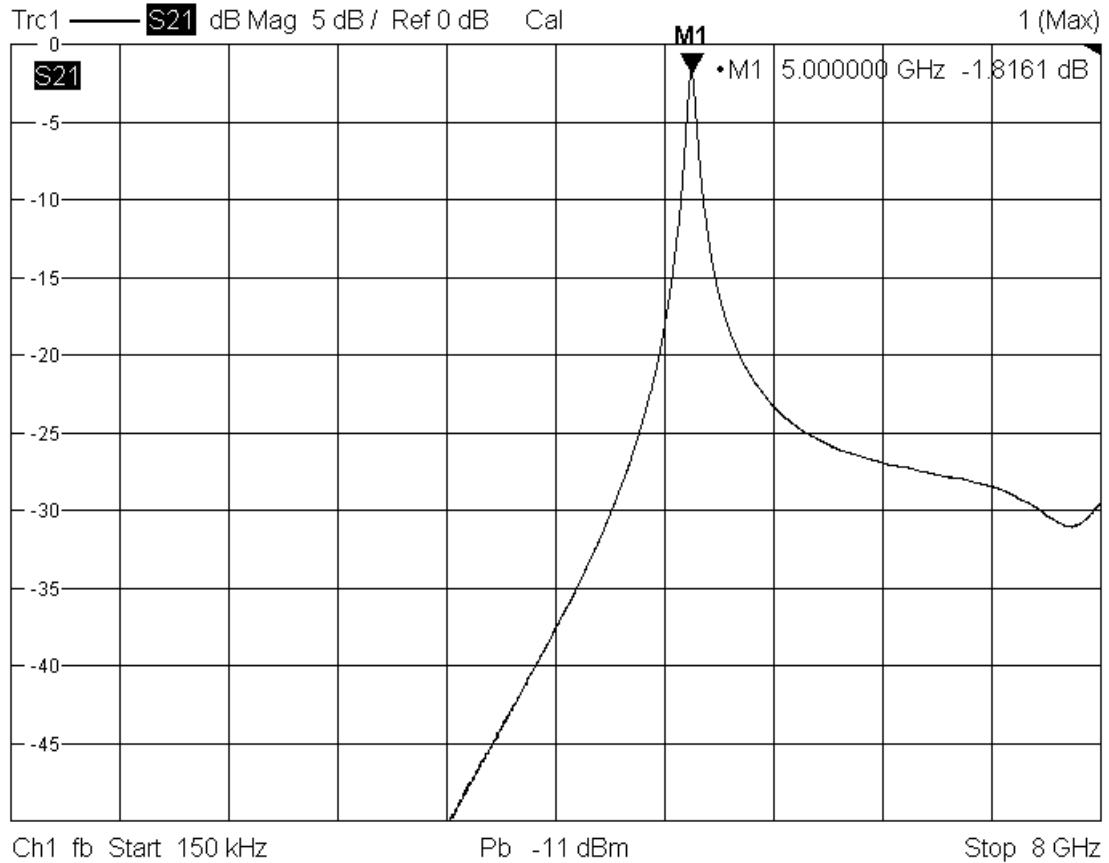
6/28/2021, 3:49 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 7 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



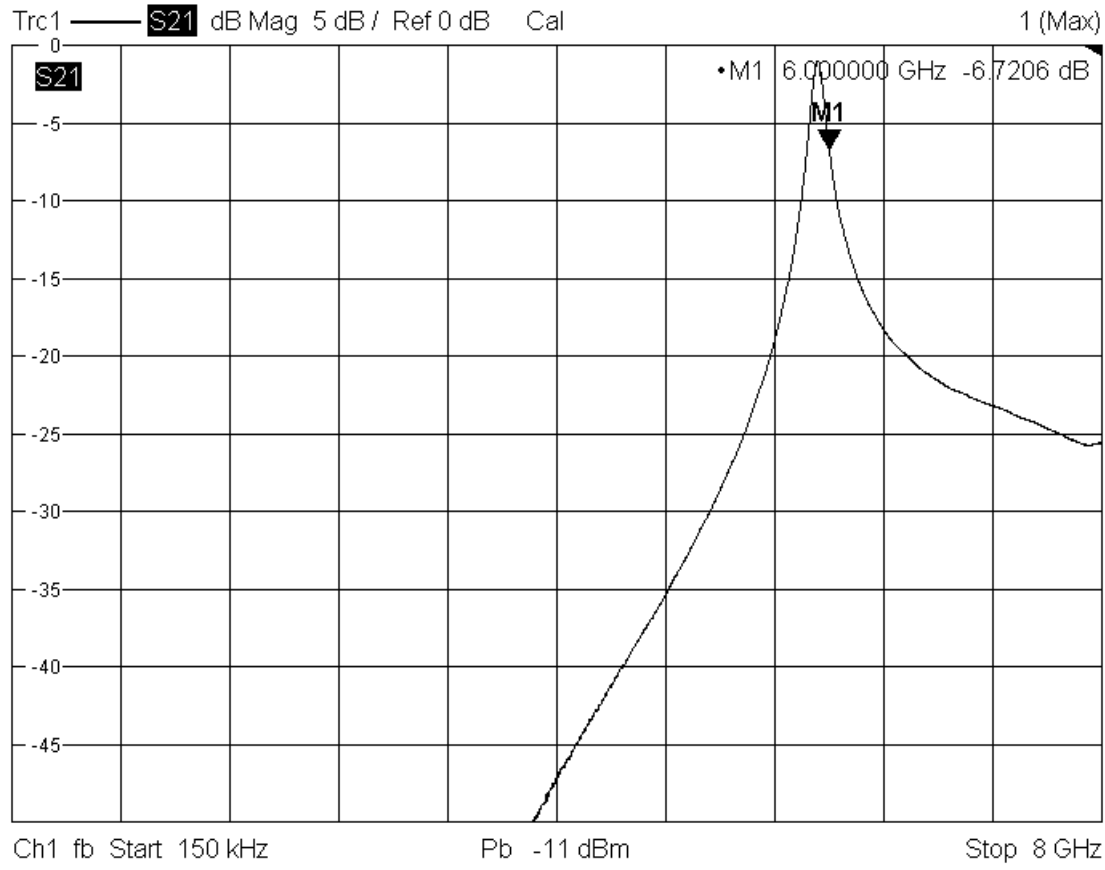
6/28/2021, 3:51 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 7 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz



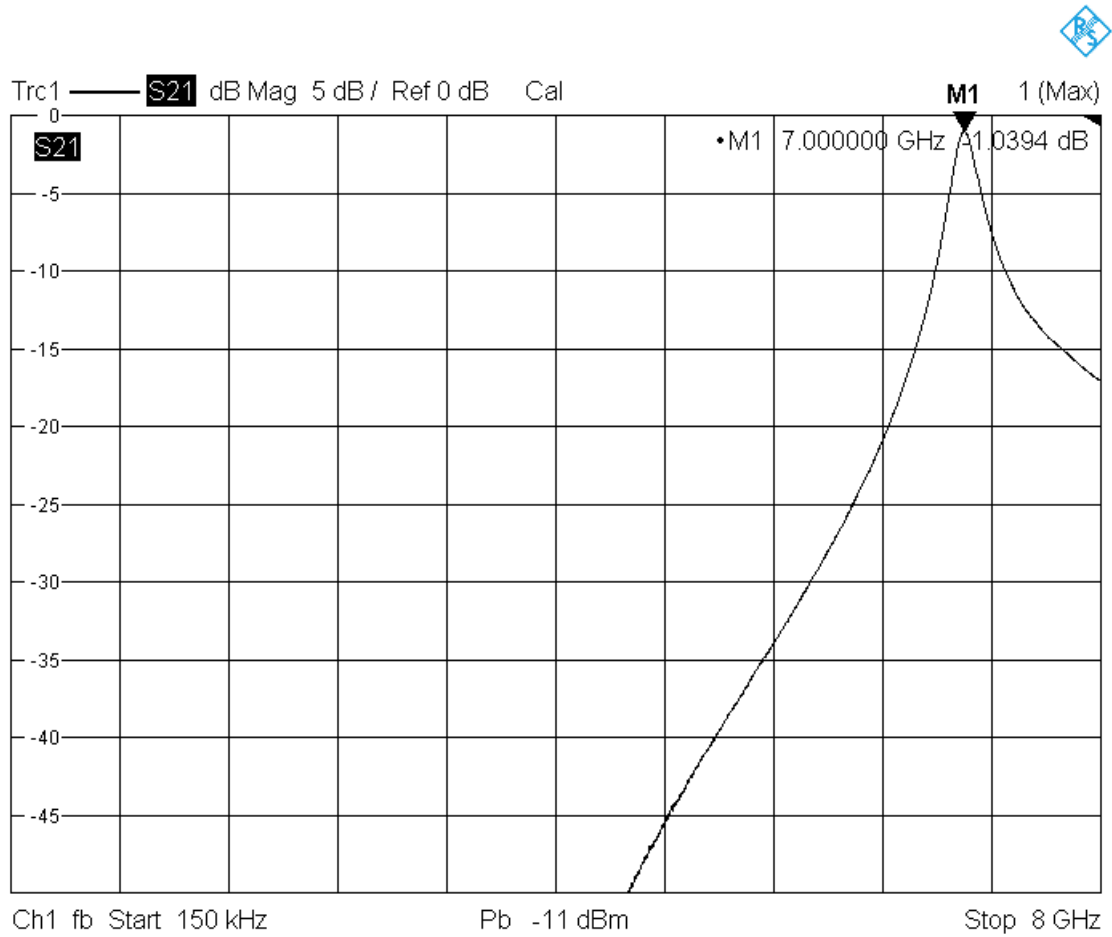
6/28/2021, 3:53 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 7 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



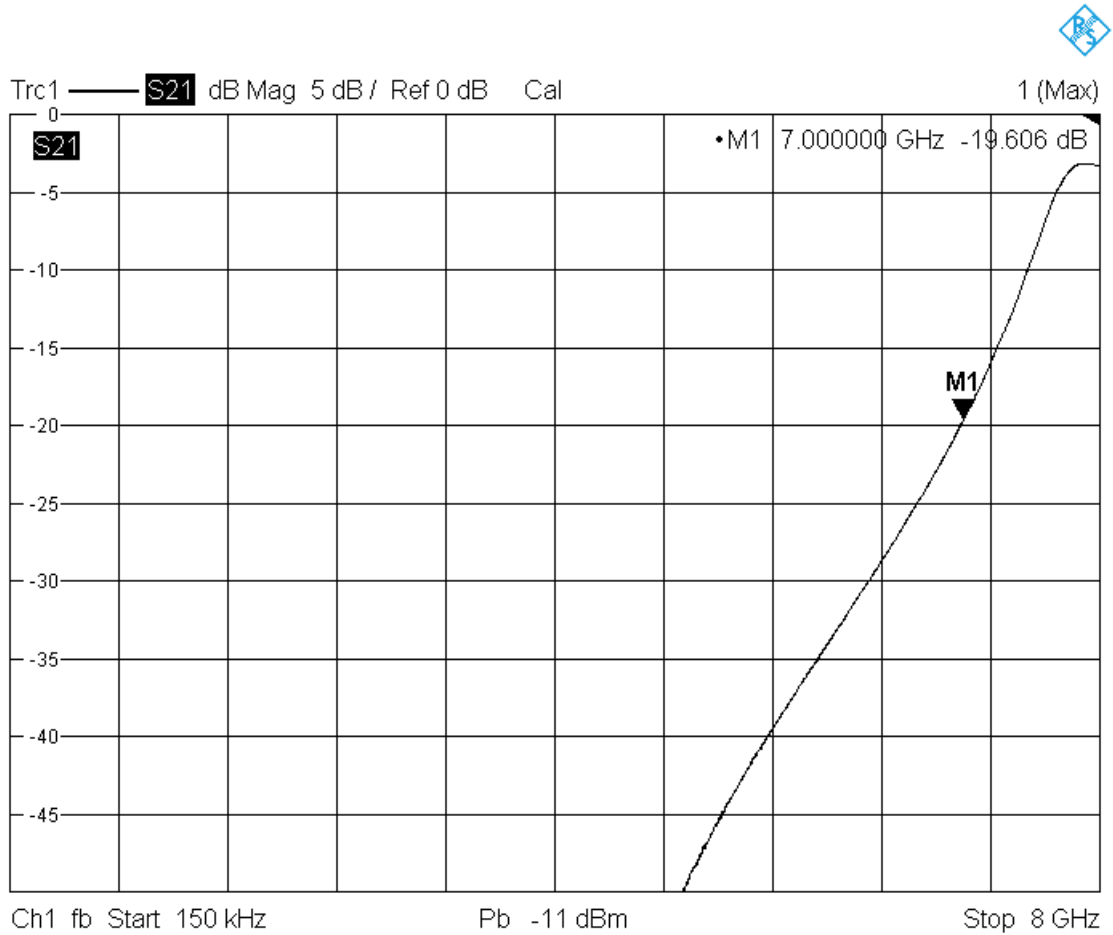
6/28/2021, 3:55 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 7 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



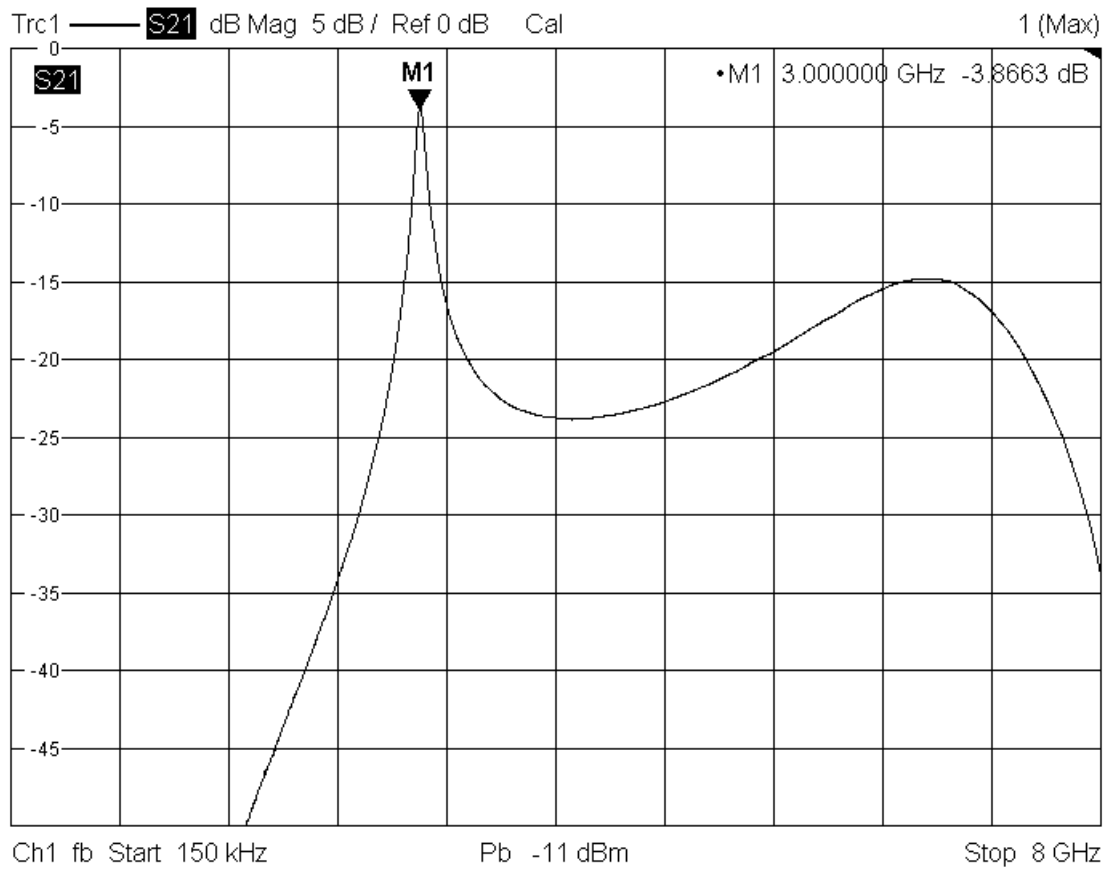
6/28/2021, 3:56 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 7 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz



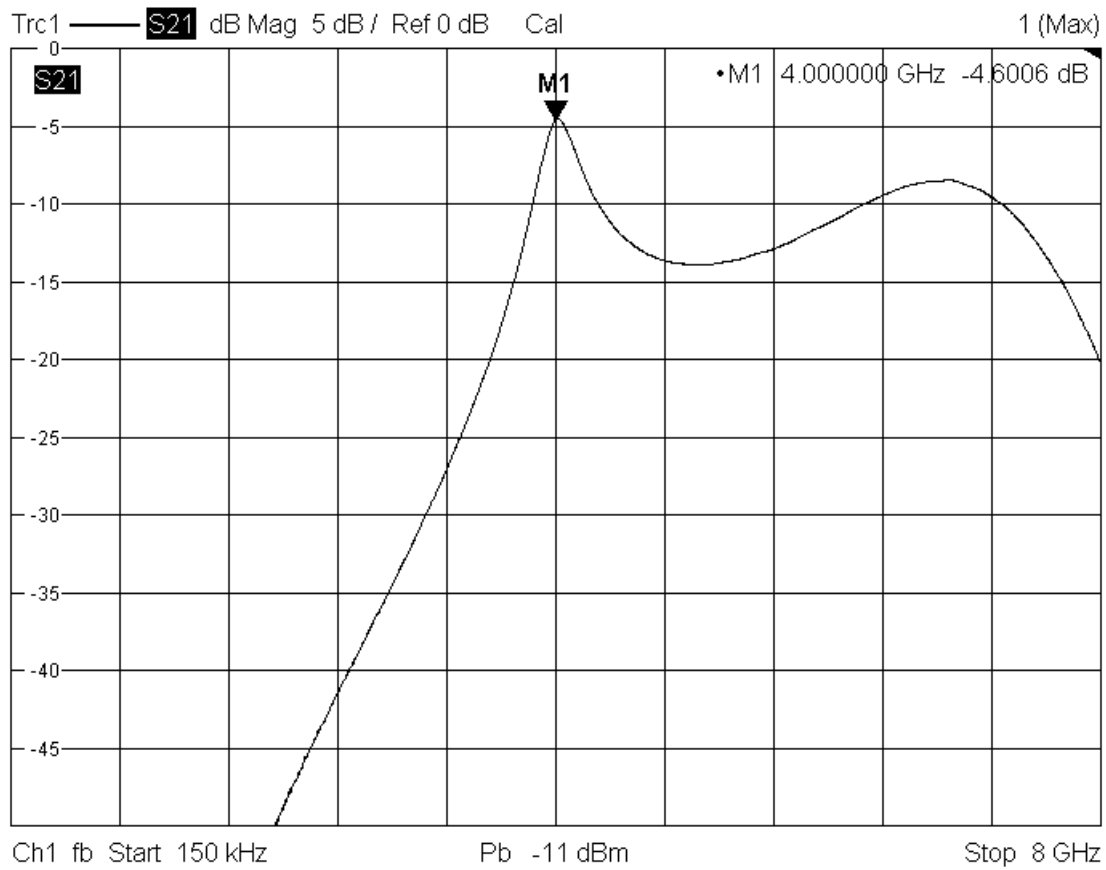
6/28/2021, 4:35 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 3 GHz



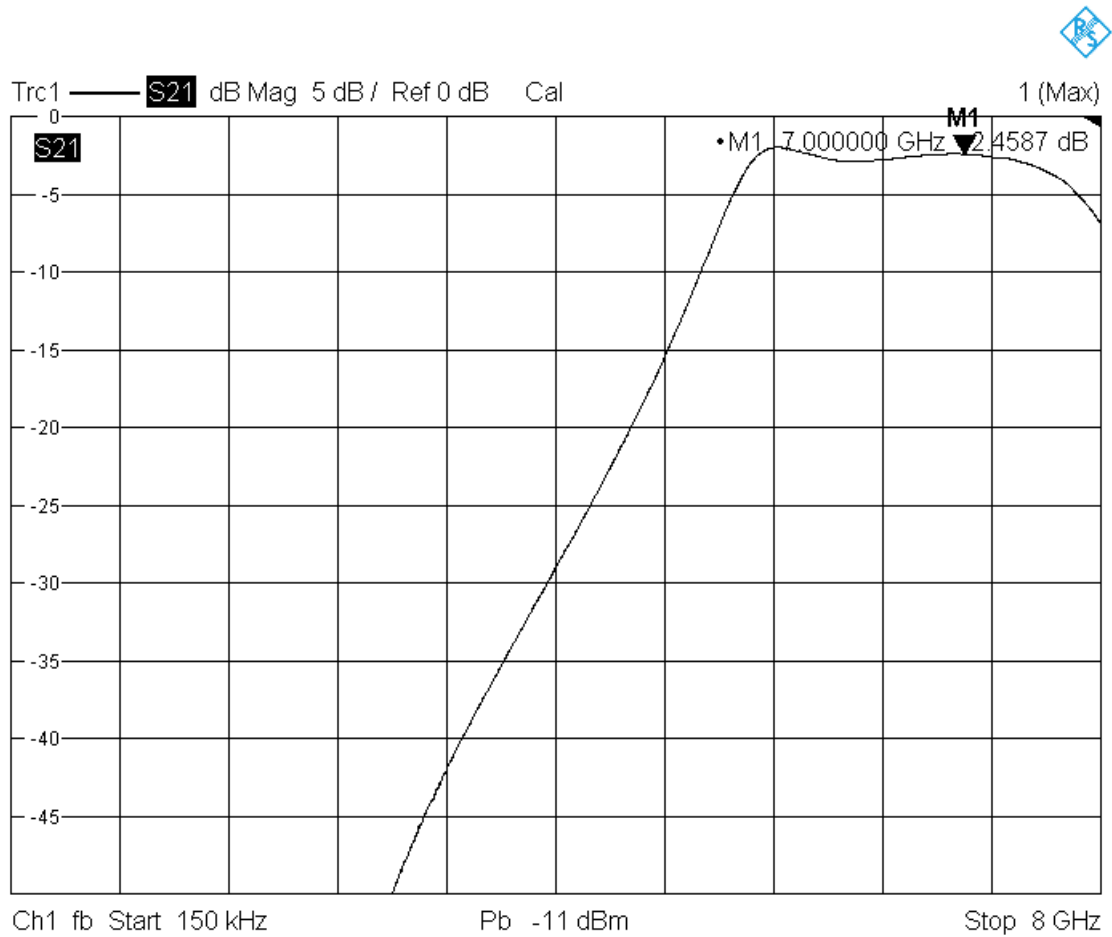
6/28/2021, 3:37 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



6/28/2021, 3:36 PM

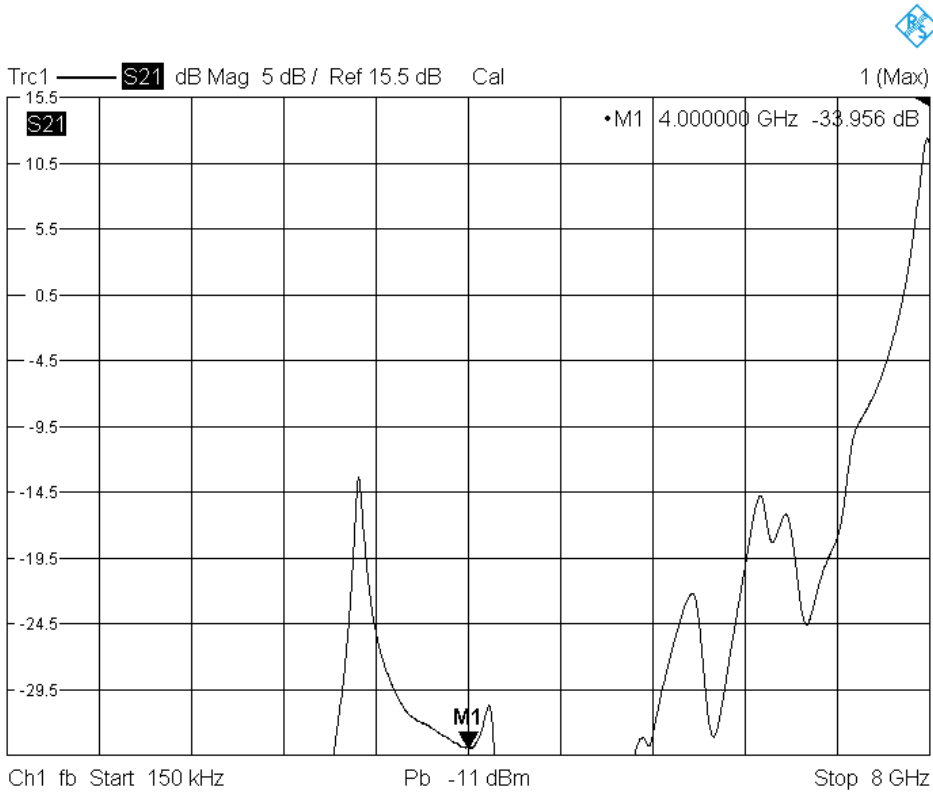
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand: 11 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



6/28/2021, 3:32 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 22 mm
probe distance / Antennenabstand:
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz

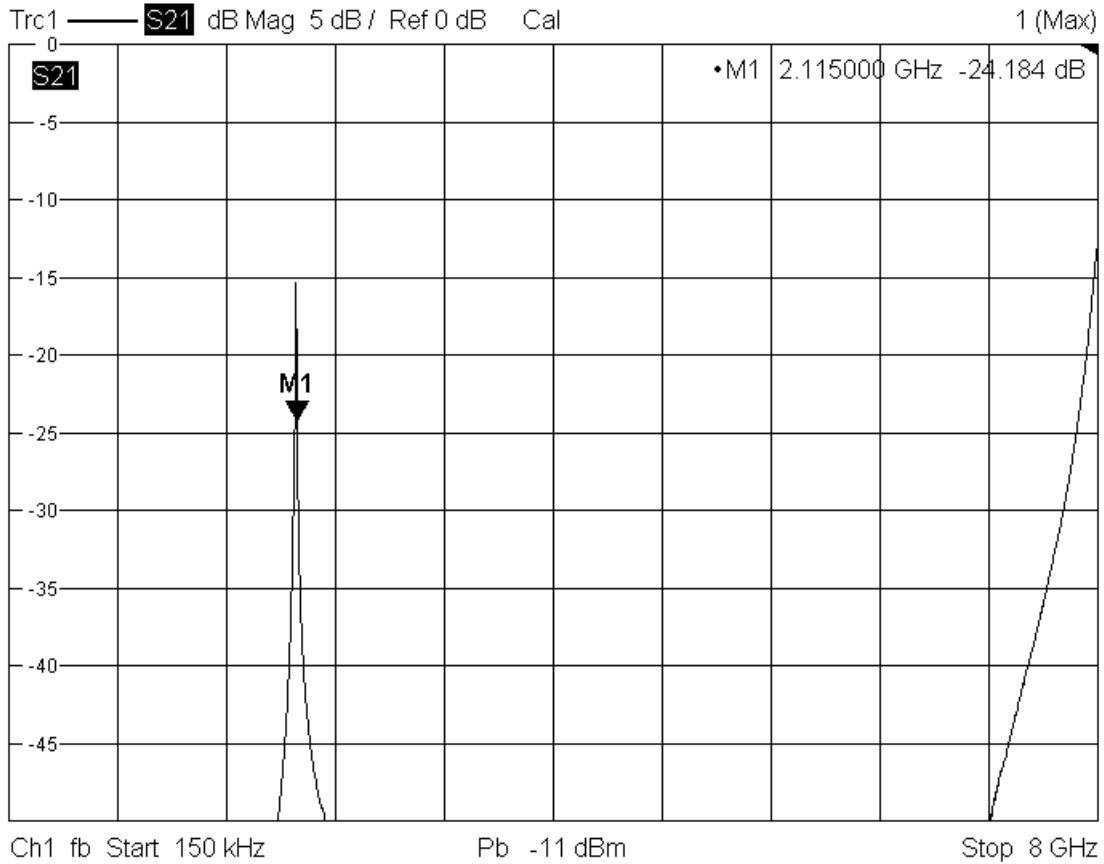
auf Platine mit GVA-123+ zugelötet.
on fabricated board with GVA-123+ driver amplifier, soldered



7/6/2021, 6:02 PM

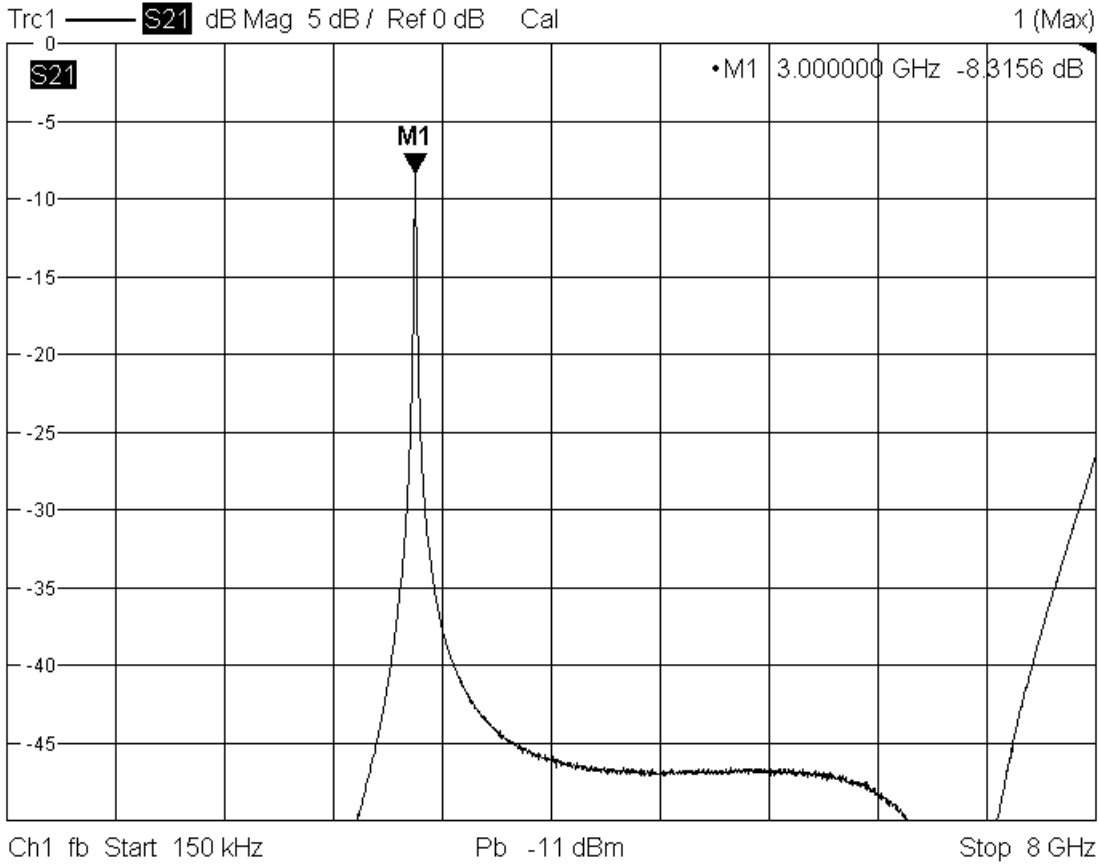
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 2.1 GHz

Tiefer geht nicht, dann stößt die Schraube an. Abstimmung ist extrem fummelig, Durchgangsdämpfung ohne praktischen Wert. Viel zu spitz.
Cannot tune deeper, the screw hits the bottom. Much too peaky, no practical value



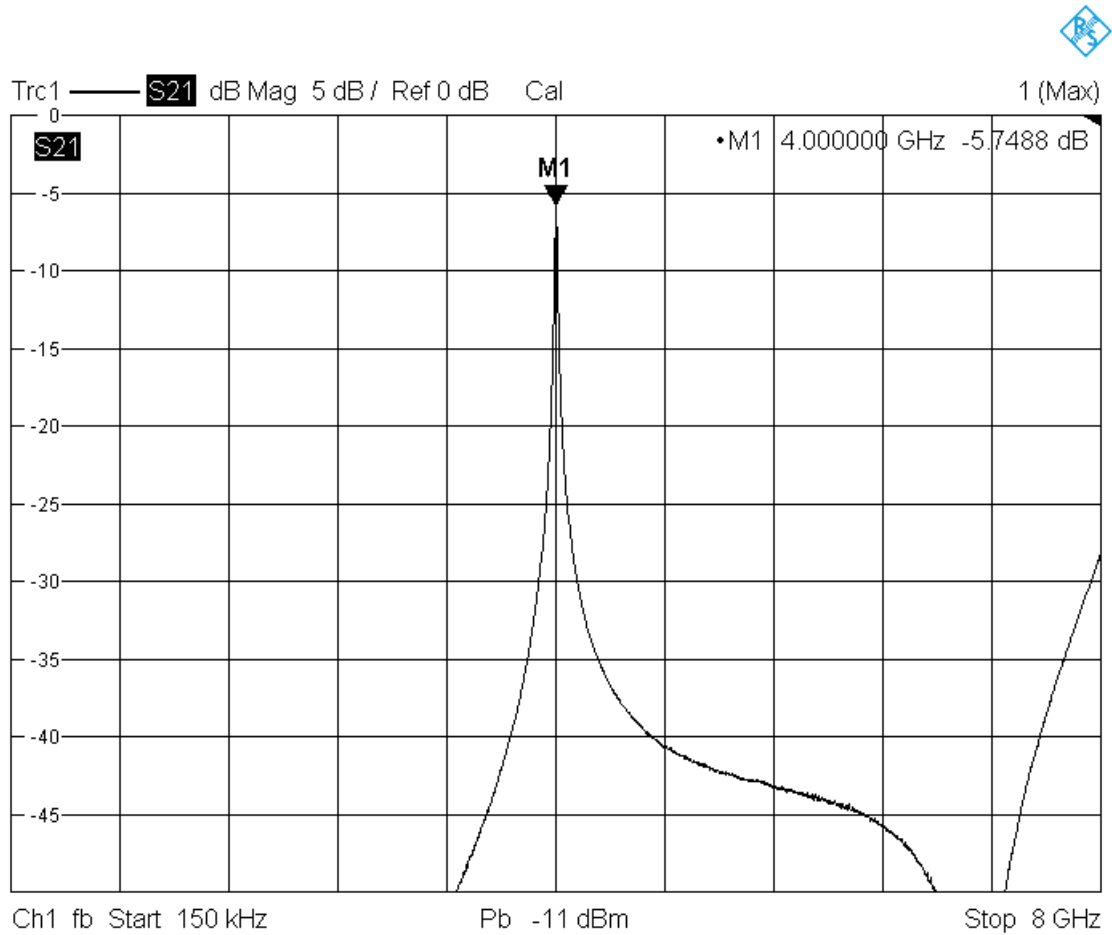
6/27/2021, 6:32 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



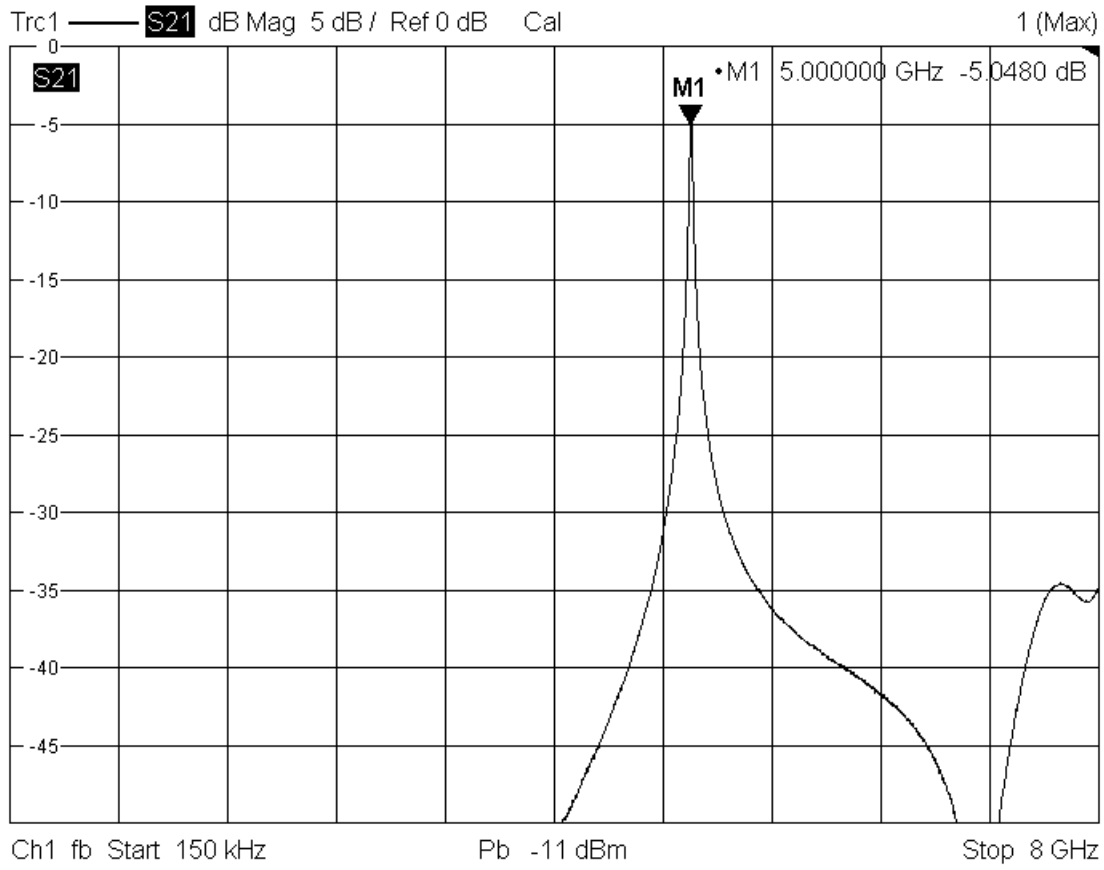
6/27/2021, 6:28 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



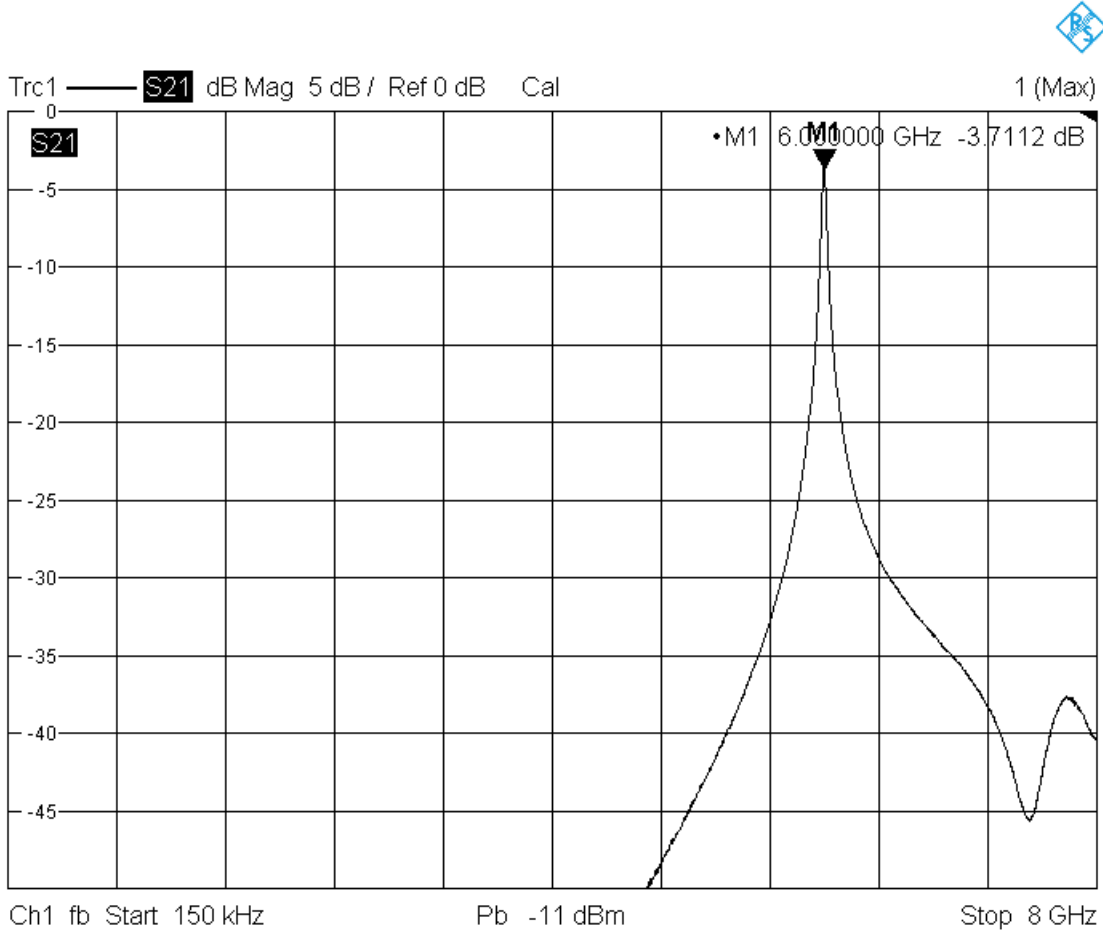
6/27/2021, 6:22 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz



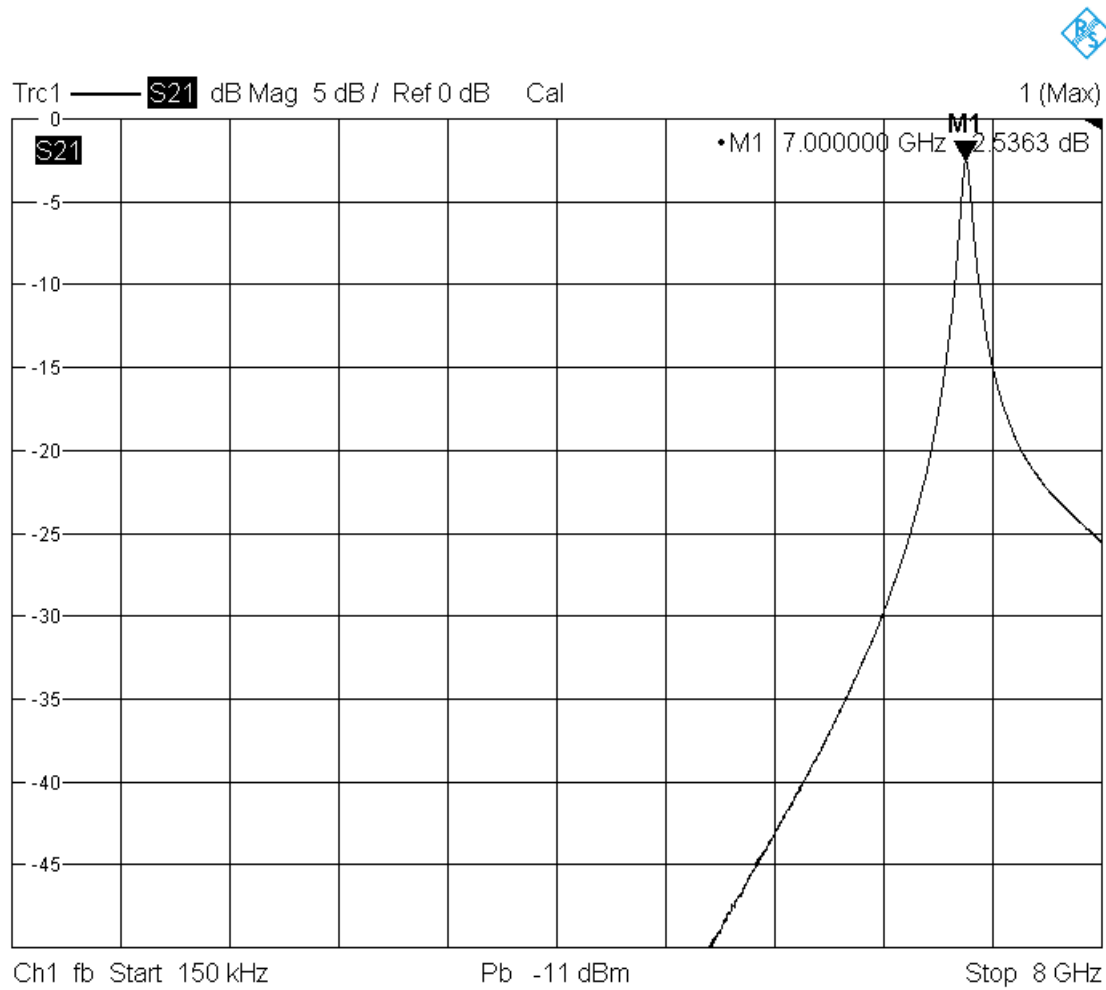
6/27/2021, 1:45 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



6/27/2021, 1:39 PM

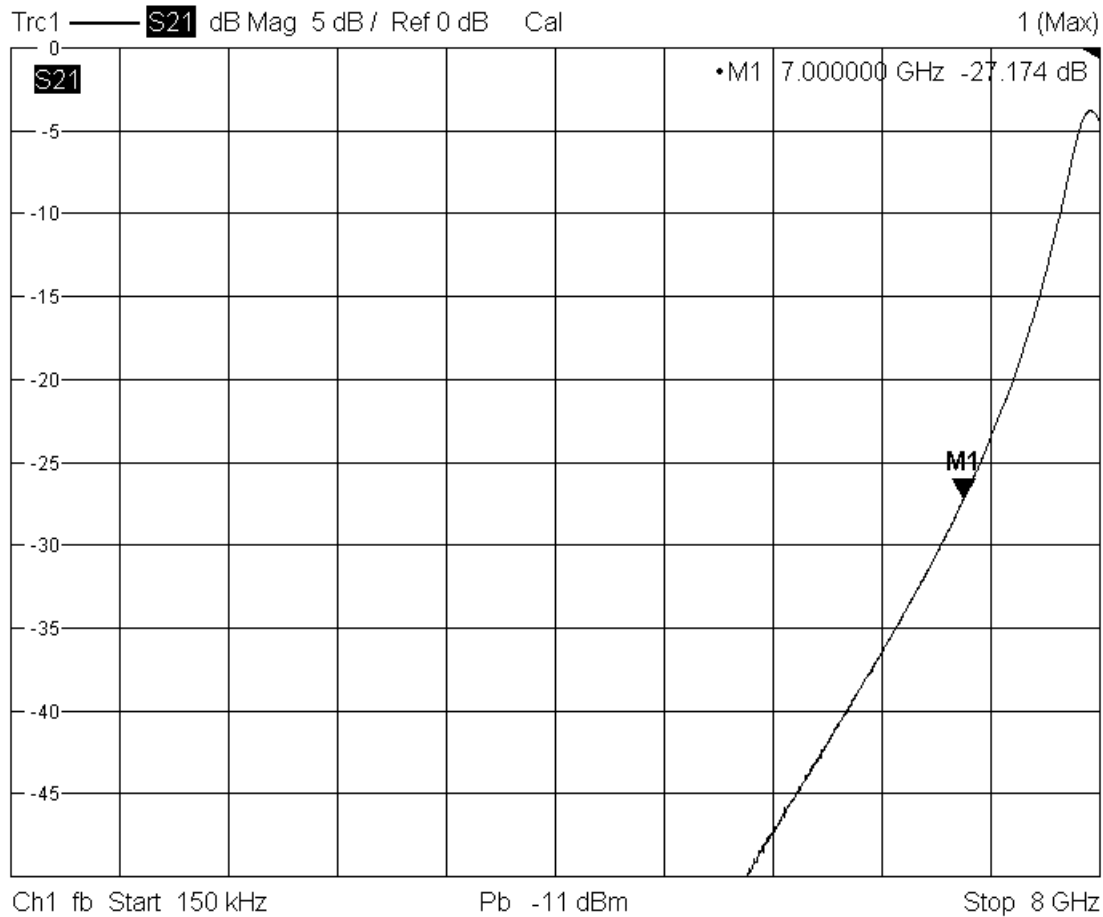
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



6/27/2021, 1:28 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 6 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz

Da ist die Schraube draussen. screw removed.

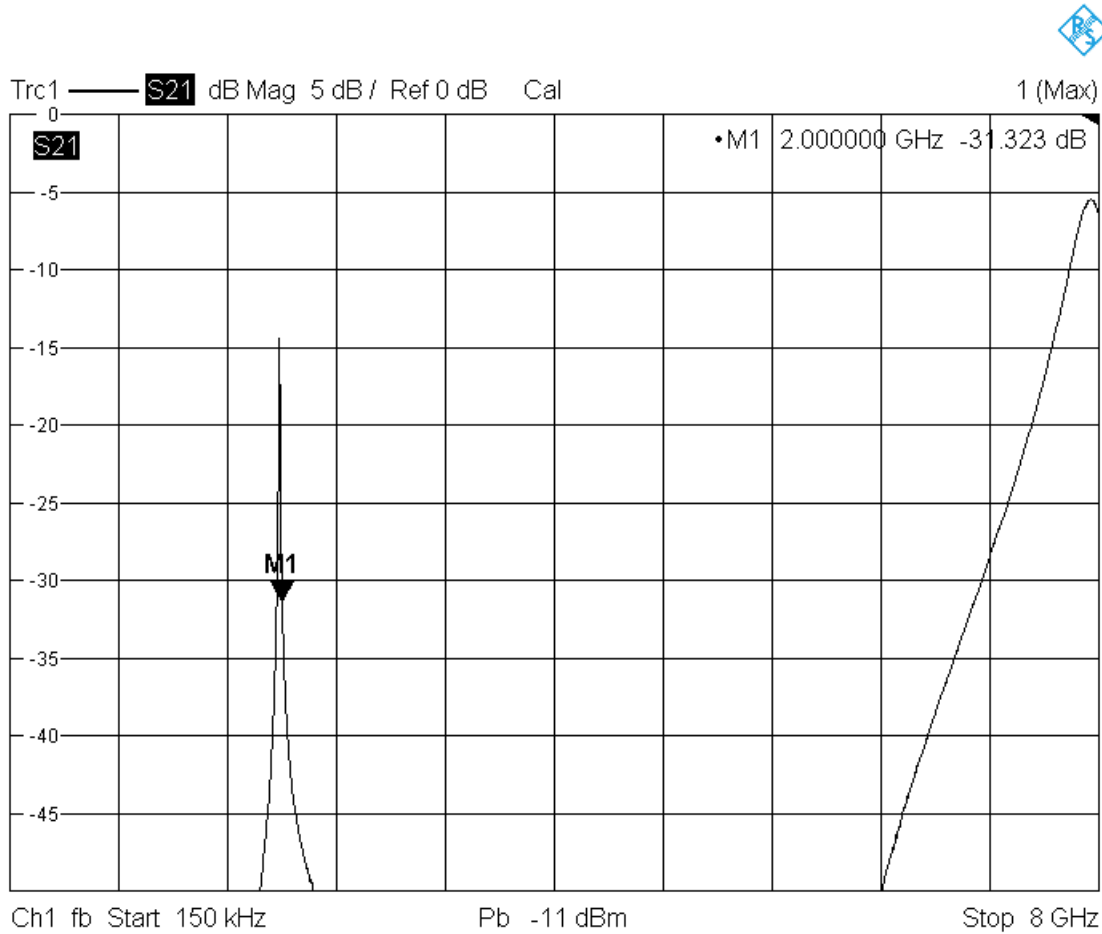


6/27/2021, 1:32 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 2 mm

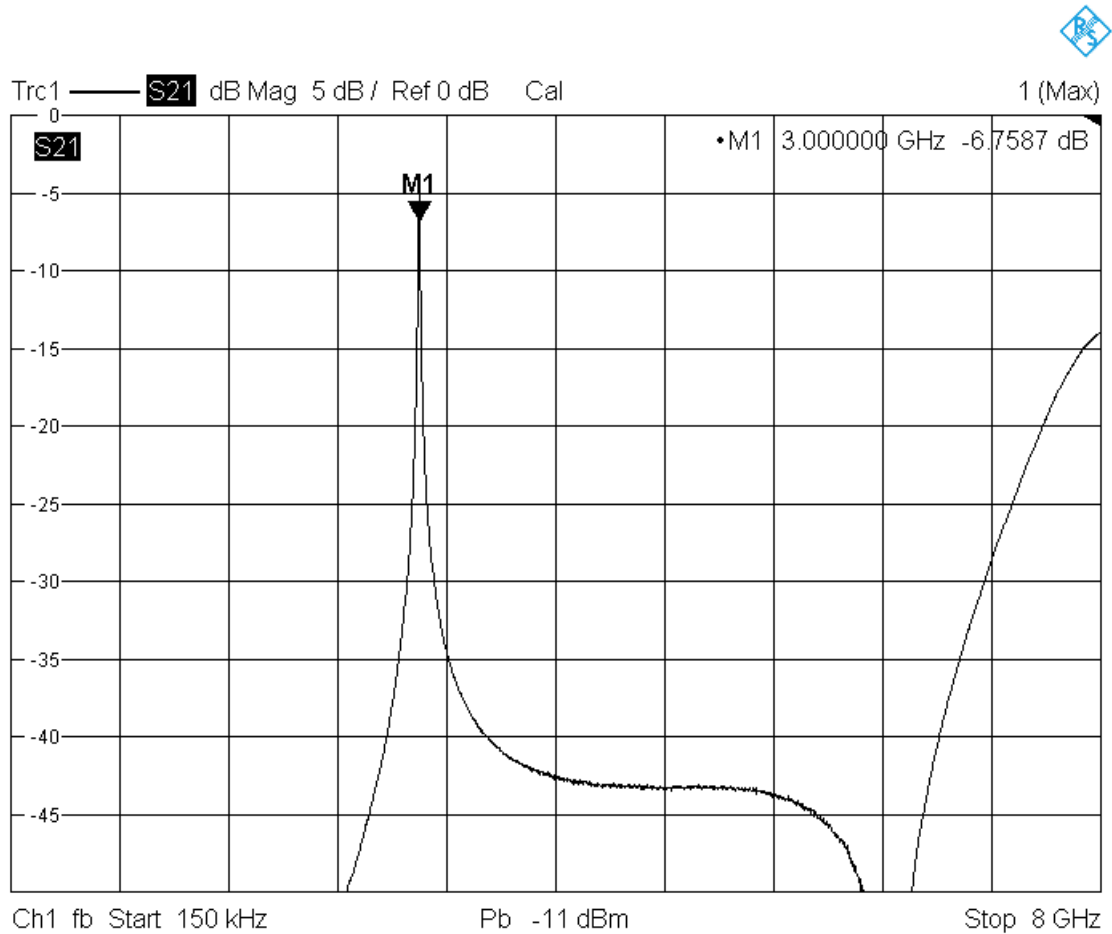
ist nicht vernünftig einstellbar, zu wackelig. Das springt dauernd hin & her. Die Resonanz auf der Oberwelle ist eigentlich viel besser.

next to impossible to tune, jumps around. The harmonic resonance really looks better.



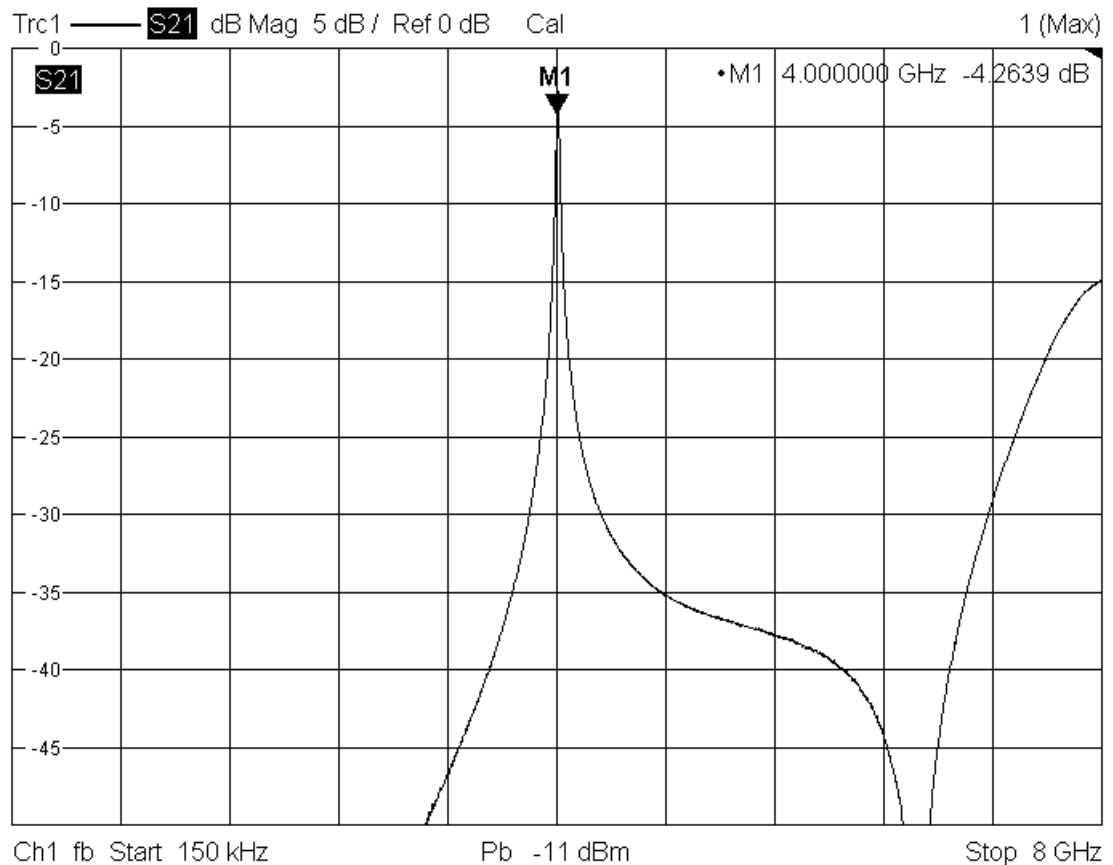
6/27/2021, 10:11 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 3 GHz



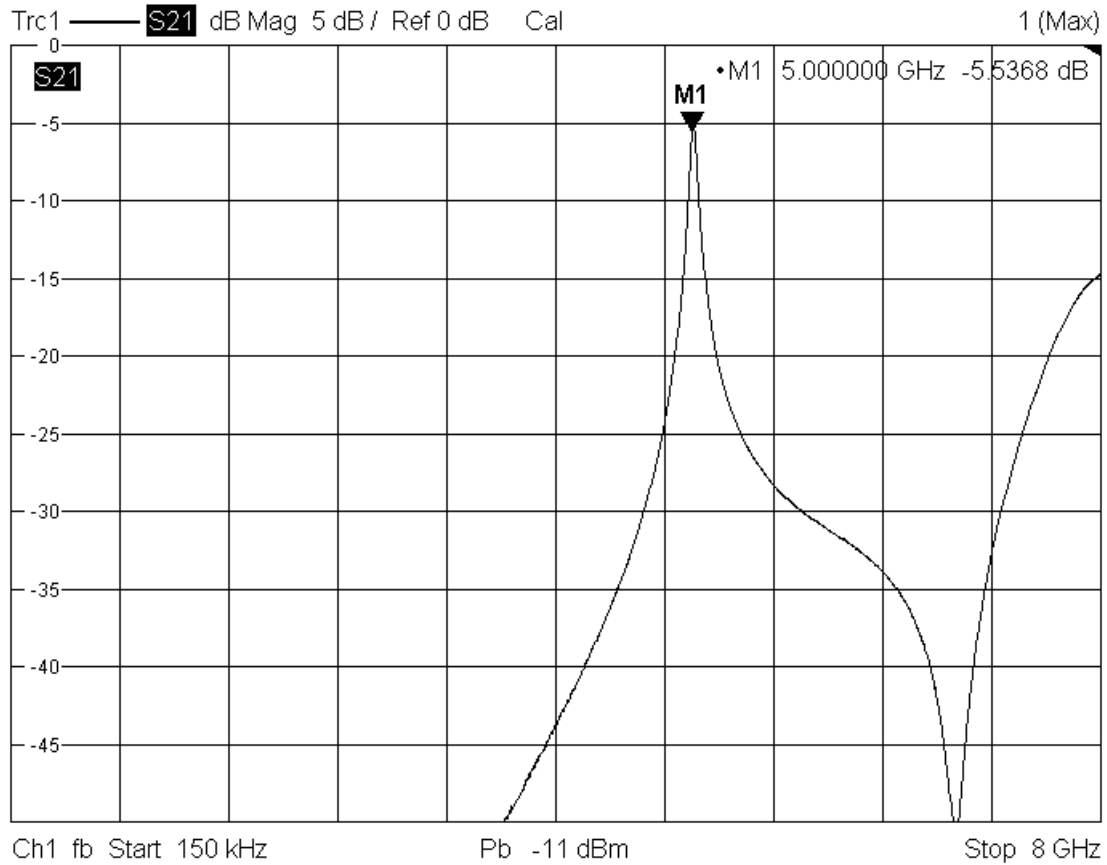
6/27/2021, 10:10 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



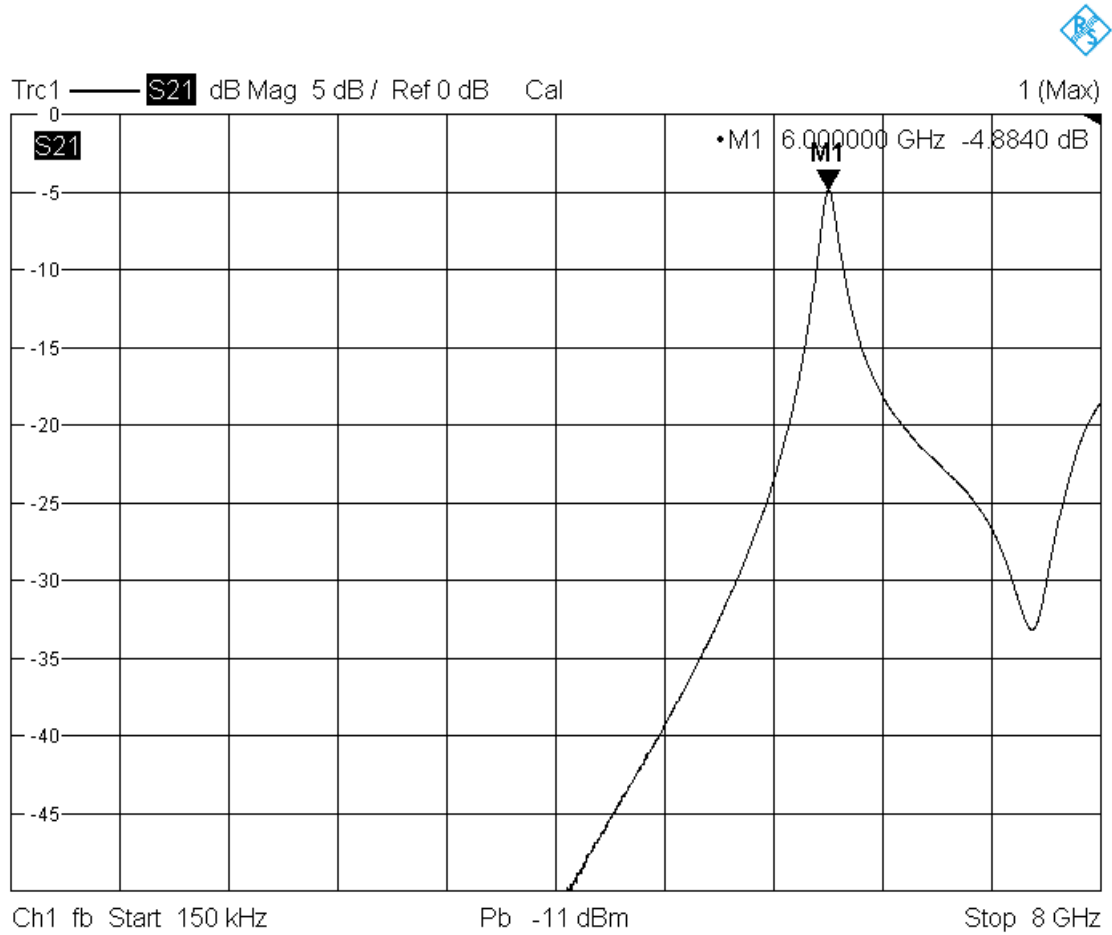
6/27/2021, 10:08 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz



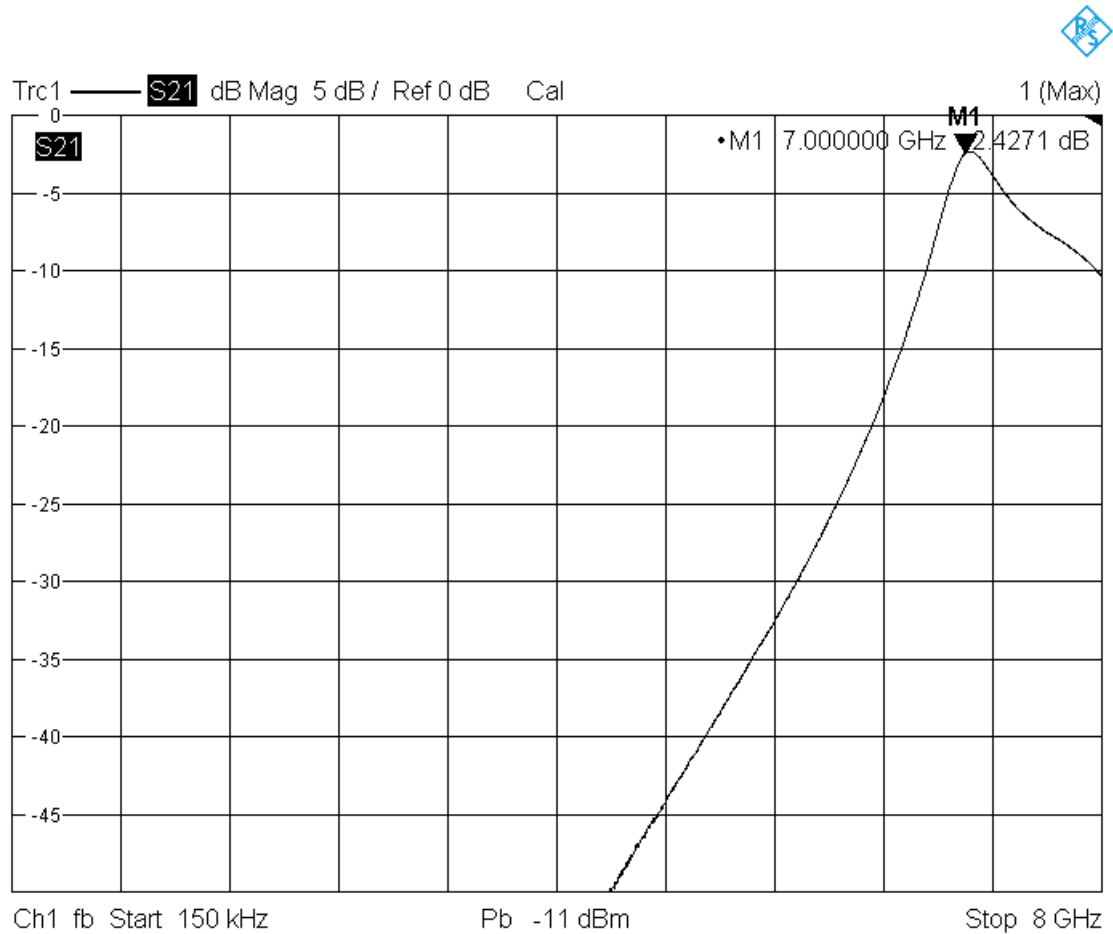
6/27/2021, 10:06 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



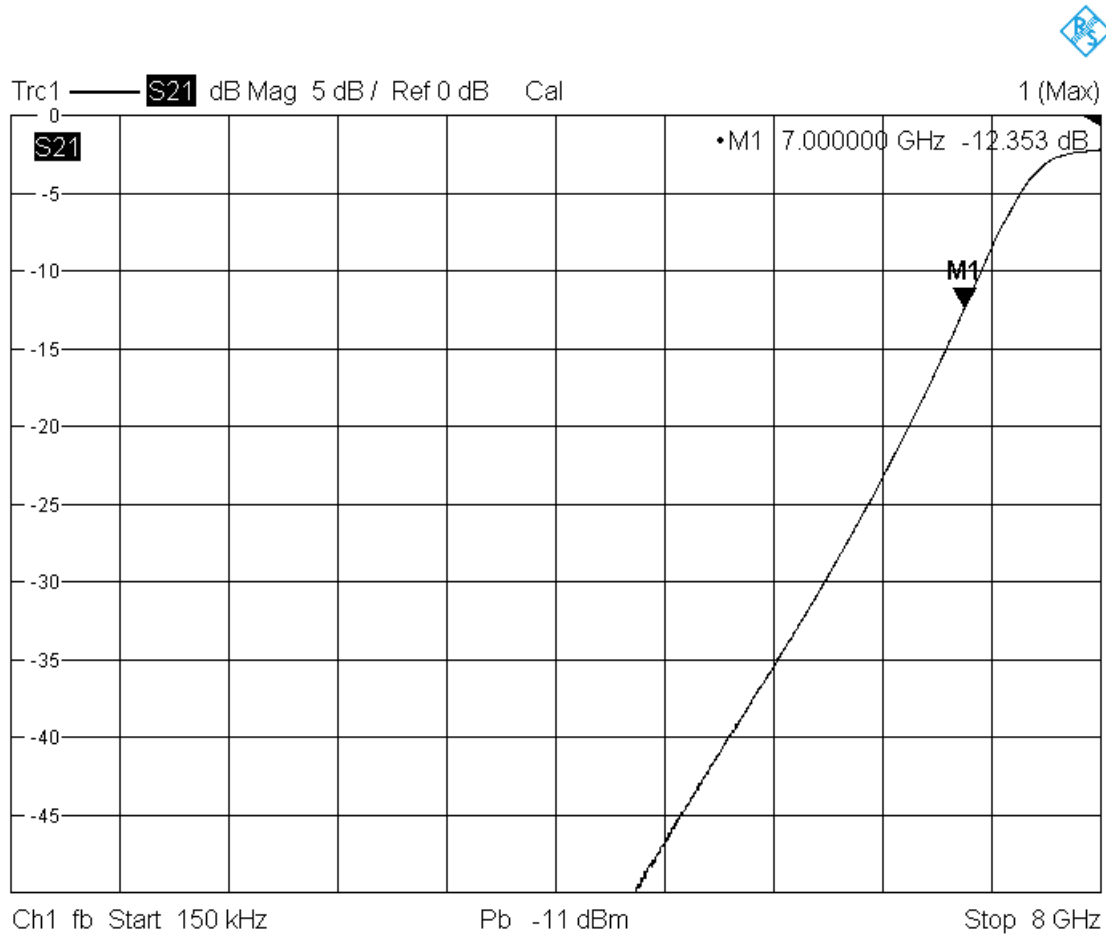
6/27/2021, 10:05 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



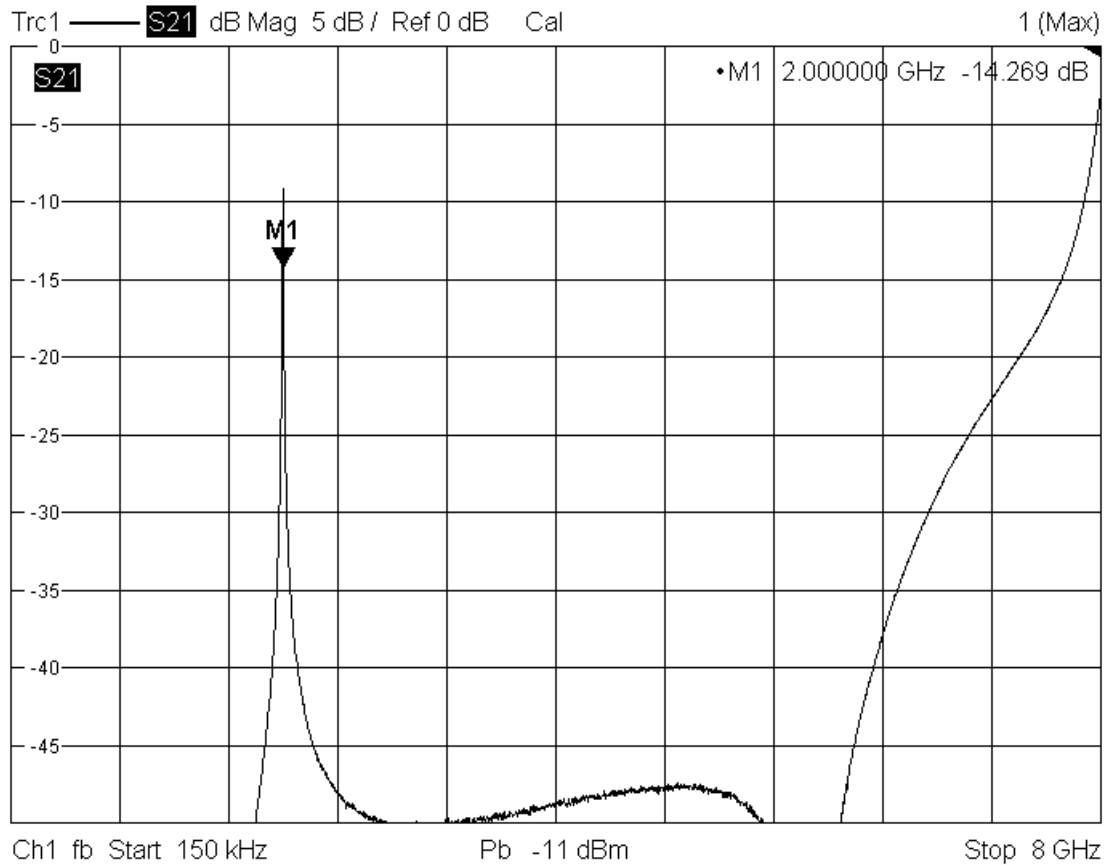
6/27/2021, 10:04 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 8 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz



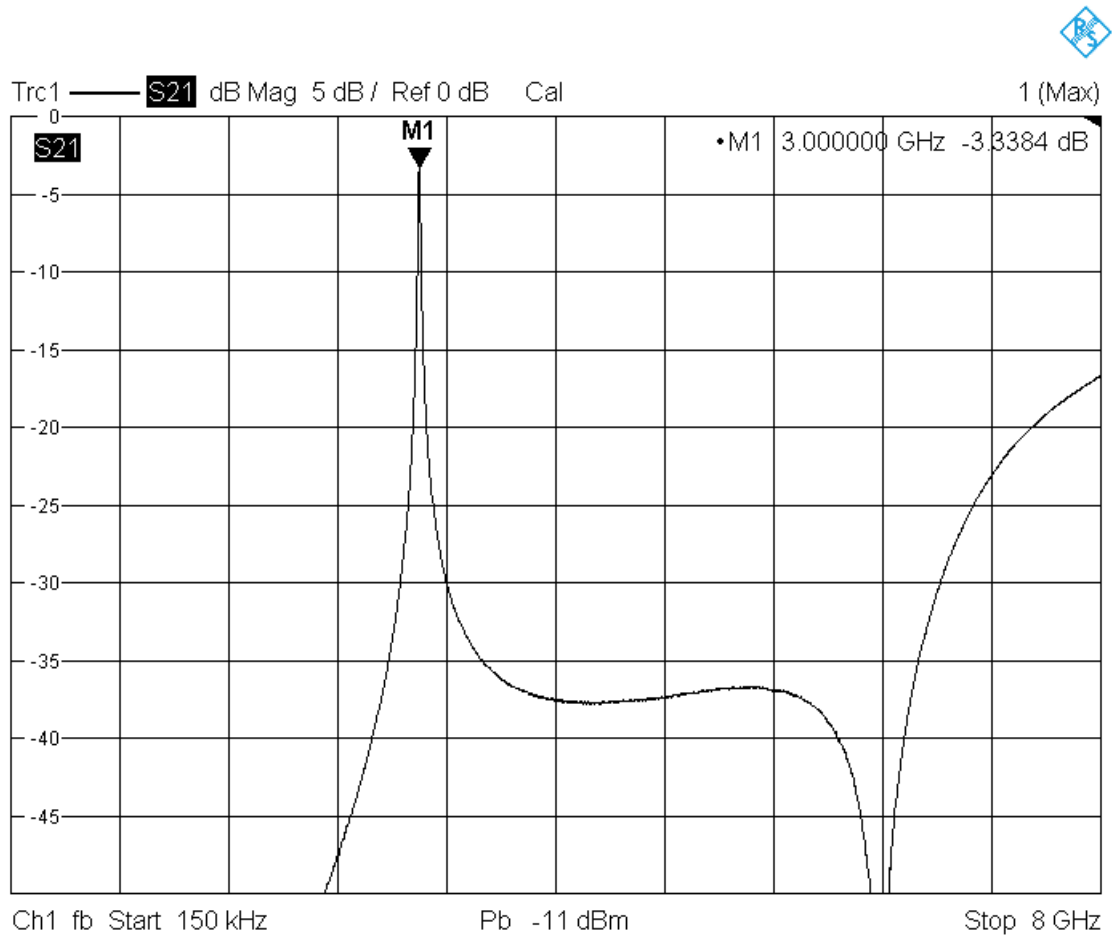
6/27/2021, 10:01 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 2 GHz



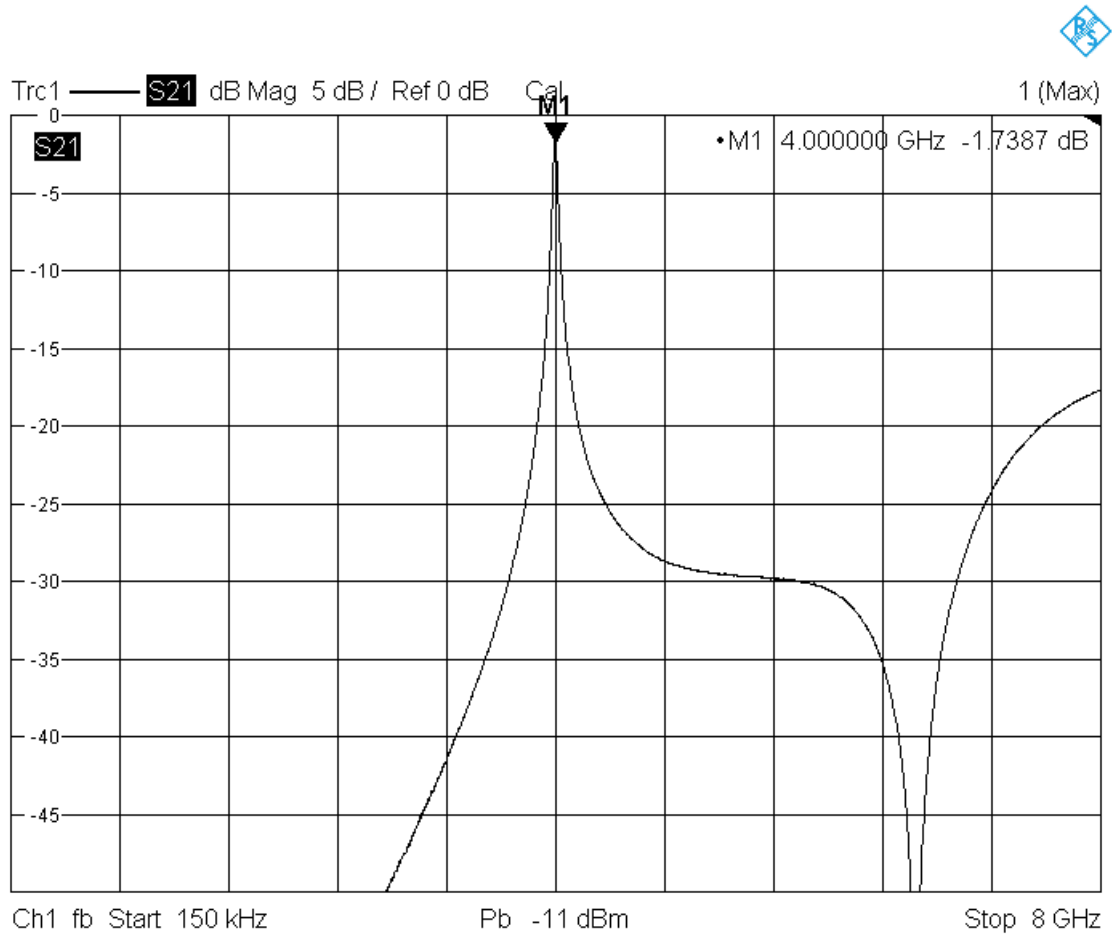
6/27/2021, 9:19 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 3 GHz



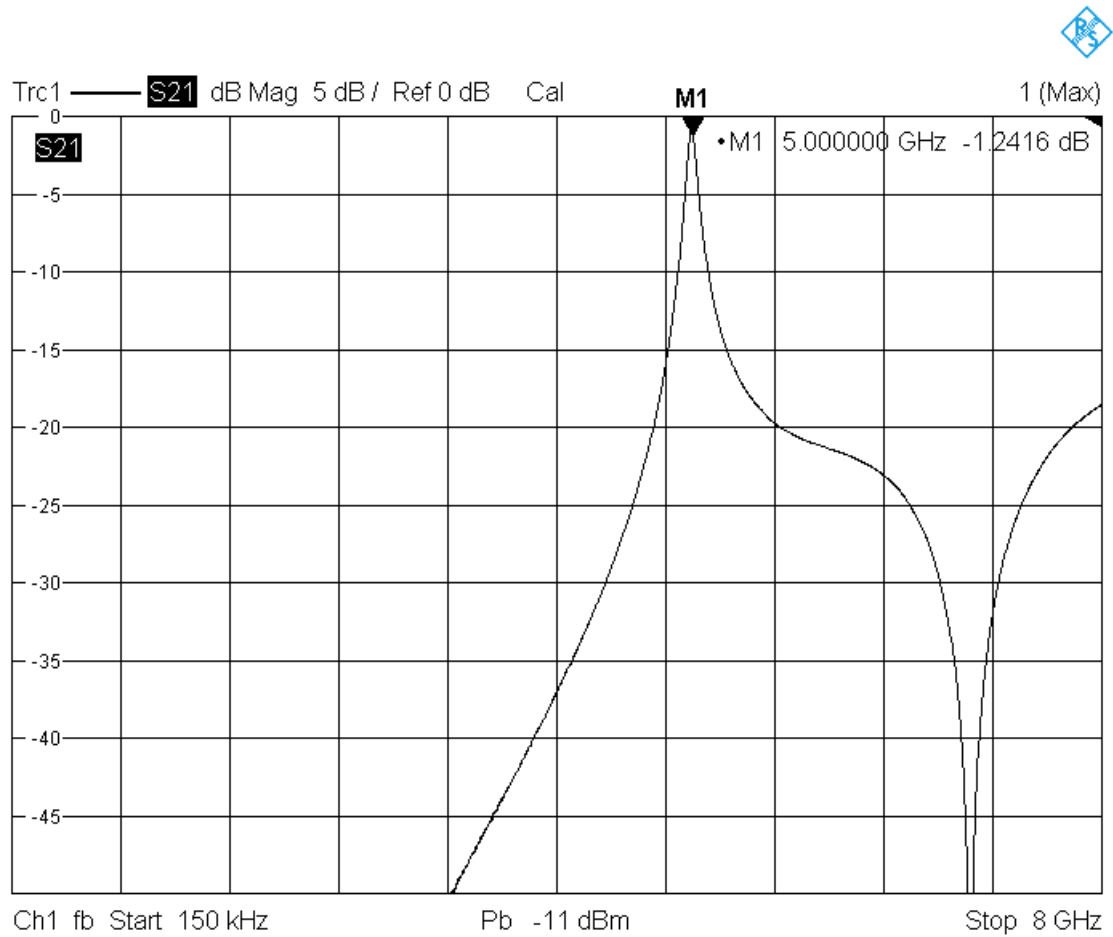
6/27/2021, 9:20 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



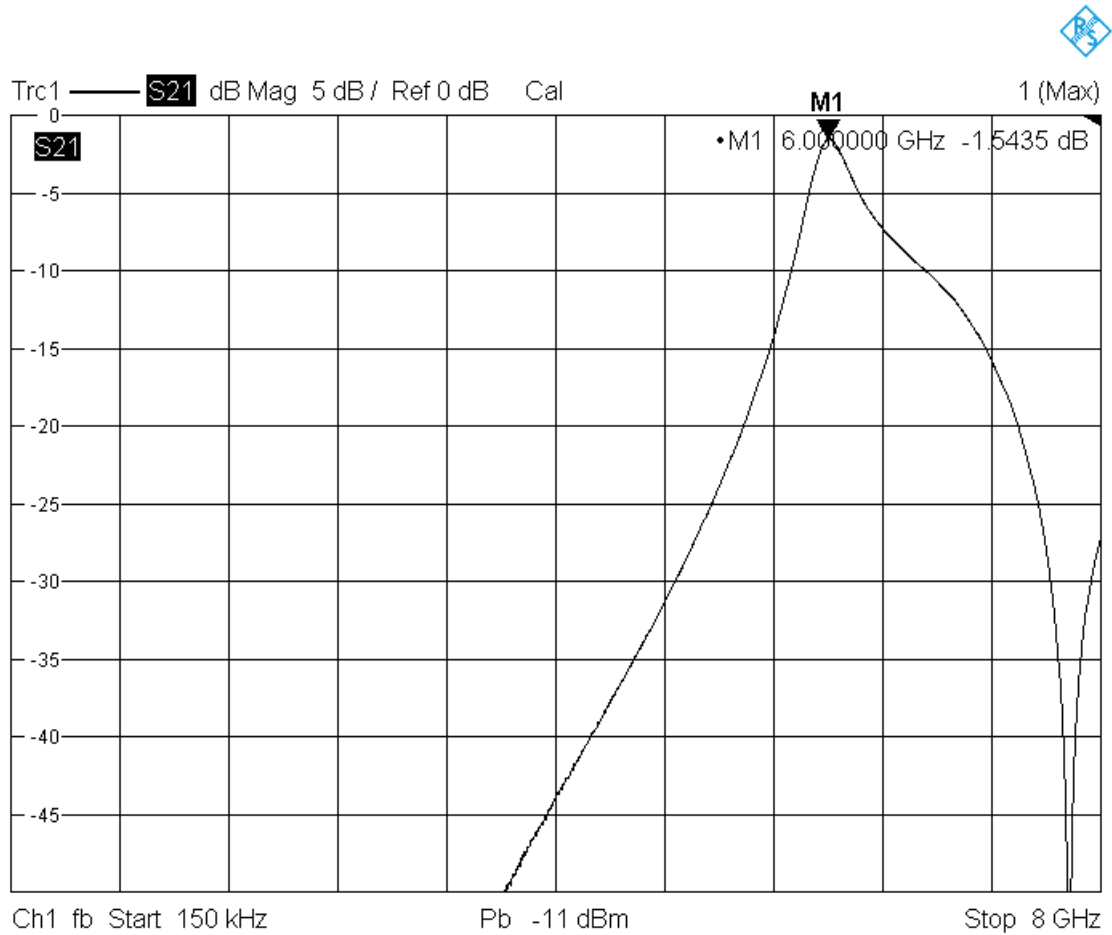
6/27/2021, 9:22 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz



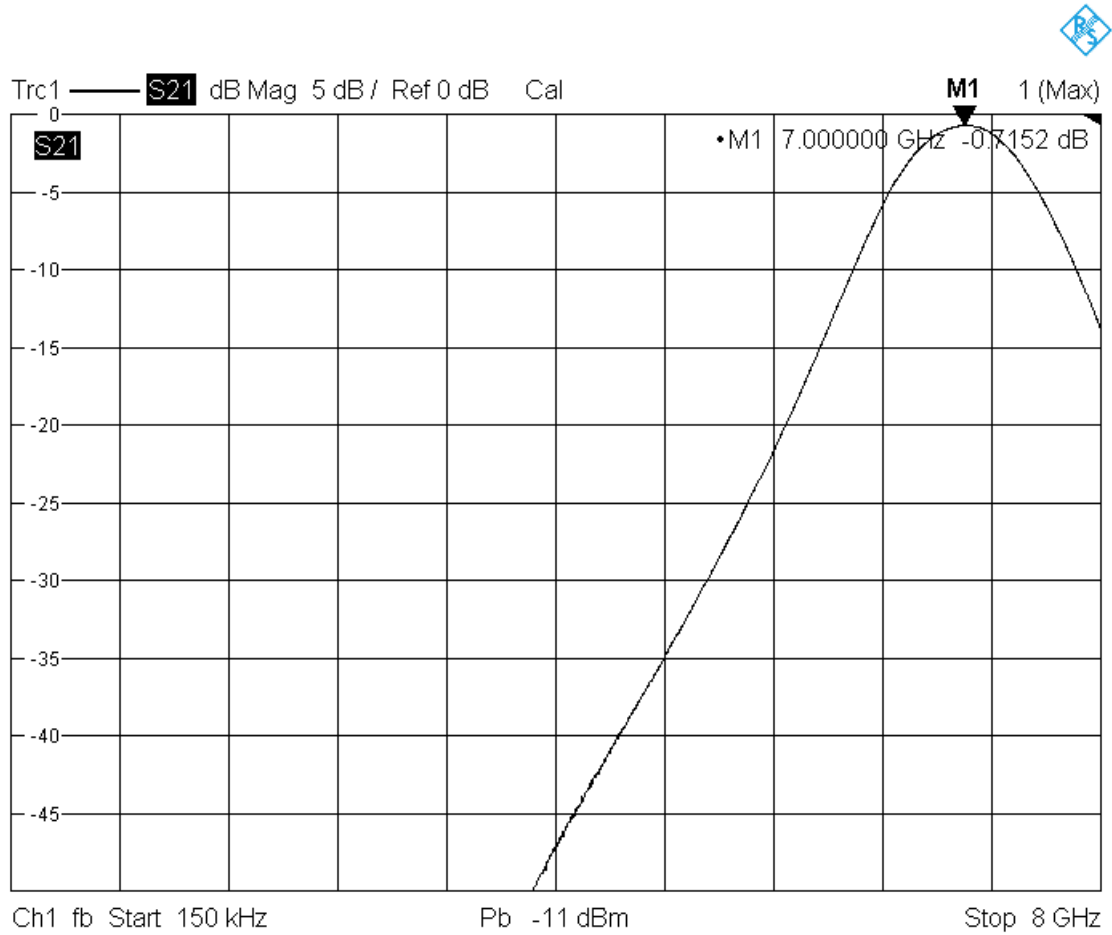
6/27/2021, 9:23 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



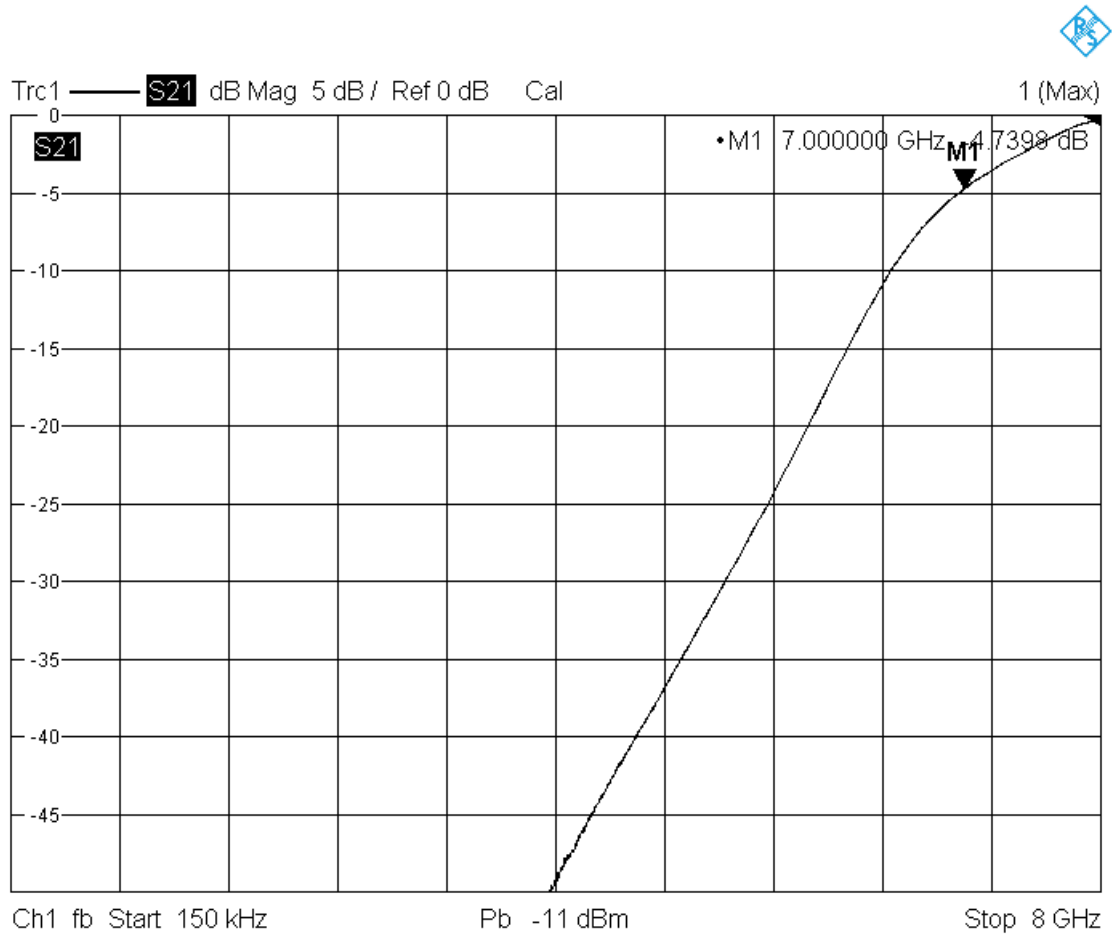
6/27/2021, 9:24 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



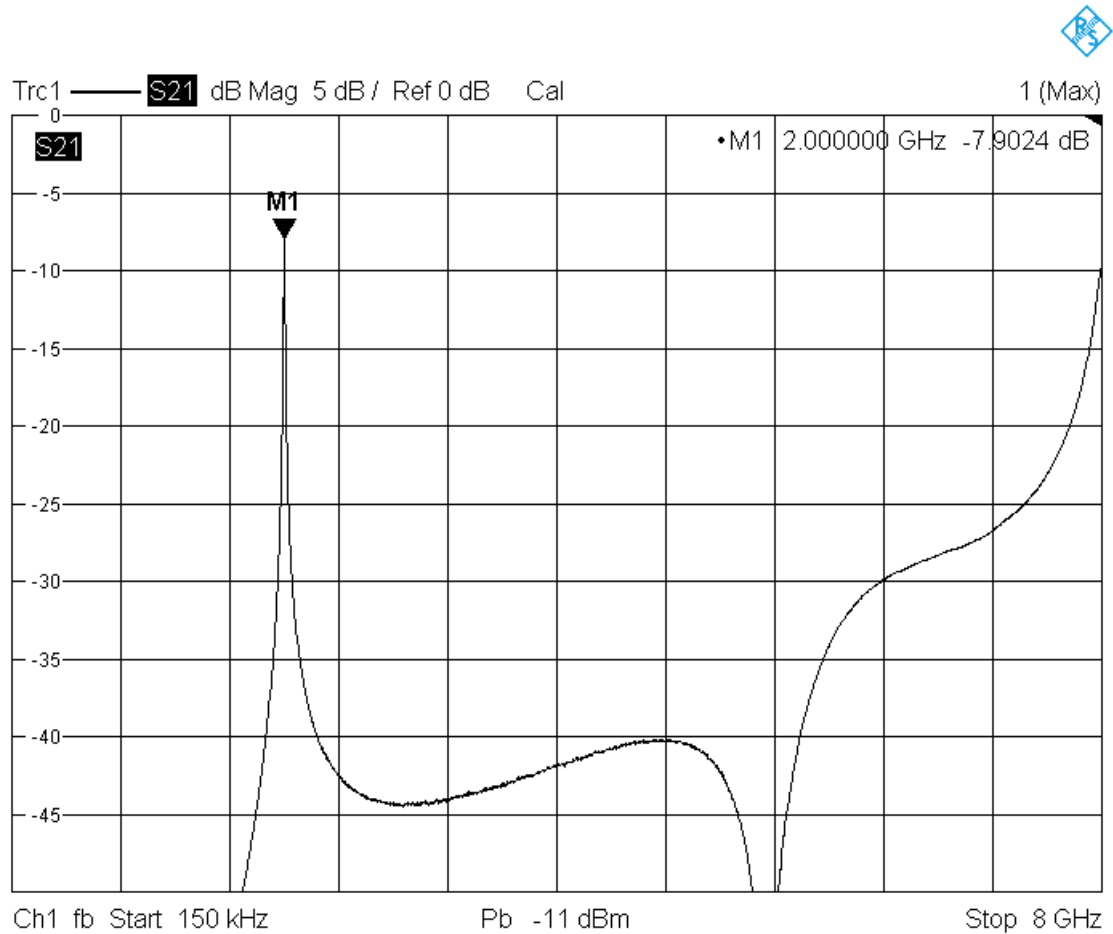
6/27/2021, 9:25 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 10 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 8 GHz



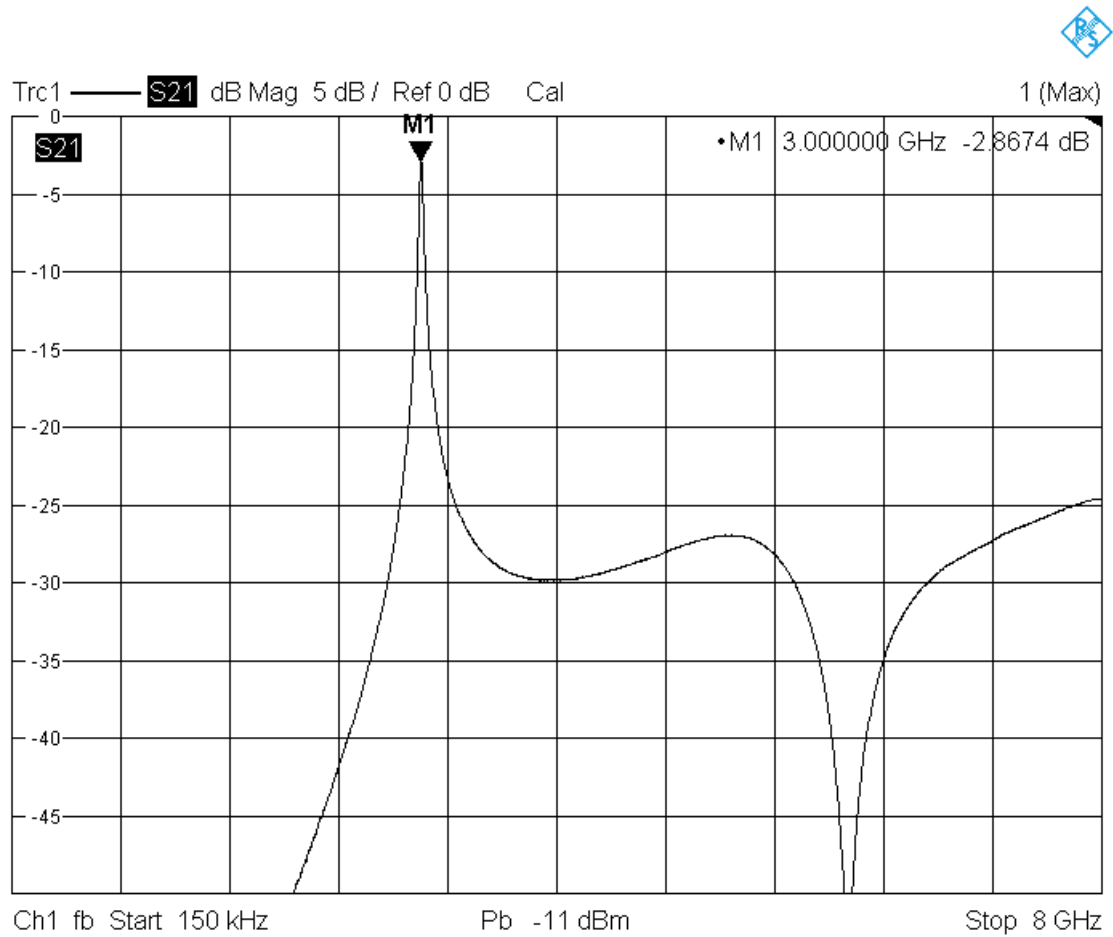
6/27/2021, 9:26 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 12 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 2 GHz



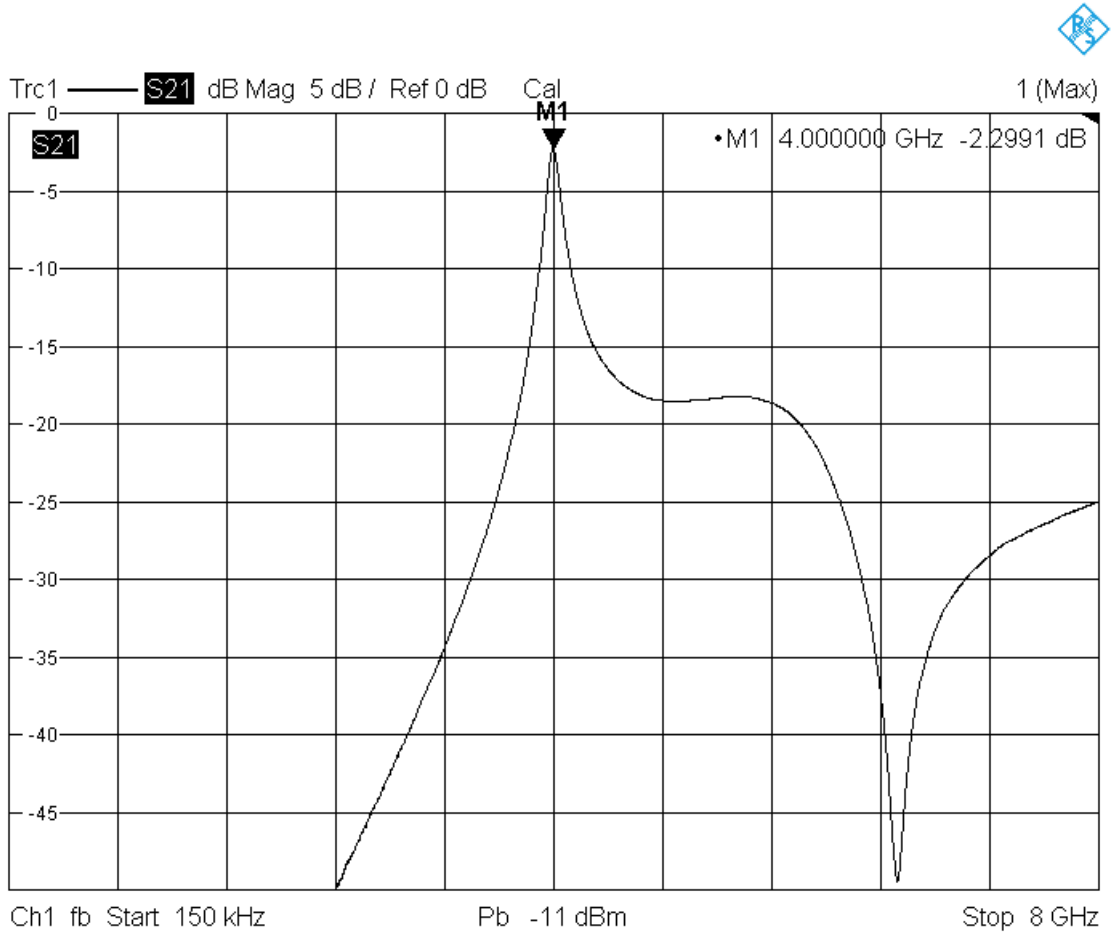
6/27/2021, 8:34 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 12 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 3 GHz



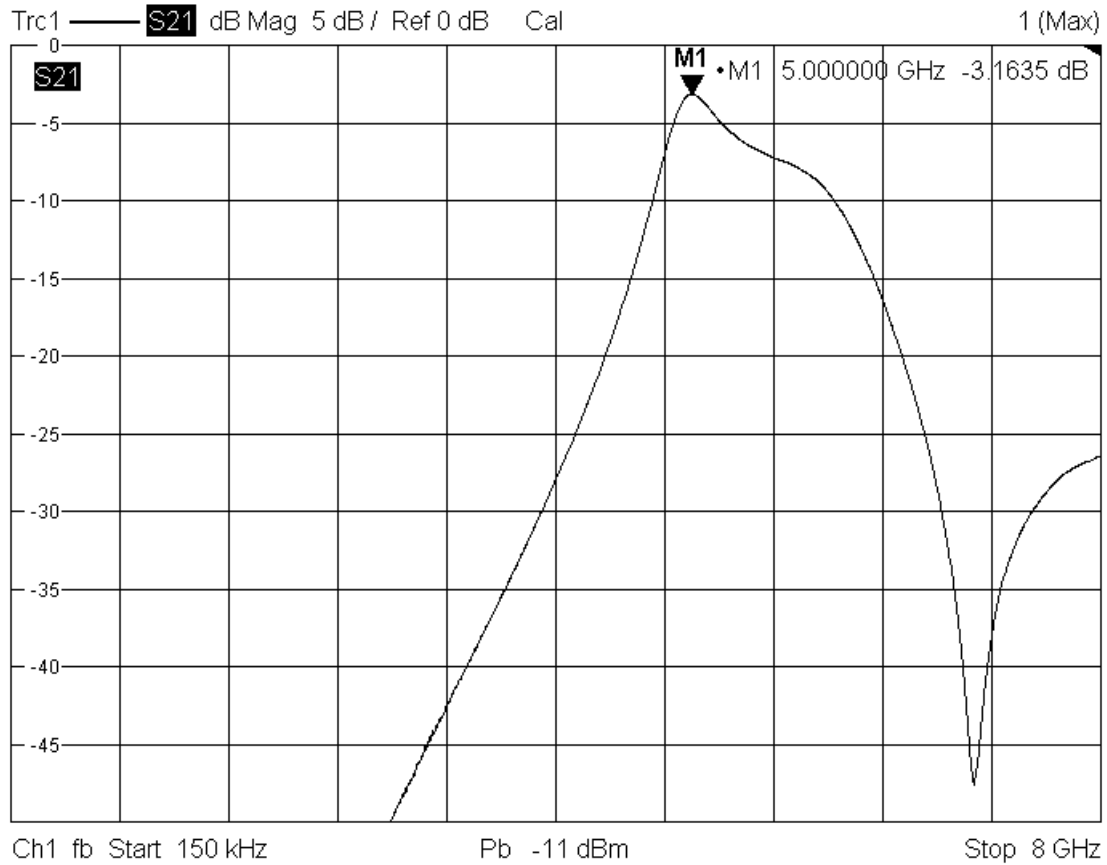
6/27/2021, 8:32 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 12 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz



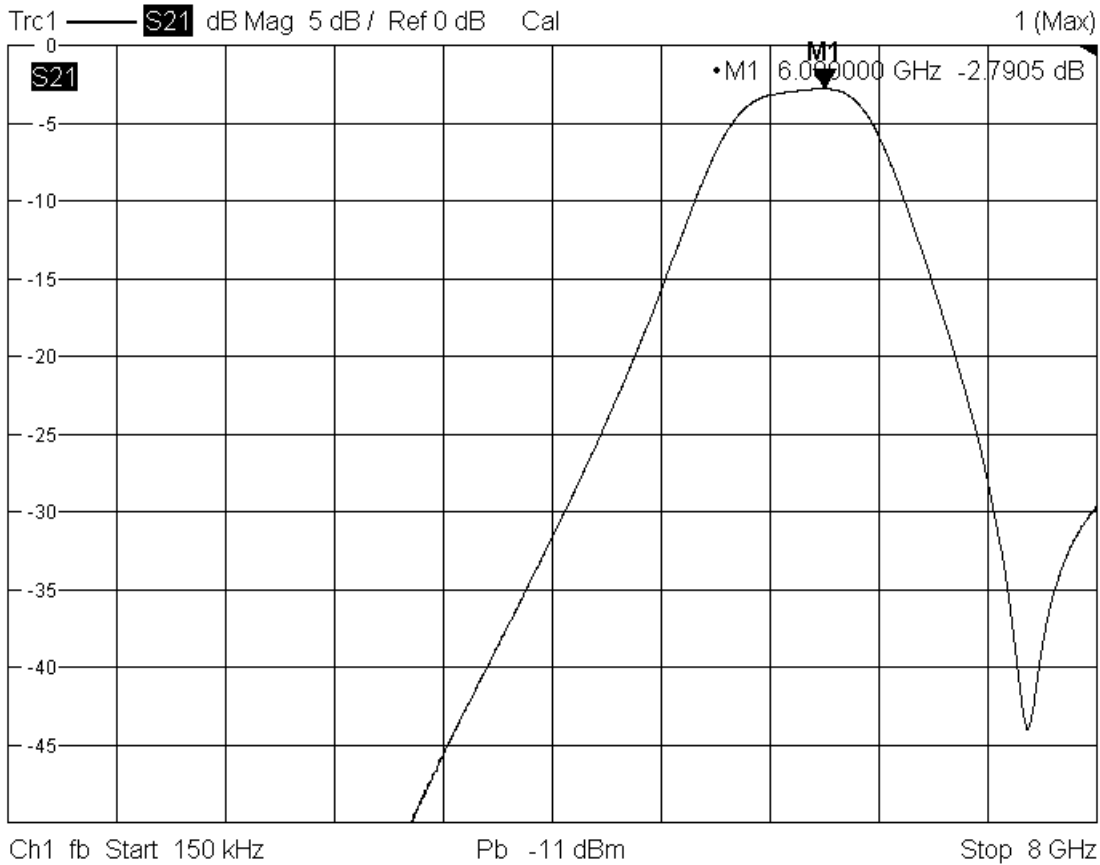
6/27/2021, 8:31 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 12 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz



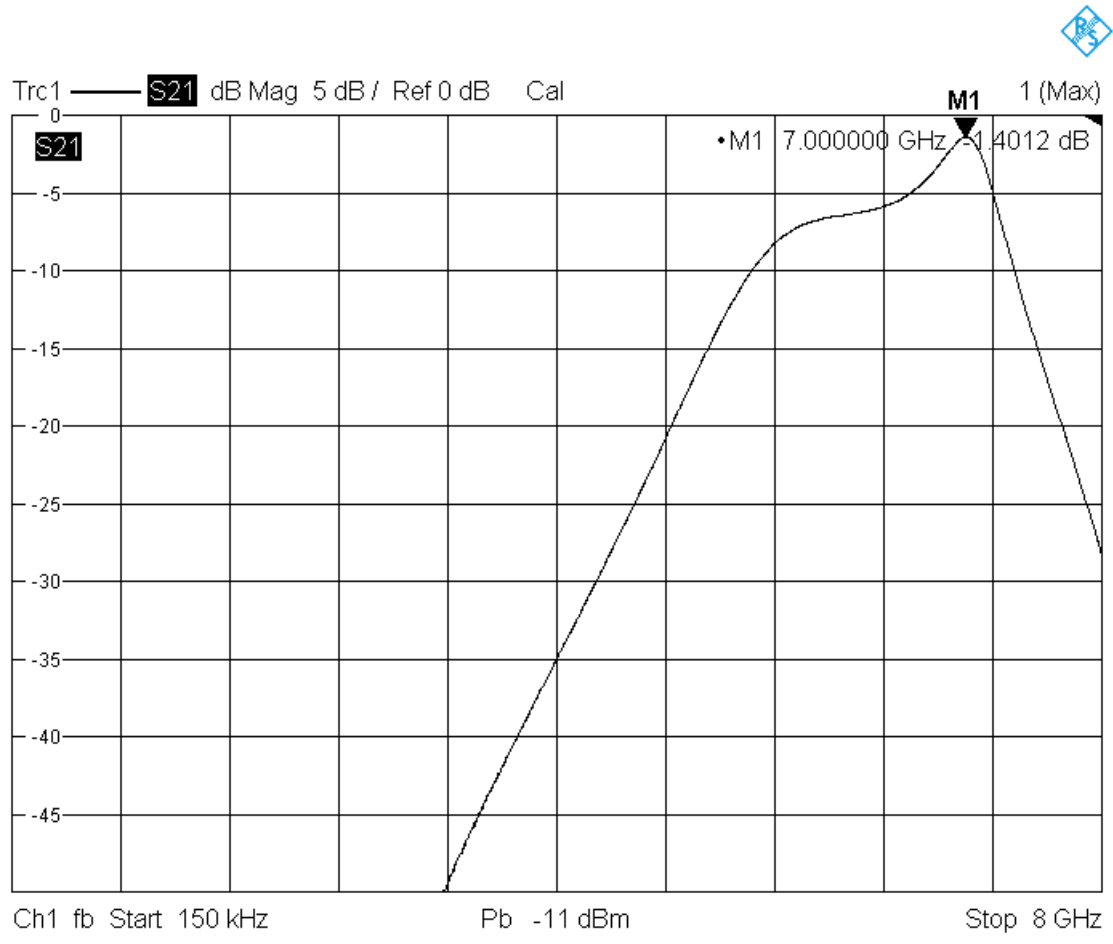
6/27/2021, 8:29 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 12 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



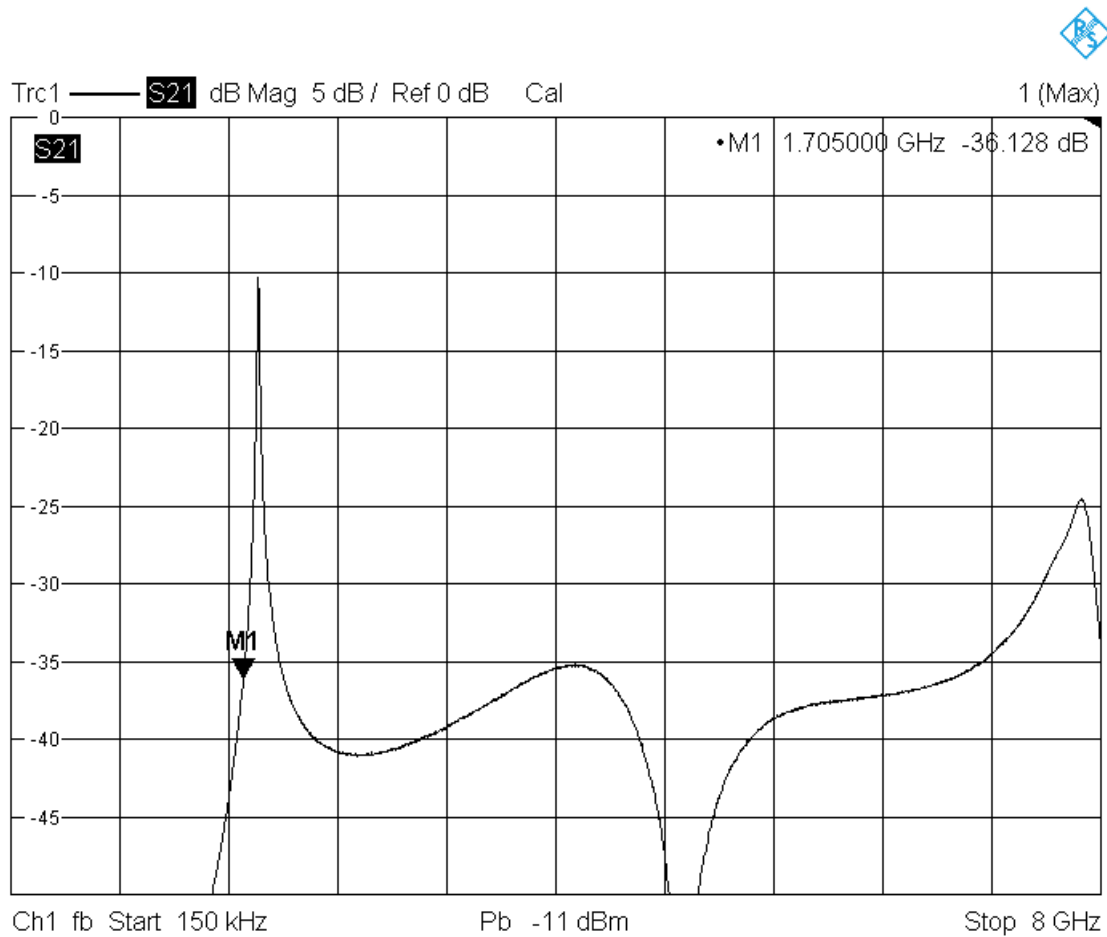
6/27/2021, 8:28 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 12 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz



6/27/2021, 8:27 PM

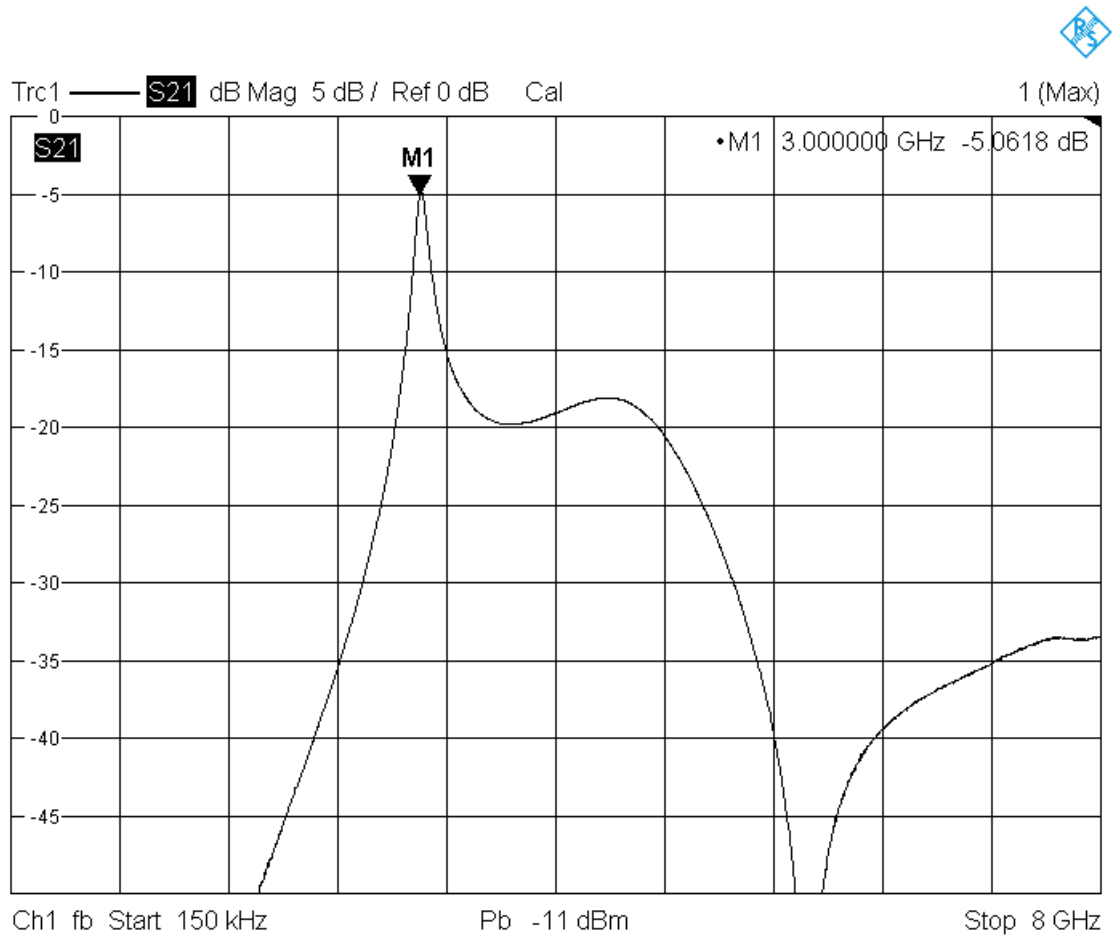
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 15 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 1.75 GHz



6/27/2021, 7:37 PM

(2 GHz missing)

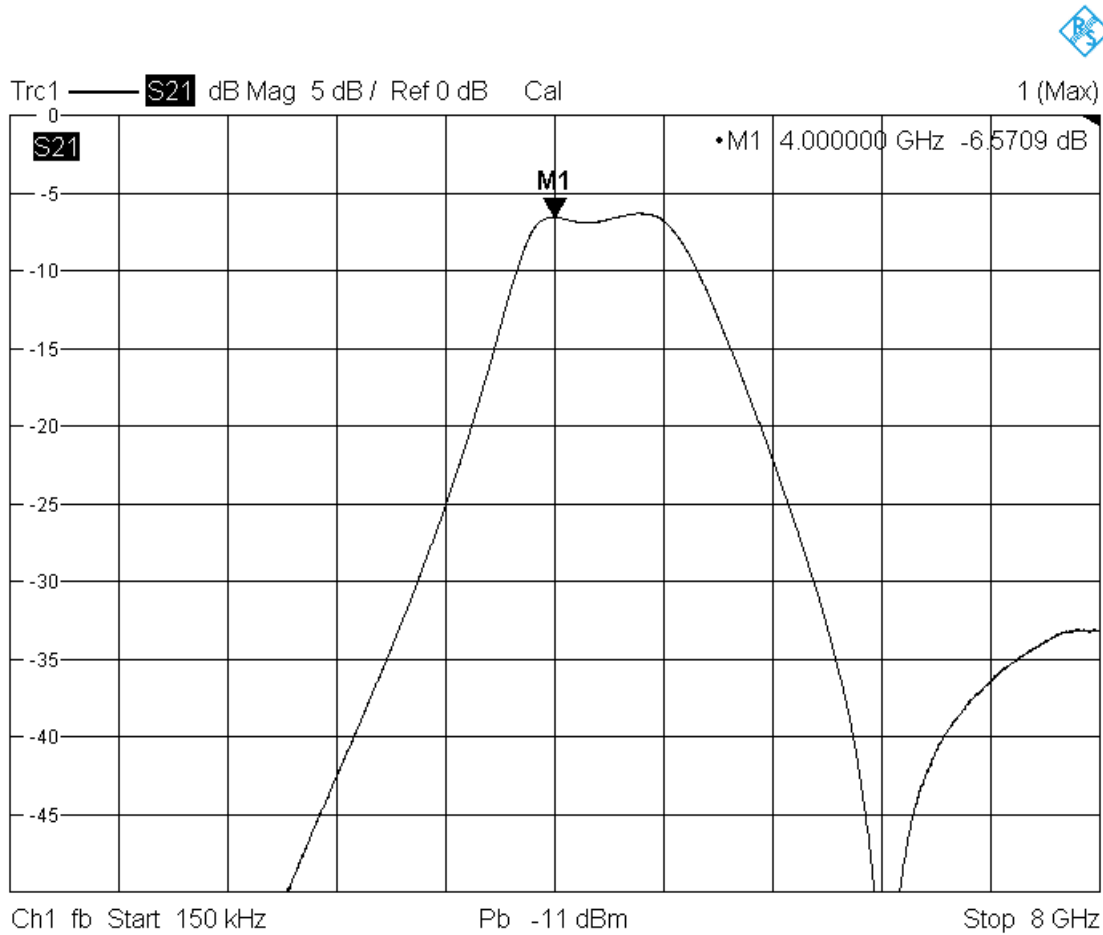
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 15 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 3 GHz



6/27/2021, 7:40 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 15 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz

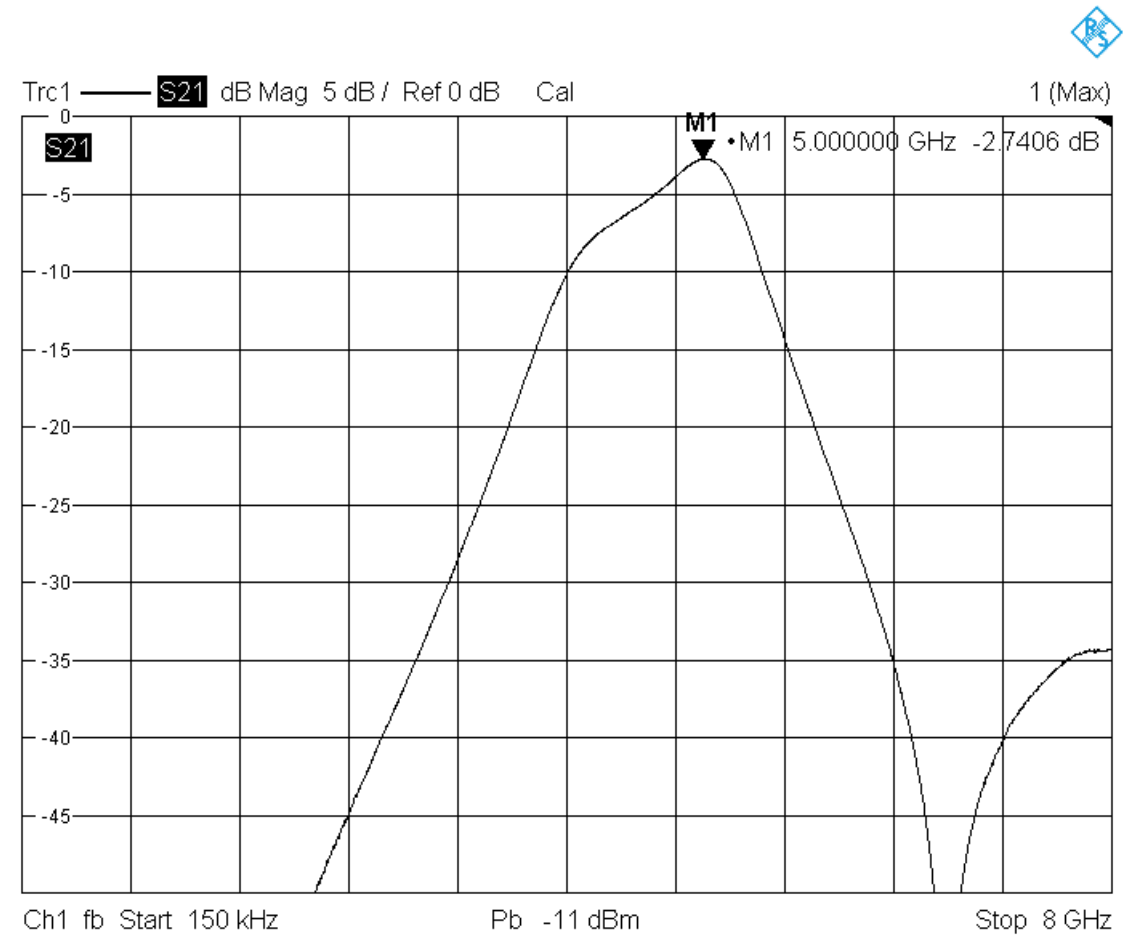
Da kommt die Treppenstufe ganz nach oben, mehr Dämpfung und richtig breit.
 Looks like a dual resonator bandfilter; nice flat top, but with this loss it is
 not really interesting.



6/27/2021, 7:43 PM

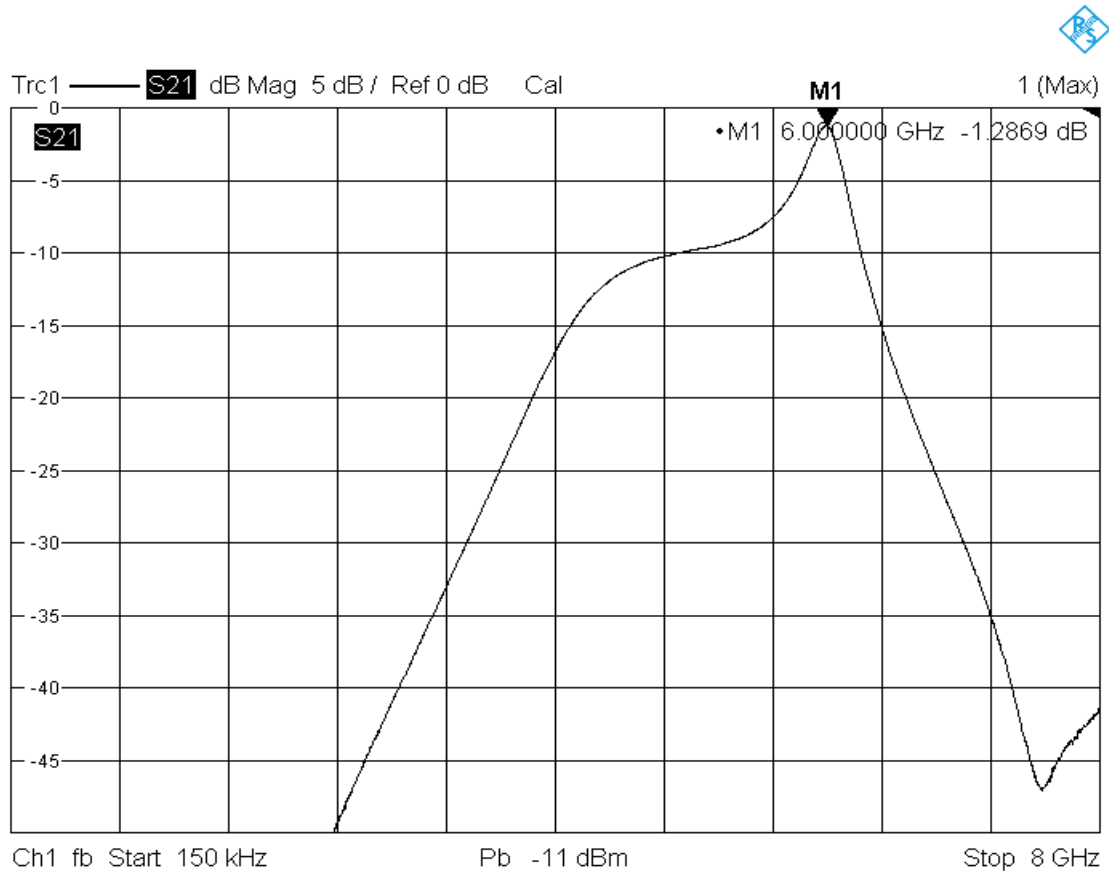
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 15 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 5 GHz

irgendwie krank, sieht aber brauchbar aus.



6/27/2021, 7:52 PM

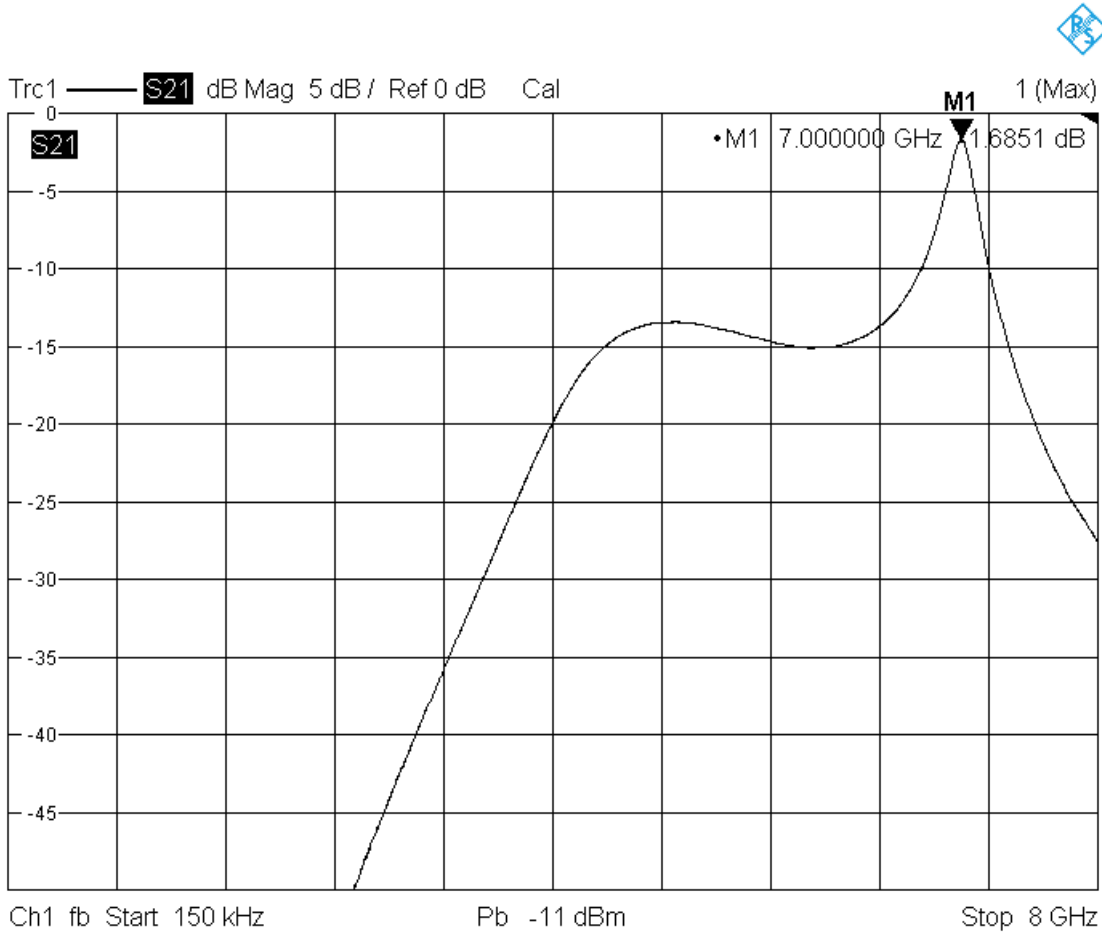
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 15 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 6 GHz



6/27/2021, 7:55 PM

int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
probe length / Länge der Antennen: 15 mm
tuning frequency / abgestimmt auf: 7 GHz

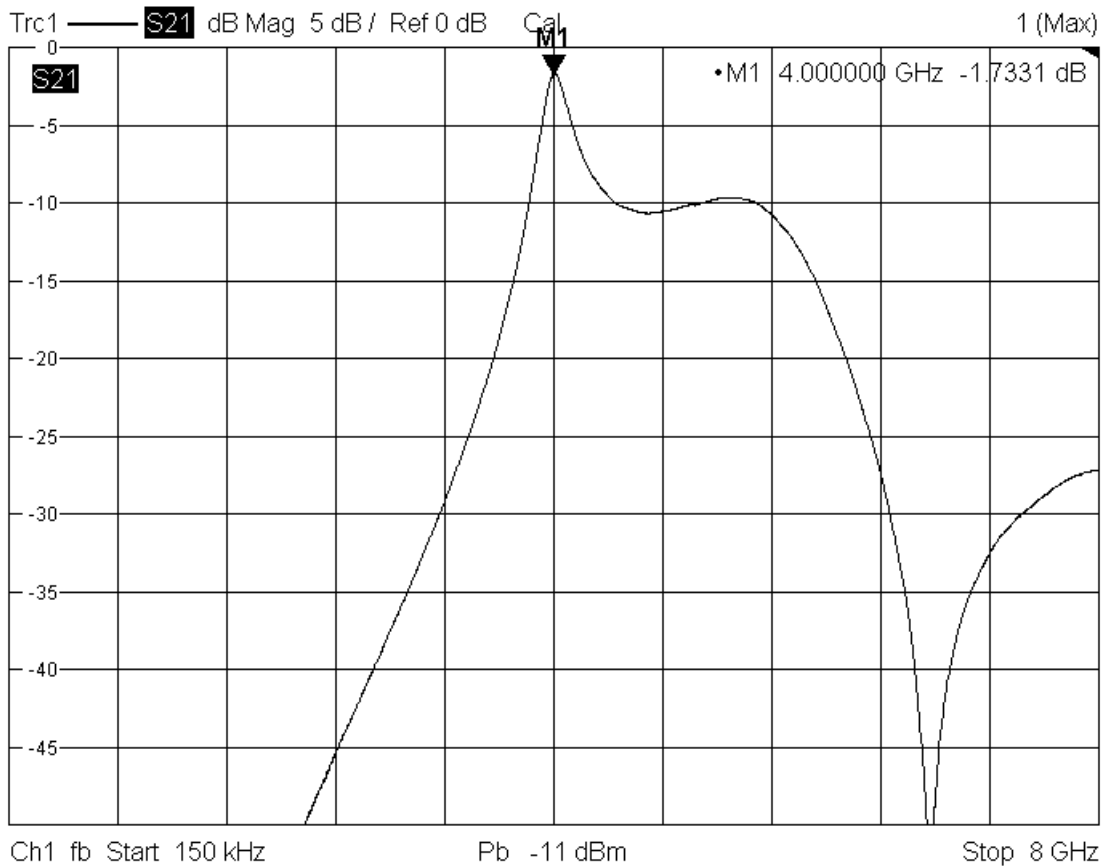
da ist die Schraube schon fast draussen.
screw nearly removed



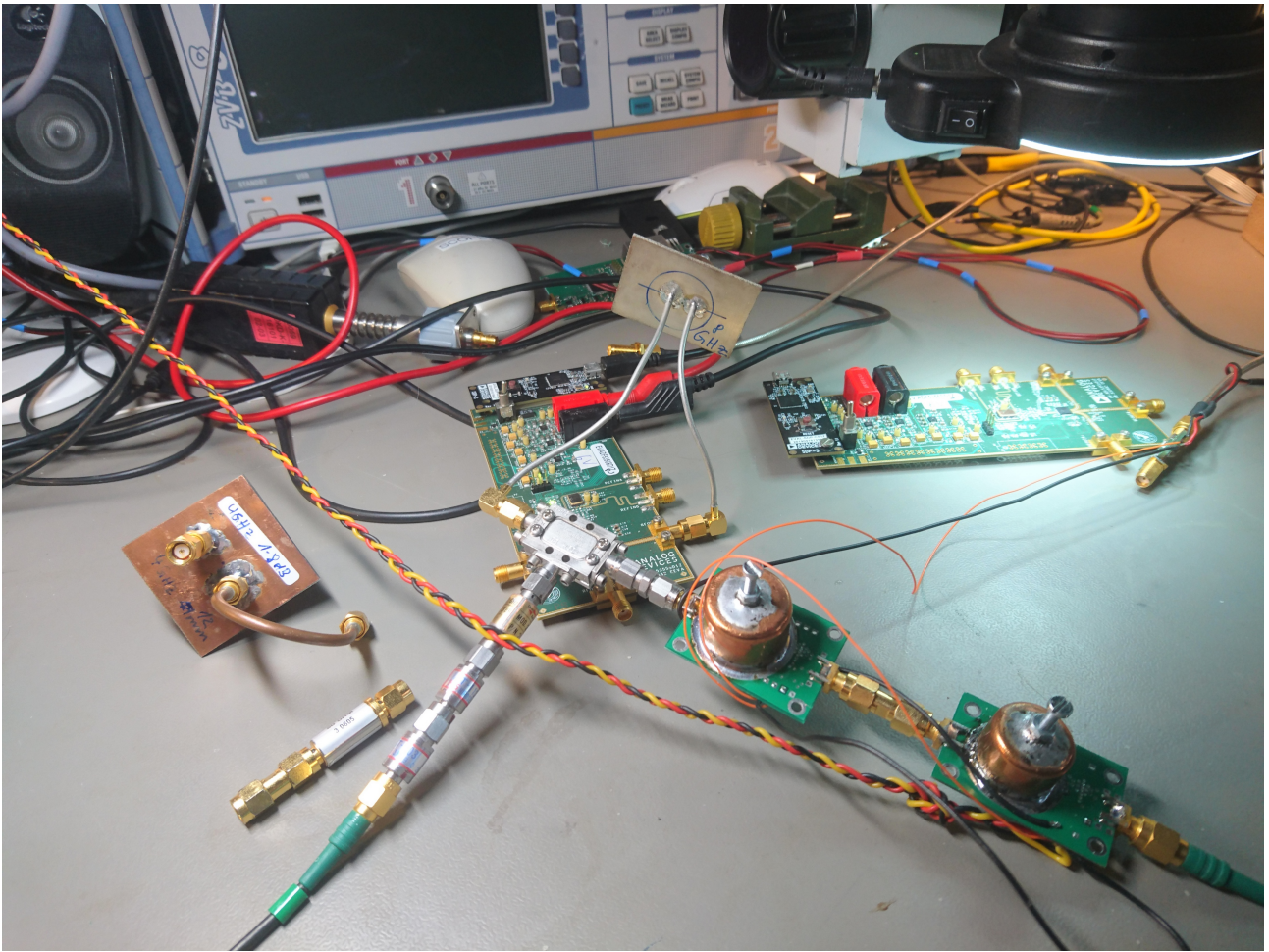
6/27/2021, 7:56 PM

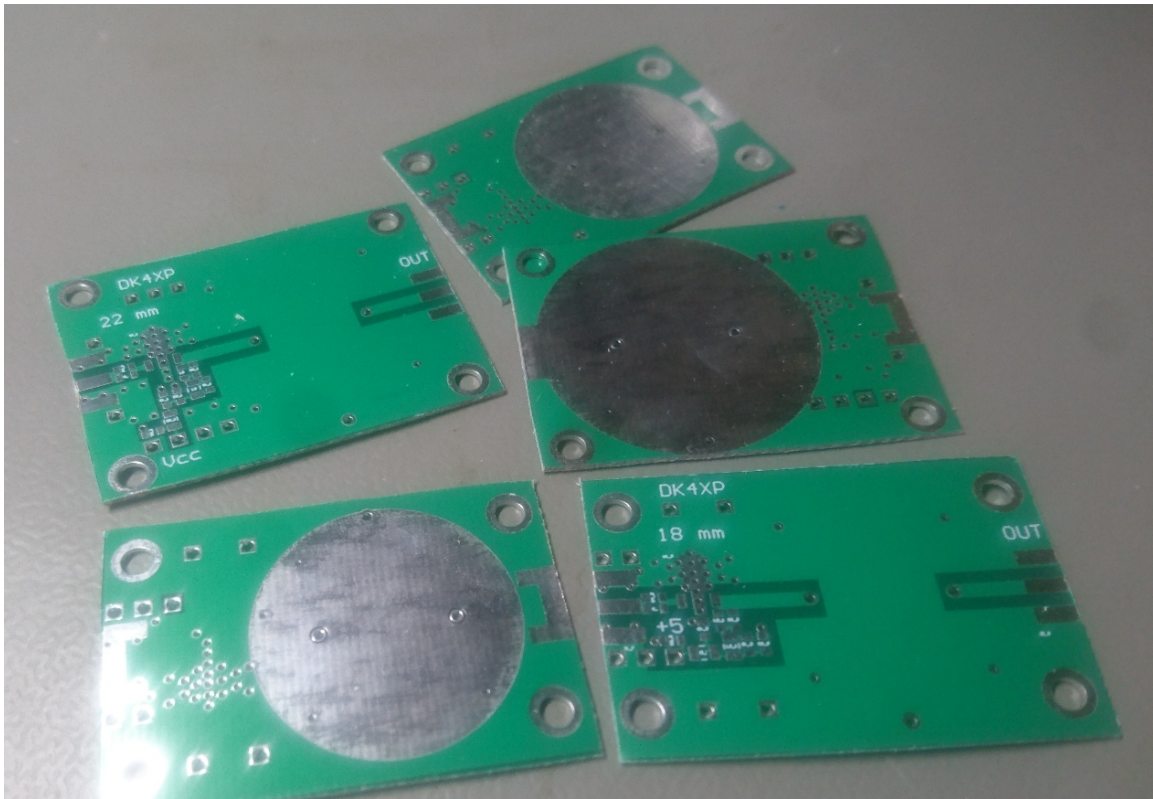
int. pot diameter / Kappendurchmesser innen: 28 mm
 probe distance / Antennenabstand: 17.5 mm
 probe length / Länge der Antennen: 12 mm
 tuning frequency / abgestimmt auf: 4 GHz

14 mm probes sind zu lang für 4 GHz / 14 mm probes too long for 4 GHz
 mit 20 mm Schraube gerade bis unter 4 GHz abstimbar / can be tuned just under 4 GHz with 20 mm long screw. zugelötet.
 nicht schön, aber Dämpfung OK und das Tableau stört für einen
 Frequenzvervielfacher nicht wirklich. Not pretty but loss is ok and the tableau
 does not hurt a frequency multiplier.

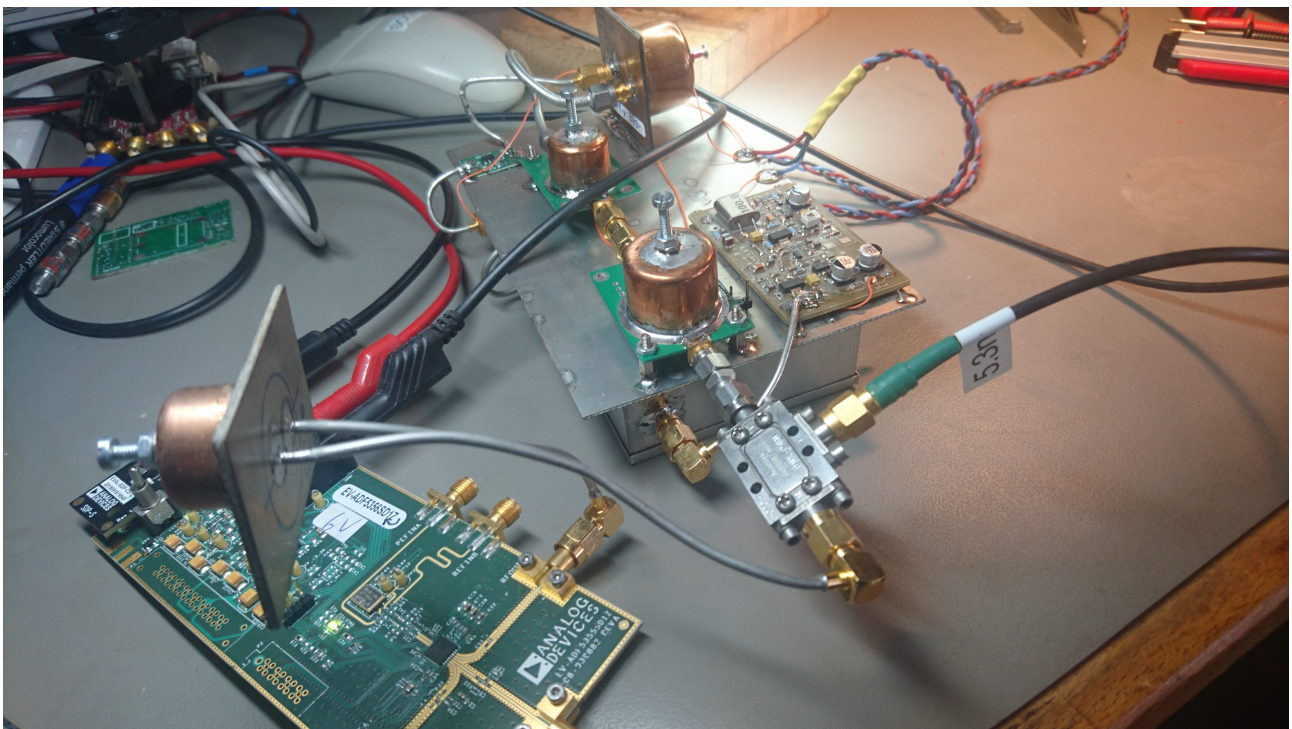


7/6/2021, 1:03 PM





sot-89-MMIC + end cap filter for amplification or harmonics generation
(Gerber files and some leftover boards are available; they cost next to nothing at JLCPCB in China; 10 boards 100*100 mm including Europacket transport < €18, delivery to door step 10 calendar days from Gerber upload typ.)



Multiplier chain 100 MHz -> 8 GHz and mixer against ADF5356 eval board