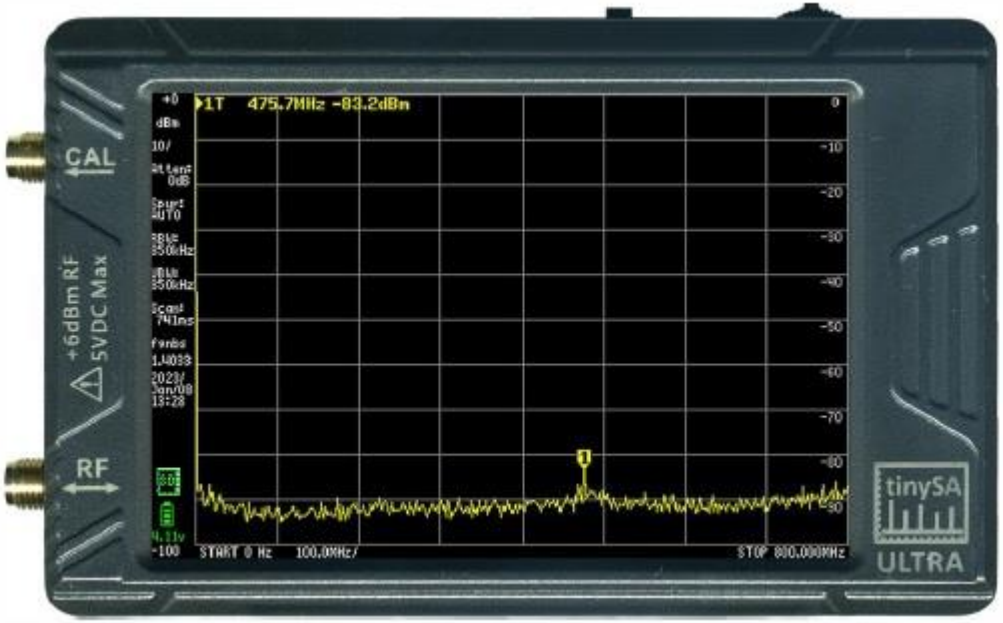


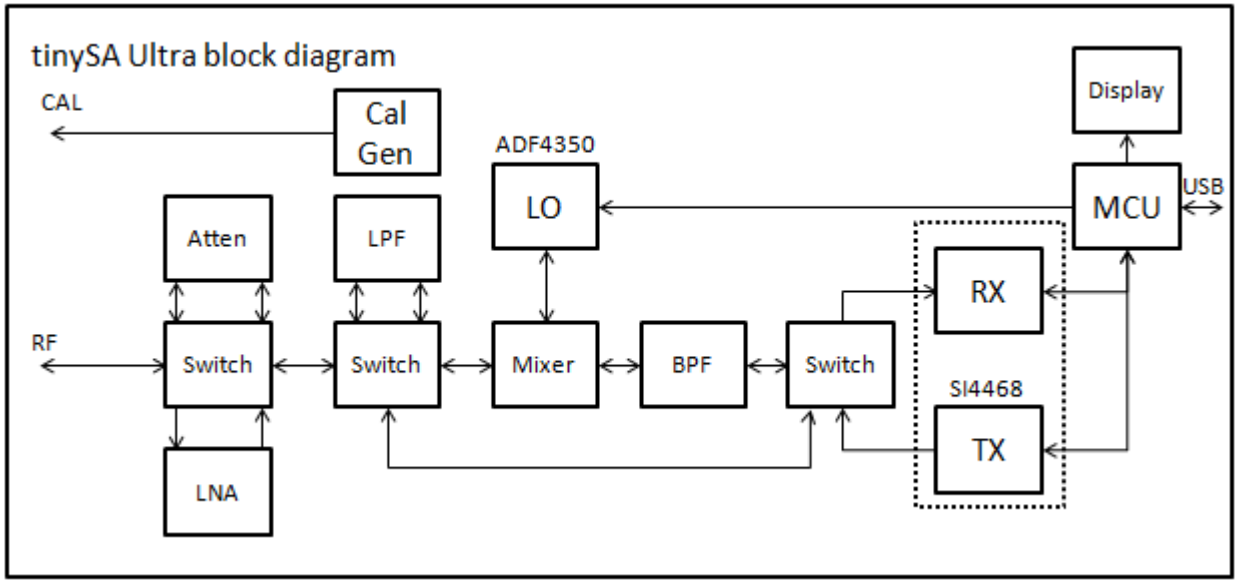
Hvordan bruger jeg en Spectrum Analyzer (TinySA Ultra)

Foredrag ved Hamday i OZ7AMG

d. 24 maj 2025

Af OZ4HZ, Hans Bøje Jensen

TinySA indeholder alle typiske komponenter for en spectrum analyzer samt en HF signalgenerator



The components used in input mode are:

In input mode the signal enters the tinySA through the RF SMA connector

A switch selects between an LNA or a 0-31dB step attenuator

A switch selects either a 900MHz low pass filter to eliminate aliases, bypasses the LPF for ULTRA mode or bypasses the LPF, mixer and BPF for direct mode.

A local oscillator to do the scanning of the selected frequency range.

Mixer that mixes the output from the second switch with the local oscillator to create the high IF.

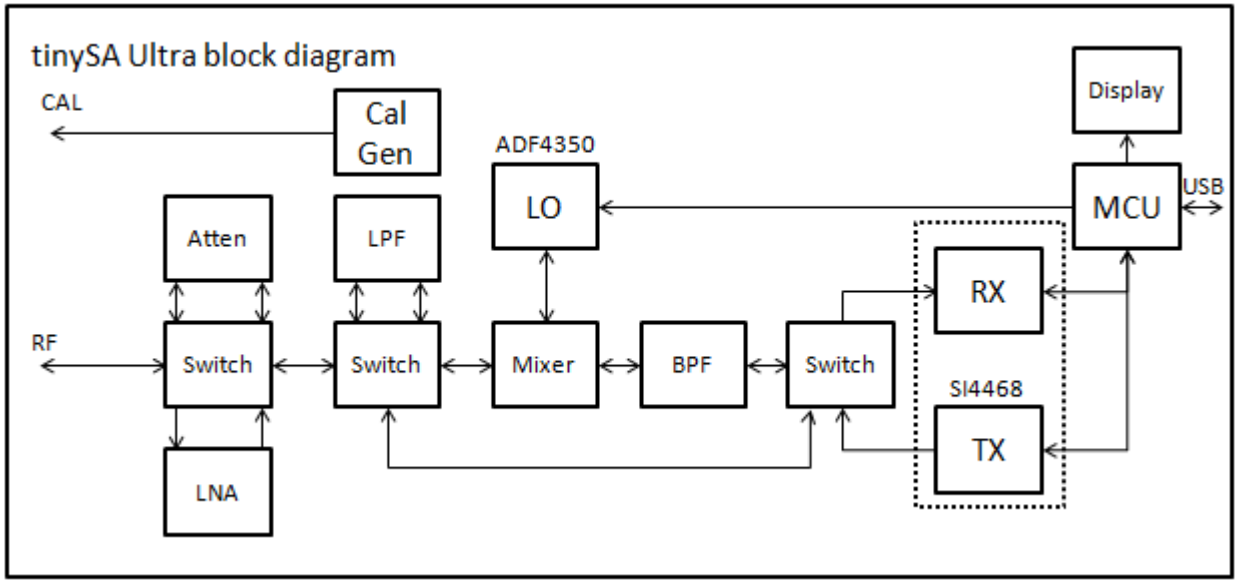
Band pass filter at 980MHz for the high IF that eliminates spurs and cleans the output from the mixer before the downconversion.

A switch to route the output of the BPF to the RX

And RX containing

- Second LO and mixer to downconvert the high IF to a low IF at 870kHz.
- Selectable resolution filters between 200Hz and 800kHz.
- Power detector with 120dB dynamic range after the resolution filter.

T



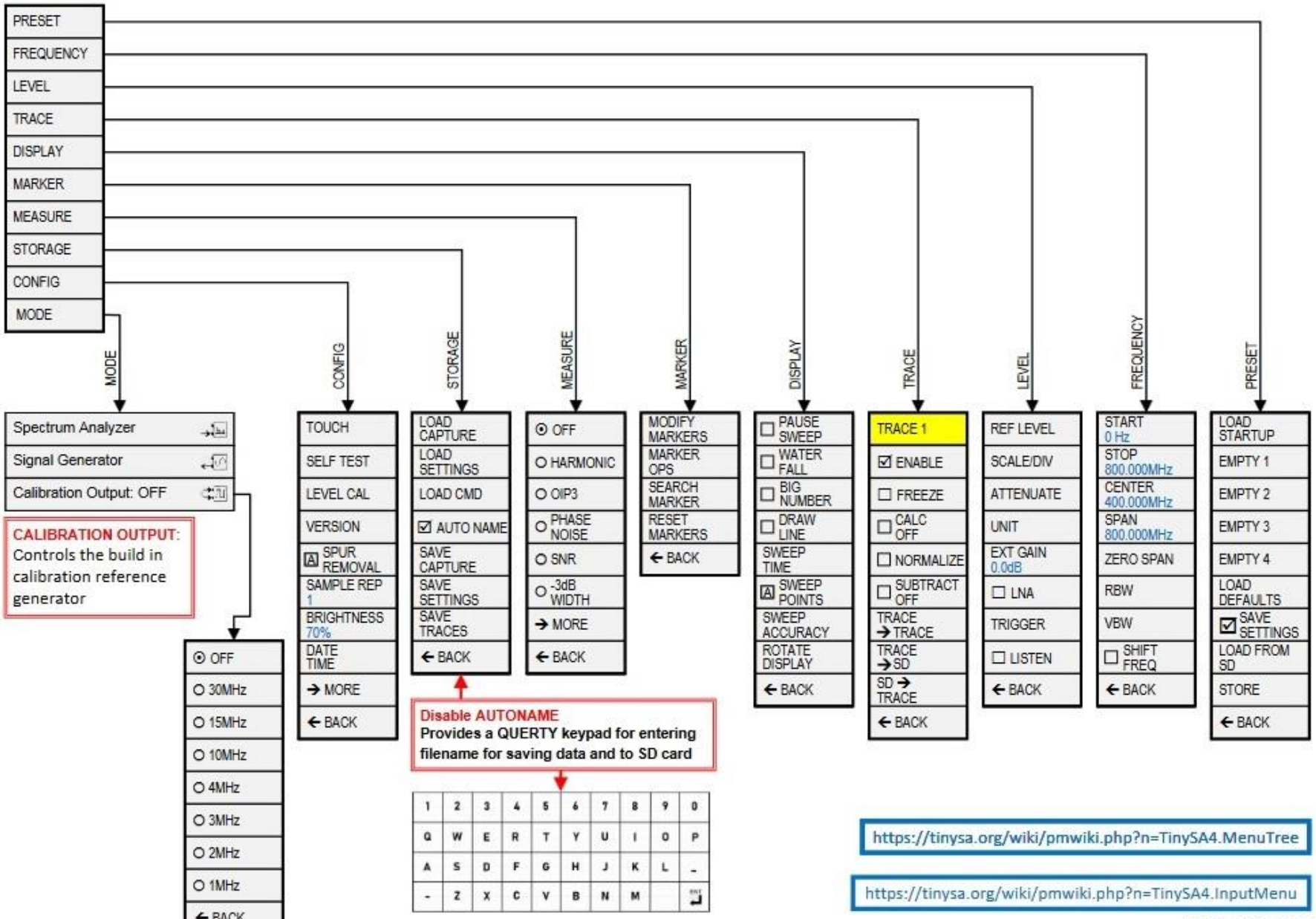
The components used in output mode are:
TX block with Local oscillator generating 980MHz
A switch to route the TX output to the Band Pass Filter
Band pass filter removing the harmonics of the 980MHz local oscillator or directly to the second switch
The LO determining the output frequency.
Mixer that mixes the output from the band pass filter with the second local oscillator to create the desired output frequency with limited harmonics
Switch that optionally selects a low pass filter to remove unwanted mixer products
Switch that enables the attenuator to optionally reduce the output level
The generated signal leaves the tinySA through the RF SMA connector

The calibration generator:
30MHz temperature controlled crystal oscillator
Selectable dividers to create 30, 15, 10, 4, 3, 2 or 1 MHZ
Fixed voltage output driver
High accuracy attenuator to create a 30MHz fundamental of -36.5dBm into 50 ohm as power reference connected to the CAL SMA.

Specifications

Power supply	5 V USB (1.3 A Max)
Battery operation	3 hours operation if fully charged (5000 mAh)
ESD protection	✔ Yes
Spectrum analyser	
Frequency range	100 kHz - 900 MHz (normal mode) 100 kHz - 7.3 GHz (ultra mode)
Absolute maximum input level	+6 dBm with 0dB internal attenuation
Input impedance	50 Ω (input attenuation > 10dB)
Compression point	1 dB at - 1 dBm with 0 dB internal attenuation
Phase noise	-90 db/Hz at 100 kHz offset, and -115 dB/Hz at 1MHz offset
Dynamic range	Spur free when using 30 kHz RBW of 70 dB
Absolute Power level accuracy	+/- 2 dB (after calibration)
Resolution filters	Manual (0.2, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 600 and 850 kHz), or automatic
Signal generator	
Frequency range	Sine wave output: 100 kHz - 900 MHz Square wave output: up to 6.0 GHz when not used as a spectrum analyser
Shape	Sine wave
Harmonics	below -40 dB of fundamental from 100 kHz - 900 MHz
Functionalities	AM, narrow FM and wide FM modulation
Level accuracy	+/- 2 dB up to 900 MHz between -72 dBm and -18 dBm, less accuracy below -72 dBm
Output frequency resolution	44 Hz below 900 MHz
Reference generator	
Frequency	Can be set to 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 10 MHz, 15 MHz or 30 MHz
Shape	Square wave with fundamental at -35.6 dBm connected to cal output

TinySA Ultra TOP Menu Chart



https://tinysa.org/wiki/pmwiki.php?n=TinySA4.MenuTree

https://tinysa.org/wiki/pmwiki.php?n=TinySA4.InputMenu

Lidt om sammenhængen mellem spænding , effekt og dB

Forholdet mellem 2 spændinger U1 og U2 i dB er

dB = 20*log(U2/U1)

Forholdet mellem 2 effekter P1 og P2 i dB er

dB = 10*log(P2/P1)

I en spectrum analyzer vises alle niveauer (normalt) i dBm og hvad er dBm

dBm betyder dB i forhold til 1mW d.v.s 1mW = 0 dBm

40 dBm = 10W (1mW +40 dB 40 dB = 10.000 gange)

30 dBm = 1 W (1mW + 30dB 30dB = 1000 gange)

-30 dBm = 1 uW (1mW – 30dB 1mW/1000 = 0.001mW)

For dBm i HF sammenhænge regnes med effekten afsat i en modstand på 50 Ohm

Ved LF regnes med effekten afsat i en modstand på 600 Ohm

Her er vist ”støjgulvet” der er afhængigt
af RBW (Resolution bandwith) og man kan
se hver gang båndbredden (RBW) ændres
Med en faktor 10 falder støjgulvet med 10 dB
Øverst er RBW 850 KHz (gul kurve)
RBW 100 kHz grøn kurve
RBW 10 KHz lilla kurve
RBW 1KHz rød kurve
Der er en indstilling mere RBW 200 Hz

Når RBW reduceres bliver hastigheden for
en skanning forøget.

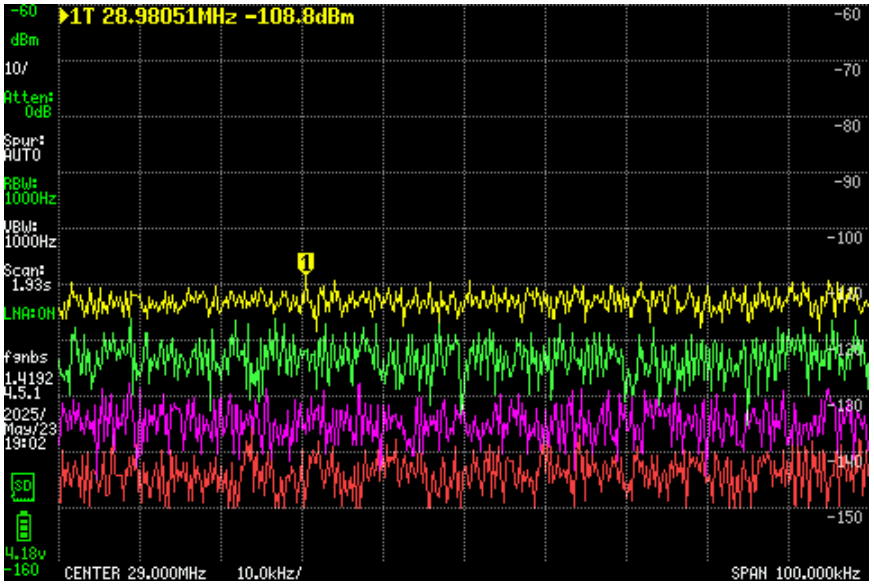
Frekvens udlæsningen er også afhængig af RBW
Mindre RBW bedre frekvens nøjagtighed

DANL Displayed Average Noise Level (støjgulv)

DANL =-174dB+BW[dB]+NF[dB]-2.5dB
(-174dB er den termiske støj)
(BW båndbredden i forhold til 1Hz)
(NF støjtal i dB)
(-2.5 dB DANL korrektion)

For TinySA bliver dette signal ca. -145 dBm
Med en RBW på 200Hz ved frekvensen 30MHz

Man er derfor i stand til at måle ret svage signaler
og derfor kan TinySA også bruges til at jagte
f.eks. uønskede signaler i nabolaget.



Intercept point og intermodulation

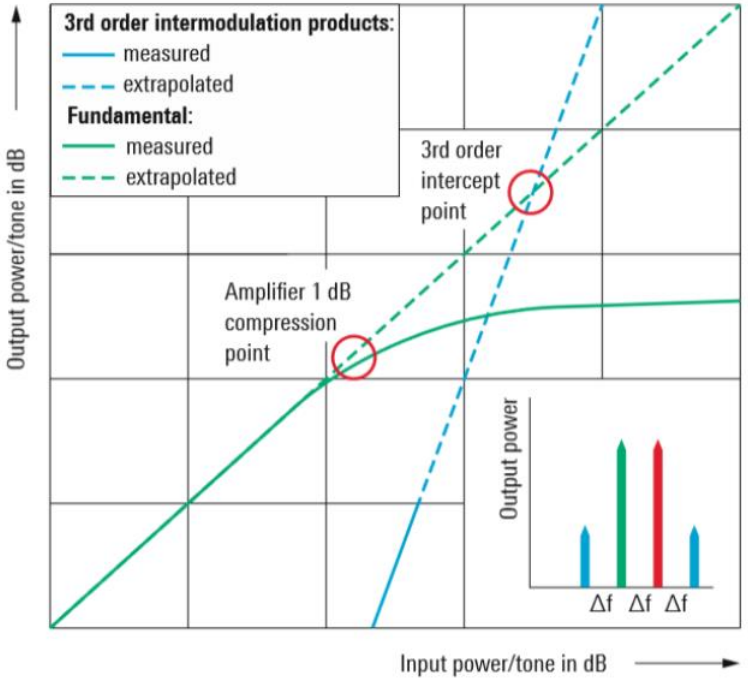
Intercept point IP3 =15 dBm og 1dB compression point er -1 dBm ved 0 dB intern attenuation

I TinySA er spurius free dynamic range 70 dB for signaler ved en RBW på 30 KHz

Kender man IP3 og signalets størrelse kan intermodulations afstanden regnes ud

IM3 = 2(IP3-Psig) i dB

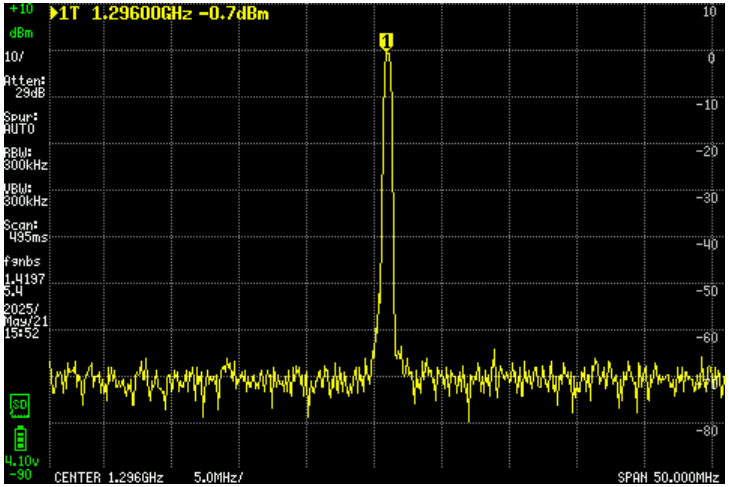
IP3 Intercept point i dBm
Psig indgangssignal i dBm

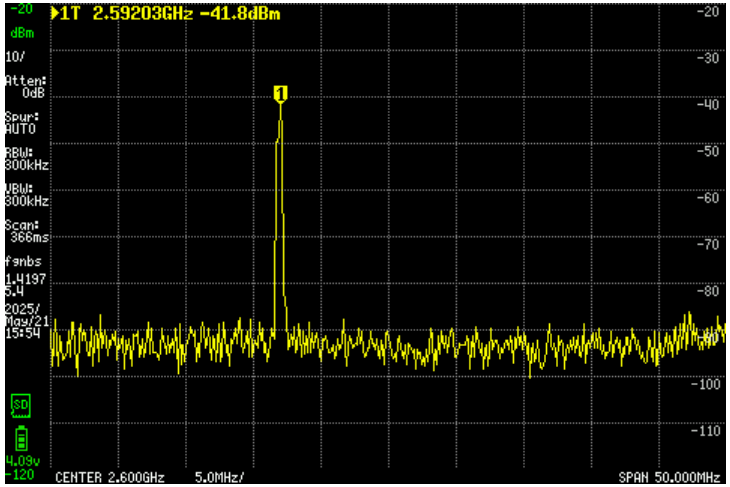


Eksempel
IP3 = 15 dBm og indgangssignalet -20dBm
giver
IM3 = 2(15- (-20))= 2(35)= 70 dB
Afstanden fra indgangssignalet til IM signalerne er 70dB

TinySA vs Rohde & Schwarz FPC1500

0 dBm 1296 MHz signal fra IFR 2025 signalgenerator og 2 harm på 2592 MHz
målt med TinySA og FPC 1500





Som det ses er resultaterne næsten identiske 1 dBs forskel (Pris tinySA 1600 Kr R&S 50000 Kr)
Har man en kalibreret signalgenerator findes der en kalibrerings undermenu i TinySA

Praktiske målinger med TinySA

- Senders udgangseffekt (i dBm eller W)
- Uønsket udstråling (harmoniske m.m.)
- SSB senders /PA trins intermodulation
- Måling af FM modtagers følsomhed (hvis tid)
- Der er mange andre målinger man kan lave
- med TinySA- her er kun vist de forholdsvis
- enkle vi kan lave i praksis

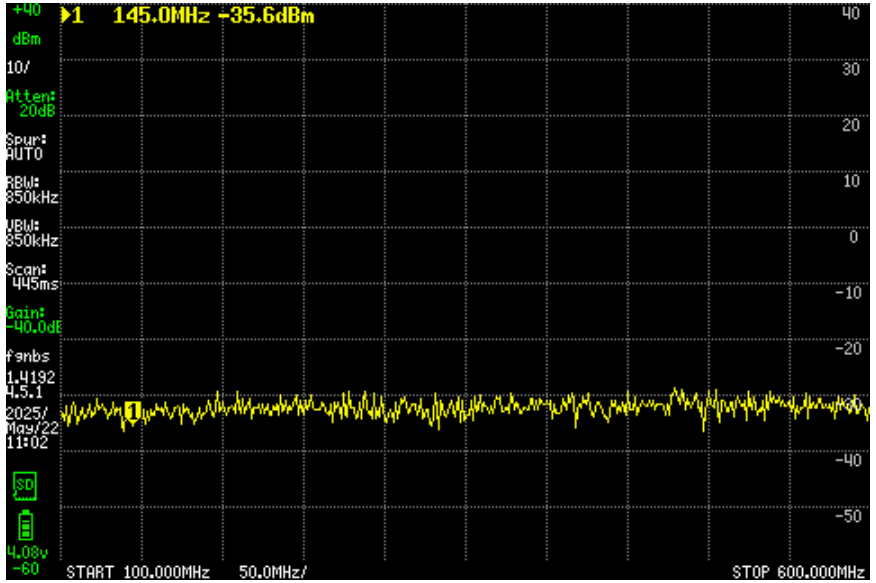
Setup til måling af udgangseffekt fra en 145 MHz håndstation

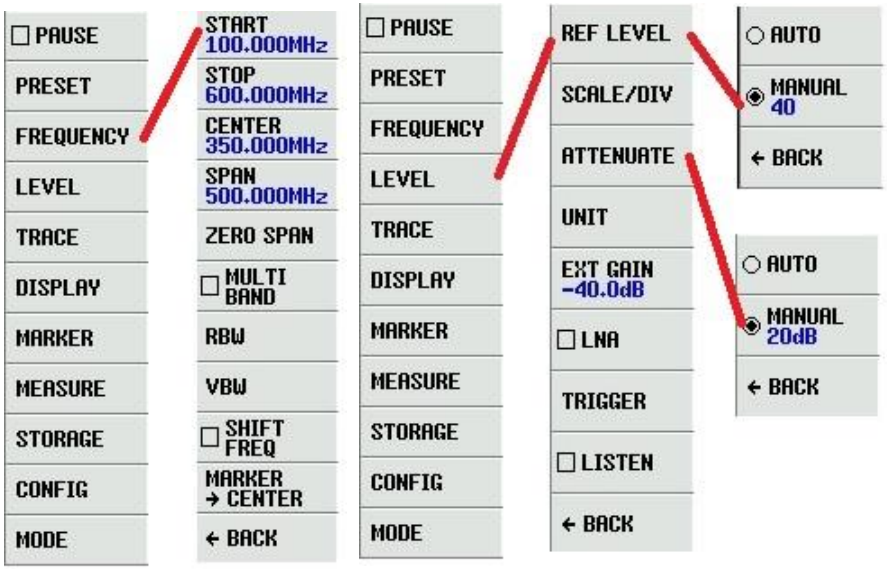
Der skal nu måles på en sender der har et output på mere end 6 dBm (4mw) der er det maksimale signal der må sendes ind i TinySA – Derfor skal signalet fra senderen dæmpes med en udvendig attenuator så signalet ind i TinySA ikke er større end 6 dBm

Ved målinger på op til 10W (40 dBm) bruger jeg en attenuator på 40dB (der skal kunne klare denne effekt)

Start med at tilslutte en udvendig attenuator på 40 dB .
Tryk på skærmen og vælg FREQUENCY
Vælg START til 100 MHz og STOP til 600 MHz.

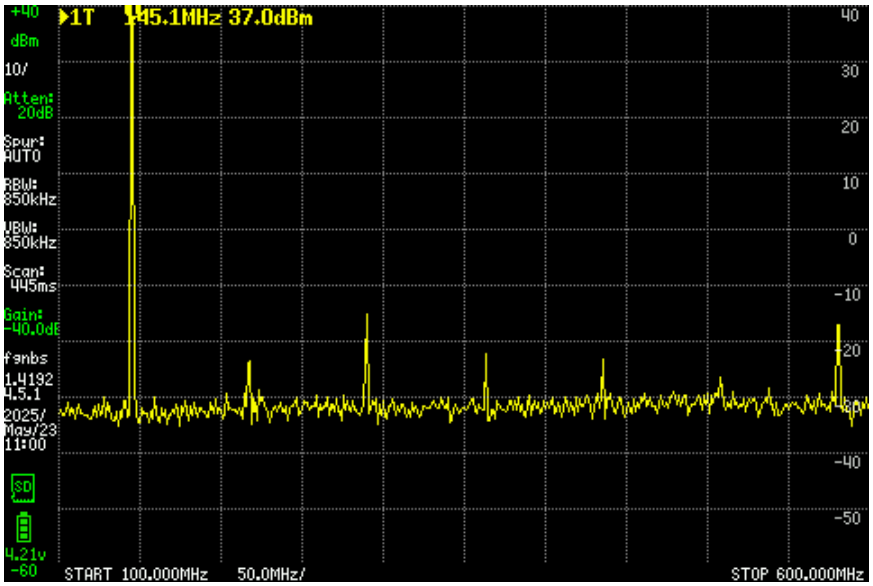
Tilbage til startskærmen og vælg LEVEL og derefter MANUAL og 40 (dBm) og sæt ATTENUATE MANUAL 20 dB (dette er den Interne attenuator der går fra 0 dB til 31.5 dB Med 0.5 dBs spring)





Måling af harmoniske fra en 145MHz håndstation

Her er vist en typisk udstråling fra en Baofeng håndstation (UV-5R) som spectrum analyseren kan vise korrekt uden problemer da den uønskede udstråling ikke er dæmpet mere end ca. 60 dB. Hvis den uønskede udstråling er kraftigt dæmpet vil spectrum analyzeren vise et forkert resultat på grund af dens
" spurius free dynaming range" der typisk er ca 75 dB

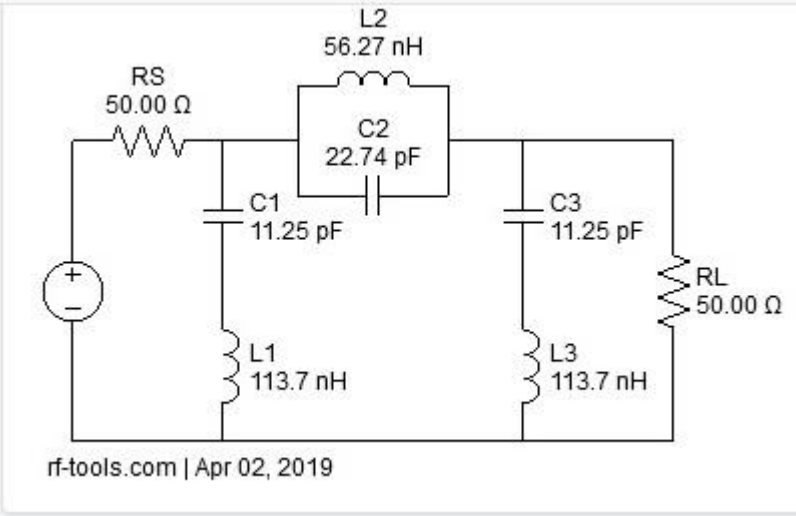


Der vil nu blive lavet målinger af forskellige håndstationer med efterfølgende diskussioner

Måling af harmoniske fra en 145MHz håndstation

Der er nu vist målinger hvor den uønskede udstråling ”tilsyneladende” er mindre end det spectrum analyzeren viser Hvad så?
Hvis vi nu kan dæmpe det ønskede signal (her 145 MHz) så vil det dynamiske område vi kan måle blive forøget med denne dæmpning.

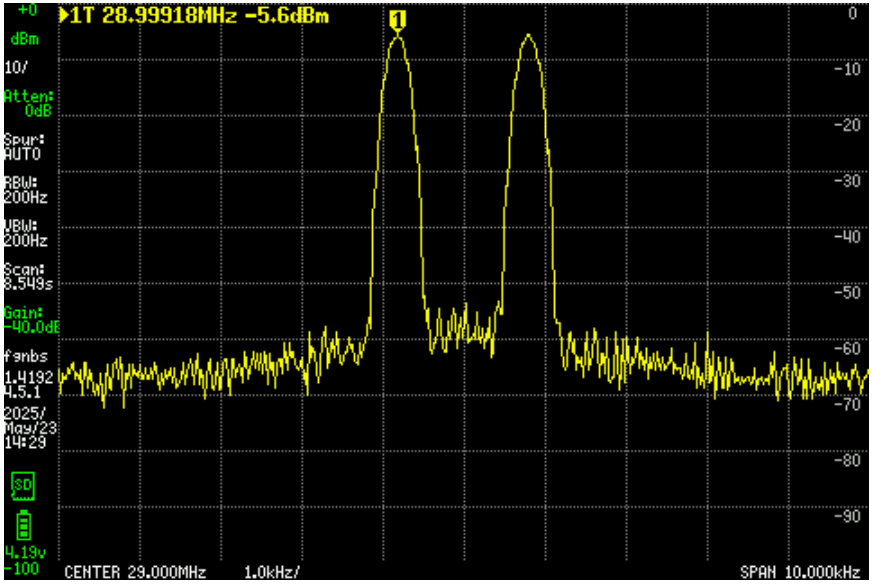
Vi laver et BÅNDSTOP filter til 145MHz (her med en dæmpning på 30dB)



Måling af intermodulation på et lille PA trin (5W) fra Funkamateur

Setup til måling af intermodulation

For at kunne måle IM på et PA trin skal bruge 2 signaler der kan fås fra en SSB sender moduleret med 2 toner eller som her en generator der kan generere 2 signaler som vist her.



Jeg bruger her en Waveform generator SDG6022X fra Siglent der kan genere alskens skumle signaler op til 200MHz
Her sat til DSB signal (dobbelt sidebånd) der giver præcis 2 signaler med en passende afstand imellem og en centerfrekvens på 29.0 MHz

Ved målingerne skal der adderes 6 dB til niveauet for de enkelte toner for at få PEP og dette betyder at afstanden til IM produkterne er 6 dB bedre når man regner fra PEP værdierne .

Lad os så se nogle målinger på dette QRP PA trin!

WWW Links

TinySA homepage https://www.tinysa.org

TinySA på GroupIO https://groups.io/g/tinysa
(Masser af gode info om TinySA og her kan et ”Menu Tree” også downloades, dette er næsten uundværligt)

Da der findes et utal af kloner (heraf mange dårlige)
anbefales det kun at købe fra de på TinySa s hjemmeside anbefalede distrubutører

I EU https://eleshop.eu/catalogsearch/result/?q=tinysa (jeg har købt mine her)

Køber man en ”original” TinySA er man også sikker på at firmware opdateringer virker.
Der er kommet mange med masser af nye funktioner igennem de sidste år

Min homepage https://www.oz4hz.dk/

Tak for jeres opmærksomhed