Indledning:

Fremkomsten af en række Vector Network Analyzer med betegnelsen NanoVNA har medført at Hugen, der står for produktion og leverance af NanoVNA-H og NanoVNA-H4 samt NanoVNA-V2_2 hvor sidst nænte er med enten SMA eller N stik, sammen med Erik Kaashoek har udviklet en Spektrum Analyzer, med navnet TinySA, i samme prisklasse, som er et fantastisk produkt med mange avancerede funktioner.

Hele dette produkt program lagerføres hos EDR og købes via EDR WEBShop, til en pris der gør det fjollet at købe på nettet, da prisen hos EDR med moms matcher flere ugers ventetid, bøvl med Post Nord, der skal have et par hundrede for at opkræve moms og håndtering. Hvis man bruger DHL til forsendelsen, så får man også en tilsvarende ekstra regning.

Når man modtager en TinySA kommer den i en flot gaveæske, som vist i Figur 1 der indeholder selve TinySA samt et USB C til USB-2 kabel, 2 stk. SMA han-han test kabler, en SMA hun-hun adapter samt en håndleds strap med et guitar plekter til betjening af menu systemet, via den tryk følsomme farveskærm.



Figur 1

Når man tænder for TinySA starter den automatisk i frekvens området 0 til 350MHz og som det ses på Figur2 ligger støjgulvet på -90dBm. Den lille antenne har fanget et TV-signal og marker 1 finder det største signal automatisk





Den er programmerbar via USB kablet så den der er fikst på fingrene kan lave smarte programmer, der styrer TinySA. Der er allerede en beta PC Software, der blandt andet henter skærmbilleder, som der her er et eksemplar af, der viser et AM moduleret signal med 70% modulations grad i figur 3 samt fasestøj for et 30MHz signal i en afstand af 0.5MHz med marker 2 måling med værdien -110.9dBc/Hz vist i Figur 4



Figur 3



AM signal med 70% modulation

Fasestøjsmåling for et 30MHz signal

Der er fire markører med forskellige individuelle funktioner. Ligeledes kan man tænde for et vandfald (Waterfall) og monitere er valgfrit frekvensområde og med mange funktioner for at gemme og huske Maks eller Min niveauer. TinaSA kan mange ting udover den basal funktion som Spektrum Analyzer, med 6 filter bånd bredder fra 3KHz til 600KHz, i to frekvens områder 0.1 til 350MHz med super performance, med + - 1dB nøjagtighed, og et udvider frekvens område fra 240 til 960MHz med lidt reducerede data.

Disse ekstra ting, som selv ikke en professionelle SA altid har, er:

- Harmonisk analyse af f.eks. en oscillator eller en sender
- Automatisk måling af OIP3 f(3.ordens inter modulation) af en forstærker eller et PA trin
- Fase støj af en oscillator, sender eller forstærker

- Målesender med udgangs signal for begge de to frekvensområder, med programmerbar frekvens og signal niveau fra -6 to -76dBm for det lave område, med AM og FM modulation samt et sweep med valgfri dB step funktion, opad

eller nedad for linearitetsmåling, samt brugervalgt sweep område, over hele området for 0 til 350MHz. For det høje frekvens område, med signal niveau fra -38dBm til + 13dBm med 16 pre-definerede niveauer. - 0 sweep (CW) på valgfri frekvens, som virker som en slags oscilloscop, eller som Power meter idet udlæsningen generelt er enten dBm, dBmV, dBuV, Volt eller Watt.

Det er i høj grad en god ide at besøge <u>https://www.tinysa.org/wiki/</u> hvor man kan gå i dybden og få mange detaljerede oplysninger, og hvor der også er link til PC programmet TinySA.exe samt sidst nye firmware udgave

Så lad os kigge på de forskellige muligheder der er med TinySA

Start op skærmbilledet vist i Figur 5 indeholder et væld af oplysninger i venstre side. Fra oven vist 0 dBm som reference niveau, dernæst /10 der betyder 10dB per deling fra 0dBm ned til -100dBm, Atten: 0dB (attennuator 0 dB automatisk valgt), RBW: 621KHz (filter båndbredden der bliver automatisk valgt for hurtigst muligt sweep), Scan:406ms (et fuldt sweep på 0.406sekund) LOW (det lave frekvens bånd valgt).

Desuden er batterispænding vist samt en søjle der viser kapaciteten der er tilbage, her 100%.





Et klik på et tilfældigt sted på skærmen eller et tryk på vippekontakten foroven til højre på kabinettet bringer hovedmenuen frem på skærmen vist i Figur 6.



Figur 6

HOVED MENUEN

MODE vist i Figur 7 menupunktet fremkommer ved klik på MODE:





Ved et klik på "Switch to HIGH in" får vi et ny skærmbillede Figur 8 med frekvensområdet 240 til 960MHz og input signalet skal nu tilkobles SMA konnektoren benævnt HIGH



Figur 8

Lidt om TinySA som signalgenerator som kan læses senere, men praktisk at vide noget om inden den egentlige gennemgang af TinySA som Spektrum Analyzer, da der er reference til disse funktioner. Er du utålmodig så spring frem til efter Figur 26

TinySA er også en signalgenerator med avancerede funktioner og ved et klik på "Switch to LOW out" i figur 7 fremkommer denne undermenu som Figur 9. Foreløbigt er LOW OUTPUT sat til OFF indtil alle indstillinger er foretaget

LOW OUTPUT OFF
FREQ: 10.000MHz
LEVEL: -15dBm
MODULATION: None
SPAN: 0.000MHz
LEVEL CHANGE: 0.0dB
SWEEP TIME: 893ms
MODE



Et klik på FREQ: i figur 9 åbner et input felt Figur 10 hvor center frekvensen kan indstilles fra 0 til 350MHz med en frekvensafhængig opløsning på 400Hz ved 349.999MHz og 200Hz ved 10MHz.

7	8	9	G
4	5	6	M
1	2	3	k
0		+	×1
CENTER	0350MHz		



Et klik på LEVEL: i figur 9 muliggør valg af udgangs niveau i 50 ohm fra -76dBm til -6dBm i 0.5 dB step i input tavlen figur 11

7	8	9	μ
4	5	6	m
1	2	3	-
0	•	+	×1
LEVEL	-766		

Et klik på MODULATION: i figur 9 bringer Figur 12 menuen frem hvor vi kan vælge de viste modulations former. De er med en del forvrængning og bruges for at høre om f.eks. en modtager fungerer på AM og/eller FM

MODULATION	
• None	
○ AM 1kHz	
o AM 10Hz	
O Narrow FM	
○ Wide FM	
• External	
← BACK	



Et klik på SPAN: i Figur 9 giver mulighed for indstilling af sweep bredden i Figur 13 fra 0 til 350MHz omkring den valgte center frekvens, med en opløsning af samme størrelses orden som for center frekvensen

7	8	9	G
4	5	6	M
1	2	3	k
0	•	+	×1
SPAN 0350MHz			



Et klik på LEVEL CHANGE i figur 9 åbner op for at et sweep med udgangsniveauet valgt ved Figur 11 kan sweepe med stigende eller faldende amplitude med 0.5dB step over et område på 70dB valgt i Figur 14



Figur 14

Hvis vi vælger et LEVEL CHANGE på -30dB ved Figur 14 fremkommer et nyt skærmbillede med den valgte frekvens på 10 MHz, et SPAN på 0.000 MHz samt et ændret udgangs niveau til -20dBm, valgt ved figur 9, samt en SWEEP TIME på 5 sekunder, får vi et oversigt billedet på skærmen som vist i Figur 15. Samtidig sætter vi LOW OUTPUT til ON Med en anden TinySA vises dette amplitude sweep mellem -20 og -50dBm ved en sweep tid på 10sekunder i Figur 16. En praktisk måde at vurdere lineariteten af en forstærker eller et PA Trin



Figur 15



SWEEP TIME indstillingen kan sættes op til 600 sekunder i Figur 17





Ved valg af "Switching to HIGH output" i Figur 7 et lignende sæt menupunkter fremkommer i Figur 18 som ved LOW output. Frekvensområdet er 240 til 960MHz men visse funktioner er mindre fleksible og for eksempel LEVEL CHANGE forefindes ikke.

OFF HIGH OUTPUT FREQ: 300.000MHz LEVEL: -7dBm **MODULATION:** None SPAN: 0.000MHz SWEEP TIME: 9.86s MODE

Figur 18

Ved valg af FREQ: i figur 18 kan denne vælges fra 240 til 960MHz i Figur 19



Figur 19

Ved valg af LEVEL: i Figur 18 fremkommer en rækker menuer for faste udgang niveauer spændende fra +13dBm ned til -38dBm vist i figur 20 til figur 22





○ -2dBm	
○ -4dBm	
● -7dBm	
○ -19dBm	
○ -21dBm	
→ MORE	
← BACK	

Figur 21



Figur 22

Ved valgt af MODULATION: i Figur 18 kan de to FM modulations former vælges. AM kan ikke vælges hvilket fremgår af Figur 23

MODULATION	
• None	
Narrow FM	
○ Wide FM	
← BACK	



Ved valgt a SPAN: i figur 18 vælger man et span i Figur 24 som er symmetrisk omkring den valgte frekvens i Figur 19 og TinySA kontrollerer om dette ligger indenfor frekvensområdet 240 til 960MHz. Er det valgte span for stort beregnes en ny centerfrekvens automatisk

7	8	9	G
4	5	6	M
1	2	3	k
0	•	+	×1
SPAN 248968Mhz			



Vælges SWEEP TIME: i Figur 18 kan den ligeledes indstilles i Figur 25 op til 600 sekunder

7	8	9	
4	5	6	
1	2	3	m
0		+	×1
SWEEP SECONDS 0600 seconds			

Når alt er indstillet som ønsket sættes HIGH OUTPUT til ON i figur 26

HIGH OUTPUT	ON
FREQ: 300.000MHz	
LEVEL: -7dBm	
MODULATION: None	
SPAN: 0.000MHz	
SWEEP TIME: 10.15s	
MODE	



Ved valg af Cal. Out: i Figur 7 leveres et testsignal valg i Figur 27 som benyttes til forskellige formål. 30MHz signalet benyttes af TinySA til gennemførelse af SELFTEST og signal niveau kalibrering da dette niveauet er ret præcist - 25dBm.

Disse to funktioner skal vi indledningsvis stifte bekendtskab med.





SELF TEST bør foretages når man første gang bruger TinySA, for at konstatere at alt er som det skal være. Forbind de to SMA hun stik markeret HIGH og LOW med et SMA han-han test kabel.

Klik på skærmen og vælg CONFIG i Figur 28 og dernæst SELF TEST i Figur 29. 10 forskellige test skal gennemløbes uden fejl.



Kalibrering af TinySA signal niveau nøjagtighed.

Medens HIGH og LOW er forbundet med test kablet vælges LEVEL CAL i figur 29

og følgende skærmbillede figur 31 fremkommer. Klik på CALIBRATE og baseret på det målte niveau, her -25.7dBm vist i Figur 32, fortages en kompliceret beregning for hele frekvensområdet, idet TinySA indeholder en tabel over 10 frekvenser, der definerer filter kurven for et 360MHz lavpasfilter. En del andre data indgår i denne kalibrering, der medfører en nøjagtighed på omkring 1dB for TinySA niveau målingerne over hele frekvensområdet.









Hvis man besidder eller har adgang til en signalgenerator med meget præcist udgangsniveau, er der en anden metode der kan benyttes som kan på nøjagtighed endnu bedre. Marker niveau udlæsningen er med 0.1dB men der er et spring på 0.5dB mellem de forskellige marker udlæsninger, som skyldes selve niveaudetektoren kun har 0.5 dB opløsning.

Vælg CONFIG I figure 33 dernæst SWEEP SETTINGS I Figur 34 og endeligt og PRECISE i Figur35 samt gå tilbage



Næst efter vælg CONFIG I figur 36 samt EXPERT CONFIG i Figur 37 og endelig ACTUAL POWER I Figur 38



Det niveau fra den eksterne signalgenerator der tilføres indgang LOW, bedst i området -20 til -30dBm, her i eksemplet -20dBm, indtastes i feltet for ACTUAL POWER Figur 39. Frekvens er valgfri men typisk i området 30 til 100MHz og her valg til 50MHz





Vellykket kalibrering til niveauet -20dBm som vist i Figur 40.

Som det ses er støjgulvet hævet henimod 350MHz idet der er kompenseret for lavpass filterets affald ved båndgrænsen.



I hovedmenuen der fremkommer ved et klik på skærmen er der et menupunkt der hedder MEASURE vist i Figur 41





Det signal der blev brugt ved kalibrering i Figur 40 kommer fra en meget støjsvag HP signal generator, og hvis vi først vælger punktet HARMONIC måler TinySA de harmoniske som dBc, det vil sige hvor mange dB relativt i forhold til grundtonen 50MHz. Der er 4 markere til rådighed som vist i Figur 42





Vælger man i Figur PHASE NOISE så måler TinySA fasestøjen i dBc/Hz omregnet til 1Hz båndbredde for en given frekvensafstand. Man angiver centerfrekvensen, her 50MHz, og i hvilken frekvens afstand man ønske fasestøjen målt, her i afstanden 2 MHz. Resultatet er -123.7dBc/Hz vist i Figur 43. Er det nu fasestøjen fra den eksterne generator eller er det TinySA der selv genererer støjen ??



Figur	43
1 18 01	10

Ved at levere det samme signal fra en anden TinySA måles en fasestøj til 120.7dBc/Hz i Figur 44 altså præcist 3 dB ringere som det i teorien også skal medføre, da de støjer lig meget. Det gule spor er en midlet måling og det røde spor er det aktuelle signal.



Det sidste man kan måle i punktet MEASURE er OIP3 eller tredje ordens intermodulation. Hvis en forstærker eller et PA trin tilføres to signaler f1 og f2 af samme amplitude vil disse signaler generere to nye signal som er 2xf1 -f2 samt 2xf2 -f1 som kaldes 3 ordens inter modulation, og en målestørrelse herfor er OIP3 som TinySA også kan måle og beregne direkte. Disse to nye signaler ligger i frekvensafstanden f1 minus f2 henholdsvis over og under f1 og f2. TinySA har i sig selv også en IOP3 værdi, som måles ved at tilføre to signaler fra to målesendere, der ikke i sig selv genererer en OIP3 værdi eller en værdi der ligger flere størrelsesordener bedre end selve TinySA. Som en tommelfingerregel er IOP3 = Pout + delta P/2. Her vises målinger på TinySA med to -4dBm signaler tilført på 50 og 55MHz og med intermodulation frekvenser på 45 og 60MHz som vist i Figur 45. Ved at reducere input signalerne 10dB skal intermodulations produkterne falde 20 dB hvilket de også gør i Figur 46 så TinySA IOP3 på 22.5dB h.h.v. 18.5dB er ægte nok.



Figur 45

Figur 46

Dog kan TinySA IOP3 forbedres ved at indkoble en intern attenautor på 10dB hvorved IOP3 stiger til 31.5dB h.h.v. 29.0dB som vis i Figur 47.





Ved Valg af hovedmenu punktet FREQUENCY er der indstillinger for START og STOP frekvenser eller CENTER og SPAN frekvens vist i Figur 48. Der er også ZERO SPAN eller CW og indtastningspanelet er som tidligere vist med tydelig angivelse af hvad det er der indtastes og i hvilket frekvensområde der kan vælges.





Ved valg af punktet RBW Figur 49 kan filter båndbredderne som vist vælges. Der er i alt 6 til rådighed. Ved valg af Auto beregner TinySA den optimale filterbåndbredde, ud fra valg af start og stop frekvenserne. Samtidig beregnes den optimale sweep tid.





Det sidste punkt under FREQUENCY Figur 48 er SPUR REMOVAL, som er et effektivt værktøj til fjernelse af spurious signaler, dog ikke dem der er direkte harmoniske af interne oscillatorer. Det medfører dog en lidt længere sweep tid

Det næste punkt i hovedmenuen Figur 33 of Figur 36 er LEVEL og valgmulighederne ses i Figur 50





REF LEVEL i Figur 50 er referenceniveauet som vise øverst til venstre i Figur 51, her angivet som +0, og kan enten være automatisk valgt eller være sat med MANUAL via Input tavlen figur 52.





Intervallet af både positive og negative værdier er stort set ubegrænset, og det der en god grund til, da udover enheden dBm så kan TinySA også viser de målte værdier i flere andre værdier, som det vi være praktisk as stifte bekendtskab med at vælge UNIT i hovedmenuen.





Som det fremgår af Figur 53 så kan man udover dBm få vist målingerne som dBmV, dBuV, Volt samt Watt. Der for er disse enheder at finde i Input tavlen Figur 52



Vi går tilbage til hovedmenu ved klik på skærmen og under punktet LEVEL at vælger SCALE/DIV. Her fremkommer igen en Input tavle Figur 54 med mulighed for at sætte værdien for skalainddelingen i enhederne dBm, dBmV, dBuV, Volt eller Watt. Bemærk man kan benytte enhederne m=milli, u=micro and n=nano.





Stadig under hovedmenuen og punktet LEVEL samt ATTENUATE er der mulighed for at indkoble interne attenuatorer. Det kan forgå automatisk ved valg ad AUTO eller MANUAL i Figur 55





Attenuator værdien kan være fra 0 til 30dB med opløsning på 0.05dB op til 10dB og 0.1dB derover valgt i Figur 56

7	8	q	AUTO	
		-	O MANUAL	
4	5	6	← BACK ·	
1	. 2	3		
0	•	+	×1	
HITEMUHT 0 - 30dB				



Stadig under hovedmenuen og punktet LEVEL er der mulighed for ved Figur 50 med EXTERNAL AMP at kompensere for en ekstern forstærkers forstærkning med en OFFSET faktor i dB f.eks. -25 for en forstærker med 25dB gain indtastet i Figur 57. Denne forstærker skal så have konstant forstærkning over det benyttede frekvensområde for at målingen er korrekt. Skal man søge efter støjkilder er det mulig at måle helt ned til -135dBm med en 30dB forstærker og 3KHz RBW.



Figur 57

Det sidste menupunkt i LEVEL menuen er TRIGGER Figur 58. Her kan man vælge AUTO, NORMAL eller SINGLE og om der skal trigges positiv flanke UP EDGE eller negativ flanke DOWN EDGE. Trigger Niveau vælges med TRIGGER LEVEL Figur 59. Alt efter hvilken UNIT der benyttes, er der brug for at indtaste triggerniveauer med værdier i milli=m og micro=u



Figur 58

Figur 59

Et eksempel Figur 60 viser et signal fra en anden tinySA frekvens 10MHz Niveau -30dBm og AM modulation med 10Hz.

UNIT valgt til Volt med REFERENCE LEVEL på 10mV, med 1 mV/DIV. TRIGGER LEVEL sat til 6mV. TinySA har kun + - 5 niveauer til modulationen så derfor denne kurveform.

+18 ▶1RT 0s 7.25mV	10m
1m/ POUSED	9m
Atten:	
RBW: 521kHz	7m
200ms	Lang Jam
	5m
afRanb 1-8-59	Чm
	3m
ā.	2m
4:30v +9	1000M
CW 10.000 000 MHz	TIME 200ms



Vi har nu set hvad der gemmer sig under punkterne FREQENCY, LEVEL, MEASURE og Lidt under CONFIG. Så nu kommer turen til DISPLAY der vælges i Hovedmenuen Figur 61

▶1RT Øs -89.	Bm	PRESET
	3	FREQUENCY
		LEVEL
5		DISPLAY
>		MARKER
		MEASURE
		CONFIG
manner	www.www.www.	Mode Node
CH 18-888 888 M	9	TIME 200ms



DISPLAY menuen Figur 62 indeholder mange spændende funktioner hvor den første PAUSE SWEEP er selvforklarende

+0 JBm 197	1RT	0 Hz	-6.9dBm			
itten: IdB					2	CALC
BW: 21kHz Scan:			8 <u> </u>			STORAGE
406ms . OW						NORMALIZE
lfr9nb 0-59			İ			U WATER
						SWEEP SETTINGS
	1					← BACK
199	Len marine	mprosen	e	providency	and the second	51
100	START 0	Hz			STOP 35	0.000 000 MHz



CALC menuen Figur 63 kan man vælge over tid med MAX HOLD og MIN HOLD at opsummere maksimum hh.v. minimum værdierne af en række sweep.





Figur 64 viser en situation hvor en kort antenne tilsluttet LOW input med MAX HOLD aktiveret som det gule trace hvor det røde trace at det aktuelle trace efter at antennen er fjernet. MAX DECAY får det gule MAX HOLD til langsomt at synke i værdi, hvis signalet forsvinder eller bliver lavere. AVER4 og AVER16 er midling af 4 henholdsvis 16 efterfølgende sweep.



Figur 64

AVER16 valgt i Figur 65 med 1dB for hver inddeling og er en funktion der kan bruges til at pille et svagt signal ud af støjen.





Fra DISPLAY menu i Figure 62 findes STORAGE som ved et klik på STORE TRACE lagrer sweepet. Ved et gentaget klik gemmes på ny. Ved et klik på SUBTRACT STORED danne et gult sweep omkring 0dB linjen. I Figur 66 er input signalet

reduceret 10dB som en demonstration af at differencen mellem det lagrede og det aktuelle sweep vises i det gule sweep.





Fra DISPLAY menu i Figure 62 er NORMALIZE der samme som STORE TRACE og SUBTRACT TRACE uden at der vises det lagrede sweep. Her i Figur 67 er inputsignalet reduceret fra -20dBm til -50dBm efter at NORMALIZE er aktiveret.





Fra DISPLAY menu i Figure 62 er WATERFALL Figur 68 en interessant funktion. Man kan vælge at tilkoble TinySA til en mellemfrekvens udgang på en tranceiver eller direkte til en antenne, og se om der er nogen trafik. Funktionen kan kombineres med CALC og MAX DECAY



Figur 68

Det sidste menupunkt fra DISPLAY menu i Figure 62 er Sweep settings Figur 69. Som det ses i venstre side tager et fuldt sweep for hele frekvensområdet 406ms med en NORMAL og automatisk valgt sweep indstilling. Det kan vi dog ændre på. Med PRECISE måles med større nøjagtighed tager det 1.509 sekunder p.g.a. større nøjagtighed. Med FAST valgt tager et sweep 316ms. Med FAST SPEEDUP figur 70 og en faktor 20 reduceres sweep tiden til 274mS



Figur 69





SWEEP TIME Figur 71 kan sættes op til 600 sekunder og er uafhængig af de øvrige indstillinger NORMAL, PRECISE, FAST og FAST SPEEDUP som vil være fortsat aktive hvis valgte.



Sidste menupunkt under SWEEP SETTINGS er SWEEP POINTS figur 72. Hvis 51 punkter bliver valgt og alle indstillinger handler om hurtigst muligt sweep så kan man komme ned på 272ms og det er dog ikke mindre end med 290 punkter





Indtil nu har de fleste skærmbilleder været med blot 1 marker. Vi har set at der kan være op til 4 markere og de vælges i DISPLAY menuen Figur 61 MARKER som Figur 73





Ved valg af MODIFY MARKERS i Figur 73 kommer en ny valgmenu frem Figur 74 som samtidig benyttes til aktivering af de fire markere





Indstillingerne for de 4 markere i Figur 75 er ens. Marker 1 er son standard REFER = reference marker og samtidig valgt som en TRACKING marker der altid finder det stærkeste signal i et sweep. Hvis den ændres til en NORMALmarker kan den flyttes med vippeomskifteren på kabinettet eller ved at trække den på skærmen med det

medfælgende værktøj eller en stylus. Signaler vist er Cal.output fra HIGH output fra en anden TinySA med -20dB niveau.





Hvis de tre andre markere aktiveres som TRACKING samt DELTA vises i Figur 76 disse tre markere niveauerne som dBc relative marker 1 og sorteret med stigende difference samt viser frekvenserne tilhørende





Hvis marker 3 ændres til NOISE marker kan man flytte marker 3 med vippe omskifteren og måle støjgulvet som vist i Figur 77 til -146.6dBm/Hz





SEARCH funktionen er også en elegant feature. Hvis marker 3 ændres til NORMAL så vil man ved gentagne tryk på f.eks. MAX -> RIGHT finde alle maximal signalerne et efter et, som vist i Figur 78. Selv de små signaler vil blive fundet. PEAK SEARCH finder det kraftigste signal men kræver at man ikke har OHz som start frekvens men f.eks. 1MHz



Figur 78

Der er yderligere en marker funktion der hedder MARKER OPS som er en smule drilsk at forstå samt bruge . Der vil ikke blive vist skærmbilleder men blot givet forklaringer om disse i alt fire "opfindelser" Erik Kaashoek har indført. ->START - Den aktive markers frekvens bliver gjort til skærmens start frekvens. Hvis den aktive marker er en tracking marker så flyttes denne til start frekvensen for skærmbilledet og tracking markeren findes det højeste signal til højre. ->STOP - Den aktive markers frekvens bliver gjort til skærmens stop frekvens. Et det en tracking marker findes det højeste signal til venstre for stop frekvensen.

->CENTER – Den aktive markers frekvens bliver gjort til skærmens centerfrekvensen. For zoome ind eller ud bruges Frekvens og Span funktionen.

-> SPAN – Center frekvensen bibeholder men span ændres til frekvensforskellen mellem den aktive marker og centerfrekvensen. Hvis der er to aktive tracking markere, så bliver disse to markeres frekvenser gjort til skærmens start og stop frekvens.

PRESET funktion som kan vælges fra hovedmenuen Figur 61 er vist i Figur 79 og ved valg af LOAD STARTUP svarer det den indstilling der fremkommer når man tænder for TinySA altså en default indstilling. De fire LOAD 1 til 4 hvis valgt er hentning af indstillinger gemt med STORE 1 til 4 funktionen.





I Figur 80 er vist den indstilling hentet med LOAD 1 der forlods var gemt med STORE 1. STORE AS STARTUP virker ikke endnu, men er en opdatering der vil komme senere. Den kvikke læser ser nok at firmware versionen fra Figur 75 og fremad nu er 1.0-61. Der kommer løbende opdatering og 1.0-59 var kun to dage gammel.

-0 n /	1RT	30.01	2MHz	-22.8	:IBm	22) 751	STORE AS STARTUP
en:		5.5	2		9	5	STORE 1
kHz n:			-				STORE 2
6ms W							STORE 3
961 -61							STORE 4
							FACTORY DEFAULTS
	L			- 1			← BACK
9v	hall	why	nt when	within	/ Ywww	Aman and	t.
29v 00	CENTER	3 38.000	MMMM	www.	/ Yww	YYAN WA	4

Figur 80

Beskrivelse af TinySA er omfattende, og det er ret utroligt hvad Erik Kaashook har kunne indføre af smarte funktioner i dette lille vidunder.

Det sidste menupunkt i hovedmenuen Figur 61 er CONFIG som vist i Figur 81 når valgt

TOUCH CAL benyttes til at kalibrere den trykfølsomme skærm ved et klik i øverste venstre hjørne og nederste højre hjørne. TOUCH TEST giver mulighed for at tegne kruseduller på skærmen. SELF TEST er allerede beskrevet, ligeledes LEVEL CAL.



Figur 81

VERSION giver information om TinySA som vist i Figur 82





EXPERT CONFIG figur 83 indeholder avancerede opsætninger der ikke normal bruges, men som den eksperimenterne og erfarne bruger kan have glæde af.

LO OUTPUT sender første local oscillator til HIGH OUT SMA stikket, som kan benyttes til at lave en tracking generator. LO ligger over IF frekvensen

IF FREQ der som standard er 433.8MHz kan ændres indenfor området 433.6 til 434.3MHz, uden væsentlig ændring af følsomheden. Indtastning foregår i en input tavle og IF frequency sættes til 0 for automatisk valg af IF.

SCAN SPEED bør man ikke benytte med mindre man ved hvad man har med at gøre, så der henvises til <u>https://tinysa.org/wiki/</u> for yderligere oplysninger.

SAMPLE REPEAT har også en input tavle, hvor der kan indtastes fra 1 to 100, hvilket betyder at hvert målepunkt gentages det valgte antal gange og middelværdien beregnes.





MIXER DRIVE valgt i figur 83 giver mulighed for at ændre på LO signal styrken leveret til mixer of Figur 84 viser mulighederne +7dBm er standard



Figur 84

Menupunktet MORE i figur 83 åbner op for endnu flere indstillinger og Figur 85 viser disse.

TinySA benytter som standard AGC funktionen, der hele tiden indstiller reference level og valg af Attenuator værdier for et optimalt skærmbilledet.

Ligeledes er LNA (støjsvag forforstærker) som standard aktiv. Ind- og udkobling fortages ved gentagne klik på AGC og LNA. Ved måling i det lavfrekvente område kan det være en god ide af frakoble LNA og uden AGC har man fuldt styr på alle indstillinger manuelt.

med BELOW IF skifter man LO til at ligge under IF ved målinger under 190MHz.

HOLD SWEEPS har også en input tavle hvor værdien fra 1 til 1000 sweep kan indtastes, der bestemmer hvor mange sweep der skal forløbe før max værdier målt med MAX DECAY begynder af fade ud

NOISE LEVEL har ligeledes en input tavle hvor værdierne 2 til 20dB kan indtastes og angiver det forventede støj bånd. CORRECT FREQUENCY med sin input tavle, giver mulighed for at indtaste en nøjagtig måling af 10MHZ Cal. output signalet målt på HIGH SMA adaptoren. Hermed forbedres frekvens målingerne med TinySA





Valg af BPF i Figur 85 tillader måling af det interne 10MHz båndpass filteret i TinySA. Det kræver at HIGH og LOW SMA adaptorerne forbindes med et testkabel. Figur 86 viser en sådan måling.



Figur 86

Det sidste punkt i Figur 81 der mangler at blive beskrevet er DFU. Når man klikker på ENTER DFU bringes TinySA i en tilstand hvor ny firmware kan indlæses.



Figur 87

Den sidst nye firmware hentes fra <u>http://athome.kaashoek.com/tinySA/Windows/</u> som der også linkes til på WiKi siden <u>https://tinysa.org/wiki/</u>. Der ligger værktøjer på firmware linket som kan benyttes men der anbefales at benytte et værktøj der er meget stabilt og nemt at bruge er STM32 Cube Programmer. Søg på Google efter STSW-STM32080. Det første man gør er klikke på "Open file" og indlæse den *.elf fil man har hentet vist i Figur 88

Prg STM3	2CubeP	ogrammer			- 0 ×
STM32 Cube	rograr	imer		3 🖸 🎽	* 🐬
	Mem	ory & File edition			Not connected
	Devio	e memory Open file +	USB	•	Connect
*	Addre	ss Size Data width 32-bit	Port	USB configuration	· Ø
		Pie Open file X	Serial number		FFFFFFFFFFF
OR		← → ✓ ▲ Firmware → August 26 2020 ✓			
		Organiser 🔻 Ny mappe 🔠 🔻 🔟 🕐			
		Uverførsler 🖈 ^ Navn ^ Ændringsdato Type			
		Blink /			
		E billeder			
		August 5 2020			
		August 24 2020			
		August 26 2020			
		July 27 2020			
		Skrivebord	_		
		& Kurt			
	Log	Denne pc v <		Device informatic	in
	11:5	Filnavn: tinySA_v1.0-61-gff54300.elf V Firmware files (*.bin;*.binary;*.t V	Device		
		Åbn Annuller	Type		
			Flash size		
(?)			CPU		
\sim					

Figur 88

Dernæst at klikke på Download i Figur 89 og vente på beskeden "file download completed" og med et klik på OK samt Disconnect så slukker og tænder man for TinySA og så er ny firmware installeret.

Prg STM3	2CubeProgrammer									- 0 ×
STM32 Cube	• 🍞 Programmer							19	f 🕒 🎐	* 🐬
	Memory & File ed	dition								Connected
	Device memory tin	ySA_v1.0-61-gff543(00.elf × +					USB	•	Disconnect
	Address 0x800000	0 • Size	0x19B40	Data width	32-bit 💌		Download 🔹		USB configuratio	n
	Address	0	4	8	С	ASCII		Port	USB1	- Ø
	0x0800000	20000100	080000C1	08003841	0800D031	ÁA81Ð		Serial number		
	0x08000010	08003231	08003231	08003231	08003231	12121212		-		
	0x08000020	08003231	08003231	08003231	08003231	12121212				
	0x08000030	08003231	08003231	08003231	08003231	12121212				
	0x08000040	08003231	08005081	0800 Prg Mes	sage		×			
	0x08000050	08003231	08004F31	0800			N			
	0x08000060	08003231	08004BF1	0800	File download complete		43			
	0x08000070	080123B1	08003231	0800						
	0x0800080	08005491	08003231	0800		ОК				
	0x08000090	08003231	08003231	0800						
	0x080000A0	08003231	08003231	08003231	08003231	12121212				
	0x080000B0	08003231	08003231	08003231	080056D1	121212ÑV				
	0x080000C0	4822B672	8809F380	F3802002	F3BF8814	r¶"H.óó¿ó				
	0x080000D0	F0038F6F	F005F875	481DFD2B	4A1E491D	oðuø.ð+ý.H.I.J				
	0x080000E0	DA024291	31046008	491CE7FA	42914A17	.B.Ú.`.1úç.I.J.B		<u>~</u>		
	Log					Verbosity level	1 2 3		Device information	on
	11:53:23 : erasın	g sector 0048 @:	0x08018000 done					Device		STM32F07x
\bigcirc	11:53:25 : erasin 11:53:23 : erasin	g sector 0049 @: g sector 0050 @:	0x08018800 done				<	Туре		MCU
Ø	11:53:23 : Downlo	ad in Progress:	0X08019800 00Ne					Device ID		0x448
0	11:53:28 : Time e	lansed during dow	nload operation	: 00:00:09.756				Flash size		128 KB
$\langle \cdot \rangle$							\sim	CPU		Cortex-M0

Figur 89

De andre værktøjer der ligger på firmware side arbejder med DFU filer som også kan hentes fra firmware siden

Når ny firmware er installeret er der brug for at sende via USB kablet, en kommando til TinySA fra et terminal program. Denne kommando er clearconfig 1234 som vist i Figur 90. Hastigheden er 9600bps og brug Windows kontrolpanel samt hardware egenskaber for at finde hvilken COM port TinaSA er tildelt. Når denne kommando er sendt til tinySA skal man slukke og tænde for at ændringerne har effekt. Herefter skal TinySA følsomhed kalibreres som beskrevet fra figur 29 til og med Figur 40.



Figur 90

Et godt terminal program er KiTTY som er en udvidet udgave af PuTTY. KiTTY har den fordel at man ikke skal lukke programmet når terminal vinduet lukkes.

Som en god nyhed så finder der også et PC program der både kan tage disse skærm dump, der har været vist i denne beskrivelse, men også kontrollere TinySA via USB kablet.

På Wiki siden er der link til hvor PC programmet hentes og den direkte link er

http://athome.kaashoek.com/tinySA/Windows/ i Figur 91 vises tinySA.cfg samt tinySA.exe der begge skal

downloades med et højreklik med musen. Der kommer alverdens advarsler om at man bør slette filen tiySA.exe, men behold den og den efterfølgende advarsel ignoreres også. Der er klaget til Microsoft

Index of /tinySA/Windows

	<u>Name</u>	Last modified	<u>Size</u>	Description
>	Parent Directory		-	
🔁	USB tuned.jpg	2020-05-18 20:09	17K	
5	USB untuned.jpg	2020-05-18 20:08	17K	
S	USB wide.jpg	2020-05-18 20:11	18K	
5	USB wide tuned.jpg	2020-05-18 20:12	18K	
?	tinySA.cfg	2020-06-21 10:26	251	
10 01 10	tinySA.exe	2020-08-11 12:57	139K	
Ð	where is the DFU file.txt	2020-05-09 08:11	72	

Apache/2.4.10 (Debian) Server at athome.kaashoek.com Port 80

Figur 91	Fig	gur	· 91
----------	-----	-----	------

Ved opstart af programmet Figur 92 kan skærmdump hentes via USB kablet ved klik på Punktet Capture



Med klik på Capture figur 93 hentes skærmbilleder, hvorefter man med klik på Save kan gemme det som en jpg, bmp eller gif fil.

		-
🖳 tiny Spectrum Analyzer	- 🗆 X	
File View Calculate Storage Help		
Spectrum Settings Capture	Auto settings	
Capture Save	Single Run	
	Center(MHz):	П
	150.000	1
Htten: TOUCH TEST	300.000	1
SŽILHZ Scant		1
Here LEVEL CAL		
1.8-61 EXPERT		
	Average: Off	
	Atten.: auto ~	•
4.26v 188	RBW: Auto ~	
START 0 Hz STOP 350,000 000 MHz	VBW:]
	Points: 300 v	1
	Markers: 4 ~	í
	Mode: Low	1
		1
	Spur Reduction	
Idle		:



Med passende programmering af center frekvens og Span samt valg af RBW fra 3KHz til 600KHz eller Auto. Antal punkter fra 100 til 10000, Attenuator fra 1 til 30dB eller auto, Average fra Off over Min Hold, Max Hold, 2,4,8,16 eller 32 sweep, Markers fra 0,1,2,4,8,16 til 32 så viser Figur 94 at der er mange muligheder for at tilpasse målinger lang mere detaljeret en på selve skærmen af TinySA. Med et Klik på Calculate så kan man endda måle Distortion samt IOP3, MIN MAX samt NORMALIZE til en vilkårlig dB værdi.

Med Storage er der flere mulighed for at lagre og hente samt at foretage Subtract Med View er der mulighed for at vælge både Delta frequency samt Delta level markers



For den avancerede bruger er der et helt sæt kommandoer hvormed man kan programmere TinySA via terminal programmet. Med kommandoen Help listes disse som vist i Figur 95

```
tinySA Shell
ch> help
Commands: version reset freq dac saveconfig clearconfig data
frequencies scan scanraw sweep test touchcal touchtest pause resume
trace trigger marker capture vbat vbat_offset help info color
if attenuate level sweeptime leveloffset levelchange modulation
rbw mode spur load output deviceid selftest correction threads
```

Figur 95

KiTTY er som sagt et udmærket Terminal program og selve sort skærm terminalen startes med et klik på Start i Figur 96

Opsætningen kan drille lidt. Marker Serial og find in Windows kontrolpanel samt Hardware Settings hvilken COM port der er er tildelt TinySA. Indsæt denne i Serial Line feltet, marker teksten Default Settings og klik på Save. Så huskes denne indstilling næste og efterfølgende gange KiTTY startes.

KiTTY Configuration	n		×				
Category:							
Session	~	Basic options for your KiTTY ses	sion				
Logging		Specify the destination you want to connec	t to				
Scripting		Serial line	Speed				
Keyboard		COM3	9600				
Bell		Connection type:					
Features		◯ Raw ◯ Telnet ◯ Rlogin ◯ SSH	○ ADB				
⊡ · Window		 Serial 					
Appearance		l and enve or delete a stored session					
Transparency		Saved Sessions (New Felder					
Behaviour		Saved Sessions/New Folder	Clear				
Colours		Default Settings	Load				
Hyperlinks			Save				
			Jave				
Data			Delete				
Proxy			New folder				
Placin			NewTolder				
			Del folder				
Serial	v		Up folder				
Open			oproider				
opon							
Start							
Cancel							
About							
noout							
Check Update		Folder Default	~				
		Close window on exit:					
		○ Always ○ Never ④ Only on cle	an exit				

Figur 96