

Audio Transcript til Videofilmen på Dansk "HAMRADIO 2012 DG8SAQ VNWA DK"

Forord:

Dette dokument kan sammen med Tom Baiers Powerpoint præsentation oversat til Dansk bruges for detaljeret studie af foredraget Tom Baier DG8SAQ VNWA holdt på DARC HAMRADIO 2012. Dokumentet vil samtidig være en tekst støtte til den video der ligger på YouTube med Dansk lydspor (frigives lidt senere end dette dokument) for dem i Skandinavien der ikke forstår Dansk fuldt ud.

Skulle du have lyst at oversætte dette dokument til dit sprog så vil jeg gerne hoste det på min support side <http://www.hamcom.dk/VNWA> hvor alle de andre sprog udgaver ligger og hvor der er link til YouTube samt link til hvordan man direkte downloader videoerne fra min hjemmeside.

Hændelse 1:

Introduktion til video'en som en opstart:

Hændelse 2:

SDR-Kits stand besøg:

Titel: **Tom og Jan første gang mødt personligt**

Transcript: Jeg havde fornøjelsen at møde Tom og Jan for første gang personligt.

Titel: **På SDR-Kits standen**

Transcript: Lad os notere os hvor travlt disse to herrer havde lørdag morgen.

Titel: **Velkomst hilsen fra Jan Verduyn**

Transcript:

Goddag og velkommen til HamRadio 2012 og Tom Baier's præsentationen af VNWA

Mit navn er Jan Verduyn fra SDR-Kits og jeg er overbevist om at du vil finde Tom's præsentation, om VNWA's udvikling, om nye funktioner og nogle eksempler på nyskabelser, interessant

Inden Tom's præsentation er der et afsnit, der giver et indtryk fra SDR-Kits stand på HamRadio 2012. Tak til alle jer der besøgte vor stand, på denne radio udstilling, og delte jeres erfaringer med os omkring VNWA. Det var dejlig at møde jer.

Jeg vil gerne takke Tom for at lave og afholde præsentationen, men også takke Kurt Poulsen OZ7OU, for at have brugt tid og energi med at producere den Engelske udgave af den originale Tyske version, som han tidlige har udsendt på YouTube.

God fornøjelse.

Her følger den originale engelske tekst:

Hello and Welcome to the HamRadio 2012 VNWA Presentation by Tom Baier

My name is Jan Verduyn of SDR-Kits and I trust you find this presentation by Tom on VNWA development, new Features and some novel Application interesting.

Before Tom's Presentation there is a brief Video impression of the SDR-Kits Stand at HamRadio 2012. Thanks to all of you who visited our stand at the Radio Fair and shared your experiences about the VNWA. It was great to meet you.

I like to thank Tom for making the presentation but also thank Kurt Poulsen OZ7OU for his time and efforts in producing an English version of the original VNWA presentation in German which he posted on You Tube.

Enjoy!

Hændelse 3:

Præsentation delen:

-Bemærkning til oversættelsen:

Transcript: Når der i oversættelsen bliver sagt "jeg" så er det Tom der omtaler sig.

-Større mødelokale:

Transcript: Første opgave var at finde et større mødelokale, idet Tom havde bestilt et lokale til 50 personer, men det der blev stillet til rådighed var ikke stort nok. Jeg tror faktisk vi var mange flere en 50 personer under præsentationen.

Slide 1 : *The topics of Hamradio 2012*

Transcript: HAMRADIO 2012, Udviklingen for DG8SAQ Vector Network Analyzer'en, samt nye mulighed for VNWA3.

Tom's personlige introduktion:

Transcript: Lad at komme i gang, og lad mig først og fremmest byde jer alle sammen velkommen til min præsentation. Jeg er overrasket over at så mange er mødt op, helt uventet, men naturligvis dejligt at bemærke.

Nogle kender mig, andre ikke, mit navn er Tom Baier, og jeg er ansat ved Universitetet i Ulm, hvor jeg underviser i matematik og fysik. Jeg er også radioamatør siden jeg var 18 år. Jeg har haft tidligere professionelle ansættelser, hvor jeg arbejdede med Høj Frekvens Teknologi, først hos Siemens senere Epcos.

Nå men, lad os få startet.

Slide 2:

Lad mig introducere agenda'en for præsentationen, først...hvad er S parameter og hvordan bruges de, dernæst hvordan virker VNWA'en og hvordan blev den til, og endeligt hvad er der af nye funktioner med nogle viste eksempler.

Slide 3:

Med hensyn til S parameter så handler de om bølger, og her ser vi en elektronisk enhed med input og output hvis elektriske egenskaber vi kan sammenligne med en linse, hvor der på venstre side ses indfaldende lys, hvor en del heraf reflekteres, og en andel absorbers i linsen og resten udsendes fra linsen på højre side.

Alle bølger som har retning mod linsen kaldes **a**, og alle bølger med retning væk fra linsen kaldes **b**. Venstre side benævnes med nummer **1** (input) og højre side med nummer **2** (output)

Samme model kan benyttes for den elektroniske enhed, her indsat i en kabel sektion.

Slide 4:

Her ses et typisk testobjekt, I dette tilfælde et krystal filter, symboliseret ved en firkant, hvor vi har den indgående bølger **a1** på venstre side og **a2** på højre side, samt de udgående bølger **b1** på venstre side og **b2** på højre side.

S parametre er forholdet mellem b og a bølger. Fire forskellige forhold kan dannes hvor:

S11 er $b1/a1$,

S21 er $b2/a1$,

S22 er $b2/a2$

S12 er $b1/a2$

Test objektet kan således fuldstændigt beskrives ved brug af disse fire S parameter, indeholdende både amplitude og faseinformation

Slide 5:

Dette billede viser $S_{11}=b_1/a_1$ for et test objekt, hvor vi har den indkommende bølge **a1** og den reflekterede bølge **b1**. Absolut værdien for S_{11} er retur tabet (return loss) her vist i dB, og som kan se ud som det blå spor på billedet. S_{11} kan også udtrykkes som standbølge forholdet VSWR (Voltage Standing Wave Ratio), baseret på de samme data, men blot omsat i henhold til den viste formel.

Slide 6:

S_{21} er gennemgangs funktionen b_2/a_1 , og på billedet kan ses at båndpas gennemgangstab/dæmpningen er lille og uden for båndpas området er dæmpningen stor. Vores VNWA og for den sags skyld enhver VNA kan måle disse S parameter.

Slide 7:

S_{11} måles ved at en udgående bølge **a1** leveres fra **TX out**, til test objektet, og den reflekterede bølge **b1** måles. Den del af den udgående bølge, der ikke reflekteres, transmitteres gennem test objektet og bliver målt af **RX in** og som danner grundlag for S_{21} . Det er som sådan ikke svært at forstå.

Slide 8:

Hvordan virker en VNWA? Den består af tre principielle byggeklodser. For det første har vi den programmerbare signal generator, som kilde, og for det andet tre modtagere, som kan måle amplitude og fase, og som måler den indgående bølge, den reflekterede bølge og den transmitterede bølge. For det tredje har vi et kontrol og skærmvisnings system, som styrer VNWA hardwaren, samt regner på måle resultaterne og viser dem på skærmen.

Slide 9:

Jeg har benyttet en DDS (Direct Digital Synthesizer) som den programmerbare signal generator. De tre modtagere består af tre Gilbert Celler. Bemærk at mixer injektionen også kommer fra en programmerbar DDS. Mellemløst (IF) delen, består af PC'ens lyd kort. Kontrol funktioner, data beregninger og skærmvisning udføres også af PC'en.

Slide 10:

Et blok diagram viser reflektions målebrosen, som måler den fremadgående bølge, målt af M2 og den reflekterede bølge målt af M1. Den transmitterede bølge leveret til **RX in** måles af M3. Øverst i diagrammet ses en omskifter, som er nødvendig for at multiplekse to af de tre signaler til PC lyd kortet, da et standard lyd kort kun har to kanaler (stereo). Med dette koncept kan vi måle enten S_{11} eller S_{21} , men ikke samtidigt.

Slide 11:

Det første problem jeg skulle løse, var at det ufiltrerede DDS spektrum indeholder et stort antal alias frekvenser, som alle blandes til den samme mellemfrekvens, som for det ønskede signal **Fout**, symboliseret ved frekvensafstanden mellem de røde og sorte lodrette streger ($IF=1.2\text{KHz}$) og som vist på billedet. En traditionel løsning er at undertrykke alle uønskede signaler over Nyquist grænsen med et lavpas filter, som begrænser det brugbare frekvensområde, til under det halve af clockfrekvensen. En alternativ løsning er at lade RF DDS og LO DDS køre med forskellige clockfrekvenser.

Slide 12:

På denne måde blander de forskellige alias frekvenser sig ikke længere til den samme mellemfrekvens (IF) men til andre frekvenser, symboliseret på billedet med de afvigende afstande mellem de røde og sorte lodrette linjer, og på den måde kan det brugbare frekvensområde væsentligt udvides udover Nyquist grænsen. VNWA1, som nu vises, var platformen for at udføre disse eksperimenter.

Slide 13:

Sådan en VNWA1 konstruktion var ret praktisk for disse eksperimenter, og jeg demonstrerede den for mine venner og kollegaer på Universitetet.

Slide 14:

Min ven, professor Schumacher, mente at et sådant apparat var ideelt som et studenter projekt, men den skulle ubetinget have kontinuerlig frekvensdækning op i UHF området, og den skulle kunne reproducere i mere end et eksemplar. På det næste billede vises de opstillede design krav.

Slide 15:

Frekvens område kontinuerligt til over 500 MHz
Reproducerbar konstruktion og udlagt på en print plade.
Lavest mulig pris.

Slide 16:

Og nu et par bemærkninger om hullerne (GAPS) i frekvensspektret. En DDS producerer nul output på clockfrekvensen og harmoniske af denne, uanset hvad frekvens den er programmeret til. Løsningen på dette er at simpelthen at bruge variabel klokfrekvens, på sådan en måde, at der altid er maksimal output fra begge DDS'er, for den aktuelle målefrekvens.

Slide 17:

Resultatet af alle disse overvejelser blev til VNWA2, som vist her. Den blev styret via PC'ens parallel printer port, via DB9 konnektoren øverst på printpladen, og signal behandling udført af et ekstern lydkort. Med kontinuerlig frekvensdækning fra 1KHz til 1.3GHz er det dynamiske område større end 90dB til 500MHz og 60dB over 500MHz. Både måling af S11 og S21 kan udføres. Dette er grundkonceptet for VNWA'en og som sådan uændret til dato.

Slide 18:

I 2009 blev en vigtig milepæl nået idet Jan GOBBL fra SDR-Kits begyndte at markedsføre VNWA'en som byggesæt.

Slide 19:

Vi fandt hurtigt ud af at den parallelle PC printer port langsomt blev udfaset, og stereo line input, især på bærbare PC'er, blev ændret til mono input.

Slide 20:

Vi skulle finde en løsning og det førte til en USB interface, som kunne forbindes til PC'en med blot et enkelt USB kabel, som også omfattede strømforsyning af VNWA'en med 5V. En USB lyd chip er integreret på printpladen, så brug af PC'ens lydkort ikke længere er nødvendig.

Slide 21:

Det næste logiske skridt var at integrere det hele på et printkort. Det endelige resultat ser her som VNWA3, med det hele på et printkort. **TX** og **RX** portene ses foruden til venstre og højre, dernæst de to DDS chips, efterfulgt af de to funktionskontrol chips. En yderligere forbedring for VNWA3 var indførelsen af en 12MHz TCXO, for at forbedre frekvensstabiliteten, samt indførelsen af en programmerbar clock pre-multiplier. Foroven til højre ses TCXO og i midten den nye 12MHz programmerbare clock pre-multiplier med multiplikations factor fra 2 til 8, som også giver mulighed for at forbedre undertrykkelse af støj og støjpulser.

Slide 22:

Dette billede viser en sammenligning, hvor VNWA2 støjpulserne ses på det blå spor, og for VNWA3 ses på det grønne spor, at der er væsentligt forbedret undertrykkelse p.g.a. en mere kompleks clock pre-multiplier switching metode.

Slide 23:

Yderligere så er der nu en VNWA3E, hvor E står for ekspansion d.v.s. udvidelse. Denne indeholder et yderlige printkort udstyret med en ekstra USB lyd chip, som gør at man kan måle S11 og S21 samtidigt, hvilket reducerer måle tiden med 50%. Foroven til højre ses en RJ12 konektor, for eksterne udvidelses forbindelser, hvor du f.eks. kan styre et Transfer relæ, eller et hjemmelavet testsæt, med samme funktion, så man kan måle alle fire S parametre fuldautomatisk, uden at skulle vende måle objektet for "baglæns" eller reverse målinger. Det er også muligt at forbinde et eksternt clocksignal, for endnu bedre frekvensnøjagtighed. Mere om dette senere.

Slide 24:

Lad os kigge på nogle anvendelses eksempler.. En af de primære anvendelser for en VNWA, er impedansmålinger. Billedet viser et typisk spor fra en impedansmåling. De bedst mulige metoder herfor vil blive vist på de næste billeder.

Slide 25:

Den mest almindelige måde er at forbinde den ukendte impedans til **TX** porten, dernæst måle S11 og beregne impedansen herudfra. Den interne målebro også kaldet Bridge, er optimeret for 50 ohm, idet når belastet med 50 ohm giver broen intet output. Det betyder at for impedanser tæt på 50 ohm er målebroen meget følsom, men når man måler 1ohm eller 100Kohm så er nøjagtighed en del ringere.

Slide 26:

En anden metode er at måle strømmen, der løber gennem den ukendte impedans, ved at bruge **RX** porten som strømmåler, og hvor **TX** porten er brugt som spændings kilde. Når den ukendte impedans er høj, så er strømmen væsentligst afhængig af den ukendte impedans, og målingen følsom, hvorimod når den ukendte impedans er meget lavere end udgangs impedansen af **TX** porten, så ændrer strømmen sig ikke meget. Denne metode er meget fin for måling af høje impedanser, f.eks. måling på små kondensatorer, men for lave impedanser er nøjagtigheden ringe. En fordel er at man kun behøver at lave en S21 kalibrering. En ulempe er at den ukendte impedans ikke må have stel/jord forbindelse.

Slide 27:

En tredje metode er at måle spændingsfald over den ukendte impedans, hvor **RX porten** måler spænding og **TX porten** bruges som strømgenerator, endskønt ikke ideel. Denne opstilling er perfekt for måling af lave impedanser, tæt ved en kortslutning, men for høje impedanser ændrer spændingen sig ikke meget.

Slide 28:

Den fjerde metode er at kombinere de to tidligere måleprincipper ved at måle RF-IV, hvilket skal forstås ved at man måler RF strøm og RF spænding hver for sig og dernæst beregner koefficienterne. Måling af alle typer impedanser kan udføres, både høje og lave impedanser. Automatisk måling kan udføres ved at benytte et RF-IV testhead, som kan købes til en fornuftig pris hos Ivan Makarov i Canada, som styres af VNWA softwaren, således at I og V måling udføres uafhængigt, skiftevis for hvert frekvens gennemløb.

Slide 29:

For at sammenfatte har jeg taget tre modstande på 0.1ohm 51 ohm og 100Kohm og forøget deres værdi med 10% og beregnet indflydelsen på måleresultaterne, afhængig af målemetoden. Ved S11 reflektions måling ved 50 ohm er der en enorm indflydelse, ellers næppe synlig. For I måling udmærket ved høje impedanser og for V måling udmærket ved lave impedanser og for IV er der den samme gode følsomhed for alle impedanser. En vigtig rolle for alle metoder er naturligvis kalibreringen.

Slide 30:

På dette billede vil jeg vise en ikke særlig kendt indflydelse. Her har jeg målt en SMD kondensator på 100pF over et frekvensområde fra 10 til 60MHz med en opløsning på 0.1pF per deling. Det øvre blå og røde spor viser seriemodstanden af kondensatoren, som repræsenterer kondensatorens tab, og den eneste forskel er, at modellen for Load kalibrations standarden, for det røde spor, er defineret som ideel 50 ohm, medens for det blå spor er der tilføjet en induktans på 2nH. 2nH er en meget lille impedans, mindre end 1% af Load Standard værdien. På trods af det er fejlen på 50% for seriemodstanden medens kondensatorens værdi ikke synligt ændrer sig. Det betyder, at selv den mindste ændring i Kalibrering Load modellen har stor indflydelse på seriemodstanden og dermed den målte kondensators Q.

Da den imaginære del for en Load standard i almindelighed er svær at bestemme, og ofte ukendt, så er det meget essentielt at have en kvalitets standard til rådighed for sammenligning, for at få den fundet og defineret.

Slide 31:

Redningen er en ny kalibrations metode (kaldet LLC), opfundet af Hewlett Packard for længe siden, men ny for mig. Det er muligt at reparere denne model fejl, ved at introducere en ny yderligere kalibrerings standard, for eksempel en kondensator. Den eneste betingelse er at den ekvivalente serie modstand (ESR), for kondensator standarden, skal være kendt. Hvis ESR er nul ohm, så virker metoden bedst mulig, da der herved ikke kan opstå nogen fejl. Så kondensatoren der benyttes skal have et meget højt Q. Med den falske model for Load standarden ser vi, at det blå og røde spor nu passer sammen og demonstrerer at fejlen er blevet repareret, når den nye kalibreringsmetode benyttes, og som netop er blevet introduceret i den nye 36.8 test version af VNWA softwaren og som vil blive inkluderet i den næste officielle software frigivelse.

Slide 32:

Og nu til noget helt andet. Hvis du har et ur så ved du altid hvad klokken er.

Slide 33:

Hvis du har to ure, så kan du aldrig være helt sikker på hvad klokken er. Jeg har to Rubidium standarder og jeg var interesseret i at se hvor synkron de løb.

Slide 34:

Ideen var den følgende. VNWA3E har et eksternt clock input, og den ene Rubidium standard er forbundet til dette eksterne clock input. En vilkårlig test oscillator kan forbindes til RX porten og man kan så måle fase ændringen af test signalet, i forhold til reference signalet, og efterfølgende beregne frekvensforskellen i forhold til den nominelle frekvens.

Slide 35:

På dette billede har jeg undersøgt hvor nøjagtigt frekvenser kan måles med VNWA3, ved at måle fasen over 1 sekund af den interne TCXO i forhold til den selv. Da frekvens forskellen vil være 0 så er det VNWA'ens nøjagtighed vi måler, og ved tre på hinanden følgende målingerne, så fandt jeg en nøjagtighed på omkring +/- 10uHz. At måle en frekvens på 1 sekund indenfor 10uHz med en konventionel frekvenstæller er en meget vanskelig opgave.

Slide 36:

Her ser du målingen af frekvensforskellen mellem de to rubidium standarder. Det røde spor er fase forskellen, som funktion af tiden. Hældningen af sporet, som er en ret linje, er udtryk for frekvensforskellen. Det grønne spor er den beregnede frekvensforskelle. Støjen skyldes den numeriske beregning af de afledte og andre støjbidrag. Det er muligt direkte at aflæse frekvensforskellen, forudsat at frekvens spændet er 0 Hz. På denne måde måler vi ved den samme frekvens, medens tiden forløber fra venstre mod højre, og da fase forskellen ikke er nul, men langsomt drivende, så er frekvensforskellen beregnet til -2.5mHz, og frekvens variationen omkring 300 uHz, da selv en Rubidium standard ikke er helt stabil.

Slide 37:

Ekspertene afbilder oscillator stabilitet med en såkaldt Allan deviations kurve, som jeg fandt på hjemmesiden for NIST - det Amerikanske Nationale Institut for Standarder og Teknologi, og som vist på billedet.

Slide 38:

Her ses et ret så dramatisk spor. Jeg har målt den interne VNWA3 TCXO imod en Rubidium Standard. Det grønne spor viser frekvens forskellen, og det ser da ret dramatisk ud, ikke sandt? Dog læg mærke til frekvensopløsningen er sat til 0.25Hz pr. deling. I alt er frekvensfejlen -3Hz ekvivalent til -0.3ppm. Specifikationen for TCXO'en er 2 ppm så det er OK. Vi har nu set, at vi kan måle frekvenser meget nøjagtigt. (Nogen blandt tilhørerne foreslog at vise start og stop tiden, i stedet for start og stop frekvens. Det har jeg nu senere indført, da der var en god ide.)

Slide 39:

Endnu en funktion for VNWA er tids domæne målinger. På billedet ser vi en serieforbindelse af 3 coax kabler, med karakteristiske impedanser på henholdsvis 75 ohm, 50 ohm og 25 ohm, og den sidste med åben ende.

Det blå spor viser en reflektions måling i frekvens domænet, og det er ikke særlig informativt at se på. Dog kan vi konvertere frekvens domæne målinger til tids domæne, som vist med det grønne spor, og vi kan nu ret nøjagtigt måle længden af kabelstykkerne, samt deres karakteristiske impedanser til 72 ohm for det første, 49 ohm for det andet og 26 ohm for det tredje kabel

Slide 40:

Min ven PA4TIM har udført en interessant måling af en defekt Juletræ lyskæde, for at finde den defekte og afbrudte pære. (latter fra tilhørerne)

Slide 41:

Det næste billede viser målinger på en kagedåse, der fungerer som en kavitet, og de ingeniørstuderende kunne hurtigt beregne resonans frekvensen.

Slide 42:

Ved at indsætte data i den viste formel, for den laveste resonans tilstand, findes frekvensen til at være 1209MHz

Slide 43:

Ved at måle resonansfrekvensen med VNWA, ses den at være 1210 MHz. Hvad sker der hvis vi fylder kagedåsen op med "materiale".

Slide 44:

Hvis vi tilføjer "materiale" inde i kagedåsen, så forøges epsilon værdien (ikke mere alene luft) og frekvensen falder, som vi tydelig ser for det røde spor. Hvad kan det bruges til? Ja rigtigt gættet ... det kan bruges som niveau indikation for hvor meget "materiale" der er indeni.

Slide 45:

Der er folk som interesserer sig for sådan en niveau indikator, og sådan en organisation er NASA. Forestil dig en raket i det ydre rum, hvor der ikke er nogen tyngdekraft, det flydende brændstof i en rakettank vil svæve rund, og en normal niveau måler (en svømmer) kan ikke bruges. Den eneste brugelige metode, for at bestemme niveauet, er at måle kavitets resonans frekvensen for rakettanken.

Slide 46:

Og det er præcist hvad herrerne ved NASA har gjort. Her ses et ægte rakettank spectrum målt med VNWA3. Det er ikke en vittighed, og det er meningen at VNWA3 skal op at flyve med raketter for at evaluere metoden. (klapsalver fra tilhørerne)

Slide 47:

Vi er tæt på afslutningen af min præsentationen, og for at summere kan fastslås at VNWA3 og VNWA3E er fleksible instrumenter, som har et professionelt potentiale, og som også bruges i industrien og på uddannelses steder. For eksempel har vi mange kunder der bruger VNWA for indstilling af pick up'er til NMR Tomografer. Desuden er VNWA3 i brug på alle 5 kontinenter.

Slide 49,50,51,52:

Jeg ønsker at rette en speciel tak til alle dem der har støttet os, der mangler nok nogle i det følgende.

Final slide:

Til slut en advarsel... VNWA'en gør dig afhængig. Mange tak for opmærksomheden. (Klapsalver fra tilhørerne)

01/09/2012 Kurt Poulsen de OZ7OU