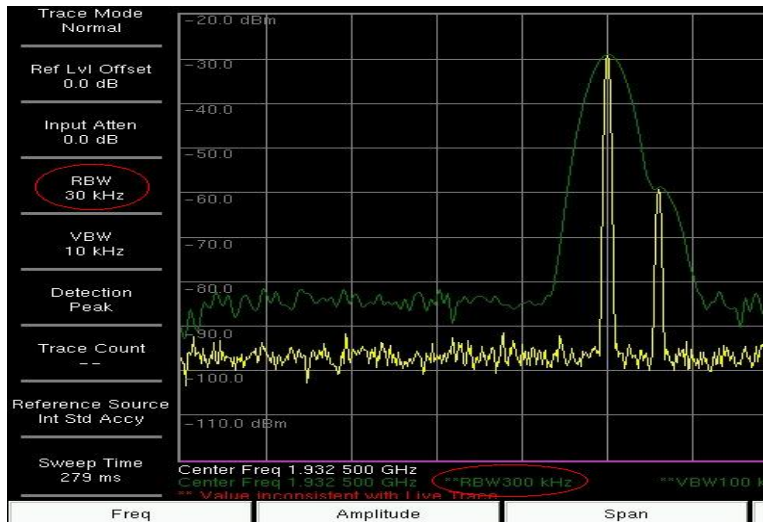


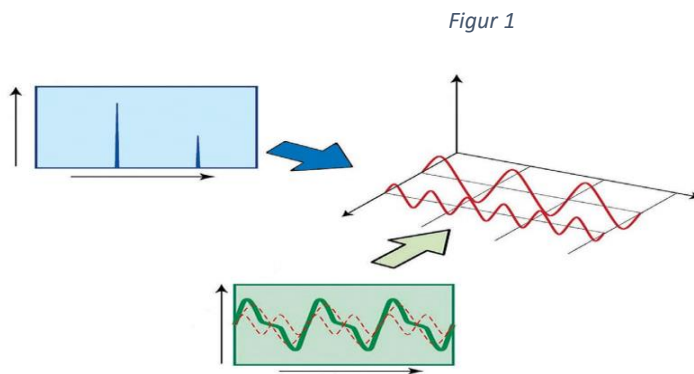
Spektrum analysator, felt bruk, en liten guide:

“En spektrum analysator lar deg se signal problemer, hvis du ikke kan se problemet vil du heller ikke kunne reparere feilen!”



Spektrum analysator, skjermbilde

Hvorfor bruke spektrum analysator?

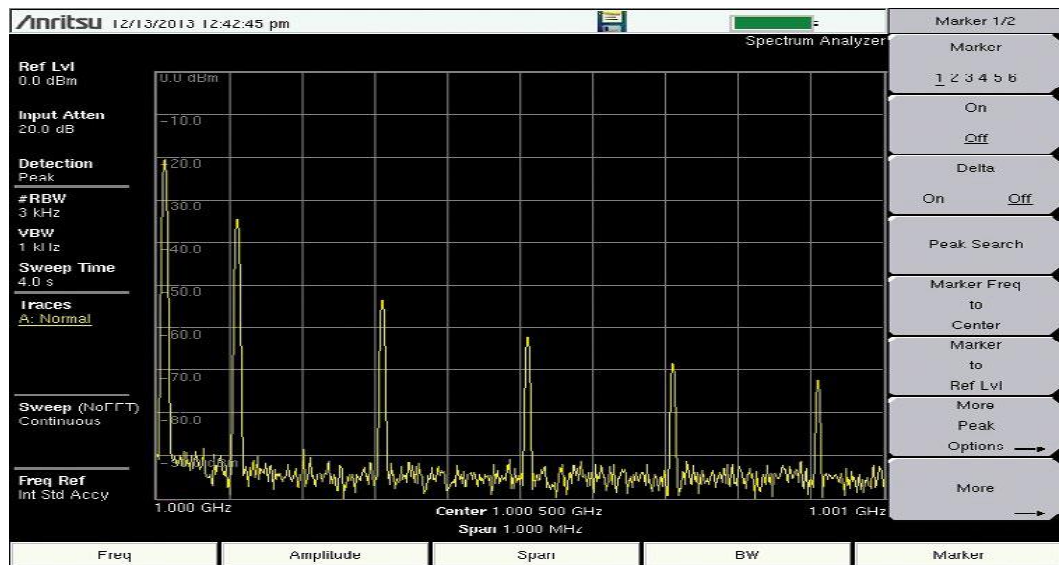


Tidsplan/frekvensplan

Ved måling på RF signaler, radiofrekvens signaler skiller vi mellom skop, for måling i tidsplan og spektrum analysator, ofte benevnt SPA, for måling i frekvens planet.

Spektrum analysatoren er en bredbånds mottager som viser radio frekvens signalet, et såkalte RF signal, sendt fra en radio sender, en base stasjon eller fra en annen frekvens kilde. Den finner uønskede støysignaler, måler bærefrekvensen (CW) på sender signalet vårt og kan verifisere en base stasjon. Ulikt et effektmeter på mange måter, (som oftest måler i et smalt frekvensbånd) du ser mer av signalet, hvor bærefrekvensen ligger og hvilke signaler som ligger tett opptil i frekvens planet. Vi har med en bredbånds mottager å gjøre. Du kan og se på nivået, styrken i både bærefrekvensen og

resten av signalet målt i dBm eller watt. Uønskede signaler kan lett detekteres og hvor de ligger i frekvens planet kan bestemmes. Også hva slags type signal det er kan i dag enkelt bestemmes på en moderne spektrum analysator.



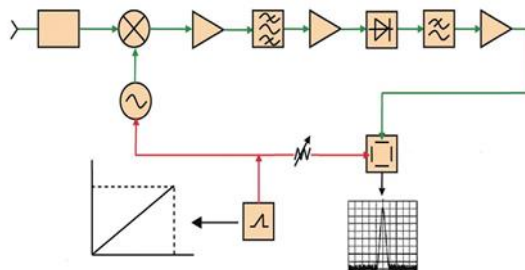
Spektrum analysator oppsettet

RF Signal har en frekvens, en båndbredde og et nivå. For best mulig å kunne finne et signal og analysere dette må 3 sentrale parametre settes korrekt. Juster senter frekvensen til den frekvens som ligger midt i signalet du vil måle på. Å taste inn en kjent bærefrekvens på dette signalet er en kjent måte å utføre dette på. Man kan og betrakte et større frekvensområde og snevre inn området, et såkalt span som du minsker men du ser på til signalet til det blir mer detaljert vist og så plassere bærefrekvensen på midten av skjermen med peak search funksjoner eller peak to center funksjonen. Husk at halve skjermen bør dekket av det signalet du ønsker å analysere. Juster så referanse nivået, såkalt "ref level" til du ser toppen av signalet og litt til.

Dette er en fleksibel prosess, du vil kanskje lete etter støy signaler med et større frekvens område, sette start - stopp frekvensen til et større område og så snevre inn området når du ser hvilket signal som forårsaker støy i radio båndet ditt. Det er viktig at du fokuserer, sneverer inn skjerm bildet slik at du ser kun støysignalet på halve skjermen, her kan du bruke funksjoner som span-down, men pass på å sentrere bærefrekvensen for å få signalet midt på skjermen for hver gang du aktiverer span-down. Slik vil du hele tiden kunne fokusere på det signalet du vil analysere.

Beskrivelse av hvordan en spektrum analysator fungerer:

Er du en bruker av spektrum analysatorer er det en stor fordel å forstå litt av hvordan disse instrumentene fungerer og er bygget opp. Mange funksjoner kan automatisk aktiveres og gjøre analyser enklere men bruk i manuell modus vil gjøre målingene om mulig enda bedre.



Figur 2

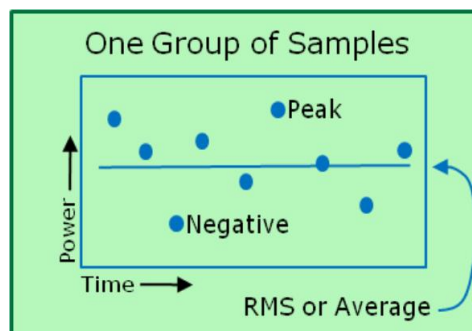
En DC block, vist på inngangen fra venstre på figur 2 her, er en likestrøms beskytter som hindrer likestrøms signaler å komme inn i analysatoren og ødelegge komponenter. Svært få spektrum analysatorer liker DC signaler så dette er en viktig sperre, vanligvis opptil 50 volt DC. Videre har vi innover i analysatoren en trinnvis dempefunksjon, en step attenuator som skal hindre overstyring av det første mikser trinnet i analysatoren. Denne skal gjøre deg i stand til å se hele signalet og hindre overstyring, dvs at kun delvis øvre men hele nedre deler av signalet vises på instrumentets skjerm. Vanligvis vil denne dempefunksjonen aktiveres når signalet er i nivå på -20dBm eller høyere. Støy gulvet vil øke noe når denne dempefunksjonen aktiveres men man vil likevel oppnå den fordelene av å se hele signalet på skjermen og nivået på bærefrekvensen. Dette blir som å optimalisere det dynamiske området, du ser hele signalet ned mot støy nivået.

En forforsterker er neste del av instrumentet det inngående signalet møter. Denne forforsterkeren eller pre-amp som det heter på spektrum analysatoren vil gjøre deg i stand til å se svake signaler. Bruk den når signalet inn, bærefrekvensen er lavere enn -50dBm. Slå den av om signalet inn er større enn -40dBm. Mange analysatorer er laget slik at referanse signalet, det signalet som vises øverst på skjermen må være -40dBm eller lavere for å få tilgang til forforsterkeren, slått den på. Forforsterkeren fungerer da kun når ref level øverst på skjermen er satt til -40dBm eller lavere. Forforsterkeren øker følsomheten, senker støy gulvet og gjør det enklere å se svake signaler. Med et lite span, frekvens område over skjermen kan du lett se under -110dBm og lavere.

Det første mikser trinnet er neste del av signal vegen gjennom spektrum analysatoren. Her vil RF signalet endre navn til IF signal, dvs intermediate signal eller mellom frekvens signal. Det første dempeleddet og forforsterkeren vil justere dette signalet slik at mikseren mottar et signal den kan bruke for å sammenlikne signalet med en nøyaktig intern kilde, en oscillator som er en intern generator. Spektrum analysatorens måle nøyaktighet er helt avhengig av hvor god denne generatoren er på frekvens nøyaktighet. IF Delen består av flere mikserer som igjen genererer via den interne generatoren, flere IF signaler som analysatoren bruker internt for å analysere inngangs signalet. Så kommer viktige filter parametre inn. Vi har et oppløsnings båndbredde filter kalt RBW, resolution bandwidth, som bestemmer hvor hvor nøyaktig signalet vi analyserer vises i frekvens planert, hvor mange frekvens komponenter som vises. Dette filteret kan settes i automatisk modus og vil da følge span, frekvens området vi ser på over skjermen, eller vi kan sette det manuelt. Regelen er da at jo mindre vi gjør dette filteret i trinnvis regulering, jo mer ser vi av signal detaljer, men det vi mister er sweep tid, hvor raskt spektrum analysatoren oppdaterer seg i frekvens planet. Hvis dette RBW filteret settes for lite vil vi få fram en tekst UNCAL, som igjen indikerer at vi er utenfor et optimalt oppsett for riktig frekvens analyse, filteret blir for lite, og intern feil kan oppstå i analysatoren. En envelope detektor, "samle detektor" konverterer det komplette signalet fra mikserne etter filteret RBW slik at det kan vises på en skjerm, instrumentets display.

Videre har vi et video filter, kalt VBW, video bandwidth. Dette filteret følger oftest RBW filteret i automatisk modus men kan og stilles manuelt. Dette filteret har som oppgave å vise oss, presentere det totale signalet mest mulig optimalt på spektrum analysatorens skjerm. Fjerne støy og stabiliserer signalet slik at vi lettere kan se støy komponenter, nivå på bærefrekvenser samt signal til støy nivå korrekt. Vanlig er det å la VBW være 3 ganger bredere en RBW filteret i frekvens, for optimal utlesning av signalet på skjermen.

En detektor er neste del av signal vegen gjennom spektrum analysatore. Denne samler, samler IF signalene og konverterer disse til digitale måleverdier. Vanligvis mottar en slik detektor mange målepunkter svært raskt, såkalte måle sampler pr tids enhet, mange fler enn den rekker å vise. Derfor vil denne detektoren gruppere signalene og lage en samlet gruppe for hvert vist sampling punkt, en slags midlings funksjon. Her har vi viktige parametre vi kan velge på spektrum analysatorens meny som:



PEAK: Viser maksimale sampling punkt verdier for et lite frekvens område, satt av detektoren.

RMS/Average: Vil kalkulere den midlere effekten mottatt av detektoren, en gjennomsnitts angivelse, som vil vises på instrumentets skjerm. Svært nyttig ved måling på støy signaler samt signal fra en basestasjon typisk 2 og 3G signaler.

Negative: Viser det minste nivået detektoren har mottatt over et lite fekvens område. Nyttig når man vil se om et signal, en frekvens faller ut i en liten tidsluke.

Sample: Viser kun et punkt mottatt av detektoren.

Quasi Peak: Brukes for å gjøre EMC målinger, dvs elektromagnetisk kompabilitets målinger. En krets lades raskt opp og lades ut sakte over tid, viser et nivå på skjermen som er et såkalt støy nivå tall.

Sweep speed: Et tall i tid, sekunder, millisekunder etc et mål på hvor fort skjermbildet oppdaterer seg. Vanligvis satt automatisk av spektrum analysatoren for optimal visning, oppdatering av signalet inn. Men: Dette tallet kan settes manuelt og da svært lavt for å oppnå bedre følsomhet over et gitt frekvensområde. Sammen med de 2 neste instillingene (MAX-MIN Hold) er dette en nyttig parameter for å se mer av et signal og hva som foregår i et gitt frekvens plan.

MAX HOLD: Samler på de sterkeste detektor sampling punktene over et bestemt frekvens område, gitt av start – stopp frekvensen på instrumentets skjerm.

MIN HOLD: Samler på det samme men med prioritet på de laveste signalene mottatt av detektoren.

Units: Konvererer et signal nivå fra dBm til watt eller volt, eller volt/pr meter for feltstyrke målinger.

Trace Mode: Denne funksjonen inkluderer normal skjerm bilde oppdatering, average, max-hold og min-hold. Average minsker variasjonene av støy og gjør det lettere å lese et signal, lese et støy nivå, mens max og min hold er viktige funksjoner for å vise plutselige transienter, frekvens topper som

oppstår samt signaler som plutselig faller i nivå. Både normal, max og min hold kan vises på skjermet samtidig med ulike farger på en moderne spektrum analysator. A,B,C Traces.

Limits og measurement: En omhyllingskurve eller et bestemt nivå kan settes for et signal. Overstiger et signal denne limit – grenseverdien kan vi aktivere en alarm eller en lagring på instrumentet. Viktig for å se om et signal inneholder transienter etc. Plutselige nivå endringer oppover i nivå, er slike såkalte transienter.

Den interne generatoren, sweep generatoren justerer LO, local oscillatoren kalt LO over en gitt frekvens, center-span/2 til center + span/2 og dette utgjør så referansen for frekvens planet, x-aksen på skjermen til instrumentet. Hvor raskt denne justeringen foregår styres av sweep tid, en tid det tar å oppdatere et skjermbilde. Vanligvis ønsker vi en så rask oppdatering som mulig, men dette kan gå på bekostning av oppløsning og følsomhet. Start likevel med sweep tid i automatisk mode ved signal analyse.

RF Målinger, hvorfor bruke en spektrum analysator, - del 2:

I en spektrum analysator er kvaliteten på den første mikseren svært kritisk. Hvis vi har et trådløst signal, et OTA signal (trådløst, over luften) som overstyrer den første mikseren så vil nye frekvens komponenter, dvs støy genereres. Støygulvet generelt øker og de vil raskt forsvinne de ulike signal vi ønsker å se men som havner nede i støyen. Også OTA signaler som ligger utenfor vårt viste frekvens span kan gi slik støy. Hele støy gulvet øker pga en for dårlig kvalitet på mikser 1. Spektrum analysatorer viser en tekst "Overload" hvis nivået inn er for stort til å kunne måles korrekt. Første bud er da å øke dempenivået, attenuator nivået til høyere db verdier eller endre referanse nivået øverst på skjermen. Et annet alternativ er å bruke et band pass filter for å eliminere, filtrere bort de uønskede utenfor målebåndet frekvensene. Her er kvalitet og minimalt tap i slike filtre viktig, flere produsenter leverer slike limitere eller filtre av god kvalitet som kan benyttes mellom en antenne og inngangen på en spektrum analysator.

Coupled mode: Dette er en innstilling, grunn innstilling som gjør oss i stand til å optimalisere dempning, RBW og VBW filter settinger samt nivå innstillinger. Denne coupled mode vil justere seg etter span, måleområde samt nivå. Denne innstillingen vil ofte påvirke støygulvet slik at vi heller ønsker å benytte,- neste innstilling som er:

Manuel mode: Gjør oss i stand til å sette og kontrollere dempning, attenuation, RBW samt VBW og vil ofte få fram større detaljer rundt et signal forløp. Også sweep tid, dvs. oppdaterings tiden vil kunne stilles her.

Manual attenuation: Denne muligheten er viktig å benytte når man ønsker å se om et signal inneholder støykomponenter. Sett dempningen til manuelt 10db og sjekk om signalet endrer seg. Hvis signalet ikke endrer seg er alt OK, men hvis signalet faller 10db er dette signalet antakelig et internt generert inter modulasjons fenomen. Øker man dempningen med 10-20db til og signalet forblir borte og støyen er på samme nivå da er man trygg og vet hva slags signal man observerte.

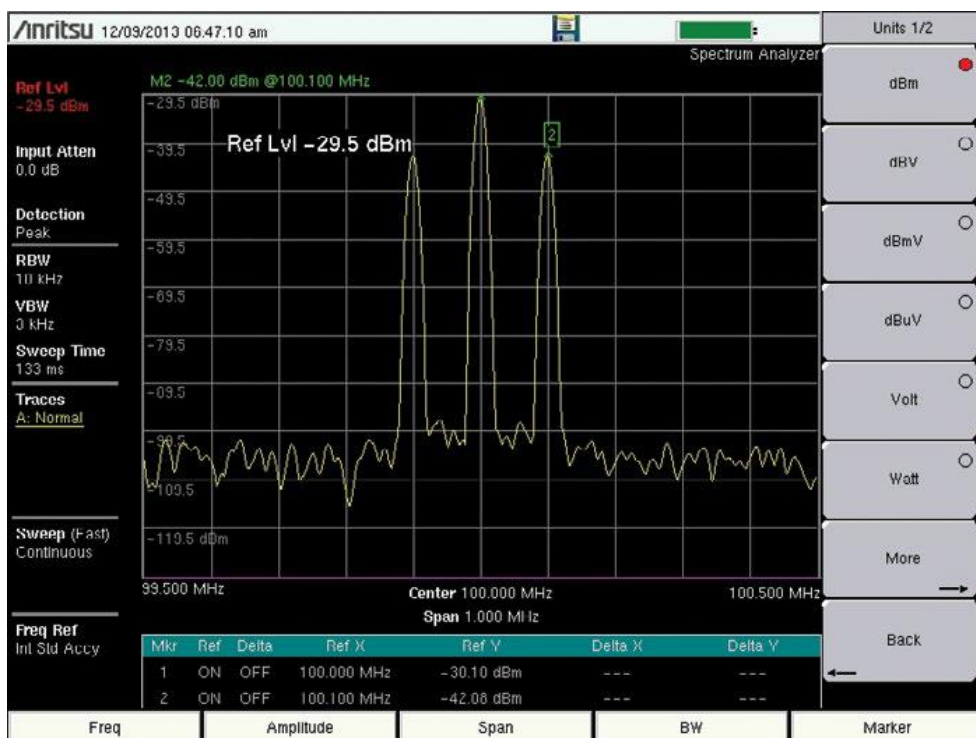
Manual RBW: Denne funksjonen er svært nyttig når du trenger et lavere støy gulv på målebildet for å se detaljer i signalet du sjekker. Ved motsatt, å øke verdien av RBW filteret så vil sweep tiden bli raskere. En regel motsatte vei er om man minker RBW filter størrelsen 10 ganger så vil støygulvet falle med 10Db.

Low level signals: Disse er enklere å se om man setter referanse nivået til -40dBm, kopler inn forforsterkeren, pre-amp og minsker dempeleddet, attenuator. Også sammen med mindre RBW filter så vil man kunne se de svakeste signalene, dette og da enda bedre med et mindre span.

Bærefrekvens signaler er da enkle å se mens moderne mobil signaler ofte ikke blir lettere å tyde med en redusert instilling av RBW. Da kan et mindre VBW, video filter være løsningen. Man vil da lettere kunne skille signalene av denne typen ifra støy signaler. Midling over tid, averaging kan og være svært hensiktsmessig ved analyse av slike signaler.

Intermittent signals: Her er MAX Hold funksjonen svært nyttig, man ser plutselige signal økninger og vil fryse disse i skjermbildet. Også limit lines, grenselinjer er nyttige redskaper her.

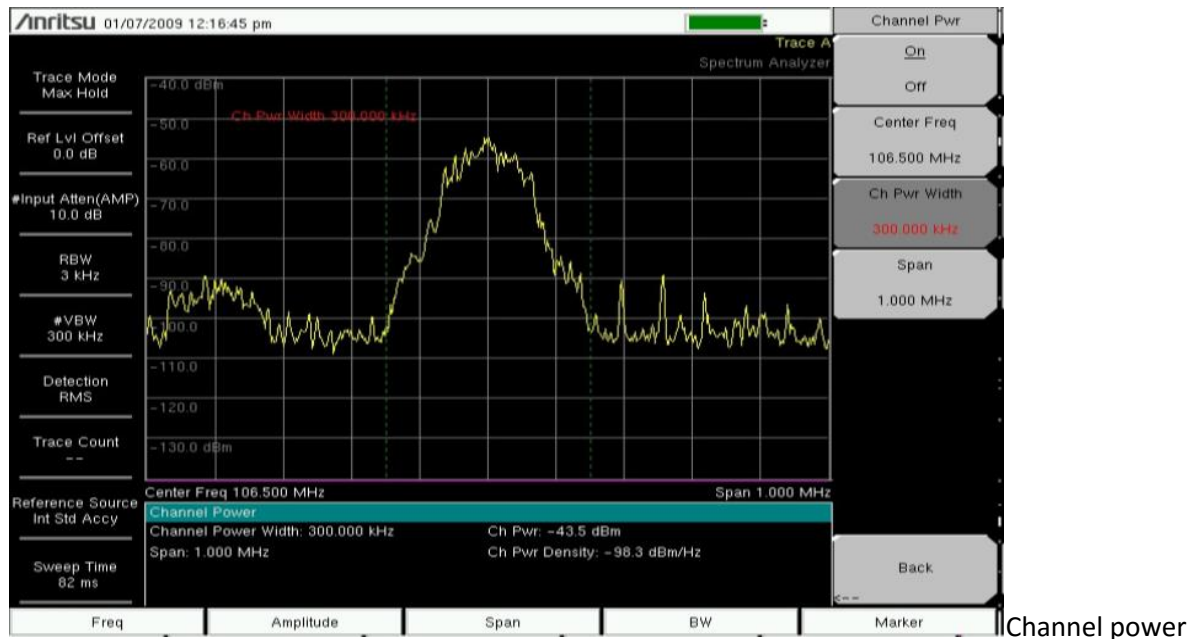
Hvordan bruke markører: Markører gjør det enkelt å fryse og verifisere amplitude og frekvens på spektrum analysator skjermen. Disse kan fremstilles i markør tabeller og muligheter for delta markører er og til stede. Delta: Man kan da måle forholdet i nivå og frekvens mellom en hovedmarkør for eksempel M1 og en delta M2, i forhold til M1 med markør M2. Det finnes og muligheter for å sette markører direkte til hovedsignalet, en bærefrekvens med "marker to peak", eller man flytter markøren med frekvensbildet til senter av skjermen med "marker to center". De nyeste spektrum analysatorene kan ha opptil 12 markører og disse leser frekvens og nivå og kan enkelt flyttes med piltaster eller hjul på instrumentet. Bildet under viser markør tabellen under målebildet. Her med 2 markører:



Spektrum analysatorens muligheter, mer avanserte test oppsett:

Channel power: Denne funksjonen vil vise deg den totale effekten over en kanal båndbredde. Brukes oftest for å måle sender effekten i et bestemt frekvens område, summen av RF, frekvens komponenter i en bestemt kanal. Denne målingen gir et mer presist bilde av hvor mye effekt en kanal inneholder, mer enn kun en bærefrekvens måling. Kanal effekt er ofte det første man ønsker å måle på en sender. Den gir en god måling hvis kanal bredden er rett satt og man ser at effekten i kanalen er korrekt. Viktig å merke seg at en redusert kanal effekt på 1,5db gir 15% dårligere dekning fra en sender kanal. Så hvis kanaleffekten er noe redusert bør man justere senderen, er derimot

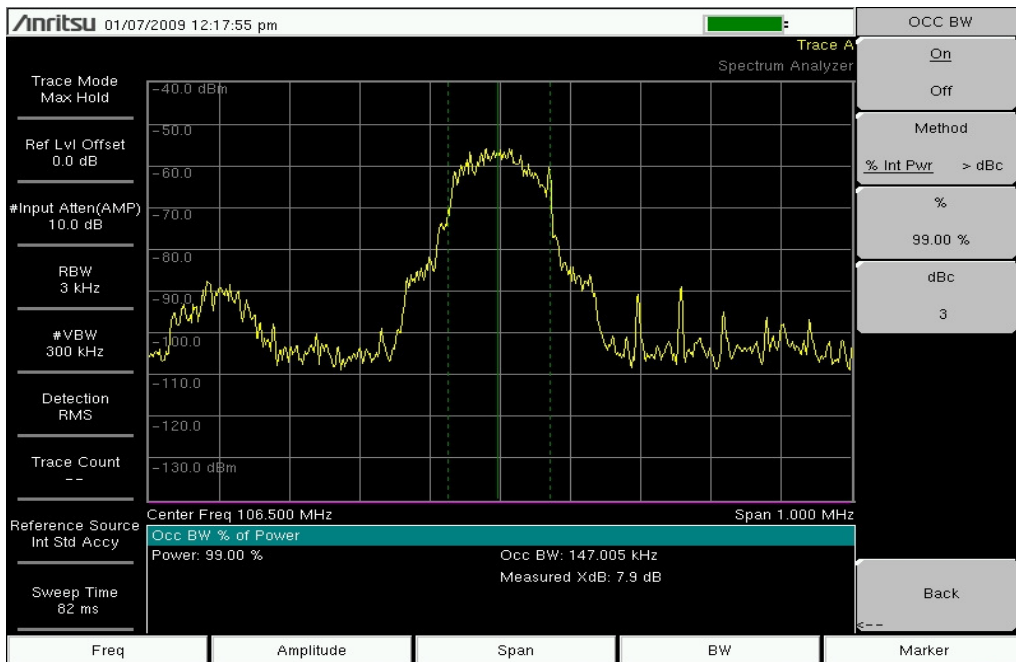
effekten vesentlig redusert indikerer dette feil på sender delen av radioen, antenne feil eller feil på kabel og adaptere på kabelen.



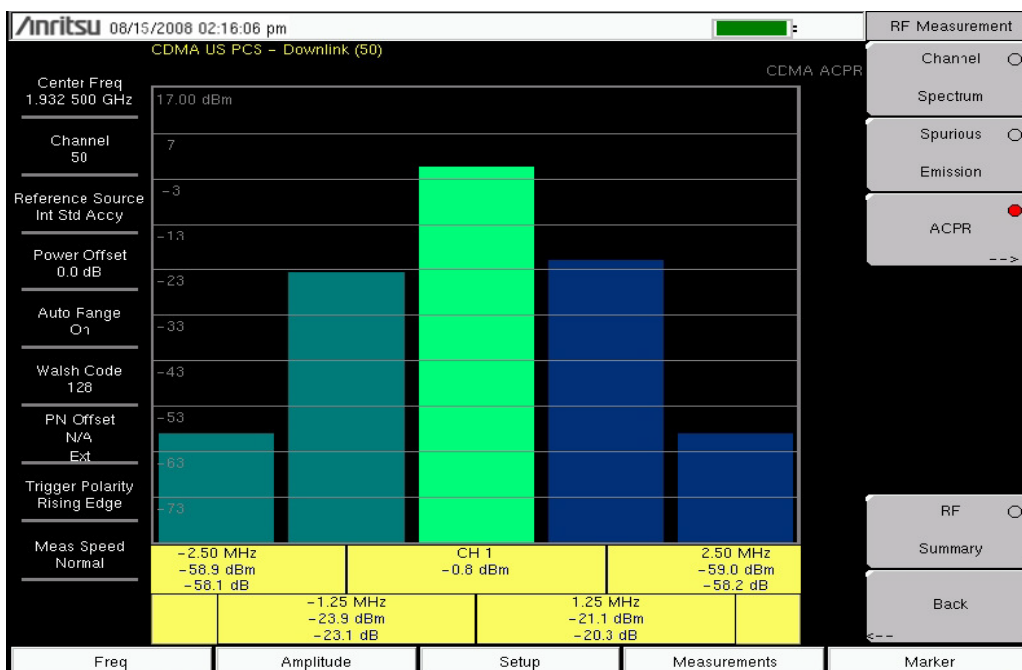
Rx Noise Floor: Denne benytter kanaleffekt målingen, "channel power" men denne gangen på mottageren. Her benyttes spektrum analysatoren til å måle effekt i en mottager kanal som ikke er i bruk. Dette for å finne støynivået, støygulvet i mottager kanalen og kunne bestemme hvor dette ligger i nivå. De typiske grenseverdier for mottager støy gulv er ca 20db over det ideelle støytallet for den bestemte kanal båndbredden. Dette vil vanligvis være -100dBm for systemer som GSM/EDGE, og ved -90dBm for CDMA2000/1Xevdo og -80dBm for WCDMA. For å måle disse lave signal nivåene må man ofte kople inn forforsterkeren "preamp" på spektrum analysatoren. Er du nær base stasjonen må du antakelig justere inngangs dempeleddet, "attenuator" til du ser hele signalet. Det kan og i noen tilfeller hende du må bevege deg nærmere base stasjonen, dette avhenger av bla vinkel, tilt på antennen, objekter i front av antennen etc.

Field Strength: Dette er kanal effekten brukt på en litt annen måte. Man ønsker å finne den optimale antenne plasseringen og den optimale effekt og vinkel på antenne plasseringen i forhold til terrenget. Her måler man i dBm/kvadrat meter eller benytter Volt/kvadratmeter. Dette fordi det er mer hensiktsmessig med en slik måling og finne i terrenget og omgivelser rundt en antenne hvor signalet er svakt eller kraftig relatert til arealet i terrenget. Dette kan igjen på spektrum analysatorer med GPS funksjonalitet benyttes til å produsere via google maps, dekningskart for en bestemt sender eller et system. Dette for å kartlegge komplekse antenne installasjoner og finne mørke områder hvor dekningen er svak.

Occupied bandwidth: Dette er en fin måte å raskt kontrollere om en sender fungerer optimalt. Med "occupied bandwidth" dvs okkupert frekvensbåndbredde får vi et tall på hvor godt senderen plasserer bærefrekvensen i en bestemt test kanal, vanligvis er kravet 99% av signalet i den definerte kanalen. Ligger dette tallet vesentlig lavere indikerer dette en alvorlig feil på sender delen av en base stasjon. Her er det viktig å sjekke videre ved indikasjon på feil at filtre fungerer optimalt, forstyrrelser og støy på signalet, modulasjons feil og kvaliteten på modulasjonen samt EVM, feil i konstellasjons diagrammet ved digital signal test. Viktige målinger som finnes som opsjoner på mange spektrum analysatorer.

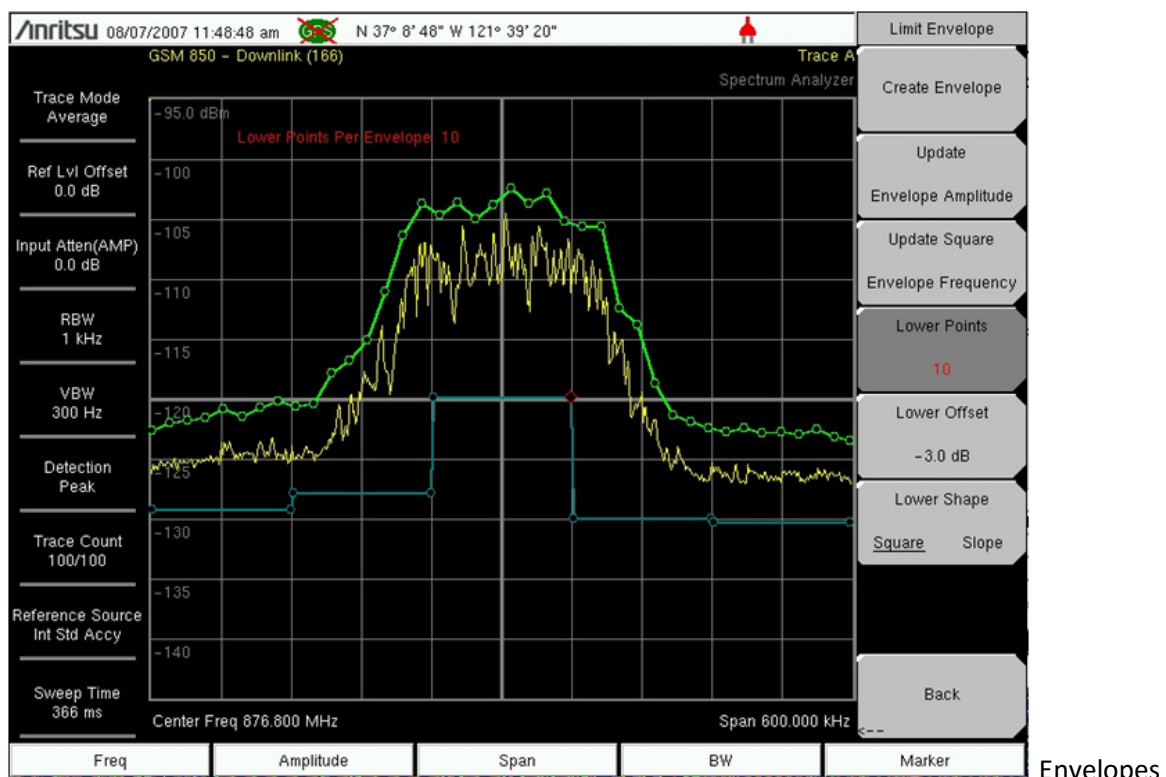


Adjacent Channel Power. Dette er en måling som forteller deg hvor mye av bærefrekvens effekten i en kanal som lekker, befinner seg i nabokanalene. Mye effekt i en nabokanal indikerer feil på senderen. Målingene "adjacent channel power" eller "alternate channel power" relateres til den tiltenkte sender kanalen. Målingene gjøres oftest i "db ned fra bærefrekvensen" eller "db down". En annen vanlig angivelse er dBc som indikerer hvor mange db ned fra bærefrekvensene i hovedkanalen. En slik nabo kanal måling er oftest spesifisert i ulike internasjonale standarder og angir et tall ulike for forskjellige signal typer, standarder. Men mest vanlig er å angi verdier mellom ca -45 og -65 db ned i forhold til hoved kanalens bærefrekvens. Målingene brukes altså her for å måle lekkasje over i nabo kanaler.

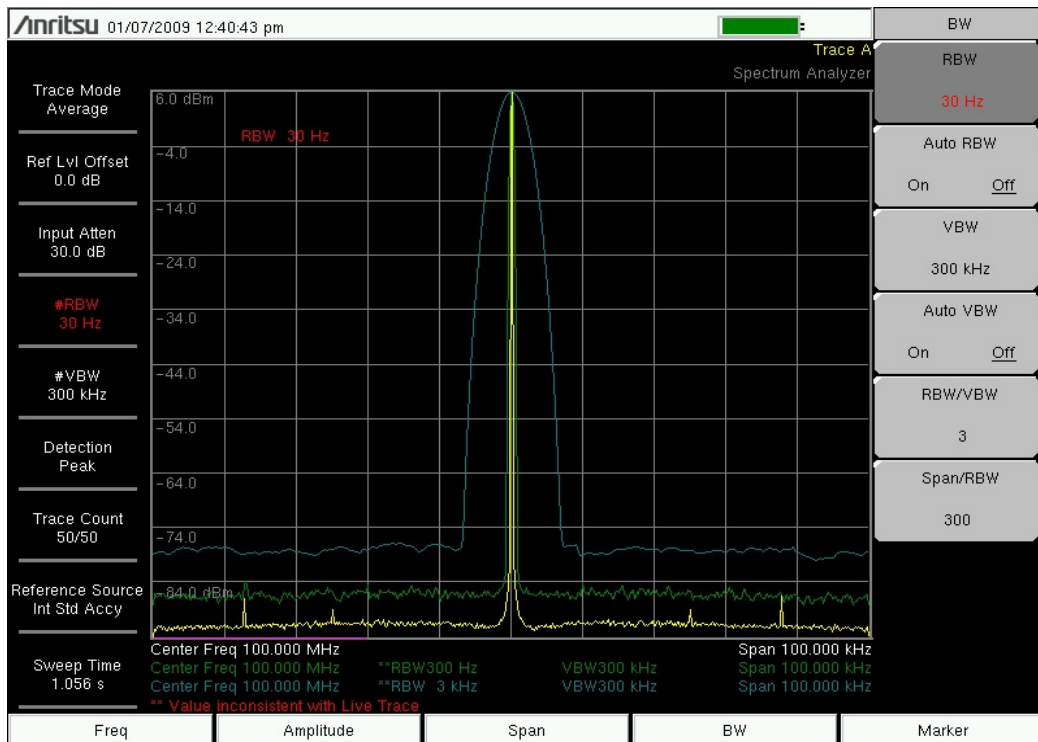


Spectrum Masks: Denne omhyllingskurve funksjonen benyttes mye til å se om de grenseverdier man setter opp, ofte etter internasjonale normer, overstiges i nivå. Dette er en godkjent - ikke godkjent test rutine som benyttes mye for å avsløre signal nivåer, støy i et frekvens område eller på et signal, hvor man kan generere alarmer og rapporter når disse grenseverdier, "limit lines" passeres. Hvis verdiene passeres her kan det være nyttig å sjekke modulasjon konstellasjons diagrammer samt filtre i sender delen av en radio installasjon. På instrumentene kalles slike omhyllingskurver ofte "envelopes". Se og bildet under her som et eksempel.

Gated Sweep: Setter spektrum analysatoren i pause modus når et signal forsvinner og starter et videre sweep, et måleforløp når signalet kommer tilbake igjen. Denne testen, denne funksjonen viser når et signal registreres og når det forsvinner, samt støy nivået når signalet ikke er til stede. Denne "gated sweep" funksjonen er den enkleste måten å se modulasjons formen på et TDMA signal som GSM, TD-SCDMA, WiMAX etc. Gated sweep samt spectrum masks, brukt sammen gir oss et meget bra bilde på støy komponenter for eksempel i et TDMA eller TDD signal.



Sensitivity and DANL Prefilters: Instrument spesifikasjoner som DANL (dynamisk midlere støy nivå) er i henhold til spesielle oppsett for å oppnå best mulig følsomhet på en spektrum analysator. De beste modellene i dag måler ned til -160dBm ved optimale span, RBW, VBW samt preamp instillinger. Dette er svært godt for en felt type spektrum analysator og oppnås ved et filter, RBW ned på 1 Hz. En god regel er at hver 10 økning av filter verdien for RBW, jo mer øker støygulvet, typisk da 10db. Slik at en spektrum analysator med 1Hz RBW, vil gi god følsomhet på alle filterinstillinger, RBW. Et lavt DANL tall er alltid nyttig når man leter etter støy eller interferens da disse uønskede signalene ofte er svake. For å se de må man langt ned i nivå, ofte på et lite span.



Prefilters: Spektrum analysatorer er en bredbånds mottager. Dette betyr at sterke signaler på inngangen vil begrense følsomheten samt øke støygulvet over et større frekvens område. For å unngå metning av inngangen på instrumentet må man enten bevege seg bort fra det sterke signalet, bruke en retnings følsom antenne, en YAGI antenne som pekes bort fra den kraftige kilden, eller benytte filtrering på inngangen av instrumentet. Eksterne filtre kan altså ha 2 utgaver, enten en retnings følsom antenne som ofte vil være dedikert til et frekvens område og har skarpe filtrerings kanter eller man benytter et godt filter på inngangen av instrumentet. Her finnes en mengde løsninger som vil gjøre målingene sikre og ikke forstyrres av sterke signal kilder som kringkastnings master etc i nærheten av der du ønsker å måle, selektivt.

Tracking Generator measurement: Dette er en såkalt 2 ports måling. Dette vil si at spektrum analysatoren både genererer et signalnivå og mottar dette signalet i samme instrument med 2 porter, 2 kontakter. Man kalibrerer fram et signal nivå på generator delen mot spektrum delen etter å ha bestemt hvilke frekvens område man vil dekke, undersøke. (Kopler tracking utgangen til spektrum inngangen med en kabel, velger kalibrer) Så koples for eksempel et filter eller en komponent inn mellom generatoren og spektrum mottager delen i instrumentet. Man kan da observere frekvens responsen eller justere forløpet/responsen på dette signalet styret fra spektrum analysatoren og generert fra tracking generator utgangen i det samme instrumentet, vist på bildet under. Antenne isolasjon mellom Tx send og Rx motta kan og bestemmes, dette er viktige målinger både på repeatere samt antenner i en base stasjons installasjon. Er isolasjonen dårlig vil støy på mottageren gi lavere antall kanaler gjennom systemet, såkalt "low throughput".



Slik kan man karakterisere filtre, finne pass bånd, måle forsterkning, måle tap i forsterkere, finne antenne isolasjons tall mellom sender og mottager, samt justere filtre etc.

Dette er en av de viktigste opsjonene på et test instrument som en spektrum ananysator, man har med en generator som tracker, dvs følger spektrum inngangs frekvensen i et valgt bånd fra start til stopp frekvens. Dette er mye brukt i alle moderne base stasjons installasjoner innen for eksempel mobil telefoni.

Her følger litt nyttige info på dBm versus watt:

Noen effekter i dBm:

0.01 mW	-20 dBm
0,1 mW	-10 dBm
1 mW	0 dBm
10 mW	10 dBm
20 mW	13 dBm
1 W	30 dBm
10 W	40 dBm
25 W	44 dBm
100 W	50 dBm

Spørsmål og mere info, sjekk www.anritsu.com eller www.blomkvistas.no

Eller mail meg på:

morten@blomkvistas.no

Asker mai 2017.

