

Anritsu PIM test med I/Q Fiber Master i et CPRI basert mobilt system.

Introduksjon

Passiv intermodulasjon (PIM) er et voksende problem innen trådløse kommunikasjons systemer. Desto flere frekvensbånd som koples opp, desto flere problemer, og spesielt i frekvensbåndene opp til 6GHz er det i dag såpass trangbodd at flere sendere vil mikses med andre sendere og skape utfordringer som ofte benevnes med intermodulasjon, flere frekvenser blandes og blande produktet ender opp i andre sender bånd. Dette problemet øker, da også med stadig flere antenner som monteres for å gi bedre ytelse og dekning. Igjen vil økt RF aktivitet gi nye mikser produkter ut fra ikke lineare objekter og komponenter både på selve transmisjons linja og i omgivelsene rundt antennene.

Et sentralt behov blir da å raskt kunne finne og diagnostisere et PIM problem spesielt på installasjoner som benytter flere frekvens bånd. Dette definert som en installasjon hvor flere sendere og mottagere opererer i flere bånd på samme installasjon. En utfordring både å finne, analysere og å løse et PIM problem,- om det er PIM fenomener, samt hvor det er PIM kilder,- i eller rundt systemet. Når en tekniker sporer et PIM problem på en bestemt uplink linje eller kanal er det flere punkt vi må klarere før vi starter selve feilsøkingen med en PIM tester:

Er det et PIM problem eller er det en interferens problematikk?

Er PIM kilden ekstern eller er den på selve transmisjonslinja opp til antennen?

Måle PIM nivå i desibel som vi har på den aktuelle uplink kanalen slik at vi kan fastslå hvor alvorlig intermodulasjonen er.

Nivået av tapt følsomhet på den tilhørende mottager Rx downlink kanalen.

Avstand til PIM punktet som og kan ligge bortenfor antennen.

En liste over de sendere Tx kanaler i systemet som bidrar mest til PIM nivåene

IQ Fiber Master modell Anritsu MT2780A PIM og RF analysator er her Anritsu sin nyeste CPRI baserte løsning for å finne og analysere PIM problemer på enhver LTE basert mobil stasjon, også de som sender på ulike frekvensbånd i samme lokasjon. Denne testeren utfører analysen ved å benytte RF data fra CPRI linken, noe som gjør at analysene kan bli utført også når basestasjonen er oppe og sender, - mottar. Man benytter altså sanntids data trafikk for å spore PIM problemene.

Disse applikasjons sidene vil altså beskrive en målemetode som gjør Anritsu IQ Fiber Master MT2780A i stand til å samle den nødvendige informasjonen raskt og uten å måtte stenge ned basestasjonen eller måtte demontere antenne forbindelsene. En enkel tabell på ulike feilsøkings metoder finnes i siste del av denne applikasjons noten.

Test utstyrets ulike deler:

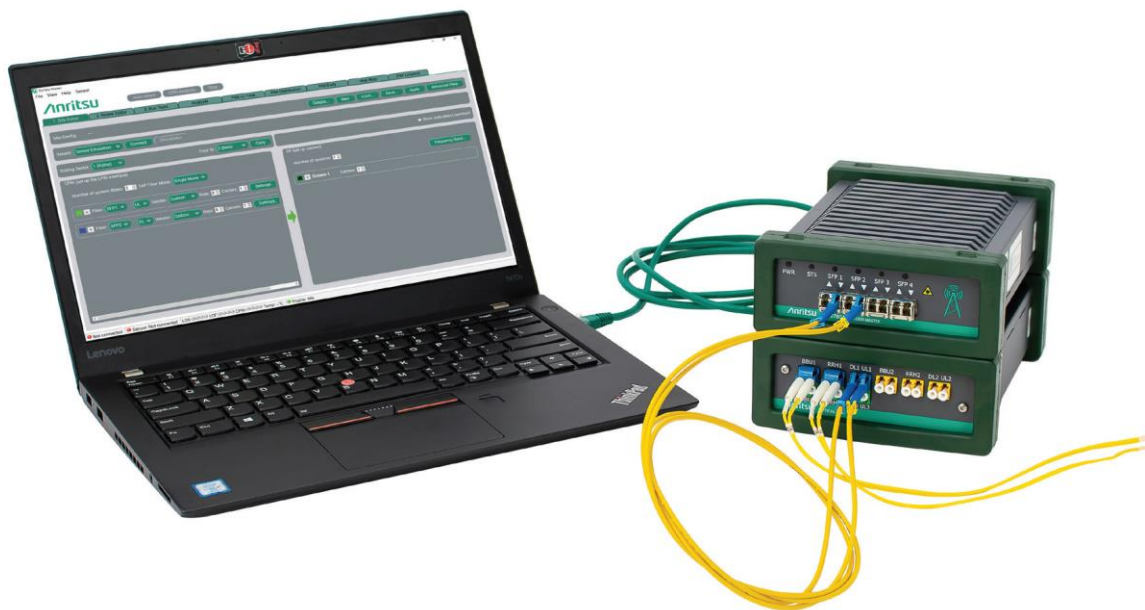
For å analysere PIM problemer på en base stasjon med en eller flere frekvens bærere trengs et beskrivelse av hva man trenger av utstyr. Alt du trenger finnes da i en IQ Fiber Master MT2780A test sett pakke, se figur under.

En IQ Fiber Master MT2780A sensor modul

PC Software installert på en standard laptop PC

En optisk sniffe/tappe probe med flere fiber koplings punkter

En PIM kilde, brukes for en avstand til PIM kalibrering, kalt DTP, distanse til PIM punkt



I tillegg må man ha tilgang til BBU/RRH for å kunne kontrollere utgangs effekten fra hver radio del. Her kan OCNS eller AILG eller tilsvarende kommandoer benyttes for å få til dette.

6 Trinn i en PIM analyse

Det er 6 sentrale trinn i en PIM analyse med en IQ Fiber Master MT2780A.

Step 1: Basestasjons vurderingen

En del informasjon rundt basestasjonen må du ha for å kunne utføre denne type PIM analyse. Det er ikke nok kun å kunne kople seg korrekt opp mot basestasjonen men du må og kunne sette utstyret opp korrekt og analysere resultatene du måler. Operatørene har vanligvis de tidligere innmålte verdier,- resultater da stasjonen ble satt i drift

Under her er grei liste for hvordan man vurderer målebehovet på en base stasjon:

- 1.Hvilke sektorer på stasjonen trenger å bli testet og målt?
- 2.Hvem er produsent av basestasjonen og radio delen?
- 3.Hvilke bånd er det aktuelt å teste? Kan være her opptil 3 frekvensbånd. Denne informasjonen bør da inneholde senter frekvensen, båndbredde samt EARFCN, kanal nummer i 4G.
- 4.Finnes det signal bærere på flere CPRI linker eller er de konsentrert på en link? Her kan man lett oppdage utfordringer, det er da viktig å få et bilde av hvordan designet er utført, hvilke signal bærere på downlink er rutet til hvilke CPRI link. Dette må man få et klart bilde av først.

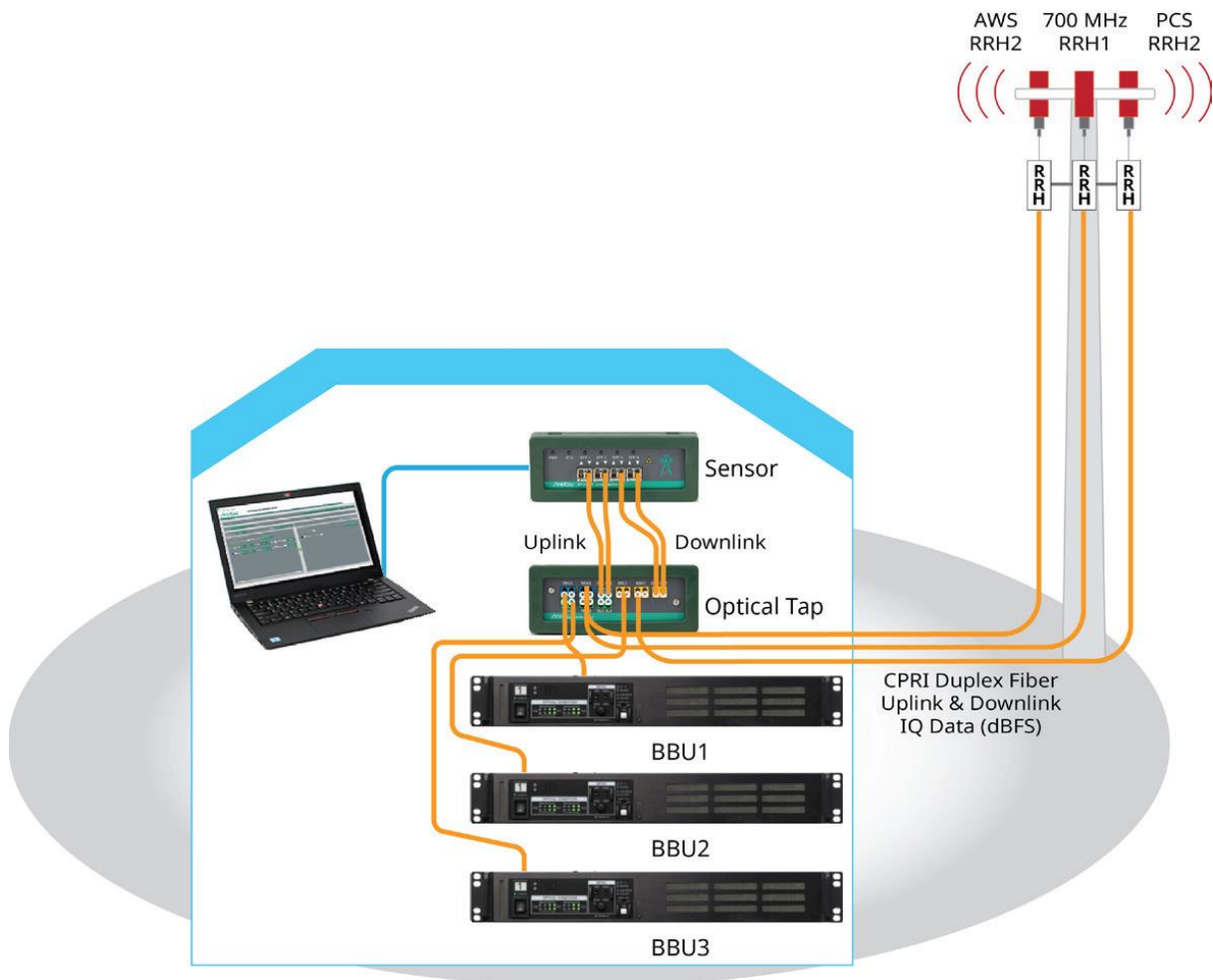
I de fleste situasjoner er denne informasjonen tilgjengelig fra enten operatørens dokumentasjon, eller fra teknisk underlag fra da stasjonen ble installert. Når all denne informasjonen er skaffet til veie vet du hvilke fibre som inneholder hvilke bånd. Dette er viktig før du går videre til step 2.

Step 2: Fysisk konnektering av MS2780A til fiber linkene

Det neste trinn her blir å koble IQ Fiber Master MT2780A til selve base stasjons linjene. Dette er ganske enkelt når man har gått nøye igjennom step 1 her. For hver CPRI fiber link, følg disse anvisninger:

- 1.Skru av den radio delen på basestasjonen som mistenkes å ha PIM problemer på uplink siden. Dette må gjøres sentralt ved å benytte den programvaren som kontrollerer BBU. Hør med stasjons operatøren før dette utføres slik at bruddet blir riktig utført og av kortest mulig varighet.
- 2.Med radioen avslått kople du de optiske fiber snorene som skal benyttes til å tappe signalet via MS2780A mellom RRH og BBU. Dette består oftest av å ta fiberkabler som kommer fra RRH og kople disse inn i RRH1 porten på den optiske tappe modulen på Anritsu utstyret, se bilde. En ekstra duplex fiberkabel koples så fra BBU1 til det optiske koplingspunktet på BBU enheten.
- 3.Radioen settes så i drift igjen sentralt. Hvis noe problem oppstår her med innkoplingen må man rense og inspisere fiber kontakter før man forsøker innkopling på nytt.
- 4.Sett så power sensoren i drift, slå den på. Vist i bildet under.
- 5.Konnekter så uplink tappe port kalt UL1 til sensoren SFP1 med en enkel single fiber kabel, husk her å kople inn på høyre side, inngangen, input av SFP sensor modulen.
- 6.Gjør det samme for hver av downlink radioene som du vil analysere. Bruk da DL1, DL2 og DL3 portene her, 3 frekvenser.

På dette punkt vil tilkoplingene se ut som på figuren vist under her: Bildet viser da et scenario med flere bærefrekvenser med 3 CPRI linker for 3 ulike bærefrekvenser som vi nå kan teste.



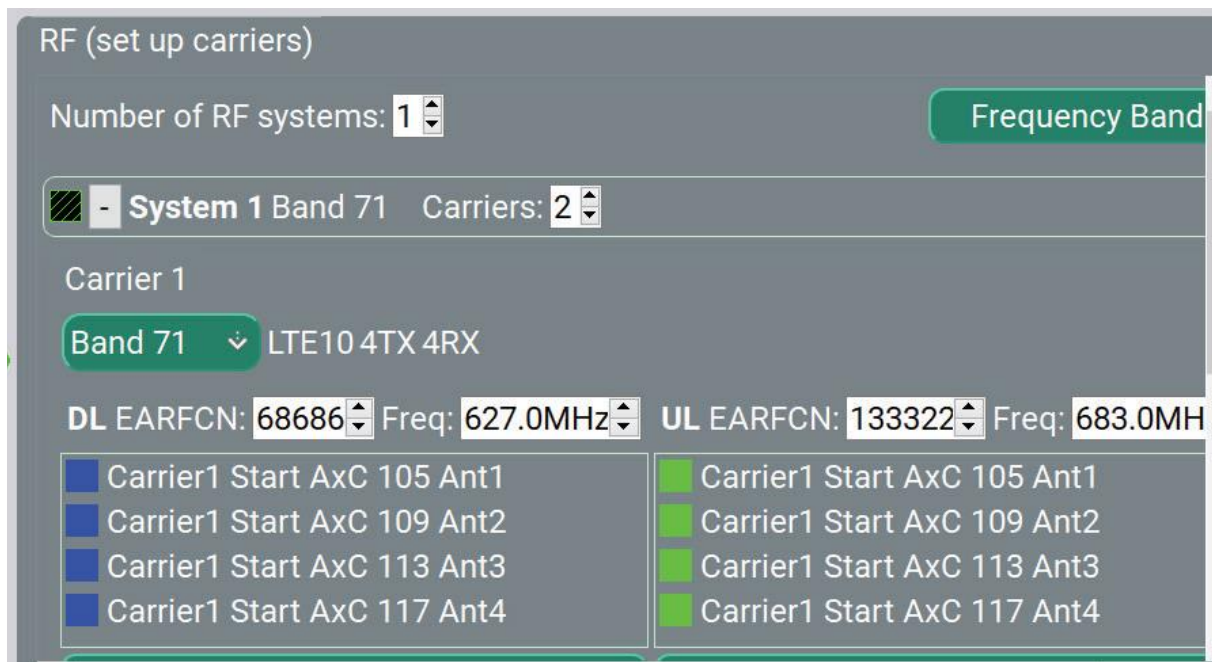
Step 3: Definisjon av basestasjons parametre og test kombinasjoner

Med Anritsu MS2780A nå innkoplet og base stasjonen i drift satt igjen kan vi nå definere stasjonens system parametere. Til denne analysen vil informasjonen vi samler inneholde hvilke frekvens bånd stasjonen benytter og hvilke produsent som har designet og produsert stasjonen. Å spesifisere produsenten er meget viktig slik av software i testutstyret kan lese og vurdere signaleringen og samtidig og ta hensyn til ikke standard CPRI signaler.

Da CPRI RF data sendes som IQ data i frekvensbåndet vil RF frekvens informasjonen legges inn av instrument operatøren, de fleste basestasjons produsenter har denne informasjonen lett tilgjengelig.

For å forenkle denne prosedyren med å legge inn disse data har Anritsu MS2780A en auto funksjon som konfigurerer både nettverks produsentens parametere samt frekvens båndene dette ligger i. Dette gjøres ved å lese IQ datastrømmen og se etter LTE BCCH informasjonen for igjen å trekke ut den informasjonen som trengs for testene, samt analysere den opptatte båndbredde og andre sentrale data i CPRI bit strømmen.

I tilfeller hvor denne informasjonen ikke viser seg å være tilgjengelig så må data manuelt plottes inn. Et eksempel på en 4 retningers antenne på et bånd 71 er vist i figuren på neste side.



Bærefrekvens eksempler, over her:

Ved dette punktet er det viktig å sette opp de ulike kombinasjoner av sendere som skal analyseres for PIM effekt. Dette kalles på fagspråket et test scenario. Ved PIM analyse må 2 sendere påvirke hverandre slik at ikke-linearitet i RF båndet kommer fram som PIM effekt, intermodulasjonsprodukt 1, kalt IM1, nr 3 som IM3 og 5 som, IM5 produkter. Disse blir så kalkulert for hver test og resultatene vil vise hvilke signal veg som gir de høyeste intermodulasjons produkter. Disse testene kan gjøres for en signal veg eller for et helt sett av tester, på flere linjer.

Dette verktøyet kan enten automatisk generere alle mulige kombinasjoner av sendere basert på de bånd vi har valgt for testene våre, eller testene kan utføres manuelt hvor brukeren bestemmer kombinasjoner av tester. Uansett hvilken metode som velges vil resultatene bli samkjørt i step 5 under. Men før vi kjører noen av disse testene i softwaren til MS2780A bør vi ta en titt på og analysere RF spektrumet vist på figuren under her, mer beskrevet i step 4:

Roster Detail

Site Id: [Set site ID here]

Sector	DL1	DL2	UL	Limit (dBm)	Desense	IM	Antennas	Measure
1 (Alpha)	Band 71 LTE10 627.0	Band 71 LTE5 637.0	Band 71 LTE10 683.0	-102.4	3.0dB	IM7	Ant1 Ant2 Ant3 Ant4	Level Distance
2 (Alpha)	Band 71 LTE10 627.0	---	Band 71 LTE10 683.0	-102.4	3.0dB		Ant1 Ant2 Ant3 Ant4	Level Distance

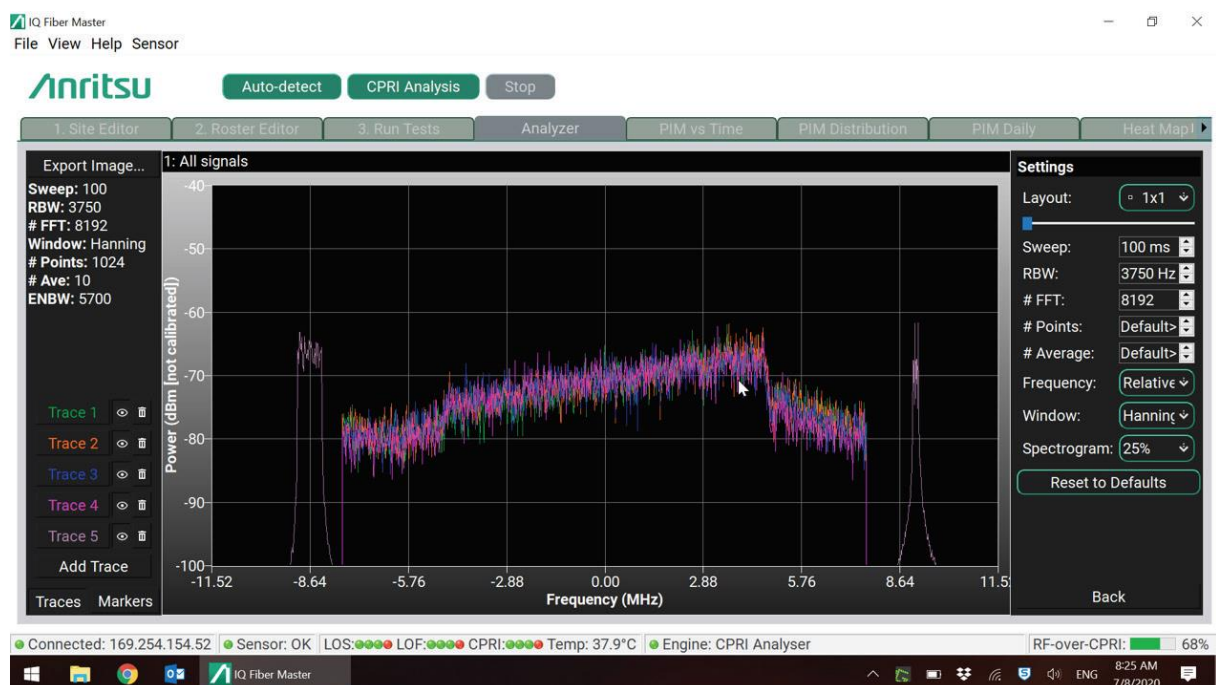
Eksempel på et test scenario, her ser vi IM produktene versus nivå , bånd og frekvens:

Step4: Analyse av RF spektrumet

Nå da vi kan lese alle de RF data strømmene vi ønsker så kan vi videre se på forskjellene i RF spektrum grafer både for uplink og down link. Vi kan enkelt se på spektrumet ved å klikke på CPRI analyse knappen i softwaren på toppen av skjermbildet. Her vil vi se eksakt kunne se signal strømmen som går via antennen både på uplink og downlink. Hver RF strøm kan sees individuelt ved å klikke på hver liste som du ser på software skjermbildet. Carrier tab som du ser.

Dette analyse vinduet har flere funksjoner for å få fram tolkningsmuligheter av RF spektrumet, med bla peak hold, et spektrogram samt mulighet for å forstørre signalbildet. Du kan justere software bildet for lettere å få fram parametere samt sette markere for lettere å tyde RF bildet og se hva som foregår i signaleringen.

Når du så observerer et mistenkelig PIM problem vil dette svært ofte komme fram i et bilde av RF spektrumet. En svakt stigende bakke, eller som vi sier et haifinne bilde vil ofte være et alarmerende tegn her, se bildet under, hvilke uplink som har et PIM problem i seg.



Et skrått haifinne bilde som indikerer et mulig PIM problem vist her over:

Uansett om en haifinne er synlig eller ikke, hvis det er mistanke om PIM fenomener på en uplink så vil et naturlig neste trinn være å lete videre med det verktøyet vi har i IQ Fiber Master MS2780A.

Step 5: PIM Analyse

Hvis vi mistenker et PIM problem vil den følgende PIM analysen gi oss innsikt i hvilken grad og hvor problemet finnes mht PIM. For å optimalisere nøyaktighet av test resultatene må radioen kjøres i maks effekt som vil si at vi må ut av de tidligere beskrevne AILG og OCNS modus.

PIM Analysen kan nå kjøres ved å aktivere tester med Run Test knappen i software. Verktøyet vil da sette i gang en test og analyse for hvert scenario i test sekvensene og resultatet vil komme opp som vist i figuren under her. Analyse resultatene vil vise om vi har et PIM fenomen eller ikke, hvilke PIM nivåer det er snakk om, minsket følsomhet på detektorene pga PIM samt om PIM problemet er internt på basestasjonen med transmisjonslinje og antenne, eller eksternt i omgivelsene rundt antennen.

Figuren viser hvordan softwaren presenterer dette:

UL impacted by PIM	UL 709MHz	UL 709MHz
Antenna branch/port	Ant1	Ant2
PASS/FAIL	FAIL	PASS
PIM level	-98.1dBm	-108.9dBm
PIM source location	External	

Measuring UL 709MHz Ant2 ...

RX desens	6.2dB	0.8dB
-----------	-------	-------

Avstand til PIM punktet, kalibrering hvis PIM er detektert

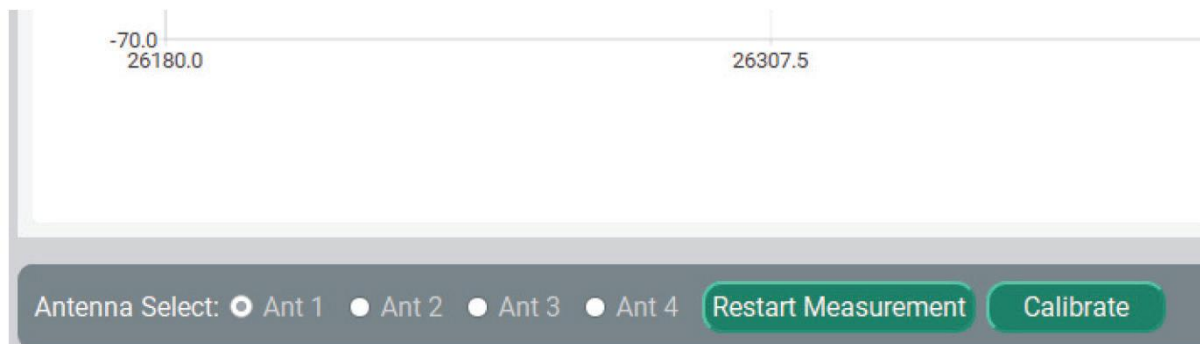
Hvis vi finner PIM nivåer og antennen er montert og tilgjengelig kan vi gå videre med testene. En avstand til PIM punkt analyse såkalt DTP kan utføres for å finne punkter som gir u linearitet når vi påtrykker signal og effekt på transmisjonslinjen. En kalibrering her er nødvendig vil gi software en nullpunkt slik at vi tester nøyaktig fra radio grensesnittet.

En kalibrering vil da si å merke antennen med et kjent PIM objekt på utsiden av antenne elementet. En PIM kilde med kjent PIM nivå følger IQ Fiber Master MT2780A kitted slik at denne lett kan inngå i testene. Her må man slå av stasjonen før PIM kilden plasseres, og man slår på stasjonen etter at operatøren har forlatt antenne med PIM kilde montert.

Med en gang denne PIM kilden er montert setter man base stasjonen i maks effekt ved å benytte stasjonens AILG, OCNS eller hvilke kommando som benyttes ut fra hvilke produsent vi har med å gjøre, slik at vi får maks effekt i de ikke brukte PRB blokker i LTE. Når dette er gjort, trykk bare på calibration knappen i software programmet og softwaren vil evaluere og

viser hvor det sterkeste PIM punktet er i forhold til objektet vi festet som PIM kalibrerings objekt på antennen.

Figuren under viser bildet vi får opp under kalibreringen.



PIM Objektet kan så fjernes etter at basestasjonen har vært slått av igjen, og vi kan sette stasjonen i maks effekt igjen som gir oss den eksakte plasseringen av det ikke lineare objektet eller kopligen på transmisjons linjen som gir PIM. Negative verdier indikerer en plassering på selve transmisjonslinjen, positive verdier forteller at PIM punktet er bortenfor antennen, i omgivelsene rundt antennen.

Step 6: Tyde måleresultater:

En detaljert beskrivelse av hva PIM er finnes i et tidligere skriv på www.blomkvistas.no så vi vil her heller fokusere på hvordan IQ Fiber Master kan hjelpe deg å finne PIM kilder på en basestasjon samt hvordan man kan minimere slike fenomener:

A: Er det PIM eller RF interferens som er problemet?

Test resultatene vil vises som enkle pass/fail rapporter i softwaren

Det avgjøres da om det høyst sannsynlig er et PIM problem eller et RF interferens problem på stasjonen

B: Analyse som viser at det er PIM i systemet

Softwaren vil vise tydelig om det er PIM internt eller eksternt i antenne systemet

Interne PIM problemer er kabler, kontakter, adaptore, duplexere eller andre komponenter i transmisjons vegen, eksterne PIM kilder er ikke lineare kilder i omgivelser rundt antennen

C: Ved å måle mengde PIM i db kan du avgjøre hvor alvorlig et PIM problem er.

Resultatene presenteres som et målt db nivå av PIM.

PIM Nivåene vil gi oss et bilde på hvor alvorlig problemene er. Det kan være flere kilder til PIM og den akkumulerte, - samlede verdien vises i softwaren, det gjelder da å finne det verste punktet og forsøke å reparere dette først. DTP Er da neste trinn.

D: Mottageren mister følsomhet pga PIM effekter.

Mottagerens tap av følsomhet vises som et økende db nivå, dvs støygulvet øker.

Som med PIM nivåer vil dette støynivået reduseres tilsvarende når vi finner PIM kildene og utbedrer disse.

E: Avstand til PIM punkt, DTP fra PIM kilde.

Dette er en måleverdi gitt i meter fra kilde.

Med denne meget viktige informasjonen vil en tekniker enkelt finne det mulige PIM punktet på transmisjons linjen eller bortenfor- rundt antennen.

F: Viser klart hvilke sender i antenne systemet som gir mest PIM bidrag.

Dette vil vises i softwaren som den senderen som er mest påvirket av PIM.

Når man vet hvilke sender som sliter mest med PIM kan også andre optimaliseringer utføres som justering av antenne vinkel, flytting av antennens posisjonen eller mer drastisk å flytte uplink antennen med sender for å senke PIM nivåer.

Konklusjon:

Denne applikasjons noten har vist de muligheter IQ Fiber Master MS2780A har til å analysere en moderne basestasjon når det kommer til PIM problematikk, hvilke verktøyer som finnes og litt om hva man kan gjøre for å finne feil og å utbedre disse. Her kommer spesielt DTP, avstand til PIM punktet frem som et meget viktig verktøy samt hvordan man lager en referanse for disse målinger.

Asker, desember 2020

Morten Blomkvist

Morten Blomkvist

BLOMKVIST AS

Web: www.blomkvistas.no



