

## Passiv intermodulasjon, en introduksjon:



PIM Er et økende problem for nettverks operatører verden rundt. PIM Oppstår når utstyr ute i felten eldes, base stasjoner modifiseres og nye formater installeres, og PIM vil være der under installasjon også av nytt radio utstyr. PIM Er et spesielt stort problem når nye bære frekvenser settes i drift på allerede eksisterende base stasjoner.

PIM Kan generere interferens effekter som totalt blokkerer en basestasjon's mottaker og i beste fall redusere følsomheten betraktelig. Denne interferens effekten vil både påvirke den cellen som genererer PIM men også andre mottagere i nærheten. PIM Skapes i de høyere sender effekter og vil kun bli avslørt og funnet med test effekter høyere enn den daglig brukte sender effekten. PIM Nivåene vil da kunne fastsettes og PIM kilden, PIM punktet kan bestemmes.

PIM Effekter er en viktig sak å ha kontroll på for nett operatører som ønsker å maksimere antall kanaler, data og kvalitet på en base stasjon. Tapte inntekter og frustrerte kunder er ofte resultatet av PIM effekter på en base stasjon, - i tillegg til tapte inntekter på stasjonen. Likevel er det viktig å understreke at PIM tester ikke erstatter linje sweep tester slik Anritsu SiteMaster målinger tradisjonelt har utført på de samme stasjonene. Begge testene kompletterer hverandre, både effekt sweep og linje sweep er like viktige for å sikre en stabil og god base stasjon. Faktisk viktigere enn noen gang.

Høy hastighets data kommunikasjon gjør PIM verdiene enda mere kritiske. Mens antall brukere og gjennomstrømning av data øker for hver måned og data formatene tar stadig mere plass, ja så blir PIM verdiene enda mer sentrale å holde kontroll på. Forsøk ute i felten har vist at selv små økninger i PIM verdier begrenser base stasjonens data trafikk vesentlig. En test viste at hele 18% av sambandet og tilsvarende på data trafikken ble tapt når PIM verdien økte med 20dBm.

### **Impedanse versus linearitet**

Mens PIM testene er en test for å avsløre systemets linearitet mht effekt så vil VSWR, frekvens tilpasnings målinger og Return Loss, retur taps målinger, vise impedans endringer og refleksjons punkter. Det er viktig å være klar over at dette er 2 ulike test metoder som utfyller hverandre. De tester vidt forskjellige parametere men er like viktige for å friskmelde en base stasjon og sikre god kvalitet.

Det er fullt mulig å gjøre en god PIM test måling mens Return Loss målingene feiler og gir for høye verdier. PIM Tester finner oftest ikke Return Loss problemer, og SiteMaster målinger, Return Loss testene finner ikke PIM punktene.

Enkelte kabel feil er lettest å finne med en PIM tester. Hvis for eksempel en antenne kabel har en adapter montert med små metallpartikler, metall spon i kontakt huset så vil en SiteMaster måling ofte godkjenne denne mens en PIM test vil avsløre en meget alvorlig kilde til intermodulasjon. Impedans tilpasningen er altså meget god mens PIM testen viser at med påtrykt effekt så vil dette adapteret generere støy og gjøre installasjonen ustabil. Testene utfyller hverandre, kompletterer hverandre i letingen etter feil kilder på basestasjonens kabler og antenner.

Et annet mulig scenario er kabler som har blitt klemt og fysisk stresset under transport eller lagring. En PIM test vil avsløre relativt høye PIM verdier med økende effekt men SiteMaster VSWR målinger viser en feilfri kabel. Denne PIM effekten vil gjerne øke når disse kablene eldes. Nok et eksempel på at selv små endringer som ikke sees av SiteMaster vil avsløres med reduserte PIM verdier ....

Det finnes spesielle PIM relaterte kabler med svært gode PIM egenskaper men disse er i dag svært kostbare.

Noen kabel feil finnes svært lett med SiteMaster og VSWR målinger. Et godt eksempel er små bulker på en transmisjons kabel. Disse små skadene vil gi en mistilpasning på impedansen men ikke gi noe feil på en PIM test. Så her vil SiteMaster målingene avsløre hvor skadet kablene er, og hvor skadene er, mens PIM testeren viser at de er OK ...

### **Testing av PIM fenomener**

PIM Senker kvaliteten, kapasiteten og data raten på enhver basestasjon. PIM Gjør dette ved faktisk å drastisk senke mottager følsomheten på base stasjonen. I tidligere tider valgte man gjerne andre frekvenser, andre kanaler for sambandet hvor PIM viste seg å ha liten innvirkning på kvalitet. I dag er ikke dette mulig, de fleste base stasjoner er spekket med frekvenser og maksimalt utnyttet i frekvens båndene, dette gjør omrokninger umulig. Dette har gjort at man over tid har måttet godta en viss PIM verdi og en viss redusert følsomhet på mottagerne på base stasjonen. Men over tid øker problemet på stasjonen mht PIM. Elde og rust, vann og kondens gir økte PIM problemer og til slutt er dette noe man må ta på alvor.

Så når PIM frekvens produkter faller inn i mottager båndene på en base stasjon, da synker følsomheten vesentlig, da spesielt med hensyn til svakere radio signaler. Mottager raten synker og BER, bit feil raten øker, slik at flere samtaler faller ned og data raten synker drastisk. I en data kanal vil det automatisk genereres flere feil korreksjons bit og dette igjen

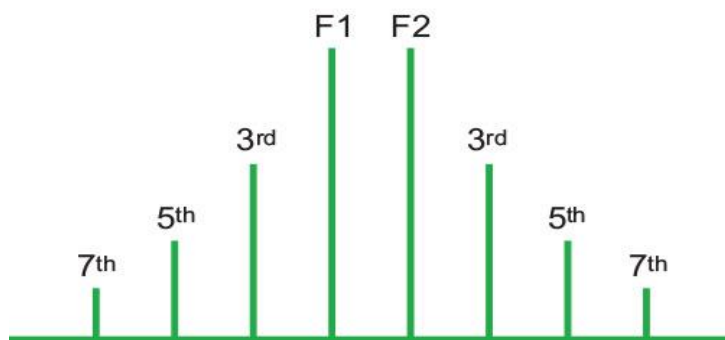
gir enda dårligere gjennom strømning av data. Nedturen har begynt og til slutt vil sambandet helt eller delvis bryte sammen.

Tegn på PIM problematikk er ofte en økende mottager støy, kortere sambands oppe tid på samtaler og mere utfall av samtaler som nylig er koplet opp. Dette gir igjen klart reduserte inntekter for operatøren.

Ikke reparerte PIM fenomener kan få base stasjonen til å kalibrere seg til et visst følsomhets nivå. Dette vil gjøre forholdet mellom Tx samt Rx skjevt og base stasjonen vil miste mange samband over tid slik at statistiske verdier for stasjonen raskt vil vise en nedadgående trend. Det dynamiske området vil altså endres og bli redusert noe som gir tapte inntekter. Så hvis Rx følsomheten ligger på en grenseverdi -107 dBm, mens det reelle støy gulvet på Rx er -97 dBm, så vil samtaler og data forbindelser overføres til andre stasjoner, andre sektorer 10db tidligere enn hva systemet er designet for... Hvis 1 db i Rx nivå tilsvarer 1 km rekkevidde så vil belastningen på andre sektorer, andre stasjoner bli vesentlig større allerede 10 km unna stasjonen, da den mangler følsomhet til å ta over en samtale, en data strøm. Slik at sektorer eller stasjoner som i perioder har mye trafikk i praksis vil ende opp som død soner for en del av sambandet. En PIM test vil raskt avsløre disse feilene som statistikk og nedkoblede samband i første omgang vil indikere.

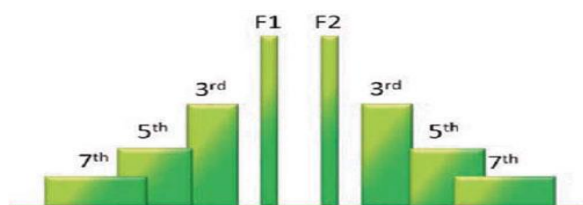
### **Definisjonen av PIM**

PIM Er en form for intermodulasjons forstyrrelse som oppstår i komponenter og deler av radio transmisjons system som vi i utgangs punktet tenker er lineært. Dette kan være kabler, antenner, adaptore, konnektorer samt objekter rundt antenne installasjonen. Når større effekter påtrykkes kabler, konnektorer og antenner vil intermodulasjons produkter kunne gi nye frekvenser på -80dBm eller høyere. Disse intermodulasjons frekvensene med relativt høyt nivå vil genereres gjennom transmisjons linje og lar seg vanskelig filtrere ut. De gjør stor skade hvis de ender opp i frekvens båndet til andre formater som benytter samme transmisjons veg. En PIM test er en fullgod test på linearitet og kvalitet med hensyn på utsendt effekt fra radioen. PIM Fremstår som et sett av uønskede signaler skapt av en miks av to eller flere sterke RF signaler inn i en ulineær komponent. Som kan være løse kontakter, korroderte kontakter, rustne objekter rundt base stasjonen etc. Andre navn på PIM er ofte "rusty bolt effekt" eller "diode effekter".



Figuren viser frekvens forholdet her, ut fra 2 test frekvenser F1 samt F2.

Denne enkle formelen gjør oss i stand til å beregne på hvilke frekvenser disse intermodulasjons produktene vil ende opp. Her er n og m positive tall, se figuren på forrige side. Så når vi refererer til PIM produkter kalles summen m+n produkt orden, så hvis m er 2 og n er 1 vil resultatet gi oss et tredje ordens produkt og dette er typisk det sterkeste i nivå og det som kan forårsake mest skade, fulgt videre av 5 og 7 ordens produkt som har lavere nivåer men som dekker et større, bredere frekvens område. Disse 2 sistnevnte, høyere ordens frekvens komponenter vil som oftest ikke skape direkte frekvens problemer men er likevel med på å øke det samlede støy nivået som PIM gir.



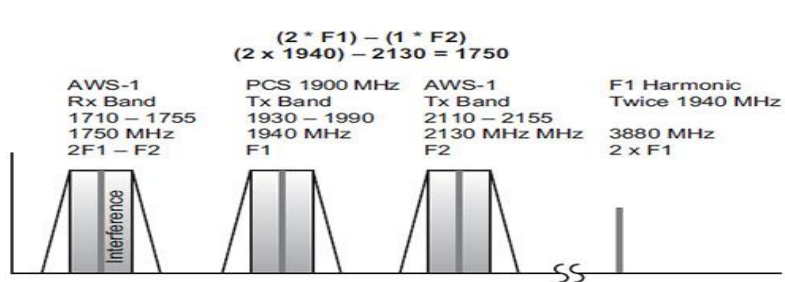
$$nF1 - mF2 \quad \text{Equation 1}$$

$$nF2 - mF1 \quad \text{Equation 2}$$

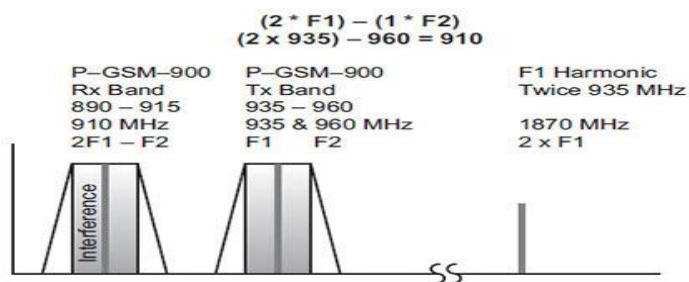
Det er usannsynlig at et 3 ordens modulasjons produkt vil ende direkte inn i en mottager, i et Tx, mottager frekvens område, slikt er man oftest klar over når en stasjon designes. Likevel er det vanlig at PIM nivåer etter en ulineær komponent mikses flere ganger med flere frekvenser slik at et bredt spektrum av støy dekker og påvirker mottager frekvensene. Med en gang dette støy gulvet øker på og påvirker, er inne i Rx båndet, ja så vil trafikk statistikken falle, og en antenne forsterker oppe i masten (LNA) vil ofte videre forsterke dette støy signalet og sende dette videre ut.

### **IM Fra modulerte signaler**

Intermodulasjons produkter fra bærefrekvenser kalt CW slik vi benytter i en PIM tester fremstår som enkelt frekvens CW produkter. Når vi ser på PIM generert fra modulerte bærefrekvenser på en basestasjon så vil disse utgjøre et enda større frekvens område, et frekvens span enn frekvensene fra disse CW test signalene. Dette gjør det totale bildet enda verre, men test frekvensene fra en PIM tester vil avsløre selve ulineariteten i komponenter og antenner etc og dette er det viktigste poenget. Er test signalet på 1 MHz så vil 3 ordens bli på 3 MHz og 5 ordens på 5MHz, mens i virkeligheten er disse intermodulasjons produktene fra selv radio signalet på basestasjonen som ikke er en CW men et bredt modulert signal, et signal som dekker et mye større område. Dette gir altså mer støy over et større frekvens område.



Figuren her viser hvordan PIM produkter minsker følsomhet i et annet bånd.



Hvis et signal, et intermodulasjons signal får et stor nok båndbredde slik vi kan oppleve med eksemplet her, en 3 kanals UMTS forbindelse mikset med et LTE 10MHz signal, (enda verre med et 20 MHz signal) vil gi transmisjons problemer som kan være katastrofale. I teorien vil et 3 ordens produkt da ha en båndbredde på 30 MHz og da tar vi ikke med tillegget fra 5 og 7 ordens signalene og hva de vil representere. Vi kan risikere å ende opp i en støy signal like bredt som 100 MHz og dette vil på de fleste base stasjoner representere en katastrofe.

### PIM Beregninger, noen eksempler

Vist over er 2 eksempler på PIM problematikk, ett fra et 850 MHz bånd og et fra et 1900 MHz bånd. I dette første eksempelet ser vi at 1750 MHz er et tredje ordens produkt og faller inn i AWS-1 base stasjons båndet, på mottager siden. Hvis 1940MHz og 2130 MHz bærefrekvensene er fysisk nær hverandre og kanskje deler den samme antennen så vil korrosjon eller andre ikke lineære kilder kunne gi en tredje ordens passiv intermodulasjon på 1710 MHz som igjen kan forårsake svakere følsomhet eller blokkering vist på figuren. Det er verdt å nevne at PIM produkter ikke behøver å falle direkte inn i en kanal på uplink siden for å lage problemer. Det holder at den kommer inn i mottagerens for filter som svært ofte er like bredt som nettverk operatørens tildelte frekvens område.

Et PIM eksempel for det mye brukte 900 MHz båndet viser 2 GSM bærefrekvenser, en på 935 MHz og en på 960 MHz. I dette tilfellet vil tredje ordens produktet ende opp i base stasjonens mottager bånd.

### Tre eller flere bærefrekvenser

De eksemplene her har gått ut ifra at vi har med å gjøre kun 2 bærefrekvenser. Dette er ofte ikke tilfelle i den virkelige verden, gjerne flere bærefrekvenser påvirker hverandre. På en base stasjon vil en ofte ikke bare måtte ta hensyn til bærefrekvenser fra senderen men også i

tillegg bærefrekvenser fra andre sendere i nærheten. Disse signalene kan føres via bakvegen inn på en base stasjon, finne ulineære komponenter og generere – mikse med andre bærefrekvenser som igjen lager ytterligere PIM på stasjonen. Dette oppstår raskt når svært komplekse modulasjons former blir brukt, noe som i dag ofte er tilfelle, gjerne med smale bånd bredder.

Hvis tre eller flere bærefrekvenser er involvert blir kalkuleringen av slutt resultatet svært komplekst. Det er laget dataprogrammer og beregnings algoritmer for å fastslå innvirkningen på mottagerne på en stasjon. Imidlertid er det ofte like enkelt å slå av en og en mottager, dette vil avsløre hvilke bærefrekvenser og antenne sektorer som påvirkes av PIM effektene. Dette bidrar ofte til å forenkle og finne PIM produktene i en komplisert frekvens miks.

### **PIM fra ødelagte adaptere og isolatorer**

En effekt mye lik PIM kan og komme fra kilder som ødelagte isolasjons filmer på kontakter og isolatorer. Rust og degradering over tid av metallflater på kontakter og adaptere vil lett kunne gi økende PIM effekter hvor en PIM analysator med letthet finner dette degraderte kontakt punktet. Slike punkt finner man oftest og med en SiteMaster linje tester, men en PIM tester ses disse hver gang og helt tydelig.

### **Årsakene til PIM**

PIM Kommer alltid fra 2 eller flere sterke signaler som påtrykkes en ulineær forbindelse. Dette sterke signalet kommer vanligvis fra sendere som deler en kabel forbindelse til et sett antenner. Konflikter med nærliggende antenner og mottagere som mottar dette PIM produktet vil gi ytterligere problemer på en basestasjon. Dårlige kontakt punkter, feil tiltrekkings moment, skitne kontakt flater, fett og urenheter samt vann og korrosjon sammen med dårlige loddepunkter og feil konnektering gir PIM effekter som altså er en ikke lineær kontakt med hensyn til påtrykt effekt. D

Da disse ikke lineære kontakt punktene også kan befinne seg utenfor base stasjonen vil montering av filtre etc ikke løse disse problemene. Vanligvis må man finne og helt eliminere disse PIM kildene som finnes rundt basestasjonens kabler og antenner.

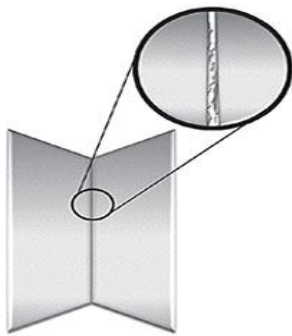


Ødelagte konnektorer, kabler, duplexere, sirkulatorer,- alt dette kan generere et PIM frekvens produkt mens i tillegg ruste metall objekter, som gjerder, låve tak, rustne skruer og

bolter samt takrenner kan gi PIM effekter så lenge det signalet som treffer disse objektene er sterkt nok. Disse effektene samles ofte i begrepet kjent innen RF teknikk som "rusty bolt effekt". Det finnes altså mange ulike kilder vi må lete etter, også rundt antennen.

### **Mekaniske betraktninger**

En mekanisk kontakt er ikke flat eller glatt sett i et mikroskopisk perspektiv. Dette betyr at et kontakt punkt forstørret består av mange små og ulike kontakt flater. Disse punktene eller kontakt flatene er i god forbindelse avhengig av metall hardhet, trykk mellom flatene samt hvor like overflatene er. Kontakt flatenes belegg slik som gull eller sølv på de beste kontakter, påvirker størrelsen på kontakt flatene, slik at jo mer forurensning som fett, oksydasjon samt støv og rester av lodde tinn, eller små metall partikler fra monteringen vil kunne gi en redusert kontakt flate.



Luft gap eller en tynn film av forurensning eller ørsmå metallpartikler vil svakt skille kontakt flater og områder av en kontakt. Disse flatene vil lede signaler men ofte i begrenset grad. I metalliske forbindelser vil alltid strøm flyt påvirkes av tunnel effekter. Områder med tykk film vil ofte isolere så godt at kontakten over tid vil bryte sammen og gi et brudd. Dette forgår gradvis over år. Rene kontakter, vasket med sprit eller god avfetting er svært essensielt under montasje og reparasjoner.

### **Metalliske kontakter**

Da strøm må forflytte seg og flyte mellom disse små isolasjons områder, vil en ny type motstand oppstå, kalt kontakt motstand. Denne motstanden er oftest i milli ohm området men skummel da den er ikke lineær og øker med økende strøm. Dette er igjen en forklaring på hvorfor PIM ikke er en lineært fenomen... Ikke lineariteten oppstår når strøm treffer kontakt flaten og varmer denne opp, som igjen endrer motstanden. Dette betyr at små og økende effekter hele tiden vil endre en dårlig kontakt forbindelse som igjen gir motstand og PIM.

### **Tunnel effekter**

Overflaten på de fleste metaller er dekket av et tynt oksydasjons lag som igjen vil gi en viss isolasjon mellom kontakt flater. Når elektronene har nok energi tilført til å hoppe over toppen kalles dette fenomenet for Schottky effekt. Hvis elektronene har lavere energi, vil de bevege seg over barrierene mellom flatene i en såkalt nå og da effekt, en tunnel effekt. Tunnel effekt er kun målbare for film tykkelser tynnere enn 100 Ångstrøm. Eller 10 nanometer, et svært tynt sjikt.

## **Rusty bolt effekt**

Når det nevnte oksyd laget er porøst nok vil ikke tunnel effekten stoppe på 100 Ångstrøm. Korrosjon fra høy fuktighet har en besnærende effekt på stål og jern, som igjen gir uvanlig sterke PIM forstyrrelser når det er korrosjon i punkter som adaptere i et signal system, en kabel med kontakter, eller i nærheten av en sender antenne. Det antas at PIM er forårsaket av oksydasjon og ujevn overflate struktur i det korroderte materialet. Dette igjen gir løse og svært små kontakt flater mellom metall objektene som igjen gir sterke PIM produkter.

## **Fritting**

Fritting er noe som oppstår når små spenningen bryter ned irr eller selve oksydasjonslaget. Denne effekten kalt fritting, den bryter ned og skaper nye berøringspunkter, kontakt punkter mellom kontakt flatene. Fritting gir en konstant endring av metall strukturen og kontakt flatene i for eksempel en adapter. Disse endringene kan foregå over få sekunder og gir ofte bredbånds interferens da nye frekvenser umiddelbar introduseres. Dette gir igjen PIM med ulik verdi avhengig av hvor mye effekt vi påtrykker.

## **Ferromagnetiske materialer**

Ferromagnetiske materialer slik som jern, nikkel, kobolt og enkelte legeringer av magnesium, aluminium samt kobber er ferromagnetiske. Dette vil si at de er svært følsomme for PIM og bør for all del unngås i en base stasjons signal veg. Hvis de befinner seg i områder rundt en base stasjon vil de lett kunne generere en mengde PIM effekter. Ferromagnetiske material er svært ofte brukt i mikrobølge komponenter som isolatorer, sirkulatorer, resonatorer og komponenter beregnet på fase skift. Disse komponentene kan optimaliseres for lavere PIM verdier men likevel produsere mer PIM enn andre passive komponenter i et antenne system. Mekanismene bak disse PIM effektene er lite forsket på og ganske like komponenter kan produsere svært ulike mengder PIM. I mange år nå har PIM tester vært industri standarden for kvalitets testing av komponenter brukt i et antenne system. PIM Verdier bør alltid oppgis slik at man har kontroll på hva man kjøper og tar i bruk i et antenne system.

## **Overflate effekter**

Slitasje og forurensninger på en kontakt flate kan gi PIM effekter hvis mengden strøm er kraftig nok. I et tidligere eksperiment med en 1 millimeter senter pinne av kobber hvor denne var skitten og kledd med fett så viste en PIM test før og etter rensing med teknisk sprit at PIM verdien ble redusert med 10Db. Dette viser klart at rene, glatte kontaktflater gir redusert PIM verdi i de fleste tilfeller.

## **Tids faktorer og PIM verdier**

PIM Kilder viser seg ofte å variere med tiden. Endringene kan være både store og små men løse kontakter er det vi først mistenker når PIM verdiene endres over tid. Men både fuktighet, skitt, fett og temperatur endringer samt fritting vil påvirke over tid. Små endringer i en løs kontakt med hensyn på endret kontakt flate ved vibrasjoner for eksempel i en tunnel installasjon vil gi endring i PIM verdi. Komponenter brukt i et moderne mobil system er laget for å motstå vibrasjoner og ekstreme temperatur endringer hvis de er installert korrekt.



Dynamiske PIM tester, dvs at vi banker på eller på annen måte stresser en kabel eller kontakt vil få fram slike effekter som PIM støy fra en løs kontakt vil gi. Dette er en svært nyttig test og kan gå over tid, typisk 1 minutt hvor kabel utsettes for stress mens instrumentet måler endring i PIM verdier. En viktig test for å avsløre kabel feil eller løse kontakt forbindelser.

### **Komponenter**

Antenne systemer består av en rekke komponenter som konnektorer, kabler, antenner, sirkulatorer, duplexere, diplexere samt andre komponenter som er laget for å behandle og lede radio frekvens signalet. Alle disse komponentene genererer på hvert sitt vis PIM verdier, og PIM vil kunne komme fra følgende:

### **Konnektorer**

Konnektorer i et antenne forløp er det første vi vil mistenke når vi leter etter PIM kilder. Det er viden kjent at konnektorer gir de fleste PIM problemene på antenne transmisjons linjer.

Først og fremst, har kontakt flatene et lite gap, en liten mistilpasning, det kan være metall spon eller feil tiltrekningsmoment så vil dette alltid gi en viss PIM verdi. Dette vil spesielt oppstå når signalet inn på kontakten er kraftig og har mye effekt.

Også for hardt tildratte kontakter vil kunne gi PIM effekter da disse ofte er mekanisk skadet og har begrenset kontakt flate. Videre vil kontakter med små rust partikler ofte ha små kontakt gap, avstander i kontakten som selv med rett moment kan gi PIM effekter. Små rust krystaller i en kontakt spesielt i utsatte områder som sjø nære installasjoner eller ute på olje plattformer, antenner på skip kan ofte ha slike krystaller, det er da svært viktig å rense kontaktene godt, vaske de og passe på at de er godt forseglet. Salt er en stor fiende til det meste av kabler, kontakter og antenner.

Viktig å neve her er at enkelte adapter og kontakt produsenter nå lager kontakter som skal produsere kun en svært liten andel PIM, presisjons adaptere samt den nye 4.3-10 standarden er typiske slike kontakter. Forskjellen på en presisjons kontakt og en standard billig kontakt kan være så mye som 20db når det kommer til genererte og målte PIM verdier.

Konnektorer med nikkel coating eller gull over nikkel kan gi hele 20-40db ekstra PIM verdier og bør som regel unngås. Konnektorer laget for mobil base stasjons bruk har oftest ikke disse metall blandingsene. Istede; Ferro legeringer gjerne dekket med sølv, hvit bronse eller gull. Dette gir minst PIM bidrag.

Kutting av kabler under installasjon gir ofte ørsmå metall partikler som kan bli et problem. I noen tilfeller forblir disse partiklene i en hul senter leder eller ved konnektor punktet og dette vil gi PIM problemer. Her er dynamiske PIM tester, banking og stress av kabelen viktig for å få fram feilen, vibrasjoner og fysiske endringer gir ofte økte PIM verdier. Vind og temperatur endringer får ofte fram disse feilene etter en tid.

Senter pinne kontakt delen er svært viktig, og hvor langt inn i motsatsen denne monteres. Er den for kort innmontert vil dette klart gi høye PIM verdier ved økende effekt inn på kontakten. Er den for langt inn vil dette gi fysiske skader og økt PIM. Neste gang den

konnekteres vil den gi luft gap i kontakten, noe som garantert gir PIM. En måte å unngå problemene her er å benytte konnekterings verktøy fra anerkjente leverandører som Amphenol, Spinner eller Huber-Suhner. Da vil alltid senter pinnen settes korrekt og man slipper å ødelegge kontakten før konnektering. Det finnes og spesielle måle nøkler for å måle korrekt avstand og lengde på senter pinnene.

Det er videre verdt å nevne at 7/16 DIN kontakter opprinnelig ble laget for å unngå PIM problemer, men disse er svært følsomme for rett moment. N Kontakten ble laget i 40 årene og dette var i sin tid en svært god kontakt før man benyttet flere mobile formater på samme transmisjons linje. Svært følsomme mottagere var ikke noe tema og N kontakten fungerte de første årene svært bra. Det største problemet med en N kontakt er at han kontakten har et svært lite overflate areal. Alle små skader på dette svært begrensede arealet gjør N kontakten svært følsom for PIM produksjon. Men forsiktig rens, god sammenstilling av kontakten samt god skjerming og innkapsling gir ofte gode resultater når det kommer til PIM. En visuell inspeksjons, rens og rett moment er det vi kan gjøre. Kontakter som er trukket til med for høyt moment vil alltid gi oss PIM, og er ødelagt da de mekanisk er forandret.

### **Kabler**

Kabler forårsaker vanligvis ikke PIM, men dårlig terminerte eller skadde kabler kan ofte gi oss problemer. Vær spesielt oppmerksom på eldre kabler med en skjørt, en søm i kappen, disse vil over tid ofte gi korrosjon i skjerm delen noe som ofte gir økende PIM. Disse kablene hadde også en kopper senter leder og denne tenderte til å flise seg opp da den besto av flere flettede lag. Dette passet dårlig med aluminiums kjerne adaptere og kontakter og PIM økte på over tid. Dette var feil som ofte var vanskelige å finne da de oppsto nå og da og forsvant igjen.

Kabler kan og endre fysisk konfigurasjon hvis temperaturen skifter mye. Solskinn vil varme en kabel som ofte er sort og den elektriske lengden vil endre seg. En kabel som i solskinn fungerte meget bra mht PIM vil i kaldt vær kunne bli en PIM kilde. Det samme kan skje motsatt, fungerer meget bra i kaldt vær og gir PIM midt på en solskinns dag. Det samme kan skje der flere kabler er koplet sammen lite PIM og meget god kontakt i solskinn, motsatt på en kald dag. Og vann inntrenging i en kabel vil alltid gi oss PIM problemer på et kabel strekk.

Når du tester en kabel og ønsker å se PIM stabiliteten, hold kablen 12 inches fra kontakten og beveg den opp og ned med hånden, ca 1 inch hver veg. Ser du da endringer under en dynamisk PIM test over tid, ja da er termineringen garantert dårlig og ustabil.

### **Antenner**

Antenner er alltid en kritisk del av et transmisjons system. De skal ta imot all effekten fra radioen, enten ett eller flere frekvenser bånd, og hvis de mottar og genererer noe PIM så vil dette bli kringkastet sammen med det opprinnelige radio signalet. Hvis antennen også benyttes til mottak vil PIM effekter på utgående signal og være der på mottaket og gi svært redusert mottager følsomhet pga PIM signalet.

Antenner vil ofte utsettes for tretthets brudd i kontakter, rystelser og vibrasjoner og de står ofte utsatt til rent fysisk. Korrosjon og vann er kjente problemer både i kontakten og i elementer. Så en kjent måte å avsløre PIM på en antenne er ofte banking og bevegelse på antenne og kabel inn på antennen. Dette vil over litt tid vise PIM verdier hvis noe er ustabil eller løst, korrodert etc på antennen. Det kan og være smart å teste antennen på bakken før en installasjon for å se om den er PIM fri. En annen viktig sak er å teste antennene når de er ny installert, dette for å få fram en referanse måling som vil kunne brukes i framtidige tester på antennene. Pass og på omgivelsene rundt antennen, mange små metal objekter rundt en antenne vil kunne gi PIM effekter tilbake til antennen.



### **Korroderte objekter**

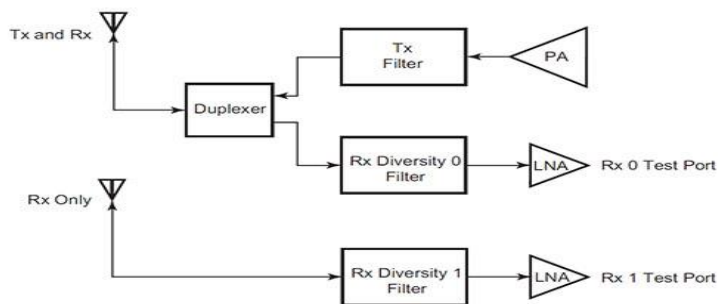
Alle nærliggende objekter rundt en base stasjons antenne kan generere PIM. Se nøye etter rustne gjerder, gjerdestolper, rustne takflater, rustne bolter i en antenne mast, etc etc. Å holde rustne objekter rundt en antenne mast under kontroll gjør livet til en vedlikeholds tekniker adskillig enklere. Registrer de og se etter de hvis PIM verdiene øker, og spesielt DTP det vil si avstand til PIM punkter som ligger lengre borte enn lengden på antenne kabel med antenne, er verdt å observere og notere seg.

### **Lynavledere**

Disse komponentene er spesielt laget for å kunne motstå PIM effekter men de endrer seg ofte over tid. Små endringer i metall strukturen vil tilslutt bli så store at vi vil kunne oppleve de som en solid PIM kilde til slutt. De vil oppføre seg som en dårlig konnektor og generere PIM ved effekt påtrykk. Spesielt pris presset disse komponentene har blitt utsatt for gir økende kvalitets problemer over tid. De er ikke lengre så PIM frie over tid som de engang var.

### **Indikasjoner på PIM fenomener**

PIM Vil ofte framkomme under vurdering av logger på en base stasjon, hvor mange gjennomførte samtaler og hvor stor datamengde har blitt gjennomført. Er det noen endringer fra forrige status rapport? Mistanke om økende PIM bør komme opp her.



En av de mest vanlige indikasjoner på PIM i en basestasjon er i celler hvor vi har 2 mottager vegger. Hvis støygulvet ikke er likt på disse 2 signal vegene er dette en typisk og vanlig indikasjon. Man vil da ofte mistenke PIM på den signal veggen med høyest støy golv. Operatører kaller ofte dette fenomenet Mottager Støy Ubalanse. På figuren er det ganske sannsynlig at signalvegen som mottagerne deler, kalt Rx 0 her er den som er utsatt for støy da den signalvegen har nok effekt og kun får tilskudd av støy fra en ulineær krets eller kontakt.

En stigende støy gulv fra begge mottaker vegene vil ofte forårsakes av noe eksternt til antenne installasjonen. Det kan være rustne gjerdestolper, skruver eller interferensen fra andre radio kilder. I slike tilfeller må man ut til installasjonen og inspiserer og måle. Andre mere vanlige indikasjoner er brudd,- mistede forbindelser på samtaler, korte samtaler, samt et merkbart redusert trafikk bilde.

En annen klar indikator på PIM i en base stasjon er ustabil trafikk i høytrafikk tidspunkter. Når en tekniker inspiserer og kanskje resetter stasjonen så fungerer den perfekt igjen. Men så i perioder med mye trafikk dropper antall samtaler og datamengden varierer sterkt. Dette vil typisk skje allerede dagen etter i samme tids periode.

En løs konnektor, en ustabil adapter, det kan gå med mye tid for å finne en PIM kilde men det viktigste er å ha gode referanse målinger fra når stasjonen fungerte optimalt.

En stasjon som fungerer elendig under tørre værperioder men så under en regnværperiode fungerer helt optimalt, kan være ganske typisk. Da må man inspiserer hva det er i omgivelsene som kan gi denne effekten. Rustne tak, gjerder eller gamle air kondisjonering luker etc, alt av metall som endrer overflate under regnvær må inspiseres. En PIM test med avstand til PIM punktet, DTP er da svært nyttig. 50% Av problemene ligger i omgivelsene rundt en base stasjon sier flere rapporter fra USA.

### **PIM Testing**

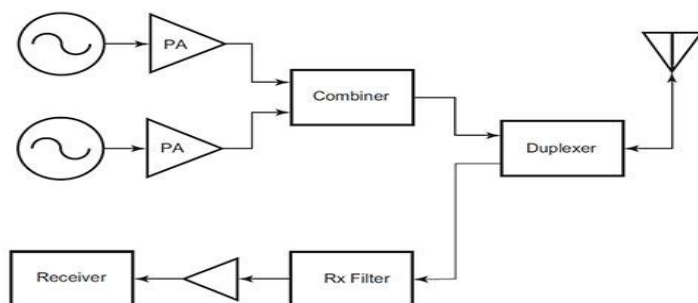
Mange ulike komponenter i, ved eller rundt en base stasjon kan forårsake PIM. Det er derfor svært viktig å måle ut og lagre resultatene når stasjonen er ny installert og når det meste fungerer optimalt og PIM fritt. PIM Tester er viktige og gir oss en status rapport. Imidlertid oppstår PIM vanligvis når en installasjon er ny og ikke gjort forskriftsmessig, når tiden har gått og slitasje oppstår samt når nye bærefrekvenser installeres i gamle installasjoner. PIM Testing er den eneste måten å kontrollere og å forstå hvordan et antenne system responderer til flere høy effekts RF signaler. PIM Testing har vært en svært vanlig måte hos alle utstyrs leverandører til et moderne celle basert radio nettverk. Etter som systemene har

blitt mer og mer avanserte jo mer viktig har disse testene blitt, nettopp for å få flere ulike formater til å spille sammen og ikke forstyrre hverandre.

Utstyrs leverandører som Nokia og Alcatel-Lucent som eksempler har utført PIM tester i mange år på typisk effekt nivåer 2 ganger 46dBm som en kvalitets sikkerhet. Alle utstyrs produsenter må i dag kunne levere PIM målinger og PIM sertifikater på hva de leverer i en base stasjons installasjon.

### **Reflektert eller revers PIM testing**

Reversert eller reflektert, PIM testing er den mest vanlige måten å teste fenomener som PIM på. Denne testen sender 2 signaler ut på transmisjons linje mot antennen og bruker den samme test porten til og samle og analysere om det finnes PIM på retur signalet. PIM Testere beregnet for felt bruk er vanligvis refleksjons testere. Imidlertid er reflekterte PIM signaler påvirket av den elektriske lengden på kablene, det vil si at retur signalet kan bli forsterket eller redusert ja til og med utlignet på retur vegen. På grunn av dette vil reverserte PIM tester på faste frekvenser ofte gi et usikkert resultat. Reverserte eller da reflekterte PIM tester skal derfor gjøres med en fast og en sweep frekvens for å unngå utligning av retur signalet. En annen måte å gjøre dette på er å endre den ene av test frekvensene for å se hvor mye test resultatet påvirkes. Base stasjoner og andre typer radio sendere er vanligvis testet med et reversert PIM test signal da andre test metoder ofte kan bli upraktiske.



### **PIM Test med et utsendt signal på transmisjons linje**

En slik test kan utføres på 2 ulike måter, enten ved å bruke filter nettverk på utgangen av den komponenten vi ønsker å teste, eller en ekstern antenne som måler det utsendte signalet slik som en antenne plassert i et skjerm rom. En slik utsendt signal test benytter ofte en duplexer eller triplekser på utgangen for å skille høyt nivå signalet fra lavt nivå PIM produkter.

Det er og enkelt å bruke en et PIM dempeledd og en kopler for å skille, ta ut PIM frekvensene fra de ordinære sender signalene. Et filter med god evne til å skille test frekvensene fra hovedsignalene er påkrevet. Det er og viktig å ta med alle taps bidrag i regnestykket. En test uten den komponenten vi ønsker å teste tatt ut kan ofte være nyttig. Da ser vi lettere bidraget fra denne komponenten. En såkalt ende-til-ende test.

### **Effekt nivåer**

Det er pr dags dato ingen internasjonale standarder på PIM nivåer i base stasjons testing. Det nærmeste vi kommer er IEC62037 men denne standarden er egentlig en standard for å sammenlikne lineariteten på RF komponenter brukt i telekommunikasjon. For å ha noe å sammenlikne med valgte man å anbefale PIM tester med 2 ganger 20 watt mens komponentene utsettes for fysisk stress.

Uten en fast felt spesifikasjon har mange operatører lagt seg på 2 ganger 20 watt test signaler på base stasjoner ute i felten. For base stasjons tester av selve antenne tårnet med antenne, brukes ofte 2 ganger 4 watts tester. Disse noe lavere test effektene er svært nyttige ved feilsøking på bla antenner. Som referanse målinger ved innmåling kreves høyere effekter.

Årsaken til disse lave test verdiene på et antenne tårn er den at PIM målinger er svært effekt sensitive. I teorien vil PIM effekter generert fra en ikke lineær forbindelse øke med 3db for hver 1db økning i test effekt. I det virkelige liv der ute i felten pleier vi å anta at en økning i test effekt på 1db gir PIM nivå endringer på et sted mellom 2.2db til 2,8db. Så basert på disse store variasjonene er det nesten umulig å forutse den mengden PIM som produseres av et gitt effekt nivå sammenliknet med PIM fra et høyere effekt nivå, dette er og ulineært.

I noen tilfeller vil et lite luft gap eller dårlig kontakt mellom 2 metallflater gi brudd i forbindelsen når RF nivået når et visst grense nivå. Denne effekten følger vanligvis ikke den overnevnte 3 db/db støy øknings regel. Støyen kan øke markant over en svært lite effekt øknings område om kontakt punktene her er dårlige. På samme måte vil man i et DAS et antenne system ut fra en innendørs installasjon med flere kontakt flater som er dårlige få store effekter sendt videre ut fra antennene som støy.

Dette forteller oss at vi bør bruke de samme, eller tilnærmet de samme test effektene som benyttes for å distribuere radio signaler fra en sender og ut i et antenne system. For base stasjoner er dette typisk i området 20 til 60 watt og i DAS, innendørs antenne distribusjons anlegg fra 0,1 til 20 watt. Man kan ut fra test effekten beregne hvilke intermodulasjons produkter i effekt man kan forvente og i hvilke frekvens bånd de vil ligge. En PIM analysator forteller deg alt dette med en enkel test.

### **Sweeping test signaler**

Noen PIM testere gir brukeren tilgang til 2 faste frekvenser for PIM testene. Andre igjen lar en av frekvensene være fast mens den andre sweeper over et frekvens område. En såkalt Swept PIM måling utføres ved at en frekvens holdes fast og den andre frekvensen sweeper over flere frekvenser som gir oss intermodulasjons produktet i mottager båndet på installasjonen.

PIM Målinger er her vektor summen av alle PIM signaler generert på en linje hvor intermodulasjons frekvensene testes. Når flere PIM kilder finnes på linja er det iblant mulig at de utelukker hverandre da fasene på signalene utelukker hverandre. Et swept PIM signal er mer pålitelig da det varierer i frekvens og intermodulasjons produktene lettere kommer fram. Dette gir et mye mer klart bilde av hvordan PIM effektene på basestasjonen egentlig er og hvor store disse er i nivå.

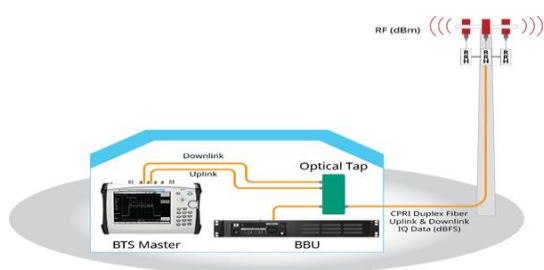
Et problem med swept PIM testere er at de ser ut til å påvirkes av interferens fra mobile telefoner under utførelsen av en test på en antenne installasjon. Med faste frekvenser kan man velge en frekvens som ikke forstyrres av mobil trafikk slik at intermodulasjons produktet blir lettere og mer nøyaktig registrert.

### **Vibrasjoner**

Da mekaniske fenomener som luft gap og rustoverflater kan tilføre PIM nivåer er det klart at også vibrasjon er en kjent kilde til PIM. Standard kabel adaptere og komponenter er konstruert for å tåle naturlige vibrasjoner fra vind og vær samt temperatur endringer. Og det har lenge vært en standard praksis å banke og stresse antenne adaptere for å se om dette påvirker VSWR verdiene. Stabilitet er viktig. Samme gjelder ved PIM tester, man banker da gjerne på koblingspunkter og adaptere med hånden for å se over tid om dette gir en økt PIM verdi. Husk at disse testene ikke må utføres slik at adaptere og kabler skades, banking med knokkene på hånden er tilstrekkelig for å få fram PIM endringer og ustabilitet. Et anlegg skal ikke stresses så mye at det skades! Tungt verktøy og metall må ikke bankes mot selve transmisjons kabel, dette er svært viktig å huske.

### **PIM Over CPRI testing**

PIM Over CPRI testing er en patentert teknologi for å kunne utføre PIM tester fra bakkenivå på et LTE CPRI system hvor trafikk pågår. Ved å tappe signalet mellom CPRI data fra downlink og uplink mellom remote radio head (RRH) og base bånd enheten (BBU) kan man finne aktive PIM kilder i signal forløpet. PIM Over CPRI er ideelt til å finne PIM kilder i LTE uplink forbindelsen. Denne målingen er svært nøyaktig og forteller hva som egentlig skjer med signaleringen. Selv generert PIM oppstår gjerne når flere sub carriere på 15KHz blandes med LTE signalet og gir et intermodulasjons resultat, samtidig som 2 og 3 harmoniske sendes ut sammen med dette signalet til antennen og videre. (850 MHz downlink interfererer med 1700-2100MHz AWS uplink eller 900MHz downlink interfererer med 1800-2100MHz uplink) Da et signal i den opprinnelige trafikken benyttes så bruker man ikke et standard kalibrert 43 eller 46dBm to-tone signal til denne testen. Kun LTE signaler, subcarriere. Denne testen utføres slik at man synkroniserer og sammenlikner alle de tilgjengelige downlink MIMO signalene i en sektor (opptil 2 ganger MIMO) mot ethvert individuelt uplink signal. PIM Over CPRI vil og kunne si oss om de PIM verdien vil måler kommer fra transmisjons linje eller fra omgivelsene rundt antennen. Avstand til PIM punkt.



### **PIM Grense verdier**

Akseptable PIM nivåer blir vanligvis satt av eieren eller teleoperatøren som eier telekom systemet. Disse grenseverdiene avhenger av hvilke bånd og hva slags utstyr som er montert

samt alder på disse. Antenner produsert for om lag 10 år siden var nok ikke laget med tanke på PIM verdier og hvordan unngå dette. Derfor er det urealistisk å sette PIM verdier på -80dBm/123dBc som en høyeste test verdi. Høyst sannsynlig tenkte ingen på PIM problematikk da disse systemene ble konstruert.

Nyere antenner og tilhørende komponenter bør ha målte PIM verdier oppgitt i papirer som følger produktet. Og alle tester utført i felt skal ligge nær opptil disse verdiene.

Det er svært viktig å huske at en kunde må ta hensyn til og kreve PIM grenseverdier spesielt under innmåling av en ny installasjon. Det er ikke lett å komme tilbake senere og måle en installasjon hvor man ikke noen gang har målt PIM tilstanden. En referanse er svært viktig og sikrer kvaliteten.

Typiske rettesnorer for en base stasjon i dag er mellom -150 til -160dBc hvor man tester med en 2 ganger 20 watt tester. Dette tilsvarer en PIM verdi på typisk -107dBm. Nyere antenne systemer skal nok ligge i den lavere enden av skalaen her og eldre systemer bør ikke overstige den øvre grensen.

En standard måleverdi rundt om for PIM tester ser ut til å være godkjent nivå på -97dBm/140dBc. Og dette er vanligvis ikke vanskelig å oppnå på en site i rimelig god stand. Med en gang du dropper ned til -95dBm/138dBc området så vil PIM effekter ganske dramatisk påvirke base stasjonen. Imidlertid ser man at mange målinger ligger rundt -125dBm/168dBc som jo er gode verdier. Likevel må nok en nedre verdi på -97dBm/140dBc sies å være for dårlig for en nyere LTE, 4G installasjon, her bør vi måle verdier på -107dBm/150dBc med PIM testeren.

### **Hvordan finne PIM**

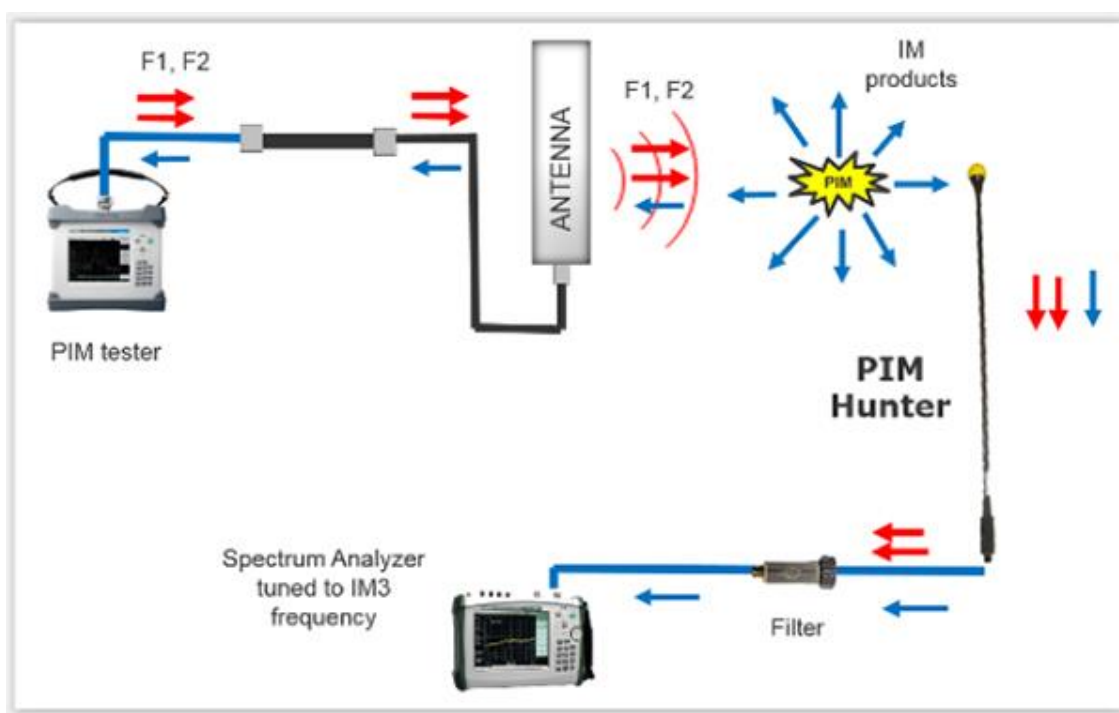
PIM Kilder kan finnes med mange ulike metoder. En tradisjonell måte vil være i første omgang en visuell inspeksjon med stress og lett banking på konnektorer og adaptere, overganger. Hvis PIM nivået påvirkes av denne manipuleringen så bytter man de deler man ser bidrar til økt PIM. En annen men dyr metode er å bytte deler til PIM problemet forsvinner. Dette tar mye tid og koster mye penger. Likevel svært vanlig for å bli kvitt PIM.

Anritsu fant imidlertid opp en test metode som finner punktet, kilden til PIM kalt DTP, avstand til PIM. Denne metoden finner PIM kilden eller kildene, om de så er på transmisjons linje, i antennen eller rundt i omgivelsene ved antenne installasjonen. Dette var et stort skritt i riktig retning for å gjøre PIM testene mer målrettede. Kilden finnes og isoleres, ikke bare at man har PIM men og hvor den er. Likevel er det begrensninger ved disse DTP testene, man vet hvor langt fra antennen kilden er men ikke vinkelen, dvs høyde over marka rundt antennen.

Neste skritt er da å gå nær kilden, PIM kilden med et annet test verktøy, en PIM probe som og Anritsu har konstruert for å finne det eksakte PIM punktet. Ved å gå i retning mot PIM punktet fra antennen i antennen sin sektor spå kan man lett finne kilden, punktet. Oftest innen få centimeters avstand.



Et test diagram er vist i figuren under. Prosessen begynner ved at PIM testeren kalibreres og sender 2 høy effekts test signaler inn på transmisjons linje. Test signalet beveger seg gjennom transmisjons linjen og aktiverer alle PIM kilder som måtte finnes underveis. Disse PIM kildene oppfører seg som signal kilder som sender intermodulasjons produkter IM3 produkter i alle retninger. Med PIM Test Hunter som er Anritsu sin PIM lete probe koplet på en egnet spektrum analysator i burst modus vil man etter et filter montert på inngangens porten på spektrum analysatoren kunne søke opp disse intermodulasjons kildene som gir IM3 signaler, angitt etter DTP målingene på PIM testeren. Når PIM Hunter proben er nær PIM kilden vil PIM verdien vist på spektrum analysatoren øke med opptil 30dBm, noe som viser at vi er nær kilden. For å bestemme dette punktet er og et PIM teppe nyttig, et dekken som kan skjerme PIM punkter for eksempel langs et tak rekkverk, etc. Her finnes mere info på PIM søk på [www.anritsu.com](http://www.anritsu.com)



### Hvordan unngå PIM, de beste metoder

Det er svært ofte nyttig å ta del i produsenters PIM og installasjons kurs, disse vil gi svært verdifulle tips på hvordan unngå problemer med intermodulasjon. Alle kontakt typer og hvordan installere disse rett er en meget god start. Det samme med montasje av antenner og jumpere, kabelfesting etc.

Det er sentralt at alle kontakter er fettfrie, at alt av konnektorer er skånsomt behandlet og skadefri, og at moment nøkler benyttes samt korrekt bøyeradius på kabler etc.

### Inspeksjon

Når kontakter er tatt fra hverandre pass på å inspisere overflaten, at de ikke er skadd, spesielt senter pinner, og at de er riktig dratt til med rett moment, vask og rens og så ny montasje etter fysisk inspeksjon er viktig. Et forstørrelses glass kan være nyttig, små fysiske

skader kan gi PIM. Det samme med små skader som irr og fett på kontakter, her vil og en VSWR måling ofte og kunne gi utslag, alt må være rent og skadefritt.

### **Rens av komponenter og koplinger**

Hold kontaktene rene for å unngå alt av PIM. Denne prosedyren beskrevet under her er nyttig og lånt fra tidligere laboratorium praksis for å unngå slike problemer.

Det innbefatter bruk av bomulls pinner, teknisk sprit samt trykkluft på boks og trepinner samt servietter, alt for å rense og gi ren overflate.

### **Dette er prosessen:**

Løsne alle løse partikler med lavtrykks - luft på boks.

Partikler kan komme fra skjerming, fra kontakten i seg selv eller fra kabel kutting

En tannpirker, da oftest i tre er nyttig for ikke bringe inn nye små skader men kun løse små metall partikler

Bruk isopropanol på bomulls pinner eller Q-Tips for å rense ytterligere flater

Bruk bare det som skal til av sprit for å rense da sprit kan tære på plastikk som er ment som ytterkappe på kabler etc.

Bruk til slutt spray luft, trykkluft for å fjerne de siste rester

Vær forsiktig og ikke vri kabler eller konnektorer når du setter de i sammen igjen, dette kan gi små bevegelser på senter pinner i kontaktene som igjen gir riper i overflaten som igjen genererer PIM.

Presisjons konnektorer kan bli ødelagt etter 4-5 til og fra koplinger hvis senter pinnen vris og gis små skader. Dette er svært følsomt og gir raskt PIM eller endog dårlige VSWR verdier.

Fjern fluss fra alt av lodding og loddepunkter, dette gir ofte forurensninger som igjen genererer PIM verdier. Fluss er klebrig og holder lett på forurensninger. Rens med sprit her.

### **Moment**

Skru sammen kontakter til korrekt moment, dette er svært viktig for å unngå PIM. Lav tiltrekking vil ofte gi PIM, harde tiltrekninger over moment verdier gitt av produsentene vil igjen ofte ødelegge kontaktene. Les produsentenes anbefalinger og ikke dra til, løsne for mange ganger på en kontakt, det kan ofte injisere nye feil.



Noen komponenter tåler kun få til og fra koplinger. Dette og, med korrekt moment, pass på så disse etter noen montasjer blir skikkelig inspisert. Det er kjedelig å montere en slik kontakt som er fysisk slitt og gir økte PIM verdier. Spesielt panel kontakter har en tendens til å bli ustabile, etter kun få til og frakoplinger med moment vil man kunne oppleve at de løsner fra innfestningen i panelet. Dette gir ofte høye PIM verdier og gjør vi SiteMaster VSWR målinger vil vi og kunne se økte VSWR verdier pga disse panel kontaktene. Med DTF, avstand til feil vil de lett kunne avdekkes.

Både 7/16 kontakter og N kontakter krever et korrekt moment, se i databladene fra produsenten hva som anbefales til hver modell og type. Det viktigste er at hver tekniker har en moment nøkkel av god kvalitet. Dette er en bra start for å unngå PIM problemer.

### **Oppsummering**

Manglende linearitet vil definitivt kunne senke følsomheten på en mottager i et radio system. Begrensninger oppstår i pålitelighet, data rate, kapasitet, dekning samt inntjening på stasjonen. PIM Tester er en ypperlig måte å avdekke kvalitet og linearitet på en slik stasjon.

PIM Oppstår når 2 eller flere frekvenser blandes i en ikke lineær komponent. Disse ulineære komponentene eller adapterne er ofte utilstrekkelig tildratt med rett moment, urene eller fysisk skadd før montasje. Rust og korrosjon samt antenner utenfor spesifisering vil og generere PIM. Rustne objekter slik som bolter og muttere må og tas nøye med i betraktningen når man leter etter PIM kilder rundt eller i en antenne installasjon.

Mange vanlige frekvenser kombinasjoner kan produsere PIM i en installasjon sitt mottager bånd. Signaler som havner i mottager båndet grunnet PIM effekter vil øke støy nivået, gi økt bit feil rate samt minske mottager området hvor dekning er mulig. For å unngå PIM starter man alltid med å se hvilke frekvenser mottager båndet ligger i samt kalkulerer hvilke bånd PIM produkter høyst sannsynlig vil ende opp i. Man kjenner matematikken bak PIM og kan beregne dette. Likevel, over tid vil man oppleve at nye tjenester, degradering over tid rent mekanisk samt økning av kapasitet vil gi utfordringer kontinuerlig når det kommer til PIM og uønskede frekvenser i mottager bandet.

Skikkelig vedlikehold og korrekt montasje samt kunnskap om PIM er en god start her. Rett moment samt rene kontakt flater uten fysiske skader er videre viktig, og dokumentasjon på rett første gangs installasjon, innmåling er svært viktig å ta vare på for framtidige vurderinger. Referansemålinger.

PIM Testing vil uten tvil bli mere og mer viktig etter som base stasjonene blir eldre og antall formater og frekvenser øker. En miks av disse vil før eller senere gi høye PIM verdier og degradering av en base stasjon. I tidligere tider var ikke PIM et stort problem, med nye frekvenser og flere formater på samme stasjon er PIM etter hvert blitt en utfordring, som man bør søke å ha god kontroll på.

En base stasjon konstruert med tanke på lave PIM verdier vil garantert koste mye mindre over tid vdr vedlikehold. Dette vil i framtiden bli en viktig faktor og et bra salgs argument for de som selger installasjonene, i mellomtiden må man PIM teste for å oppnå denne kvaliteten på gamle installasjoner.

BLOMKVIST AS, Januar 2019



PIM Master MW82119B Anritsu



PIM Hunter



Anritsu spectrum Master med PIM hunt function.

---

