

## Interferens søk på 4G base stasjoner

Målet med en interferens søk er vanligvis å finne kilden til det interfererende signalet på en enklest mulig måte og til lavest mulig kostnad. Samtidig finne ut om dette signalet forårsaker problemer, finne fram til kildens fysiske plassering samt foreslå praktiske løsninger for å måle det ukjente signaler. Det endelige målet er altså å optimalisere ytelsen i et trådløst nettverk.

Betydningen av TDOA målinger for å optimalisere ytelsen i et 4G nettverk

Å sikre at et 4G nettverk fungerer best mulig etter radioplanlegger og produsentens spesifikasjoner er den daglige utfordring til enhver tekniker ute i felten. For å oppnå høyest mulig hastighet og imøtekomme de spesifiserte parameterne er interferens leting en av de viktigste oppgavene. Time Difference of Arrival, heretter kalt **TDOA**, er en anerkjent metode for å finne geografiske RF kilder, finne ut om de interfererer med basestasjonen man tester på, samt korrigere disse.

TDOA Kan raskt gi teknikeren en rimelig nøyaktig plassering av hvor interferens kilden befinner seg, typisk innen 100 meters avstand. For å kunne bruke TDOA er det viktig å forstå hvilke signal som kan benyttes, hvordan test resultatet avhenger av geometri og måle instrument plassering under målingen, samt hvordan man kan begrense interferensen og hvordan man kan være sikker på at løsningen gir et varig resultat.

For å best mulig å kunne finne interferens kilden ved bruk av TDOA må man ta hensyn til ulike faktorer. Selvsagt, bruk av nøyaktige spektrum analysatorer, GPS samt software analyse opsjoner på RF mottageren er nøkkel verktøyet for å finne type signal som interfererer samt hvor det kommer fra. Likevel finnes det flere utfordringer og fenomener man må ta hensyn til i dette arbeidet. Vi vil forsøke å beskrive disse i denne artikkelen.

**Modulerende signaler** – For å kunne låse det mottatte interfererende signalet er det svært viktig at signalet man måler på har en struktur hvor det ikke varierer konstant i tid og nivå. Mange interferens kilder sender hvit støy som gjør det svært vanskelig å finne kilden samt retningen det kommer fra. Enkle kilder derimot, som for eksempel en sinus generator gir ut et repeterende mønster med en fast struktur men likevel ikke noen unik tids konstant. Det er derfor vanskelig å låse slike signaler for eksakt retning og styrke.

Andre signaler som signaler fra FM radioer og mobil telefoner vil inneholde interne strukturer som vil gi unike tids konstanter vi kan måle på for å bestemme posisjon og retning. Derfor brukes TDOA svært ofte for å lokalisere sterke kringkastings signaler, FM eller andre RF signaler som befinner seg utenfor oppgitte frekvens bånd.

**Refleksjoner og signal styrke** – Vanligvis er ikke signalets nivå det viktigste å se på for en felt tekniker. Er signalet tydelig tilstede vil det alltid forstyrre. Man må forsøke å få til et skarpt konstallasjons diagram, et såkalt I/Q diagram på en egnet felt tester. Typiske verdier som 10 til 15 db over bakgrunn støyen må til for å eliminere forstyrrelsene som kommer fra den interfererende støyen. Også båndbredden under testen på mottageren være så liten at andre modulerte signaler lar seg ekskludere. Og husk at en høyere signal styrke, et høyere signal nivå ikke nødvendigvis gir et bedre resultat.

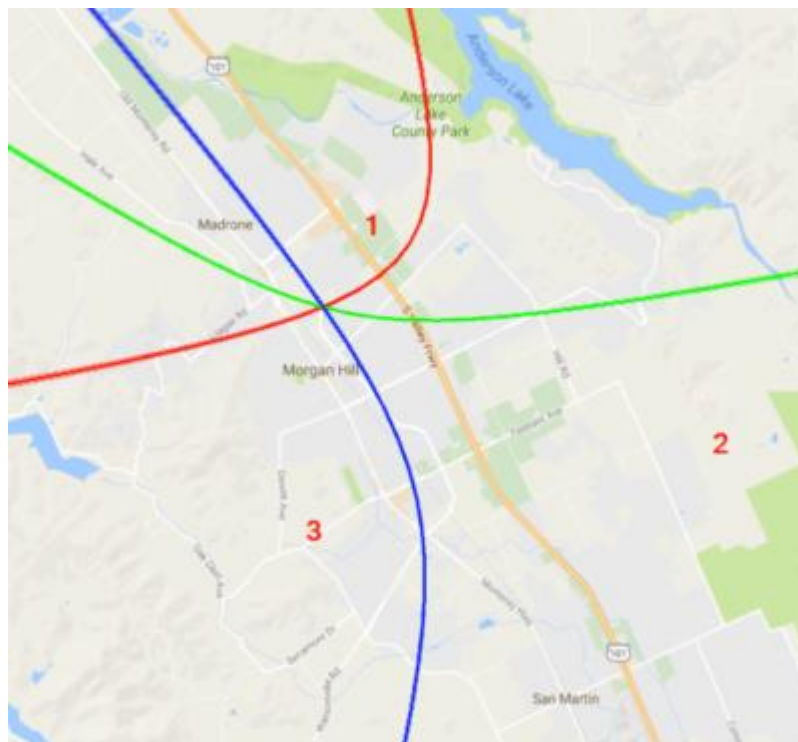
Multipath, multirute signaler har en tendens til å breie ut I/Q mønsteret i konstallasjons diagram slik at det er svært vanskelig å finne den rette tids innstilling. Og hvis den sterkeste signal komponenten blir reflektert fra en overflate nær base stasjonen vil kalkuleringen gå mot dette signalet og ikke det direkte signalet som egentlig er årsaken til forstyrrelsen, rett fra kilden. Test softwaren er ikke i stand

til å skjelne disse 2 signalene så resultatet blir feil, man tester på et reflektert signal og ikke på det direkte signalet som gir interferens nettopp fordi det reflekterte signalet er sterkere.

**Synkroniserings test** – For å bestemme TDOA for hver datastrøm og hvor man finner den optimale signal mottaket må man benytte flere mottagere hvor det samme signalet mottas av hver mottager på dere respektive plasseringer, det kan være for eksempel antenner på base stasjonen. For å få til dette er det viktig å benytte en rask sweep tid, kanskje helt med i millisekunder.. For å fange det samme signalet på hver av disse antennene må disse trigge likt, fange signalet eksakt samtidig. Videre, er en presis timing av hvert I/Q par nødvendig i data strømmen, slik at når dette er oppnådd så vil en nøyaktig tids endring bli eksakt beregnet.

Et godt TDOA system vil gi plasserings estimat innen 100 meter fra kilden. Et RF signal beveger seg ca 100 meter på 300 nanosekunder. Derfor er det viktig å vite timingen på signalet med svært høy nøyaktighet.

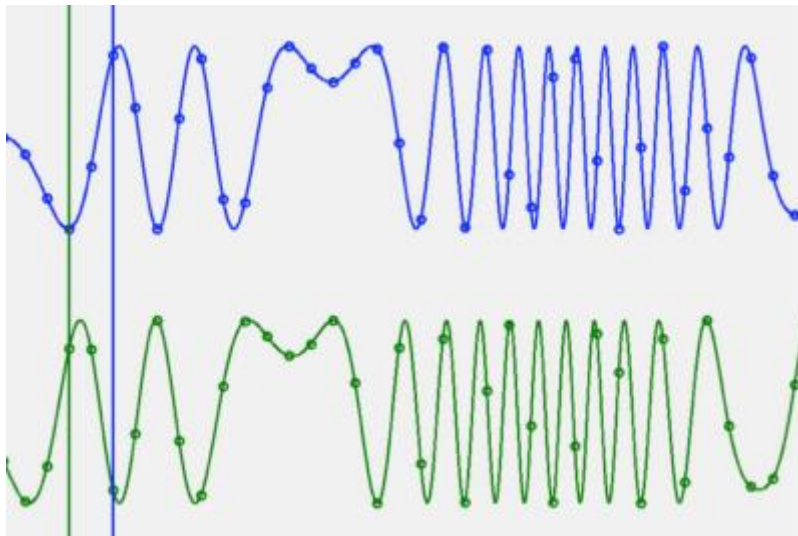
**Signal sprednings linjer**- En TDOA måling vil raskt kunne avsløre et tids luke avvik mellom to eller flere antenne elementer på en base stasjon. Tids avvik vil bli multiplisert med lyshastigheten som igjen gir en endring i avstanden til hver antenne element og RF kilden, senderen. For 2 antenner vil man ikke finne en spesifikk interferens kilde plassering, heller en signal sprednings linje vist på figuren under som en blå og rød linje. Derfor vil en god TDOA måling på 2 antenner kun gi et estimat og ikke et eksakt svar, men heller en nærmere angivelse langs de 2 viste linjene, rød og blå her.



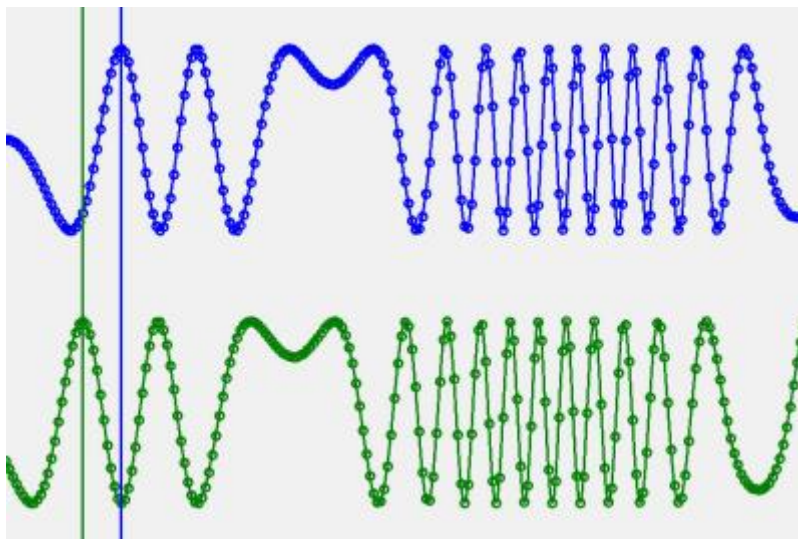
**Triangel test**-En test med 3 antenner som mottagere vil gi oss 3 slike test linjer, sprednings linjer som vist i figuren over, vi får målt inn en 3 linje markert som grønn her. Plasseringen der de 3 signal sprednings linjer krysser hverandre er tydelig vist i figuren. Hvis kilden er plassert innen triangelet der disse 3 linjene krysser hverandre vil signalet høyst sannsynlig komme fra en enkeltstående kilde. Det er ikke uvanlig at triangel området ikke er definert i et punkt men over et større område, dette kan man se hvis kilden til interferens ligger langt unna. Da bør man søke å sammenlikne de ulike mottager effektene for å fastslå hvilken sektor som er den rette plasseringen for interferens kilden.

**Sample Rate** – Antall I/Q data par, per sekund er samplings grad. Tids variasjoner blir multiplisert med lysets hastighet for å få fram avstands separasjon, slik at den signal oppløsningen, kompresjonen er direkte proporsjonalt med tids oppløsning. Det kan være fristende å øke samplings nivå for igjen å øke bit hastigheten men man må være klar over at det finnes en klar begrensning i deteksjons nivå som er mulig på mottageren.

Figur 2 viser her data strømmer fra 2 ulike antenner, begge plassert nær hverandre. De blå punktene representerer samplings punkter. Det finnes ikke nok datapunkter til å fullstendig reprodusere kurve formen slik at den blå og den grønne linjen representerer det beste estimatet for kurve formen. Da samplings nivå er for lavt, vil lett dette estimatet bli feil og større feil introduseres. I figur 3 viser vi en økt samplings rate som gir et mye mer eksakt bilde av punkt plasseringen, samplings punkt blir mer korrekt. Likevel vil en økning av samplings rate ikke nødvendigvis øke nøyaktigheten.



Figuren 3 her viser en økt samplings rate:



**Kabel lengden** – Den typiske signal hastigheten i en koax kabel er typisk  $\frac{3}{4}$  av hastigheten til lyset. For hver 20 meter med avvik i kabel lengde så vil en 30 meters offset i plassering på kabelen bli introdusert. Da denne offset endringen ikke kan kompenseres ved å midle signalet er det viktig å

kunne legge inn kabel lengde i geo lokasjonen for hver antenne element. Kabel lengde bør ikke nødvendigvis tas hensyn til om de er av samme type og omtrent like lange, men avvik på 25-30% bør tas hensyn til og tas med i beregningen.

**Tids forsinkelser-** Et annet viktig moment er intern forsinkelse i antenne elementer og de analoge eller digitale signal vejer fra I/Q signalet treffer antenne elementet til signaler transporteres videre i base stasjonen. En forsinkelse her vil introdusere en repeterbare feil som ikke uten videre kan fjernes ved signal midling etc. Et I/Q signal må tids plasseres i data strømmen slik at signalene forblir synkrone. De fleste antenne installasjoner i et 4G system benytter GPS signaler for å synkronisere både start tid på nedlastning samt klokke frekvenser som er synkrone over hele 4G systemet. GPS Mottagere er svært nøyaktige og er spesielt godt egnet til denne viktige tids synkronisering. Tids stempeling og synkroniserings bit introduseres i datastrømmen på nøye angitte tidspunkt, dette for å sikre minimale tids avvik.

**Sender plasseringen-** Hvis RF kilden er innen triangellet gitt av de 3 antenne plasseringene vist over kan vi regne vår test nøyaktighet til å være svært høy. Men er støy senderen plassert bak en av antennene, og likevel nær basestasjonen kan det være vanskelig å finne plasseringen. Det samme er tilfelle om kilden, senderen befinner seg langt unna triangelet, da er posisjonering vanskelig å finne og usikkerheten kan lett bli svært høy.

**Signal midling** – En god måte å eliminere varierende unøyaktigheter under målingene vi gjør er å midle over tid. Med TDOA kan det være hensiktsmessig å utføre målingene et antall ganger og så midle avstandsavviket mellom hvert antenne par. Hvor mange målinger og repetisjoner man trenger for å oppnå en god målenøyaktighet er vanskelig å anslå. Her kommer erfaring over tid inn som en viktig rettesnor.

**Variierende og plutselige støysignaler** – Med TDOA, et varierende eller plutselig støy signal vil kunne gi spesielle test problemer. Antennene må laste ned disse dataene samtidig og samtidig lenge nok til å kunne fastsette en overlapping av signalene ut ifra signal sprednings linjer. For å bøte på dette interferens problemet med raske og forstyrrende støy signaler har Anritsu introdusert en burst funksjon på flere av felt instrumentene, denne svært raske sweep funksjonen med MAX Hold vil raskt kunne presentere og fryse et slikt signal. Mer om dette på TDOA applikasjons noter på [www.anritsu.com](http://www.anritsu.com)

Asker 2017

BLOMKVIST AS

Morten Blomkvist Web: [www.blomkvistas.no](http://www.blomkvistas.no)