



net**insight**

Störning av GPS tidstjänst och dess inverkan

Magnus Danielson <magda@netinsight.net>, Net Insight,
för IVA 2016-10-04

Vad använder vi GPS tid till?

- Broadcast sändare – FM, DAB, DVB-T
 - Frekvens – rätt i bandet
 - Frekvens/fas – stabil signal för bra avkodning
 - Tid – för synkroniserad sändning
- Mobilnät
 - Frekvens – rätt i bandet
 - Stabil fas – rätt i tidluckor, bättre handover
- Telecomnät
 - Frekvens – låg bitfelssannolikhet
- Medianät
 - Frekvens – låg bitfelssannolikhet
 - Frekvens/Fas/tid – synkronisering av produktion och distribution
- Datacomnät
 - Tid – rätt tid i loggar

Vad har vi för problem?

- GPS tiden slår runt efter 1024 veckor
 - påverkar framförallt äldre mottagare
 - Har stoppat en större finansmarknad
- PRN₃₁/SVN₅₂ uppskjutningen
 - Påverkade vissa mottagare, bland annat äldre militära
- PRN₃₂ uppskjutningen
 - Dödade ett nationellt telekom-nät
- Skott-sekund introduktion
 - Buggar gör att skottsekunder introduceras förtidigt eller många sekunder fel
- 26 Jan uppstod fel i UTC-offseten
 - Störde många telekom och broadcast nät

Andra praktiska problem?

- Snö – dämpar signalen
- Is – dämpar signalen effektivare, spräcker plasten
- Vatten – tränger in och kortsluter antenn och förstärkare
- Ånga – puffar av ånga kan få elektroniken att sluta fungera
- Blixtar – blixtar bränner sönder elektroniken
- Sändare – närliggande sändare kan få förstärkaren att bottna – blockning
- Julgranar – stört ut mobiloperatörs nät

GPS och Tid

- Varje satellit sänder signal synkron med sin tid
 - Rubidium eller Cesium klocka
 - Frekvens, fas och tid strikt synkron
- Varje satellit sänder ut korrigerings till GPS tid
 - Mark-segmentet mäter regelbundet och skickar upp korrigerings
- Varje satellit sänder ut GPS till UTC korrigerings
 - Jämförelser mellan GPS MC och UTC(USNO) mäts och skickas ut
 - GPS MC styrs för att hålla sig nära UTC(USNO)
- Mottagare mäter 4 eller fler satelliter för position (X,Y,Z) och tid (T)
 - PPS justerats till GPS eller UTC tidsskalan
 - Korrigerings till UTC sker i allmänhet

GPS incidenten 26 Jan

- GPS SVN23 togs planerat ur konstellationen efter 25 års tjänst
- Triggat mjukvarufel i markkontroll-mjukvaran som producerar data som länkas upp till satelliterna för att sedan kunna sändas på GPS L1 C/A
- GPS-till-UTC korrigeringspolynomet blir fel för ett antal satelliter
 - $A_0=13.969$ us
- Navigationslösningen helt opåverkad
- GPS tidlösningen helt opåverkad
- UTC tidlösningen påverkad
 - Vissa satelliter några ns fel
 - Vissa satelliter 13,7 us fel

GPS styrd klocka

- GPS mottagare
 - Oftast en OEM-modul
 - Producerar en Pulse Per Second (PPS) och tid över serieport
- Styrd oscillator
 - Ger typiskt 10 MHz signalen
 - Beroende på behov en ungsoscillator (OCXO) eller rubidium-ur (Rb)
 - Kan klara tappad signal (holdover)
- Regler-system
 - Mäter skillnaden i fas mellan GPS och oscillator
 - Medelvärdesbildar (typiskt en PI-regulator)
 - Styr oscillatorn
- Logik för att monitorera och styra tillståndet

GPS styrd klocka – 26 Jan

- GPS mottagare
 - Normal position och GPS-tid
 - Alternerar mellan rätt och fel UTC tid
 - Valet sker oberoende för varje mottagare => två mottagare kan visa 0 eller +/- 13,7 us olika tid
- Styrd oscillator
 - Vid växling av UTC tid, justerar frekvens för att hämta in fel
 - Glider fasmässigt mellan 0 och 13,7 us

Telekomsystem

- För nätsynk har GPS-klockor ersatt Cesium-ur
 - Traditionella telekom synk har gungat med pekarjusteringar som effekt
- Traditionell mobil-telefon använder fas
 - Mindre påverkan av handover prestanda
- Modern mobiltelefon använder fas i allt högre grad
 - Har ännu inte blivit väldigt beroende

Broadcastsystem

- Traditionella system hade frekvenskoordinering
- Moderna system använder fas/tid för Single Frequency Network (SFN)
- Två sändare som sänder samma information samtidigt kan dela frekvens
- Signal att sändas fördröjningsjusteras i sändaren för att moduleras koordinerat
- Vid förlust av signal eller synkronisering måste sändaren stänga av bärvåg för att inte aggera störsändare
- Flera nationella nät drabbades
 - BBC har gått ut med press-release då deras DAB drabbades

Åtgärder

- Bättre hold-over – rubidium, cesium
- Distribuera tid över nätet
 - Gör enskilda siter GPS-oberoende
 - Kräver nät som ger hög tillgänglighet
 - Kräver nät som ger tillräcklig precision och stabilitet
 - Behöver färre GPSer att övervaka
 - Flera GPSer kan användas för redundans för hela nätet
 - Kommersiellt tillgängligt sedan 10 år
 - Har redan räddat nät vid fel

Rekommendationer

- GPS systemet inför extra kontroll av up link meddelande
 - Avkoda meddelanden och kontrollera korrekt information
- Dokumentera metoder att göra mottagare mer robusta mot felaktig signal
 - Hög redundans och låg hastighet på förändring gör att man kan diskvalificera felaktig information
- Guide för professionella användare
 - Krav på övervakning
 - Krav på redundant installation
 - Krav på mottagare med support
 - Krav på rutiner för felfallshantering, dokumenterad backuplösning, testning av backup



net**insight**