

Rolf Johansson på FMV:FuhDM har bett Thorbjörn Ericson att skriva en lägesrapport över pågående utveckling av ett intressant navigeringshjälpmedel, som på 90-talet kan få stor betydelse för bl a kontroll av våra nav- och landningshjälpmedel.

Text: Thorbjörn Ericson



FFV Aerotech

NAVSTAR-GPS

Satellitnavigeringssystem

□ NAVSTAR-GPS, Navigation System Timing and Ranging – Global Position System, är ett satellitnavigeringssystem som håller på att utvecklas av det amerikanska försvarsdepartementet (DoD). När det är färdigt i mitten av 90-talet kommer en användare att, med hjälp av från satelliterna utsända signaler, kunna bestämma sin position när som helst över hela jorden.

GPS funktionsprincip

I princip fungerar GPS-systemet på så sätt att med en speciell GPS-mottagare bestäms avståndet till 4 satelliter. Då kan 4 obekanta lösas nämligen användarens latitud, longitud, höjd och tid. Om användaren på annat sätt kan bestämma sin höjd räcker det med 3 satelliter. Är dessutom även tiden känd med mycket stor noggrannhet är 2 satelliter tillräckligt för att bestämma latitud och longitud.

GPS-systemets delar

GPS-systemet brukar delas upp i tre olika delar eller segment, satellitsegmentet, kontrollsegmentet och användarsegmentet.

Satellitsegmentet kommer, när systemet är färdigt, att bestå av 24 satelliter, 21 aktiva och 3 reserver. Dessa placeras i 6 banor med 4 i varje. Banhöjden blir 20 200 km och omloppstiden c:a 12 timmar. Satelliterna är så placerade att oberoende var på jorden man är skall det alltid finnas 4 st ovanför horisonten.

Satelliterna sänder kontinuerligt på två frekvenser i L-bandet, L1=1575.42 MHz och L2=1227.6MHz. Det är tre olika signaler som sänds ut, två olika PRN-koder (PRN=Pseudo Random Noise) som används bl a för avstånds- bestämning och för att alla satelliter skall kunna sända på samma frekvens samt ett s k navigationsmeddelande.

C/A-koden är den civila PRN-koden. Den sänds endast på L1 och upprepas varje millisekund. Om denna kod används för positionsbestämning fås en noggrannhet av 15–25 meter. Detta tycker DoD är

för bra. Därför är det en officiell politik för närvarande att införa något som kallas SA, Selective Availability. Det innebär att man medvetet ”försämrar” koden så att noggrannheten blir lägre. Om SA skall införas och i så fall hur mycket sämre C/A-koden då blir är idag osäkert.

P-koden är den militära PRN-koden. Denna medger en positionsbestämning av 10–15 meter. Eftersom P-koden sänds på både L1 och L2 kan en tvåfrekvensmottagare utföra kompensering för olika frekvensberoende brytningsfenomen som signalen utsätts för genom sin färd genom atmosfären. När GPS-systemet är färdigt kommer P-koden att krypteras. Tillgänglighet till denna kommer att förbehållas det amerikanska försvaret och eventuellt deras allierade.

Navigationsmeddelandet innehåller information som en mottagare behöver för att bestämma sin position. Detta är bl a satellitens banddata och klockkorrektionsparametrar. Alla frekvenser är härledda från en mycket noggrann frekvensnormal, ett atomur, som finns i varje satellit. Det är viktigt att dessa är synkroniserade med den s k GPS-tiden. Klockkorrektionsparametrarna talar om hur mycket fel satellitens atomur ligger i förhållande till denna GPS-tid.

L1=1575.42 MHz	C/A-KOD, P-KOD & Navigationsmeddelande
L2=1227.60 MHz	P-KOD & Navigationsmeddelande

Satellitens struktur

Kontrollsegmentet består av 5 st kontrollstationer spridda över jorden och vars positioner är kända med stor noggrannhet. Huvudkontrollstationen, GPS-systemets ”0-punkt”, är belägen i Colorado Springs, USA. Kontrollstationernas uppgift är bl a att övervaka satelliternas sändningar, be-

räkna deras framtida banor och se till att alla satelliters atomur är synkroniserade med GPS-tid, som bestäms av ett atomur i huvudkontrollstationen. Utifrån insamlade uppgifter formateras ett navigationsmeddelande för varje satellit som skickas upp till denna. Detta görs tre gånger per dygn. Det är detta navigationsmeddelande som sedan satelliten sänder till användarna.

Användarsegmentet kallas alla civila och militära användare av GPS.

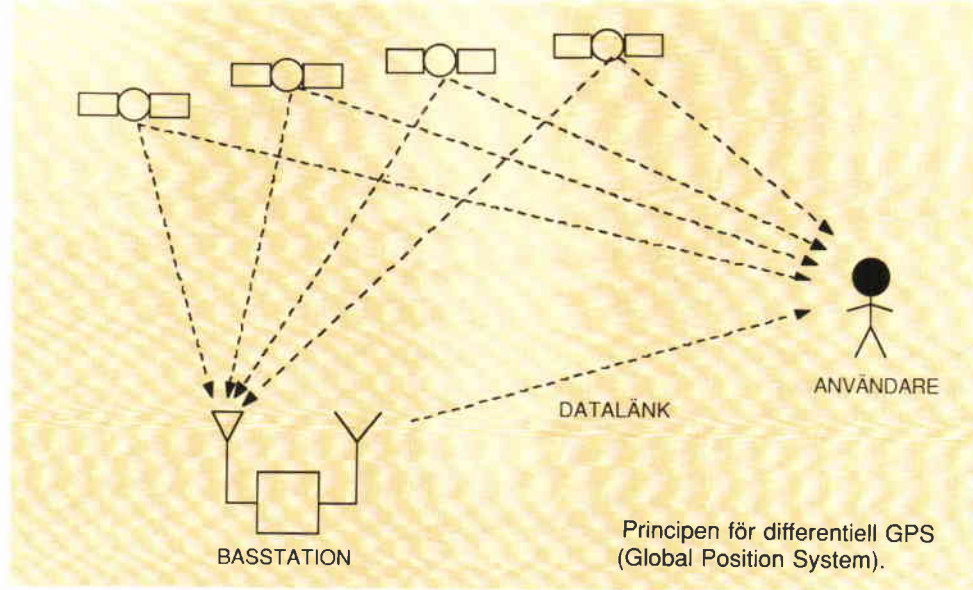
Positionsbestämning

Som tidigare nämnts bestäms positionen genom att bestämma avståndet till 4 satelliter. Detta kan göras på två olika sätt. Det första är att använda någon av de utsända PRN-koderna. Vad man då gör är att mäta den tid det tar för en signal att gå från satelliterna till mottagaren. Det är orsaken till att det är viktigt att alla klockor i systemet är synkroniserade. Ett klockfel på 1 ms innebär ett fel i avståndsbedömningen på 300 km. Det är denna s k kodmätning som är intressant i navigationssystem eftersom man då kan få positionen i realtid. Det andra sättet att bestämma avståndet till satelliterna är att göra mätning på någon av bärvågornas fas. Våglängden för t ex L1 är c:a 19 cm, även en ganska grov mätning ger alltså en noggrannhet på cm-nivå. Problemet är att bestämma antalet hela våglängder till satelliten. Genom att göra relativmätning kan detta problem lösas. Detta innebär att mätning görs på två stationer samtidigt. Genom att mäta under en längre tid och efter omfattande efterbearbetning i dator kan avståndet mellan stationerna bestämmas med en noggrannhet ner till 0,1 ppm.

Differentiell GPS

Även vid kodmätning kan relativmätning tillämpas, s k differentiell GPS.

Det innebär att en GPS-mottagare placeras på en känd position. Denna position jämförs sedan med den beräknade. Genom att ”räkna baklänges” kan man nu



bestämma korrektionsfaktorer för olika fel. Dessa korrektionsfaktorer kan sedan skickas ut via en datalänk till andra GPS-mottagare i närheten som då tar hänsyn till dessa i sin positionsberäkning. Noggrannheten blir då 2–10 meter.

GPS-systemet idag

Idag består GPS-systemet av 6 stycken användbara satelliter. Detta ger en tillgänglighet i Sverige på 3–4 timmar. Denna tid flyttar sig 4 minuter framåt per dag och inträffar i slutet av oktober c:a 0300–0630. Man ligger efter de ursprungliga planerna för systemets utbyggnad på grund av de problem som drabbade det amerikanska rymdprogrammet efter Challengerolyckan. Nästa uppskjutning är planerad till i början av 1989. Därefter skall flera uppskjutningar ske varje år tills hela systemet är komplett.

Användningsområden

Vilka är det då som kan ha användning av GPS? I första hand är det naturligtvis

den amerikanska militären, som har beställt systemet, som ser stora fördelar med att använda GPS. Man håller redan på eller planerar att sätta GPS-mottagare i flygplan, helikoptrar, fartyg, ubåtar, stridsvagnar, kanoner o s v. Man utrustar även sina trupper med bärbara GPS-mottagare. Marinkåren har låtit utveckla en bärbar mottagare i samma storlek som en större fjärrkontroll till TV:n, komplett med antenn. Den kan t ex fallskärmsjägare använda för att styra sin fallskärm så att de landar exakt på utvald plats även i mörker. Militären har även stort intresse av möjligheten att bestämma tiden noggrant. Detta kan användas t ex för att synkronisera olika kommunikationssystem med varandra. Detta kan även civila användare ha glädje av. För övrigt ser man på den civila sidan en direkt användning av navigationssystem på fartyg och i flygplan. Lantmätare får helt nya möjligheter att framställa noggranna kartor. Genom att sätta in GPS-mottagare i t ex polisbilar, taxibilar och lastbilar blir det möjligt att i varje ögonblick veta var de

är någonstans. Bilindustrin är intresserade av att kombinera GPS-mottagare med elektriska kartor och på så sätt presentera olika typer av trafikinformation för bilföraren.

FFV Aerotechs roll

För försvarets del är GPS främst intressant som en komponent i navigeringssystem för flygplan. Det som ligger närmast är att använda GPS i FLIS-systemet. FLIS, Flight Inspection System, är ett system för kontroll av olika navigeringssystem för flygplan som t ex ILS, VOR och DME samt de militära systemen TILS, PN-55 och PN-601. Idag är man beroende av bra väder för att kunna genomföra en kontroll då piloten ofta flyger efter karta. Med hjälp av GPS skulle man kunna kontrollera t ex en VOR även i dåligt väder.

Ett kunskapsuppbyggande pågår inom GPS-området vid FFV Aerotech och de erfarenheter vi erhåller inom detta område kommer naturligtvis att komma försvaret tillgodo. ■