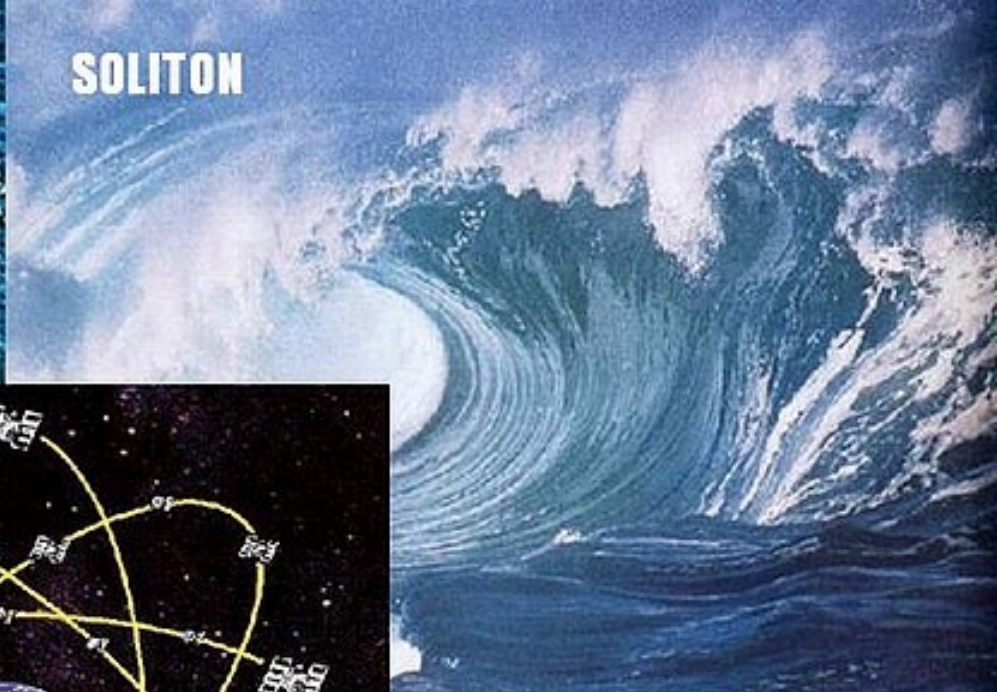


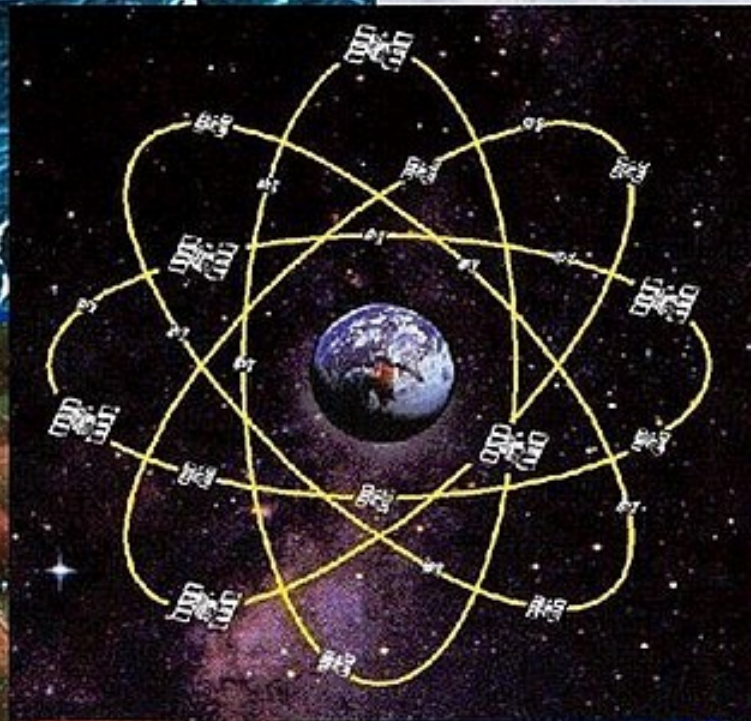
VORTEX



SOLITON



SPACE



FRACTALS



Bevezető

A GPS alkalmazások napról napra fokozódó mértékben szövik át a modern technológiai infrastruktúrákat. Ez a bemutató abból a célból készült, hogy felhívja a figyelmet a GPS rendszer sérülékenységre, a GPS eszközök működésének szándékos zavarásából eredő veszélyekre és GPS alkalmazásokból fakadó kockázati tényezők csökkentésének műszaki lehetőségeire.

„Tapasztalhatjuk, hogy az információs társadalmak túlbonyolított struktúrái viszonylag szerény ráfordításokkal, meglepően egyszerű eszközökkel és módszerekkel sikeresen támadhatóak.” -SZASZAKMAI SZEMLE A KBH TUDOMÁNYOS TANÁCSÁNAK KIADVÁNYA - 2006.



A fotón látható TETRA EDR kommunikátorok
GPS modult is tartalmaznak.

Műholdas helymeghatározó rendszerek

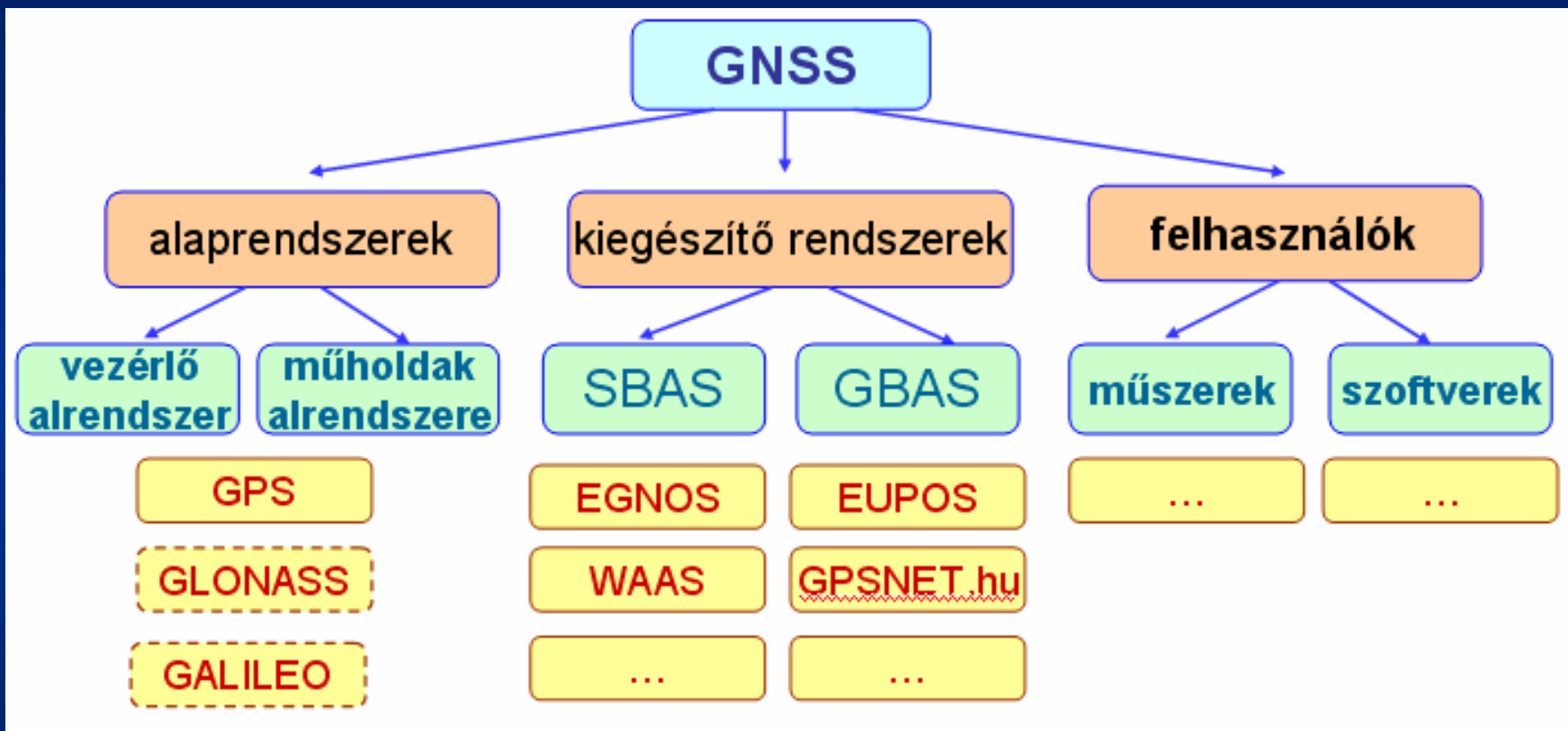
A műholdas helymeghatározás önállóan kialakított rendszereit összefoglaló néven GNSS rendszereknek nevezzük (GNSS: Global Navigational Satellite System – globális navigációs műholdrendszer). Jelenleg két GNSS-rendszer üzemel: az amerikai NAVSTAR GPS (Global Positioning System) és a részben kiépített orosz GLONASS. A GNSS európai szegmense a kiépítés alatt álló Galileo rendszer.

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek a mesterséges holdak és kiszolgáló létesítményeik, továbbá a vevőberendezések olyan komplex együttese, amely a Föld egész felületén és a légkörben lehetővé teszi a földrajzi hely koordinátáinak meghatározását egy, a Földhöz kötött vonatkoztatási rendszerben.

A földrajzi helymeghatározás pontosságát, gyorsaságát, megbízhatóságát és időjárástól való függetlenségét többek között a műholdas technikák, a rádiótechnika, az atomórák megjelenése és a számítástechnika rohamos fejlődése tette lehetővé.

GNSS

(Global Navigational Satellite System)



Műholdakon alapuló, az egész földkerekségre kiterjedő, a helymeghatározást és a navigációt szolgáló rendszer. A helymeghatározásban a „hol vagyunk” kérdésre keresünk egzakt választ, a navigáció során pedig a „hogyan jutunk el a célponthoz” kérdést tesszük fel.

„Navigare necesse est, vivere non est necesse!”

Gnaeus Pompeius Magnus

A GPS alkalmazási területei

Szárazföldi alkalmazás

Közlekedés

Helymeghatározás

Segélyszolgálati járművek

Kereső mentőszolgálat

Hatósági járművek

Kamionok, autóbuszok

Magánjárművek

Követés

Járművek mozgásának
figyelés

Geodézia

Vízi alkalmazás

Közlekedés

Helymeghatározás

Tengeri navigáció

Folyami navigáció

Keresés és mentés

Óceonagráfia

Vízügyi felmérések

Tengermélység mérése

Geodézia

Vízügyi felmérések

Tengermélység mérése

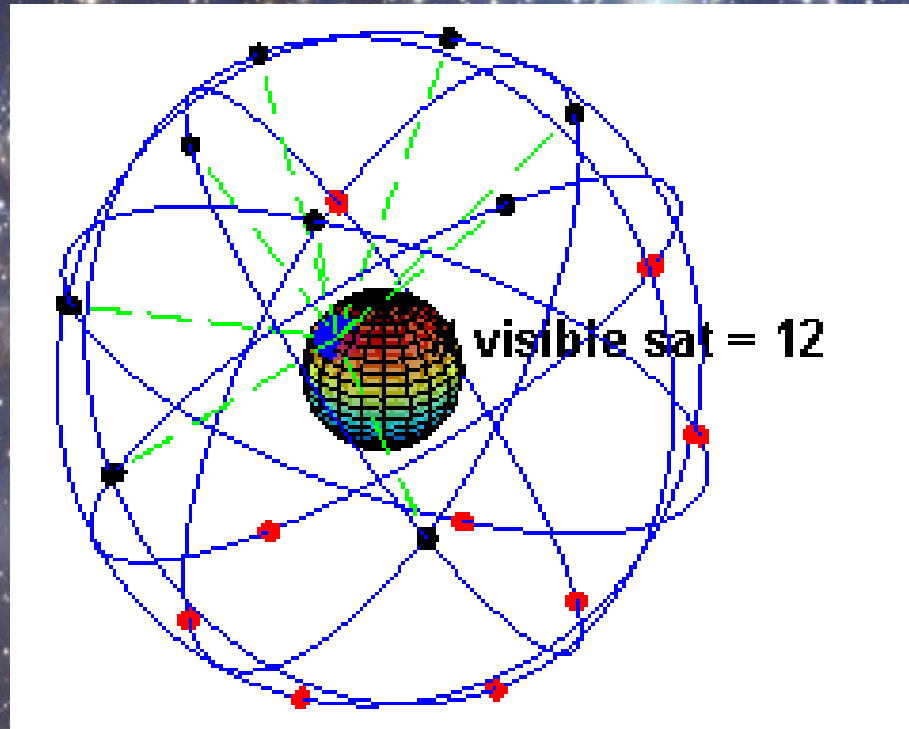
Légi alkalmazás.

Menet navigáció

Landolási pálya durva
megközelítése

A GPS alkalmazások (a modern társadalmak technológiai infrastruktúráin keresztül) közvetlenül vagy közvetve, de napról napra egyre fokozódó mértékben befolyásolják szinte minden földlakó életét.

NAVSTAR (USA, DOD) GPS



A Navstar GPS (Global Positioning System) Globális Helymeghatározó Rendszer, az Amerikai Egyesült Államok DoD (Department of Defence) Védelmi Minisztériuma által (elsődlegesen katonai célokra) kifejlesztett és üzemeltetett - a Föld bármely pontján, a nap 24 órájában működő - **műholdas helymeghatározó rendszer.**

A rendszer előnye, hogy független:

- időjárástól
- napszaktól
- légköri viszonyoktól
- földfelszín feletti magasságtól
- mozgási sebességtől (pl. vadászgépek, bombák, rakéták)

Az amerikai NAVSTAR rendszer 24 darab 12 órás keringési ciklus idejű műholdból áll. A műholdak hat pályasíkon, egymástól 60 fokkal elforgatva keringenek. A Föld egyenlítőjéhez viszonyított pályaelhajlás 55 fok. A műholdak keringési magassága 20200 km. A földi felügyelő állomás öt helyen működik, négy feltöltő és egy központi vezérlő segíti az üzemeltetést.

Az amerikai NAVSTAR GPS rendszert napjainkban több millió ember használja mind civil, mind katonai területen. A NAVSTAR rendszer üzemeltetése katonai kézben van. A felhasználók több ponton kiszolgáltatottak, hiszen ha a tájékozódásukat erre a rendszerre építik, akkor a rendszer "kikapcsolása", "lekódolása" vagy szándékos jel "torzítás" a tájékozódást lehetetlenné teszi. Ez a tény nagy mértékű kiszolgáltatottságot jelent, ezért a tengeri hajózás és a repülés területén a GPS használata csak egyéb kiegészítő navigációs rendszerekkel együtt lehetséges.

A NAVSTAR rendszer alap jellemzői:

- 24/29 műhold (Rockwell International)
- 20.180 km magasságban keringenek
- 6 pályasík (3-4-5 műhold/pályasík)
- 55° pályainkl. az egyenlítő síkjához viszonyítva
- A pályasíkok 30°-onként az egyenlítő mentén
- 4 követő és 2 követő/vezérlő állomás:
(Hawaii, Ascencion, Diego Garcia, Kwayalein, Colorado Springs)
- 11 óra 58 perc keringési idő
- ~650kg,
- ~6 m nyitott napelemekkel



GPS háborúban és békében

2000. május 1-jéről 2-ára virradó éjjel Bill Clinton személyesen rendelte el azt a gombnyomást, amely megszüntette a globális helymeghatározó rendszer (Global Positioning System, GPS) műholdjeleit addig zavaró jeleket. Az úgynevezett „Selective Availability-t” (korlátozott hozzáférést) azért alakította ki az USA kormánya, hogy megnehezítse az ellenséges fegyverrendszerek működését. Clinton döntése, miszerint feloldja a GPS-zavaró jelet, lehetővé tette a mobil műholdas navigáció tömeges elterjedését. Napjainkban a piacon kapható GPS készülékek döntő többsége az amerikai Navstar rendszert használja. A rendszer szolgáltatásai a civil felhasználók számára ingyenesen hozzáférhetőek, de nem szabad elfelejteni, hogy a Navstar valójában egy katonai rendszer. Az USA elnöke bármelyik pillanatban korlátozhatja vagy megszüntetheti a jelek sugárzását a civil tartományban.



**THE WHITE HOUSE Office of the Press Secretary For Immediate Release May 1, 2000
STATEMENT BY THE PRESIDENT REGARDING THE UNITED STATES' DECISION TO STOP
DEGRADING GLOBAL POSITIONING SYSTEM ACCURACY**

„Today, I am pleased to announce that the United States will stop the intentional degradation of the Global Positioning System (GPS) signals available to the public beginning at midnight tonight.
-- This increase in accuracy will allow new GPS applications to emerge and continue to enhance the lives of people around the world.” President Bill Clinton

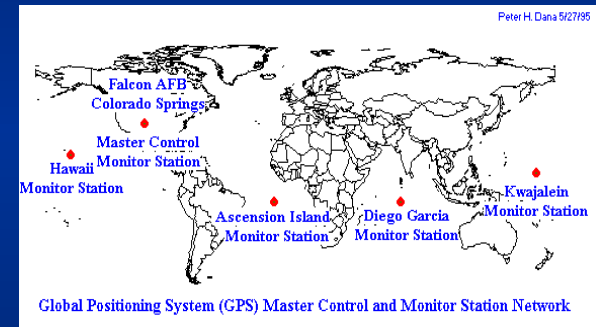
A GPS egy magasszintű helymeghatározó rendszer, amellyel 3 dimenziós helyzetmeghatározást, időmérést és sebességmérést végezhetünk földön, vízen vagy levegőben. Pontossága jellemzően méteres nagyságrendű, de differenciális mérési módszerekkel akár mm pontosságot is el lehet érni, valós időben is. A rendszer előnye, hogy a helymeghatározás nagy magasságban keringő műholdak (24 db.) segítségével történik, így a rendszer folyamatos mérési lehetőséget biztosít bármilyen közegben, napi 24 órában. A rendszer fejlesztése és felállítása igen nagy összegeket emésztett fel (indításkor kb. 12 milliárd USD), magas műszaki fejlettséget követel, így nem csoda, ha az USA védelmi minisztériuma a mecénás. Mivel annak idején (1970), amikor a rendszert elkezdték fejleszteni, ez már része volt az ún. "csillagháborús tervnek", szigorúan titkos volt. Idővel csökkentek a pénzügyi források, megindult a politikai "felmelegedés", a rendszer kezdett egyre nyíltabbá válni, annyira, hogy már néhány éve akárki (akinek van rá pénze, hisz nem olcsó műszer) megveheti. A műszer megvétele után annak beüzemelése percek kérdése.

Ma főbb felhasználói a katonaság mellett:

- az űrkutatás
- a navigáció
- a geodézia
- a közlekedés
- a földtudományok
- az erőforrás kutatások
- az expedíciós kutatók.

A GPS rendszer felépítése

- az űrszegmens - space segment (műholdak)
- a vezérlőrendszer - control segment (földi vezérlő- és monitorállomások)
- a felhasználói rendszer - user segment (vevőkészülékek és szolgáltatások)



A GPS rendszer felépítése

Az űrszegmens

Az űrszegmensbe tartozik az előzőekben említett 24 darab navigációs műhold. Ezek a műholdak hat csoportra vannak osztva, amelyek külön- külön, egymástól 60 fokos kelet-nyugati eltérésű pályán keringenek a Föld körül.

Egy műhold főbb fedélzeti elemei:

- adóberendezések

- atomi órák

- tápegységek, napelemek

- navigációs egység

- fedélzeti számítógép

- helyzet-stabilizátorok

- műholdközi kommunikációs berendezések

- földi kommunikációs berendezések

A bemutató készítésének időpontjában összesen 30 darab műhold kering a Föld körül. Minél több műhold szolgáltat egyszerre navigációs adatok annál gyorsabban és pontosabban tudjuk meghatározni földrajzi helyzetünket.

A GPS rendszer felépítése

Az űrszegmens

Summary of satellites

Block	Launch Period	Satellite launches				Currently in orbit and healthy
		Suc-cess	Fail-ure	In prep-eration	Plan-ned	
I	1978–1985	10	1	0	0	0
II	1989–1990	9	0	0	0	0
IIA	1990–1997	19	0	0	0	10 of the 19 launched
IIR	1997–2004	12	1	0	0	12 of the 13 launched
IIR-M	2005–2009	8	0	0	0	7 of the 8 launched
IIF	2010–2011	1	0	11	0	1 of the 1 launched
IIIA	2014–?	0	0	0	12	0
IIIB		0	0	0	8	0
IIIC		0	0	0	16	0
Total		59	2	11	36	30

(Last update: 24 May 2010)

PRN 01 from Block IIR-M is unhealthy

PRN 25 from Block IIA is unhealthy

PRN 32 from Block IIA is unhealthy

A GPS rendszer felépítése

Az űrszegmens

A GPS műholdak műszaki adatai:_

Név: NAVSTAR

Gyártó: Rockwell International

Magasság: 20200 km

Súly: 850 kg (pályára állás után)

Méret: kb. 6 méter a nyitott napelemekkel

Keringési idő: 11 óra 58 perc

Elhelyezkedés: 6 pályasík, egymáshoz képest 60 fokkal elforgatva, 55 fokos pályasík-elhajlás az egyenlítőhöz képest

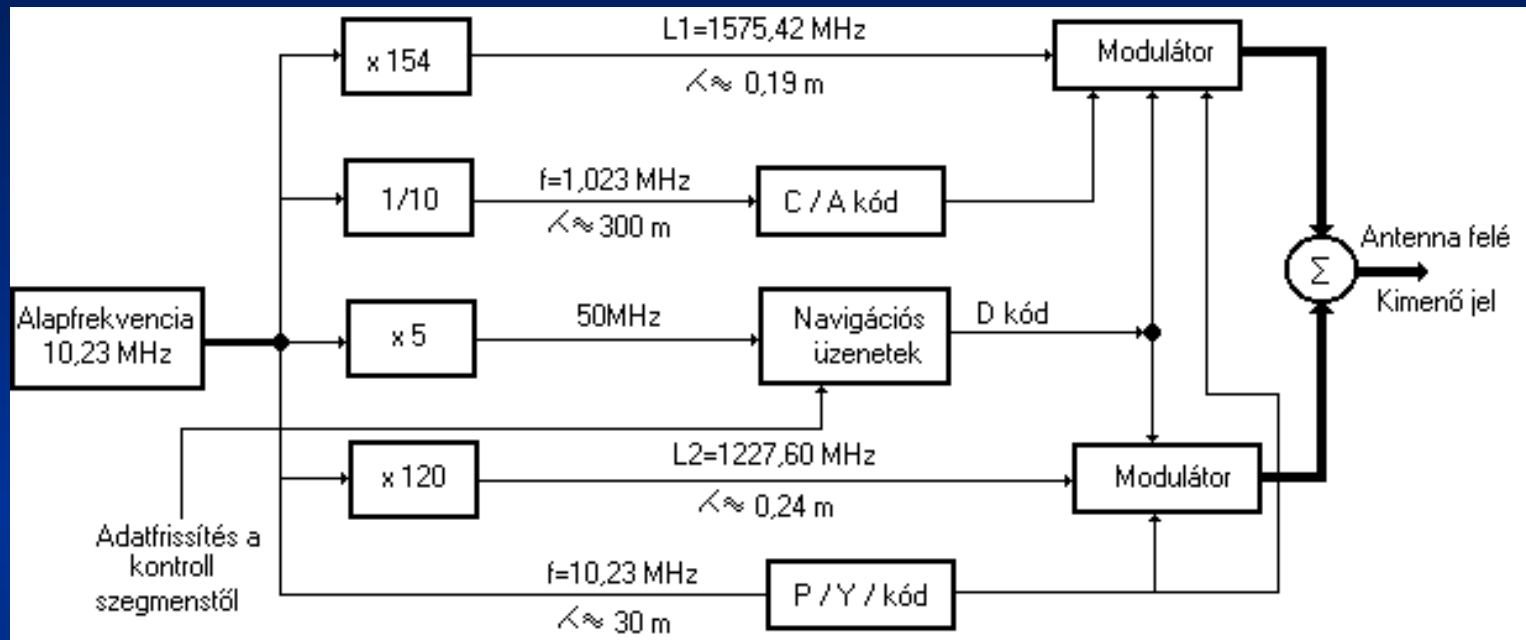
Tervezett élettartam: kb. 7.5 év

Keringő példányok: állandóan változnak, ma még kb. 10 db. ún. Block I prototípusú műhold van az űrben, amit folyamatosan felváltanak Block II típusúakra.

Konstelláció: 24 műhold



A GPS műhold felépítése

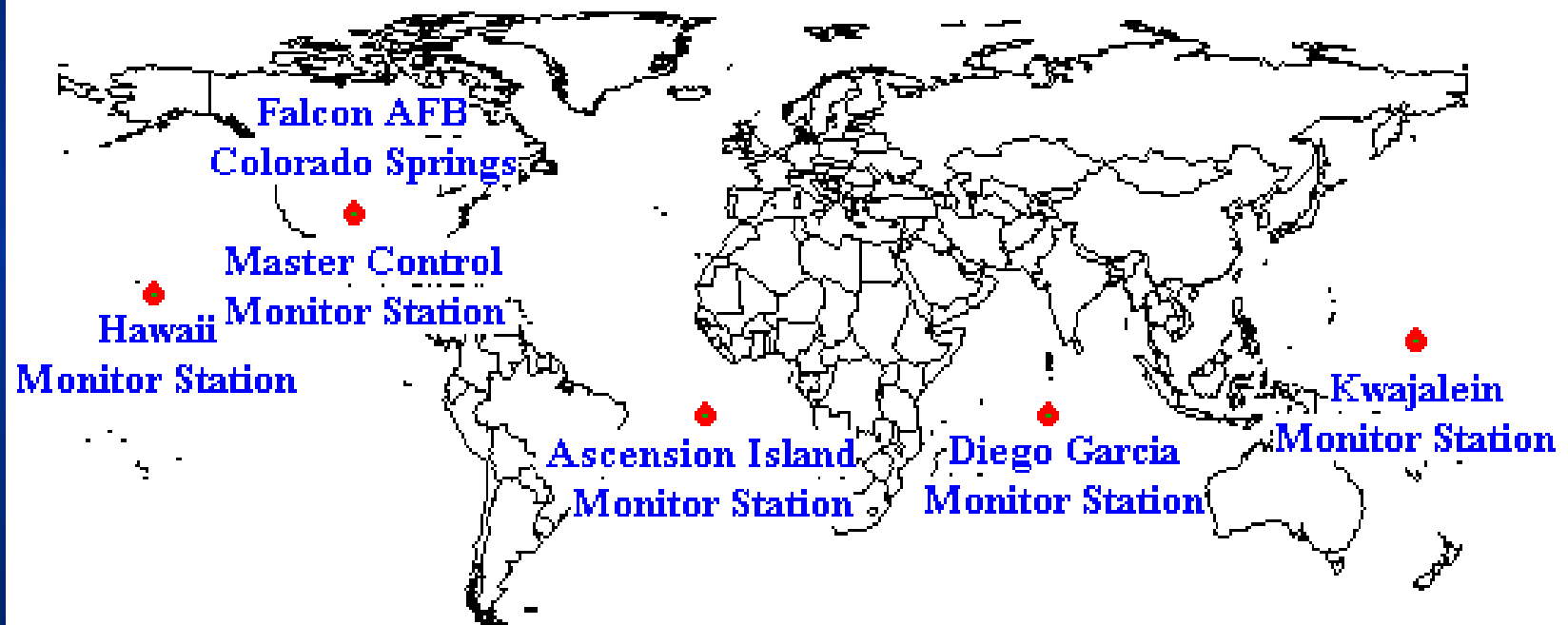


A műholdak fő alapelemek egy-egy nagy pontosságú cézium és rubídium atomóra, amelyek az oszcillátor $f_0 = 10.23 \text{ MHz}$ -es alaphérszékéjét vezérlék. Az alaphérszék 154-szeres szorzata az L1, míg 120-szoros szorzata az L2 vivőhérszék. További két hérszék használatos a műhold és a vezérlőállomások közötti kommunikációra. Az L1 és L2 jel modulált jel. A moduláció egyik célja, a vivőhullám megjelölése, hiszen a műhold és a vevő jelének egybevetése az időmérés alapja. A moduláció másik célja a műhold üzeneteinek a továbbítása. A moduláció módja kódmoduláció.

A GPS rendszer felépítése

A GPS rendszer működését irányító földi
vezérlőrendszer állomásai

Peter H. Dana 5/27/95



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

A vezérlő szegmens

A GPS rendszer működését a földi vezérlőrendszer irányítja.

A vezérlőrendszer három alapelemből áll:

egy központi vezérlő állomásból,
monitorállomásokból,
földi antennákból

Világszerte összesen öt darab monitorállomás található, melyek közül a központi vezérlő állomás Colorado Springs-ben található.

A többi állomás pedig: Hawaii, Ascension szigete, Diego Garcia, Kwajalein.

A földi vezérlőegység a következő feladatokat látja el:

- a műholdak működésének folyamatos figyelése
- az egyes egységek állapotának ellenőrzése
- a műholdak pályaadatainak folyamatos mérése
- a műholdon tárolt adatok frissítése
- a műhold fedélzeti óráinak szinkronizálása, a pontos idő beállítása
- a helymeghatározáshoz szükséges korrekciós adatok gyűjtése és továbbítása
- a műholdon tárolt navigációs üzenettár frissítése

A felhasználói szegmens

A felhasználói szegmensbe azokat a készüléket értjük amelyek rendelkeznek GPS vevővel. Ezen készülékeken belül található egy antenna mely a szatellitek által továbbított frekvenciára vannak hangolva, egy feldolgozó-processzor és egy nagy pontosságú óra. Leggyakrabban egy kijelzőt is integrálnak az eszközbe mely megjeleníti a felhasználó számára az aktuális pozícióját illetve mozgási sebességét. A mai GPS vevők már képesek más eszközökkel is kommunikálni soros porton, USB-n vagy Bluetooth-on keresztül.

A GPS rendszer felépítése

A felhasználói szegmens

A felhasználói szegmens az összes lehetséges vevőkészülék teljes tartományát magába foglalja. A GPS vevők jelfeldolgozásának elve igen bonyolultnak tűnik, mégis nagyon egyszerűen meg lehet érteni. A módszer lényege az ún. egyutas távolságmérés, amelyet már Albert Einstein alkalmazott elméleti kísérleteiben a speciális relativitáselmélet kidolgozása során. Ha két ponton (A és B) egy-egy nagy pontosságú órát helyezünk el, akkor mérni tudjuk az "A" és "B" pont közötti távolságot, azáltal, hogy "A" adott időpontban impulzusokat bocsát ki. Az impulzusok beérkezési idejét a "B" összehasonlítja a saját órájával és meghatározza az "A" ponttól való távolságát a $d = c \cdot t$ összefüggés segítségével. A két órának igen pontosan szinkronizáltnak kell lennie, ami igen nehéz feladat, ezért a problémát úgy oldják meg, hogy két olyan órát alkalmaznak, amelynek saját járása van. Ha azonban a két időbázis kötött kapcsolattal rendelkezik és ez ismert, akkor a két rendszer szinkronizáltnak tekinthető. Ezt valósítja meg a GPS.



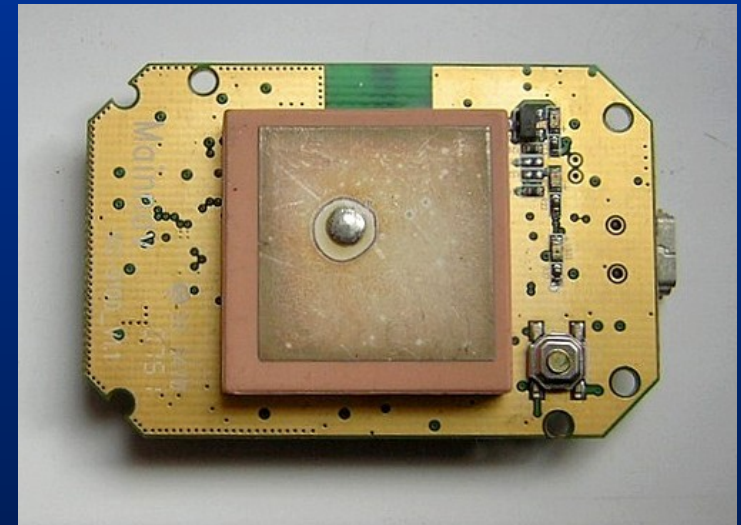
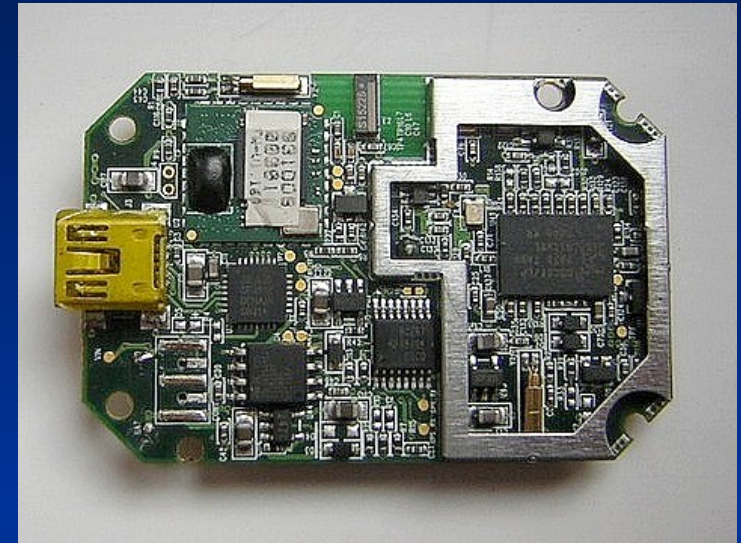
Leadtek 9553 Bluetooth GPS

Specifikáció

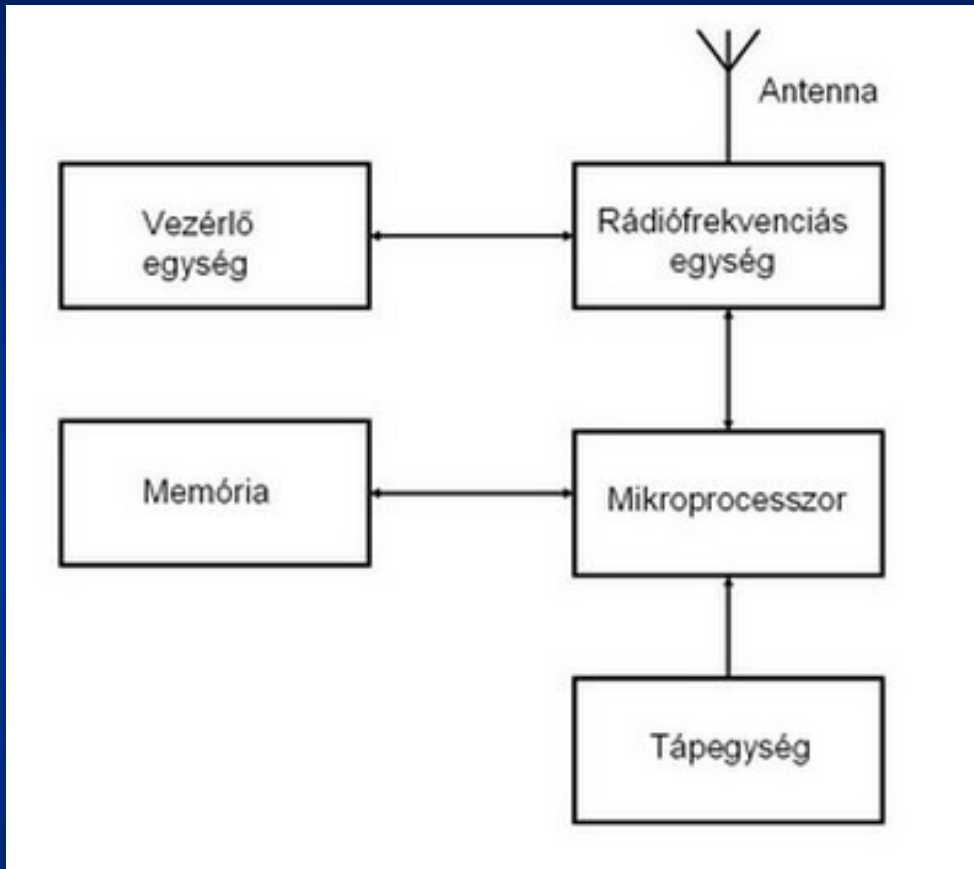
- 20 csatornás "All-In-View" jelkövetés, 10 méteres 2D RMS pontosság
- Cold/Warm/Hot start ideje: 42/38/1 másodperc (30 dB-HZ-nél nagyobb jelerősség esetén)
- 0.1 másodperces műhold újra megtalálás
- NMEA-0183 szabványos, 38400 bps átviteli sebességgel
- Energia kímélő üzemmód
- Cserélhető akkumulátor
- Serial Port Profile (SPP) támogató Bluetooth eszközökkel kompatibilis
- extra érzékenység
- miniatűr méret
- két LED mutatja a Bluetooth és a GPS jelet
- Li-polymer akkumulátor, 3 óra használati idő / 10 óra Scan Mode
- Ki/be kapcsoló gomb
- Méretek: 61.4mm x 42.3mm x 25.4mm

A GPS vevő felépítése

GPS datalogger



Gyufásdoboz méretű GPS
adatgyűjtő/adattároló eszköz



A GPS vevő antenna-egységből és jelfeldolgozó berendezésből áll. Ez utóbbi részei: a rádiófrekvenciás egység, követőhurkok, a számítógép-egység, az adattároló egység, a vezérlő egység és a tápegység.

A GPS vevő felépítése

A new highly integrated, low-power GPS product based on a 0.13 micron CMOS process of the SiRFstarIII-GSC3f-LP-architecture.

It is a single-board solution with increased to 20 parallel channels. The JP18 unit for the first time combines a complete AGPS digital baseband processor, RF front end, 4 Mb ROM and 4 megabits of flash memory in a small size, providing manufacturers of portable and wireless devices with a drop-in AGPS solution they can use to deliver real-time location and navigation capabilities in a simpler, smaller design with extended battery life. This unit will deliver exceptional sensitivity, low power consumption and extremely fast time to first fix (TTFF) in a compact, (11 x 11 mm, 22 pin) package. The digital section of the GPS receiver includes a powerful SiRFstarIII core GPS signal processor that handles all the time critical and low latency acquisition, tracking and reacquisition tasks autonomously, and a 50 MHz ARM7TDMI processor designed to run many OEM user applications.

Key Features

GPS module based on SiRFstarIII-GSC3LTf chip

High sensitivity for indoor fixes

Extremely fast TTFF at low signal levels

200.000+ effective correlators

Integrated TCXO

On chip 4 Mb FLASH + 4 Mb ROM

ARM7 baseband CPU

GSW3 software support

Starter-kit including evaluation and configuration tool

Very small size: 11 mm x 11 mm



Falcom : JP18

Smallest SiRF based GPS module

Size: 11x11x1.7mm



Not Made in Hungary

Nem Magyarországon készült.

„Szinte feledésbe merült,¹ hogy a félvezető integrált áramkörök terén volt egy sikeres kitörési kísérlet hazánkban! Ez, az 1975-80 között, OMFB támogatással végrehajtott program, amelyet "LSI Kft."-nek becéztünk, bizonyította, hogy a hazai szakmai közösség (HIKI, KFKI, TKI és BME) képes volt egy korszerű mikroprocesszort kifejleszteni, és ezer darab előállításával demonstrálni ezt a készségét. A szakma ma legelismertebb és a szakmában is maradt kutatói - kiragadott példaként Csurgay Árpádot, Roska Tamást, Bársony Istvánt, Keresztes Pétert említem - ezen az ujjgyakorlaton alapozták meg mindmáig "eladható" tudásukat. Mások kisvállalatokat alapítva tették teljesebbé az innovációs kört (Kraft, Mikrovákuum stb. (A nagyon sikeres Semilab az MFKI választotta prioritás, az úgynevezett vegyület-félvezetők oldaláról érkezett, de mára a fő bevételt már a szilícium-piacán bevált mérőeszközük hozza.)

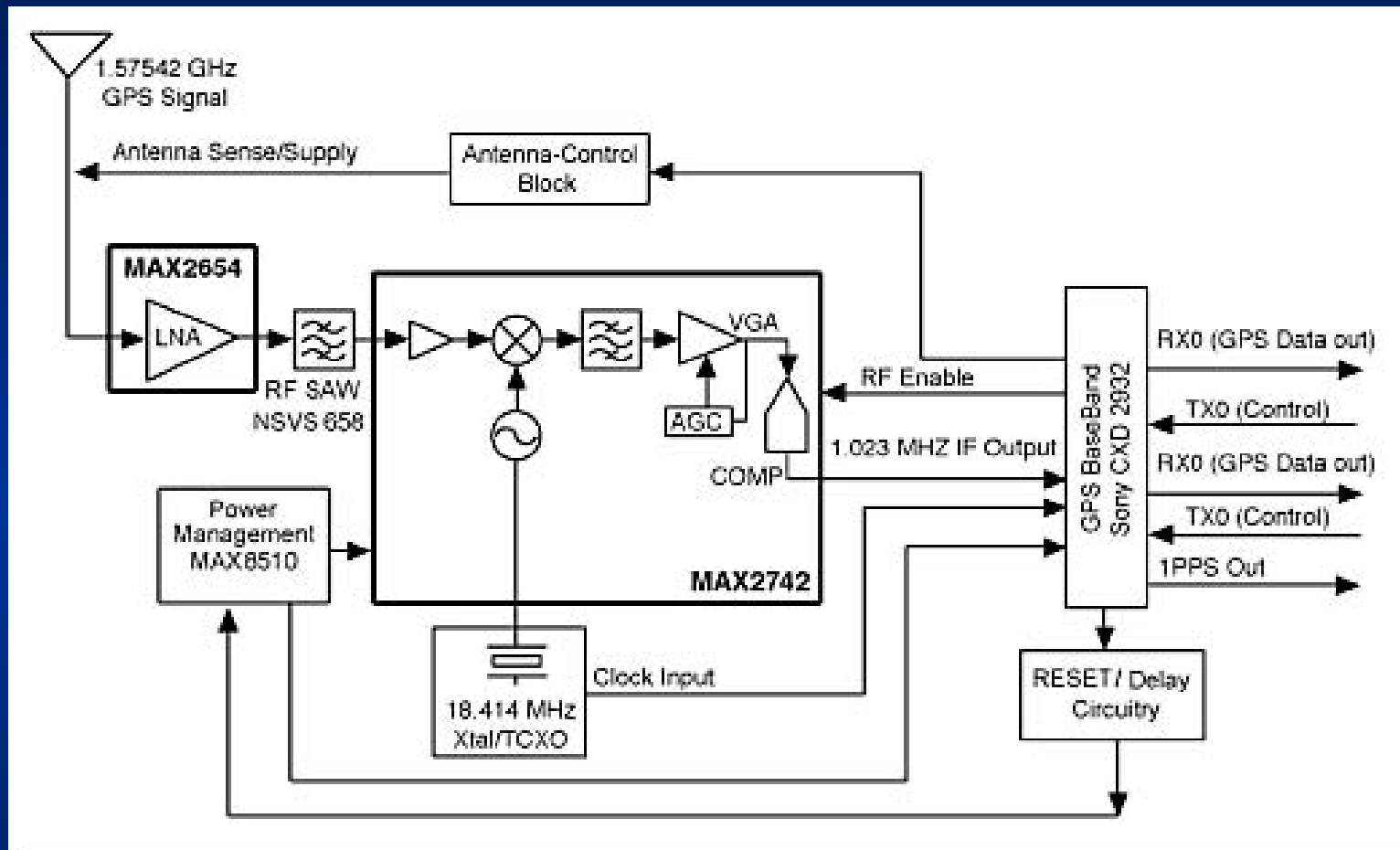
A folytatásként létrehozott Mikroelektronikai Vállalat 1985-ös tüzését követően azonban kudarcba fulladt minden, már csak azért is, mert az akkori kormány a Lloyd Biztosítótól (igen: a gyárat gondosan és jó helyen biztosították!) kapott nagy összeget nem a szakmába forgatta vissza. Tetézte mindezt azzal, hogy helyt adott olyan destruktív és - napjainkra is tanulságos - vélekedéseknek, miszerint jó, hogy leégett a hazai gyár és a biztosító fizetett, mert úgysem volt korszerű - ami így nem is volt igaz. Emiatt a politikai rendszer megújulását követően különösen hátrányos helyzet állt elő e tudományág hazai presztízsében. A hazai ellentmondás abban csúcspontba ért - és ez a leginkább élenjáró tudományágakban ma is igaz maradt -, hogy a leghasználhatóbb eredmények jobbára nemcsak hogy külföldi tartózkodásaink idején születtek, de a hazai alkalmazásukra is csak szórványosan volt, van lehetőség.”

Gyulai József

az MTA rendes tagja

<http://www.matud.iif.hu/05maj/09.html>

Complete Stand-Alone GPS Receiver Solution with MAX2742

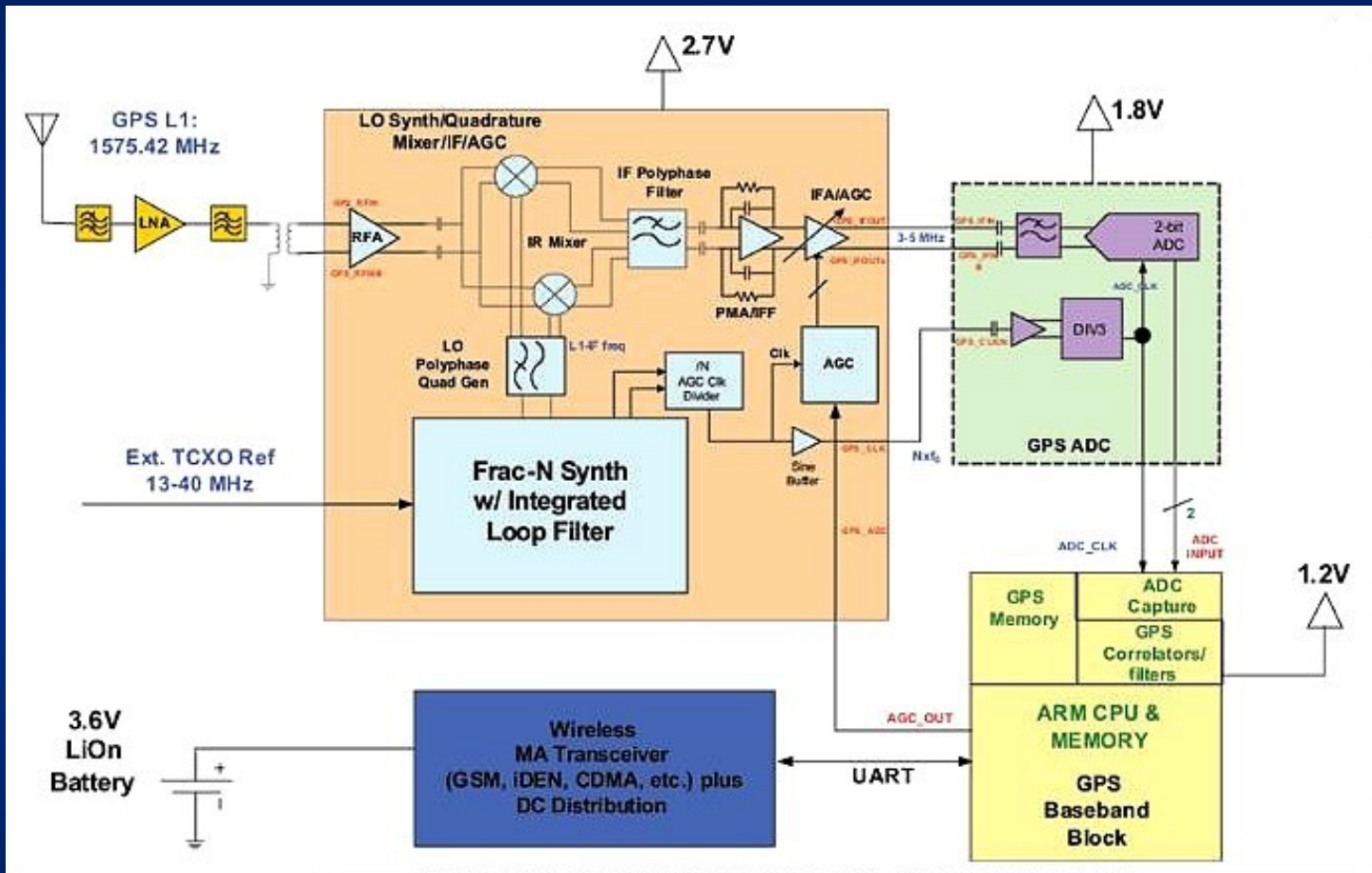


The MAX2742 is a CMOS, single-chip, GPS front-end downconverter. This state-of-the-art device consumes very low power (32mW at 2.4V), and eliminates the need for a costly IF SAW filter or bulky discrete IF bandpass filters. The MAX2742 integrates a low-noise amplifier (LNA), mixer, BPF, automatic-gain-control amplifier (AGC), local oscillator synthesizer, clock buffer, and internal digital sampler.

This device can interface with many commercially available GPS baseband ICs. It is suitable for many applications, including vehicle navigation, telematics, automatic security, asset tracking, location-based service (LBS), and consumer electronics.

MS GPS Receiver Architecture

A typical GPS receiver inside an MS. The GPS antenna may or may not be shared with the cell phone antenna; the LNA is often discrete so as to be placed as close as possible to the antenna.



In a cell phone, the RF blocks typically run from a supply in the 2.7–2.85V range, while the GPS baseband logic operating voltage will follow bulk CMOS trends, for example, 1.2V for 90-nanometer (nm) CMOS. In a tracking mode, the GPS RF blocks consume the most power. In an EPF analysis, it will clearly be desirable to minimize their On time.

Az antenna-egység

Feladata a műholdak által kisugárzott jelek vétele, előerősítése és továbbítása a rádiófrekvenciás egységbe. Az antennának a horizont feletti tér fél tetszőleges irányából érkező mindkét vivőfrekvencia (L1 és L2 jel) vételére alkalmasnak kell lennie. A gyakorlatban a $10 \dots 15^\circ$ -nál kisebb magassági szög alatt érkező jelek vételét az antenna jellegéből alakításával vagy árnyékolással mesterségesen megnehezítik, ezek a jelek ugyanis legtöbbször a környező tereptárgyakról visszaverődött jelek.

Minden GPS antenna körkörösén polarizált jelek vételére alkalmas.

Rádiófrekvenciás rész

A rádiófrekvenciás RF egység feladata az antennáról érkező nagyfrekvenciás jel középfrekvenciás KF jellé alakítása. Ezeket ezután már könnyen kezeli a vevő többi egysége. A bejövő jelet egy helyi oszcillátor tiszta szinuszos jelével keverik le. A saját, nagy stabilitású oszcillátoron kívül egyes vevők külső atomi oszcillátort is használnak. A középfrekvenciás jel még mindig tartalmazza azokat a modulációkat, melyek a kisugárzott jelben benne vannak, ám itt a frekvencia alacsonyabb. Ezt a módszert nevezzük szuperheterodin eljárásnak.

A jelkövető egységek

Ez talán a GPS vevő legérdekesebb része, hisz ez az egység gondoskodik arról, hogy az egyidejűleg és egyetlen frekvencián beérkező akár 6...8 műhold jelét a vevő szét tudja választani, majd biztosítja a műholdak folyamatos követését.

A feladat első része viszonylag egyszerű, hisz minden műhold üzenete tartalmazza a kisugárzott műhold saját ún. PRN kódját. A sugárzás vagy a C/A, vagy a P kód felhasználásával történik. Az így azonosított műholdat a vevő ezután igyekszik egy különálló vevőcsatornához rendelni és azon folyamatosan követni.

Mikroprocesszor egység

A beépített mikroprocesszor többféle feladatot lát el. Így kivitelének minősége legalább annyira befolyásolja a mérés jóságát mint a korábban említett egyéb paraméterek. A ROM-ba épített vezérlő program végzi a zajhatások csökkentését, különféle szűrőrutinok futtatásával, realtime differenciális alkalmazásoknál felügyeli a korrekciós adatok előállítását és küldését, vagy fogadását és értelmezését. A navigációs vevők esetében az alapadatnak számító pozíció, sebesség és időadatokból is kiszámolja az összes, a navigációt segítő irány és eltérés adatot.

Tápegység

A GPS vevőkészülékek működéséhez szükséges elektromos energiát (készülék típustól és alkalmazási módtól függően) elemek, akkumulátorok, vagy AC/DC, DC/DC feszültségátalakítók biztosítják

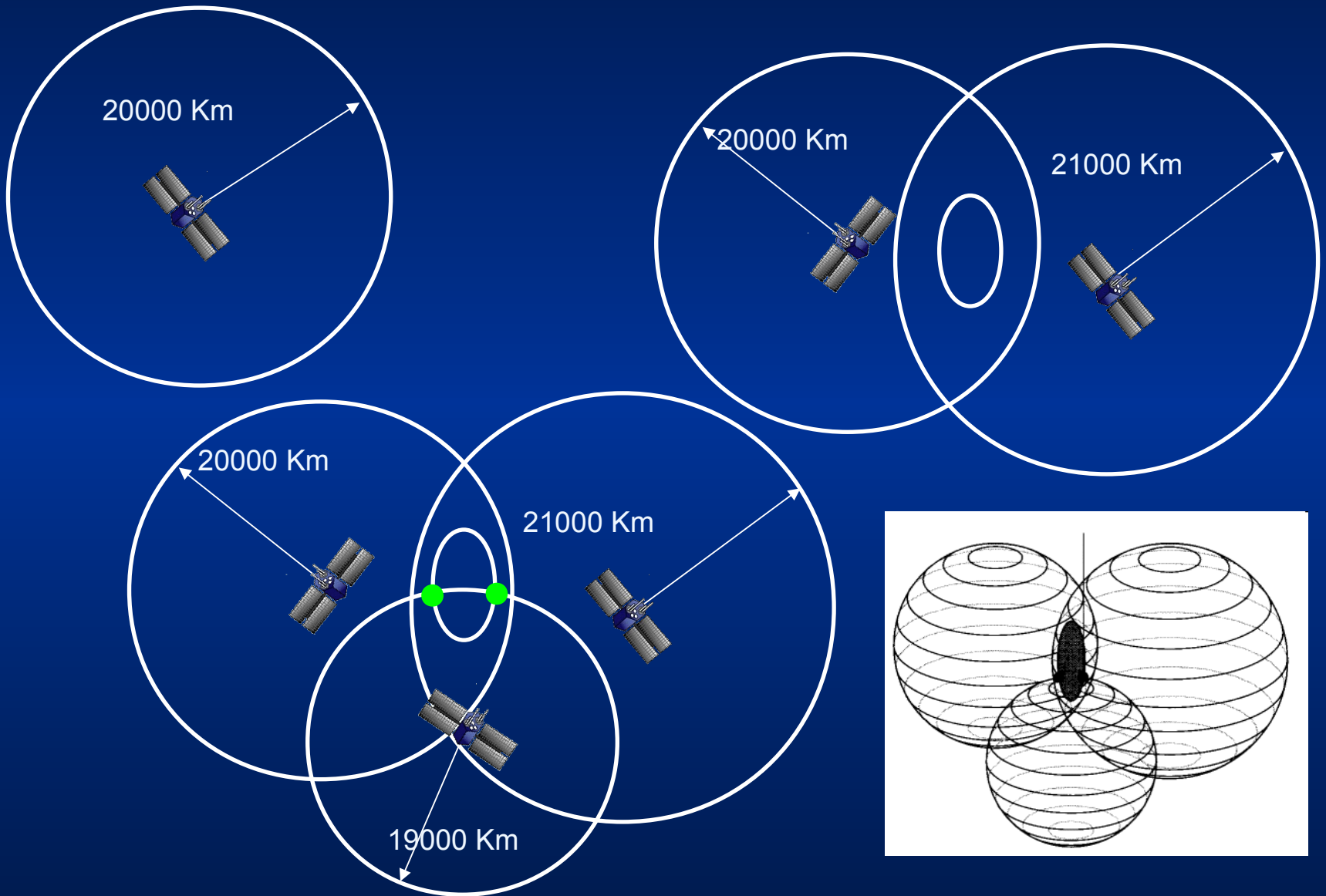
A GPS működésének elvi alapjai

A GPS működésének alapelvei egyszerűek. Az alapelvek gyakorlati alkalmazásához és a rendszer rendkívül pontos működésének biztosításához azonban korunk legfejlettebb technológiáira van szükség.

A műholdas helymeghatározó rendszer gyakorlatilag egy "egyszerű" időmérésből kiszámított távolságmérésen alapul. A műholdakról sugárzott rádiójelek terjedési sebessége ismert, ezért két nagyon pontos óra és a rádióhullám kibocsátási és beérkezési idejének adatai alapján meghatározhatjuk a forrás távolságát. Ez a meghatározási módszer nem egyszerű folyamat:

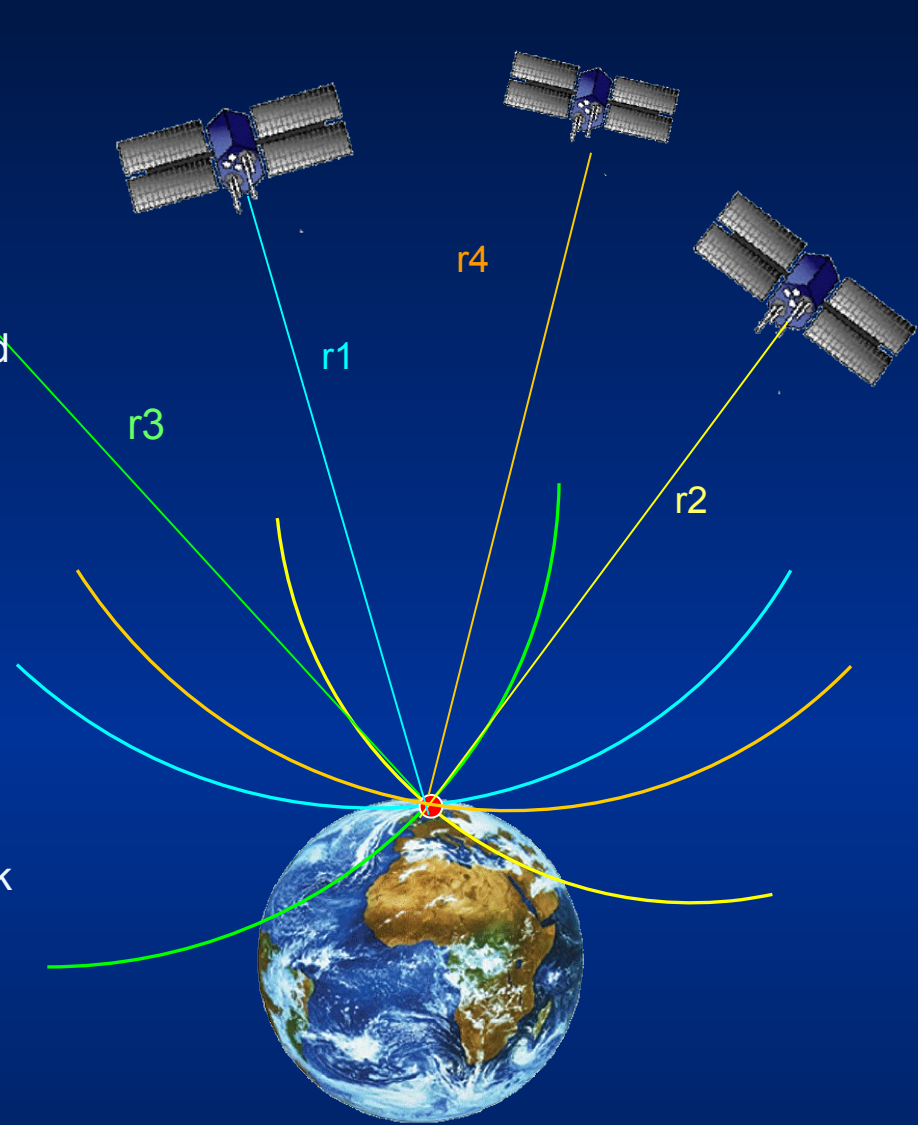
- Az adott helyzetű műholdaktól való távolságok ismeretében a keresett pont koordinátáinak számítása
- Távolságmérés rádióhullámok segítségével
- A távméréshez szükséges igen nagy pontosságú időmérés
- A műhold pontos helyének meghatározása
- A GPS jel ionoszférikus és atmoszférikus késleltetésének és torzításának figyelembevétele

A műholdas helymeghatározás geometriai elve



Az i . állásponton működő vevőkészülék méri a műhold pillanatnyi távolságát és irányát, vagyis az r irányvektort. Amennyiben ismerjük a műhold koordinátáit, a vevő koordinátái ugyanabban a koordinátarendszerben számíthatók. Mivel a szatellitamódszerek közül pillanatnyilag egyik sem képes az r irányvektor mindhárom komponensét egyidőben szolgáltatni, ezért ha távolságmérést alkalmazunk, a vevőnek egyidőben 3 ismert koordinátájú műhold távolságát kell mérni. A GPS módszer esetében ez 4 műhold egyidejű mérését jelenti, mivel negyedik ismeretlenként kezeljük a vevőnk órájának eltérését a GPS rendszeridőtől.

A mesterséges holdak koordinátái tetszőleges időpontra számíthatók a hold által sugárzott jelek kódolt paramétereiből. Ezek a koordináták geocentrikus, derékszögű X , Y , Z koordináták, melyek a WGS 84 referencia rendszerre vonatkoznak. A GPS mérések eredményeként elsődleges adatként WGS 84 rendszerben értelmezett geocentrikus, derékszögű X , Y , Z koordinátákat kapunk. Ezekből, - a megfelelő transzformációs paramétereket ismerve - tetszőleges dátumra, alaprendszerre vonatkoztatott koordinátákat számíthatunk.



A GPS működésének elvi alapjai

A GPS MÉRÉS ELVE

GPS technika a mesterséges holdak által kisugárzott rádiójelek vételén alapul.

A GPS holdak fedélzetén elhelyezett oszcillátorok $f_0 = 10.23$ MHz alapfrekvencián működnek, rádiójeleket azonban két különböző frekvencián sugároznak. Az L1 és L2 jelűn. Az L1 frekvencia az alapfrekvencia 154 -szerese, az L2 120 - szorosa.

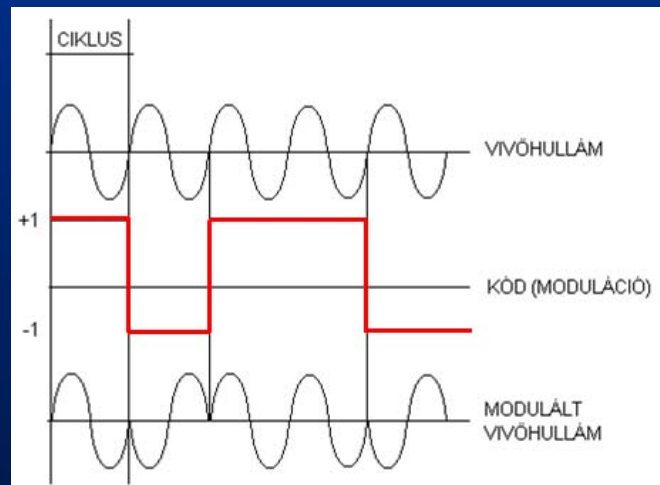
L1-r $f_1 = 154 f_0 = 1575.42$ MHz.

L2-r $f_2 = 120 f_0 = 1227.60$ MHz.

Ennek megfelelően a hullámhosszak: $\lambda_1 = 19.0$ cm és $\lambda_2 = 24.4$ cm. Ezeket a vivőhullámokat (*carrier*) különböző kódokkal modulálják annak érdekében, hogy információkat továbbíthassanak a vevők felé. A kódok +1 és -1 értékekből álló sorozatok, a kettes számrendszerbeli 0 és 1 számjegyeknek megfelelően.

A kódolás elve a fázis billentyűzés (*biphase modulation*), azaz a vivőhullám fázisának 180 fokkal való eltolása akkor, ha a kód értéke (+1 vagy -1) változik.

A fázisbillentyűzés elvét az alábbi ábra szemlélteti.



A vivőhullám modulálásakor kétféle kódolást alkalmaznak. A **C/A kód** (*coarse/acquisition code*) frekvenciája $f_0/10$, azaz 1.023 MHz - es frekvenciával követik egymást a +1 és -1 értékek. A kódsorozat minden ezredmásodpercben ismétlődik, és minden GPS hold esetén különböző. Ez teszi egyértelműen azonosíthatóvá a holdakat.

A **P - kód** (*precision code*) frekvenciája megegyezik az f_0 alapfrekvenciával, és 266.4 naponta ismétlődik. A holdak azonosítását itt az teszi lehetővé, hogy a kód " mintája" minden hold esetében egyedi. A P - kód teljes, 266.4 napos ciklusának 7-7 napos darabját rendelték hozzá egy egy GPS holdhoz. A kód generálása minden vasárnap éjfélkor, a GPS hét kezdetén újra indul. A mesterséges holdakat azonosító PRN (*pseudorandom noise*) szám éppen arra utal, hogy a teljes P - kód melyik egyhetes szakaszát rendelték a holdhoz.

Néhány éve új fogalom került a köztudatba, ez az *Anti -Spoofing* (A - S). Az Anti Spoofing a P kód titkosítása annak elkerülése céljából, hogy valaki hamis információ sugárzásával illetéktelenül beavatkozhasson a rendszerbe. A titkosítás eredménye az **Y kód**, melyet csak a titkos konverziós algoritmus ismeretében lehet megfejteni.

A JELFELDOLGOZÁS ALAPELVEI

Eddig a GPS holdak jelsugárzásának módjairól volt szó. A felhasználó számára legalább ilyen fontos kérdés, hogy hogyan juthat hozzá a jelek által hordozott információhoz, azaz hogyan működik a GPS vevő.

A GPS két típusú mérést képes végezni. Az egyik az úgynevezett kód korrelációs technika, amely megkívánja legalább az egyik PRN kód ismeretét, a másik a kód nélküli technika. Minkét eljárás alkalmas a vivőhullám rekonstruálására, így annak fázisa meghatározható.

A kód **korrelációs technika** a modulálatlan vivőhullám mellett a jel többi komponensét (navigációs üzenet, órajel) is megfejthetővé teszi. Az eljárás alaplépései a következők:

- referencia rezgés keltése a vevőben
- a referencia rezgés modulálása az ismert PRN kóddal
- az ilyen módon kódolt referencia jel összehasonlítása (korrelálása) a műholdról vett jellel; a két jel közötti időeltolódás ($D t$) jelenti a műholdról érkező hullámok terjedési idejét
- a kód eltávolítása a vett jelből, így a navigációs üzenet dekódolható, majd kiszűrhető
- megmarad a modulálatlan vivőhullám, a fázismérés végrehajtható.

Amennyiben a C/A kódot ismeri a vevő, az L1 vivőhullám rekonstruálható. A P kód ismeretében az L1 és L2 is.

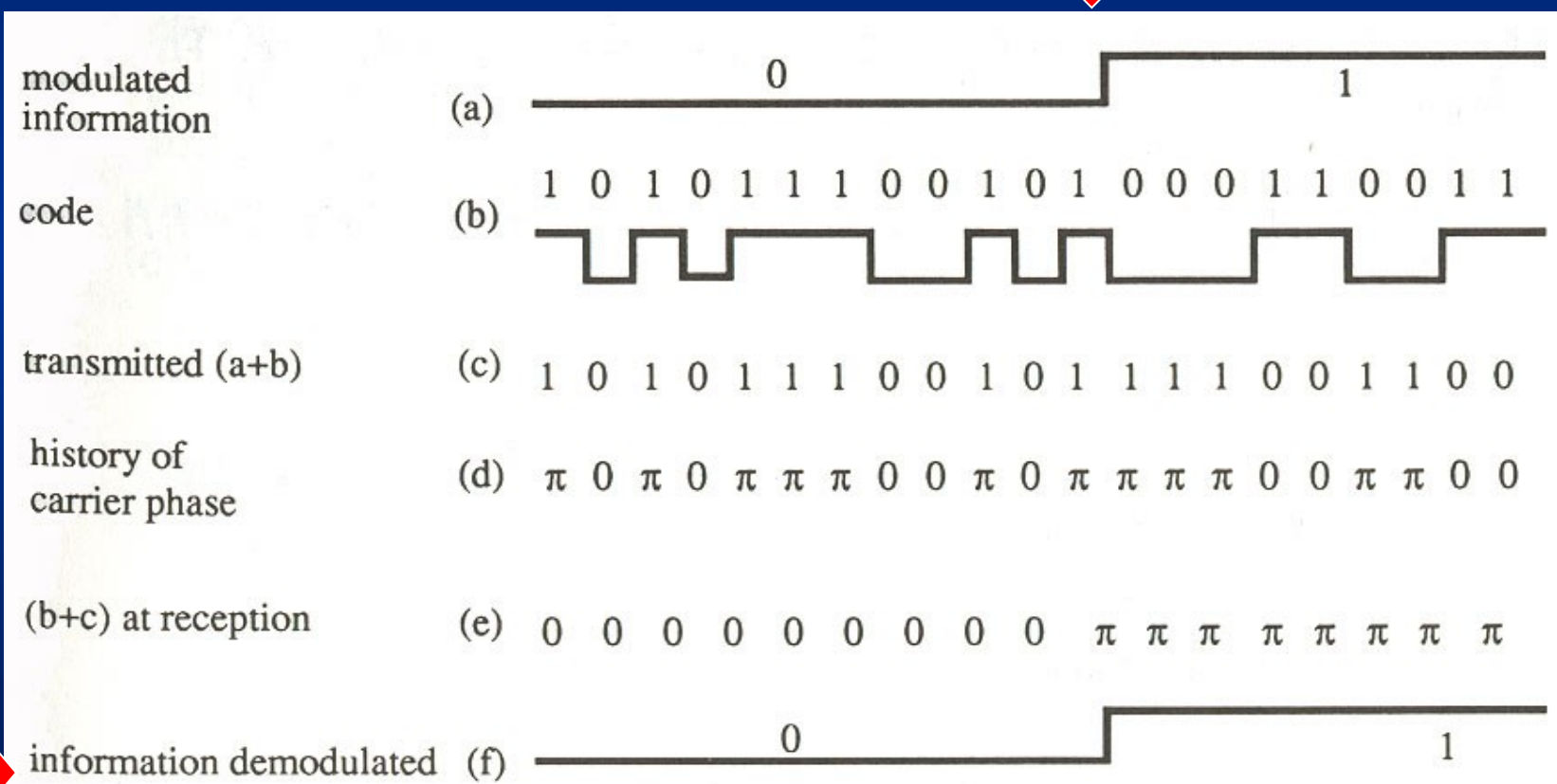
A **kód nélküli eljárás** a bejövő jelek négyzetelésén (*squaring*) alapul. A kódolás, vagyis a moduláció eltűnik, mivel a kódok +1 és -1 jelsorozatai négyzetre emelés után +1-et adnak. A moduláció megszűnése mellett a frekvencia megkétszereződése érdemel figyelmet. A négyzetelő eljárás előnye hogy független a kódoktól, hátránya hogy a jel/zaj viszony csökken. A két technika együttes alkalmazása is elképzelhető: az L1 vivőhullám rekonstruálása a C/A kód korrelációval, az L2-é négyzeteléssel.

A GPS mérési adatok valójában távolságok, amelyek a vevőben előállított, illetve a vett jelek összehasonlításával, idő- és fáziskülönbség mérése alapján határozhatunk meg. A GPS mérés egyutas módszer, amelyet a műhold és a vevő órajárási hibái befolyásolnak. Ezért a GPS-mérte, órahibákkal terhelt távolságokat **pszeudo távolságoknak**, (*pseudorange*, áltávolság) nevezzük.

Modulo-2 recovery of GPS code

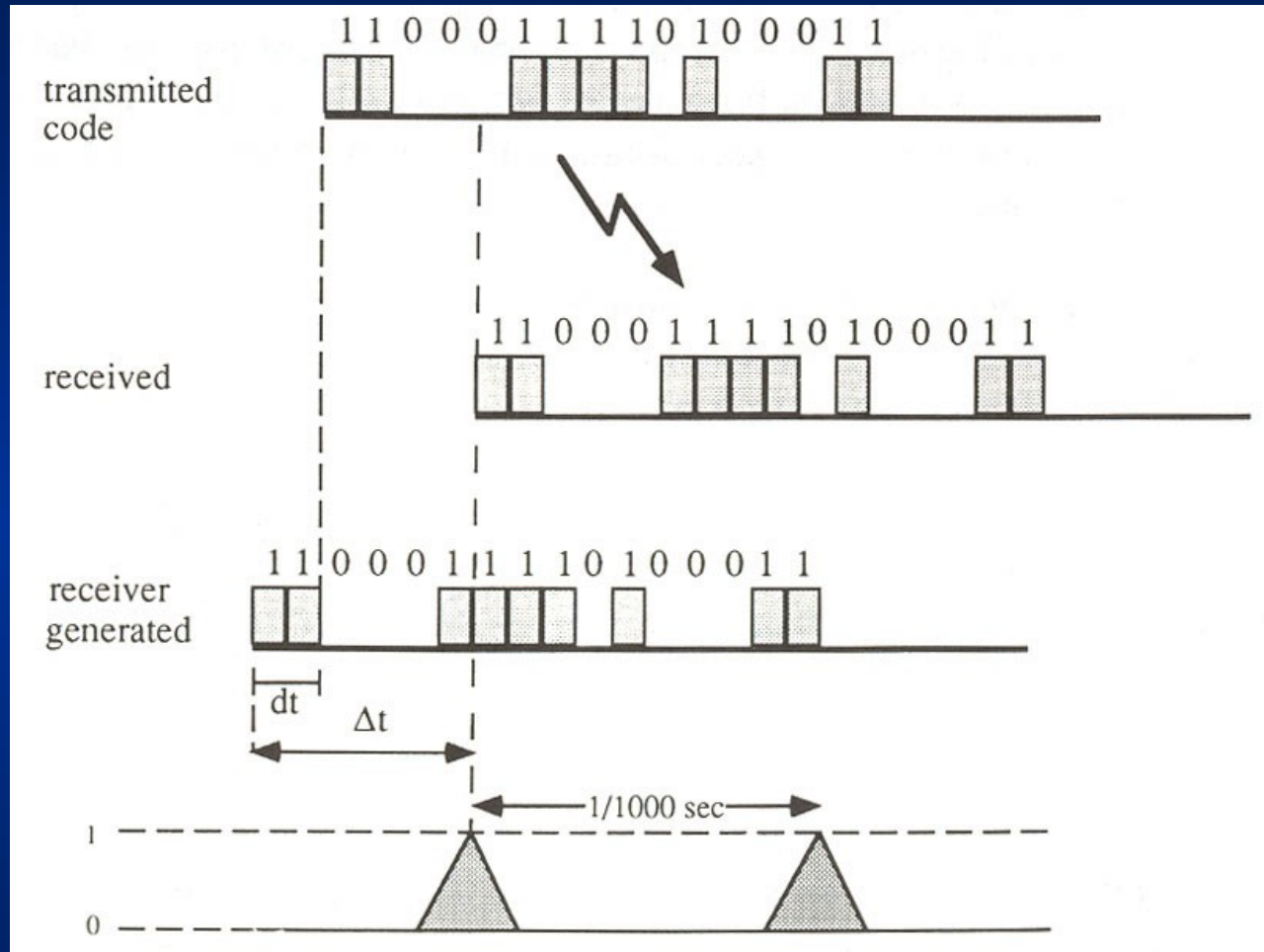
Modulo-2 arithmetic: $0 + 0 = 0$; $0 + 1 = 1$; $1 + 0 = 1$; $1 + 1 = 0$

↓ Bit shifts aligned



MUST MOD-2 ADD RECEIVER-GENERATED CODE TO RECOVER

Schematic of C/A-code acquisition



Since C/A-code is 1023 chips long and repeats every 1/1000 s, it is inherently ambiguous by 1 msec or ~300 km. Must modulo-2 add the transmitted and received codes after correlation to increase SNR and narrow bandwidth.

HELYMEGHATÁROZÁSI MÓDSZEREK

A meghatározási módszereket az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- abszolút vagy relatív
- statikus vagy kinematikus

Az **abszolút helymeghatározás** egy független, egyponthoz tartozó meghatározás, ahol a koordinátákat kódolásból, pszeudotávolság meghatározásból kapjuk a WGS-84 koordinátarendszerben, a méréssel egy időben. Ehhez a mérési módszerhez egy vevőkészülék szükséges.

A **relatív helymeghatározás** a pszeudotávolság, vagy vivőfázis szimultán mérését jelenti két vagy több ponton, ugyanazon holdakra. Ehhez a mérési módszerhez legalább két vevőkészülék szükséges. Fázismérésnél a relatív pontosság 1 ppm. A kapott koordináták a referenciaponthoz viszonyított értékek.

Statikus mérési módszernél a vevő az észlelés teljes ideje alatt helyben marad, tehát sok fölös mérési eredmény adódik.

Kinematikus módszernél a vevőkészülék folyamatosan mozog, fölös mérés nincs.

Az **abszolút statikus módszer**nél 1s-os mérési idő alatt a helymeghatározás pontossága valósidejű mérésnél:

Az **abszolút statikus módszer**nél 1s-os mérési idő alatt a helymeghatározás pontossága valósidejű mérésnél: **C/A kóddal: 20 - 50m P kóddal: 5 - 20m**

Az **abszolút - kinematikus módszerrel** 1 ms -os mérési idő alatt a maximálisan elérhető pontosság 20 - 50 méter. E pontosság eléréséhez a mozgásban lévő vevőnek folyamatosan, szimultán 4 műholdra kell mérnie. Ez a mérési módszer széleskörűen elterjedt a vízi, szárazföldi és léginavigációban. Ezzel a módszerrel a járművek mozgási pályáját lehet meghatározni.

A **relatív statikus módszernek** van a legnagyobb jelentősége geodéziai szempontból, főleg fázismérés esetében, mert így érhető el maximális pontosság GPS -szel. Rövidebb bázisok esetében centiméter alatti. Precíz pályaelemeket használva a pontosság tovább javulhat, elérheti akár a 0.01 ppm -et is. Ez a módszer széleskörűen alkalmazható alappontsűrítésnél, hagyományos terepfelméréseknél, ipari geodéziában, fotogrammetriában.

A **relatív - kinematikus módszer** alkalmas a vevő útvonalának rövid idő alatt való meghatározására. A mérést egy álló, és egy mozgó vevővel végezzük. A mérés kezdetekor két ismert ponton abszolút kinematikus módszerrel meghatározzuk a koordinátákat. Ezután az egyik vevőantennát a kezdőponton hagyjuk, a másikkal pedig pontról pontra haladva folyamatos mérést végzünk. Egy - egy új ponton megállva, a mérés időtartama néhány másodperctől 1 percre terjedhet. Vivőfázis mérésekor az elérhető pontosság néhány centiméter, kód-méréssel néhány méter. Mivel ezzel a módszerrel nagy számú pont gyors és pontos meghatározása lehetséges, nagy jövője van a geodéziában

A **kinematikus** módszernek több változatát is kidolgozták, melyeket a különböző elnevezéseikkel ismertettek.

Stop and go (félkinematikus módszer)

Ez a módszer a statikus és a kinematikus relatív helymeghatározások kombinációja.

A mérés során az egyik vevő végig egy ponton áll, a másik az új pontok között mozog, majd rövid időre az új ponton megáll. A módszer jellemzője, hogy a meghatározás pontossága az álló helyzetben végzett mérésnél növekszik, mivel az eredmény több mérési adat átlagából születik. Ezt a mérési módszert gyakran csak kinematikus felmérésnek nevezik. (kinematic surveying)

Pszeudokinematikus, vagy megszakított kinematikus módszer

Az új pontokon sorban, egymás után mérnek, majd mintegy egy óra elteltével fordított sorrendben újra mérnek. Így lehetővé válik a többértelműség feloldása, javul a pontosság. Ennek oka, hogy a várakozási időben változik a holdak konstellációja.

E mérésnél a pontok közötti átállás időtartamára a vevők kikapcsolhatók. Ez a mérési módszer reokkupációs módszer néven is ismert. (reoccupation method)

Gyors statikus módszer

Itt a gyors inicializáláshoz, azaz a többértelműség feloldáshoz a kód - és vivőfázis mérések kombinációját alkalmazzák. Itt az egyébként hagyományos statikus módszerrel végzett mérésnél mindkét frekvencián mérni kell a vivőfázist, és a kódot is. 5 -10 perces mérés után 1 ppm megbízhatóság érhető el.(fast static, rapid static)

On the fly (OTF) módszer

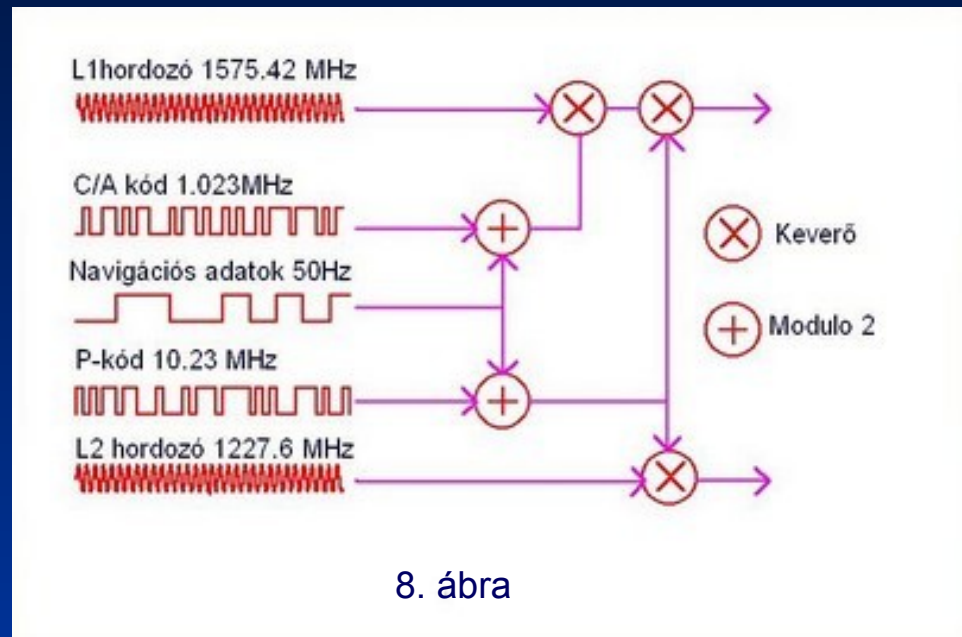
Ez egy inicializálási módszer, melyet főleg kinematikus méréseknél alkalmazunk. Ez a kóddal segített technika, amely a többértelműség feloldására szolgál, lehetővé teszi mozgó járművek helyzetének deciméter, sőt centiméter pontosságú meghatározását.

A műholdas helymeghatározás vonatkoztatási rendszere Általános értelemben a TRF (*Terrestrial Reference Frame = TRF*) egy úgynevezett Földi Vonat-koztatási Rendszer, amelynek Z tengelye a Föld közepes forgástengelye, X tengelye a Greenwichi középmeridián, a rendszer jobbsodrású. A Földi Vonatkoztatási Rendszer tényleges megvalósítá- sát a Földön létesített alappontok és a köztük, illetve róluk végzett mérések biztosítják; e megha- tározó mérések és a belőlük levezetett paraméterek szerint különböztetjük meg a különböző tér- beli vonatkozási rendszereket. Az 1970-es években több mint 1500 földi pontról végzett műholdas mérés (elsősorban Doppler- észlelésből - lásd a 2.2 alfejezetet) alapján definiálta a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (*IUGG*) a GRS-80 rendszert (*Geodetic Reference System= GRS*), ami térbeli geocentrikus koor- dináta-rendszert és a Föld alakját legjobban megközelítő forgási ellipszoidot jelent. Az ellipszoi- dot nemcsak geometriai paraméterekkel (nagyten- gely, lapultság), hanem geofizikai paraméterek- kel is definiálták (Föld forgási sebessége, gravitációs állandó). 1987 óta a GPS-mérések alapfelü- lete ez az ellipszoid, nagyon kis módosítással; elnevezése WGS-84 ellipszoid. A WGS-84 rend- szert (*World Geodetic System=WGS*), mint földi vonatkoztatási rendszert ma az amerikai GPS rendszerfenntartó követő állomásai valósítják meg.

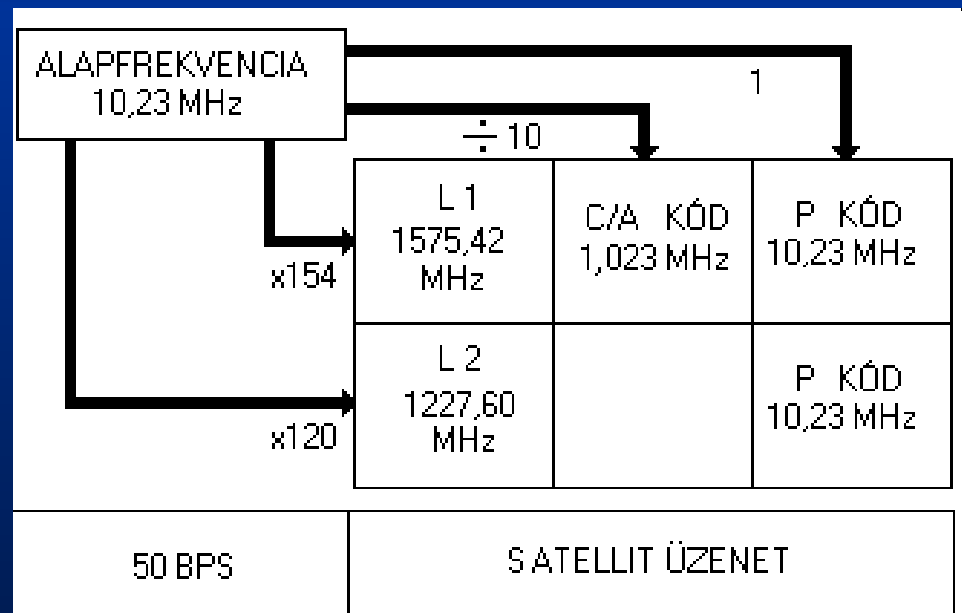
Egy másik Földi Vonatkozási Rendszer az ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*). Ezt eredetileg a Nemzetközi Földforgás Szolgálat (*International Earth Rotation Service=IERS*) földi állomásai definiálták, de ma a fenntartó neve: *International GPS Service (IGS)*. Az ITRF rend- szer földi pontjainak a folyamatosan végzett műholdas megfigyelésekből (műholdas lézeres táv- mérésekből és kvazárokra végzett hosszúbázisú interferométeres mérésekből) évente határoznak meg új és új koordinátákat, ezért a különböző rendszereket (koordinátákat) évszámmal is ellátják. Így létezik ITRF89, ITRF92, ITRF96... rendszer. Az 1990-es évek elején a WGS és ITRF rend- szerbeli koordináták 1-2 méterre különböztek egymástól, mígnem a WGS követőállomások koor- dinátáit 1995-ben, a 730. GPS héten finomították (lásd: időrendszerek). A legújabb ITRF és WGS rendszerek már csak milliméteres szinten térnek el egymástól.

Navigációs üzenet

A navigációs üzenetet az ún. D kód segítségével továbbítják. A vevő számára szükséges adatokat, a navigációs üzenet tartalmazza. Ebben az adathalmazban vannak a műholdak pozíciói, a szinkronizációhoz szükséges P és C/A kód információk, az óra javítások értékei, a műholdak efemerisze, valamint a légköri terjedési viszonyokra vonatkozó javítások. A C/A és P kód a futási idő meghatározására szolgál. Az információs blokkban speciális üzenetnek is van helye. A műhold a jelet két különböző frekvencián bocsátja ki, mint azt már korábban láttuk. Ezek képzése a 8.sz. ábrán látható. Az alapfrekvencia 10,23 MHz, amely az atomórák frekvenciájából származik, ez hajtja a kódgenerátorokat. A jelet különböző kódokkal modulálják. Az egyik a P-kód, /PRECISION = P/, amelynek frekvenciája 10,23 MHz, hosszú periódusú /267 nap/. A P-kód látszólag véletlen bináris kódot jelent /PRN/ Pseudorandom Noise Code/, valójában azonban egy előre meghatározott matematikai formula szerint előállított jelsorozat.



8. ábra



9. ábra

A kódolás lényege, hogy a pályaadatok számjegyeit egyértelmű módon rá lehessen vinni a vivőfrekvenciára valamilyen modulációval. Erre a legalkalmasabb modulációs rendszer az impulzus-kód moduláció. A pályaadatokat a műhold memóriájában binárisan kódolt formában tárolják. Minden egyes műholdnak egy saját kódja van. Ezen túl, minden műholdnak van egy rövidebb kódja is (1.023 MHz), hogy segítse a P jelek vételét (a P kódra nehéz a ráhangolódás, annak hosszú periódusa miatt), amolyan "durva" hangolást végezve el, a P kód egyértelmű vételéhez. Ez a C/A kód -COARSE/ACQUISITION- amelynek periódusa 1 msec, sugárzási ideje 1 msec, ami 300 m távolságnak, az ún. Chip hosszának felel meg. Az 1 bit-es információ sugárzási ideje határozza meg a kód mérésével elérhető pontosságot. Az L1 frekvencián kibocsátott jelet mindkét kóddal, míg az L2 frekvencián sugárzott jelet csak a P kóddal modulálják az alábbiak szerint:

$$L1(t) = a_1 \times P(t) \times D(t) \times \cos(w_1 \times t) + a_1 \times C/A(t) \times D(t) \times \sin(w_1 \times t)$$

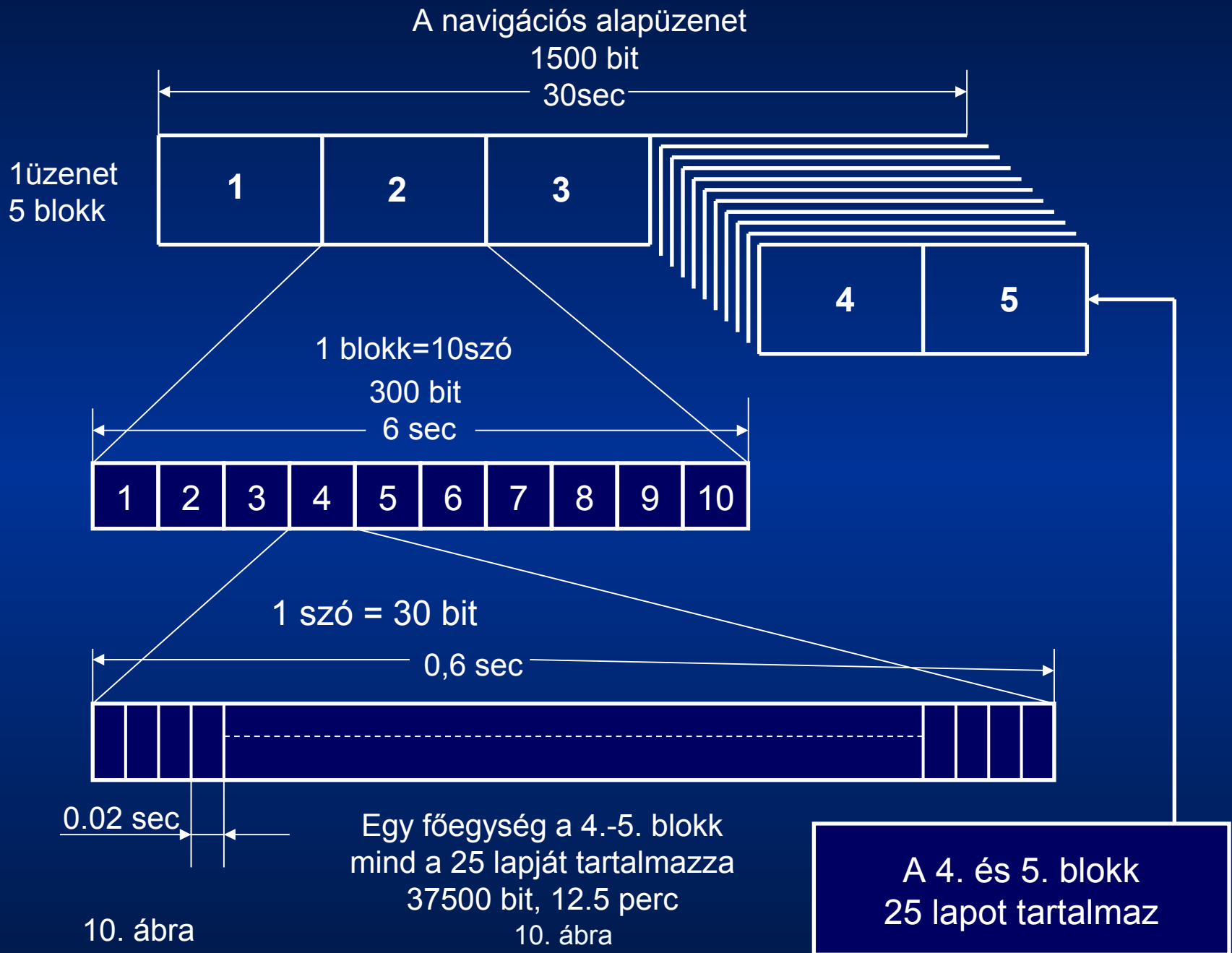
$$L2(t) = a_2 P(t) \times D(t) \times \cos(w_2 \times t)$$

ahol a_1 és a_2 a vivők amplitúdója.

A navigációs adatok, amelyeknek sebessége 50 bit/sec, az L1 és L2 jelekben egyaránt megtalálhatók. A kódolás funkciója kettős.

Minden műhold esetében a kódolás más, ennek segítségével ezek egyértelműen azonosíthatók.

A kódok összehasonlítása által a fázis eltolódás mértéke mérhető, és ebből a jel terjedési ideje meghatározható.



10. ábra

10. ábra

A navigációs üzenet (alapüzenet) hossza 1500 bit, amelyet minden műhold kibocsát. Ez az üzenet információt ad a rendszer állapotáról, a rendszeridőről és pontos pályaadatokat szolgáltat az egyes műholdakról. A teljes adatblokk szerkezetét mutatja a 10. sz. ábra. A 2. sz. táblázatban pedig az adatblokk tartalma látható. Az 1500 bites alapüzenet melynek hosszúsága 30 sec, és átviteli sebessége 50 bps. tovább bontható ún. adatblokkokra amelyek 300 bit nagyságrendűek, 6 sec. hosszúak, amiből 5 db van. Minden blokk 10 db 30 bit-ből álló szót foglal magába. Minden szó 30 bit hosszúságú. Minden egyes blokk első szava egy **szinkronizációs** távolságmérő szó, a TLM -TELEMETRY- amely tartalmaz egy fixált 8 bit-es bevezetőt, ami elősegíti a ráhangolódást a műhold jelére. A TLM többi része az üzemi állapotról vonatkozó információkat tartalmazza. Minden blokk második szava a HOW / HAND OVER WORLD/, amely megadja a rendszeridőt Z szám formájában. A HOW szó 30 bit-et tartalmaz, amelyből a 22 bit-es Z szó jelzi a műhold idejét.

A műhold ezt a rendszeridőt - vagyis a Z számot - 6 mp-ként sugározza.

2.sz. táblázat

A teljes üzenet hossza:
1500 bit; 30 sec

1	Az idő és az ionoszféra korrekciós paraméterei
2+3	Satellit efemeris
4	Alfanumeikus kódolt üzenetek
5	A műhold almanach adatai

1 blokk =10 szó

1 szó =30 bit

Differenciális GPS (DGPS)

A differenciális GPS (angol nevén Differential Global Positioning System) egy kiterjesztett változata a GPS-nek. A DGPS lényege, hogy a Föld körül keringő műholdaktól kapott adatokat kiegészítjük az úgynevezett referenciaállomások által szolgáltatott adatokkal. Ilyen referenciaállomások olyan fix helyzetű földi objektumok, amelyek ugyanazt a szerepet töltik be mint az orbitális pályán mozgó társaik. Működési elvük rendkívül egyszerű. Mind a felhasználónál mind a referenciaállomásnál működik egy-egy GPS vevőkészülék. Ezek a vevők ugyanabban az időben ugyanazon műholdak jelét veszik és ennek alapján folyamatosan meghatározzák jelenlegi helyzetüket. A referenciaállomás egy különálló kommunikációs csatornán folyamatosan tájékoztatja az ismeretlen helyzetű felhasználót arról, hogy az általa mért aktuális helyzet mennyiben tér el a referenciaállomás aktuális (pontos) helyzetétől. Természetesen ezek a földi referenciaállomások is csak akkor szolgálnak pontos és hasznos adatokkal ha a vevőkészülékek a néhány száz kilométeres körzetében vannak.

Ennek a differenciális mérésnek az alkalmazásával a helyzetmeghatározás pontossága egy nagyságrenddel növelhető. További pontosságot érhetünk el a vivőfázis- vagy a differenciális vivőfázis-alapú távolságméréssel.

Ilyen DGPS rendszerek világszerte üzemelnek elsősorban a tengeri hajózás számára. DGPS rendszerek megtalálhatóak Ausztráliában, Kanadában, Finn- és Svédország partjainál illetve az Egyesült Államokban is.

Assisted GPS (A-GPS)

Az A-GPS javítja az első pozíció meghatározási idejét, azaz felgyorsítja az úgynevezett hidegindítást olyan mobiltelefonoknál melyek rendelkeznek GPS vevőegységgel. Az A-GPS működése adatcserén alapul a mobiltelefonban lévő GPS és a telefonszolgáltató szervere között. A mobiltelefon nem csak a szatellitokról hanem a mobilszolgáltatója szerveréről is kapja a navigációs információkat.

Az eljárás lényege

A mobiltelefonba épített GPS vevő először egy kezdetleges, durva műholdpozíciót határoz meg amit továbbít a szolgáltatója felé. A szolgáltató – hasonlóan mint a referenciaállomások – a műholdas vétel szempontjából előnyös helyen található és stabilan kiépített GPS vevővel rendelkezik. A szolgáltató a mobiltelefonokról kapott információk alapján gyorsan kiszámolja a műholdak helyzetét majd azt visszaküldi a telefon számára, így a mobiltelefon már könnyebben és gyorsabban tudja kiszámolni aktuális pozícióját.

Az eljárás előnye, hogy elegendő egy egyszerűbb GPS vevőt és egy kisebb kapacitású processzort beépíteni a mobiltelefonba, ugyanis a számítási kapacitást és a szükséges adatokat a mobiltelefon szolgáltatója biztosítja. Ez a szolgáltatás egyes esetekben csak költségtérítés ellenében érhető el.

A rendszerben alkalmazott jelek

A globális helymeghatározási rendszer aktív műholdakból és passzív vevőegységekből áll, így a jelek csak egy irányba haladnak: a műholdaktól a vevőkészülékekig. A műhold által továbbított jelek támogatják a távolság mérését és információkat visznek át a vevő felé. Ilyen adatok lehetnek a műhold pályaadatái, a pontos idő, a pontos távolságméréshez szükséges korrekciós adatok, stb. Ezek az 1500 bit nagyságú, keretekbe rendezett adatok 50 bits/s sebességgel haladnak a légkörben. Egy keretben összesen 5 alkeret továbbítódik, egyenként 300 bit adattal melyek más és más információt hordoznak. Az elérhető átviteli sebesség (bitráta) miatt 30 másodpercre van szükség a teljes keret továbbításához.

ГЛОНАСС

ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система

Globális Navigációs Műholdrendszer

- 24(27)/11 műhold
- 19.100 km magasságban keringenek
- 3 pályasík (8+1 műhold/pályasík)
- 64.8° az egyenlítő síkjával bezárt szög
- A pályasíkok 120° -onként
- 11 óra 15 perc keringési idő/ kb.~1500 kg
- 25 hold 1996-7-ben volt, ma 11 db üzemel
- Krasznoznamenszk (Moszkvai régió) + n*CTS
- Időalap: Mengyelejevo, UTC + 3.00h +19s (+10s)



А ГЛОНАСС megvalósításának ütemterve



ГЛОНАСС

Az orosz GLONASS (a Globális Navigációs Műholdrendszer, azaz a GNSS orosz megfelelője) a 60-as években indult, és a 70-es években is használt szovjet műholdas rádiónavigációs rendszert váltotta le, melyet lassúsága miatt katonai célokra nem, vagy csak nehezen lehetett igénybe venni. Ezért született meg a döntés egy jóval gyorsabb és pontosabb rendszer megépítéséről, amelynek a tervezése a 70-es évek második felében kezdődött el. Az első műholdakat 1982-ben bocsátották fel, a használatbavételhez szükséges 12 darabot 1991-ben sikerült elérni – ezek két pályán keringtek 19 130 kilométeres magasságban. A rendszer 1995-ben érte el teljes funkcionalitását három pályán, összesen 24 darab műholddal.

Sajnos ezt követően – az orosz gazdasági hanyatlás következtében – a műholdak karbantartása elmaradt, és a rendszer állapota jelentősen romlott. 2001-ben Putyin elnöknek köszönhetően a programot újból elővették, és az indiai kormány partnersége mellett újraindították a projektet. A maximális lefedettséghez összesen 24 műhold szükséges, de újbóli rendszerbe állításáról ellentmondásos híreket hallani. Egyes források 2009-et, mások 2011-et említenek a GLONASS indulásával kapcsolatban, de a legfrissebb információk szerint a GLONASS szinte elkészült. A GLONASS esetében a három pálya inklinációja 64,8 fok, amely felülmúlja az amerikai GPS rendszer 55 fokos értékét, tehát elvben jobb lefedettséget biztosít a sarkkörökön. A műholdak elrendezése következtében egy időben a Föld bármely pontján legalább öt GLONASS műhold látható, tehát eggyel kevesebb, mint a GPS esetében.

Oroszország pályára helyezte a GLONASS új műholdjait

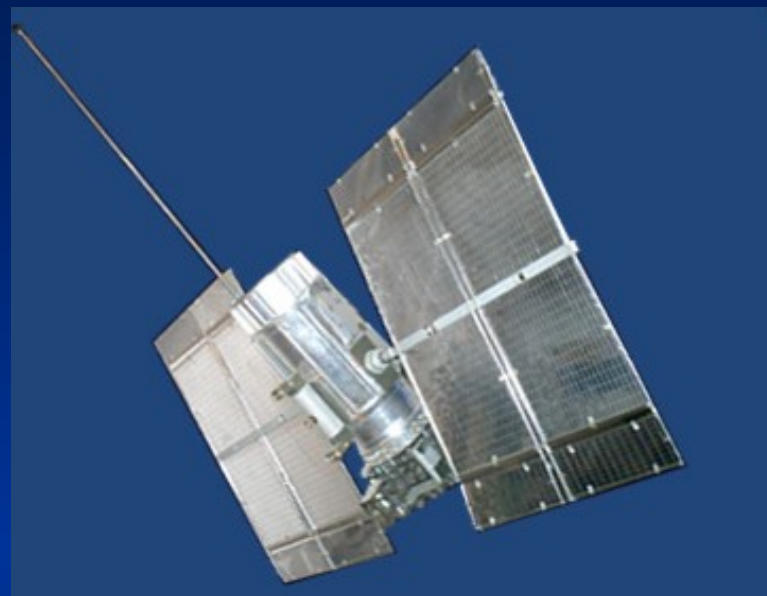
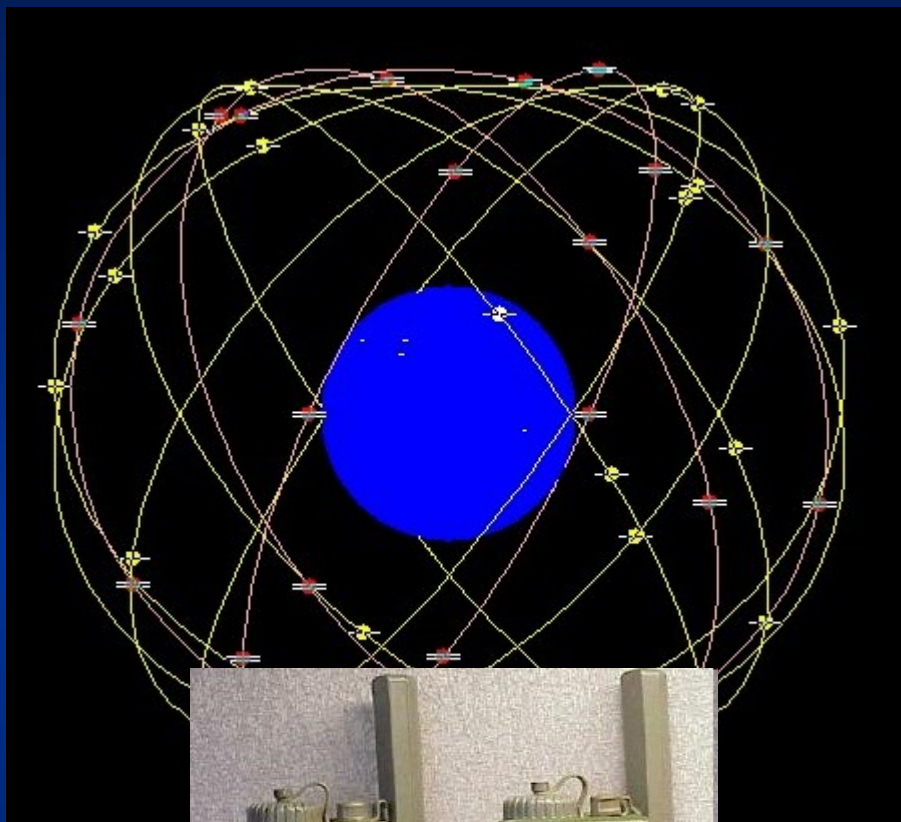
2010. szeptember 02., csütörtök, 18:35

Szerző: MTI

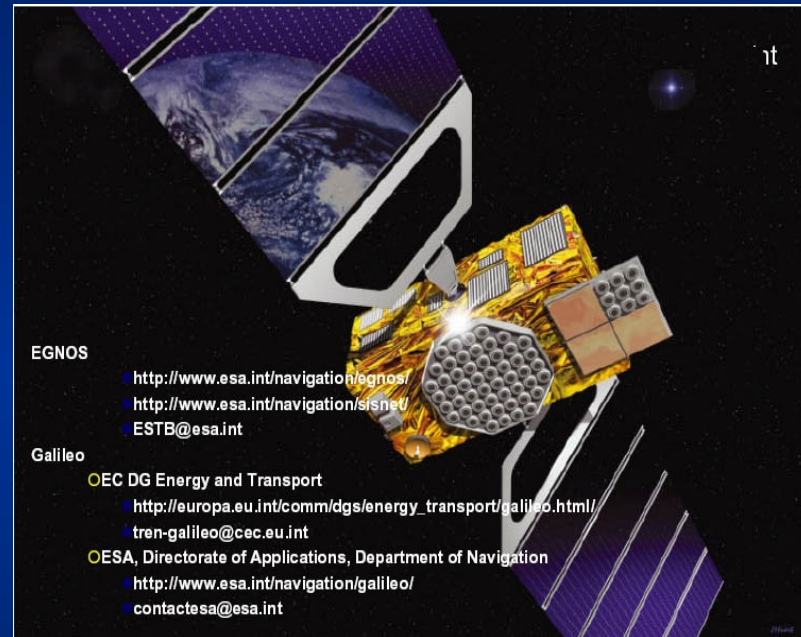
A műholdakat a kazahsztáni Bajkonurból indított Proton-M rakéta helyezte pályára. A GLONASS navigációs rendszer az amerikai GPS, a kínai Compass és a tervezett európai Galileo orosz megfelelője. A GLONASS-rendszert 24 műhold szolgálja ki a most pályára állítottakkal együtt. A szakértők úgy vélik, hogy 24-28 műhold kell a világ teljes lefedettségéhez. Oroszország azt tervezi, hogy még három műholdat bocsát fel. Vlagyimir Putyin orosz miniszterelnök augusztusban azt mondta, hogy 2010 végére a GLONASS globálissá válik, a rendszer fejlesztésére a következő másfél évben 48 milliárd rubelt (1,5 milliárd dollár) fordítanak. A GLONASS polgári és katonai célra egyaránt használható. A GLONASS fejlesztése 1976-ban kezdődött meg, és a globális lefedettséget akkor 1991-re kívánták elérni. Az első műholdat 1982. október 12-én helyezték pályára. A teljes rendszer 1995-ben kezdte meg működését, majd a Szovjetunió összeomlását követően a karbantartások elmaradásával a rendszer is használhatatlanná vált. 2002-ben már csak nyolc hold üzemelt. Oroszország 2001-ben döntött a rendszer felújításáról és újbóli üzembe helyezéséről. 2004-ben a projektbe bevonták Indiát is.



ГЛОНАСС



GALILEO GPS



A Galileo rendszer 27 működő és 3 tartalék műholdból fog állni, amelyek 23 600 kilométeres magasságban keringenek majd a Föld körül. A rendszer 2008-ban kezdi meg a működését. Mivel a műholdak a legmodernebb technikával fognak készülni, a pontosságuk egy méteren belül lesz, ami tízszeres javulás a GPS-hez képest.

- Európa sem akar lemaradni az amerikaiak mögött. 2002 márciusában az EU elfogadta egy sok milliárd dolláros navigációs rendszer támogatását, ami az autósoktól a hajósokig bezáróan bárkinek segítséget nyújt a tájékozódásban a világ bármely pontján. Az olasz csillagászról, Galileo Galileiről elnevezett rendszer nem titkolt célja az amerikai GPS uralmát megtörni, bár a két rendszer kompatibilis lesz egymással. A Galileo a GPS rendszerrel ellentétben minden fegyveres testülettől független lesz. Ez, és még az a tény, hogy Kína is segítséget nyújt a rendszer kiépítésében, szálla lett az Egyesült Államok szemében. Ők ugyanis a GPS polgári hozzáférhetőségét egy vélt, vagy valós konfliktus esetén csökkenthetik, vagy akár meg is szüntethetik, míg a Galileo tőlük függetlenül tovább üzemelne. Így azt az ellenfél is felhasználhatná navigációs célokra. Ez a monopólium volt az egyik fő oka a Galileo projekt megszületésének: a Pentagon ugyanis nem vállalt semmiféle garanciát a szolgáltatás biztosítására. A GPS rendszer esetleges leállítása pedig katasztrófához vezethet, pl. egy tankhajó zátonyra futását okozhatja.

A Galileo project (több milliárd eurós költségvetéssel) hivatalosan 2003-ban jelentették be, természetesen többéves előkészületeket követően. A rendszer kiépítésével kapcsolatban ezt megelőzően voltak aggodalmak, amikor a 2001. szeptember 11-i események után az Egyesült Államok kormánya bejelentette, hogy hajlandó lenne folyamatos rendelkezésre állást nyújtani a civil felhasználók számára is.

Ennek ellenére a fejlesztések folytatódtak, és a költségek is emelkedtek (azaz megháromszorozódtak), igaz, időközben a privát befektetők is érdekeltté váltak a témában. Ugyanakkor az amerikai kormány aggályoskodásának következtében született egy extra biztonsági megállapodás, mely kimondja, hogy a GPS és a Galileo jelei blokkolhatók a háborús övezetekben – anélkül, hogy a teljes rendszer megbénulna.

A Galileo program

az Európai Unió és az Európai Űrügynökség (ESA) közös vállalkozása, melynek célja, hogy létrehozza az első olyan világméretű műholdas rádiónavigációs és helymeghatározó infrastruktúrát, amelyet kifejezetten polgári célokra terveztek. A Galileo program által létrehozott rendszer teljes mértékben független a már létrejött vagy a később potenciálisan létrejövő rendszerektől.

A GALILEO az európai szinten valaha indított legnagyobb ipari projekt, az első olyan köztulajdonú infrastruktúra, amely az európai intézmények tulajdonában van. A három különféle pályára állított harminc műhold oly módon kerül kialakításra, hogy az egész Földet optimális módon fedje le, amit a jelenlegi GPS és GLONASS rendszerek konstellációi nem tesznek lehetővé. Ily módon a GALILEO új világméretű közszolgáltatást nyújt, soha nem látott pontosságú térbeli és időbeli helymeghatározással, a Föld egészére vonatkozóan. Miközben a nagyközönség által jelenleg elérhető GPS rendszer öt-tíz méteres pontosságot nyújt, addig a GALILEO által nyújtott valamennyi szolgáltatás pontossága két méter alatt, a kereskedelmi szolgáltatás pontossága pedig egy méter alatt lesz.

A GALILEO versenytársa, de egyben kiegészítője is lesz az amerikai GPS-nek. Az európai illetékesek elsősorban jelentős gazdasági hasznot, de a napjainkra mindenütt egyre jobban elterjedő műholdas navigáció terén függetlenséget is várnak az új rendszertől.

A GALILEO ötféle szolgáltatása képes a világ bármely táján lévő potenciális felhasználó igényeinek kielégítésére.

A Galileo-program az alábbi szakaszokból áll:

- a 2001-ben véget ért *meghatározási szakasz*, melynek során megtervezték a rendszer struktúráját és meghatározták annak elemeit;
- *fejlesztési és tesztelési szakasz*, amely magában foglalja az első műholdak megépítését és fellövését, az első földi infrastruktúrák létrehozását, valamint mindazon munkálatokat és műveleteket, amelyek lehetővé teszik a rendszer keringési pályán való jóváhagyását. Ez a szakasz a tervek szerint 2010-ben ér véget;
- *kiépítési szakasz*, amely az űrbeli és a földi infrastruktúrák összességének kiépítéséből, valamint az ehhez kapcsolódó műveletekből áll. Ez a szakasz a tervek szerint 2008-tól 2013-ig tart. A kiépítési szakasz magában foglalja a hasznosítási szakasz előkészítését;
- *hasznosítási szakasz*, amely magában foglalja az infrastruktúra irányítását, a rendszer karbantartását, folyamatos tökéletesítését és megújítását, a programhoz kapcsolódó hitelesítési és szabványosítási műveleteket, a rendszer kereskedelmi forgalmazását, továbbá minden olyan tevékenységet, amely a rendszer fejlesztéséhez és a program megfelelő végrehajtásához szükséges. A hasznosítási szakasz legkésőbb a kiépítési szakasz végeztével veszi kezdetét.

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek kritikus tulajdonságai



- pontosság
- megbízhatóság
- költség
- lefedettség
- mérési gyorsaság
- alkalmazhatóság

A pontosságot befolyásoló főbb tényezők

A hiba lehetséges oka	Megoldás
Pontatlan vevőbeli óra	mérés több műholdra
nem megfelelő műhold-geometria	a mért műholdak alkalmas kiválasztása
a műholdak pályahibái	pályakorrekciós adatok
az ionoszféra hatása	több frekvencián történő mérés, ionoszféra-modell
a troposzféra hatása	modellezés, a 15° alatti műholdak hanyagolása
többutas terjedés	alkalmas mérési pont választása, early → late kódfázis-illesztés
egyéb, egy területen belül közel azonosan jelentkező hiba	DGPS korrekció (SBAS pl. EGNOS, GBAS pl. EUPOS)

Hibaforrások

A műholdakon lévő atomórák nagyon pontosak, de nem tökéletesek. Az eltéréseket a földi állomások figyelik és szükség esetén korrigálják azokat.

A pályaelemek folyamatosan változnak a különféle zavaró hatások következményeként (ezeket összefoglaló néven „efemerisz-hibának” nevezik, mivel végső soron a műhold pályájára vannak hatással). Ilyen zavaró hatás a Föld anyageloszlásának, és így gravitációjának egyenetlenségei, a Nap és a Hold gravitációs hatása, illetve a napszél eltérítő ereje (ami mindig más irányból hat a műholdra). Bár ezek a hatások önmagukban kis pontatlanságot okoznak, mindet figyelembe veszik a pontos pályaszámításokhoz. Jelentősen nagyobb torzítást okoz a rendszerben a légkör hatása a rádióhullámokra. A számítások leírásánál feltételeztük, hogy egyszerűen a távolság = sebesség x idő képlettel számolunk. Ez igaz is, csak hogy a rádióhullámok sebessége csak vákuumban állandó.

Ahogy a műhold jele a Föld felé terjed, áthalad az elektromosan töltött részecskéket tartalmazó Van Allen sugárzási övön, majd a vízpárát tartalmazó troposzférán, és mindkettőben valamennyire lelassul a vákuumbeli sebességhez képest.

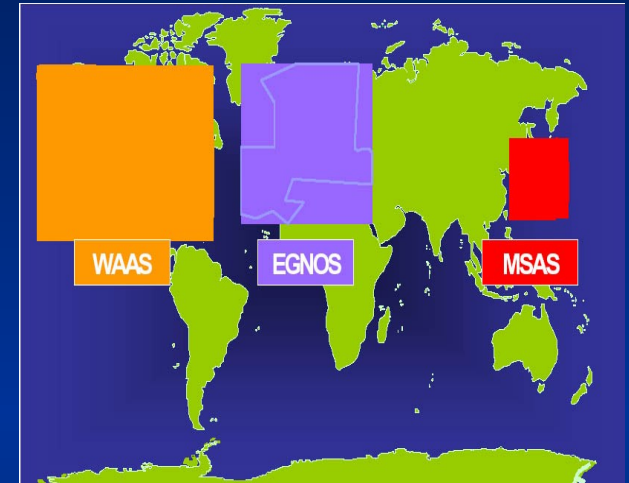
Több módszer kínálkozik ennek a hibának a minimalizálására. Az egyik, hogy a hatás mértéke ismert, a korábbi mérésekből alkotott modellek alapján jól közelíthető egy adott napra. Azonban a légkör állapota soha nem állandó és soha nem pontosan ugyanaz. Ezért általában más módszert használnak a hibák kiküszöbölésére.

Felhasználható az L1 és L2 frekvenciák különbözősége, ugyanis a légkör hatása frekvenciafüggő. (ezt a módszert csak a katonai vevők tudják kihasználni).

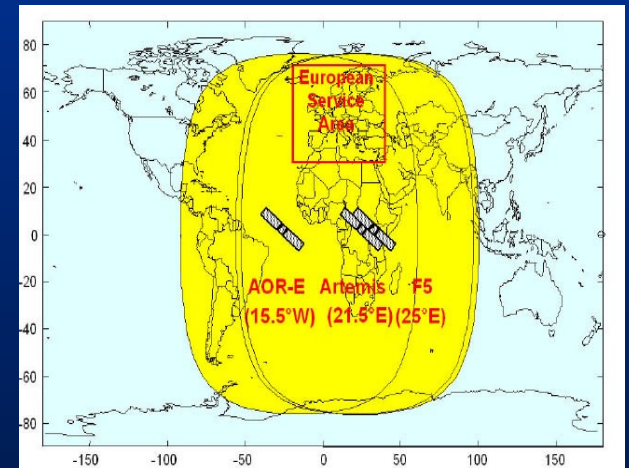
Hibajavítási technikák

WAAS/EGNOS/MSAS SBAS (Space Based Augment. System)

- Differenciális módszerek
- LBAS - Local Based Augmentation System
- GBAS - ground-based augmentation system
- SBAS - Satellite-Based Augmentation System
- WAAS - Wide Area Augmentation System
- EGNOS - European Geostationary Navigation Overlay Service
- MSAS - Multi-functional Satellite Augmentation System
- Omnistar, Landstar
- A felhasználói hibák kiküszöbölése



A hiba oka	standard GPS	differenciális GPS
műhold órája	1,5	0
pályahiba	2,5	0
ionoszféra	5,0	0,4
troposzféra	0,5	0,2
vevő zaja	0,3	0,3
visszaverődés	0,6	0,6



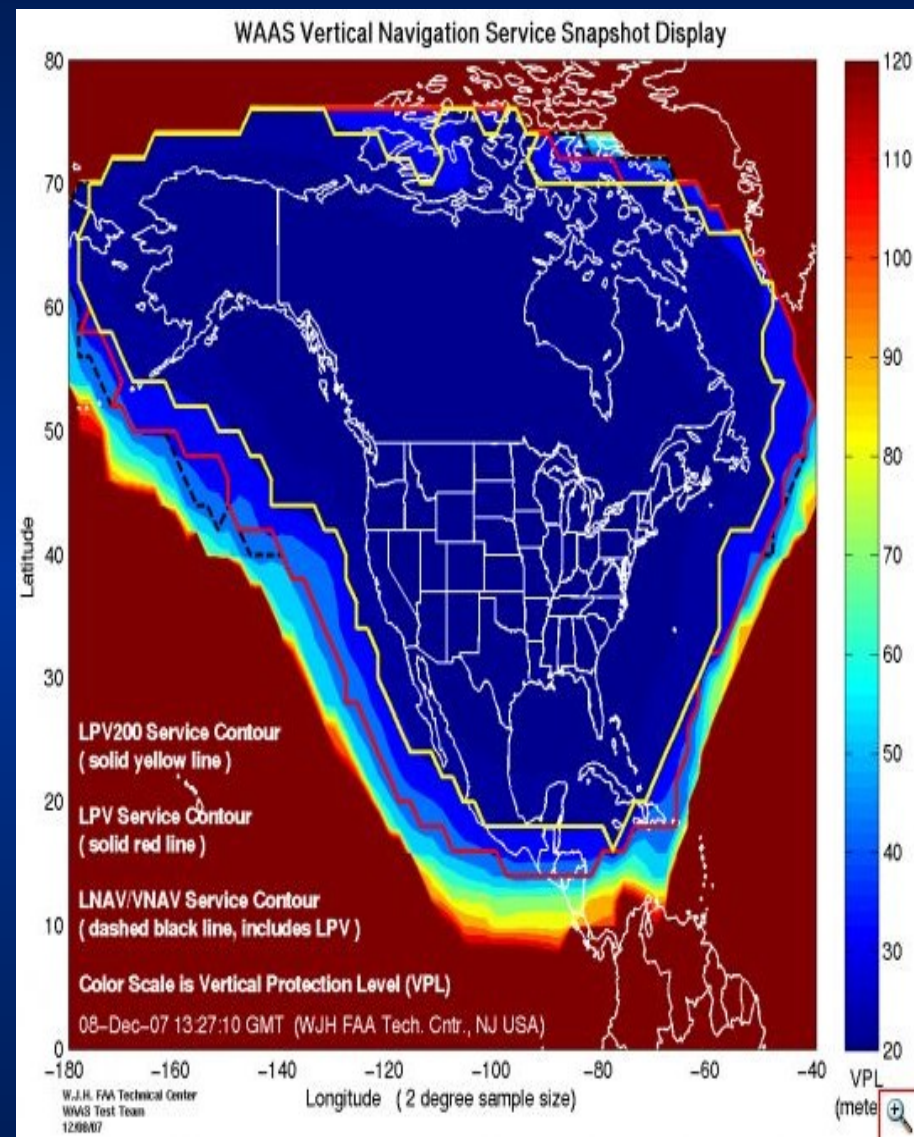
A W.A.A.S Wide Area Augmentation System

A WAAS az Egyesült Államok területén valamint Kanada felett működik. Feladata, hogy a Navstar rendszer 10–20 méteres horizontális pontosságát 1,5–2 m-es pontosságra növelje. Ennek a pontosításnak leginkább a precíziós navigáció terén van jelentősége, mint például a légi közlekedésben. A rendszert az USA Közlekedési Minisztériuma és a Védelmi Minisztériuma közösen üzemelteti.

A WAAS úgy működik, hogy a földi állomások veszik a műholdak jeleit, korrekciót számolnak, és a korigált adatokat elküldik a WAAS holdak számára. A WAAS-műholdak a pontosított adatokat sugározzák a felhasználók vevői felé. Ennek a rendszernek is három szegmense van, úgymint űrszegmens, földi szegmens és felhasználói szegmens.

A WAAS űrszegmenst kettő geoszinkron pályán lévő szatellit alkotja. Az egyik az Anik F1R vagy Telesat, ami a nyugati hosszúság $107,3^\circ$ mentén kapott helyet. A másik a Galaxy 15 vagy PanAmSat, a nyugati hosszúság 133° mentén található. Frekvenciájuk a Navstar holdak L1-es sávjának megfelelő.

A földi szegmenst 38 földi követőállomás, kettő vezérlőállomás, négy betöltőállomás és két operációs irányító központ alkotja. A követőállomások gyűjtik össze a GPS-holdak adatait, majd továbbküldik a vezérlőállomásokhoz, amelyek feldolgozzák az adatokat, és a differenciális korrekciókat továbbítják a betöltőállomásokhoz. A korrekciókat pedig a betöltőállomások továbbítják a WAAS-műholdakhoz. A WAAS holdak pedig ezeket az adatokat sugározzák az L1-es sávban a felhasználói szegmens felé.



A sötétkék területen a legjobb a WAAS vertikális korrekciója

<http://edu-observatory.org/gps/dgps.html>

Civil GPS felhasználók

Egyre több alkalmazás támaszkodik a GPS-re

- Személyközlekedés
- Áruszállítás
- Távközlés
- Emberi élet védelme
- Katasztrófa elhárítás
- Földmérés/Térinformatika
- Környezetvédelem
- Időszinkronizálás
- Precíz mezőgazdálkodás
- Bankügyletek
- Kereskedelem
- Egyéb



GPS JAMMING

Katonai GPS felhasználók

- A GPS alapvetően katonai rendszer
- A katonai GPS vevők sokkal hibatűrőbb berendezések, mint civil társaik



A sebezhető GPS

GPS rendszer alapvető gyengeség, hogy a felhasználói szegmens vevőkészülékeinek bemenetén nagyon kis teljesítményszinten vannak jelen a műholdokról (űrszegmens) érkező mikrohullámú jelek.

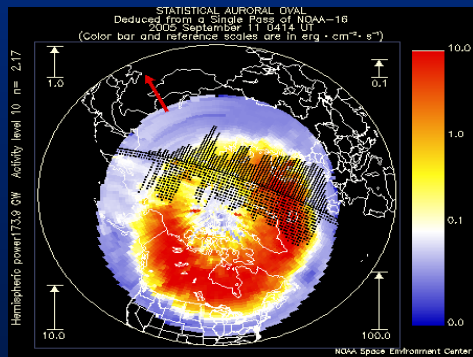
$$SNR = \frac{-160dBW}{4 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot (-204(dBW/Hz))} = \frac{-160dBW}{-138dBW} = -22dB$$

A nagyon alacsony (termikus zajszint alatti) jelszinten történő vétel következményeként a GPS rendszer rendkívül érzékeny a különféle RF (mind a szándékos és nem szándékos). Interferenciákra. A rendszer sérülékenységét tovább fokozza, hogy az alacsony platform dinamika következtében a jelkövető alrendszerben a PLL hurkok elvesztik a követendő jelet.

A mélyen integrált GPS / INS rendszerek magas platform dinamikája megoldást jelenthet az interferencia zavarokból adódó problémák kiküszöbölésére.

Nem szándékos zavarás

- Az ionoszféra okozta interferencia
- Rádióforrások okozta nem szándékos interferencia



Szándékos zavarás

- Jamming
- Spoofing
- Meaconing



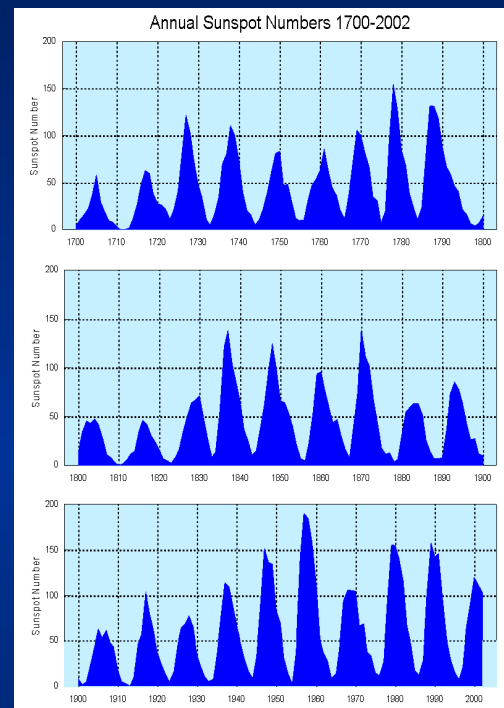
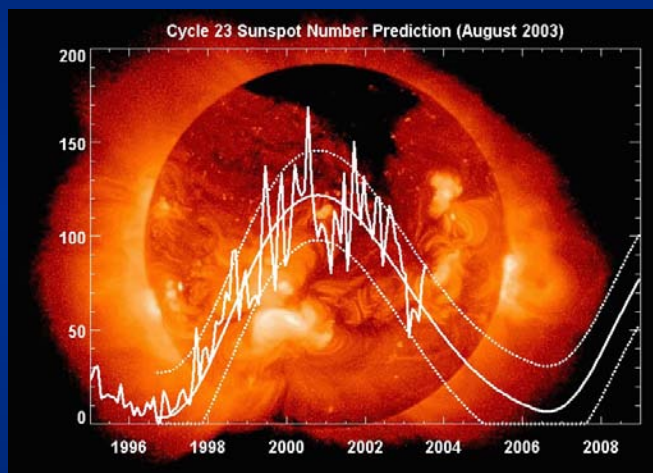
Emberi tényező

- GPS vevők tervezési hibái
- Navigációs rendszerek üzemeltetési hibái
- Felhasználói ismeretek hiánya



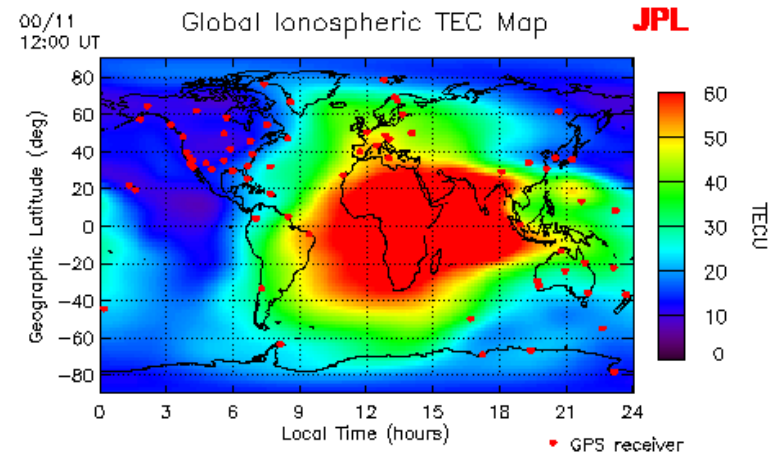
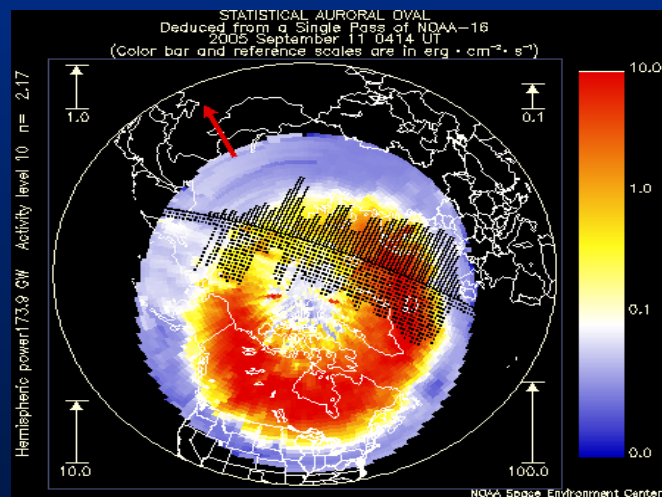
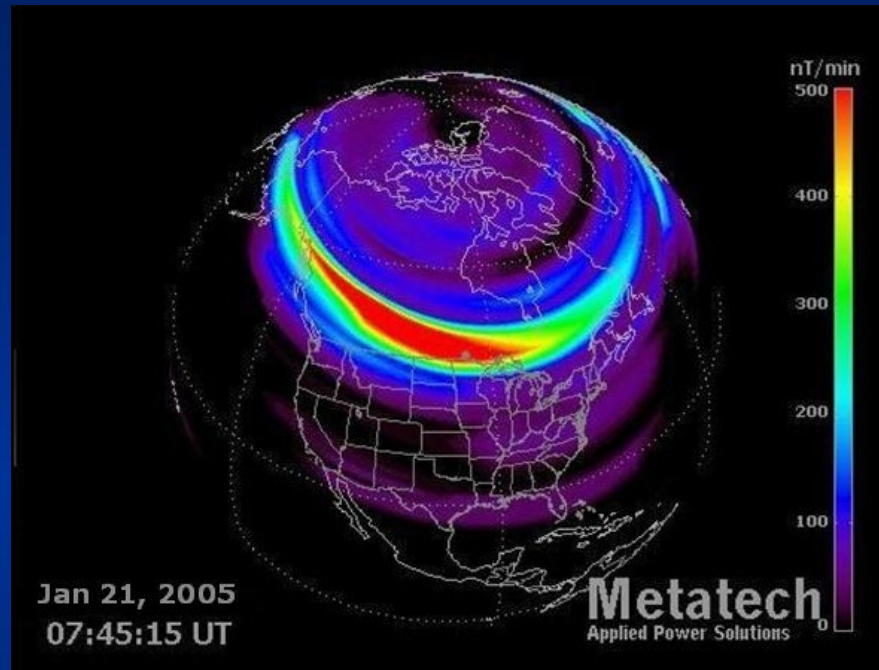
Az ionoszféra okozta interferencia

- Ionoszférikus jelkésleltetés
 - Szabad elektronok okozta refrakció
 - 11 éves, évszakos és napi periódusú változások



- Szcintilláció
 - lokális elektronsűrűség változás okozta gyors amplitúdó és fázisváltozások a jelben → teljes jelvesztést okozhat, soha nem az összes műholdra vonatkozik

- Napkitörések okozta geomágneses viharok (utolsó nagyobb vihar 2005 januárjában volt) a referenciaállomások észlelésein jól nyomon követhető
- Legerősebb hatás a geomágneses egyenlítő és a pólusok környékén



A zavaró hatások csökkentése

- Két(több)frekvenciás vevők használata
- GPS modernizáció – még több civil jel
- Geomágneses vihar előrejelzések figyelemmel kísérése
- A DR (deduced reckoning) navigáció alkalmazása

A deduced reckoning vagy dead reckoning navigáció főleg a közúti közlekedésben kerül előtérbe olyan helyeken, ahol nem lehet vagy nem jól lehet rálátni a GPS műholdakra. Tipikusan alagutak, sűrűn és magasan beépített városi környezet az, ahol használják. Növekvő népszerűségét annak köszönheti, hogy a felhasznált miniatűr giroszkópok ára egyre csökken, és így maga a DR megoldás is egyre több helyen gazdaságossá válik.



Nem szándékos interferencia

Elektromágneses hullámokat kibocsátó berendezések:

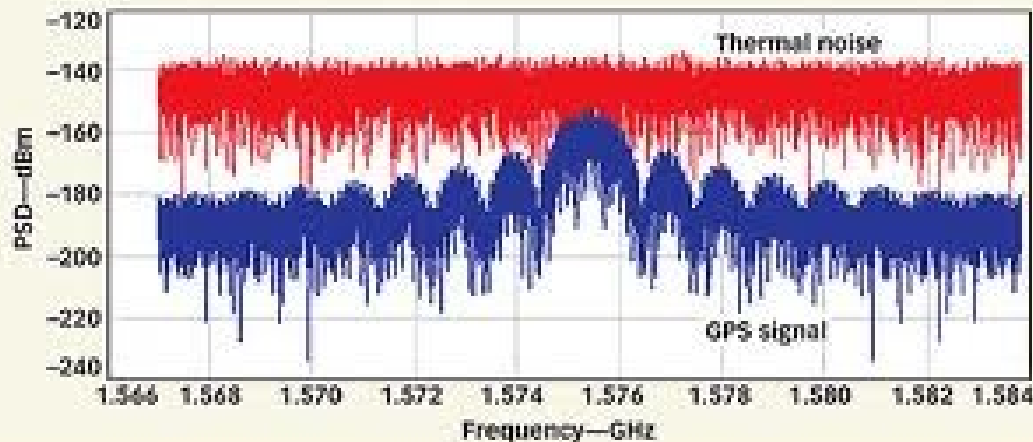
- Minden műszaki berendezés amely funkcionálisan vagy diszfunkcionálisan olyan EM hullámokat emittál, amelyek jellegük által alkalmasak a navigációs eszközök működésének zavarására.

Például:

- Fixen telepített vagy mobil URH adóberendezések
- TV adóberendezések CH23,-66,-67
- Digitális TV adások
- UWB radar és kommunikációs berendezések
- Hibásan működő adóberendezések
- Műholdas Mobil Telekommunikációs Szolgáltatások
- Személyes elektronikus berendezések (pl. mobiltelefonok)
- Rádiolokációs-rádiónavigációs rendszerek

Az interferencia problémák kezelése helyett megoldásokra lenne szükség

- Frekvenciaszabályozás és -védelem
 - Nemzetközi hatóságok: **ITU, WRC, CEPT**,
 - Hazai hatóságok: **NHHH → SIMON**
 - Monitoring – spektrum analízátorral
- 10^{-12} W teljesítményű zavaró jelek mérése!
- a zajforrás lehet időszakos is, nem biztos, hogy jókor mérünk
- nem egyszerű feladat a mérési eredmények interpretálása, a módszer előrejelzésre nem alkalmas
- a megtalált zavaró jel megszüntetése a bürokratikus eljárás miatt hosszadalmas



4. This power-spectral-density (PSD) plot shows the level of thermal noise that a GPS receiver must overcome to extract typical GPS signals.

$$N_T = 4.00 \cdot 10^{-21} \frac{W}{Hz} = -204 \frac{dBW}{Hz} = -174 \frac{dBm}{Hz}$$

$$SNR = \frac{-160dBW}{4 \cdot 10^6 Hz \cdot (-204(dBW/Hz))} = \frac{-160dBW}{-138dBW} = -22dB$$

$$\frac{C}{N_0} = \frac{-160dBW}{-204(dBW/Hz)} = 44dB \cdot Hz$$

A termikus zaj és a GPS jel spektrális teljesítménysűrűség eloszlása

Országos rádiómérő és ellenőrző, zavarelhárító integrált rendszer



SIMON (Spektrum & Interferencia MONitoring)

Országos rádiómérő és ellenőrző, zavarelhárító integrált rendszer

A fix állomásokból álló integrált spektrum monitoring alrendszer

A SIMON projekt első ütemében, 2003 szeptemberére kiépült távkezelt fix állomásokból álló spektrum monitoring rendszer olyan képességbeli hiányt pótol, mely mind ez idáig hiányzott a hírközlési hatóság képességeinek sorából.

A fejlesztés nyomán a magyar hatóság elérte, sőt némileg túl is szárnyalta, az európai igazgatások vonatkozó átlagos muszaki színvonalat. Jelenleg az ország 15 különböző telephelyén, és két gépjárműben működik, a visegrádi utcai monitoring központból távkezelt, rádió-megfigyelő, mérő és irány meghatározó állomás. Ezáltal a hatóság

képessége, a frekvenciahasználat folyamatos megfigyelésére, az engedélyezettől eltérő sugárzások tettenérésére és felderítésére jelentős mértékben megnőtt.

A mobil állomásokból álló integrált rádióellenőrző alrendszer

A SIMON projekt keretében megvalósított beruházások eredményeként a 2004 év végére kialakul az új mobil állomásokból álló integrált alrendszer, mely a rendszerintegráció nyomán egységes mérőszolgálati rendszert alkot a fix állomások alrendszerével. A korábbi tíz mérő-gépkocsi helyébe nyolc, célirányosan kialakított, fejlett technikai szín-

vonalat képező mobil mérőrendszer került alkalmazásba, a rádióellenőrző, rádió-felderítő és rádió-zavarvizsgáló operatív feladatok ellátására.

A mobil állomásokból álló integrált rádióellenőrző alrendszer

A SIMON projekt keretében megvalósított beruházások eredményeként a 2004. év végére kialakul az új mobil állomásokból álló integrált alrendszer, mely a rendszerintegráció nyomán egységes mérőszolgálati rendszert alkot a fix

állomások alrendszerével. A korábbi tíz mérő-gépkocsi helyébe nyolc, célirányosan kialakított, fejlett technikai színvonalat képező mobil mérőrendszer került alkalmazásba, a rádióellenőrző, rádió-felderítő és rádió-zavarvizsgáló operatív feladatok ellátására.

A kiegészítő alrendszerek

Az országos mérőszolgálati rendszer működése, az integrált alrendszerek mellett a kiegészítő alrendszerek működtetésével teljes.

Interferencia bejelentés

U.S. COAST GUARD
NAVIGATION CENTER
 THE NAVIGATION CENTER OF EXCELLENCE

Navigation Center News: August 25, 2004

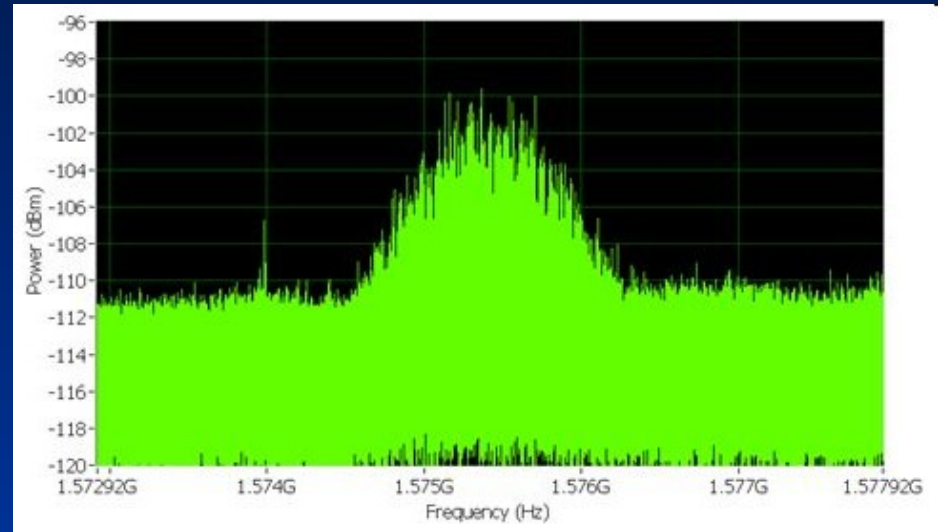
U.S.-EU AGREE ON SAT NAV
 The United States and the European Union reached an agreement covering their satellite navigation services, the U.S. Global Positioning System, and Europe's planned Galileo system.

HAVE A GPS OR DGPS PROBLEM?
 If you have experienced a DGPS or GPS problem we would like to know about it. Please report problems via our [GPS Problem Report Page](#) or our [DGPS Problem Report Page](#). Thank you in advance!

LORAN-C PROPOSED CHANGES
 The U.S. Coast Guard is considering moving LORAN Station Port Clarence to Nome, AK. This proposal will affect the coverage provided by the 7960 Gulf of Alaska and 9990 North Pacific LORAN chains.

2004 LL CORRECTION UPDATE
 All online versions of the [2004 Light List](#) are now available and are updated through USCG LNM 31-04. Each volume will be updated monthly.

PRINTING PAPER LNM CEASED
 Effective April 1st, 2004, to improve service and reduce costs, the USCG is moving to issuance



Software Defined Receiver and Spectrum Analyzer

Az amerikai parti őrseg (USCG) navigációs központja nyilvántartja a világ bármely pontján észlelt GPS vételi problémákat.

A <http://www.navcen.uscg.gov> weboldalon lehet bejelenteni az interferencia-gyanús észlelési problémákat.

A bejelentéseket kiértékelik és 30 napon belül válaszolnak

GPS Information COM Config STOP

Satellites Visible to Receiver

Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#	Sat#
31	32	22	14	30	5	11	18	12	0	0	0
C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N	C/N
49	49	51	46	45	36	0	42	40	0	0	0

Latitude: 30.408755 Longitude: 97.725108 Altitude (meters): 228.00000

Velocity (km/hr): 0 Precision Dilution: 2 Position Fix: FIXED

GPS Jamming

Szándékos GPS zavarás



- A katonai védelem jól ismert módszere, a rádiólokációval együtt született
- A GPS katonai felhasználásának gyors terjedésével párhuzamosan fejlődött
- Jelentős veszélyt jelent a civil felhasználókra

GPS Jamming



Professor David Last
Consultant Engineer and Expert Witness

<http://www.professordavidlast.co.uk/downloads.aspx?pt=publication>

Professor David Last is a Consultant Engineer and Expert Witness specialising in Radio Navigation and Communications Systems. He is a Professor Emeritus at the University of Wales, Bangor and Immediate Past-President of the Royal Institute of Navigation. He acts as a consultant on radio-navigation and communications to companies and to governmental and international organisations and is active as an Expert Witness, especially in forensic matters concerning GPS.



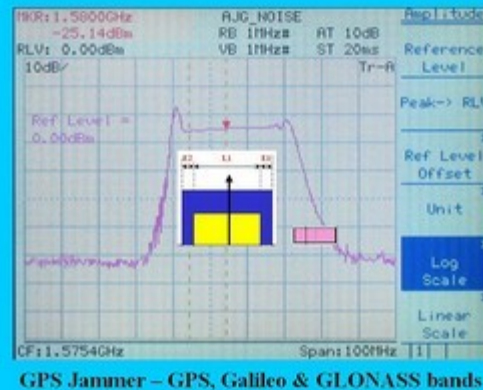
Specifications (GPRSS)

Frequency for Europe	GPS L1 System, C/A Code, GPRSS, GPRSS & L1/L2/L3/L4
Frequency for America	GPS L1 System, GPRSS, GPRSS & L1/L2/L3/L4
Coverage	25 ~ 40 Miles Radius
Current	6A
Power	2000Watts/GPS jam, others 1.5W, 50W & 5W



2 Watt GPS & Mobile Phone Jammer

Picture: <http://www.gpsjammers.org.uk/gps-jammer>
http://www.gps-jammer.org.uk/GPS_jammer_and_its_impact_on_navigation.pdf



GPS Jamming

Szakértők szerint már nagyon olcsón beszerezhetők olyan gps-zavaró eszközök, amelyekkel akár több tíz kilométerre lévő navigációs eszközöket lehet megzavarni, vagy némi manipulálással használóját eltéríteni - számolt be a BBC.

Erről egy brit szakkonferencián beszéltek szakértők, akik a rendezvényen elmondták, az egyszerűbb, a gps-ek megzavarására használható eszközöket egyre nagyobb számban értékesítik a feketepiacon. Ennél aggasztóbb azonban, hogy már léteznek olyan bonyolult támadási megoldások is, amelyek segítséggel műholdas navigációval és lappal felszerelt hackerek módosítani tudják, hogy célpontjuk navigációs eszközén mit lát majd, ezáltal pedig akár könnyen téves útvonalra irányíthatják.

A gyenge gps-jel miatt sérülékeny a rendszer

Mindez annak köszönhető, hogy a földi navigációs rendszer működését biztosító, a Föld körül keringő műholdak nagyon gyenge jelet sugároznak bolygónk felszínére, amelyet a navigációs eszközök fognak - nyilatkozta David Last professzor a BBC-nek, aki korábban egy ebben az iparágban tevékenykedő szervezet elnöke volt.

Last úgy véli, az amerikaiak által kidolgozott, és az ország által üzemeltetett, de globálisan bárki számára hozzáférhető gps-rendszer működése esetében a gyenge jelerősség nagyobb problémát jelent, mint annak a veszélye, hogy mondjuk üzembizalom miatt kiesik egy műhold belőle.

Hajót, kamiont is eltéríthetnek

A professzor véleménye szerint mivel a beérkező jel igen gyenge, a Földről viszonylag egyszerűen el lehet nyomni azt erősebben sugárzott rádiójelekkel. Előfordulhat, hogy a jeleket nem szándékosan zavarják meg, például kalóz tévécsatornák működtetői, de hackerek és bűnözők szándékosan is kihasználhatják az ebben rejlő lehetőséget.

GPS Jamming

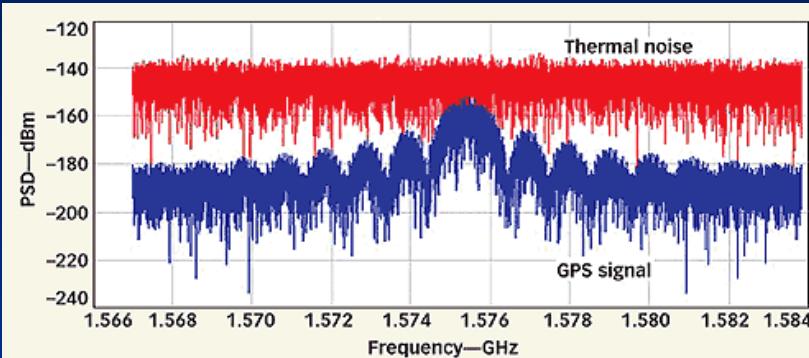
Last szerint ugyan a hadszíntereken már régóta használnak gps-zavaró eszközöket az ellenség tájékozódásának megnehezítése végett, ám mostanra már az interneten is viszonylag egyszerűen beszerezhetők erre alkalmas eszközök. Noha egy tipikus online rendelhető, hordozható jelzavaró teljesítménye nem azonos egy katonai típussal, a szakértő szerint ez is alkalmas arra, hogy akár több tíz kilométerre lévő gps-navigációs eszközt megzavarjanak vele. Egy ilyen ketyere ráadásul akkumulátorról órákon át működtethető, és már 30 ezer forintnak megfelelő összegért be lehet szerezni. Drágább, nagyobb teljesítményű eszközzel a gps-ek frekvenciája mellett akár a mobiltelefonokét is meg lehet zavarni. Ennél is nagyobb veszélyt jelent azonban, hogy a megfelelő jelek sugárzásával a gps-vevőket át is lehet verni, így azok nem azt a pozíciót fogják mutatni, ahol használójuk valóban tartózkodik, hanem egy olyan pontot, amelyet mondjuk egy hacker küld feléjük laptopjáról. Ezzel a módszerrel akár hajókat, kamionokat is félrevezethetnek és törbe csalhatnak, Last várakozásai szerint ugyanis egy-két éven belül a profi "eltérítések" kivitelezéséhez szükséges felszerelés a bűnözők kezébe kerül majd.

Nem tudni, hogyan lehet védekezni

Egyes esetekben nem csupán navigációra, hanem a pontos idő megállapítására is használják a rendszert - a gps-műholdakban atomórák működnek - de ezt az információt is meg lehet manipulálni a fent említett felszerelésekkel. Ezen kívül a gps-zavaró felszereléssel akár a műholdas navigációt használó útdíj-használatot ellenőrző szolgáltatásokat is át lehet verni, de akár arra is alkalmasak, hogy a dolgozók megakadályozzák velük azt, hogy céges járművük útját nyomon kövessék.

GPS Jamming

szándékos GPS zavarás



4. This power-spectral-density (PSD) plot shows the level of thermal noise that a GPS receiver must overcome to extract typical GPS signals.



Egy 100 Wattos izzó 10^{18} -szor nagyobb teljesítményű, mint egy GPS műhold jele a vevő antennánál!

Ismert, hogy a GPS műholdak által kisugárzott jelek a Föld felszínét elérve már rendkívül kis (tipikusan -130 dBmW) teljesítmény szintűek. Mint bármely más rádiójelet, a GPS jeleit is lehet zavarni. Egy pikowatt (10^{-12} W) teljesítményű interferencia forrás is elegendő a GPS jel tönkretételéhez.

Megjegyzés: 0dBmW=1mW, 50dBmW=100W

Jelenleg egyetlen civil GPS frekvencia létezik, a civil vevők döntő többsége egyfrekvenciás. A modulált kód jól ismert.

A GPS zavaró technológia nem titkos, az egyszerű, néhány elektronikai alkatrészből (akár kiskorúak által) házilag összeszerelhető GPS zavarók elkészítésére vonatkozó részletes információk számtalan verzióban megtalálható az Interneten. Az iparilag (high-tech) előállított GPS zavaró készülékek (mennyiségtől és minőségtől függően 10-500 USD/db áron) bárki által szabadon vásárolhatók.

GPS Jamming

A zavaró jel típusa lehet:

- keskenysávú folyamatos adás (CW) a GPS sávban,
- szélessávú folyamatos adás sáv átfedéssel,
- szórt spektrumú (spread spectrum) GPS jelhez hasonló
- egyéb

GPS Spoofing

A gyanútlan GPS felhasználó megtévesztésére valódinak tűnő hamis C/A jelek kisugárzása által. A valóságos és a GPS vevő által számított pozíciók egymástól eltérőek. A GPS spoofing gyakorlatilag nem más, mint elektronikus jelsorozatok hamisításán alapuló, a GPS eszköz használója számára megtévesztő földrajzi pozíciókat szolgáltató művelet. A megtévesztő műveleteknek nagyon súlyos következményei lehetnek pl. gyerekeket, vagy veszélyes anyagokat szállító járművek törbe csalása.

GPS Meaconing

A „Mearoning” olyan - GPS navigációt zavaró (jelvételen és késleltetett jelvisszasugárzáson alapuló) eljárás, amelynek alkalmazásával hatékonyan megzavarhatók az ellenség elektronikus navigációs eszközei

Közismert tény, hogy a hatékony elektronikai zavarás megvalósításához kisebb zavaróteljesítmény is elég, ha a zavaró adó és a lefogandó vevő közötti távolságot megfelelő mértékben tudjuk csökkenteni.

.A hatékony rádiózavarást az alábbi tényezők befolyásolják:

- a lefogandó összeköttetés adójának teljesítménye;
- az adó által használt antenna nyeresége a vevőberendezés irányában;
- a lefogandó vevő érzékenysége;
- az alkalmazott üzemmód (zavarállóság, jelfeldolgozási eljárás);
- a zavaró berendezés teljesítménye;
- a zavaró állomás antennájának nyeresége a lefogandó vevő irányában;
- a zavarandó összeköttetés távolsága és az azon fellépő szakaszcsillapítás;
- a zavaró adó és a lefogandó vevő távolsága, az azon fellépő szakaszcsillapítás;
- a hullámterjedést befolyásoló tényezők;
- az üzemi frekvencia;
- a zavaró adó üzemmódja, az adó által létrehozott zavarjel karakterisztikája

$$K_{z \min} = \frac{P_z}{P_j}$$

Ahol:

P_z - a vevő bemenetén megjelenő zavarjel teljesítménye

P_j - a vevő bemenetén megjelenő hasznos jel teljesítménye

Ha **$K_{z \min}$** ismert és adottak az állomások technikai, valamint elhelyezkedési paraméterei, akkor a hatékony lefogáshoz szükséges minimális zavaró teljesítmény a következő összefüggés alapján határozható meg:

$$P_{z \min} = K_{z \min} \frac{P_J G_J D_z^2 \Delta f_z}{G_z D_J^2 \Delta f_v \vartheta_z}$$

$$N_T = 4.00 \cdot 10^{-21} \frac{W}{Hz} = -204 \frac{dBW}{Hz} = -174 \frac{dBm}{Hz}$$

$$SNR = \frac{-160 dBW}{4 \cdot 10^6 Hz \cdot (-204 (dBW/Hz))} = \frac{-160 dBW}{-138 dBW} = -22 dB$$

$$\frac{C}{N_0} = \frac{-160 dBW}{-204 (dBW/Hz)} = 44 dB \cdot Hz$$

ahol:

P_{zmin} - a hatékony zavaráshoz szükséges minimális teljesítmény;

K_{zmin} - lefogási tényező;

P_J - a lefogandó összeköttetésben dolgozó adó (műhold adó) teljesítménye;

G_J - a lefogandó összeköttetésben dolgozó adóantenna (műhold adóantenna)nyeresége a (GPS) vevőkészüléke irányában;

G_z - a zavaró állomás antennájának nyeresége a vevő irányában;

D_z - a zavaró állomás és a vevő közötti távolság;

D_J - a lefogandó összeköttetésben dolgozó adó és vevő közötti távolság;

Δf_z - a zavarjel sávszélessége;

Δf_v - a vevőkészülék vételi sávszélessége;

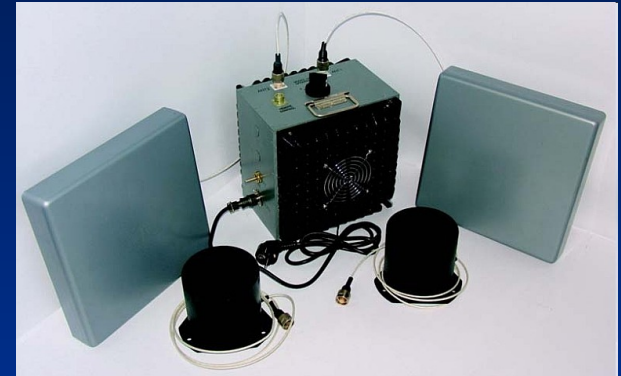
ϑ_z - polarizációs egyeztetési tényező.

Az elméleti számítások és gyakorlati tesztek igazolják, hogy a GPS vevő bemenetén már $10^{-12} W$, azaz pW teljesítményű (megfelelő karakterisztikájú) zavarójel teljes jelvesztést okozhat.

GPS Jammers

- **Nagyteljesítményű (kW-MW) katonai jammerek**

- Többféle karakterisztikájú zavaró jelet tudnak kibocsátani
- Nagyon drágák (több ezer, akár millió dolláros eszközök)
- Könnyen bemérhetők és megsemmisíthetők



katonai jammer

- **Kisteljesítményű (0.01- 0.1W) jammerek**

- Egyszerű felépítésűek (hobby elektronikai boltokban kapható alkatrészekből házilag megépíthetőek)
- Előállításuk olcsó (néhány 10-100 dollár) többek között tömeggyárthatóságban és tömeges alkalmazásukban rejlik az igazi veszélyük.



kínai tömegtermék

1W-os GPS jammer

Russian GPS jammers

National Air Intelligence Center, AIA

Unclassified



Text for the left knob: Freq Dev (0-6 MHz)

Text for the right knob: FM Mod (44-270 Hz)

Unclassified

7737015697

F-186601

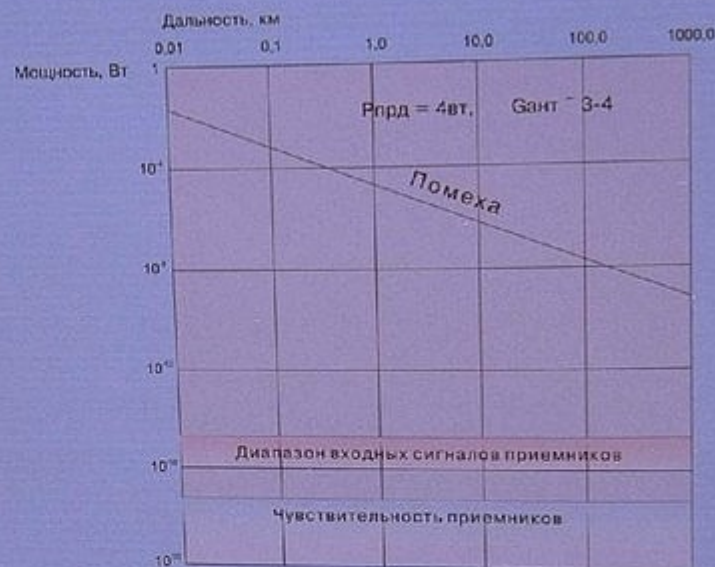
<http://www.qsl.net/n9zia/wireless/pics/gpsjam-7.jpg>

Russian GPS jammers

National Air Intelligence Center, AIA

Unclassified

установка по периметру
границы и около важнейших объектов



Unclassified

7737015697

F-186603

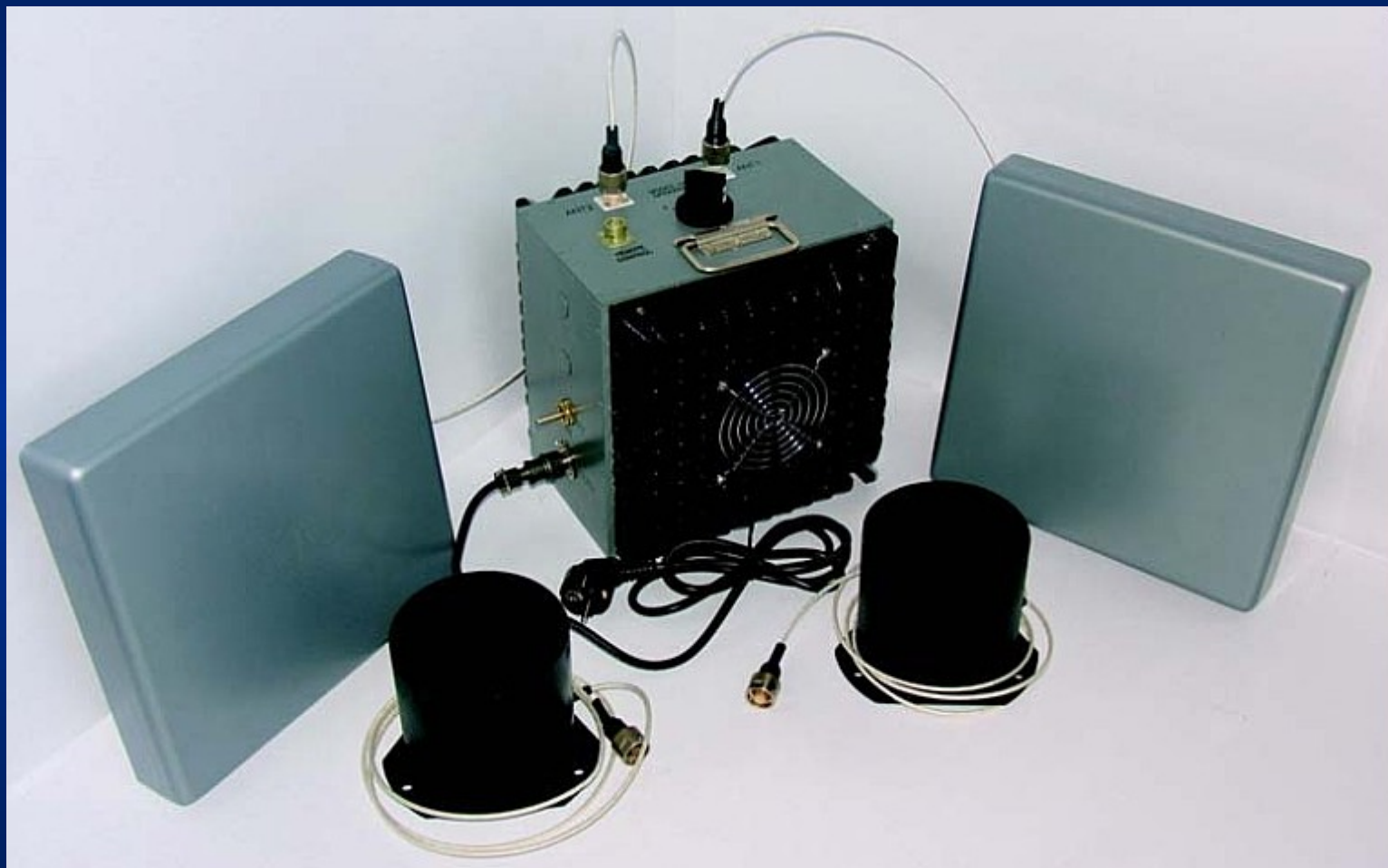
Technical Characteristics



- Operating Range - 150-200 km
- Output Power - 4 W
- Antenna Gain Factor - 3-5
- Transmitter Weight (without power supply) - 8-10 kg
- Power Consumption - <25 W
- Electrical Requirements - +15V 1.5A; - 6V 1.5A
- Text for the left knob: Freq Dev (0-6 MHz)
- Text for the right knob: FM Mod (44-270 Hz)

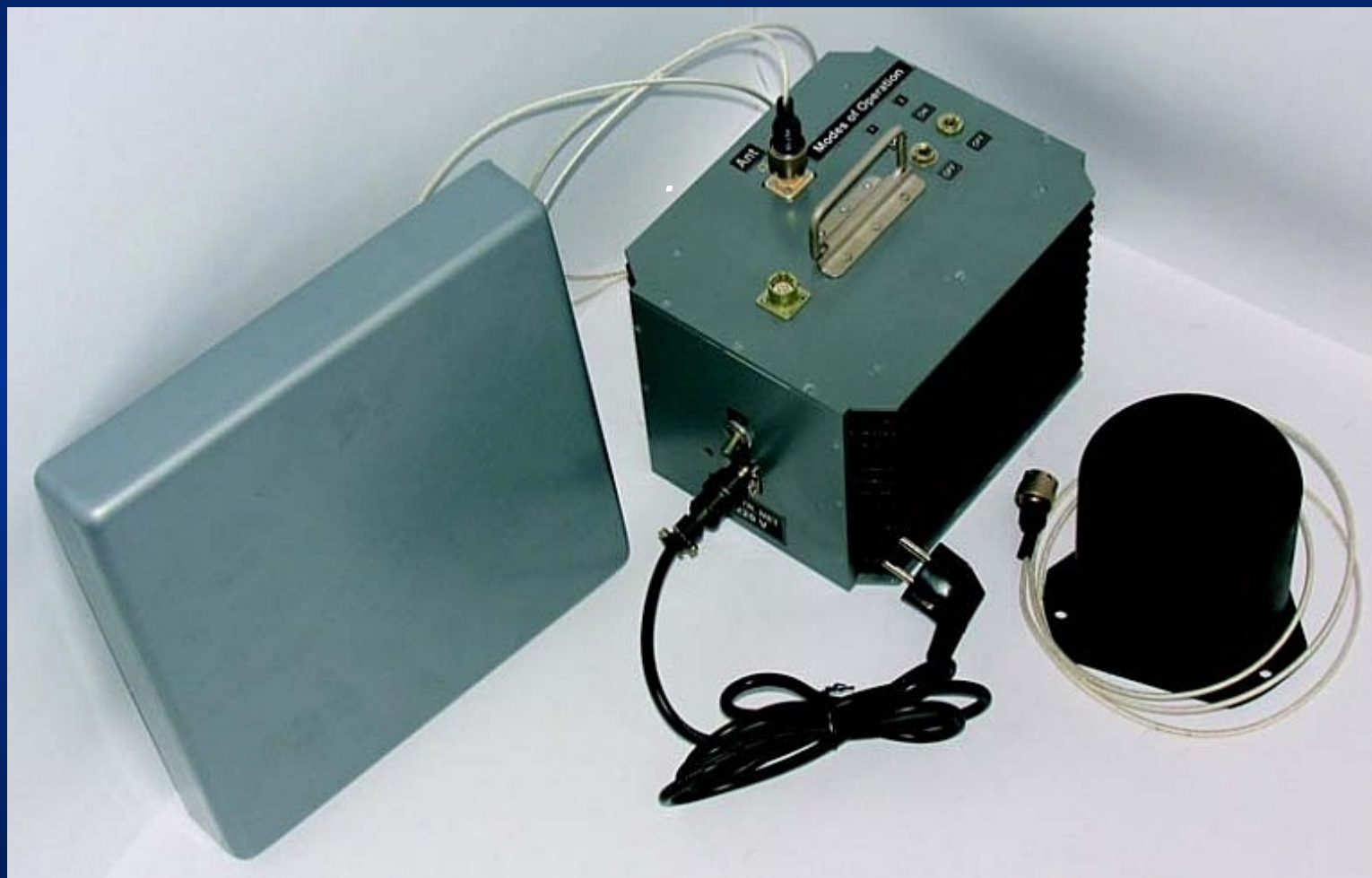
THE RUSSIAN FIRM AVIACONVERSIA MARKETING AND DISPLAYED ITS PORTABLE GPS AND GLONASS JAMMER AT THE MOSCOW AIR SHOW '97, 19-24 AUG 97, IN MOSCOW, RUSSIA. THE 4-WATT JAMMER JAMS CIVILIAN AND MILITARY FREQUENCIES OF GPS AND GLONASS UP TO A RANGE OF 200 KM. PROTOTYPE AT THE SHOW - LOOKING FOR BUYERS.

Aviakonversiya GPS/GLONASS GNSS Signal Jammers



Aviakonversiya high power GNSS jammer.

Aviakonversiya GPS/GLONASS GNSS Signal Jammers



Aviakonversiya low power GNSS jammer

THE REPORTING OFFICER (RO) SPOKE WITH DR. OLEG ((ANTONOV)), DIRECTOR OF AVIACONVERSIA (ADDRESS - 103009 MOSCOW, TVERSCAYA, D.27-2, OFFICE-88, TELEPHONE/FAX +095 2995454) ABOUT THE GPS/GLONASS JAMMER AT THE MOSCOW AIR SHOW '97, IN MOSCOW, RUSSIA. THE JAMMER SHOWN IN ENCL 1 AND 2 IS FULLY FUNCTIONAL - THIS IS NOT A CONCEPT. DR. ANTONOV SAID THAT HIS COMPANY WAS WITHIN A WEEK OF FINALIZING THE NEXT GENERATION GPS/GLONASS JAMMER THAT REDUCES THE SIZE AND MASS OF THE JAMMER BY SLIGHTLY OVER 50 PERCENT. DR. ANTONOV SAID THAT HE HAS ALREADY RECENTLY MARKETED THE JAMMER IN THE MIDDLE EAST AND SAID HE HAS SEVERAL POTENTIAL CUSTOMERS THERE. HE DECLINED TO ELABORATE FURTHER AS TO WHO MAY HAVE ALREADY CONTRACTED FOR HIS JAMMER. DR. ANTONOV SAID THE SOPHISTICATION OF THE SIGNAL JAMMERS WAS BEYOND THE TECHNICAL ABILITY OF HIS MIDDLE EASTERN CUSTOMERS. HE SAID THAT BESIDES RUSSIA, ONLY FRANCE, THE UNITED STATES, GERMANY, ITALY, SWEDEN/NORWAY, AND POSSIBLY ISRAEL ARE ABLE TO BUILD THESE SOPHISTICATED SIGNAL GENERATORS. TO INSURE THE BOX WAS ACTUALLY FUNCTIONAL, THE RO ASKED FOR DR. ANTONOV TO DEMONSTRATE THE SYSTEM. DR. ANTONOV AGREED TO AND BEGAN TO CONNECT THE POWER SUPPLY. WHEN TH RO ASKED IF HIS JAMMING MAY INTERFERE WITH AIRCRAFT IN THE VICINITY, DR. ANTONOV SAID THAT WHILE SOME PILOTS USE GPS AS PART OF THEIR NAVIGATION PACKAGE, GPS IS NOT LISTED INTERNATIONALLY ANYWHERE AS AN AIRCRAFT COMPONENT AND INDICATED ITS NAVIGATION USE CONSEQUENTLY DID NOT NEED TO BE RESPECTED. AT THIS POINT, THE RO DID NOT WANT TO BECOME POTENTIALLY PARTIALLY RESPONSIBLE FOR ANY AVIATION MISHAP THAT MIGHT RESULT. INSTEAD OF TURNING ON THE JAMMER, THE RO ASKED DR. ANTONOV TO UNSCREW THE BACK ASSEMBLY AND HEAT SINK SO THAT THE RO COULD INSPECT THE COMPONENTS. DR. ANTONOV TOLD THE RO THAT THE JAMMER HAD TWO MODULES. THE FIRST MODULE CONTAINED FOUR SIGNAL GENERATORS THAT INDIVIDUALLY JAMMED THE FREQUENCIES OF CIVILIAN GPS, MILITARY GPS, CIVILIAN GLONASS, AND MILITARY GLONASS. AS DR. ANTONOV WAS STARTING TO UNSCREW THE PLATES, THE RO KNEW THAT HE WAS LOOKING AT A FUNCTIONAL DEVICE.

THE GPS / GLONASS JAMMER HAS AN OUTPUT POWER OF 4 WATTS AND CAN EFFECTIVELY DENY USE OF GPS IN AN AREA RANGING AS FAR AS 150-200 KM.

DR. ANTONOV SAID THAT HE HAS ALREADY WORKED IN CONJUNCTION WITH THE RUSSIAN MILITARY WITH DIRECTIONAL ANTENNAS FOR HIS JAMMER SO THAT IT CAN BE USED TO DIRECTIONALLY JAM WHILE MAINTAINING SAFE AREAS FOR FRIENDLY FORCES TO ACCESS GPS OR GLONASS. THE COEFFICIENT OF ANTENNA AMPLIFICATION RANGES FROM 2-5, DEPENDING ON THE TYPE OF ANTENNA USED. THE ELECTRICAL INPUT SUPPLY IS EITHER BATTERY OR DC LINE VOLTAGE. DR. ANTONOV PRODUCED BOTH 15 V AND 6 V SUPPLIES THAT RAN OFF OF 230 VOLTS LINE INPUT. THE JAMMER DISSIPATES 25 WATTS WHEN IN USE AND WEIGHS BETWEEN 8-12 KG WITHOUT BATTERIES, DEPENDING ON THE CONFIGURATION. IN THE FRONTAL VIEW OF THE JAMMER SHOWN IN BOTH ENCL 1 AND 2, TWO KNOBS CAN BE SEEN AT THE BASE. THE LEFT KNOB IS FOR FREQUENCY MODULATION, AND RANGES FROM 0-6 MHZ. THE RIGHT KNOB IS FOR "VELOCITY CHANGE OF MODULATION" AND RANGES FROM 44-270 HZ. A PORTION OF THE ABOVE DATA IS CONTAINED IN ENCL 3, WHICH IS IN RUSSIAN. THE RO HAD ENCL 3 LOOSELY TRANSLATED, VERBALLY. 3. (U) DR. ANTONOV SAID HIS NEXT TESTING WOULD BE ON AN AIRBORNE PLATFORM, WITH THE ASSISTANCE OF THE RUSSIAN MILITARY. HE SAID THAT, IN A PREVIOUS TEST, FOUR TYPES OF GPS AND GLONASS DEVICES, TO INCLUDE ONE PRODUCED BY MAGELLAN, WERE SUBJECTED TO JAMMING AT REMOTE DISTANCES AND ALL THE NAVIGATION DEVICES FAILED IN THE FACE OF THE JAMMING. HE SAID THAT HE HAD STRONG INDICATIONS THAT HIS TEAM, WORKING WITH THE RUSSIAN MILITARY, SUCCESSFULLY JAMMED A DEVICE WITH P-CODE CAPABILITY. WHEN THE RO ASKED FOR MORE DETAIL ON THIS, DR. ANTONOV WOULD NOT ELABORATE.

Válogatás az az interneten eladásra kínált GPS zavaró készülékek arzenáljából

The GPS jammer serves to jam the GPS method spy tracer equipment. Have it to protect your property or people been traced. It eliminates the signal of GPS transmitter very efficiently which can cover 6 meters radius area. Enough for a car or a personal.

Technical specs:

Power supply: 12V

Current: 400mA

Power of signal jamming: 100mW

The impedance of antenna: 50Ω

Working band L1 system: 1450 to 1600Mhz

Operation temperature: -15 to +60C

Size: 115*35*10mm



Powered by DIYTrade.com

Description: **Exclusive 4-band GPS Cell Phone Signal Jammer** is a ultimate feature-rich *anti-tracking device*. Allows you to disable all GSM GPRS UMTS networks and GPS devices. The universal design ensure to block worldwide GPS signals and all mobile phone networks which the trackers are working on. The featured GPS Cell Phone Signal Jammer could works continuously for long time protection.

Specifications:

- Frequency (European): GPS L1, GSM900, GSM1800, 3G
- Frequency (American): GPS L1, GSM850, GSM1900, 3G
- Typical Coverage GSM & 3G: 0.5-10 meters (depends on signals)
- Typical Coverage GPS L1: 10-20 meters
- Output Power: 70 dbm
- Power Source: Battery and power adaptors
- Working Current: 900-1000mA
- Battery Lithium-ion battery: 3.7V 2600mAh
- Battery life 2.5-3 hours, recharge needs 2.5 hours
- Power Adaptor: AC adaptor 110-250V, DC 5V 2000mA
- Car adaptor: 12-24V, DC 5V 2000mA
- Antenna Interface: 4xOmni SMA 3dB antennas
- Dimensions (LxWxD): 113/163 x 59 x 24 mm
- Weight: Jammer/0.195kg, package/0.5kg
- Operationg Temp: 0-50 degree
- Humidity: 5% - 80%



Attól tart hogy társa, főnöke, vagy bárki más GPS nyomkövetőt rejtett autójába vagy táskájába hogy nyomon kövesse önt?

Jelenlegi ajánlat: -

Nincs minimálár! 

fix Fix ár

45 000 Ft

Vegye meg most! 

Kosárba! 

Amennyiben a termékre érvényes licitet tesz, akkor a Vatera szabályzata és a PTK 211. § szerint is köteles az aukció tárgyát átvenni az eladótól!

Aukciófigyelő

Áru mennyisége: 1 db

Az aukció kezdete: 2010/08/16 01:54:54

Az aukció vége: 2010/09/06 01:54:54

Állapot: Új

Szállítási költség: Vevő

Fizetési mód: Utánvételi postázva

Garancia: 6 hónap

Számlaadás: Nincs

Az áru helye:



Megújult a Vaterafutár!
Rendeljen futárt az ország egész területére 1000 Ft-tól!





Eladó: **sentine1 (6)**  100%

Regisztráció időpontja:

 Kérdezzen az eladótól!

Az eladó további termékei

Ez a GPS blokkoló a megoldás.

- 8-10 m-es hatótávolság,
 - Tölthető akkumulátor, töltővel,
 - Egy feltöltéssel 4-5 órás üzemidő,
 - Autóstöltővel (szivargyújtórol),
- Azonnal átvehető!**

Covert Portable GPS Jammer TG110C

Specification:

Main Function: GPS Frequency
Jammer

Working Band: 1500-1600MHz

Typical Coverage: 3-15 meters

Transmit Power: 10dBm

Typical Battery Life: 3 hours

Working Temperature: -0 deg C to
+50 deg C

Dimensions: 96x45x17mm (no
antenna) 169x45x17mm (with antenna
attached) (L x W x D)

Product Notes:

Easy to conceal

Full metal casing

Charge and Operation Indicator LEDs

Package Contents:

1 x Model TG110C GPS Jammer

1 x Car Charger

1 x Mains Charger (100-240V)

1 x Detachable Antenna

Unit Price:
US \$142.11 - 168.42 / lot
3 pieces / lot, \$45.74- 56.14 / piece
Min. Order: 1lot



Covert Portable GPS Jammer 3pcs/lot Freeshipping + DHL+
Dropshipping

Homebrew Electronics

The Black Spot - GPS Jammer with 3.4W EQP

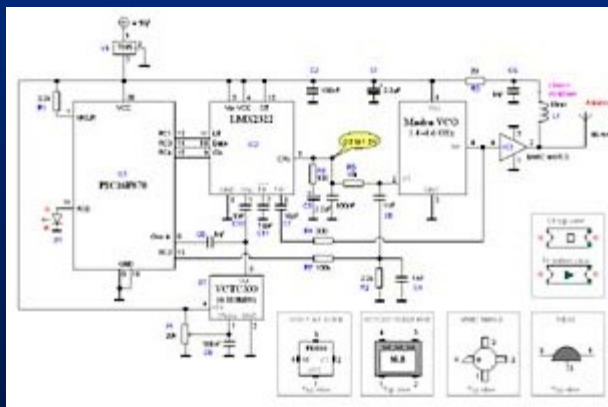
Background

Nowadays people has very high believe in technical machines and electronic devices.

Electricity and electronic is implemented in all our products and we trust it with our lives. People travel deep into unknown forests and sail far out on the open sea trusting the electronic to guide the way.

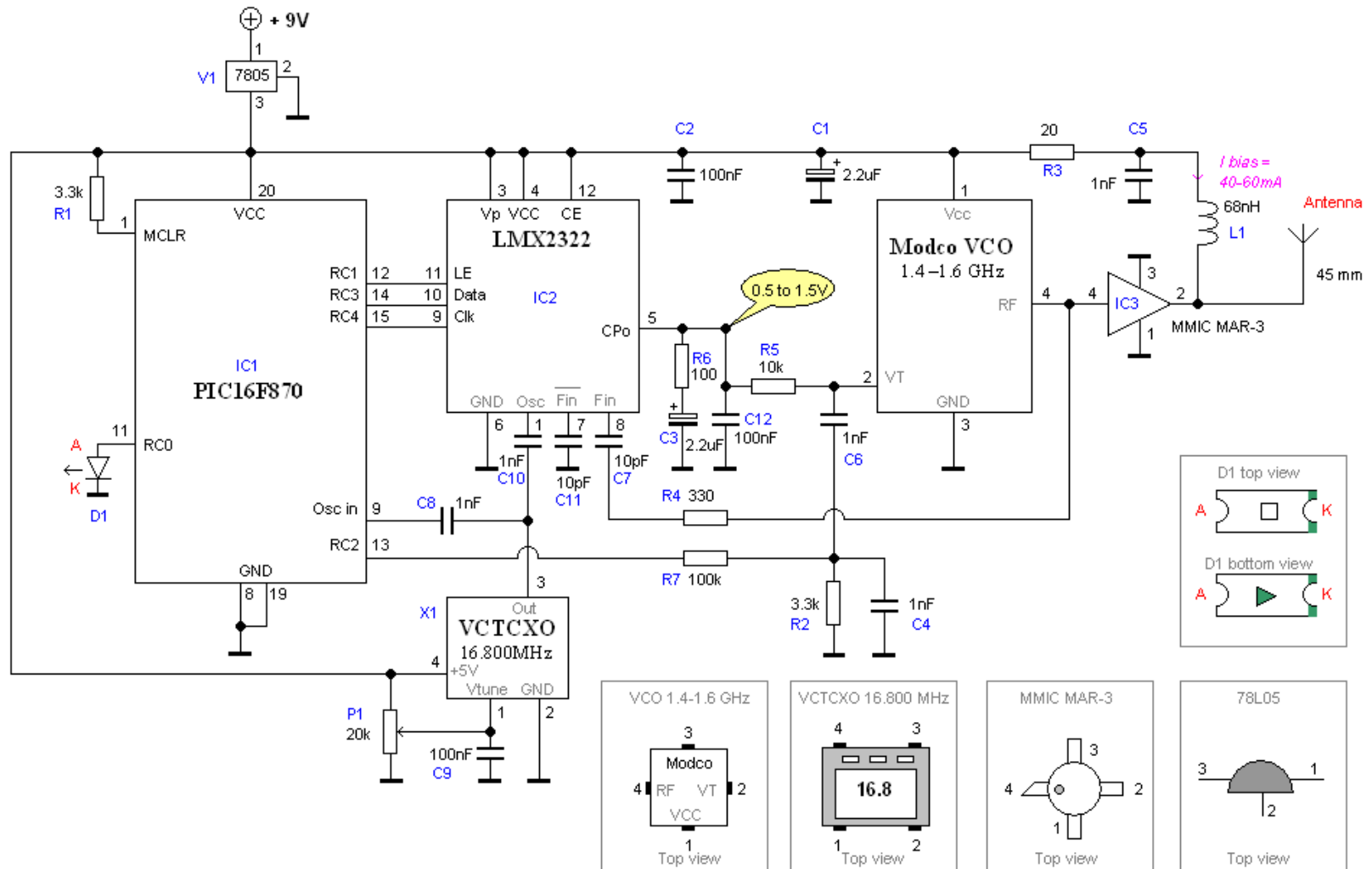
What will happen when the electronic fails?

Maybe this project will open your mind and make you think twice before you put your life into electronic machines.



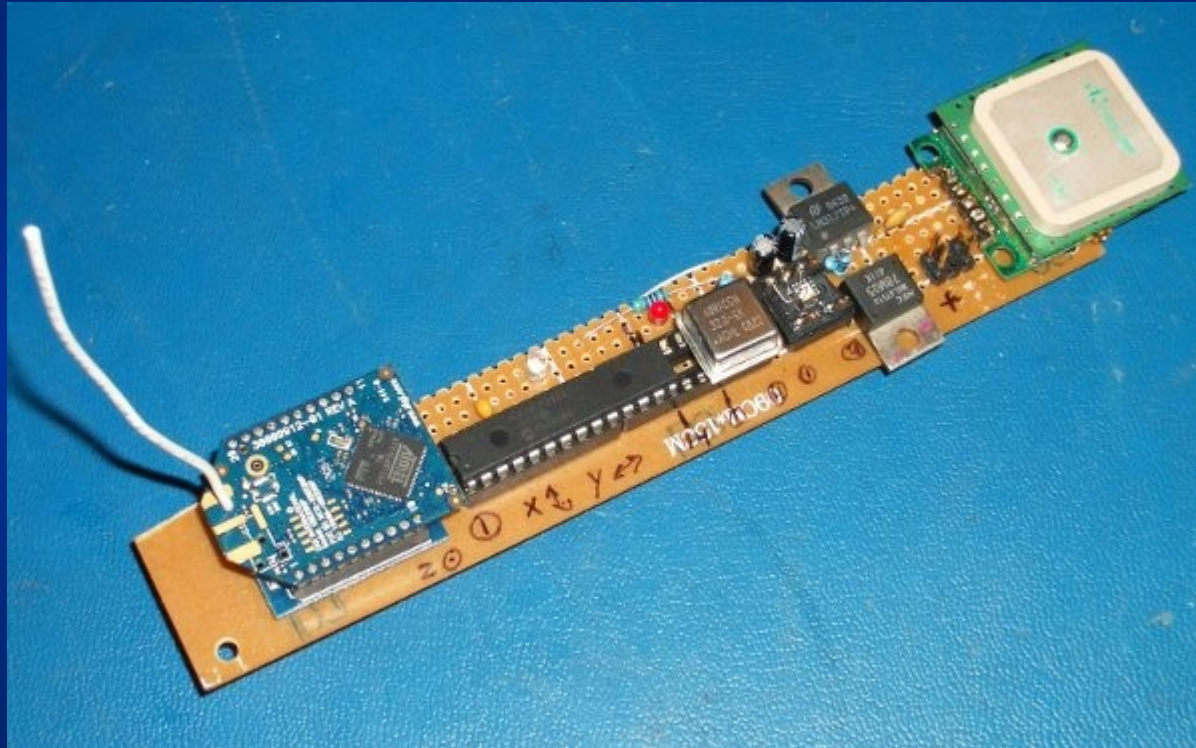
Homebrew Electronics

GPS jammer schematic



Homebrew Electronics

Remote GPS tracker + Accelerometer model rocket tracking / data-logging system



The idea of this project is to be able to record all acceleration of the rocket throughout the entire launch. The tracker will also have a GPS receiver that can log it's maximum altitude as well as track its decent to aid in finding it's landing location in the event of a launch where the rocket landing ends up not being visible. This GPS data will be transmitted through a long range Xbee tranceiver.

Homebrew Electronics

GPS-A-Sketch design philosophy

The idea behind the GPS-A-Sketch was to create an open shareable design that many users could use as the foundation for a modular, user-programmable, portable, GPS receiver. As the technology comes down in price (A Garmin eTrex of slightly lower specs can currently be had for \$130), this technology should begin to be used for alternative uses (other than getting directions to the Walmart).

Potential uses could be in entertainment (locative games), art, r/c robotics, tracking and hopefully some things I haven't even thought of.



The device should be easy to program (with user designed modular libraries), and allow for modular hardware addition, such as WiFi, accelerometers, sensors and interface components. I've chosen the Arduino based RBBB from modern devices as the initial processor, because of the vast resources and ease of use associated to the Arduino microcontroller platform, and the tiny form factor of the RBBB. For now, the cost of a unit comes in at about \$130 with the addition of an FTDI cable and shipping, bringing the total closer to \$160 on a per/unit basis. Obviously there will eventually be ways to get this cost down below \$100, including a single circuit board, and some shared bulk ordering on components

Hacking Your GPS Firmware

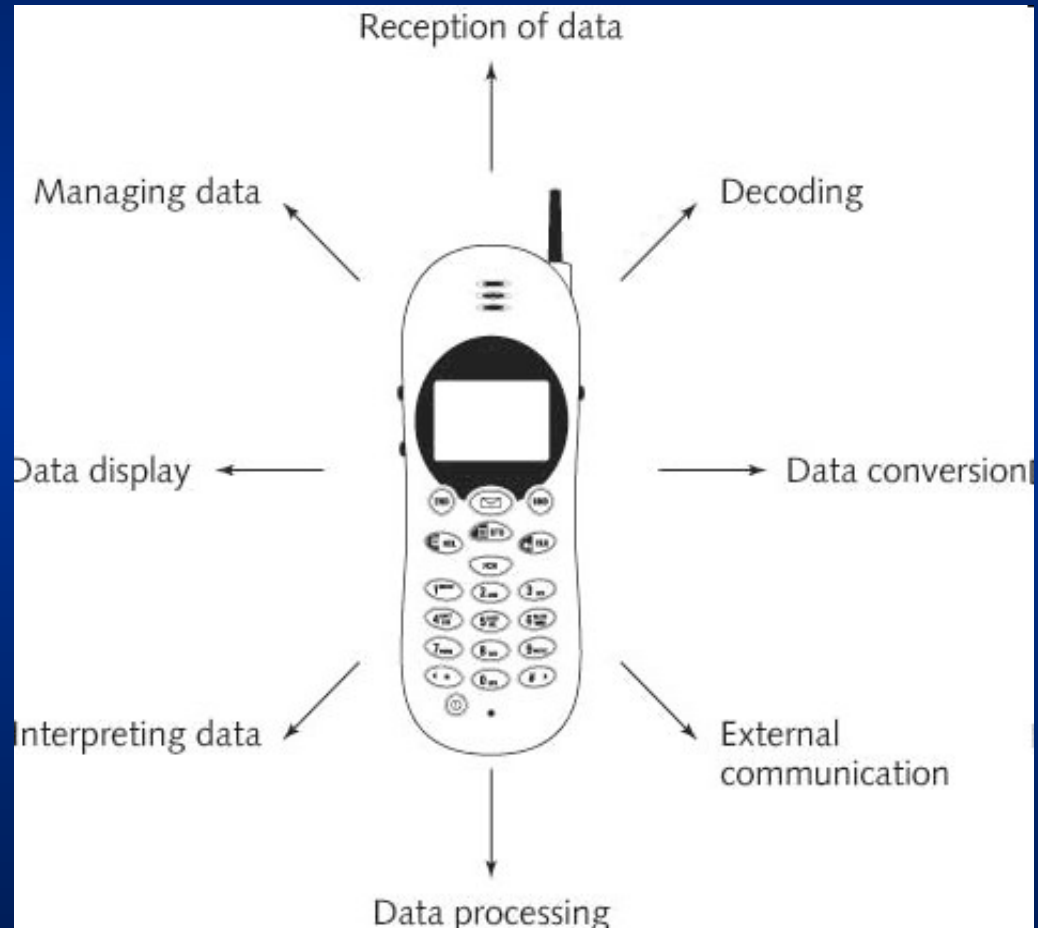
One guaranteed way to personalize your GPS is to update and modify the firmware that controls the actual running of the device. We'll be looking at how you can modify your GPS at a fundamental level.

Firmware

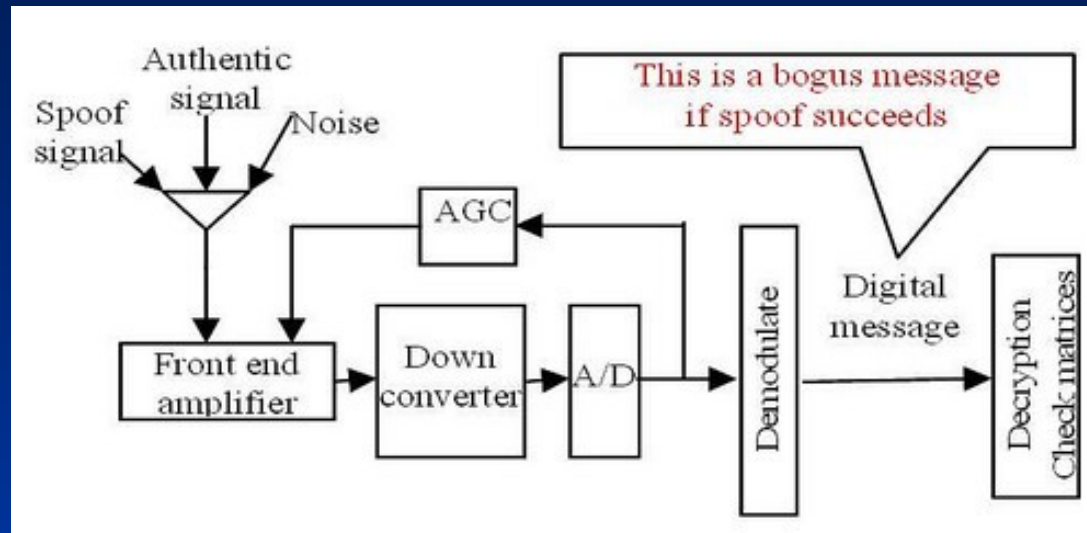
Firmware is the software that controls how hardware works and responds to inputs. It's called *firmware* instead of *software* because users generally aren't supposed to play around with it. But you're not just any old user, are you? Almost all electronic hardware contains some form of firmware. A television remote control contains firmware that controls what signals are sent via IR depending on what button is pressed. A cell phone contains a lot of firmware controlling cell access, phone books, security, and much, much more. A GPS contains *a lot* of firmware controlling many of the key functions of the device (as shown in figure)

- Reception of satellite data
- Decoding of positional information
- Processing of data
- Conversion of data into different formats
- Interpretation and display of information
- External communication with devices
- Storing and managing route/waypoint data

The basic functions of a GPS receiver.



GPS Spoofing



11. ábra

The composite signal received at the antenna is $S_{ant} = S_a + S_s + S_N$ where S_a is the authentic signal, and S_s is the spoof signal. When

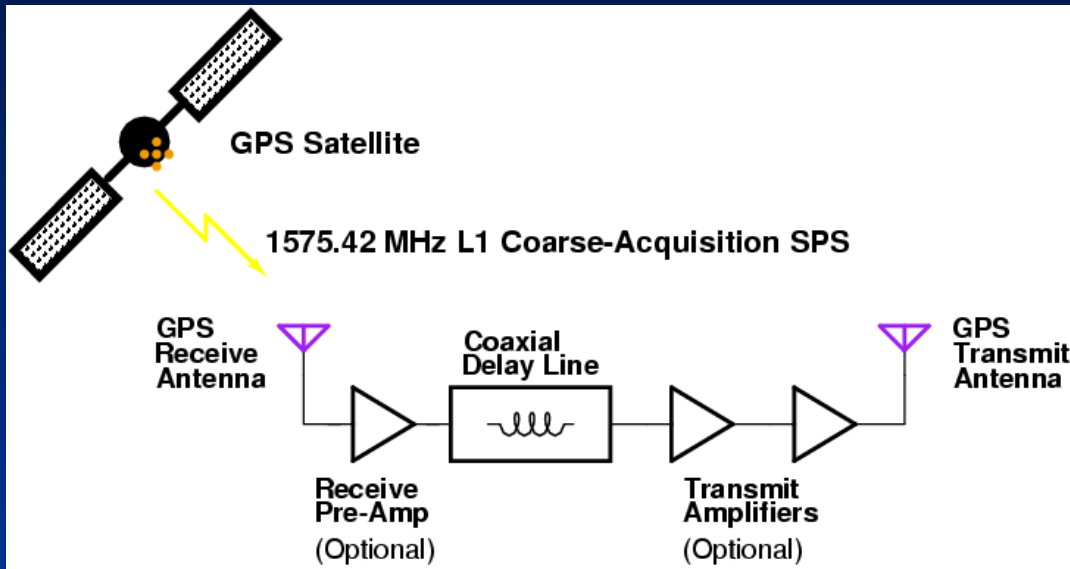
$$S_s \gg S_a,$$

the signal received at the antenna can be approximated by .

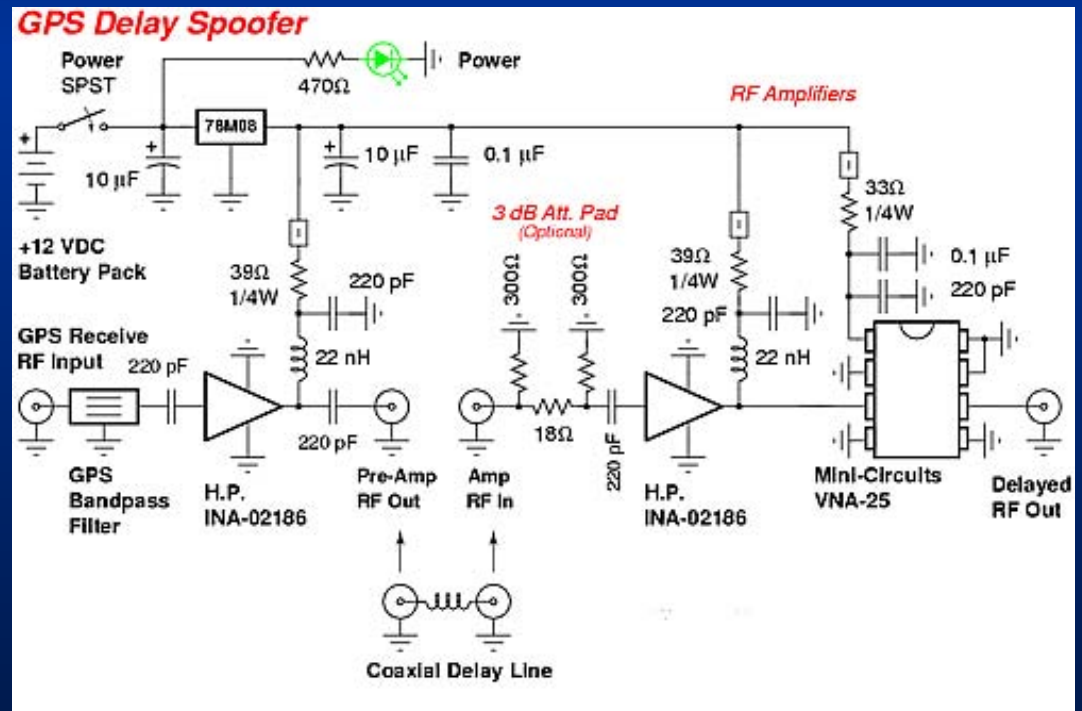
$S_{ant} \approx S_s + S_N$ At the A/D sampler, spoof data are decoded and the spoof signal successfully overrides the authentic signal. Only after the signal is decoded into digital format can the decryption and check matrix tests be conducted. Therefore, as long as the algorithms for encryption and check matrices are accessible to the public, they cannot be used to detect spoof attacks, because spoof messages can employ the correct algorithm so that they appear authentic to the receiver.

Homebrew Electronics

GPS Spoofing



Hogyan legyünk
egy időben
két különböző helyen?



GPS Delay Spoofing

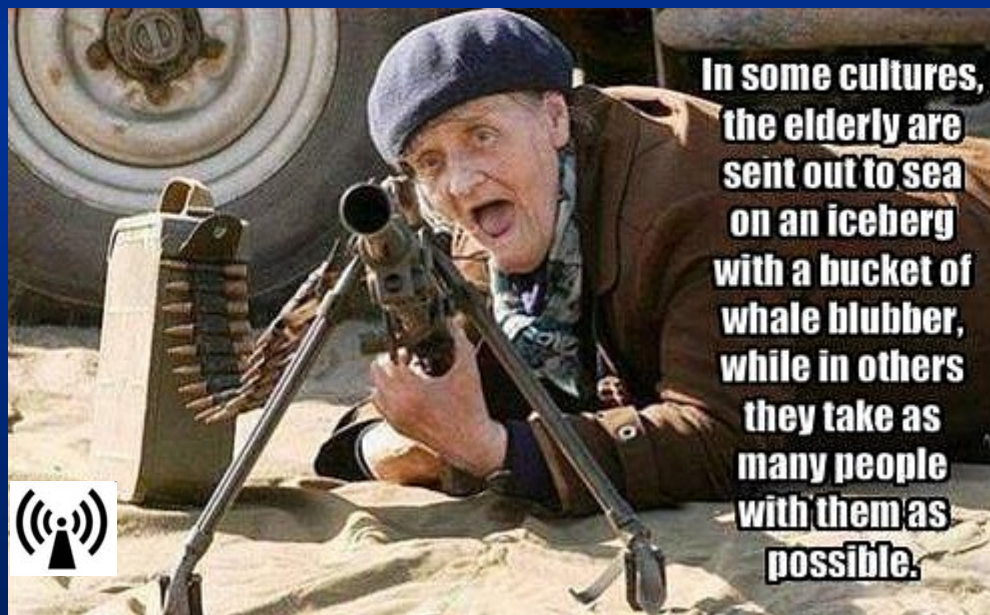


...and here virtually.



„A PDA-ban GPS-vevő is van, így a fényképen a felvétel pontos ideje mellett megjelennek a gps-koordináták is. Mivel az adattovábbítás teljesen zárt rendszerben történik, a manipuláció lehetősége kizárt, a fotókat - adott esetben - a bíróság hiteles bizonyítékként fogadja el.”

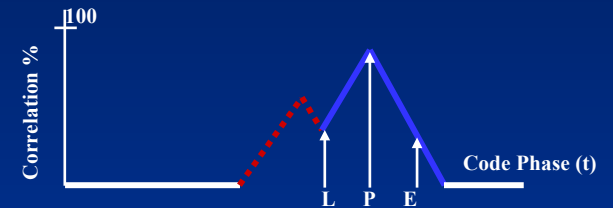
In fact, I'm here...



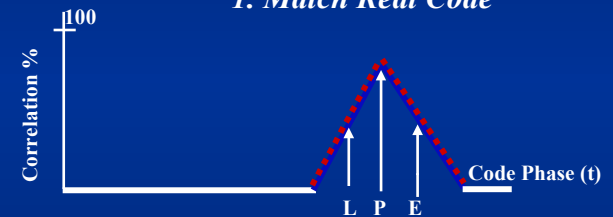
„Szakértők szerint már nagyon olcsón beszerezhetők olyan GPS-zavaró eszközök, amelyekkel akár több tíz kilométerre lévő navigációs eszközöket lehet megzavarni, vagy némi manipulálással használóját eltéríteni - számolt be a BBC.”

Disruption Mechanisms -Spoofing/Meaconing

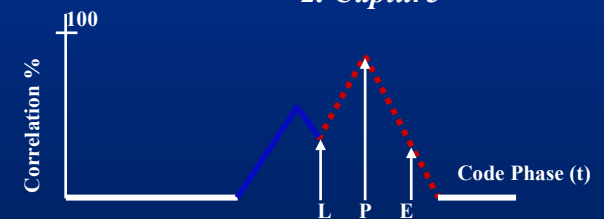
- Spoof – Counterfeit GPS Signal
 - C/A Code Short and Well Known
 - Widely Available Signal Generators
- Meaconing – Delay & Rebroadcast
 - Applicability of EW Components
- Possible Effects
 - Long Range Jamming
 - Injection of Misleading PVT Information
- No “Off-the-Shelf” Mitigation



1. Match Real Code



2. Capture



..... Spoof Code
—— GPS S.V. Code

3. Pull Off

Successful Spoof

A „Meaconing” olyan - GPS navigációt zavaró (jelvételen és késleltetett jelvisszasugárzáson alapuló) eljárás, amelynek alkalmazásával hatékonyan megzavarhatók az ellenség elektronikus navigációs eszközei. A meaconing művelet következményeként a légi vagy földi állomások hamis adatok alapján navigálnak. Ennek következtében előfordulhat, hogy pl. vadászgépek ellenséges repülőtéren landolnak, vagy a bombázógépek saját állásaikat bombázzák. A meaconing technikát nem csak katonai műveletekben alkalmazzák; ezzel az eljárással csapdába csalhatók (és „nyugodt körülmények között” kirabolhatók) áruszállító gépjárművek (pl. kamionok) vagy tengeren hajózó luxusjachtok is. A hamis adatokat tartalmazó jelkisugárzás nem csak a személyi navigációs eszközök működését zavarja, mert számos korszerű kommunikációs berendezés működése során a GPS órát használja szinkronjelként. Ezért a kommunikációs készülékek kezelőinek ismerniük kell olyan eljárásokat és eszközöket, melyek alkalmazásával megoldhatók a navigációt zavaró (hamis jelkisugárzásból adódó) problémák.



Szándékos zavarás

(műszaki és társadalmi konzekvenciák)

Egy 1 wattos CW jammer 10 km-es hatótávolságon belül minden GPS vevőt a holdak elvesztésére kényszerít, 85 km-en belül pedig lehetetlenné teszi új holdak vételét. Egy 1 wattos szórt spektrumú jammer 1000 km-en belül teszi lehetetlenné a C/A jel vételét. A szórt spektrumú zavaró berendezések jeleit rendkívül nehéz kimutatni hagyományos módszerekkel pl. spektrum analizátorral. Egy 1 wattos spoofer 350 km-es hatótávolságon belül teljes jelvesztést okoz.



„Ha a GPS-szel átszőtt technológiai struktúrákat (pl. energiaellátás, vízhálózat) támadnák az nagyon veszélyes lenne”.-Paul Kintner

Mielőtt bekövetkezne a jelvesztés a GPS vevő akár több száz méteres hibával terhelt pozíciót is számíthat 20-30 másodpercen át, anélkül, hogy a felhasználó bármilyen figyelmeztetést kapna, ez GPS vevő tervezési hiba.

A jamming megszűnése után rossz esetben 1-2 perc is eltelhet, amíg a vevő újra normálisan működni kezd, vannak vevők, melyek csak újraindításra jönnek rendbe, ez szintén GPS vevő tervezési hiba. A zavarás által azonban nemcsak a pozícionálás szűnhet meg, mivel a egyes kommunikációs berendezések a GPS időjelet veszik, ezért bizonyos esetekben a problémák halmozódhatnak.

A GPS jamming elleni védekezés

A GPS készülékek működését zavaró berendezések megfelelő elektronikai eszközökkel felderíthetők. A felderítő eszközök és módszerek alkalmazása (tömeges méretekben) még nem terjedt el, de kiforrott megoldások léteznek, melyek alkalmazásával a különböző támadó (szabotázs) műveletek

- **Jamming**
- **Spoofing**
- **Meaconing**

ténye megállapítható és a zavaró elektromágneses jeleket kibocsátó készülékek lokalizálhatók. Léteznek olyan intelligens szenzorok, (hardware/software implementációk) melyek képesek a támadó által sugárzott elektromágneses jelek detektálásán kívül a jelsorozatok információ-tartalmának analizálására. Ezeknek az eszközöknek és módszereknek a felderítési tapasztalatok alapján átgondolt és alkalmazott stratégiája a GPS eszközök támadásokkal szembeni állóképességét jelentős mértékben megnöveli. A speciális műszaki megoldások alkalmazásának egyik kiemelten fontos területe a GPS eszközöket tartalmazó kommunikációs készülékek és a készülékek alkotta rendszerek (pl. TETRA EDR kommunikációs rendszer) védelmi szintjének növelése.

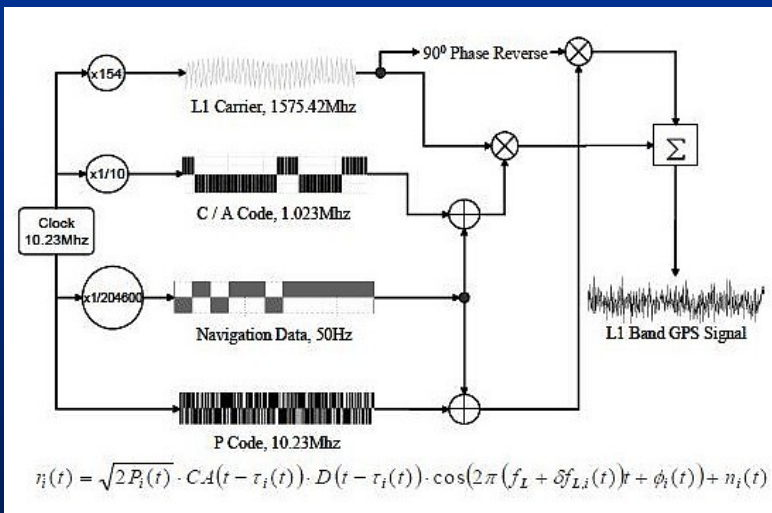
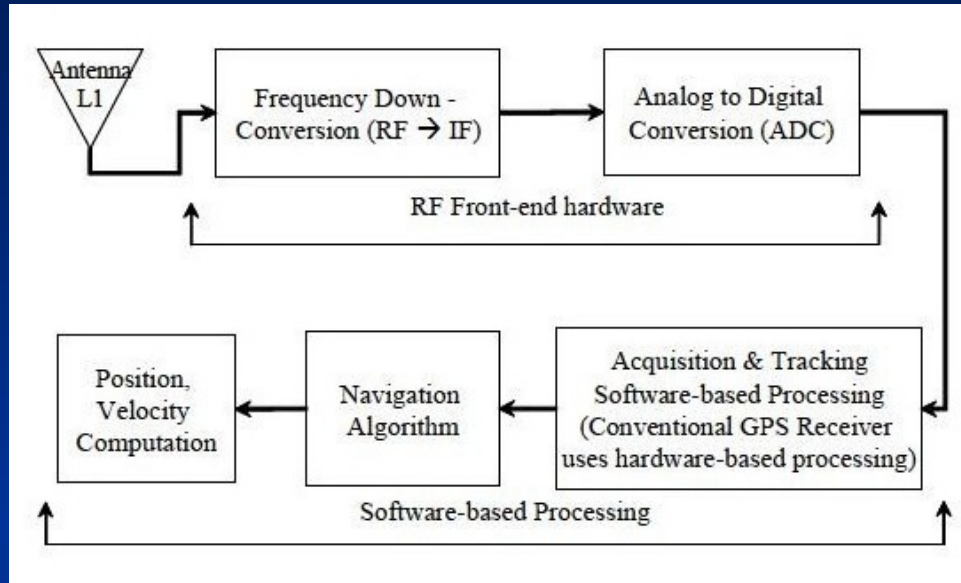
A tapasztalatok szerint számos esetben (pl. rendfenntartó feladatok ellátása közben) eredményesen alkalmazhatók olyan speciális (kis méretű, könnyen kezelhető) iránymérő eszközök, melyekkel a GPS készülékek működését zavaró adókészülékek felderíthetők és lokalizálhatók.

Fontos tudni, hogy magát a zavarást (előre) kiküszöbölni nem lehet, de a zavarás tényének megállapítását követően alkalmazhatók olyan eljárások, melyek segítségével súlyos károk bekövetkezte megakadályozható, valamint a zavaró berendezés(ek), bizonyos esetekben a készüléket működtető személy(ek) is felderíthető(k). A műszaki védelmi megoldásokat a (megfelelő törvényi háttéren alapuló) jogi eszközök következetes alkalmazásával kombinálva a GPS eszközök elleni (jamming, spoofing, meaconing) támadások visszaszoríthatók.

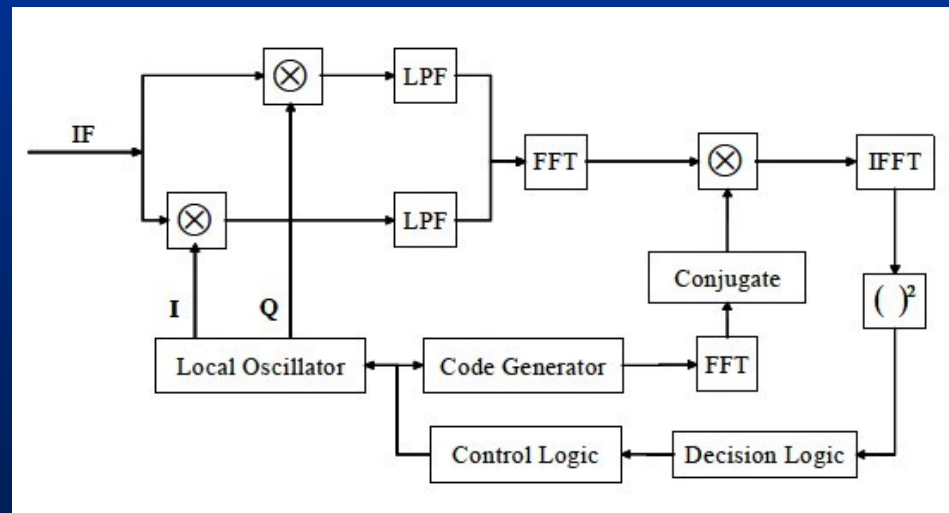
Software-based GPS receiver

http://www.qzss.org/Research/Paper/IEICE_ITS_2004_DM.pdf

Architecture of Software-based GPS Receiver

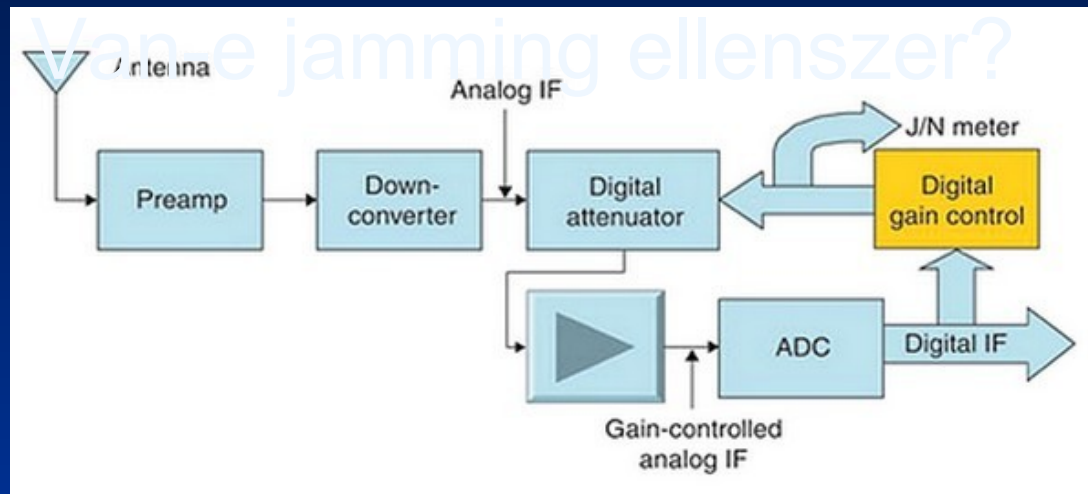


The equation is the mathematical representation of C/A code in L1 band



Algorithm for Parallel Search FFT-based Method Acquisition

Van-e jamming ellenszer?

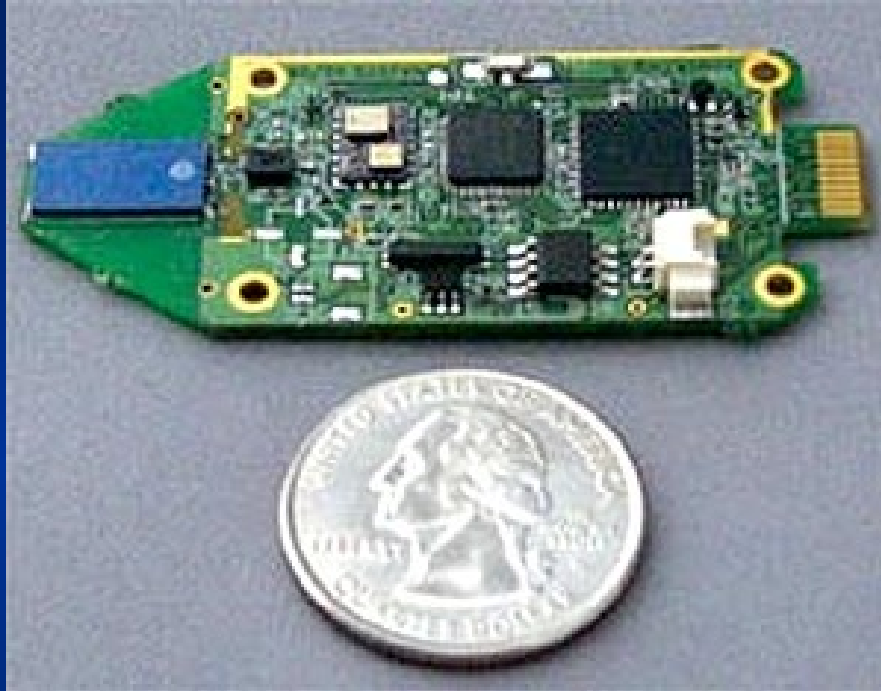


Receiver Techniques for Detecting and Characterizing RFI

With the growing proliferation of a large variety of transmitters around the world, there should be little question that the noise floor for GNSS receivers will continue to increase along with the threat of disabling in-band radio-frequency interference (RFI). RFI poses a serious threat to the reliable operation of GNSS receivers when the received RFI power level is high enough to render the GNSS receiver inoperable. RFI that is at or beyond the tolerable jamming capability of the GNSS receiver (which is related to the receiver's background thermal noise level) causes no end of confusion to the user. There are usually no visible external signs of anything being out of order, so the user initially assumes the receiver has experienced an internal failure.

Without the sophistication of built-in RFI situational awareness in the GNSS receiver design, the determination of the presence and seriousness of in-band RFI problems is an extremely inefficient and frustrating process. A simple jamming-to-noise-power (J/N) monitor can be a low-cost built-in feature of the GNSS receiver if a J/N meter design is preplanned in the original GNSS receiver front-end component design, layout, and implementation. A retrofit to an existing design is usually impractical. An additional justification for including a J/N meter in the initial GNSS receiver design is the significant performance advantages obtained through RFI situational adaptation especially during initial search. Every GNSS receiver user who anticipates or has ever experienced an operational failure due to in-band RFI will greatly value this feature. Certainly, all safety-of-life GNSS applications and the military should require it.

Van-e jamming ellenszer?



The TIDGET device carries jamming detection.

The Department of Homeland Security developed an Interference Detection and Mitigation Plan to coordinate domestic capabilities to identify and mitigate sources of interference to GPS and its augmentations. Details of this plan will be released soon.

GPS Anti- Jamming

GPS zavarás elleni védelem

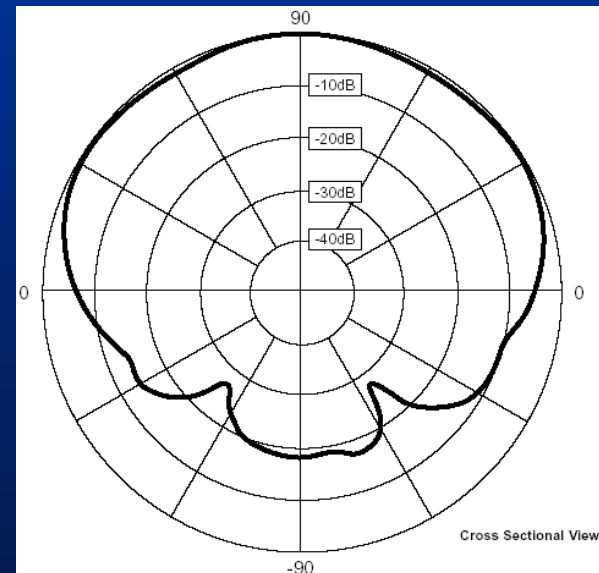
Intelligens antennák használata

Az intelligens antenna előnye, hogy elnyomja a zavaró hatást a térbeli régióban és javítja a jel / zaj + interferencia arányt. Az intelligens antennák ígéretes (egyben elengedhetetlen) megoldásnak tűnnek a zavaró jelek elleni küzdelemben.

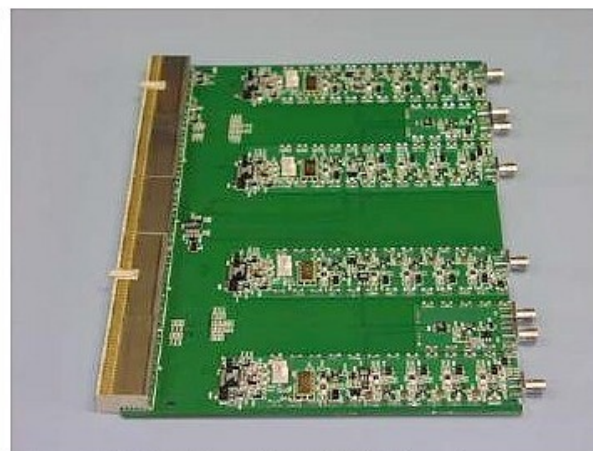
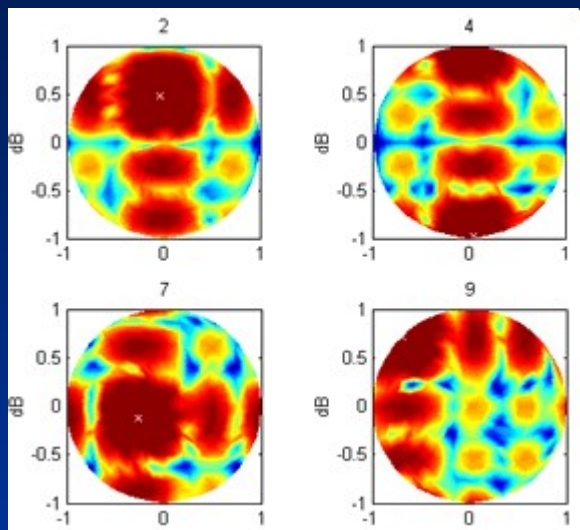
Az intelligens antennák rugalmas hardver platform alapja a digitális jelfeldolgozó technológia (DSP), programozható mátrixok (FPGA), és a szoftver alapú rádió (SDR).

A jammer(ek) helyének bemérése, az antenna gain pattern-jének megváltoztatása (nulla irány a jammer felé = null steering) nagyon drága, inkább katonai alkalmazások

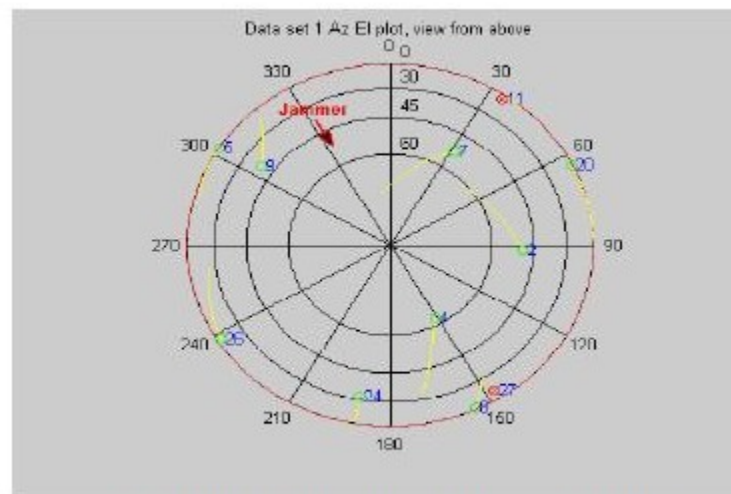
Gain pattern: A GPS antennák nem egyformán érzékenyek minden irányban (anizotrópok), van olyan kitüntetett irányuk, amelyből nagyobb energiát képesek felvenni



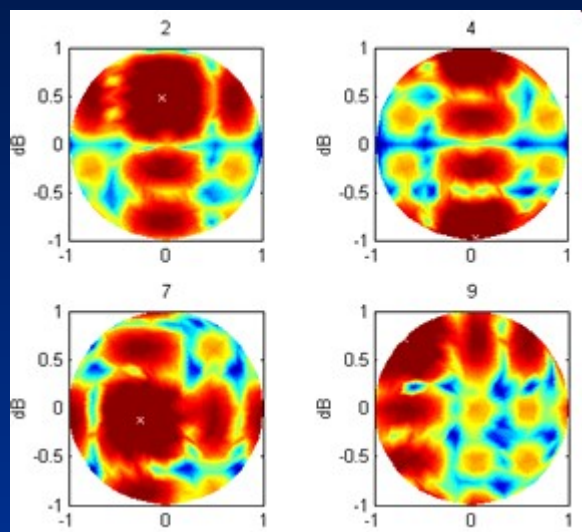
NAVSYS HAGR 16 elements antenna array



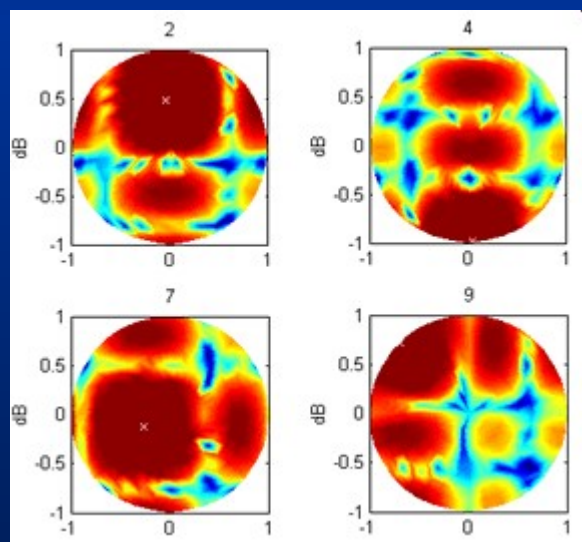
Digital Front End (DFE) Board
DIGITAL BEAM-STEERING



Satellite positions during jamming tests



L1 Antenna Array Pattern



L2 Antenna Array Pattern

Performance specifications

DFE Input Signals

Center frequency	L1: 1575.42 MHz L2: 1227.6 MHz
Signal bandwidth	24 MHz
No. of antenna elements	8 per DFE board Up to 16 boards per HAGR system

Receiver CAC Specification

Source	C/A code (SPS) and P(Y) code (PPS)
Channels	12 SV channels (L1 and L2)
Data Output	I and Q (E/P/L all codes) at 1 kHz

Operating Specifications

Signal acquisition	0-32 dB-Hz (depending on mode of operation)								
Signal tracking (carrier phase locked)	0-34 dB-Hz (depending on mode of operation)								
Beam steering gain on GPS signal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. of Elements</th><th>Gain (dB)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td><td>8.5</td></tr> <tr> <td>16</td><td>12</td></tr> <tr> <td>109</td><td>20.4</td></tr> </tbody> </table>	No. of Elements	Gain (dB)	7	8.5	16	12	109	20.4
No. of Elements	Gain (dB)								
7	8.5								
16	12								
109	20.4								
Time to first fix	40 secs (cold – no time or position)								
Re-acquisition	10 secs to valid position								

Built-in Modules

GPS and WAAS search, acquisition and tracking
GPS stand-alone navigation and DGPS (reference and remote)
Precise Timing Reference (1-pps and IRIG-B)
Beam steering and self-calibration
GPS jammer location
GPS/inertial navigation
Ultra-tightly-coupled (UTC) GPS/inertial tracking

GPS zavarás elleni védelem: A DR módszer

Dead reckoning

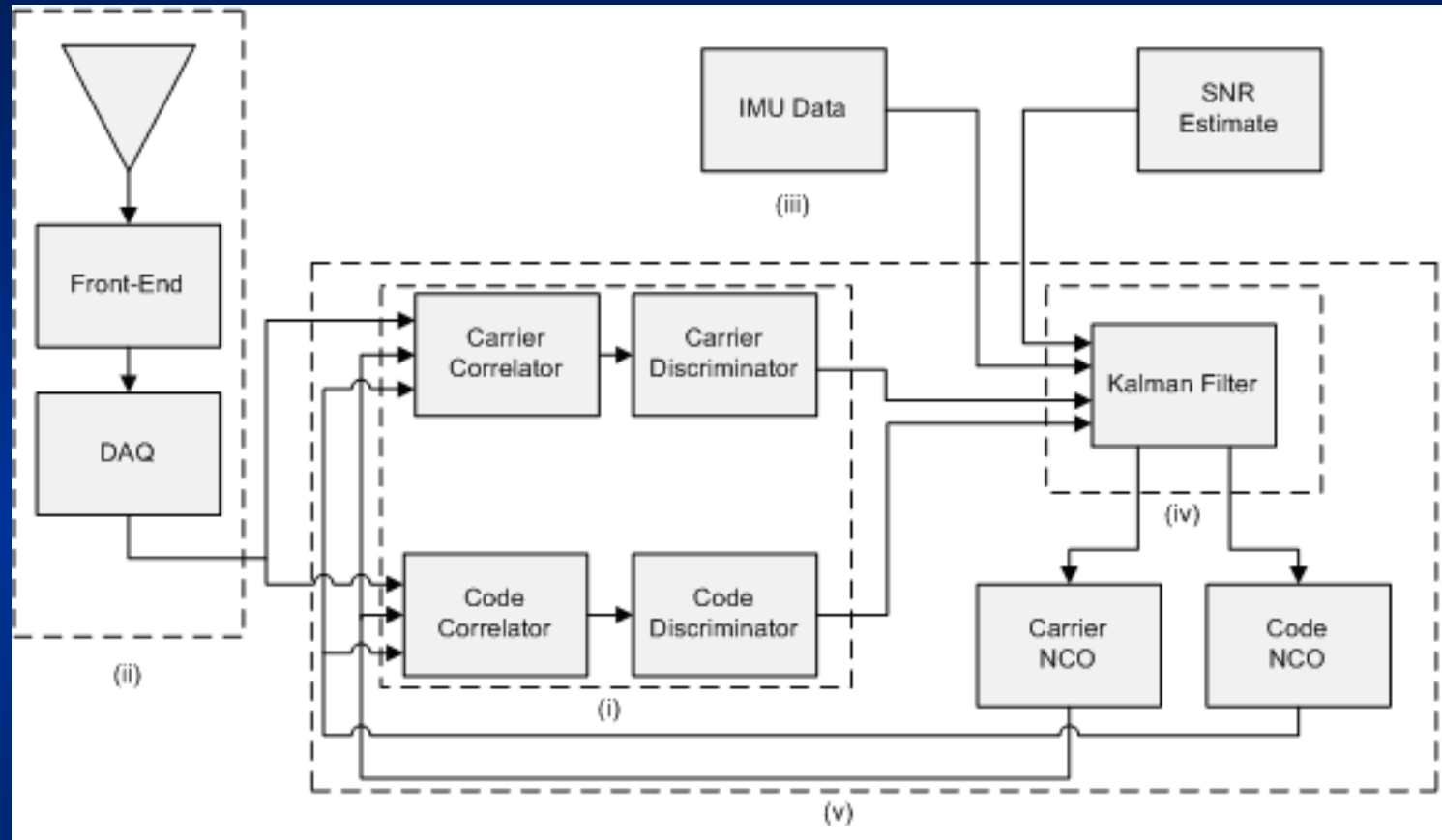
A tengerészek eredetileg a deduced reckoning - közvetett becslés vagy számítás - kifejezést használták, ami később dead reckoning kifejezéssé alakult át.

A dead reckoning navigáció a GPS eszközöknél főleg a közúti közlekedésben kerül előtérbe olyan helyeken, ahol nem lehet vagy nem jól lehet rálátni a GPS műholdakra. Tipikusan alagutak, sűrűn és magasan beépített városi környezet az, ahol használják. Növekvő népszerűségét annak köszönheti, hogy a felhasznált miniatűr giroszkópok ára egyre csökken, és így maga a DR megoldás is egyre több helyen gazdaságossá válik. Mint láttuk, a DR navigációhoz három dolog kell. Kiindulási pont érvényes koordinátával, egy irány- és egy távolságmérés. A DR módon segített GPS ezért folyamatosan méri a koordinátákat, mint egy normál GPS, és figyeli a műholdak láthatóságát. Tegyük fel, hogy 1 másodpercenként ad ki koordinátát. Ezzel párhuzamosan folyamatosan számolja a megtett út távolságát és irányát a két időpont (másodperc) között, amit a DR érzékelők szolgáltatnak, és ez alapján szintén kap egy DR koordinátát. Abban a másodpercben, amikor kiderül, hogy nem jó a műholdak láthatósága, a DR koordináta veszi át az érvényes koordináta szerepét egészen addig, amíg újra nem látatóak a műholdak. Ennyi az elvi megoldás, az igazi probléma az érzékelők gazdaságos megvalósítása volt sokáig. A mai járművekbe beépített vagy beépíthető viszonylag olcsó tachométer már elég pontosan méri a megtett utat. Az irányt pedig miniatűr giroszkóp adja, ami nem más, mint egy gyors pörgettyű, ami felpörgetett állapotban próbálja megtartani az irányát, tehát az elfordulás mértékére tudunk következtetni az elfordításakor ébredő erőből. Így viszont látható, hogy a giroszkóp nem egy abszolút irányt ad meg, mint például egy iránytű, hanem relatív elfordulást az előző állapothoz képest. Ennek az a következménye, hogy viszonylag sok számítás kell az érzékelt jelek feldolgozásához is.

Az egyik ok amiért csak mostanában jelentek meg ezek az új GPS eszközök az, hogy a beépített jelfeldolgozó processzorok mára érték el azt a műveleti teljesítményt, ami lehetővé teszi párhuzamosan a folyamatos DR és GPS számításokat. A másik (kényszerítő) ok pedig az, hogy világszerte tömegesen terjednek az high-tech ipari háttérrel gyártott kisméretű, hordozható zavarókészülékek, melyeket bárki (aki képes megfizetni az 50-150 USD körüli árat) megvásárolhat és (egyenlőre) úgy tűnik, hogy szinte kockázatmentesen használhat: "Lelépek a térképről, hogy a főnököm ne tudja meg, merre járok".

GPS Anti-Jamming

GPS/INS receiver

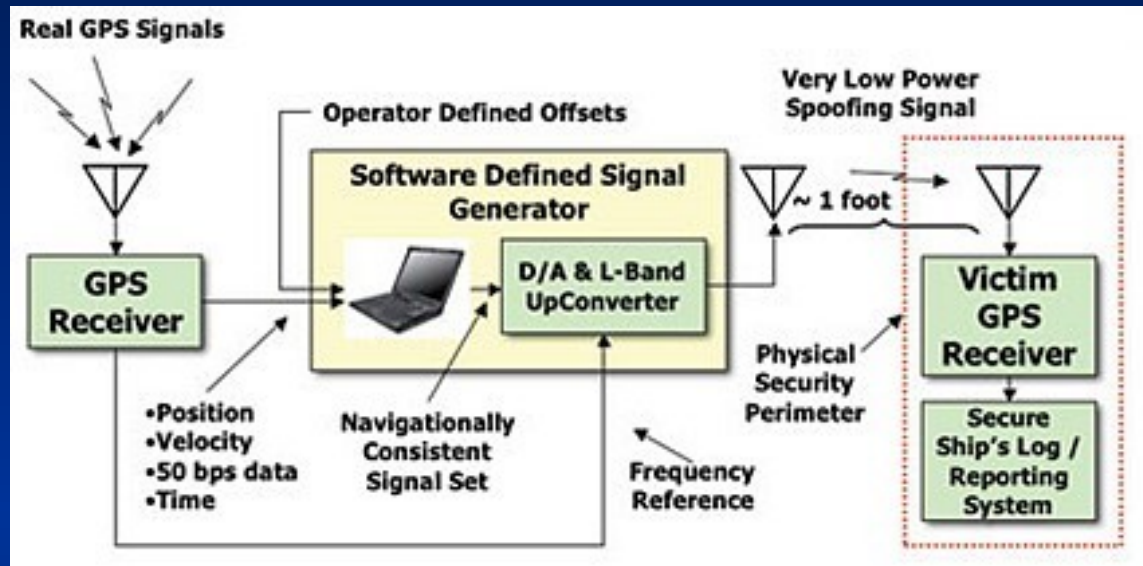


Deeply Integrated GPS/INS Integration for Navigation

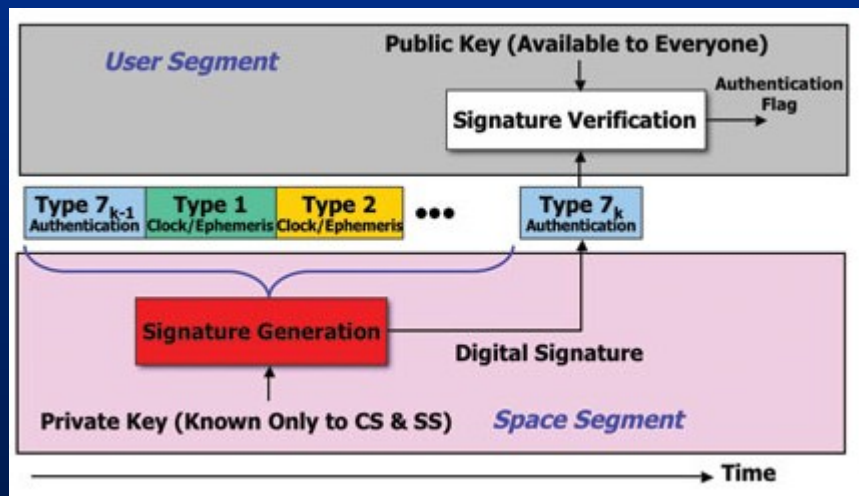
<http://gavlab.auburn.edu/projects.php?id=5>

Kálmán-szűrő segítségével a különféle adatsorokból kiszűrhető a „zaj”, s hiányos információk esetében is – rekurzív paraméterbecsléssel – megállapítható az adott rendszer időállapota. A Kálmán-szűrő és későbbi kiterjesztései fontos szerepet töltenek be többek között a repülő szerkezetek, a repülésirányítás és a navigáció vezérlőrendszereiben.

Hogyan lehet védekezni a hamisított/szimulált GPS jelek, a **spoofing** ellen?



Képek forrása: <http://www.gpsworld.com/gnss-system/expert-advice-location-assurance-4165>



Jel hitelesítés

- Navigációs üzenet hitelesítése: csatolt digitális kód az efemerisz, almanac, stb. hitelesítésére, ismételt ellenőrzés (5 percenként) → jelentősen megnehezíti a spoofing eljárást
- Kód hitelesítés: speciális csatolt kód, hasonló a P(Y) kódhoz, csak azok férnek hozzá a jelhez, akik rendelkeznek a kulccsal.

Összefoglalás

Mit lehet tenni a GPS **jamming**, **spoofing**, **meaconing** ellen?

1. Folyamatosan figyelemmel kísérni az abszolút GPS jel erősséget: RSSI *Receive Signal Strength Indication*. Összehasonlítani a megfigyelt és a várható jelszinteket. A GPS jel átlagos szintje -163 dBW (5×10^{-17} W). Ha a jel abszolút értéke a megfigyelt átlagos jelszintet (a szoftveresen előre programozott küszöbértékeket) meghaladja akkor a GPS vevő különböző outputok aktiválása

(pl. hang, fény vagy vibrátor) által figyelmeztető- riasztó jelzést adhat a felhasználónak. Ez a védelmi eljárás azon a gondolaton alapul, hogy a viszonylag egyszerű GPS spoofing támadások általában GPS műholdat szimulálják. Ezek a szimulátor készülékek általában nagyságrendekkel nagyobb energiájú RF jeleket sugároznak, mint a GPS műholdak Föld felszínén mérhető jelszintje. A GPS rendszer által használt frekvenciasávokon belüli hirtelen jelszint növekedés egyértelmű jele a rendszer vagy felhasználó(k) elleni RF-támadásnak¹.

2. Figyelemmel kísérni a relatív GPS jel erősségét. Ehhez a művelethez a vevő szoftvert is módosítani kell annak érdekében, hogy az átlagos jelerősség is archiválásra kerüljön és ezáltal a jelszintek (különböző-programból állítható időintervallumokban) összehasonlíthatóak legyenek. A relatív RF jelszintbe bekövetkező nagymértékű változások azt jelzik, hogy támadó művelet zajlik (egy hamis GPS jel sugárzása által próbálják helyettesíteni az igazi műholdas jelet).

Amennyiben a relatív RF jelszint meghalad egy előre beállított küszöbértéket, akkor erről a tényről az előzőekben már leírt módon értesülhet a felhasználó.

¹Ez a megközelítés nem tér ki a természetes folyamatokból (pl. mágneses viharok) és a különféle műszaki berendezések működéséből fakadó interferencia problémák megoldására.

3. Folyamatosan figyelemmel kísérni és ellenőrizni minden bejövő műholdas jelet. Ez a művelet az előzőekben leírt két eljárás együttes alkalmazása által egy olyan speciális kiterjesztés, melyben a relatív és az abszolút RF jelszintek (RSSI) vizsgálata (elemzése) kiterjed minden egyes bejövő jelre ill. jelsorozatra. A GPS műholdas szimulátorok által sugárzott jelek általában állandó karakterisztikájúak, a valóságban azonban a műholdakról sugárzott jeleket az átviteli úton számos olyan hatás éri, melyek következményeként a jelek eltorzulnak. A 3. pontban taglalt védelmi eljárás alapgondolata az, hogy ha a GPS vevő által vett jelek jellemzői túl tökéletesek, akkor feltehetően egy GPS szimulátoros támadás történik, ezért riasztani kell a felhasználót, hogy kellő időben megfelelő módon tudjon reagálni a támadásra. Az előzőekben leírt védelmi eljárások a GPS firmware módosításával applikálhatók.

4. Az előzőek kiegészítéseként monitorozni kell a műholdas azonosító kódok számát és eltárolni a kapott eredményeket. A GPS műholdas szimulátorok általában több műholdat (10) szimulálnak, mint ahány műholdat (egy adott területen és időpontban) valójában érzékel a GPS-vevő. Sok kereskedelmi GPS eszköz kijelzi az azonosító adatokat, de mivel ezek az adatok nem kerülnek tárolásra, nincs mód statisztikai analízis (a GPS eszköz mikroprocesszorán futó programból történő) végrehajtására. A GPS jelek átgondolt, korrekt statisztikai analízise idővel hasznosnak bizonyulhat annak meghatározására, hogy rossz játék megjelenését. Ez különösen igaz egy egyszerű spoofing támadás esetében, amikor az ellenfél nem tesz kísérletet arra, hogy egy adott időpontban utánozza az igazi műhold konstellációt.

5. A GPS vevőbe érkező jelek, jelsorozatok időintervallumainak ellenőrzése azért fontos, mert a legtöbb GPS műholdas szimulátor mesterséges jele állandó időstruktúrájú; a valódi műholdak esetében ez nem igaz. A valóságban a vevőkészülék az egyik pillanatban az egyik a következő pillanatban egy másik műhold jeleit foghatja (különösen igaz ez a változatos terepviszonyok között gyorsan haladó gépjárművek esetében) A GPS vevő által vett műholdas adatok idősorbeli (statisztikai) analízise alapján elkülöníthetők egymástól a valós műholdak és a műholdas szimulátorok által sugárzott adatok.

6. Az idők összehasonlításán alapuló védelmi eljárás lényege, hogy egy nagyon pontos referenciaforrás által szolgáltatott jellel, mint mérőjellel megmérjük a GPS vevő által vett navigációs üzenetblokkok (és a blokkokon belüli üzenetkeretek) időtartamát. A piacon forgalomba lévő GPS vevők közül nem mindegyiknek pontos a belső órája, Ma már számos gyártástechnológiai eljárás és egyéb módszer biztosítja, hogy tömeggyártott termékekben is pontos, olcsó, kisméretű és kisfogyasztású órákat implementáljanak. Az időzítési adatok pontos, folyamatosan történő ellenőrzésével meggyőződhetünk a GPS jel valódiságáról. Ha az időeltérés meghalad egy bizonyos szintet, akkor a GPS vevő riasztójelzéssel figyelmeztetheti a felhasználót

7. Végül, de nem utolsósorban a GPS felhasználó készüléke helyes működésének ellenőrzésére használja a józan eszét és (szükség esetén) néhány egyszerű segédeszközt (pl. papírra nyomtatott, vagy elektronikus formában tárolt és pl. mobiltelefonon megjeleníthető térképet, hagyományos - mágneses - iránytűt stb.

Összefoglalás

Kétségtelen tény, hogy a GPS eszközök különféle alkalmazásai napról napra fokozódó mértékben szövik át a modern társadalmak technológiai infrastruktúráit. A GPS kiváló technológia, aminek használata a civil szféra számára is nagyon sok, eddig még kiaknázatlan lehetőséget rejt magában, de nem szabad elfelejteni, hogy a GPS -mint minden ember alkotta eszköz - egyben veszélyhordozó is, és használata senkit sem mentesít a józan gondolkodáson alapuló tájékozódástól.

A GPS sebezhetősége veszélyt jelenthet

- az emberi életre,
- a környezetre,
- a gazdaságra.

Ezek a veszélyek akkor csökkenthetők a leghatékonyabban, ha a GPS eszközök alkalmazásának alapja nem a gátlástalan, erkölcsstelen profitszerzés, hanem a józan gondolkodás..

- Tisztában kell lennünk a veszélyforrásokkal! Ebben nagy szerepe van az oktatásnak.
- Az illetékes hatóságoknál jelentsük be ha interferenciát észlelünk!
- Alkalmazzunk megfelelő eszközöket és módszereket a zavaró hatások csökkentésére!
- Rendelkezzünk megfelelő tartalék/kiegészítő eszközökkel!
- A GPS készülékek „furcsa működését” ne nyugtázzuk egy hanyag kézlegyintéssel, mert et súlyos következményekkel járhat!

Utószó helyett

Részlet az „Intézkedési terv: a globális navigációs műholdrendszer (GNSS) alkalmazásai” c. dokumentumból

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2010:0716:FIN:HU:DOC>

„Sok éves katonai használatra való korlátozást követően 2000-ben egy új technológia vált elérhetővé a világ számára: a polgári célú, műholdas alapú hely és időmeghatározás mivel az USA ingyenes hozzáférést biztosított a saját GPS-jeleihez – de a szolgáltatás garantálása nélkül. Ez a globális navigációs műholdrendszerhez kapcsolódó termékek és szolgáltatások új piacához vezetett, az ún. GNSS szakmai felhasználói alkalmazásokhoz, amely 2008-ban 124 milliárd EUR forgalmat bonyolított le.

A piac elsősorban a hely- és időmeghatározó alapjelekre épül, de várhatóan profitálni fog a jelek hitelesítésének és kódolásának tervezett bevezetéséből is. A szakértők előrejelzése alapján ennek a piacnak 75%-át a mobil távközléshez és a hordozható személyi készülékekhez köthető termékek és szolgáltatások, 20%-át a közúti intelligens közúti közlekedési rendszerek és a maradék 5%-ot az alkalmazás egyéb területei teszik majd ki.

Mivel a GPS nem nyújtott garanciát a működésre vagy a megbízhatóságra, az Unió tagállamai 2001-ben beindították az európai globális navigációs műholdrendszer projektjét, amelyben két rendszer bocsát ki polgári felhasználásra szánt jeleket, garantáltan: az EGNOS és a GALILEO. Más országok (Oroszország, Kína, India és Japán) felismerték a globális navigációs műholdrendszer stratégiai értékét és bejelentették, hogy GNSS-kapacitásokat szándékoznak rendszerbe állítani polgári használatra, ideértve a saját rendszerükön alapuló alkalmazásokkal foglalkozó iparáguk általi fejlesztéseket.

A globális navigációs műholdrendszer (GNSS) infrastruktúrájába való európai beruházás és az EGNOS létezése ellenére az európai ipar részesedése a GNSS-alkalmazások piacából alacsony ahhoz az arányhoz képest, amelyet Európa elérhet más csúcstechnológiai ágazatokban, ami problémát jelent mivel: A GALILEÓ—n és az EGNOS-on alapuló alkalmazások jelentős mértékben hozzájárulhatnak az EU-ban a tudásalapú társadalom fejlődéséhez, és a nagy értékű munkahelyek teremtéséhez. Ezért Európa óriási lehetőséget szalaszt el, ha nem részesedik megfelelő mértékben a GNSS-alkalmazásoktól várható gazdasági előnyökből. Továbbá ha a GALILEO és az EGNOS nem válik Európában a meghatározó GNSS-szabvánnyá, számos alkalmazási terület fejlődését gátolni fogják azok a technológiák, amelyek megakadályozzák, hogy kihasználják az új, fejlettebb szolgáltatások hozzáadott értékét.

Az EGNOS-on és GALILEO-n alapuló alkalmazások korlátozott használata kritikus függőséghez vezet, mivel a GNSS technológiák nagyon gyorsan terjednek, helymeghatározási, navigációs és időmeghatározási információkat szolgáltatnak nagyon sok mindennapos tevékenységhez, valamint Európa biztonságához és társadalmi és gazdasági fejlődéséhez.

Csak a GPS-es alkalmazásokra hagyatkozva az EU ki lenne téve annak a veszélynek, hogy a GPS-jeleket beszüntetik – amit nem lehet befolyásolni, lévén a GPS elsődleges célja egy harmadik ország katonai tevékenységeinek támogatása.

Következésképpen a probléma az európai társadalmat egészében és sokféle módon érinti.

Ezzel egyidőben az európai GNSS körüli bizonytalanságok gyengítették az üzleti köröknek a szakmai felhasználói alkalmazások lehetséges piacába vetett bizalmát. A harmadik országokból (USA, Oroszország, Kína, India) jövő növekvő verseny is az európai szereplők kárára változtatta meg a GNSS-alkalmazások fejlesztésének körülményeit, mivel ezek a rendszerek a GALILEO-val egyidőben léphetnek működésbe. A GNSS ráadásul nem tekinthető hagyományos piacnak, mivel az USA-beli, az orosz és a kínai rendszer katonai ellenőrzés alatt van, és műszaki tartalmuk inkább katonai, mint kereskedelmi szempontoktól függ: ezeknek az országoknak a hazai szektora közvetlenül profitálhat a katonai finanszírozású programokból, hogy olyan szintre fejlessze alkalmazásait és szolgáltatásait, amellyel már kiléphetnek ezekkel a polgári felhasználás piacára.

Következésképpen az ilyen források hiányának ellensúlyozására Európának ki kell használnia az EGNOS és a GALILEO nyújtotta közvetett előnyöket, az USA-beli GPS mintájára.”



EURÓPAI BIZOTTSÁG

Brüsszel, 14.6.2010

SEC(2010) 716 végleges

Intézkedési terv: a globális navigációs műholdrendszer (GNSS) alkalmazásai

Befejezésül

ajánlom figyelmükbe

Dénes Tamás matematikus írásait:

A globális e-társadalom és a terrorizmus „szövevénye” a kriptográfia mikroszkópján át
(Gondolatok 2001. szeptember 11-e első évfordulóján)

http://www.titoktan.hu/_raktar/_e_vilagi_gondolatok/3.GondolSZEP11.htm

BIZTONSÁGOS INFORMÁCIÓ (S) TÁRSADALOM ?

http://www.titoktan.hu/_raktar/_e_vilagi_gondolatok/4.GondolINFTARS.htm

*"A történelem mindössze arra tanít meg bennünket,
hogy az emberiség semmit sem tanul a történelemből."*

Albert Einstein

*"A tipikus amerikai világban az információ
sorsa az, hogy áru lesz, venni és eladni lehet.
Nem az én dolgom, hogy azon akadékoskodjam,
hogy ez a kereskedői álláspont erkölcsös-e vagy
nem, durva-e vagy finom. Az én dolgom az, hogy
kimutassam: ez az álláspont az információ és a
vele kapcsolatos fogalmak félreértéséhez és
félrekezeléséhez vezet."*

Norbert Wiener

*"Amióta információelmélettel foglalkozom, sokszor eltűnődtem azon,
hogy fér el néhány verssorban összehasonlíthatatlanul több információ,
mint egy ugyanolyan hosszúságú, maximális tömörségű táviratban."*

Rényi Alfréd Ars mathematica

A bemutató elkészítéséhez felhasznált források jegyzéke:

Air Defence System Defensive Aids

<http://www.ausairpower.net/APA-SAM-DefAids.html>

Professor David Last

Crime, GNSS Jamming & Enhanced Loran

http://www.google.hu/webhp?hl=hu#hl=hu&source=hp&q=Crime%2C+GNSS+Jamming+%26+Enhanced+Loran&btnG=Google+keres%C3%A9s&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=aae9bd7022ce0b81

Professor David Last

Security & Surveillance

Expert Advice: GPS Forensics, Crime, and Jamming

<http://www.gpsworld.com/defense/security-surveillance/expert-advice-gps-forensics-crime-and-jamming-8986>

Dinesh Manandhar, Yongcheol Suh, Ryosuke Shibasaki

GPS Signal Acquisition and Tracking An Approach

towards Development of Software-based GPS receiver

http://www.qzss.org/Research/Paper/IEICE_ITS_2004_DM.pdf

Dulai Tibor

A Galileo programmal kapcsolatos fejlesztések és alkalmazások lehetséges irányvonalai

Veszprémi Egyetem Műszaki Informatika Kar Információs Rendszerek Tanszék

http://www.google.hu/webhp?hl=hu#hl=hu&source=hp&q=Dulai+Tibor+A+Galileo+programmal+kapcsolatos+fejleszt%C3%A9sek+%C3%A9s+alkalmaz%C3%A1sok+lehets%C3%A9ges+ir%C3%A1nyvonalai+Veszpr%C3%A9mi+Egyetem+M%C5%B1szaki+Informatika+Kar+Inform%C3%A1ci%C3%B3s+Rendszerek+Tansz%C3%A9k&btnG=Google+keres%C3%A9s&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=71008898a89169bf

ExtremeTech

Hacking Your GPS Firmware

<http://www.extremetech.com/article2/0,2845,1781388,00.asp>

GPS Delay Spoofing Experiments

<http://72.52.208.92/~gbpprorg/mil/gps4/index.html>

GPS Jammer
<http://www.qsl.net/n9zia/wireless/gps>

GPS Vulnerability to Civil Users in the United States
<http://www.google.hu/search?hl=hu&q=US+coast+guard+GPS+jamming>

GPS-zavarótól retteg a Pentagon
<http://index.hu/tech/hardver/gpsjamm>

Haig Zsolt (ZMNE)
AZ INFORMÁCIÓBIZTONSÁG KOMPLEX ÉRTELMEZÉSE
http://www.zmne.hu/hadmernok/kulonszamok/robothadviseles6/haig_rw6.html

Hengqing Wen, Peter Yih-Ru Huang, John Dyer, Andy Archinal and John Fagan
The University of Oklahoma
Countermeasures for GPS signal spoofing
http://72.52.208.92/~gbpprorg/mil/gps4/Wen_Spoof.doc.

Horváth Tamás
„GPS Jamming”
a GPS jelek szándékos zavarása
http://www.agt.bme.hu/tantargyak/gpselm/eloadas/HT_26apr.pdf

Jon S. Warner
Roger G. Johnston
GPS Spoofing Countermeasures
http://www.homelandsecurity.org/bulletin/Dual%20Benefit/warner_gps_spoofing.html

Kovács Béla Zentai László
GPS = NAVSTAR vagy ГЛОХАСС, esetleg GALILEO?
<http://www.google.com/search?sourceid=navclient&hl=hu&q=www.+lazarus.elte.hu%2Fhun%2Fdolgozo%2Fzentail%2Fsav%2Fgps.ppt>

Kovács László:
KRITIKUS INFORMÁCIÓS INFRASTRUKTÚRÁK MAGYARORSZÁGON
http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles7/kovacs_rw7.html

Lencsés Csaba

Elbukott a donortolvajok elleni harc

<http://www.origo.hu/auto/20090611-nem-lesz-allamilag-kotelezo-egyedi-jarmuazonosito.html>

Logan Scott

Expert Advice - Location Assurance

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/expert-advice-location-assurance-4165>

Nagy Hunor (2008), BME VIK MIT

Bluetooth-os navigációs készülék tervezése

<http://diploma.egyetemiblog.hu/bluetoothos-navigacios-keszulek-tervezese/>

Neil D. Fox

Precision Electronic Warfare

http://www.darpa.mil/STO/solicitations/baa09-65/pdf/proposers_day.pdf

Nemzeti bűnmegelőzési stratégia

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:O2iegbZn98UJ:bunmegelozes.easyhosting.hu/dok/tars_bunmeg_nemz_

Pápai Attila

GPS a gyakorlatban

<http://pdaplus.hu/content/view/3567/67/>

Paul Paddan, Marino Phocas | ED Online ID #8088 | May 2004

<http://www.mwrf.com/Articles/ArticleID/8088/8088.html>

Rockwell Collins

IGAS

Munitions Integrated GPS Anti-Jam System

<http://www.rockwellcollins.com/ecat/gs/IGAS.html>

Sik Zoltán

Információs hadviselés, információs műveletek és a kritikus infrastruktúrák védelme.

http://www.google.hu/#hl=hu&q=Sik+Zolt%C3%A1n+N%C3%A1ndor%3A+Inform%C3%A1ci%C3%B3s+hadvisel%C3%A9s&aq=f&aqi=&aql=&oq=Sik+Zolt%C3%A1n+N%C3%A1ndor%3A+Inform%C3%A1ci%C3%B3s+hadvisel%C3%A9s&gs_rfai=&fp=71008898a89169bf

Ványa László (ZMNE)

ZAVARÓ ROBOTOK ELMÉLETBEN ÉS A GYAKORLATBAN

http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/vanya2_rw6.html

Wühl Tibor

Robotkutatások és a térinformatika kapcsolata

http://www.zmne.hu/hadmernok/archivum/2006/1/2006_1_wuhrl.html

Omar Khajjám

RUBÁIK

(Szabó Lőrinc fordítása, harmadik változat: 1943)

Forrás: Magyar Elektronikus Könyvtár

<http://www.terebess.hu/keletkultinfo/omar.html>

Omar Khajjám

RUBÁIK

(Sziklay Andor fordítása)

<http://www.terebess.hu/keletkultinfo/omarsziklay.html>