



TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
Fakulta elektrotechniky a informatiky
KATEDRA ELEKTRONIKY A MULTIMEDIÁLNYCH
TELEKOMUNIKÁCIÍ

SLAVOMÍR PILLÁR

MULTIMEDIÁLNE SLUŽBY POSKYTOVANÉ
DRUŽICOVOU SIEŤOU

DIPLOMOVÁ PRÁCA

KOŠICE, MÁJ 2001

POĎAKOVANIE

Touto cestou sa chcem poďakovať svojmu vedúcemu diplomovej práce prof. Ing. Stanislavovi Marchevskému, CSc. za poskytnuté informácie, skúsenosti a cenné rady, ktorými prispel pri vypracovaní tejto diplomovej práce.

V Košiciach

.....

Slavomír Pillár

ABSTRAKT

Téma "**Služby družicových systémov**" prináša prehľad vybraných telekomunikačných služieb poskytovaných prostredníctvom družicových telekomunikačných sietí. V úvodnej časti je vykonaná klasifikácia družicových telekomunikačných služieb podľa ich funkcie a v zmysle ich rozdelenia inštitúciami RR (Radio Regulations) a Medzinárodnou telekomunikačnou úniou (ITU). Dôraz je položený na prehľad a opis multimedialných služieb poskytovaných prostredníctvom družicových systémov. Vzhľadom na vývoj v oblasti integrovaných obvodov pre prijímače družicových navigačných systémov (GPS – Global Positioning System) a predpoklad ich širšieho využitia v civilných aplikáciách, bola do prehľadu zaradená aj problematika družicových navigačných systémov.

ABSTRACT

Topic „**Services of Satellite Communications**“ brings review of selected telecommunication services provided through satellite telecommunication networks. In introduction is classification of satellites telecommunication services according to function and by their allocation of institution RR (Radio Regulations) and International Telecommunication Union (ITU). Accent is situated to review and description multimedia services providing by the satellite systems. Concerning to development in department of integrated circuits for systems of navigation satellite receivers (GPS – Global Positioning System) and assumption their width exploitation in civil applications, is also included to review topic of satellites navigation systems.

OBSAH

1 ÚVOD	1
1.1 HISTORICKÁ IDEA UMELÝCH DRUŽÍC.....	1
1.1.1 Sir Arthur C. Clarke.....	1
1.1.1.1 Biografia Sira Arthura C. Clarka.....	1
1.1.1.2 Predpovede Sira Arthura C. Clarka.....	2
1.2 HISTORICKÝ POHľad.....	2
1.3 ZÁKLADNÝ PRINCÍP.....	3
2 DRUŽICOVÉ SYSTÉMY	4
2.1 KONŠTRUKCIA DRUŽICOVÉHO TRANSPONDÉRA.....	5
2.2 MOBILNÉ DRUŽICOVÉ STANICE.....	9
2.2.1 Mobilná Ku - pásmová uplinková jednotka.....	9
2.2.2 Mobilná C - pásmová uplinková jednotka.....	10
2.3 KVH TRACVISION G4 – POKROČILÉ MOBILNÉ ZARIADENIE PRE PRÍJEM SIGNÁLU Z DRUŽÍC.....	11
2.4 PRÍJEM DRUŽICOVÉHO SIGNÁLU ŠTANDARDNÝM ZARIADENÍM.....	15
2.4.1 Zariadenie pre príjem signálu z družíc.....	15
2.4.2 Kódovacie systémy pre digitálne vysielanie.....	19
2.4.2.1 Simulcrypt a Simulcast.....	20
2.4.3 Multi CAM.....	20
2.4.4 Zariadenie do PC pre kompletný príjem digitálnej družicovej TV, rádia a dát.....	21
2.5 OBEŽNÁ DRÁHA.....	22
2.5.1 Obežné dráhy družíc.....	22
2.5.2 Stručná charakteristika orbitálnych dráh.....	23
2.6 KOMUNIKAČNÉ TECHNIKY.....	23
2.7 FREKVENCIE DRUŽICOVÝCH SPOJOV.....	24
2.8 DRUŽICOVÁ DÁTOVÁ SIEŤ.....	25
2.8.1 Družicová VSAT sieť.....	25
2.8.2 Architektúra družicovej VSAT siete.....	26
3 KLASIFIKÁCIA DRUŽICOVÝCH SLUŽIEB	29
3.1 FREKVENČNÉ PÁSMA.....	29
3.1.1 Pevné družicové služby (FSS).....	35
3.1.2 Mobilné družicové služby (MSS).....	35
3.1.3 Rádiodeterminačné navigačné služby (RDSS).....	35
3.1.4 Rádionavigačné družicové služby (RNSS).....	36
3.1.5 Rozhlasové a TV družicové služby (BSS).....	36
3.1.6 Medzidružicové služby (ISS).....	36
3.1.7 Skyplex.....	37
4 MULTIMEDIÁLNE SLUŽBY DRUŽICOVÝCH SYSTÉMOV	38
4.1 INTERAKTÍVNE SLUŽBY.....	38
4.2 DISTRIBUTÍVNE SLUŽBY.....	42
4.3 OPIS VYBRANÝCH MULTIMEDIÁLNYCH SLUŽIEB.....	43
4.3.1 Analógová družicová televízia a rozhlas.....	43
4.3.2 Digitálna družicová televízia.....	43
4.3.3 Digitálny družicový rozhlas.....	44
4.3.3.1 DSR.....	44
4.3.3.2 DAB.....	44
4.3.4 Prístup na Internet.....	44
4.3.5 Telemedicína.....	45

4.3.6 Video na požiadanie (VoD – Video on Demand)	46
4.3.7 NVoD (Near Video on Demand)	46
4.3.8 PPV (Pay-per-View)	47
4.3.9 SatText	47
4.4 DRUŽICOVÉ KOMUNIKAČNÉ SYSTÉMY	47
4.4.1 GlobalStar	47
4.4.2 Inmarsat	48
4.4.3 Iridium	49
4.4.4 Skybridge	50
4.4.5 Teledesic	51
4.4.6 Orbcomm	52
4.4.6.1 Frekvenčná alokácia	52
4.4.6.2 Popis systému	52
4.5 MALÉ DRUŽICE PRE PRÍJEM ŠPECIÁLNYCH SLUŽIEB	53
4.5.1 Klasifikácia	53
4.5.1.1 Mini – družice	54
4.5.1.2 Mikro – družice	54
4.5.1.3 Nano & Piko – družice	56
4.6 POZOROVACIE (ŠPIONÁŽNE) DRUŽICE	57
4.7 METEOROLOGICKÉ DRUŽICE	59
4.8 EURÓPSKE A MEDZINÁRODNÉ ŠTANDARDY APLIKOVANÉ NA DRUŽICOVÉ SLUŽBY	61
5 GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)	62
5.1 PRINCÍP URČOVANIA POLOHY	63
5.2 DIFERENCIÁLNA GPS (DGPS)	64
5.3 ZÁKLADNÝ PRINCÍP PRIJÍMAČOV GPS	65
5.4 VYSOKOFREKVENČNÝ STUPEŇ	65
5.5 KORELÁTOR GPS A SPRACOVANIE SIGNÁLU POMOCOU DSP	66
5.6 ROZHRANIE PRE OBSLUHU, KLÁVESNICA, DISPLEJ A NAPÁJANIE	66
5.7 POUŽÍVANÉ KONŠTRUKČNÉ PRVKY PRE PRIJÍMAČE GPS	66
5.8 SEGMENTÁCIA SYSTÉMU GPS	67
5.8.1 Rozdelenie do blokov	67
5.8.2 Vesmírny segment	68
5.8.3 Riadiaci segment	69
5.8.4 Používateľský segment	69
5.9 GPS DRUŽICOVÉ SIGNÁLY	69
5.10 GPS ZARIADENIE	74
5.11 VYHLIADKY PRE POUŽÍVATEĽOV GPS DO BUDÚCNOSTI	74
6 MULTIMEDIÁLNY PROGRAM TOOLBOOK	76
6.1 POPIS PROGRAMU TOOLBOOK	76
6.2 SPRACOVANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE V PROGRAME TOOLBOOK	78
6.3 VÝHODY A NEVÝHODY PRÁCE S PROGRAMOM TOOLBOOK	78
7 ZÁVER	80

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

AGC	Automatic Gain Control , automatická kontrola zosilnenenia
AMS	Aeronautical Satellite Services , letecké družicové služby
BER	Bit Error Ratio , bitová chybovosť
BPSK	Binary Phase Shift Keying , dvojstavová fázová modulácia
BSS	Broadcasting Satellite Service , vysielacie družicové služby
C/A	Coarse/Acquisition-Code , kód hrubého zisku
CD	Compact Disc , kompaktný disk
CDMA	Code Division Multiple Access , kódovo delený viacnásobný prístup
DAMA	Demand Assignment Multiple Access , dynamicky priradzovaný viacnásobný prístup
DAB	Digital Audio Broadcasting , digitálne audio vysielanie
DBS	Direct Broadcasting Satellites , priame družicové vysielanie
DGPS	Differential Global Positioning System , diferenciálny globálny systém pre určovanie polohy
DSR	Digital Satellite Radio , digitálne družicové rádio
DSSS	Direct Sequence-Spread Spectrum , priamo sekvenčné – rozprestreté spektrum
DTH	Direct to Home , priamo do domácnosti
DVB	Digital Video Broadcasting , vysielanie digitálneho video - signálu
DVB-S	DVB – Satellites , družicové vysielanie digitálneho video - signálu
EDTV	Enhanced Definition Television , televízia so zvýšenou rozlišovacou schopnosťou
EUTELSAT	European Satellite Organization , európska družicová organizácia
FDM	Frequency Division Multiplex , frekvenčne delený multiplex
FDMA	Frequency Division Multiple Access , frekvenčne delený viacnásobný prístup
FM	Frequency Modulation , frekvenčná modulácia
FSS	Fixed Satellite Services , pevné družicové služby
GEO	Geostationary Earth Orbit , geostacionárna obežná dráha
GPS	Global Positioning System , globálny systém pre určovanie polohy
HEO	Highly Elliptical Orbit , vysoko eliptická obežná dráha
INMARSAT	International Mobile Satellite Organization , medzinárodná mobilná družicová organizácia
INTELSAT	International Satellite Communication Organization , medzinárodná družicová komunikačná organizácia
IRD	Integrated Receiver Decoder , integrovaný prijímač - dekóder
ISS	Inter Satellite Services , medzidružicové služby
LEO	Low Earth Orbit , nízka obežná dráha
LMS	Land Mobile Services , pozemné mobilné družicové služby
LNA	Low Noise Amplifier , nízkošumový zosilňovač

MEO	Medium Earth Orbit , stredná obežná dráha
MMS	Marine Satellite Services , námorné družicové služby
MPEG	Motion Pictures Expert Group , odborná skupina pre pohyblivé obrazy
MSS	Mobile Satellite Services , mobilné družicové služby
NASA	National Aeronautical and Space Association , národný ústav pre letectvo a vesmír
NMEA	National Marine Electronics Association , národná námorná elektronická asociácia
PAMA	Pre Assignment Multiple Access , vopred autorizovaný viacnásobný prístup
PC	Personal Computer , osobný počítač
PCM	Pulse Code Modulation , impulzná kódová modulácia
PPS	Precise Positioning System , precízny systém pre určovanie polohy
PRN	Pseudo Random Noise , pseudo - náhodný šum
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying , štvorstavová fázová modulácia
RA	Random Access , náhodný prístup
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime , rádiotechnická komisia pre námorníctvo
S/A	Selective Availability , umelé skreslenie polohy
SDMA	Space Division Multiple Access , priestorovo delený viacnásobný prístup
SDTV	Standart Definition Television , televízia so štandardným rozlíšením
SES	Société Européene des Satellites , európska družicová organizácia
SMATV	Satellites Master Antenne TV , hlavná družicová anténa pre televíziu
SOS	Space Operating Services , vesmírne operačné služby
SPS	Standart Positioning System , štandardný systém pre určovanie polohy
SS	Spread Spectrum , rozprestreté spektrum
SV	Space Vehicle , vesmírny nosič
TDM	Time Division Multiplex , časovo delený multiplex
TDMA	Time Division Multiple Access , časovo delený viacnásobný prístup
TOA	Time of Arrival , čas príchodu
UTC	Universal Time Coordinated , presný svetový čas
VoD	Video on Demand , video na požiadanie
WWW	World Wide Web , celosvetová sieť web

1 ÚVOD

1.1 HISTORICKÁ IDEA UMELÝCH DRUŽÍC

Idea umelých družíc Zeme je veľmi stará. Prvé zmienky o umelých družiciach sa datujú už na rok 1869 a prvý koncept komunikačných družíc bol prvý krát verejne publikovaný v októbri 1945 vedcom a spisovateľom SCI-FI Sirom Arthurom C. Clarkom (obr. 1.1) v magazíne *Wireless World Magazine* pod názvom *'Extraterrestrial Relays'*, kde opisuje globálnu komunikačnú družicovú sieť pozostávajúcu z troch geostacionárnych družíc a to už 12 rokov pred vypustením prvej umelej družice Zeme – *Sputnik*.

Nasledujúce tri podkapitoly sú venované Sirovi Arthurom C. Clarkovi.

1.1.1 SIR ARTHUR C. CLARKE

Otec geostacionárnej dráhy. Preslávil sa prognostickým dielom *2001 A Space Odyssey* (2001 Vesmírna odysea), ale taktiež tým, že bol prvým človekom, ktorý navrhol umiestnenie družíc na rovníkovej dráhe vzdalenej 36 tisíc kilometrov od zemského povrchu k vytvoreniu globálnej komunikačnej siete. V súčasnosti žije na Srí Lanke.

1.1.1.1 BIOGRAFIA SIRA ARTHURA C. CLARKA

Narodil sa v Anglicku v roku 1917. Už v detskom veku prejavoval záujem o vedu. Ako mladík zmapoval mesiac teleskopom, ktorý si sám skonštruoval. V čase služby v RAF (Royal Air Force – anglické kráľovské letectvo) v rokoch 1941 – 1946 uverejnil niekoľko poviedok z oblasti science-fiction a v roku 1945 napísal pre anglický odborný magazín *Wireless World* príspevok, ktorý nazval *Extra Terrestrial Relays* (Mimozemské spojenia). V tomto príspevku položil základy družicových komunikácií prostredníctvom družíc umiestnených na geostacionárnej dráhe Zeme.



Sir Arthur C. Clarke

Obr. 1.1 Portrét Sira Arthura C. Clarka

1.1.1.2 PREDPOVEDE SIRA ARTHURA C. CLARKA

Clarke predpovedal skutočnú vysielaciu službu (broadcast service), ktorá by poskytovala konštantnú intenzitu prijímaného signálu po celú dobu vysielania a ktorá by sa dala prijímať po celom svete.

Niektoré reakcie na predpoveď Arthura Clarka boli skeptické. Prax ale neskôr oprávnenosť jeho vízií dokázala. Dvadsať rokov po uverejnení príspevku Mimoseské spojenia bola umiestnená na orbitu prvá synchrónna družica, ktorá niesla názov Early Bird (Ranné vtáča). Synchrónna v tomto prípade znamená, že sa pohybovala po geostacionárnej dráhe rovnakou rýchlosťou, ako je uhlová rýchlosť otáčania Zeme.

Dňa 3. júla 2000 sa konalo na Malte zasadnutie akcionárov spoločnosti Eutelsat. Generálny riaditeľ Eutelsatu Giuliano Berretta mal pri tejto príležitosti zaujímavý telefonický rozhovor. Hovoril so Sirom Arthurom C. Clarkom. Presne po 55 rokoch, kedy Clarke predstavil svoju vizionársku teóriu, Eutelsat symbolicky venoval „otcovi“ družice Eutelsat SESAT a Eutelsat W4, ktoré boli pred nedávnom uvedené na orbitálnu dráhu. Prvú z nich vyniesla do kozmu dňa 17. apríla 2000 raketa PROTON (obr. 1.2) z kozmodromu Bajkonur v Kazachstáne, 24. mája 2000 pribudol aj druhý Eutelsat W4, ktorý úspešne dopravila raketa ATLAS III z Cape Canaveral na Floride v USA.



Obr. 1.2 Nosná raketa PROTON

1.2 HISTORICKÝ POHĽAD

Prvé systémy využívajúce umelé družice na prenos signálov pracovali na princípe odrazu od metalických balónov (napr. ECHO 1 od NASA). Tieto systémy museli mať veľké vysielacie antény, vysoko výkonné vysielacie s výkonom niekoľko kW a prijímače s nízkošumovými zosilňovačmi. Po týchto pokusoch sa vďaka vývoju nových, predovšetkým vojenských technológií začínajú objavovať aktívne opakovače, teda družice, ktoré signál prijímú, zosilnia ho a vyšlú späť na Zem. Zosilňovač použitý na družici vlastne iba vykryl straty, ktoré vznikali prechodom signálu cez voľné prostredie, a tak bolo možné

použiť menšie priemery antén a menšie vysielacie výkony družíc, čím stúpla aj ich životnosť.

Úspechy s prvými družicami pomohli k vzniku organizácií, ktoré začali poskytovať rôzne služby týkajúce sa družicových komunikácií. Medzi prvými vznikla v roku 1964 v USA medzinárodná organizácia *INTELSAT (International Satellite Communication Organization)*, ktorá už pri svojom vzniku združovala 19 krajín. Dnes má táto organizácia až 138 členov a zaoberá sa hlavne medzinárodnými komunikáciami. Vlastní niekoľko predovšetkým geostacionárnych družíc nad Atlantickým, Tichým a Indickým oceánom. Poskytuje niekoľko druhov služieb, či už je to medzinárodný prenos telefónnych hovorov, televíznych programov, alebo obchodné služby INTELNET a VISTA. V roku 1971 vzniká v bývalom ZSSR ako protiklad k organizácii Intelsat východoeurópska organizácia *INTERSPUTNIK*, ktorá však nikdy nedosiahla taký úspech a postavenie ako jej konkurent. Ďalšou organizáciou, ktorá vzniká v roku 1979 na zlepšenie komunikácie v námorníctve je *INMARSAT (International Maritime Satellite Organization)*. Táto organizácia, pôvodne zameraná na poskytovanie telekomunikačných služieb ako telefón, telex, prenos dát, tiesňové a záchranné volania pre námorníctvo, dnes poskytuje svoje služby na vyše 70000 termináloch v 165 krajinách aj mimo námorného priestoru. Po začatí poskytovania služieb aj pre ľubovoľné mobilné stanice sa táto organizácia premenovala na *INMARSAT (International Mobile Satellite Organization)*. Okrem spomenutých organizácií v súčasnosti existuje aj veľa ďalších, väčšinou regionálnych organizácií ako sú EUTELSAT (*European Satellite Organization*), ARABSAT, SES, atď.

1.3 ZÁKLADNÝ PRINCÍP

Družicové technológie ponúkajú široké pásmo služieb. Ich základný princíp a tiež veľká výhoda spočíva v tom, že využívajú jednu, resp. niekoľko družíc umiestnených vysoko nad povrchom Zeme. Poloha družice voči obsluhovanej oblasti je potom veľmi dôležitá z hľadiska pokrytia, kvality služby, nákladov a zložitosti siete. Družicové rádiokomunikácie ukázali nové možnosti nie len v prevádzke medzi kontinentmi alebo na veľké vzdialenosti, ale v dnešnej dobe sa ukazuje ich využiteľnosť aj pre regionálne a národné služby.

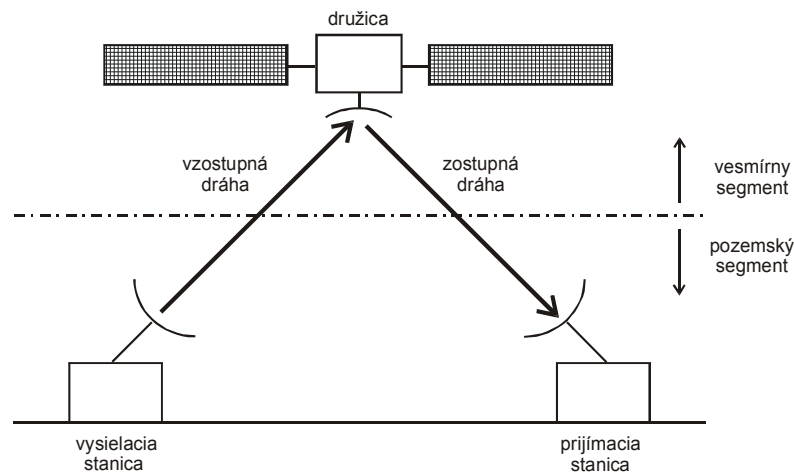
Samostatnou kapitolou sa v dnešnej dobe stávajú projekty družicových sústav pre globálnu komunikáciu. Dá sa predpokladať, že v najbližšej dobe dôjde k ich veľkému rozšíreniu a to hlavne kvôli dopytu po službách, ktoré môžu tieto systémy s veľkou výhodou aplikovať. Jedná sa hlavne o personálnu komunikáciu a to nielen v podobe prenosu hlasu, ale aj vysoko rýchlostného prenosu dát, obrazu a pod.. Až ďalší vývoj ukáže, či sa tieto systémy stanú základom komunikácie budúceho tisícročia. Vďaka mnohým výhodám majú na to predpoklady.

2 DRUŽICOVÉ SYSTÉMY

Technológia družicových komunikácií prešla od jej počiatku po dnešok veľkými vývojovými zmenami a stala sa neoddeliteľnou súčasťou komunikačných systémov. Družicové systémy majú mnohé výhody oproti klasickým komunikačným prostriedkom (pozemské systémy). Patria medzi ne hlavne možnosti uskutočňovať družicovú službu kdekoľvek, kde môžeme dosiahnuť priamu viditeľnosť družice, odolnosť voči prírodným katastrofám, alebo ich výhoda použitia na prenos signálov do veľkého počtu pozemských staníc, čím nám značne klesnú náklady. Družicové systémy majú však aj isté nevýhody. Medzi najväčšie patria vysoké počiatkové náklady, relatívne veľké časové oneskorenie signálov spôsobené prekonávaním veľkých vzdialeností a tiež skutočnosť, že údržba družice je veľmi náročná.

Družicový systém môžeme rozdeliť na dve základné časti zobrazené na obr. 2.1:

- vesmírny segment (space segment),
- pozemský segment (ground segment).



Obr. 2.1 Rozdelenie družicového systému na segmenty

Medzi segmentmi vzniká prenosová cesta, ktorá sa skladá z dvoch častí. Prenosová cesta z pozemskej stanice smerom k družici sa nazýva vzostupná dráha (uplink) a z družice k pozemskej stanici zostupná dráha (downlink). Na kvalitu prenosovej cesty pôsobia rôzne vplyvy, ktoré sú veľmi dôležité pri jej ďalšom využití.

Samotný vesmírny segment sa skladá z jednej, resp. niekoľkých družíc a z pozemského zariadenia slúžiaceho na riadenie a monitorovanie funkcií družice. Samotnú družicu môžeme prirovnať k vykrývacej rádiokomunikačnej stanici umiestnenej vysoko nad zemským povrchom. Jej úlohou je rovnako ako pri pozemských systémoch prijať signál, preniesť ho do iného frekvenčného pásma, zosilniť a znovu vyslať. Keďže frekvenčné pásmo, ktoré má družica spracovať je relatívne široké, skladá sa zariadenie

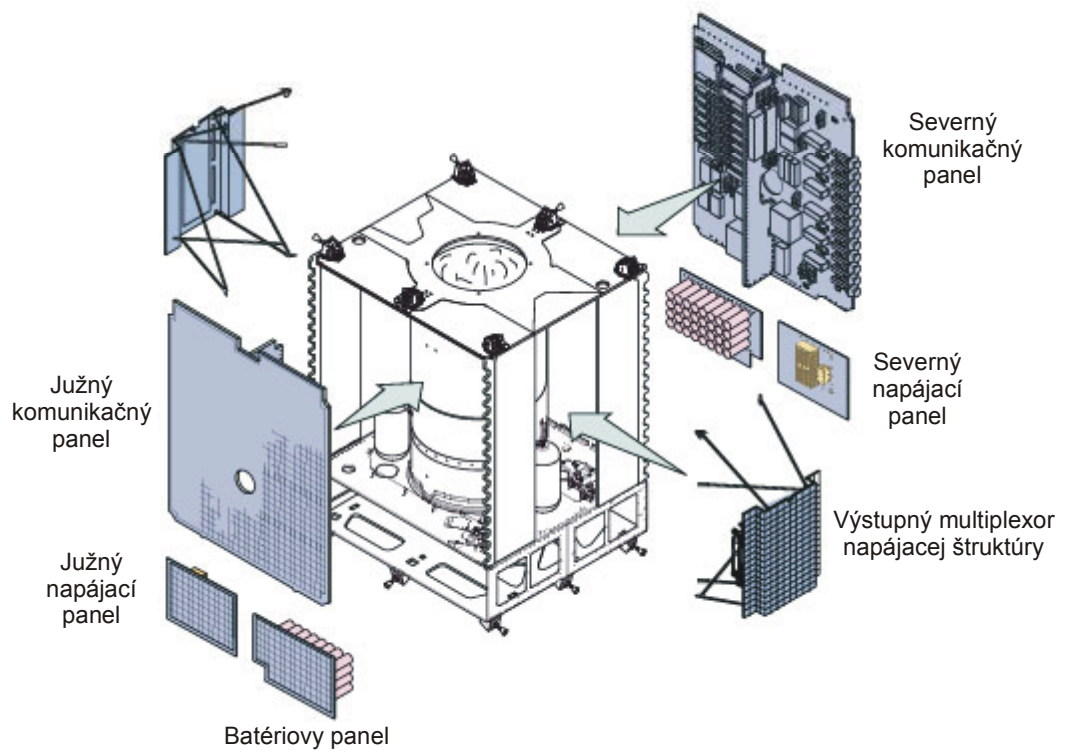
družíc z menších blokov (transpondérov), ktoré už majú podstatne menšie frekvenčné pásma. Každý transpondér sa potom skladá z prijímača a vysielača spolu s príslušnými obvodmi, potrebnými pre ďalšie spracovanie.

Pozemský segment na druhej strane zahŕňa všetky pozemské stanice, ktorými sú obvyčajne prijímacie terminály koncových používateľov.

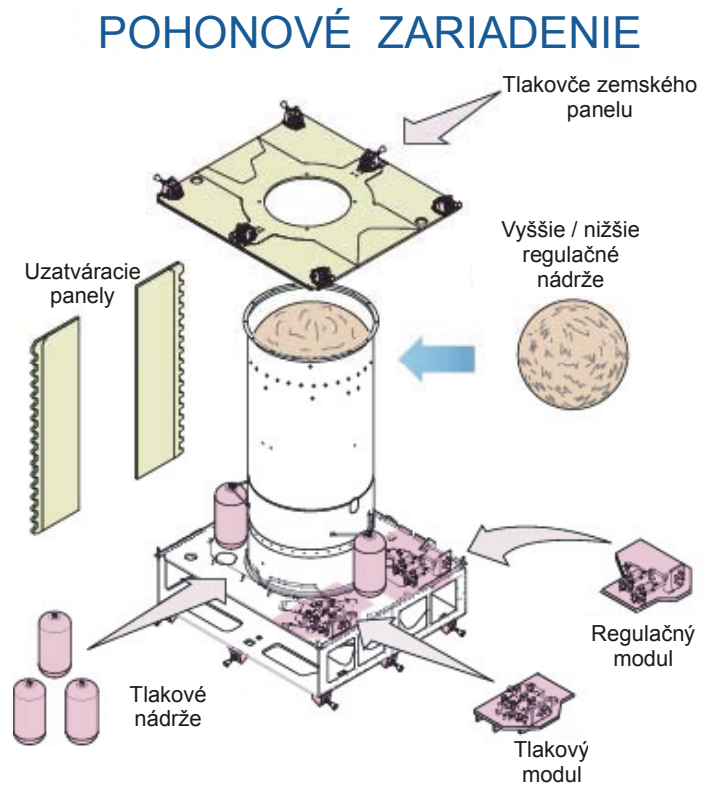
2.1 KONŠTRUKCIA DRUŽICOVÉHO TRANSPONDÉRA

Na nasledujúcich šiestich obrázkoch sú postupne predstavené časti konštrukcie družicového transpondéra, ktorý je súčasťou vesmírneho segmentu.

HLAVNÉ ZARIADENIE

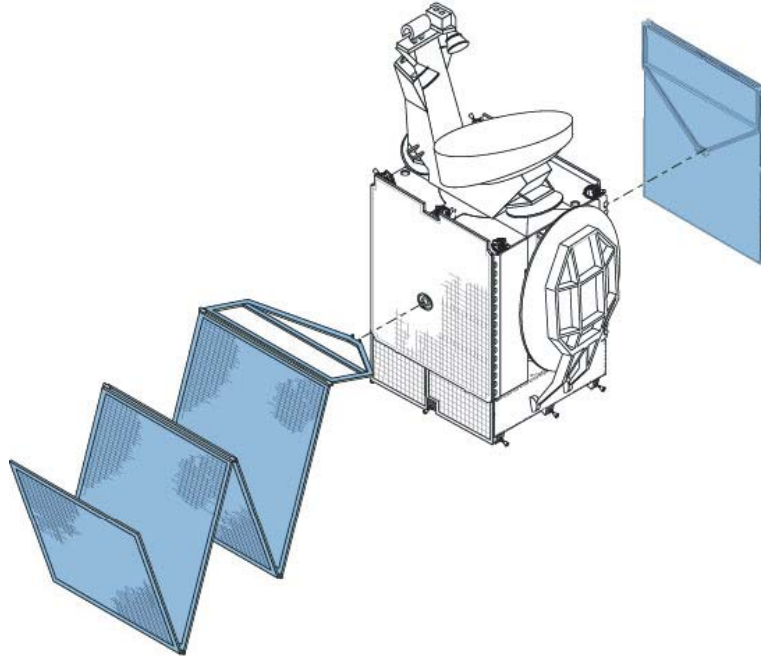


Obr. 2.2 Hlavné zariadenie

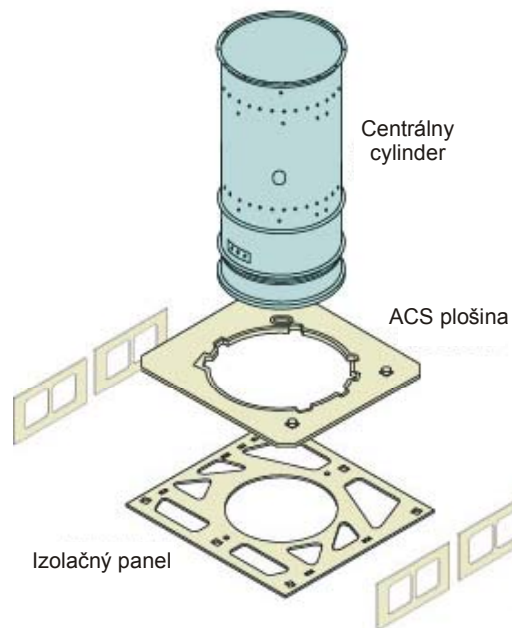


Obr. 2.3 Pohonové zariadenie

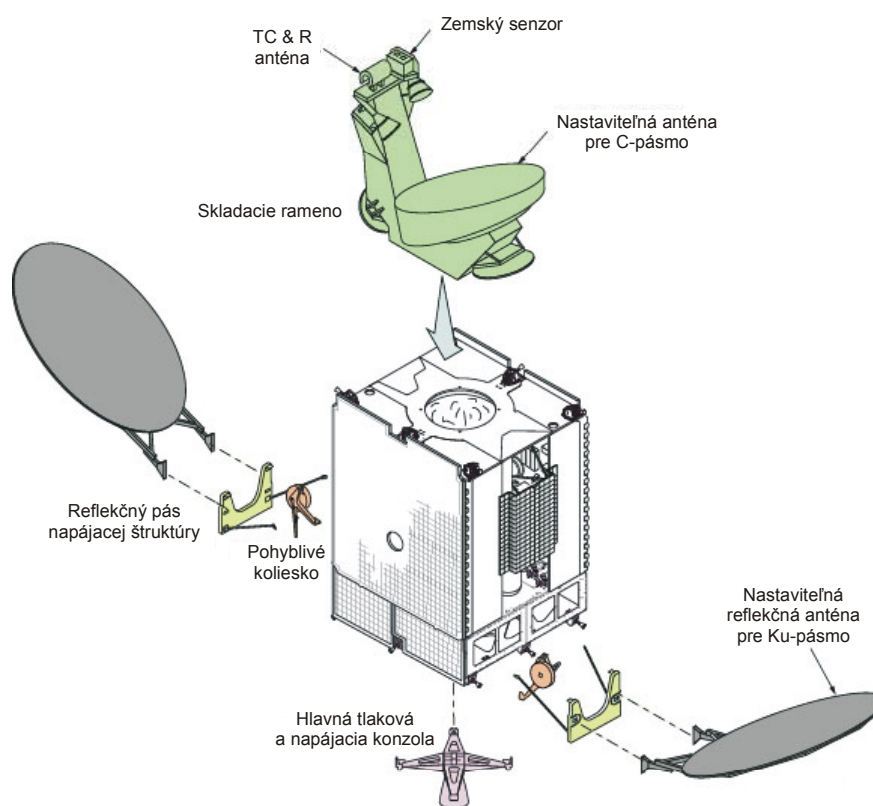
ZARIADENIE SOLÁRNEHO POĽA

*Obr. 2.4 Zariadenie solárneho poľa*

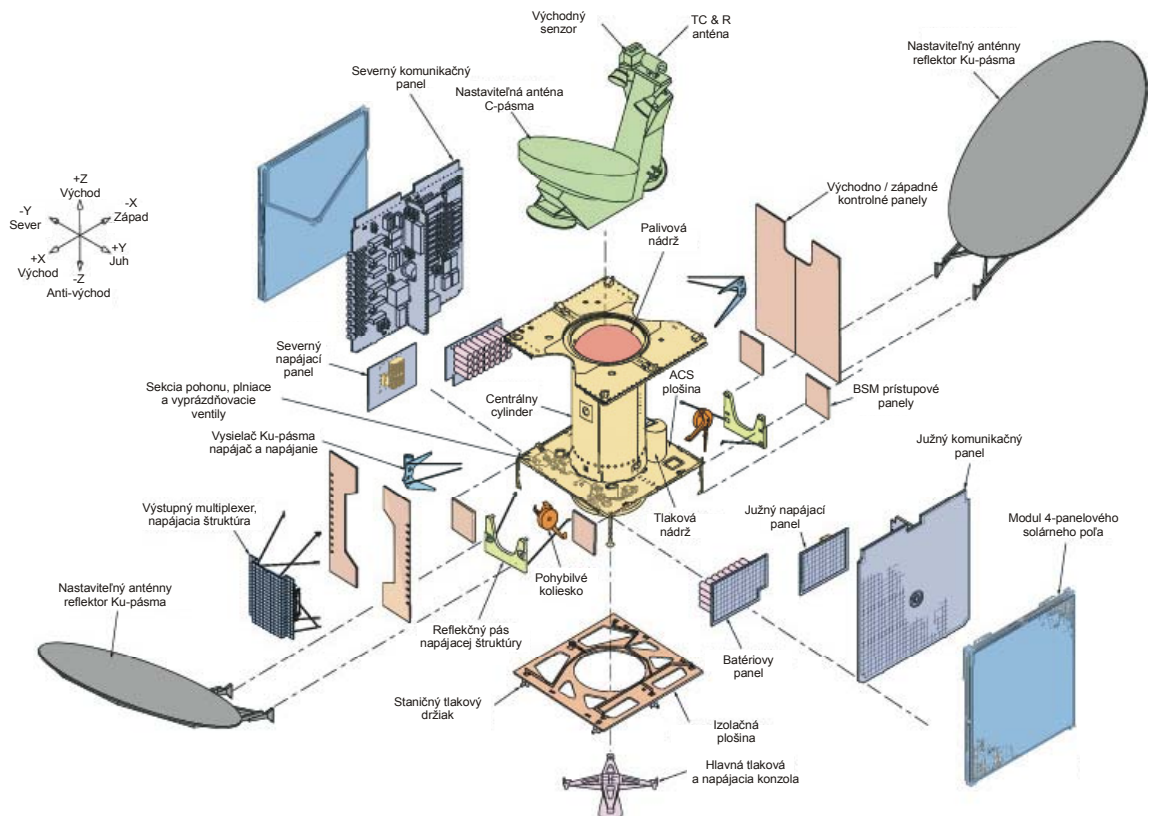
ŠTRUKTÚRA ZARIADENIA

*Obr. 2.5 Štruktúra zariadenia*

ANTÉNOVÉ SKLADACIE ZARIADENIE



Obr. 2.6 Anténové skladacie zariadenie



Obr. 2.7 Kompletný družicový transpondér

2.2 MOBILNÉ DRUŽICOVÉ STANICE

2.2.1 MOBILNÁ KU - PÁSMOVÁ UPLINKOVÁ JEDNOTKA

Vo svete existujú moderné technické riešenia pre prenos modulácie pomocou družicových systémov, ktoré vystihujú technický pokrok samotného spoločenského systému.

Firma Sure Shot sídli v štáte Ohio, v meste New Middletown. Táto zemepisná poloha je vhodná pre aktivity spoločnosti, ktorá poskytuje služby pomocou mobilných družicových staníc s dosahom po celom území USA a Kanady. Firma bola založená v roku 1987, kedy začínala svoju činnosť s jednou pojazdnou stanicou. Dnes služby spoločnosti využívajú známe televízne stanice, ako napríklad ABC, NBC, CBC, FOX, USA Networks, CNN, ESPN, atď. Obrázok 2.8 predstavuje základnú mobilnú jednotku, ktorá je schopná uskutočniť prenos smerom na družicu pomocou veľmi výkonnej vysielacej jednotky. Systém využíva parabolu typu Andrew s priemerom 3,7 m, výkon mikrovlnného vysielateľa je 300 W, generátor na palube má výkon 20 kW. Zostava ma licenciu pre družice typu Intelsat E1 a PAS. Štúdiové vybavenie (obr. 2.9) je založené na systéme Beta, ktoré umožňuje kompletne režijné spracovanie TV signálu tak, aby vo výslednej podobe mohol byť odvysielaný priamo cez družicu k abonentom.



Obr. 2.8 Základná mobilná jednotka



Obr. 2.9 Štúdiové vybavenie založené na systéme Beta

2.2.2 MOBILNÁ C - PÁSMOVÁ UPLINKOVÁ JEDNOTKA

Mobilná C – pásmová uplinková jednotka (obr. 2.10) obsahuje nasledujúce:

- vysielateľ Scientific Atlanta 7550,
- 2 – 3,3 kW MCL vysoko výkonné zosilňovače,
- 2 Harris 8012 vysielateľe s 3 audio subnosnými pre každý vysielateľ,
- Miteq kombinátor pre duálne vysielanie,
- Comtech 5,5 metrová offset anténa s 3-uchytením ožarovača,
- bunkový telefón,
- Onan 60 kW generátor,
- C - pásmová prijímacia anténa s videošifrovačom,
- DSS 18" digitálny downlinkový prijímač,
- Beta systém (obr. 2.11).



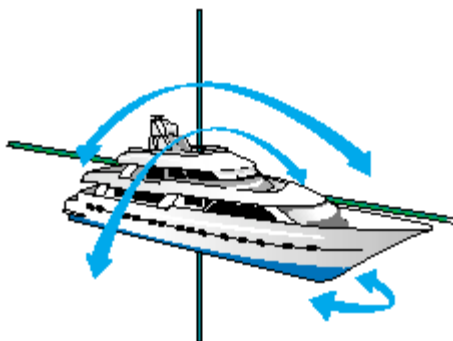
Obr. 2.10 Mobilná C - pásmová uplinková jednotka



Obr. 2.11 Zariadenie na báze Beta systému

2.3 KVH TRACVISION G4 – POKROČILÉ MOBILNÉ ZARIADENIE PRE PRÍJEM SIGNÁLU Z DRUŽÍC

TracVision G4 (obr. 2.20) je jedným z modelov rodiny TracVision od firmy KVH - pokročilých mobilných zariadení na príjem signálu z družíc, ktoré sú v súčasnosti dostupné na trhu. Zariadenia tohto typu sú využívané v námorníctve, letectve, armáde ako aj v bežnej komerčnej prevádzke. G4 – ka predstavuje stabilný a spoľahlivý družicu sledovací systém, kompatibilný s medzinárodným družicovým štandardom pre vysielanie – DVB, ako aj DSS (Digital Satellite Services) DirectTV. Umožňuje prijímať a dekódovať signály s vlastným hardvérom IRD (Integrated Receiver Decoder) zvolenej družice. TracVison ponúka predprogramovanú družicovú knižnicu pozostávajúcu z DVB a DSS kompatibilných družíc. Ak sa Vami zvolená služba v ponúkanej predprogramovanej knižnici nenachádza, používateľ má samozrejme možnosť vlastného rozšírenia. Pri konfigurácii je potrebné vyselektovať dve družicové pozície, ktoré sú od seba vzdialené okolo 10° na orbite (napr. ASTRA 1 a ASTRA 2).



Obr. 2.12 TracVision identifikuje a kompenzuje pohyby

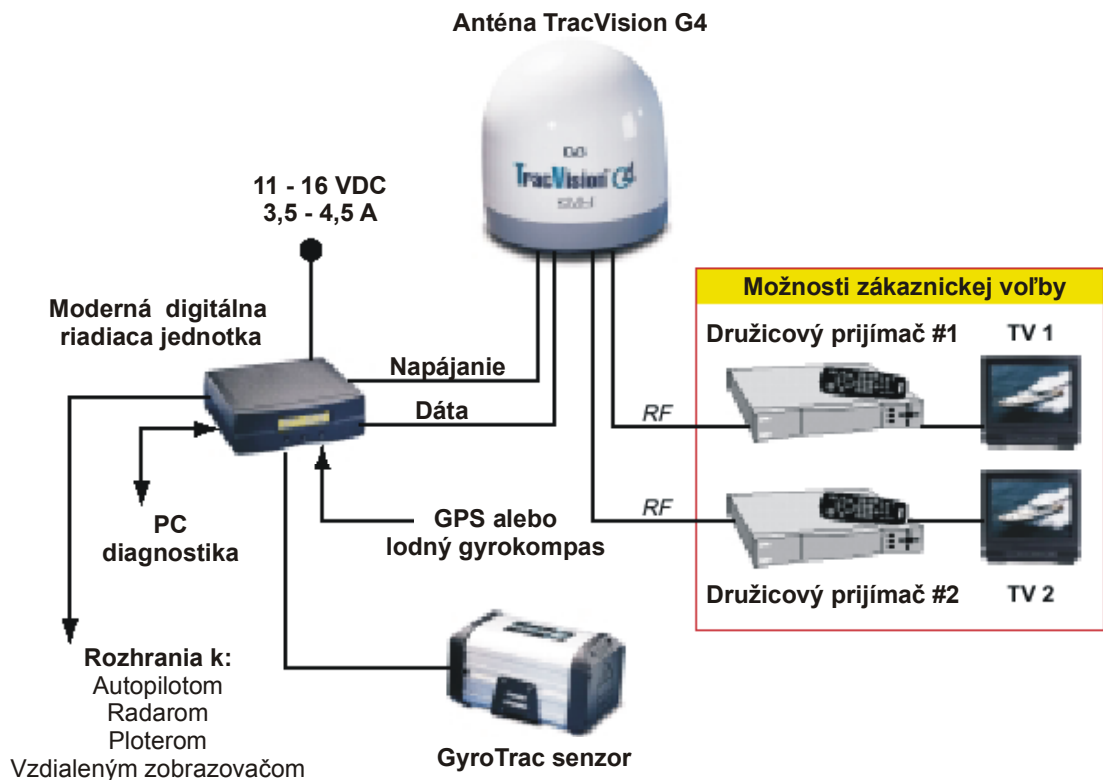
TracVision identifikuje a kompenzuje pohyby (obr. 2.12), ktoré by u klasických pevných inštalácií vyvolali stratu signálu. Sledovanie a dostavovanie na družicu zabezpečuje profesionálny gyrokompas. TracVision súprava (obr. 2.13) obsahuje:

- anténovú jednotku,
- modul senzoru GyroTrac,
- digitálnu riadiacu jednotku.

Anténová jednotka (obr. 2.14 a 2.15) má zabudovaný prijímací systém, pozičný mechanizmus a nastavovacie prvky.

Modul senzoru GyroTrac (obr. 2.16) je digitálne zariadenie, ktoré dokáže pracovať samostatne. Má univerzálny štandardizovaný výstup pripojiteľný aj k iným zariadeniam vyžadujúcim určovanie zemepisnej polohy.

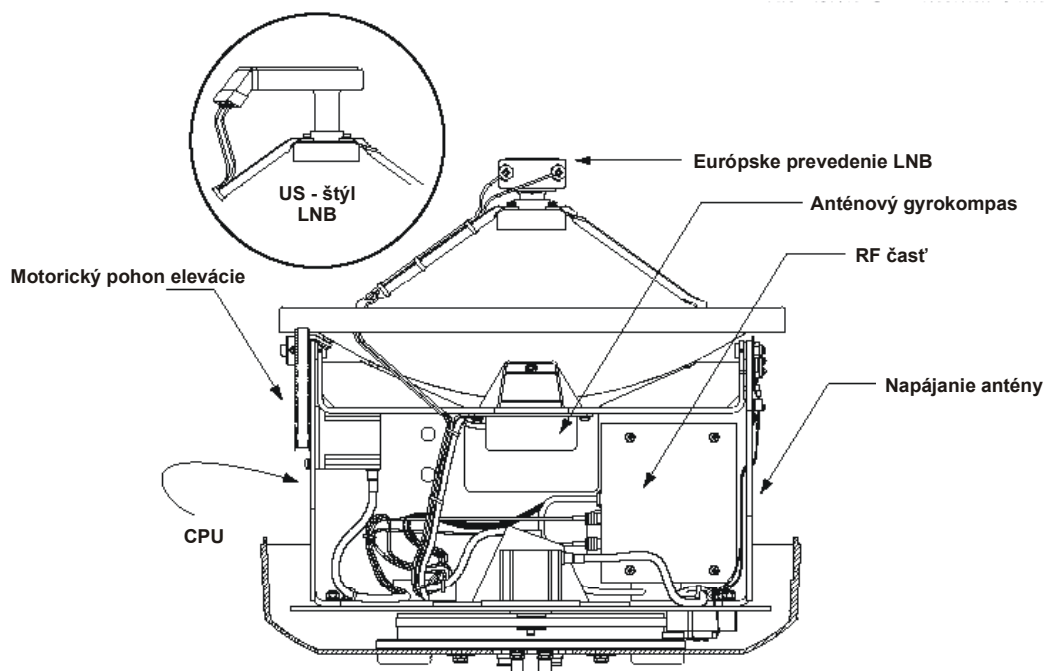
Digitálna riadiaca jednotka (obr. 2.17) je používateľské rozhranie sprostredkujúce kontakt medzi používateľom a ostatným hardvérom pripojeným k systému TracVision ako aj príjem a vysielanie dát celého palubného systému, na ktorom je zariadenie prevádzkované. Funkcie sú zobrazované na LCD displeji a jednotka sa obsluhuje pomocou troch tlačidiel. Je vybavený 60 terminálovými konektormi, číslovanými sekvenčne. Od 1 do 36 sú to Gyrotrac funkcie, ako aj prípojky na ostatné vedenia. Terminálové konektory označené 37 až 60 sú využívané na prepojenie s TracVision G4 anténou, sensorovým modulom, GPS a PC diagnostikou. Riadiaca jednotka sa pripojí na PC (obr. 2.18), ktoré pomocou príkazov (obr. 2.19) skonfiguruje, ovláda a monitoruje celý systém. Výpisy sú samozrejme zobrazované aj na LCD displeji.



Obr. 2.13 TracVision G4 – systémová konfigurácia



Obr. 2.14 TracVision G4 anténová jednotka



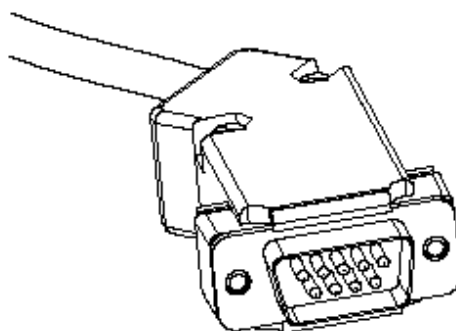
Obr. 2.15 Odkrytovaná anténová jednotka TracVision G4



Obr. 2.16 Modul GyroTrac senzora



Obr. 2.17 GyroTrac digitálna riadiaca jednotka



Obr. 2.18 Konektor DB9 na pripojenie riadiacej jednotky k PC

Command:	@SATCONFIG,X,N,F,S,C,ID,P,B,D<cr>
Where:	<p>@SATCONFIG = directs data to the RF Board</p> <p>X = satellite location A or B</p> <p>N = satellite table # (98 & 99 are slots for user-configured satellites)</p> <p>F = frequency in MHz (either 00000 or a range from 10700 - 12700)</p> <p>S = the satellite transponder symbol rate in Mbit/second (01000 - 30000)</p> <p>C = the FEC code (e.g., 12, 23, 34, 56, 67, 78)</p> <p>ID = the satellite network ID in hexidecimal format (0x####)</p> <p>P = the LNB polarization (v=vertical, h=horizontal)</p> <p>B = the LNB down conversion frequency (l=low, h=high)</p> <p>D = decoding type (0=test, 1=DSS-A, 2=DSS-B, 3=DVB)</p>

Obr. 2.19 Výpis časti konfiguračného programu pre nastavenie parametrov družice



Obr. 2.20 Pohľad na televízny prijímač, TracVision G4 anténovú jednotku a digitálnu riadiacu jednotku

2.4 PRÍJEM DRUŽICOVÉHO SIGNÁLU ŠTANDARDNÝM ZARIADENÍM

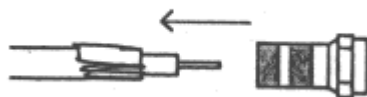
2.4.1 ZARIADENIE PRE PRÍJEM SIGNÁLU Z DRUŽÍC

Na príjem analógového signálu ako aj digitálneho signálu z družice sú potrebné nasledujúce komponenty:

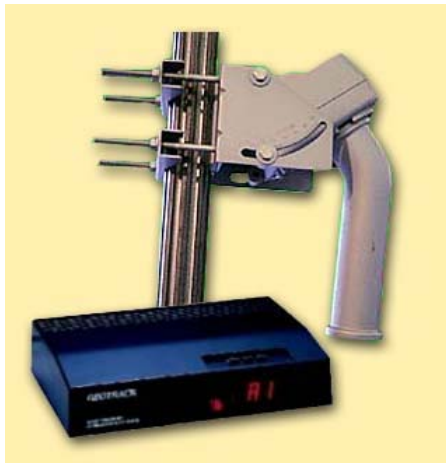
- prijímacia parabolická anténa a konvertor (obr. 2.21),
- koaxiálny kábel a konektory typu F (obr. 2.22),
- natáčacie zariadenie a /DiSEqC (Digital Satellite Equipment Control)/ pozicionér (obr. 2.23),
- družicový prijímač s integrovaným dekóderom, v prípade digitálneho signálu CI (Common Interface) - spoločné rozhranie na pripojenie CAM (Conditional Access Modul) – modulu podmieneného prístupu (obr. 2.24 a 2.25),
- abonentská karta, v prípade digitálneho signálu aj CAM, do ktorého sa vloží karta a ten sa zasúva do CI (obr. 2.26).



Obr. 2.21 Parabolická anténa offset prevedenia a konvertor



Obr. 2.22 Koaxiálny kábel a konektor typu F



Obr. 2.23 Natáčacie zariadenie a pozícioner (DiSEqC)



Obr. 2.24 Družicový prijímač s integrovaným dekodérom a pripojenie jednotlivých komponentov k zostave



Obr. 2.25 CAM- Conditional Access Modul



Obr. 2.26 Abonentská karta

Základné technické parametre družicového prijímača sú:

- kompatibilita s DVB/MPEG-2 a príjem z viacerých družíc,
- vstupný frekvenčný rozsah (950 – 2150 MHz),

- generátor signálu 22 kHz a 60 Hz na prepínanie frekvenčných pásiem a viacerých LNB (Low Noise Block - konvertor),
- výstup napätia 0/12 V,
- main Level & Main Profile,
- šírka IF pásma (IF Bandwidth) – prepínateľné možnosti napr. 27/33/36 MHz,
- nastaviteľná prenosová rýchlosť v Ms/s – Symbol Rate (Megasymbol/s), 15 až 45 Ms/s,
- bitová rýchlosť video – 1,5 až 30 Mbit/s,
- FEC (Forward Error Correction) – prepínanie voľba 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 6/7.

FTA (Free-To-Air)

Družicové digitálne kanály, ktoré programové spoločnosti vysielajú voľne. Na ich príjem nie je nutný prijímač s CAM.

CA (Conditional Access)

Predstavuje podmienený prístup, napr. pre príjem zakódovaného programu, ak sú splnené podmienky predplatného, príp. jednorázového poplatku a abonent a používa digitálny prijímač (box) s modulom a príslušnou prístupovou kartou.

CA (Conditional Access Modul)

Je modul podmieneného prístupu, do ktorého sa vkladá abonentská karta a ktorý sa pripája na CA.

CI (Common Interface)

Spoločné rozhranie na ktoré sa pripájajú CA moduly.

CIM (Common Interface Modul)

Je potrebné rozlišovať medzi CAM a CIM. CAM je všeobecný výraz pre podmienený prístup napr. pri prijímaní platených (zakódovaných) digitálnych družicových programoch. Spravidla je v prijímači slot (výrez), do ktorého je nutné vložiť dekódovaciu kartu (Smart Card). To vo väčšine prípadov ešte na príjem zakódovaných programov nestačí. Dekódovacie zariadenie umožňuje príjem iba vtedy, ak prevádzkovateľ paketu poskytne autorizáciu k príjmu (aktivuje kartu). Túto autorizáciu získava predplatiteľ, ktorý riadne v termínoch platí abonentské poplatky.

CAM je viac-menej ako „proprietary“, teda podmienený prístup vhodný pre príjem určitého zakódovaného systému výrobcu. Umožňuje príjem zakódovaných programov, napr. v jednom systéme (pokiaľ nie je zavedený Simulcrypt).

CAM pre príjem kódovaných programov napr. v Irdeto nie je už vhodný pre príjem Cryptoworks, Viaccess alebo iného systému.

CI alebo CIM (Common Interface alebo Common Interface Modul – spoločné rozhranie) na rozdiel od CAM umožňuje príjem z viacerých systémov. Riešenie príjmu počtu systémov je závislé na výrobcovi digitálnych prijímačov. Vo všeobecnom prípade by CIM mohol prijímať zakódované programy vo všetkých známych kódovacích systémoch. V skutočnosti ponúkajú súčasní výrobcovia CIM možnosť príjmu programov, zakódovaných iba v niekoľkých systémoch.

Hardvér CI predstavuje puzdro, vybavené čítacím zariadením, ktoré sa vloží do výrezu digitálneho prijímača a do puzdra sa vloží príslušná dekódovacia karta.

DiSEqC

Zariadenie, ktoré umožňuje prepínanie viacerých stavov, zasielanie signálov k plneniu určitej funkcie a môže podávať aj spätné hlásenie o splnení funkcie. Základný princíp spočíva v použití 22 kHz signálu k vysielaniu digitálnych riadiacich signálov do systému po existujúcom koaxiálnom kábli, ktorý prepojuje prijímač s periferným zariadením. Signál DiSEqC predstavuje buď príkaz o 4 bajtoch z prijímača (Master povel), alebo je vyslaný povel o 3 bajtoch (Slave) a vyjadruje odpoveď periférie. K 8 bitovému (1 bajt) digitálnemu signálu sa ešte pridáva jeden bit parity. Takto vytvorené slovo obsahuje 9 bitov. Paritnou kontrolou sa zisťujú chyby v prenose slova. Na tvorbu slov sa používa PKW (Pulse Width Modulation – Impulzná šírková modulácia) aplikovaná na nosnú zvukového signálu 22 kHz. Príkazová informácia z prijímača je v tvare príkazového balíku, ktorý obsahuje záhlavie, adresu, príkazové slovo a niekoľko dátových údajov. Existuje množstvo prepínaných a riadiacich systémov DiSEqC, napr. Mini DiSEqC (Tone Burst), DiSEqC 1.0, DiSEqC 1.1, DiSEqC 2.0, DiSEqC 2.1.

2.4.2 KÓDOVACIE SYSTÉMY PRE DIGITÁLNE VYSIELANIE

Vo svete družicovej techniky sa vždy používajú kódovacie systémy pre kódovanie staníc či už z komerčného hľadiska, ako platená televízia (HBO, UPC), alebo z dôvodu nutnosti zachovania zákona o autorských právach (ČT1, Prima).

Cryptoworks - v našich podmienkach najpoužívanejší systém, používa ho pre svoje kódovanie balík Českej televízie, ako aj spoločnosť UPC ktorá šíri platenú televíziu pre slovenských divákov.

IRDETO / Betacrypt - systém používa viacero prevádzkovateľov platenej televízie ako sú nemecká Premiere World, talianska D+ a iné. Systém Irdeto bol po nejakom čase zdokonalený o takzvaný Betacrypt, aby bol spoľahlivejší.

SECA / Mediaguard – francúzsky systém v Európe asi najpoužívanejší systém používaný prevádzkovateľmi vo Francúzsku, Poľsku, Taliansku, Španielsku, ... Pôvodne ho využívala (experimentálne) nemecká spoločnosť Premiere.

Viaccess - kóduje nim mimo iných aj spoločnosť MTV Networks, francúzske spoločnosti TPS (Télévision Par Satellite) ako aj ruská NTV+.

VideoGuard - od začiatku digitálneho vysielania používaný spoločnosťou SKY. Tento systém začala len nedávno používať izraelská platená televízia YES z družice Amos.

PowerVu - Píše sa, že je to jeden z najdokonalejších systémov, ktoré sa objavili na trhu. Používa ho americká spoločnosť HBO na kódovanie svojho kanála pre káblové rozvody v celej východnej Európe.

Conax - V tomto systéme je kódovaný aj slovenský balík programov z družice Intelsat 707

(Luna, Global). Využívajú ho najmä severské štáty a je prevádzkovaný spoločnosťou Telenor.

2.4.2.1 SIMULCRYPT A SIMULCAST

Jedná sa o paralelné vysielanie platených kódovaných TV kanálov v dvoch systémoch CA (Conditional Access). Simulcrypt a Simulcast umožňujú príjem digitálne spracovaných programov vysielacích spoločností, ktoré používajú dva odlišné kódovacie systémy, napr. Mediaguard a Irdeto, alebo Viaccess a Cryptoworks.

Simulcrypt (simultánne kódovanie) znamená, že signál digitálneho Pay (plateného) - TV kanála sa kóduje v dvoch odlišných skramblovacích (kódovacích) systémoch, inak povedané, v odlišných systémoch CA. Na prenos signálov kódovaných v Simulcrypte sa používa jeden transpondér.

Systém Simulcrypt umožňuje majiteľovi digitálneho prijímača s určitým CA modulom, prijímať vysielaný program/paket inej spoločnosti, ktorá Simulcrypt používa, teda kóduje signál zároveň v dvoch odlišných CA systémoch.

Môže byť aj iný dôvod na používanie Simulcryptu, napr. z technických dôvodov, alebo na zabránenie ľahkého nalomenia kódovacieho systému sa rozhodne pre iný systém. Technicky sa výmena dekóderov nedá zvládnuť pri veľkom množstve koncových používateľov v krátkom čase. Simulcrypt je riešením, kedy koncoví používatelia môžu až do výmeny dekóderov prijímať signály v pôvodnom systéme. Na prenos v Simulcrypte ako už bolo spomínané sa používa jeden transpondér. Riešením by taktiež mohlo byť použitie ďalšieho transpondéru a z každého vysielateľ odlišným spôsobom.

Prípad, kedy sa zakódované signály vysielajú z ďalšej družice, označujeme SimulCast (simultánne vysielanie) z dvoch transpondérov, na jednom s jedným kódovacím systémom a na druhom transpondéri s druhým systémom.

Simulcast nemusí byť určený doslova pre vysielanie kódovaných paketov z jedného alebo dvoch transpondérov. Jedná sa napríklad aj o súčasné využitie jedného transpondéra na prenos analógového signálu a zároveň digitálneho signálu.

2.4.3 MULTI CAM

Každá spoločnosť, ktorá vyrába systémy ochrany dát, jednoducho povedané, kódovacie systémy, má na túto činnosť licenciu povolenú štátom, v ktorom ich výrobu realizuje. Licenciu si mimo územia povoliť nechce, ale niekedy jej nič iné nezostane, len nedobrovoľne ju povoliť - a to hlavne „satelitným pirátom“...

Takisto družicové programy musia svoj kódovací systém vopred oznámiť a dať si ho odsúhlasiť príslušnými orgánmi. Tu už vzniká tzv. súboj firiem poskytujúcich kódovacie systémy, ktoré sú zvyčajne popisované ako najbezpečnejšia ochrana dát z družice. V skutočnosti tomu však už dávno tak nie je a piráti dnes prakticky prelámali, čo sa len dalo. Je nám veľmi dobre známe, že na trhu je množstvo CAM modulov a každý z nich je určený svojím softvérom na dekódovanie jedného kódovacieho systému a niekedy aj jednej spoločnosti, ktorá si ho všemožným spôsobom chráni. Niektorí piráti však už robili rozličné pokusy s preprogramovaním modulu CAM na iný, ktorý by zvládol iný kódovací systém. Týmto pádom by „ušetrili“ na kúpe ďalšieho modulu.

Napríklad zo systému Seca / Mediaguard a modulov Aston sa dá pomocou správneho softvéru vyrobiť CAM na systém Cryptoworks. Alebo z modulov Conax sa dajú spraviť moduly Irdeto, samozrejme, že preprogramovanie funguje aj opačne, po ďalšom preprogramovaní môžeme dať modul do predošlého systému. Lenže nie každý z nich má svoj hardvér prispôbivý na viacero typov kódovacích systémov. V technických

požiadavkách na iný kódovací systém zvyčajne dosť veľkú úlohu zohráva práve operačná pamäť a aj celkový komunikačný systém medzi CAM a družicovým prijímačom. Tento problém sa už dlhšiu dobu snaží vyriešiť jeden technický inžinier nemenovanej nemeckej technickej univerzity. Výstižnejšie povedané, bývalý inžinier technickej univerzity, pretože ho za pokusy s tzv. ilegálnymi softvérmi jednoducho zbavili profesie učiteľa a dnes ním už nie je. Spoločnostiam prevádzkujúcim družicové programy sa tento spôsob programovania modulov samozrejme nepáčil, je logické, že aj z modulov spoločnosť má obrovské peniaze a preto sa problém vyriešil tak, že profesor už pre univerzitu pracovať nikdy nebude. Skúsenosti a vedomosti mu však v hlave zostali a tak sa rozhodol, že si založí malú firmu, ktorá sa bude zaoberať výrobou programovacích CAM.

To bolo krátko z histórie. Ale poďme naspäť do súčasnosti. Je tu rok 2001 a nášmu inžinierovi sa podaril poriadny kúsok. Na jeho súkromnej internetovej stránke sa objavili informácie o Multi CAM-e (obr. 2.25), novinke, ktorou chce preraziť na nemeckom trhu. Ide o zariadenie typu PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association), ktoré je schopné do svojej pamäte prijať všetky dostupné kódovacie systémy a dokonca ich aj úspešne dekódovať. Veľkosť pamäte Flash je 8 MB a celkový hardvér je pripravený na veľmi jednoduché softvérové preprogramovanie. Kde predtým hardvérové možnosti nedovoľovali sprístupniť iný softvér na dekódovanie, prišli na rad iné procesory a pamäte, ktoré sú schopné prijať všetky možné mutácie príkazov a algoritmov na dekódovanie.

Modul sa ľahko programuje pomocou dodaných softvérov na systémy Seca/Mediaguard, Irdeto, Conax, Viaccess, Cryptoworks, Videoguard, Nagravision, Digicipher a PowerVu. Dokáže spolupracovať s originálnymi kartami na tieto kódovacie systémy, dokáže prijať aj príkazy klonov kariet a taktiež čítať aj pirátske karty. Čo viac si hacker môže želať? Podobný text sa nachádzal aj na jednej hackerskej internetovej stránke, avšak nemeckej protipirátskej organizácii sa uvedený text veľmi nepozdával a s okamžitou platnosťou nariadila zrušenie stránky. Modul však už existuje a v Nemecku a Dánsku sa aj predáva. Cena modulu je v prepočte na Sk 41 000 korún, čo je zatiaľ dosť veľká suma, ale predpokladá sa, že vďaka svojim perfektným parametrom sa čoskoro dostane aj na slovenský trh a s prijateľnejšou cenou.

K Multi CAMu sa dodáva aj kompletný softvér a používateľská príručka v nemeckom jazyku.

Programovanie je pre majiteľov notebookov hračkou, pretože zvyčajne notebooky vlastnia port PCMCIA, s ktorým modul pracuje a ten istý port sa nachádza aj v slotoch družicových prijímačov. Softvéry pre kódovacie systémy sú naprogramované pod Windows 9X/2000, takže sú jednoducho prístupné. Majitelia klasických PC však budú musieť investovať do zariadenia portu PCMCIA, ktorý sa dá zakúpiť v predajniach s výpočtovou technikou a takisto sa ľahko nainštaluje do počítača.

Praktické testy preukázali, že modul nielenže perfektne komunikuje so všetkými družicovými prijímačmi, ale dokáže čítať aj pirátske karty a pracuje rýchlo a spoľahlivo. Ak sa Multi modul alebo Multi CAM dostane na slovenský trh, bude to znamenať prevrat v histórii modulov a na rad už prídu programovacie moduly, ktoré budú mať obrovské možnosti využitia.

2.4.4 ZARIADENIE DO PC PRE KOMPLETNÝ PRÍJEM DIGITÁLNEJ DRUŽICOVEJ TV, RÁDIA A DÁT

PC karta na obr. 2.27 slúži na kompletný príjem DVB/MPEG-2 a Internetu prostredníctvom družice. Technická špecifikácia:

- DVB/MPEG-2 TV Broadcasting,
- DVB/MPEG-2 Audio Broadcasting,
- DVB-Data Broadcasting (ETSI 301 192),
- priame spojenie k TV/VCR,
- funkcia grafického vrstvenia (súčasny príjem TV a dát).

Kombinácia demultiplexingu, spoločne s vysoko výkonným dekodérom MPEG-2 a PCI zbernice zaručuje vysokú kvalitu obrazu z zvuku.



Obr. 2.27 PC karta na príjem DVB a dát z Internetu

2.5 OBEŽNÁ DRÁHA

Družica obieha okolo primárneho telesa, ktoré má podstatne väčšiu hmotnosť po dráhe, ktorá sa nazýva obežnou dráhou. Obežná dráha, alebo tiež orbita je definovaná ako trajektória ťažiska družice vzhľadom k danej referenčnej sústave. Na tvar trajektórie, resp. na odchýlky od je ideálneho tvaru majú vplyv prírodné sily. Tieto vplyvy sa nazývajú *perturbačné efekty* a najväčší podiel na odchýlkach má z nich gravitačné pole Zeme (ale aj Mesiaca, Slnka a iných planét), nehomogenita magnetického poľa Zeme, atmosféra, ktorá spôsobuje brzdenie družice v atmosfére, ale aj taký jav akým je slnečný vietor.

Pre ďalšie úvahy budeme predpokladať, že Zem je ideálna guľa s priemerným polomerom $R_e = 6378,1 \text{ km}$ (v skutočnosti je na póloch sploštená), s hmotným bodom v centre zemegule, ktorého hmota je rovná hmote celej Zeme a hmotnosť družice m je oveľa menšia ako hmotnosť Zeme. Na opis takéhoto modelu sa používajú Keplerove zákony, hoci sú len aproximáciou skutočných hodnôt. Výhodnosť ich použitia je však v ich jednoduchosti.

2.5.1 OBEŽNÉ DRÁHY DRUŽÍC

Orbita reprezentuje dráhu družice pohybujúcej sa okolo Zeme. Všeobecne by sme mohli povedať, že všetky orbity sú eliptické, pretože aj kruh je špeciálny prípad elipsy. Potom môžeme orbitu popísať pomocou nasledujúcich parametrov:

- *Apogeum* - najvzdialenejší bod od Zeme,

- *Perigeum* - najbližší bod od Zeme,
- *Periódá* - doba, za ktorú družica prejde jeden krát po celej orbite.

V prípade kruhovej orbity sú apogeum aj perigeum rovnaké a v dôsledku pozemskej atmosféry nemôže byť perigeum menšie ako približne 130 km nad povrchom Zeme. Bežne však v závislosti od výšky a tvaru orbity delíme obežné dráhy na 4 špeciálne:

- GEO (*Geostacionary Earth Orbit*), Clark Belt – geostacionárna obežná dráha,
- MEO (*Medium Earth Orbit*), ICO (*Intermediate Earth Orbit*) – stredná obežná dráha,
- HEO (*High Elliptic (Inclined) Earth Orbit*) – vysoko eliptická obežná dráha,
- M – HEO (*Multiregional HEO*) – multiregionálna HEO,
- LEO (*Low Earth Orbit*) – nízka obežná dráha.

Každá z týchto obežných dráh má výhodné použitie pre určitú skupinu služieb.

2.5.2 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ORBITÁLNYCH DRÁH

Tabuľka 2.1 obsahuje základné parametre popísaných typov orbitálnych dráh.

Tab. 2.1 Základné parametre orbitálnych dráh

	LEO	MEO	GEO	HEO
výška [km]	500 - 3 000	10 000 - 14 000	35 786	500 - 50 000
periódá [h]	1 – 3	6 – 8	23,93	3 – 24
oneskorenie [ms]	6 – 30	70 – 120	240 - 280	50 - 320
viditeľnosť	niekoľko minút	niekoľko hodín	24 h	2 - 12 h
kvalita signálu	dobrá	stredne dobrá	slabá	slabá (kolíše)
príručné zariadenie	áno	áno	nie	Nie
riadenie družice	zložitá	stredne zložitá	Jednoduché	Zložitá
náklady na vynesenie družice	malé	veľké	veľké	Veľké
oblasť pokrytia	široká	stredne široká	malá	Široká

2.6 KOMUNIKAČNÉ TECHNIKY

Kvôli lepšiemu využitiu kapacity prenosového systému sa používajú techniky viacnásobného prístupu, ktoré umožnia vysielanie väčšieho počtu kanálov na jednom prenosovom segmente (*transpondéri*). Jednotlivé kanály využívajú segment súčasne, teda sa jedná o multiplexnú techniku. Každý prenosový systém má svoje základné charakteristiky, ktoré opisujú viacnásobný prístup. Medzi takéto charakteristiky patrí charakter prístupu na družicu.

Charakter prístupu na družicu môžeme rozdeliť do nasledujúcich kategórií:

- RA (*Random Access*) – náhodný prístup,
- DA (*Demand Assignment*) – prístup na požiadanie,
- PA (*Pre Assignment*) – vopred autorizovaný prístup.

Náhodný prístup je spôsob prístupu, ktorý sa používa v prípadoch, keď sa nejedná o prenos v reálnom čase a používateľ nepotrebuje kanál okamžite. Vtedy môže mať odpoveď aj značné časové oneskorenie a nebude to mať žiadny vplyv na kvalitu služby.

Prístup na požiadanie má už podstatne odlišný charakter. Tu síce kanál rovnako ako pri náhodnom prístupe nemusíme mať k dispozícii okamžite, ale po jeho pridelení je používateľovi k dispozícii nepretržite až do odvolania. Využíva sa to hlavne v prípadoch, keď je prevádzka z daného miesta síce malá, ale nie natoľko pravidelná, aby bolo nutné zriaďovať trvalé spojenie.

Posledným typom je vopred autorizovaný prístup. Tento na rozdiel od predchádzajúceho typu sa používa v prevádzke, ktorá vyžaduje trvalú existenciu stoviek až tisícov okruhov a musí mať tieto kanály trvale k dispozícii a to vopred zaistené.

Podľa použitej technológie môžeme základné techniky viacnásobného prístupu rozdeliť do nasledujúcich typov:

- FDMA (Frequency Division Multiple Access) – frekvenčne delený viacnásobný prístup,
- TDMA (Time Division Multiple Access) – časovo delený viacnásobný prístup,
- CDMA (Code Division Multiple Access) – kódovo delený viacnásobný prístup,
- SDMA (Space Division Multiple Access) – priestorovo delený viacnásobný prístup,
- DAMA (Demand Assignment Multiple Access) – dynamický priradzovaný viacnásobný prístup,
- PAMA (Pre Assignment Multiple Access) – vopred priradzovaný viacnásobný prístup.

V reálnych systémoch sa často používajú kombinácie týchto prístupov.

2.7 FREKVENCIE DRUŽICOVÝCH SPOJOV

Vhodnosť voľby frekvencií, na ktorých sa uskutočňuje spojenie medzi družicou a pozemskou stanicou bola opísaná v predchádzajúcich kapitolách. Rádiokomunikačný poriadok potom z vhodných frekvenčných pásiem vydeľuje konkrétne frekvenčné pásma pre konkrétne družicové spoje tak, aby minimalizoval interferencie medzi pozemskými a družicovými sústavami. Tieto frekvenčné pásma sa pridávajú jednotlivým službám tiež podľa oblastí, v ktorých budú pracovať. Tieto oblasti sú rádiokomunikačným poriadkom vymedzené nasledovne:

- Oblasť I. – Európa, Afrika Arabský polostrov a štáty bývalého ZSSR,
- Oblasť II. – Severná a južná Amerika,
- Oblasť III. – Ázia (okrem štátov bývalého ZSSR, Turecka, Arabského polostrova a časti Mongolska), Austrália a Oceánia.

Niektoré v súčasnosti najčastejšie využívané frekvenčné pásma sú uvedené v tabuľke 2.2.

Tab. 2.2 Najčastejšie využívané frekvenčné pásma

Pásmo [GHz]	označenie	vzostupná dráha [GHz]	Zostupná dráha [GHz]	využitie
1,6/1,5	L	1,6-1,7	1,5-1,6	mobilitné družicové služby
6/4	C	6,925-6,425	3,7-4,2	
8/7	X	7,925	7,25-7,75	vládne účely
13/11	Ku	12,75-13,25	10,7-11,7	rádiové družicové služby
14/11		14-14,5	10,95-11,2	
14/12		14-14,5	11,7-12,5	
18/12		17,3-18,1	12,5-12,75	
30/20	Ka	27,5-31	17,7-21,2	

Pre zostupnú dráhu je spravidla použitá nižšia frekvencia nosnej, pretože tlmenie spôsobené prechodom cez atmosféru je pre nižšie frekvencie menšie a preto je na družici potrebný menší vysielací výkon.

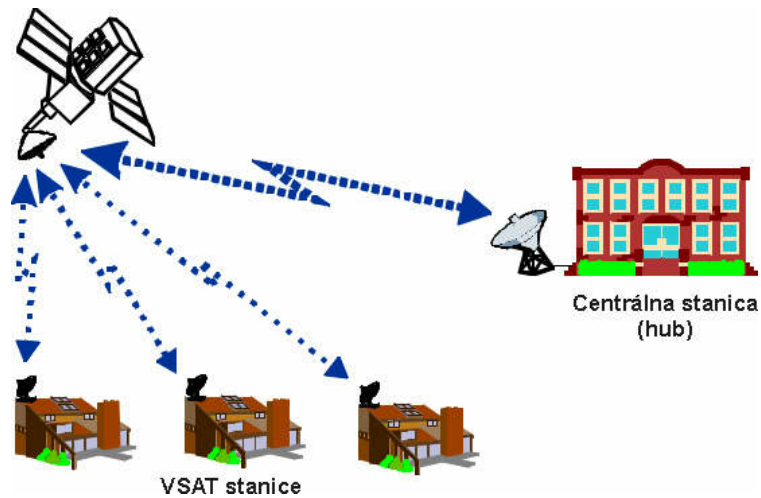
2.8 DRUŽICOVÁ DÁTOVÁ SIEŤ

Využitie družíc alebo družicových systémov neostalo len pri distribúcii televízie a rozhlasu a medzikontinentálnom prenose telefónnych hovorov. Ich výhody spôsobovali, že sa družice začali využívať aj pri prenose dát a prepájaní dátových sietí (LAN, WAN). Konceptia družicovej siete, ktorá umožňovala takéto využitie, bola založená na zavedení špeciálnych terminálov (staníc), ktoré sa nazývali stanice VSAT.

2.8.1 DRUŽICOVÁ VSAT SIEŤ

VSAT (Very Small Aperture Terminal) stanica je vzdialený terminál v družicovej komunikačnej sieti. Ako už z názvu vyplýva, je to pozemná stanica s anténou s malým priemerom. Komunikácia medzi jednotlivými VSAT stanicami je umožnená prenosom cez družicu, ktorú si môžeme pre jednoduchosť predstaviť ako opakovač, ktorý odráža prijatý signál zo Zeme. Preto vzdialenosť medzi jednotlivými VSAT stanicami môže byť aj niekoľko sto kilometrov.

V súčasnosti existuje niekoľko druhov architektúr VSAT družicovej siete. V podstate rozlišujeme dvojbodovú, hviezdicovú, mriežkovú a hybridnú architektúru. Systém s architektúrou v tvare hviezdy využíva centrálnu pozemnú stanicu (obr. 2.28).



Obr. 2.28 Typická architektúra VSAT siete (hviezda)

Komunikácia medzi dvomi VSAT stanicami sa uskutočňuje vždy cez centrálnu stanicu. Vysielajúca VSAT stanica vysiela údaje do centrálnej stanice a centrálna stanica potom vyšle údaje do prijímacej VSAT stanice, čiže komunikácia sa realizuje vždy na dva „skoky“ cez družicu. Príkladom takejto architektúry je družicový systém pre distribúciu televízie a rozhlasu. VSAT systém využívajúci mriežkovú štruktúru dovoľuje komunikovať VSAT stanicami priamo medzi sebou. Komunikácia sa uskutočňuje len cez jeden „skok“ cez družicu, čím nie je potrebná centrálna stanica. VSAT systém založený na hybridnej architektúre využíva aj hviezdnicovú aj mriežkovú architektúru. Komunikácia medzi VSAT stanicami môže byť ďalej jednosmerná (one-way, distribúcia údajov) alebo obojsmerná (two-way).

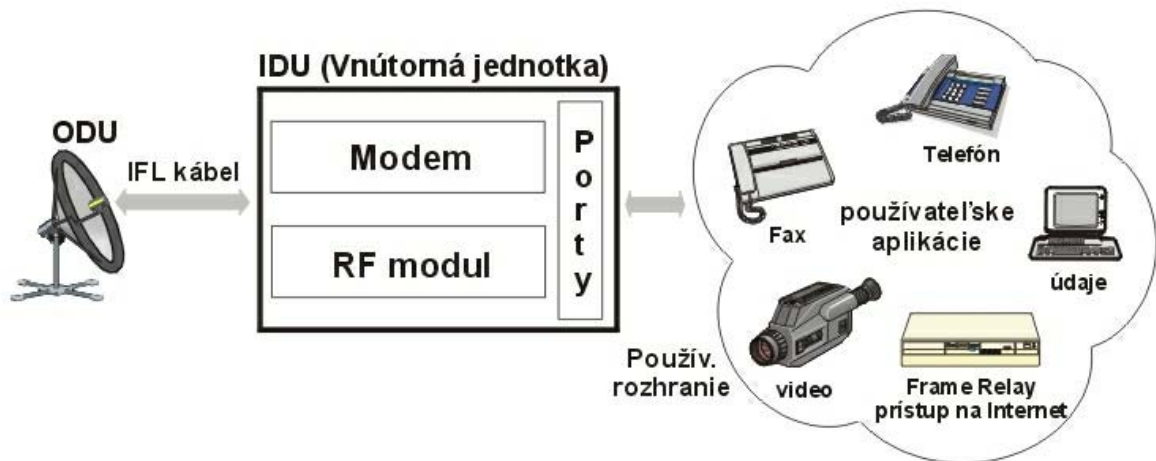
Vo VSAT systémoch sa najčastejšie využívajú tri metódy viacnásobného prístupu TDMA, DAMA a SCPC/MCPC. Pri prenose údajov sa potom uplatňujú ich kombinácie ako SCPC-DAMA alebo TDMA-DAMA.

2.8.2 ARCHITEKTÚRA DRUŽICOVEJ VSAT SIETE

Družicová VSAT sieť sa skladá z nasledujúcich častí:

- družica,
- pozemná stanica/terminál (VSAT),
- centrálna stanica (v prípade hviezd).

V družicovej VSAT sieti sa najčastejšie využíva prenos cez jednu družicu. Družica sa obyčajne skladá z niekoľkých transpondérov. Každý transpondér vyberie signál prijatý spoločnou anténou (zo Zeme) v danom frekvenčnom pásme, v ktorom pracuje, zosilní ho, preloží do iného frekvenčného pásma a pošle do vysielačnej antény na vyslanie na Zem.



Obr. 2.29 Pozemná stanica

Základná schéma pozemnej stanice je znázornená na obr. č. 2.29. Je tvorená vonkajšou jednotkou (ODU, Outdoor Unit), prepojovacím káblom a vnútornou jednotkou (IDU, Indoor Unit). Vonkajšia jednotka sa skladá z parabolickej antény a zariadenia na príjem a vysielanie signálu (RFT, Radio Frequency Terminal). Veľkosť antény (priemer) sa pohybuje od 1,2 m do 2,4 m. RFT zabezpečuje výkonové a nízkošumové zosilnenie signálov a konverziu signálu z pásma L do pásma C a naopak. Obr. č. 2.30 ukazuje príklad vonkajšej jednotky v praxi.



Obr. 2.30 Vonkajšia jednotka

Prepojenie vonkajšej a vnútornej jednotky zabezpečuje IFL (Interfacility Link) kábel, ktorý nesie signál v pásme L. Vnútorná jednotka (obr. č. 2.31) obsahuje:

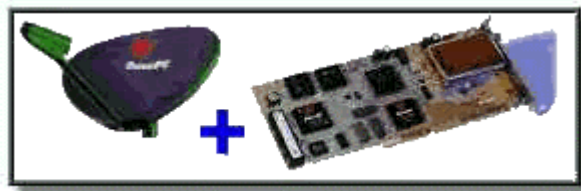
- RF (Radio Frequency) kartu, ktorá zabezpečuje frekvenčnú konverziu digitálneho signálu v základnom pásme,
- vnútorný demodulátor - demoduluje prijatý signál z družice (downlink) a uchováva signál, ktorý sa vysiela (uplink),
- radič - zabezpečuje riadiace a monitorovacie funkcie,
- kartu s portami - rozhranie pre pripojenie digitálneho vybavenia používateľa.



Obr. 2.31 Vnútoraná jednotka

V súčasnosti sa družicové VSAT siete v značnej miere využívajú na poskytovanie nasledujúcich služieb:

- prepojenie LAN, WAN sieti,
- rýchle pripojenie do Internetu (Intranetu) - napr. pomocou antény a PC karty (obr. č. 2.32),
- prenos telefónnych hovorov,
- distribúcia audia, videa a súborov (broadcasting).



Obr. 2.32 Komponenty na realizáciu cenovo dostupnej VSAT stanice

3 KLASIFIKÁCIA DRUŽICOVÝCH SLUŽIEB

V závislosti od funkcie, sa dajú rozdeliť družicové komunikačné služby do niekoľkých kategórií, ako rádiové komunikačné služby, rádionavigačné služby, rádiodeterminačné služby, družicové služby vysielania rozhlasu a televízie, meteorologické služby, služby poskytujúce štandardné frekvenčné a časové signály, amatérske služby. Tieto služby, terminológia a pridelené frekvenčné pásma boli definované inštitúciou RR (Radio Regulations) a Medzinárodnou telekomunikačnou úniou (ITU).

Klasifikácia služieb družicových systémov je uvedená v tabuľke 3.1. Mobilné družicové služby sa ďalej delia na námorné mobilné družicové služby (MMSS), letecké mobilné družicové služby (AMSS) a pozemné mobilné družicové služby (LMSS).

Tab. 3.1 Klasifikácia služieb

Fixné družicové služby	(FSS)	
Mobilné družicové služby	(MSS)	Námorné mobilné družicové služby (MMSS)
		Letecké mobilné družicové služby (AMSS)
		Pozemné mobilné družicové služby (LMSS)
Rádiodeterminujúce družicové služby	(RDSS)	
Rádionavigačné družicové služby	(RNSS)	Letecké rádionavigačné služby
		Námorné rádionavigačné služby
Družicové služby vysielania rozhlasu a TV	(BSS)	Priame BSS služby (DBS)
		Priame digitálne audio BSS služby (DAB)
Medzidružicové služby	(ISS)	

3.1 FREKVENČNÉ PÁSMO

Rádiové frekvencie sú rozdelené do 9 frekvenčných pásiem, ktoré sú uvedené v tabuľke 3.2. V družicových komunikačných oblastiach, sú frekvenčné pásma často označované abecednými symbolmi ako C, L, S, Ku, Ka pásma (tabuľka 3.2). Čísla a pomenovania pásiem sú definované organizáciou RR (Radio Regulations), abecedné symboly (L, S, C) sú definované organizáciou IEEE Standard Radar Definitions.

Typické družicové služby a im pridelené frekvenčné pásma sú uvedené v tabuľke 3.3. Operačné systémy, plánovacie systémy, výskum a vývoj programov sú označované podľa poradia: výrazne najhustejšie čiary, výrazne tučné čiary a spojité čiary.

Tabuľka 3.4 ukazuje časť frekvenčných pásiem, ktoré boli pridelené mobilným družicovým komunikačným službám. Tabuľka 3.5 popisuje pridelenie frekvenčných pásiem pomocou abecedných symbolov.

Tab. 3.2 Rozdelenie rádiových frekvencií

Číslo pásma	Názov pásma	Abecedný symbol	Frekvencia
4	VLF		3÷30 kHz
5	LF		30÷300 kHz
6	MF		300÷3GHz
7	HF		3÷30 MHz
8	VHF		30÷300 MHz
9	UHF		300 MHz÷3 GHz
		L – pásmo	1÷2 GHz
		S – pásmo	2÷4 GHz
10	SHF		3÷30 GHz
		C – pásmo	4÷8 GHz
		X – pásmo	8÷12 GHz
		Ku – pásmo	12÷18 GHz
		K – pásmo	18÷27 GHz
11	EHF		30÷300 GHz
		Ka – pásmo	27÷40 GHz
		Milimetrové vlny	40÷300 GHz
12		Submilimetrové vlny	300÷3000 GHz

Tab. 3.3 Frekvenčné pásma pridelené družicovým službám

Služby	1 GHz		2		4		8 12		18		27		40GHz		300Ghz Laser	
	L	S	C	X	Ku	K	Ka	MM-vlny	Sub-MM							
Pevné (FSS)			skorý INTELSAT (6/4 GHz)		Domáce systémy (14/12 GHz)			Zriedkavé domáce systémy CS (Japonsko) (30/20GHz)								
Mobilné (MSS)	INMARSAT AMSC(USA) MSAT(CND) OPTUS(AUS) (1.6/1.5 GHz)	NSTAR (JPN) (2.5/2.0 GHz)									ACTS (USA) (30/20GHz) COMETS (JPN) (30/20, 47, 44 GHz)					
Rádio determin. (RDSS)		Iridium (2.5/1.6 GHz)					OmniTRACS (14/12 GHz)									
Rádio navigačné (RNSS)	GPS (1.6 GHz) (1.2 GHz)															
Vysielanie (BSS)	Digital–Audio 1.5 GHz–Svet 2.3 GHz–USA 2.5 GHz–JPN				TV 12 GHz	COMETS(JPN) (21 GHz)										
Medzi družicové (ISS)		TDRS(USA) ETS–VI			TDRS (USA)	ARTEMIS (ESTEC)							ETS–VI (JPN) COMETS (JPN)	ETS–VI	ETS–VI ARTEMIS	

--

 Súčasné systémy

--

 Plánované systémy

--

 R&D programy

Tab. 3.4 Frekvenčné pásma pridelené mobilným družicovým službám (pásmo L)

1.930MHz	1.980	2.010	2.120	2.170	2.200	2.483	2.500	2.520	2.670	2.690
Region 1										
Region 2			MSS (Z-V)			MSS (V-Z)		RDSS MSS (V-Z)	MSS (V-Z)	MSS (Z-V)
Region 3										

Region 1: Európa, Rusko, Afrika

Region 2: Severná a Južná Amerika

Region 3: Ázia a Austrália

Tab. 3.5 Pridelenie frekvenčných pásiem pomocou abecedných symbolov

Pásmo	Frekvenčný rozsah [GHz]	Smer žiarenia	Služba	Šírka pásma [MHz]
L	1.50-1.60	z družice	Pohyblivá	100
	1.60-1.70	na družicu	Pohyblivá	100
S	2.50-2.60	z družice	Rozhlasová	100
C	3.40-4.20	z družice	Pevná	800
	4.50-4.80	z družice	Pevná	300
	5.90-7.00	na družicu	Pevná	1100
X	7.20-7.70	z družice	Vojenská	500
	7.90-8.40	na družicu	Vojenská	500
Ku	10.70-11.70	z družice	Pevná	1000
	11.70-12.50	z družice	Rozhlasová	800
	12.50-12.75	z družice	Pevná (obchodná)	250
	12.75-13.25	na družicu	Pevná (obchodná)	250
	14.00-14.80	na družicu	Pevná	800
	17.30-18.30	na družicu	Pevná	1000
Ka	17.70-20.20	z družice	Pevná	2500
	20.20-21.20	z družice	Pohyblivá	1000
	22.50-23.00	z družice	Rozhlasová	500
	27.00-30.00	na družicu	Pevná	3000
	30.00-31.00	na družicu	Pohyblivá	1000

Medzinárodná telekomunikačná únia (ITU) rozdeľuje družicové služby do nasledujúcich základných skupín:

- FSS (Fixed Satellite Services) - Fixné družicové služby,
- MSS (Mobile Satellite Services) - Mobilné družicové služby,
- MMS (Marine Satellite Services) - Námorné mobilné družicové služby,
- AMS (Aeronautical Satellite Services) - Letecké mobilné družicové služby,
- LMS (Land Mobile Services) - Pozemné mobilné družicové služby,
- BSS (Broadcasting Satellite Services) - Vysielacie družicové služby,
- SOS (Space Operating Services) - Kozmické operačné služby,
- ISS (Inter Satellite Services) - Medzidružicové služby.

FSS sprostredkováva spojenie medzi pevne umiestnenými pozemskými stanicami. Spojenie sa pri FSS realizuje takmer výhradne vo frekvenčných pásmach nad 1 GHz a síce predovšetkým v pásme C, ktoré je v súčasnosti preplnené, v pásme Ku a v pásme X, ktoré je určené len pre vládne a vojenské použitie. Významnou charakteristikou FSS je to, že prenášané informácie nie sú určené k priamemu príjmu širokou verejnosťou, ale sú prijímané profesionálnou pozemskou stanicou a ďalej distribuované prostredníctvom pozemskej spojovej siete. Svojím spôsobom je FSS rozšírením rádioroleových, resp. káblových spojov s podstatne väčšími spojovacími možnosťami.

Ďalšou službou je BSS, ktorá zabezpečuje vysielanie televízie rozhlasu a vyžívajú iba zostupnú dráhu. Táto služba realizuje plošné pokrytie povrchu Zeme signálom s takou výkonomou hustotou, aby bol možný príjem širokou verejnosťou. Predstavuje teda náhradu pozemských rozhlasových a televíznych distribučných sietí. Hlavnou prednosťou BSS v porovnaní s pozemskými sieťami je to, že jediným vysielateľom umiestneným na GEO pokryjeme veľké územie s prakticky konštantnou intenzitou signálu, čím zaručuje rovnakú kvalitu signálu na celom ožiarenom území. Od družíc používaných pri FSS sa BSS družice zásadne líšia veľkosťou vysielaného výkonu, ktorý je o jeden až dva rády

vyšší. Dôležitým faktorom je aj stabilita družice ($\pm 0,1^\circ$). Tieto služby využívajú predovšetkým pásmo Ku, ktoré je v súčasnosti najčastejšie používané. Využitie pásma Ka je zatiaľ vo fáze experimentov a pokusov. Jeho použitie sa predpokladá v najbližších rokoch.

Služby MSS umožňujú vytvorenie spojenia medzi pohyblivými stanicami na povrchu Zeme, resp. v hlavnej časti zemskej atmosféry. MSS môžeme rozdeliť na dve typické kategórie:

- sústavy pre duplexné spojenie základňovej pozemskej stanice s pohyblivými objektmi cez družicu,
- sústavy pre duplexné spojenie medzi pohyblivými stanicami pomocou družice bez účasti základňovej stanice.

Rozdiely medzi týmito typmi MSS vyplývajú už z ich názvu. Hlavnou úlohou služby je zabezpečiť pokrytie celej uvažovanej plochy pohyblivých objektov. Spravidla sa jedná o globálne pokrytia, ktoré sa dá dosiahnuť už 3 geostacionárnymi družicami, alebo väčším počtom družíc na nižších obežných dráhach. Hlavným problémom je navádzanie antény pohybujúceho sa terminálu na družicu. Mobilné služby využívajú predovšetkým pásmo L.

3.1.1 PEVNÉ DRUŽICOVÉ SLUŽBY (FSS)

Typickým príkladom FSS je systém INTELSAT. Prvá generácia systému INTELSAT pracuje v pásme C (6/4 GHz). Pre predstavu, mnoho domácich systémov, ako OPTUS (Austrália), JCSAT (Japan) pracujú v pásme Ku (14/12 GHz). Niekoľko systémov na svete používa pásmo Ka (30/20 GHz), ako OLYMPUS a CS, ktoré obstarávajú pokrytie oblastí Európy a Japonska.

3.1.2 MOBILNÉ DRUŽICOVÉ SLUŽBY (MSS)

Mobilné družicové služby sú rozdelené do 3 kategórií: námorníctvo, letectvo a pozemné mobilné komunikácie. Typickým príkladom je INMARSAT systém. INMARSAT pracuje v L-pásme (1.6 / 1.5 GHz) a skoro všetky domáce mobilné družicové komunikačné systémy, ako americká mobilná družicová spoločnosť AMSC v USA a MSAT v Kanade, pracujú taktiež v L-pásme. Po prvý raz na svete OPTUS systém v Austrálii naštartoval hlavné domáce služby pre pozemné mobilné stanice v L-pásme sprostredkované družicou OPTUS-B v roku 1993.

Japonsko odštartovalo používanie mobilných komunikačných služieb v S-pásme (2.5 / 2.0 GHz) pre domáce námorné a pozemné mobilné stanice sprostredkované družicou N-STAR v roku 1997. Systém OmniTRACS v USA je veľmi unifikovaný systém využívajúci Ku-pásmo (14 / 12 GHz), ktorý je pridelený pre FSS, a nie pre MSS. Poskytuje správu komunikačných služieb hlavne pre širokopásmové oblasti. OmniTRACS tiež poskytuje zhodné rádiodeterminačné služby pričom využíva 2 geostacionárne družice. OmniTRACS systémy pracujú tiež na JCSAT v Japonsku a na EutelsAT-e v Európe, pod menom EutelTracs.

3.1.3 RÁDIODETERMINAČNÉ NAVIGAČNÉ SLUŽBY (RDSS)

Typickým systémom bol resp. je Irídium, ktorý poskytuje hlasovú komunikáciu a pozičné služby v jednotnom systéme. Rádiodeterminácia je všeobecnejšia ako rádionavigácia. V

rádiodeterminačnom systéme, nie iba v mobilnom, ale aj v ostatných systémoch, môžeme poznať svoju polohu. RDSS systém je obojsmerný systém. Na druhej strane, v rádionavigačnom systéme, hoci mobilná stanica môže vedieť svoju polohu, iné nemôžu. Rádionavigačný systém je jednosmerný, z družice na mobilnú stanicu alebo z mobilnej stanice na družicu.

3.1.4 RÁDIONAVIGAČNÉ DRUŽICOVÉ SLUŽBY (RNSS)

Typickým príkladom RNSS systému je námorný navigačný družicový systém (NNSS), niekedy lepší ako TRANSIT a Navigačný systém s časovým a priestorovým určením / Globálny pozičný systém NAVSTAR / GPS. Systém NNSS bol prvým navigačným systémom na svete. Bol originálne vyvinutý pre americkú armádu, U.S.Navy Satellite System, ale od roku 1967 bol otvorený aj pre civilné účely. Pozícia mobilného terminálu je determinovaná mierou zmeny Dopplerovej frekvencie 150 MHz a 400 MHz signálov prenášaných z NNSS družíc na polárnych orbitoch. NAVSTAR / GPS pracujúci na 2 frekvenciách, 1.6 GHz a 1.2 GHz, je rádionavigačný systém 2. generácie a je najrozľahlejším používaným rádionavigačným systémom na svete. V Rusku používajú systémy Tsikada a GLONASS, ktoré sú ekvivalentami k systémom NNSS a GPS.

Jedným z najviac zaujímavých systémov sú rádionavigačné systémy NNSS a GPS, ktoré sú jednosmerné, z družice na Zem. Mobilné terminály prijímajú iba signál z družice, ale nikdy nevysielajú signál na družicu. Tieto systémy sa nazývajú pasívne rádionavigačné systémy. V pasívnych systémoch musí byť zaznamenané, či mobilná stanica môže vedieť svoju polohu, ale nemôže nikdy informovať ostatných o sebe. Rádionavigačné systémy obvykle preberú MEO družice, pretože MEO družice majú veľa výhod v získavaní informácií o pozícií.

3.1.5 ROZHLASOVÉ A TV DRUŽICOVÉ SLUŽBY (BSS)

Tieto služby zahŕňujú TV a rozhlasové vysielanie cez družicu na pozemné stanice. V súčasnosti zahŕňajú prevádzkované rozhlasové a televízne družicové systémy, pracujúce na 12 GHz, sú navrhované pre verejný príjem (pevné - nepohyblivé) terminály s veľkými anténami). Ak družica má dostatok energie na príjem vyslaných signálov malými anténami vhodnými pre individuálny príjem (fixné terminály s malými anténami), tak systém je nazývaný priamy družicový systém pre rozhlasové a TV vysielanie (DBS). Hoci predstavené systémy sú navrhované pre fixné (nepohyblivé) terminály a nie pre mobilné terminály, niektoré mobilné terminály ako veľké lode, vlaky a autobusy prijímajú TV programy z priamovysielajúcich družíc DBS (napr. BS družica v Japonsku). V Európe, USA a Japonsku, priamy audio–digitálny vysielací družicový systém (DAB) v L a S pásmach boli skúmané možnosti vyvíjať mobilné stanice s vysoko–kvalitnými programami porovnateľnými s CD (compact disk).

3.1.6 MEDZIDRUŽICOVÉ SLUŽBY (ISS)

Sem patria 2 typy ISS z hľadiska družicových obežných dráh. Prvá linka je zriadená medzi GEO–GEO družicami, druhá linka je zriadená medzi GEO–LEO družicami. Pre ilustráciu, sledovací a dátový–prenosový družicový systém TDRSS je jediný systém pracujúci na svete. TDRSS obstaráva dátové linky medzi GEO a LEO družicami v pásme S (2.3 GHz) a v pásme Ku (15/13 GHz). ETS–VI družica, ktorá bola vypustená v roku 1994, zabezpečovala 3 medzidružicové komunikačné funkcie: Ka pásmo, milimetrové vlny,

mikrovlny. Laserová komunikácia medzi družicami využíva vysoko pokrokové technológie.

3.1.7 SKYPLEX

Skyplex systém je výsledkom spolupráce odborníkov ESA a Eutelsat. Na družici Hot Bird 4 (13° E) bol systém nainštalovaný prvýkrát. Jedná sa o novo koncipovaný procesor pre družicové služby. Procesor zlučuje rôzne multimediálne informácie akými sú obraz, zvuk a dátové signály do jedného toku, ktorý sa vysiela priamo smerom k Zemi. V konvenčnom prípade sa musia multimediálne signály dopravovať pozemnými cestami, napr. pevným vedením, mikrovlnovou cestou, eventuálne aj družicou na centrálnu pozemnú vysielaciu stanicu (Uplink – HUB). Táto stanica prijaté signály združuje (multiplexuje) do viacprogramového toku (štvolu) a pri vyššej bitovej rýchlosti prenáša na družicu.

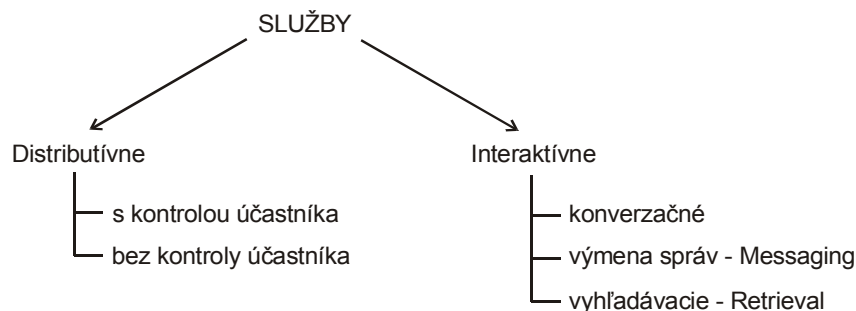
Skyplex znamená zlom v tejto technike. Signály rôznych programových a dátových spoločností sa môžu vysielať priamo na družicu. Družica je vďaka tejto novej technike priamo prístupná pre všetky televízne a rozhlasové štúdiá a providerov Internetu. Finančne menej nákladná pozemná stanica, podobná reportážnej stanici s parabolou napr. o priemere 180 cm a vysielacom výkone 50 W je dostačujúcou pre dopravu signálu na družicu (Uplink). Skyplex procesor na družici demultiplexuje prijaté signály, ktoré sú zasielané s nižšou prenosovou bitovou rýchlosťou a prevádza ich (multiplexuje) do digitálneho viackanálového vysielacieho signálu (toku), ktorý sa ďalej prenáša s vysokou prenosovou rýchlosťou. Vysielacie antény družice vyžarujú tento multiplexovaný signál smerom k Zemi, kde sa dá družicovým prijímačom prijímať rovnakým spôsobom, ako sa prijímali digitálne signály vysielať klasickou družicovou technikou. Hlavná myšlienka Skyplexu spočíva v tom, že pri vysielaní z rôznych miest na družicu sa používa nízkych bitových rýchlostí, signály sa na družici demultiplexujú a následne multiplexujú do jedného štvolu, ktorý sa smerom k Zemi prenáša pri vysokých bitových rýchlostiach. Spracovanie signálu je v súlade s normou DVB/MPEG-2. Skyplex signál sa na strane príjmu nelíši od bežne vysielať digitálneho DVB/MPEG-2 signálu, tak ako ho dnes prijímame. Na jeho príjem postačí bežný digitálny Set-Top-Box (družicový prijímač). Skyplex procesor môže zlúčiť (multiplexovať) 6 prenášaných uplinkových signálov s netto prenosovou rýchlosťou 6 Mbit/s do toku o 36 Mbit/s. Družica Hot Bird 5 už spracováva signály o nižšej prenosovej rýchlosti, do 1 Mbit/s a využíva technický prepracovaný viacnásobný prístup s časovo deleným multiplexom.

Jedna služba ešte nie je širšie zavedená a ESA už dokonca jednala s výrobcami a dodávateľmi o zhotovení procesora Skyplex druhej generácie, ktorý by náklady na prenos digitálnych signálov ešte viac znížil a poskytol nové funkcie pre interaktívne multimediálne družicové komunikácie.

4 MULTIMEDIÁLNE SLUŽBY DRUŽICOVÝCH SYSTÉMOV

V praxi sa často stretávame so službami, ktoré vznikli spojením dvoch alebo viacerých nezávislých služieb. Kombináciou viacerých služieb vzniká služba, ktorá je síce technicky komplikovanejšia a náročnejšia, ale o to je pohodlnejšia pre používateľa. Takéto spájanie jednoduchých služieb je dnes ako celok známe pod pojmom multimédia. Doslovne možno multimédia charakterizovať ako kombináciu dvoch alebo viacerých médií (oznamovacích prostriedkov), ktoré sú reprodukované počas stanoveného časového intervalu obyčajne s interakciou používateľa. Najčastejšie kombinovanými médiami sú zvuk a obraz.

Súčasnú širokopásmovú službu môžeme rozdeliť do dvoch hlavných kategórií na distributívne a interaktívne služby tak, ako to znázorňuje obr. 4.1.



Obr. 4.1 Družicové širokopásmové služby

Každá služba má svoje špeciálne nároky na komunikačnú sieť, resp. prenosovú cestu. Tieto nároky sú vyjadrené v hodnotách základných kvalitatívnych parametrov ako je:

- bitová rýchlosť,
- prenosové oneskorenie,
- BER (Bit Error Ratio) - pomer chybných prenesených bitov ku všetkým preneseným,
- dostupnosť služby (Availability) - udáva časový interval z celkového, v ktorom sú dodržané stanovené podmienky na správne fungovanie služby.

Hodnoty týchto parametrov sú ovplyvňované vonkajšími vplyvmi, konštrukčnými riešeniami, použitými technológiami.

4.1 INTERAKTÍVNE SLUŽBY

Interaktívne služby sú také služby, ktorých princíp je založený na interakcii s používateľom. Môžeme ich rozdeliť na tri podskupiny:

- konverzačné služby (conversation),
- výmena správ – dát (messaging),
- vyhľadávacie služby (retrieval).

Konverzačné služby tak, ako vyplýva z ich názvu, slúžia na obojsmernú komunikáciu medzi účastníkmi v reálnom čase. Ide teda o komunikáciu koncových terminálov, pričom na jednom aj druhom konci môže byť jeden alebo viac účastníkov. V tab. 4.1 je uvedených niekoľko najčastejšie používaných konverzačných služieb.

Tab. 4.1 Najčastejšie používané konverzačné služby

Typ informácie	Služba
pohyblivý obraz	Videotelefón
	Videokonferencia
	Video dohľad (kontrola bezpečnosti budov, premávky a pod.)
hlas	Telefón
dáta	Vysoko rýchlostný prenos dát (siete LAN, MAN)
	Prístup na Internet
	Prenos veľkého objemu dát
dokumenty	Rýchly telefex
	Telemedicina

Ďalšiu podskupinu tvoria služby pre výmenu dát. Tieto služby, rovnako ako konverzačné, poskytujú obojsmernú komunikáciu, ale nie v reálnom čase. Jednotlivé správy sú uchovávané na pamäťovom médiu, kým si ich používateľ nevyzdvihne, preto sa niekedy označujú aj ako "store and forward" služby. Medzi tieto služby patria :

- video mail - obrazová pošta,
- voice mail - hlasová pošta,
- document mail - dokumentová pošta,

Poslednú podskupinu tvoria vyhľadávacie služby. Špeciálne pre tieto služby sú vytvorené informačné centrá alebo banky dát určené zväčša na verejné použitie. Používatelia si môžu vybrať informácie z týchto centier individuálne a na základe ich požiadaviek sú im informácie posielané. Medzi typických predstaviteľov týchto služieb patria:

- videotex,
- VoD (Video on Demand) - video na požiadanie (rôzne zábavné a vzdelávacie programy, teleshopping),
- prístup k dátam a dokumentom.

Inovačné interaktívne aplikácie sú demonštrované DIGISAT ACTS projektmi realizovanými interaktívnym kanálom cez družicové linky v SMATV systémoch. Družicový interaktívny kanál predpokladá veľký prospech napríklad pre používateľov v riedko zaľudnených oblastiach s prístupom k interaktívnym službám bez potreby extra investícií. Rovnako užívatelia žijúci vo výškových budovách sa môžu tešiť z niektorej služby poskytovanej družicou, tiež na samotné vysielanie alebo interaktívne služby cez SMATV systémy. Je zrejmé, že SMATV systémy budú vo veľkej miere rozmiestňované v Európe. Z niekoľkých analýz urobených v RACE vyplýva priaznivý ohlas na tento typ

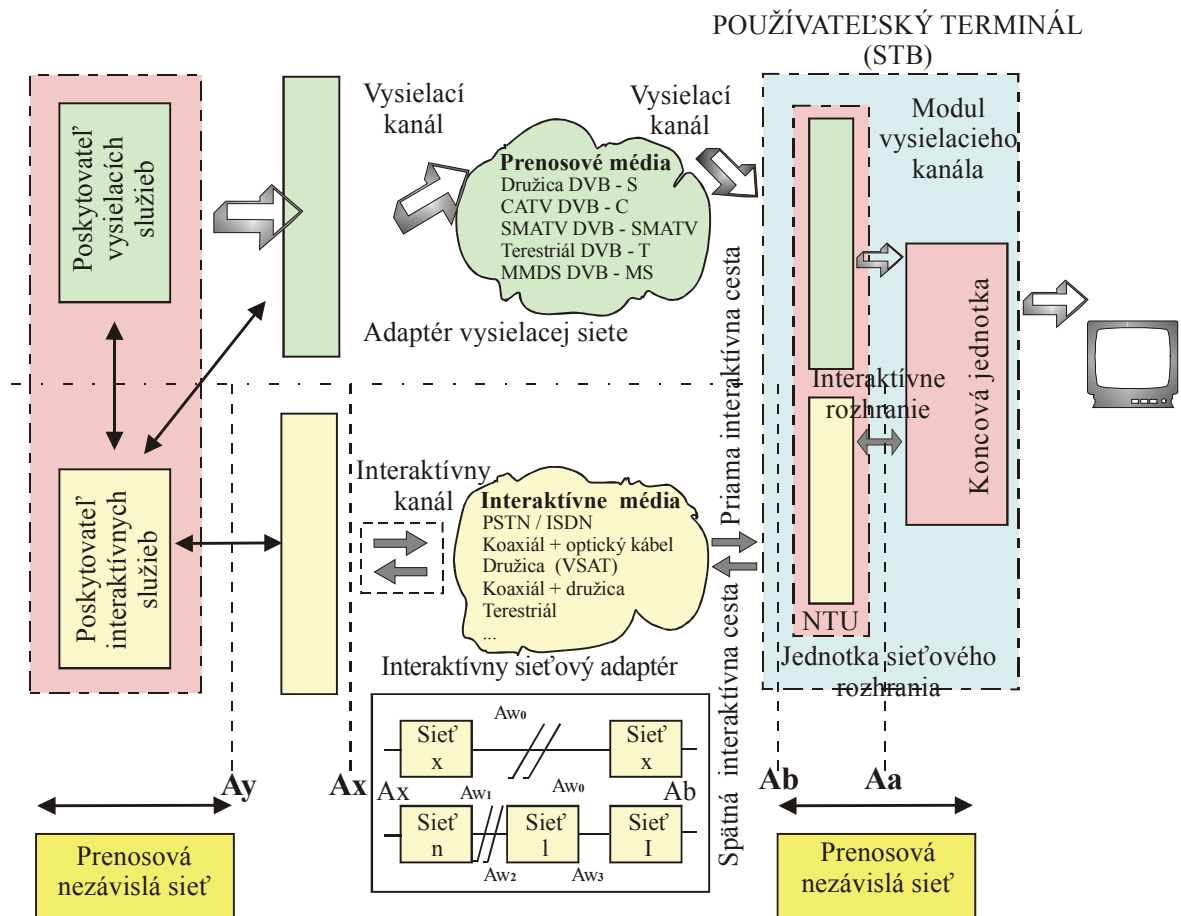
projektu (Program predpokladá okolo 37 miliónov domácností v Západnej Európe pripojených na SMATV/MATV systémy).

Všeobecný referenčný model pre interaktívne systémy bude vyvinutý v rámci DIGISAT ACTS projektu v spolupráci s niekoľkými projektmi v ACTS programe, ako napríklad DVB, so zámerom umožniť riadenie smerom na prevádzky schopnosť. Tento model bude prediskutovaný a eventuálne zavedený ITU a DVB v súvislosti tiež z DAVIC a IEEE.

V modeli systému (obr. 4.2) sú zavedené dva kanály medzi poskytovateľom služieb a používateľom:

- vysielací kanál je jednosmerný širokopásmový vysielací kanál pre prenos videosignálov, audiosignálov a dát. Vysielací kanál je pevne stanovený poskytovateľom služieb,
- interaktívny kanál obojsmerný interaktívny kanál je zavedený medzi poskytovateľom služieb a používateľom za účelom vzájomnej komunikácie. Skladá sa zo:
 1. Spätnej interaktívnej cesty (spätný kanál): od používateľa k poskytovateľovi služieb, pričom je často využívaný na formulovanie požiadavky pre poskytovateľa služieb alebo pre odpovede na otázky. Je to úzkopásmový kanál, taktiež všeobecne známy ako spätný kanál,
 2. Priamej interaktívnej cesty: od poskytovateľa služieb k používateľovi. Používa sa na poskytovanie rôznych druhov informácií používateľovi.

Používateľský terminál je prispôsobený pre Network Interface Unit (NIU) – sieťovú jednotku NIU sa skladá z rozhrania pre vysielanie (Broadcast Interface Modul - BIM) a z rozhrania pre interaktívny prístup (Interactive Interface Module - IIM) a z koncovej jednotky (Set Top Unit - STU). Používateľský terminál poskytuje rozhranie pre vysielací a interaktívny kanál. Rozhranie medzi používateľským terminálom a interaktívnou sieťou je realizované pomocou interaktívneho rozhrania.



Obr. 4.2 DVB všeobecný referenčný model pre interaktívne systémy

Rozsiahle štúdie vykonané v projektoch DIGISAT ACTS a DIGI SMATV RACE boli demonštrované prostredníctvom pilotných projektov (European Trials) pre dve majoritné skupiny služieb poskytovaných družicou:

- vysielacie služby. Sú to služby ktoré nevyžadujú vytvorenie spätného kanála pracujúceho v reálnom čase: Typickými službami je vysielanie digitálnej televízie (DVB - Digital Video Broadcasting), vysielanie pre oprávnených používateľov (TV a la Carte), blízke video na vyžiadanie (Near Video on Demand), HDTV služby, prenos dát, atď.,
- interaktívne služby doplnujúce existujúce vysielacie služby. Tieto služby vyžadujú spätný kanál za účelom vytvorenia „interakcie“ medzi používateľom a poskytovateľom služby. Charakteristickými príkladmi sú Televoting – telehlasovanie, Home shopping – nákup z domácnosti, Audience Data Acquisition – zber dát od používateľov, atď.

Pre ilustráciu sú následne uvedené rôzne druhy služieb poskytované spomínanými projektami:

TV a la Carte, Self programming – samoprogramovanie, podľa používateľského výberu, reklamné/prezentačné profily, Co – Direction - orientácia, vytváranie vlastných záberov a dohľadacie programovanie, reklamné sloty, multiaspektové služby, audio služby, nezávislé dátové služby, teletextové služby (Žlté stránky), súvisiace programy, orientácia na reklamu, mozaikové služby, stereoskopické služby, Pay per View, vzdelávacie

a tréningové video služby (IVOL), telenákupné služby, zber dát od používateľov (od používateľov k poskytovateľovi služieb), interaktívne hry, multiprogram, multiaspektový ukazovateľ, EDTV/HDTV, HDTV pre kino a profesionálne aplikácie, audio multikanál, multijazyčne asociovateľné audio, prehľad programových informácií, distribúcia dát, elektronické noviny, Near Video (Audio) on Demand NVOD a NAOD – blízke video a audio na vyžiadanie, blízke používateľom vyberateľné reklamy, tvorba vlastných programovateľných prehliadok, programovanie dozoru, paralelný multiteletext, informovanie, názorová šou, spätná šou, sieťové hry, šou s hrami, stávková šou, telehlasovanie, videokatalóg, podnetové PPV, VoD - video na požiadanie, audio na požiadanie, noviny na požiadanie, Karaoke na požiadanie, elektronické noviny na požiadanie, programové informácie na požiadanie, On line informačné služby, databázový prístup/knižnica, virtuálne CD, distribúcia softvéru, telemedicínske aplikácie, prístup na Internet, videotelefónia, videokonferencia, videodohľad, telefónia, telefax, telepráca, prenos súboru, LAN/LAN medzispojenie, transakčné služby, domáce bankovníctvo, domáce nakupovanie, elektronický rezervovací úrad, vzdialený špecialista (zdravotná starostlivosť), e – mail, osobné záznamy, núdzové správy, správy pre podporu iných služieb (používateľ používateľovi, poskytovateľ služieb používateľovi, používateľ poskytovateľovi), lotérie a stávkové služby.

4.2 DISTRIBUTÍVNE SLUŽBY

Distributívne služby sú služby zabezpečujúce distribúciu signálov k jednotlivým účastníkom. Môžeme ich rozdeliť na dve podskupiny:

- služby s kontrolou účastníka - služby, v ktorých účastník má možnosť kontroly,
- služby bez kontroly účastníka - služby, kde túto možnosť nemá.

Distributívne služby bez kontroly účastníka neumožňujú účastníkovi akýkoľvek zásah do začiatku, priebehu a konca vysielania. Vysielanie môže byť určitým typom televízneho, rozhlasového, ale aj textového prenosu, pričom je adresované veľkému počtu účastníkov. Služby tohoto typu majú jednosmerný charakter a typickými predstaviteľmi sú:

- distribúcia analógovej, resp. digitálnej televízie,
- distribúcia EDTV (Enhanced Definition Television),
- distribúcia HDTV (High Definition Television),
- distribúcia kódovanej (platenej) televízie (Pay TV, Pay-per-View),
- vysielanie rozhlasového signálu,
- elektronické noviny a publikácie,
- dátové distribučné služby.

Distributívne služby s kontrolou účastníka sú taktiež určené pre veľký počet účastníkov, ale v tomto prípade je informácia zoraďovaná do postupnosti určitých informačných jednotiek, ktoré obsahujú krátke ucelené celky a tieto sa potom cyklicky opakujú. V tomto prípade zákazník môže pristúpiť k vyvolenému programu na začiatku, prípadne ho môže pozerať opakovane. Príkladom takýchto služieb sú:

- videovzdelávacie programy,
- reklamné programy,

- telesoftvér.

4.3 OPIS VYBRANÝCH MULTIMEDIÁLNYCH SLUŽIEB

4.3.1 ANALÓGOVÁ DRUŽICOVÁ TELEVÍZIA A ROZHLAS

Prvé pokusy o aplikovanie televízie v družicových systémoch sa objavujú už v roku 1970 na kozmickej konferencii UIT, kde boli pre tieto služby predbežne pridelené pásma: 620 až 790 MHz, 2,5 až 2,69 GHz, 11,7 až 12,5 GHz, 41,0 až 43,0 GHz a 84,0 až 86,0 GHz. V súčasnosti je v oblasti analógovej družicovej televízie najviac rozšírený príjem družicových programov vo frekvenčnom pásme 10,95 až 11,7 GHz. Sú to programy vysielané hlavne z družíc INTELSAT, EUTELSAT a ASTRA, ktoré poskytujú veľké množstvo programov. Tieto družice zabezpečujú v súčasnosti vysielanie analógových aj digitálnych programov. Príjem v pásme 11,7 až 12,5 GHz z družíc DBS (Direct Broadcasting Satellites - priamy prístup), v poslednej dobe tiež označovaných ako DTH (Direct To Home), čo sú napr. družice TDF 1, TV SAT 2, TELE-X, OLYMPUS nie je veľmi rozšírený hlavne z dôvodu problémov s prijímacou aparatúrou, ktorá musí byť schopná spracúvať signály v norme D2-MAC. Dá sa však predpokladať, že príjem v tomto frekvenčnom pásme nájde v najbližšej budúcnosti uplatnenie, a to aj pre možnosť použitia plochých prijímacích antén, ktorých rozmery nepresahujú 38 x 38 cm.

Príjem signálov z družíc frekvenčného pásma 12,5 až 12,75 GHz, hoci môžeme použiť prijímaciu aparatúru pre pásmo 11 GHz s tým, že použijeme konvertor pre 12,5 GHz je v súčasnosti s nástupom digitálnej éry rozšírený v takej miere ako v pásme 11 GHz.

4.3.2 DIGITÁLNA DRUŽICOVÁ TELEVÍZIA

Vývoj digitálnych technológií vo výrobe, prenose a distribúcii televíznych programov úplne zmenil pojem vysielania BSS služieb. Vývoj bol možný hlavne vďaka dostupnosti používateľských VLSI obvodov, ktoré umožnili digitálnu audio/video kompresiu založenú na technike MPEG.

Základné myšlienky systémov na vysielanie digitálnej televízie boli v Európe vyvinuté v projekte DVB (Digital Video Broadcasting). Na projekte dnes spolupracuje vyše 125 európskych organizácií, ktoré sa snažia o zavedenie stratégií digitálnej televízie do družicového, káblového a pozemského vysielania. Systém nazývaný DVB-S (DVB - Satellite) je vyvinutý na poskytnutie služieb BSS, FSS cez družice a je adresovaný ako používateľom IRD (Integrated Receiver Decoder), tak aj systémom so spoločnou anténou SMATV (Satellite Master Antenne TV).

Systém DVB-S zadefinoval nasledujúcu postupnosť pri spracovaní analógového signálu. Analógový signál sa musí najprv predspracovať, digitalizovať. Po digitalizácii sa musí znížiť bitová prenosová rýchlosť na prijateľnú hodnotu, čo dosiahneme kompresiou obrazu a zvuku. Samostatné obrazové, zvukové a dátové toky sú potom multiplexované do prúdu bitov, ktorý sa ďalej kóduje a moduluje.

Práve použitie pokrokových techník opravy chýb použitých na kódovanie kanála, ktoré sú založené na spojení Reedových - Solomonových a konvolučných kódov, umožňuje optimálne prispôbenie na rôzne charakteristiky družicových transpondérov (t.j. šírka pásma a výkon) a poskytuje vysokú kvalitu služieb s možnosťou prístupu cez malé antény. Pružnosť družicového digitálneho prenosu, teda umožňuje lepšie využiť kapacitu kanála, čím nám klesajú aj vysielacie náklady. Napr. jeden transpondér so šírkou

pásma 33 MHz umožňuje vysielat' až 5 programov kvality SDTV alebo 3 až 4 programy formátu EDTV.

4.3.3 DIGITÁLNY DRUŽICOVÝ ROZHLAS

Podobný vývoj, aký sme mohli sledovať pri prechode analógovej televízie na družicovú nastal aj pri vysielaní rozhlasu. Okrem zvýšenia kvality zvuku nám digitálna technika umožnila prenášať aj celý rad dodatočných informácií (napr. o obsahu vysielaného programu). Tieto informácie môžu byť zobrazované na displeji prijímača alebo môžu byť použité na vyhľadávanie určitej programovej náplne, a pod.

4.3.3.1 DSR

Jedným z prvých digitálnych družicových systémov bol nemecký systém DSR (Digital Satellite Radio), ktorý vysielal v pásme 11/14 GHz. Systém využíva TDM na jednej nosnej a umožňuje prenos 16 vysokokvalitných stereofónnych programov cez jeden družicový transpondér. Aby bol družicový kanál využitý dostatočne efektívne, musia byť analógové zvukové signály vzorkované frekvenciou iba 32 kHz, čím sa znižuje maximálne prenášané pásmo na 15 kHz. Používa sa PCM modulácia so 16 bitovým vyjadrením vzoriek, ktoré sa ďalej redukovujú na 14 bitové slová. Bitová rýchlosť pre takto spracovaný stereofónny signál bez dodatočných dát je 896 kbit/s, čo pri prenose 16 programov znamená rýchlosť 14,336 Mbit/s. K tejto rýchlosti treba ešte pripočítať ďalšie dáta ako napr.: synchronizácia, programové dáta alebo ochranné dáta. Najdôležitejší je asi fakt, že dnes tento systém už nepracuje, nakoľko bol určený iba pre pevné, resp. prenosné prijímače a prenechal svoje miesto novšiemu systému DAB.

4.3.3.2 DAB

DAB (Digital Audio Broadcasting) je digitálny družicový systém najvyššej kvality navrhnutý pre mobilné, prenosné aj pevné rozhlasové prijímače. Je navrhnutý na prevádzku vo frekvenčných pásmach do 3 GHz. Na tento účel využívané techniky prenosu:

- s rozprestretým spektrom SS/CDMA (Spread Spectrum) / (Code Division Multiple Access),
- frekvenčne deleným multiplexom OFDM (Orthogonal FDM).

4.3.4 PRÍSTUP NA INTERNET

Prístup na Internet je služba, ktorou používateľ získa k dispozícii veľké množstvo možností, keďže Internet je v súčasnosti rozšírený prakticky po celom svete. Jediným problémom používateľov pripojených na Internet pomocou komutovaných liniek je ich rýchlosť. Rýchlosť Internetu často nezávisí od priepustnosti chrbticových sietí, ale práve od priepustnosti komutovaných liniek, ktoré bývajú často preťažené alebo obsadené. Z tohto pohľadu má výhodu družicová komunikácia, ktorá poskytuje niekoľkokrát väčšiu priepustnosť ako v dnešnej dobe najčastejšie používané pozemské linky.

Existujú dva typy družicovej prevádzky pri aplikáciách prístupu na internet:

- obojsmerná prevádzka,
- distribučná prevádzka.

Obojsmerná prevádzka využíva vzostupnú aj zostupnú dráhu družicového spoja. Tento typ prevádzky je náročnejší na potrebné technické zariadenie kvôli tomu, že potrebujeme mať v pozemskej stanici umiestnený prijímač aj vysielateľ.

Distribučná prevádzka využíva iba zostupnú dráhu družicového spoja. Tento typ prevádzky je založený na teórii, že používateľ vždy viac dát zo siete prijíma ako do nej dodáva. Preto na posielanie požiadaviek do siete systém pracuje s komutovanými linkami.

Obidva spomínané systémy poskytujú veľké množstvo služieb, ktoré sa nachádzajú v prostredí siete Internet. Medzi základné aplikácie, ktoré je možné využívať, patrí :

- prenos súborov - prenos súborov medzi počítačmi v sieti,
- WWW (World Wide Web) - v súčasnosti jedna z najviac používaných aplikácií, ktorá umožňuje pohyb po sieti Internet pomocou hypertextových dokumentov. Pomocou tejto služby môžeme prezeriť, nahrávať, vyhľadávať žiadané údaje,
- elektronická pošta (e-mail) - posielanie správ iným používateľom, ktorí majú tiež prístup k Internetu,
- diskusné skupiny - slúžia na výmenu informácií a umožňujú diskutovať o určitej oblasti záujmu.

4.3.5 TELEMEDICÍNA

Telemedicína môže byť definovaná ako integrovaný multimedialny systém pre vzdialenú starostlivosť o zdravie, ktorý využíva telekomunikačnú a počítačovú technológiu ako náhradu priameho kontaktu medzi lekárom a pacientom. Hoci sa náklady na tieto systémy len postupne znižujú a objavujú sa nevyjasnené problémy, v súčasnosti existuje na svete niekoľko desiatok fungujúcich aplikácií.

Telemedicína ako taká je používaná už od roku 1959, kedy bola prvýkrát experimentálne demonštrovaná telepsychiatria a prvýkrát boli na konferencii naživo vysielané nové chirurgické procedúry. V 70-tich a 80-tich rokoch sa experimenty v tejto oblasti zamerali predovšetkým na prenos lekárskeho obrázkov pomocou televízie a počas posledných piatich rokov sa objavujú experimenty s videokonferenciou so vzdialenými konzultantmi.

V súčasnosti je táto služba využívaná hlavne na veľmi ťažko dostupných miestach a oblastiach, kde sa širokopásmové telekomunikačné siete vyskytujú len zriedka (Antarktída, Aljaška, vesmírne stanice a pod.). Telemedicína je teda spojenie komunikačnej techniky a medicíny. Vo všeobecnosti zahŕňa také služby ako konzultácie, diagnostika, výučba na diaľku, pričom môže využívať aplikácie týkajúce sa dermatológie, kardiológie, urológie, patológie, rádiológie, tomografie, psychiatrie a iných lekárskeho odborov. Ako príklady možno uviesť:

- analýza údajov,
- naliehavá konzultácia,
- lekárske vzdelávanie,
- výskum.

Služby telemedicíny sú veľmi náročné čo sa týka množstva potrebných dát. Hlavné analýzy prijatých údajov je veľmi citlivá časť systému. Presnosť analýzy, teda porovnania prijatých dát o pacientových príznakoch s dátami z mnohých lekárskeho záznamov v hlavnej databáze, na základe ktorých potom pacient môže dostať výslednú osobnú správu o

prípadných nebezpečenstvách (infarkt, cukrovka, rakovina atď.), veľmi závisí práve od kvality prijatých dát, a teda je potrebné veľké množstvo dát, ktoré musia byť prenesené.

Naliehavá konzultácia je rovnako dôležitá hlavne pri nepredvídateľných komplikáciách, ktoré vzniknú pri operácii. Táto služba nám umožňuje spojiť sa so špecialistami s požiadavkou o pomoc. Kvalita ich odpovede opäť závisí od kvality dát, ktoré dostanú k dispozícii na analýzu.

Naopak, vzdelávanie na diaľku nepotrebuje k uspokojujúcej činnosti až tak veľa dát. Stačí zabezpečiť komunikačné kanály pre obojsmernú videokonferenciu a to buď point-to-point alebo point-to-multipoint.

Posledné využitie telemedicíny je vo výskume. Rýchlosť prenosu tu nie je rozhodujúca, ale rýchly prenos lekárskeho obrazu a informácií s vysokou kvalitou môže urýchľovať prácu vo výskume, vďaka spolupráci lekárov na celom svete.

4.3.6 VIDEO NA POŽIADANIE (VOD – VIDEO ON DEMAND)

Túto službu by sme mohli považovať za časť interaktívnej televízie. Je založená na tom, že používateľ si vyberie vlastný program (najčastejšie s filmovým obsahom), ktorý chce vidieť a čas, kedy chce tento program vidieť. Toto však nemusí byť jediné zo strany používateľa. Taktiež má možnosť riadiť priebeh tohto programu, to znamená, že ho môže zastaviť, vrátiť späť alebo naopak posunúť dopredu a opätovne spustiť.

Predpokladom tejto služby je, aby používateľ vlastnil dekóder a prípadne prístupovú kartu. Ak porovnáme prevádzky smerujúce k a od používateľa zistíme, že majú značne odlišné nároky. Keďže signál prichádzajúci k používateľovi bude reprezentovaný digitálnym video signálom upraveným pomocou MPEG-2 štandardu, budú vyžadované podobné požiadavky ako pri prenose digitálnej televízie. Čo sa týka kanála od používateľa k poskytovateľovi služby (uplink), nie je potrebný veľmi výkonný kanál, pretože sa budú prenášať len malé bloky dát slúžiace na riadenie priebehu programu prípadne na jeho počiatočné vybavenie. Na to by mal postačovať kanál s prenosovou rýchlosťou 16 - 64 kbit/s pri BER 10^{-4} . V praxi sa to realizuje tak, že divák zavolá na bezplatné telefónne číslo, ktoré sa uvádza na obrazovke v ponuke filmov a udá svoje číslo kreditnej karty. Spoločnosť po overení platobnej schopnosti karty poskytne autorizáciu k príjmu. V Európe sa tento spôsob príjmu častejšie označuje ako PPV (Pay Per View - plat' len zato, načo sa pozeráš). Je možnosť objednať si len vybraný film alebo aj program na celý večer. Platba sa môže realizovať aj tak, že sa dopredu zakúpi karta s určitým počtom impulzov, ktorá sa podobá telefónnej karte. U ponúkaných programov sa na obrazovke udáva počet impulzov u každého vysielaného programu. Prijímacie zariadenie je vybavené čítačkou tejto karty a po jej zasunutí je možné sledovať akýkoľvek film z uvedenej ponuky. Ďalším krokom VoD bude využitie spätného kanálu družicovou cestou, kedy sa prijímacia anténa dá použiť aj ako anténa vysielacia. Počíta sa s využitím frekvencií Ka-pásma (30GHz) na ASTRE 1K. Pre príchodzí kanál by boli požiadavky nasledovné: prenosová rýchlosť 1,5 - 25 Mbit/s s BER 10^{-10} . Prenosové oneskorenie by nemalo prekročiť 500 ms.

4.3.7 NVO D (NEAR VIDEO ON DEMAND)

Blízke video na požiadanie predstavuje službu, kde sa filmy či iný atraktívny program vysiela s časovým posunutím začiatku na viacerých kanáloch.

Programová spoločnosť si môže prenajať väčšiu časť transpondéra na prenos viacerých kanálov. Môže si najat' aj celý transpondér a vysielať programový paket s viacerými programami z jedného transpondéra alebo aj z viacerých transpondérov. V

digitálnej technike pri použití štandardu DVB/MPEG-2 sa dá jeden transpondér využiť niekoľkých kanálov. Počet kanálov je závislý od požadovanej kvality prenášaného deja. V praxi sa to realizuje tak, že prevádzkovateľ NVoD posunie začiatky filmov o pol hodiny. Na vysielanie sa použije 5 kanálov z rovnakého transpondéra.

4.3.8 PPV (PAY-PER-VIEW)

Termín z Pay-TV (platenej televízie) – plat' len zato načo sa pozeráš. Prevádzkovatelia, akými sú napr. Sky TV, Premiere, DF1 a ďalší ponúkajú na vyhradených kanáloch PPV za ďalší poplatok vysielanie atraktívnych filmových titulov, alebo športových prenosov.

PPI (Pay-per-Impuls)

Pojem z Pay-TV, kedy mernou jednotkou za sledovanie programu je platený impulz.

4.3.9 SATTEXT

Prenos textu podporovaný družicou. Podobne ako v teletexte, kde sa využívajú riadky, ktoré nie sú viditeľné v TV obraze a v nich prenášame informácie, existujú u SatTextu bajty, ktoré nie sú potrebné pre prenos hudby vysielanej z družice a ktoré môžu prenášať text.

Nemecká firma TechniSat využila tieto bajty vo vysielaní ADR (Astra Digital Radio) na vývoj inteligentného spôsobu prenosu dát, ktoré si poslucháč ADR môže sám vyhľadávať. Spôsob SatText umožňuje prenos akýchkoľvek dát a tieto dáta sa dajú adresovať. SatText umožňuje výhodný prenos textu družicovou cestou.

Služba SatText je per používateľov dostupná od roku 1998. Používateľ služby ukladá dáta v PC na pevný disk (HDD –Hard Disc) a môže s nimi pracovať.

K dôležitým prenosom SatTextu patrí “Point To Multipoint” – vysielanie dát z jedného miesta na viacej miest. Dalo by sa to taktiež označiť ako broadcasting.

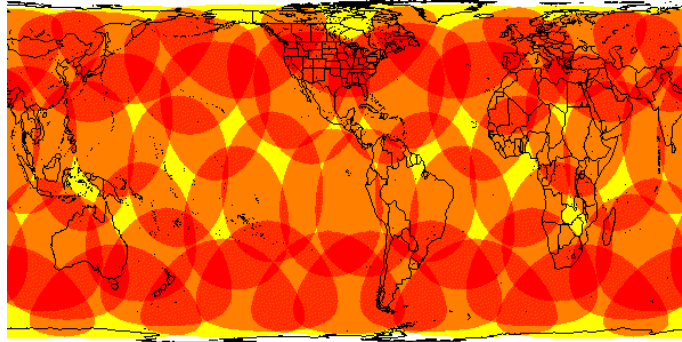
Dajú sa prenášať texty, súbory, spravodajský materiál, tlač, obežníky, cenníky, inzercia. Na príjem, okrem predplatného je potrebné zaobstarať si vhodný prijímač. Na trhu je dostupný napr. ASTRA STAR AX-1plus.

Služba sa v praxi osvedčila a je značne využívaná v podnikovej sfére ako aj jednotlivcami.

4.4 DRUŽICOVÉ KOMUNIKAČNÉ SYSTÉMY

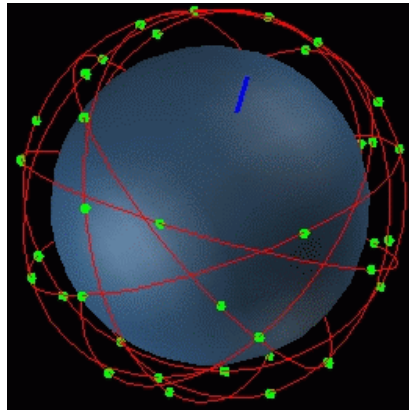
4.4.1 GLOBALSTAR

Už od roku 1991 je súčasťou konkurenčného prostredia v oblasti družicovej komunikácie GlobalStar, konzorcium významných spoločností, ako je napr. France Telecom, Alcatel, Loral a ďalšie. Toto konzorcium prevádzkuje 48 stacionárnych komunikačných družíc (obr. 4.4), ktoré svojím dosahom pokrývajú iba niektoré časti Zeme (od 70° severnej do 70° južnej zemepisnej šírky). Na obr. 4.3 sú znázornené stopy zväzkov operačných družíc Globalstar. Každý kruh tejto cylindrickej projekcie na obr. 4.3 je areou pokrytia, alebo tiež stopou zväzku družice Globalstar, ktorá sa nad ňou v strede práve nachádza.



Obr. 4.3 Vyžarovacie stopy operačných družíc GlobalStar

Tieto družice medzi sebou na rozdiel od družíc Irídia nekomunikujú. Princíp spojenia sa v určitých aspektoch líši. Signál GlobalStaru napr. nemôže za pomoci samotnej družice „obehnúť“ zemeguľu, ale musí byť vždy prostredníctvom retranslačnej stanice na Zemi presmerovaný na ďalšiu družicu.



Obr. 4.4 Družice konzorcia GlobalStar

4.4.2 INMARSAT

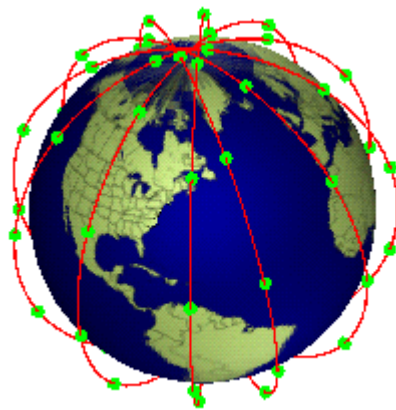
Inmarsat bol založený už v roku 1979 ako medzinárodná spoločnosť, ktorá mala za úlohu zabezpečiť spojenie pre námorné lode po celom svete. Systém Inmarsat – Phone tvoria 4 družice rozmiestnené na obežnej dráhe GEO (Geostacionary Earth Orbit) vo výške 36 tisíc km nad zemským rovníkom. Vďaka tomu pokrýva 98 percent povrchu Zeme. Dovoľat sa teda je možné takmer všade – s výnimkou malých oblastí okolo oboch zemských pólů. Využívať sa dá nielen hlasová komunikácia, ale i prenos dát alebo faxov rýchlosťou 2,4 kbps a to všetko s pomocou prístroja, ktorý veľkosťou pripomína notebook a jeho hmotnosť neprekračuje dva kilogramy. Svet je z ich pohľadu rozdelený na štyri oceánske regióny: východný a západný Atlantický oceánsky región (AOR – E a AOR – W), Indický oceánsky región (IOR) a Pacifický oceánsky región (POR), z ktorých každý pokrýva plochu cca 210 mil. km². Signály z družíc sa prekrývajú, najhustejšie je pokrytá euroatlantická oblasť. Zo stredoeurópskeho priestoru sú dostupné hneď tri družice Inmarsat (AOR-E, AOR-W, IOR).

Názvy služieb / terminálov v abecednom poradí: Inmarsat-A, Inmarsat-B, Inmarsat-C, Inmarsat-M, Inmarsat-P.

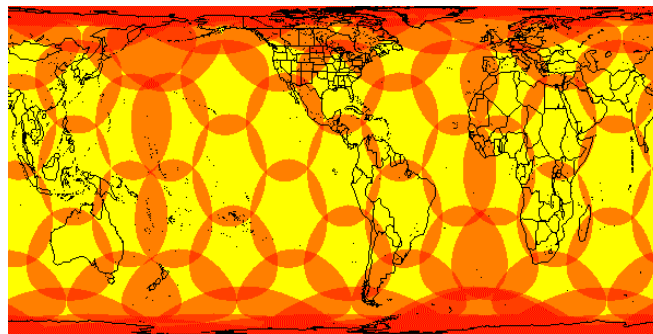
4.4.3 IRIDIUM

Iridium je prvá spoločnosť, ktorá chcela priblížiť družicové telefonovanie koncovým zákazníkom a ktorej sa darí tento projekt najrýchlejšie realizovať. Vznikla v roku 1997 ako konzorcium pár veľikánov v oblasti mobilných telekomunikácií (napr. Motorola, Sprint, Kyocera a ďalší), ktoré chcú do spoločného projektu investovať okolo 5 miliárd dolárov. Zámerom spoločnosti Iridium je vytvorenie medzinárodnej bezdrôtovej komunikačnej siete mobilných telefónov a pagerov. Pomocou 66 družíc a bezdrôtovej pozemnej komunikačnej siete je možné komunikovať z hociktorého miesta na Zemi.

Družicovú časť (obr. 4.5) tvorí 66 (plus šesť záložných) nízkoorbitálnych družicových staníc. Vo výške 780 km nad zemským povrchom, na šiestich orbitálnych dráhach v zoskupení po jedenástich družiciach už všetky krúžia nad zemským povrchom.



Obr. 4.5 Obežné dráhy družíc v systéme Iridium



Obr. 4.6 Prekrývanie buniek v systéme Iridium

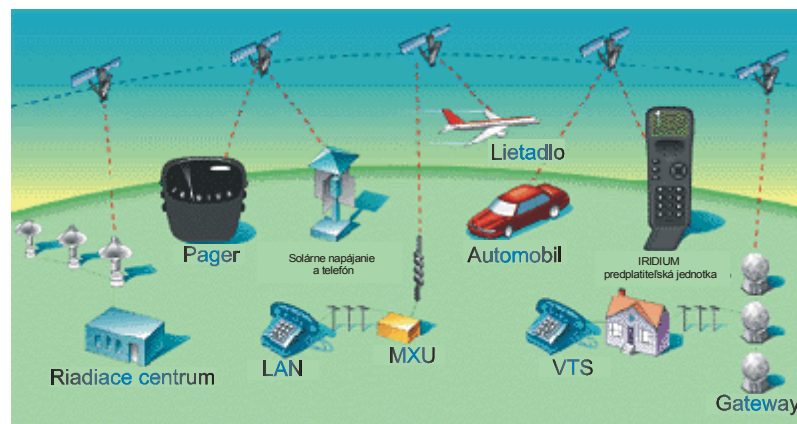
Jedna družica váži 689 kg a okolo Zeme obehne za 100 minút a 28 sekúnd. Orbitálne dráhy nezvierajú z rovníkom 90° a preto neprechádzajú priamo cez severný a južný pól, ale sú od kolmice odklonené o $3,6^\circ$. Zvierajú s rovníkom úhol $86,4^\circ$. Toto naklonenie zaisťuje, že v miestach severného a južného pólu sa môžu družice krížiť a minú sa vo vzdialenosti cca 195 km. Tento spôsob sa nazýva *Satellite CrossLink*.

Plocha zemského povrchu, ktorú pokrýva svojím dosahom jedna družica (*Satellite Fotoprint*) je 4400 km. Táto plocha je rozdelená na 48 kruhových buniek (obr. 4.6), na celú sieť Iridium pripadá 3168 buniek, napriek tomu by sa na pokrytie celej plochy Zeme stačilo iba 2100 týchto buniek. Každý bod na zemeguli, z ktorého bude vysielaný signál

určený pre družicu, je bunkou družice monitorovaný. V prípade, že pri pohybe družice dôjde k vychýleniu pozemského bodu, odkiaľ je signál vysielaný, z dosahu jednej bunky, družica si automaticky nájde najbližšiu bunku, ktorá si signál prevezme (*Cell Hand-off*).

Družice medzi sebou komunikujú (obr. 4.7) v pásme od 23,18 GHz do 23,38 GHz. Komunikácia medzi mobilným družicovým telefónom a družicou prebieha v kmitočtovom rozsahu od 1,616 GHz do 1,6265 GHz.

Potrebnou súčasťou medzinárodnej komunikačnej siete je tiež jej pozemná časť. Na zemskom povrchu sú umiestnené tzv. retranslačné stanice (gateways), ktoré zaisťujú prenos signálu z pozemnej bezdrôtovej siete na družicovú v pásme od 29,1 GHz do 29,3 GHz a v opačnom smere od družicovej siete k pozemnej v pásme od 19,4 GHz do 19,6 GHz.



Obr. 4.7 Komunikácia v Iridiu

4.4.4 SKYBRIDGE

Skybridge je širokopásmový družicový systém, ktorý zabezpečuje poskytovanie služieb, ako je rýchly prístup na Internet a videokonferencie pre používateľov po celom svete, atď. Systém je rovnako vhodný pre vzdialené vidiecke, mestské aj neprístupné oblasti, ktoré ešte doposiaľ nie sú pripojené k širokopásmovým terestriálnym infraštruktúram a rovnako aj pre tie oblasti, ktoré nie je vhodné pokryť klasickými terestriálnymi infraštruktúrami z ekonomického hľadiska. Skybridge pozostáva z konštelácie 64 družíc, ktoré slúžia na prepojenie používateľov k terestriálnym ústredniám. Používateľ je vybavený pomerne lacným terminálom. LEO družice poskytujú výkonnosť, ktorá je porovnateľná s terestriálnymi širokopásmovými technológiami s časovým oneskorením šírenia sa cez kozmický segment okolo 20 ms. To znamená, že Skybridge podporuje rýchle interaktívne služby, ako sú obojsmerné video v reálnom čase a interaktívne hry, ako aj zvuk.

Skybridge bude poskytovať koncovým používateľom šírku pásma na požiadanie. Systém ponúka asymetrické širokopásmové spojenie k pevným sieťam s rýchlosťou do 60 Mbit/s k používateľovi a s rýchlosťou do 2 Mbit/s na spätnom kanále.

Základná koncepcia architektúry predurčuje Skybridge ako ideálny systém pre vysoko rýchle reálne aplikácie, ako sú:

- rýchly internetový prístup a najmä on-line služby,
- telekomunikácia prostredníctvom prístupu k pracovným serverom a k lokálnym sieťam, elektronická pošta, prenos súborov atď.,

- prepojenie LAN a WAN sietí,
- vysoko kvalitná videokonferencia a videotelefón,
- telemedicina,
- zábavné služby: video na požiadanie (VoD-Video on Demand), elektronické hry, atď.

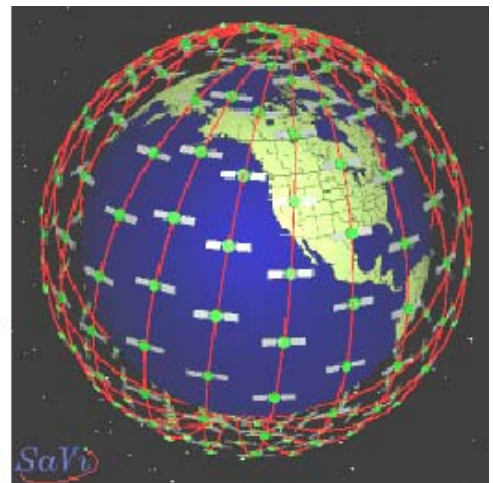
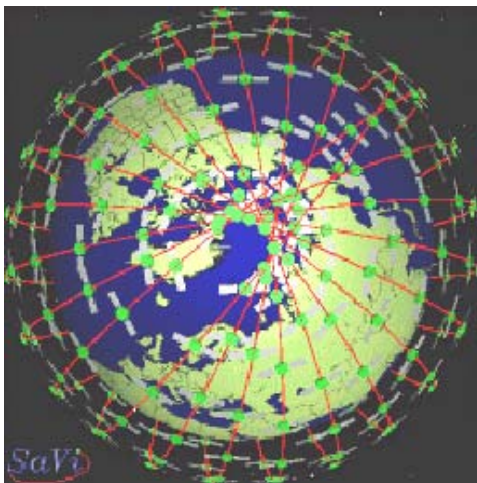
V prípade komunikácie terminál - terminál, je prepojenie uskutočnené ústredňovým prepínačom pomocou dvojitého skoku (double hop). Každá ústredňa za pomoci kozmického segmentu zhromažďuje prevádzku terminálov z bunky v tvare kruhu s polomerom 350 km.

4.4.5 TELEDESIC

Sieť Teledesic používa konšteláciu 288 LEO družíc, ktoré sú vzájomne prepojené a slúžia na poskytovanie prístupu k zvukovým, dátovým a video - komunikačným službám. Pomocou týchto družíc zabezpečuje systém Teledesic prepínané digitálne spojenia (cez ústredňu) medzi používateľmi rôznych sietí.

Sieť Teledesic pozostáva z 288 operačných družíc, ktoré sú rozdelené do 12 rovín, každá s 24 družicami. Družice obiehajú okolo Zeme vo výške 700 km. Každá družica v konštelácii je uzlom v rýchlej paketovej - spínacej sieti a je prepojená pomocou medzidružicových komunikačných liniek s 8 susednými družicami. Každá družica je prepojená so 4 družicami v rovnakej rovine (2 vpredu a 2 vzadu) a so 4 v oboch susedných rovinách na oboch stranách (vpredu aj vzadu). Toto vzájomné prepojenie formuje viacestnú sieť a poskytuje robustnú sieťovú konfiguráciu, ktorá je odolná voči poruchám a miestnym preťaženiam. Na obrázku 4.8 je znázornená konštelácia družíc systému Teledesic.

Teledesic pracuje v Ka pásme na frekvenciách 28,6 – 29,1 GHz pre up-link a 18,8 – 19,3 GHz pre down-link.



Obr. 4.8 Konštelácia systému Teledesic

Sieť Teledesic, obdobne ako sieť Skybridge, pozostáva z pozemného segmentu a kozmického segmentu.

Pozemný segment obsahuje:

- terminály,
- sieťové ústredne,

- sieťové operačné a riadiace systémy.

Kozmický segment obsahuje:

- družicovú sieť založenú na prepínaní, ktorá zabezpečuje spojenia medzi terminálmi.

Terminály sú koncovými bodmi siete Teledesic a poskytujú rozhranie medzi:

- družicovou sieťou a koncovými používateľmi v terestriálnej sieti,
- družicovou sieťou a inými sieťami.

4.4.6 ORBCOMM

Družicový komunikačný systém na výmenu správ.

4.4.6.1 FREKVENČNÁ ALOKÁCIA

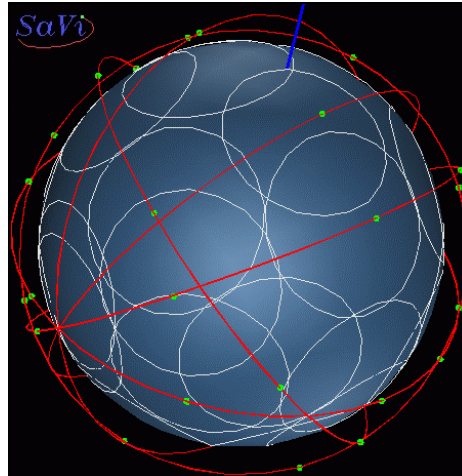
Systém využíva frekvencie 137-138 MHz a 400 MHz pre downlink na mobilné zariadenia, alebo pevné dátové komunikačné zariadenia a frekvencie 148-150 MHz pre vysielanie na družice. Tieto frekvencie, používané LEO družicovými systémami, boli alokované organizáciou FCC pre „Malé LEO“ mobilné družicové služby v januári 1993. FCC udelil ORBCOMM - u komerčnú licenciu v októbri 1994.

4.4.6.2 POPIS SYTÉMU

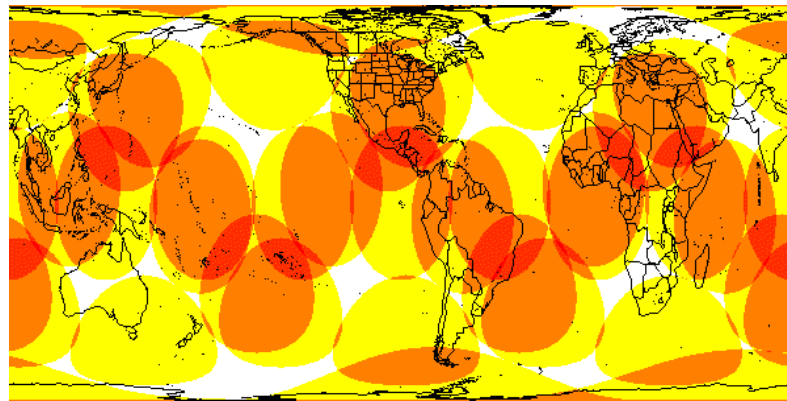
ORBCOMM systém využíva LEO družice namiesto terestriálnych pevných rádioroleových opakovačov na celosvetové geografické pokrytie. Systém dokáže posielať a prijímať dvojcestné alfanumerické pakety, podobne ako dvojcestný paging alebo e-mail. Tri hlavné zložky systému ORBCOMM sú:

- vesmírny segment – konštelácia družíc,
- pozemský segment - gateways (pozemné stanice), ktoré zahrňujú Gateway Control Centers (GCC – pozemné riadiace centrá) a Gateway Earth Stations (GES – pozemné stanice) a Network Control Center (NCC – sieťové kontrolné centrá) umiestnené v Spojených štátoch,
- predplatiteľské komunikátory (SCs – subscriber communicators) – zariadenia do ruky na osobné odovzdávanie správ, ako sú pevné a mobilné jednotky pre vzdialený monitoring a sledovacie aplikácie.

Súčasný počet družíc v konštelácii je 36 ale sú naplanované aj ďalšie družice. Na obrázku 4.9 je znázornená obežná dráha družíc systému ORBCOMM. Obr. 4.10 predstavuje stopy zväzkov systému ORBCOMM.



Obr. 4.9 Obežné dráhy systému ORBCOMM



Obr. 4.10 Stopy zväzkov signálov systému ORBCOMM

4.5 MALÉ DRUŽICE PRE PRÍJEM ŠPECIÁLNYCH SLUŽIEB

4.5.1 KLASIFIKÁCIA

Projekty malých družíc (tab. 4.2) sú charakteristické rapídny vývojom porovnateľným s konvenčným vesmírnym priemyslom. Nová technológia zahrňuje inovačné riešenia, umožňujúce vyrábať ľahšie družicové systémy s malým objemom. Uplatnenie si nachádzajú vo vojenskej oblasti, realizácii vesmírnych programov, ale aj v amatérskej činnosti.

Tab. 4.2 Hmotnostná kategorizácia družíc

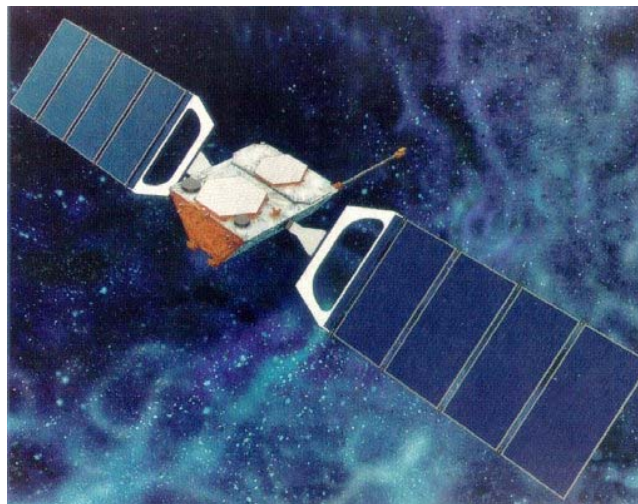
Skupina	Hmotnosť	Poznámka
Veľké družice	> 1000 kg	
Stredne veľké družice	500 – 1000 kg	
Mini družice	100 – 500 kg	Malé družice
Mikro družice	10 – 100 kg	
Nano družice	1 – 10 kg	
Piko družice	0,1 – 1 kg	
Femto družice	< 100 g	

4.5.1.1 MINI – DRUŽICE

Hmotnosti mini – družíc sa pohybujú v rozmedzí 100 – 500 kg. Patria medzi najťažšiu kategóriu zo skupiny malých družíc. Veľké množstvo týchto družíc bolo vynesných na orbitu v 90 – tých rokoch dvadsiateho storočia.

Typickým predstaviteľom je družica Globalstar (obr. 4.11). Globalstar je súčasťou vesmírnej flotily družíc (48+4) systému Loral „Big LEO“ globálnej mobilnej komunikačnej siete.

Družice sú vyrábané firmou Alenia Aerospazio v Ríme, Taliansku. Konštelácia pozostáva zo 48 družíc, zvyšné štyri slúžia ako záloha. Obr. 4.11 zobrazuje telo družice s dvomi rozkladacími solárnymi panelami. Družica je stabilizovaná v troch osiach a obsahuje magnetometre, slnečné senzory, GPS a výškové senzory a dva solárne panely dodávajúce výkon 1100 W. Pohonový systém využíva ako palivo hydrazín na primárne použitie, ktorým je stabilizácia družice. Družica váži 450 kg, čistej váhy bez paliva 350 kg, so životnosťou 7,5 roka.



Obr. 4.11 Mini – družica Globalstar

4.5.1.2 MIKRO – DRUŽICE

Mikro – družice patria do hmotnostnej kategórie v rozmedzí 10 – 100 kg. V súčasnosti vyvolali vlnu záujmu vývojárov v radoch vojenských ako aj komerčných. Družice sú na

palube osadzované modernými mikroprocesormi, ktoré sú diaľkovo preprogramovateľné z pozemského riadiaceho centra.

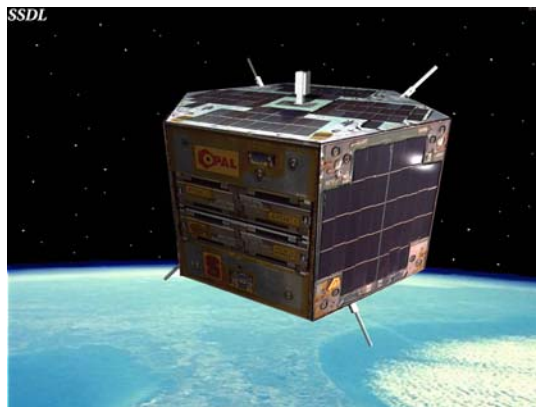
Prvou mikro - družicou vypustenou do vesmíru bol Sputnik – I (PS1). Zo skúšobnej strelnice NIIP – 5 v Kazachstane 14.októbra 1957 o 10:28:04 hodine Moskovského času bol vynesný 260 tonovou nosnou raketou SS-6 (aka 8K71PS - ser. č. M1-1PS) z Yuratum (Bajkonur). Obrázok 4.12 predstavuje družicové teleso s priemerom 0,58 m a váhou 83,6 kg.



Obr. 4.12 Mikro - družica Sputnik I

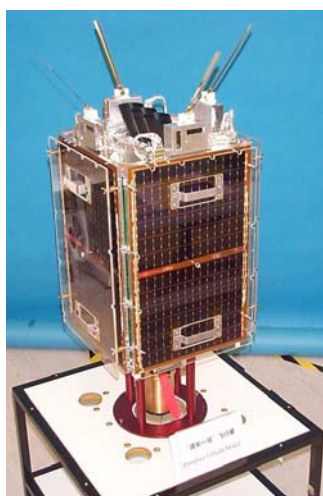
Lesklý hliníkový hermeticky uzavretý guľovitý obal naplnený dusíkom obsahoval rádiový maják s frekvenciami 20,005 a 40,002 MHz. Zariadenie ďalej obsahovalo dva páry pružných prútových antén s dĺžkami 2,4 a 2,9 m. Hlavným poslaním družice bolo poskytnúť dáta o Zemskej príťažlivosti. Vysielané signály boli využité na charakterizovanie ionosféry. Družica vysielala telegrafné impulzy z 300 ms periódou. Frekvencia a oneskorenie medzi impulzami sa modulovali na prenosovú informáciu o meraní dusíkového merača tlaku a teploty. Družica mala zabudované chemické batérie. Rádio vysielateľ prestal fungovať po troch týždňoch prevádzky a Sputnik-I sa rozpadol v atmosfére 4. januára 1958.

OPAL SQUIRT-2 (the **Satellite Quick Research Test** mikro) predstavuje – družicu, projektovanú Stanfordskou univerzitou. Vesmírne teleso bolo vynesné 26. januára 2000 prvým orbitálnym letom OSPSLV z VBAFB. Tento let vyniesol 6 družíc, ktoré boli rozmiestnené 8, 11 a 12 februára. Vesmírny teleso malo výkon 1,7 W a zostupnú frekvenciu 437,1 MHz. Obsahovalo 10 kusov NiCd batérii s 5 Ah kapacitou. Vážilo 23,1 kg a meralo približne 0,2 x 0,2 x 0,2 m. OPAL je zobrazený na obr. 4.13.



Obr. 4.13 Mikro – družica Opal

Iným príkladom je družica **Tsinghua – 1** (obr. 4.14). Tsinghua - 1 je 50 kilogramová družica o rozmeroch 0,69 x 0,36 x 0,36 m, navrhnutá čínskou univerzitou Tsinghua University, postavená tímom čínskych a SSTL inžinierov v UK. Družica má zabudovanú experimentálny monitorovací havarijný systém, zahrňujúci 39 m GSD multispektrálnu (3 -pásmovú: NIR, R, G) kameru. Družica je umiestnená na obežnej dráhe vo vzdialenosti 700 km od povrchu Zeme. Vesmírna časť má zabudovaný širokopásmový skenovací prijímač osadený TMS320c31 digitálnym signálovým procesorom. Vesmírne teleso je stabilizované v 3 osiach, k čomu slúžia tri reakčné motory. Procesory na palube sú typu Intel 80C186 a 80386EX.

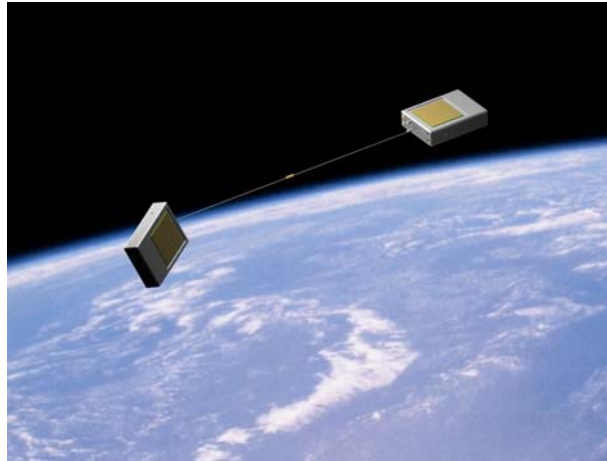


Obr. 4.14 Mikro – družica Tsinghua

4.5.1.3 NANO & PIKO – DRUŽICE

Moderné nano a piko – družice vážiace menej než 10 kg sú vyrobené pokročilou Microsat technológiou. Nano – družice sú atraktívnym predmetom pre mnohé vedecké inštitúcie k získaniu rôznych poznatkov o vesmíre. Piko – družice o hmotnosti do 1 kg sú neustále zdokonaľované súčasne s vývojom mikro a nano výrobných technológií s možnosťou družice umiestnenej na jednom čipe. Pozoruhodné úsilie je taktiež vynakladané do vývoja femto – družíc vážiacich maximálne 100 gramov s aplikáciou v diaľkovo riadených výskumoch, meraniach a monitorovaní.

DARPA Picosat (obr. 4.15) je piko - družica vážiaca 0,5 kg o rozmeroch 100 x 750 x 250 mm. Na orbitu bola umiestnená 6. februára 2000 a komunikácia s ňou bola nadviazaná po 24 hodinách.



Obr. 4.15 Piko – družica Picosat

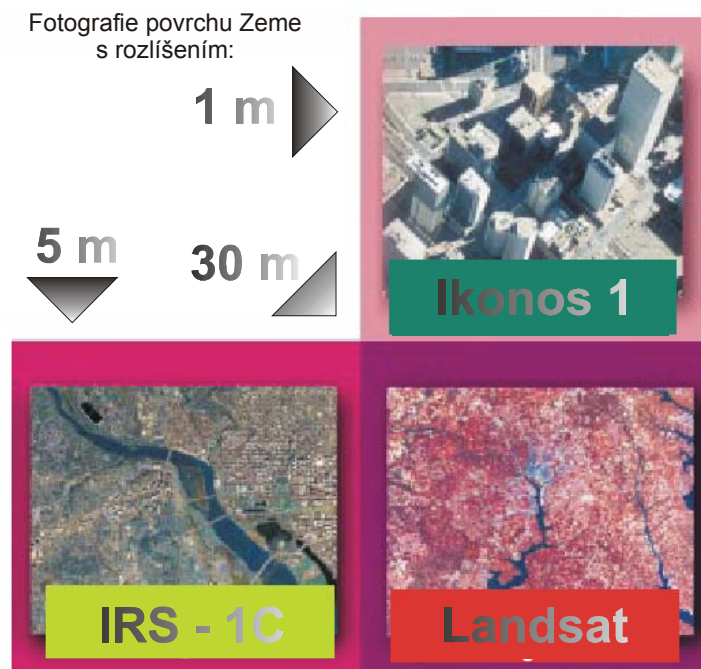
4.6 POZOROVACIE (ŠPIONÁŽNE) DRUŽICE

Družice monitorujúce Zemský povrch sú v súčasnosti už dostupné aj pre civilnú oblasť na rozdiel od nedávnej minulosti kedy táto oblasť bola vyslovene vojenskou záležitosťou.

Podľa rozlišovacej schopnosti ich delíme na:

- družice s vysokým rozlíšením (1 – 4 m)
- stredným rozlíšením (5 – 15 m)
- nízkym rozlíšením (> 15 m)

Do kategórie pozorovacích družíc zaraďujeme družice akými sú Ikonos, Landast, IRS, Radarsat, Ers, Jers. Na obr. 4.16 sú fotografické snímky predstavujúce rôzne rozlišovacie schopnosti troch pozorovacích družíc.



Obr. 4.16 Fotografické snímky povrchu Zeme s 3 rôznymi rozlišovacími schopnosťami

Štandardné možnosti družice Ikonos 1 sú:

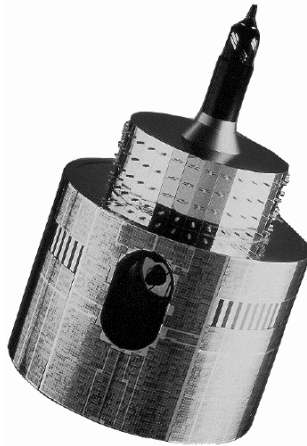
- rádiometrická korekcia - nastavenie jas a kontrastu na kompenzáciu citlivosti senzora,
- štandardná korekcia geometrie - korekcia horizontálneho vesmírneho skreslenia zameraná na zemský elipsoid využívajúca efemerické dáta,
- precízna geometrická korekcia – zdokonalená korekcia vesmírneho skreslenia,
- štandardná korekcia ortogonalít - korekcia horizontálneho vesmírneho skreslenia a skreslenia zavádzaného okolitým prostredím,
- precízna korekcia ortogonalít - zdokonalená korekcia vesmírneho skreslenia a skreslenia zavádzaného okolitým prostredím.

Tieto monitorovacie služby si nachádzajú uplatnenie v týchto oblastiach:

- poľnohospodársky monitoring a analýzy,
- úžitkový manažment,
- urbanistické plánovanie,
- fotografická interpretácia a analýzy,
- núdzové plánovanie,
- vizualizácia majetkových pomerov,
- virtuálne cestovanie,
- podklady pre mediálnu oblasť,
- mapovanie terénu,
- využitie pôdy / mapovanie terénu pôdy,
- monitorovanie životného prostredia,
- skúmanie a mapovanie ťažobných miest,
- potvrdzovanie udalostí.

4.7 METEOROLOGICKÉ DRUŽICE

Meteorologická družica Meteosat spoločnosti EUMETSAT (obr. 4.17) šíri do celého sveta obrazové dáta a niektoré meteorologické informácie sú prenášané vesmírnou družicou priestorom k používateľskej komunite.



Obr. 4.17 Meteorologická družica Meteosat

Vesmírne teleso má pridelené vysielacie kanály operujúce v L - pásme na frekvenciách 1691,0 MHz a 1694,5 MHz. Sú použité dve formy vysielania: konvenčné analógové vysielanie (WEFAX) a digitálne vysielanie (HR = High Resolution – vysoké rozlíšenie).

WEFAX vysielanie je založené na formáte APT (Automatic Picture Transmission – automatické vysielanie obrázkov) a je určené pre používateľov, ktorí využijú tieto dáta na súkromné účely.

HR digitálne dáta sú vo formáte špecifikovanom pre Meteosat a sú určené pre používateľov vyžadujúcich dáta s plným rádiometrickým a vesmírnym rozlíšením vo forme vhodnej pre ďalšie lokálne spracovanie dát.

Vysielanie HR digitálnych dát je prijímané (PDUS - Primary Data User Stations) primárnymi používateľskými dátovými stanicami. Technické špecifikácie a požiadavky na konštrukciu PDUS sú:

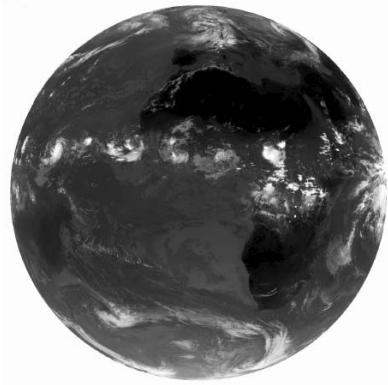
- parabolická anténa,
- nízkošumový zosilňovač,
- prijímací konvertor,
- prijímač s demodulátorom,
- bitové a obrazové synchronizátory,
- obrazový procesor.

Šírenie obrazov pomocou HR umožňuje prenos plného rozlíšenia originálneho obrazu a je preto veľmi vhodné pre ďalšie kvantitatívne spracovanie.

Meteosat produkuje obrazy v troch spektrálnych pásmach:

- 0.5 – 0.9 μm – viditeľné pásmo (VIS – Visible),
- 5.7 – 7.1 μm – infračervené pásmo pohlcujúce vodné pary (WV – water vapour),
- 10.5 – 12.5 μm - tepelné (okno) pásmo (IR - Infrared).

Infračervené (obr. 4.18) a obrázky vodnej pary (obr. 4.19) sú zložené z 2500 riadkov, každý z nich má 2500 pixelov, obrázky viditeľného pásma (obr. 4.20) pozostávajú z 5000 riadkoch o 5000 pixeloch. Skenovanie Zeme sa realizuje každú polhodinu, obrázky sa vysielajú vo všetkých troch spektrálnych kanáloch. Dáta zo všetkých spektrálnych kanálov sú kódované ôsmimi bitmi zodpovedajúcimi 256 úrovniam (0 – 255, gray).



Obr. 4.18 Obrázok Zeme v infračervenom spektrálnom pásme



Obr. 4.19 Obrázok Zeme v infračervenom spektrálnom pásme pohlcujúcim vodné pary



Obr. 4.20 Obrázok časti zemského povrchu vo viditeľnom spektrálnom pásme

4.8 EURÓPSKE A MEDZINÁRODNÉ ŠTANDARDY APLIKOVANÉ NA DRUŽICOVÉ SLUŽBY

Nasledujúce európske a medzinárodné štandardy sú aplikované na družicové vysielacie služby a interaktívne služby dopĺňujúce existujúce vysielacie služby. Mnoho z týchto štandardov bude vyvinutých s priamou podporou projektov v ACTS a RACE Európskych programoch, medzi inými ako sú aj DIGISAT a DIGI SMATV projekty prispievajúce v dôležitých veciach, väčšinou v SMATV príbuzných štandardoch.

- ETS 300421 digitálne vysielajúce systémy pre televíziu, hudbu a dátové služby; rámcové štruktúry, kanálové kódovanie a moduláciu pre 11/12 GHz družicové služby,
- UIT - R BO 1211 digitálne vysielajúce systémy pre televíziu, hudbu a dátové služby; rámcové štruktúry, kanálové kódovanie a moduláciu pre 11/12 GHz družicové služby,
- ETS 300 473 digitálne vysielajúce systémy pre televíziu, hudbu a dátové služby; Satellite Master Antenna Television (SMATV) distribučné systémy - hlavná družicová anténa pre televíziu,
- UIT - T J84 distribúcia digitálnych multiprogramových signálov pre televíziu, hudbu a dátové služby prostredníctvom SMATV,
- prETS 300 081 Digital Video Broadcasting (DVB) - digitálne video vysielanie,
- DVB interaktívny kanál cez Public Switched Telecommunication System (PSTN) - verejná telefónna sieť / Integrated Services Digital Network (ISDN) - integrované služby digitálnej siete,
- prETS 300 802 digitálne vysielajúce systémy pre televíziu, hudbu a dátové služby; sieťovo nezávislé protokoly pre DVB interaktívne služby,
- DVB - RC - 100 (vydanie 1.1) "Náčrt špecifikácií DVB interaktívneho kanála pre SMATV systémy založené na družicových a koaxiálnych sekciách" (návrh je v diskusii v DVB).

5 GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

Pomocou družicového navigačného systému GPS (Global Positioning System) je možné určiť polohu ktoréhokoľvek stanoviska na zemskom povrchu s presnosťou v rozsahu od 100 m až po menej než 1 m (diferenciálna GPS). Aj napriek tomu, že prijímače GPS boli pôvodne vyvinuté na vojenské účely, používajú sa stále viac pre civilnú oblasť (navigácia vozidiel, vymeriavanie, rekreačný šport). Posledný vývoj v oblasti integrovaných obvodov pre GPS je predpokladom pre ďalšiu miniaturizáciu a sprístupnenie navigačných prijímačov spotrebiteľskému využitiu.

V súčasnej dobe obieha vo výške 20180 km nad zemským povrchom na šiestich rôznych obežných dráhach 25 aktívnych navigačných družíc (obr. 5.1).



Obr. 5.1 Navigačné družice systému GPS

Roviny obežných dráh sú voči rovine rovníka orientované v uhle 55° , ktorý zaisťuje z každého bodu na Zemi spojenie najmenej so štyrmi družicami.

Každá družica obehne Zem asi za 12 hodín a má na palube štyri atómové hodiny. Družice vysielajú na frekvencii 1575,42 MHz (pásmo L1) presný palubný čas, informácie o svojom stave a súradnice obežných dráh (almanach) všetkých družíc systému GPS. Vďaka súradniciam dráh je v ktoromkoľvek okamžiku známa presná poloha každej družice.

Celý systém je pod ochranou amerického ministerstva obrany a pre vojenských používateľov poskytuje ďalekosiahle možnosti. Prvá družica GPS bola uvedená na obežnú dráhu 22. februára 1978.

Pomocou prijímača GPS je možné zisťovať zemepisnú dĺžku, šírku i nadmorskú výšku a rovnako aj presný svetový čas UTC (Universal Time Coordinated).

Od týchto veličín sa odvodzuje rýchlosť a smer pohybu pozorovateľa. Systém GPS sa v dnešnej dobe používa predovšetkým na navigáciu (vzdušnú, pozemnú a námornú), na navádzanie vozidiel, pri rekreačnom športe, pri vymeriavaní a na presné určovanie času.

Náklady na prijímače GPS sa pohybujú od niekoľko stoviek tisíc Sk u vymeriavacích prístrojov pracujúcich s presnosťou niekoľko milimetrov až po 7 až 10 tisíc Sk za univerzálne prijímače, ktoré vystačia s presnosťou určenia polohy asi 100 m.

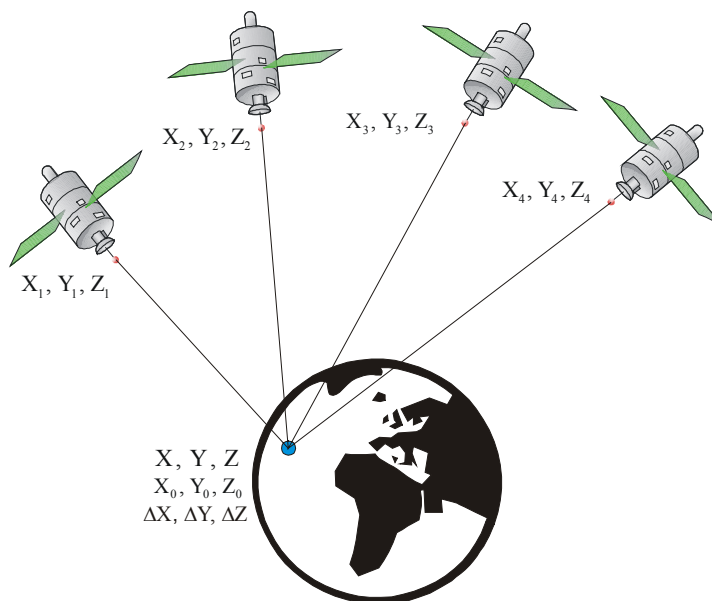
5.1 PRINCÍP URČOVANIA POLOHY

Ak má pozorovateľ spojenie s družicou GPS, môže na základe porovnania časového údajá prijímača s časom družicových hodín merať dobu behu signálu. Toto meranie je samozrejme zaťažené chybou δ , pretože hodiny prijímača nemajú rovnakú presnosť ako atómové hodiny na družici. Táto chyba potom musí byť vzatá do úvahy pri výpočte. Na prevedenie celého výpočtu do systému lineárnych rovníc zvolíme určitú polohu na zemskom povrchu danú súradnicami X_0, Y_0, Z_0 (obr. 5.2). Skutočná poloha pozorovateľa (X, Y, Z) sa pritom od tejto zvolenej polohy líši o $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$. Vzdialenosť S_j k družici číslo j je možné zistiť z doby behu signálu Δt_j od družice k pozorovateľovi a z rýchlosti svetla c :

$$S_j = \sqrt{(X - X_j)^2 + (Y - Y_j)^2 + (Z - Z_j)^2} = c \cdot \Delta t_j + c \cdot \delta \quad (5.1)$$

kde X_j, Y_j, Z_j sú súradnice určujúce polohu družice číslo j .

Pre polohu pozorovateľa dostávame štyri neznáme veličiny - skutočnú polohu danú tromi súradnicami X, Y, Z a chybu hodín δ .

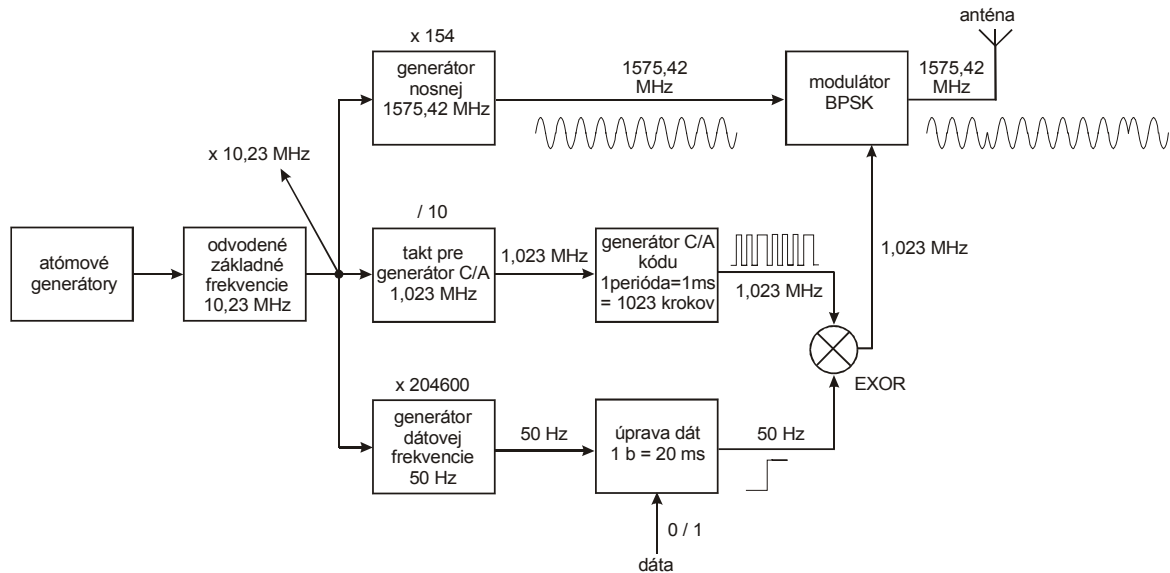


Obr. 5.2 Pre určenie polohy postáča štyri družice

Využitím spojenia so štyrmi rôznymi družicami (obr. 5.2) môže pozorovateľ realizovať štyri nezávislé merania a vyriešením príslušnej sústavy lineárnych rovníc vypočítať požadované štyri neznáme.

Palubné atómové hodiny družice majú presnosť lepšiu než $2 \cdot 10^{-13}$. Z rezonančnej frekvencie jednej zo štvorice atómových hodín na palube sa odvodí základná frekvencia 10,23 MHz, z tejto základnej frekvencie sa potom generuje nosná frekvencia, dátová frekvencia a takt pre vytváranie pseudonáhodného šumu (PRN), ktorý generuje kód C/A (Coarse/Acquisition-Code). Vzhľadom na to, že všetkých 25 družíc vysiela na rovnakej frekvencii 1575,42 MHz, používa sa mnohostranný prístup s kódovým delením CDMA (Code-Division Multiple-Access), na prenos dát sa využíva modulácia DSSS (Direct

Sequence-Spread Spectrum). Generátor kódu C/A má frekvenciu 1,023 MHz a periódu 1023 krokov (chips), čo zodpovedá času 1 ms. Použitý kód C/A, ktorý zodpovedá Goldovej postupnosti a vykazuje tak výhodné korelačné vlastnosti, sa generuje pomocou posuvných registrov so spätnou väzbou. Vysielané dáta (napr. čas, údaje dráhy a stav) prichádzajú s taktovacou frekvenciou 50 Hz. Tieto dáta, modulované krokom C/A, modulujú v modulátore BPSK (Bi-Phase-Shift-Keying) ešte jednu nosnú vlnu (obr. 5.3).



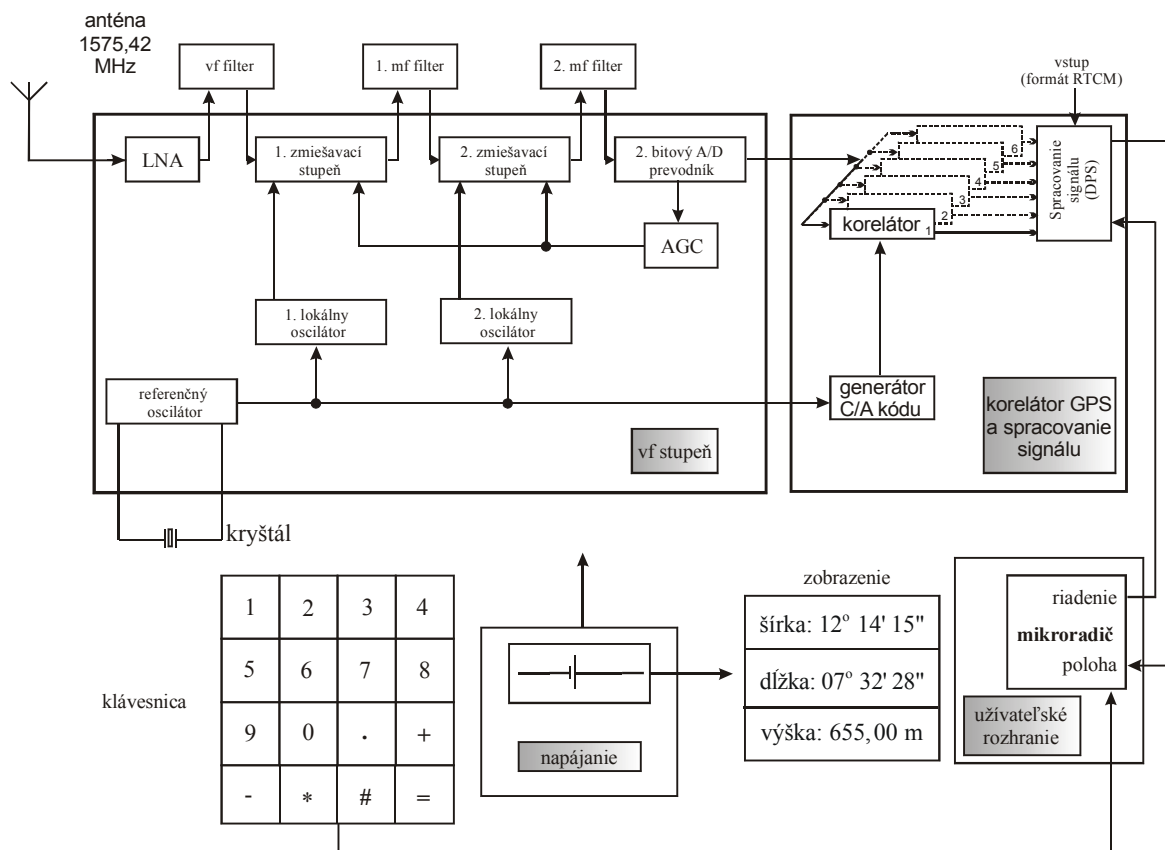
Obr. 5.3 Zjednodušená bloková schéma palubného systému umiestneného na družici GPS

5.2 DIFERENCIÁLNA GPS (DGPS)

Základná presnosť merania polohy civilných prijímačov je asi 100 m v horizontálnom a asi 150 m vo vertikálnom smere. Príčinami chýb sú nepresnosti dráh družice a nepresnosť merania času, oneskorenie signálov vplyvom ionosféry a troposféry, šum prijímača a predovšetkým umelé skreslenie polohy S/A (Selective Availability) zavádzané prevádzkovateľom, ministerstvom obrany USA. Hodnota S/A predstavuje asi 60 m. Presnosť merania polohy je však možné podstatne zvýšiť pomocou diferenciálneho merania. Používa sa na to referenčný prijímač. Ten sa nachádza na presne zameranej polohe na Zemi a prijíma signály z družíc. Porovnaním jeho polohy vypočítanej z družicových dát s jeho presne zameranou polohou na Zemi, môže referenčný prijímač zisťovať rozdiel medzi nameranou a skutočnou vzdialenosťou od všetkých viditeľných družíc (z hľadiska príjmu signálu). Takto zistené odchýlky platia s dostatočnou presnosťou i pre všetky prijímače, nachádzajúce sa v okruhu do 200 km. Referenčný prijímač vysiela tieto odchýlky (korekčné hodnoty) v štandardizovanom formáte RTCM-104 (Radio Technical Commission for Maritime) vhodnou cestou (napr. rádiom, na dlhých vlnách, systémy GSM či FM-RDS). Všetky prijímače ktoré sú vybavené vstupom RTCM, môžu určovať svoju polohu s presnosťou až do 1 m. Pre ešte vyššie presnosti (až do rádu milimetrov) sú pre príjem diferenciálneho signálu potrebné navyše merania fázy nosného signálu a dlhšie doby pozorovania.

5.3 ZÁKLADNÝ PRINCÍP PRIJÍMAČOV GPS

Zapojenie prijímača GPS (obr. 5.4) je možné v princípe rozdeliť na vysokofrekvenčný stupeň, korelátor GPS a obvody digitálneho spracovania signálov, rozhranie pre obsluhu a napájanie.



Obr. 5.4 Bloková schéma prijímača GPS

5.4 VYSOKOFREKVENČNÝ STUPEŇ

Aby bolo možné zosilniť anténové signály nachádzajúce sa pod termickým šumom (asi 130 dBm), mal by tento stupeň bezprostredne za anténym vstupom obsahovať nízkošumový zosilňovač LNA (Low Noise Amplifier). Vstupná frekvencia 1575,42 MHz až troch stupňov zmiešava s medzifrekvenčným signálom 2 až 50 MHz. Medzifrekvenčný signál je spravidla pomocou A/D prevodníka digitalizovaný s rozlíšením 2 bity (znamienko a amplitúda). Prebudeniu jednotlivých stupňov zosilňovača zabraňujú obvody automatického riadenia zisku AGC (Automatic Gain Control). Všetky synchronizačné signály a frekvencie pre zmiešavacie stupne sa odvodzujú od referenčného oscilátora.

5.5 KORELÁTOR GPS A SPRACOVANIE SIGNÁLU POMOCOU DSP

Aby bolo možné rekonštruovať dáta z družíc, je digitalizovaný signál korelovaný s rovnakým kódom C/A ako v zodpovedajúcej družici. Len vtedy, keď kód C/A prijímača súhlasí s kódom C/A družice, dôjde k dekodovaniu dátového signálu. Všetky ostatné dátové signály zostávajú nedekodované. Pre úplne dekodovanie, musí súhlasiť fázová poloha a priebeh kódu C/A. Fázová poloha kódu C/A sa v prijímači mení, dokiaľ autokorelácia nedáva maximum. Časový posun, ktorý je pri tom potrebný, sa používa na určenie doby behu signálu od družice k prijímaču. Ak je tento odsúhlasovací postup prevedený pre štyri alebo viac rôznych družíc, je k dispozícii dostatočné množstvo dátových informácií na výpočet polohy a svetového času. Ak je dekodovateľných viac signálov z družíc ako štyri (viditeľných môže byť až dvanásť družíc), vyberie prijímač tie družice, ktoré poskytnú geometrické údaje vedúce k optimálnemu určeniu polohy pozorovateľa. Korelácia s rôznymi družicovými signálmi sa môže realizovať buď sekvenčne alebo paralelne (od piatich do dvanástich družíc). V závislosti od realizácie sú niektoré jednotky korelátor a DSP vybavené vstupom pre signály DGPS vo formáte RTCM, ktoré umožňujú realizáciu potrebných korektúr na určenie polohy. Parametre výstupného signálu zodpovedajú normalizovanému protokolu NMEA-0183 (National Marine Electronics Association). Jednotka korelátor a DSP umožňuje výpočet polohy v rôznych obvykle používaných súradnicových systémoch.

5.6 ROZHRANIE PRE OBSLUHU, KLÁVESNICA, DISPLEJ A NAPÁJANIE

Vypočítanú zemepisnú polohu (dĺžku, šírku a výšku) je potrebné oznámiť používateľovi. To môže byť realizované buď v číslícovom formáte prostredníctvom sedem - segmentového displeja, alebo pomocou grafického displeja na zobrazenej mape. Zistené polohy je možné ukladať do pamäti, čo umožňuje následné vynášanie celých trás pohybu objektu po zemskom povrchu. Používateľ môže prostredníctvom klávesnice voliť systém súradníc, ktorý chce použiť a parametre, ktoré sa majú zobrazit' (napr. počet viditeľných družíc).

5.7 POUŽÍVANÉ KONŠTRUKČNÉ PRVKY PRE PRIJÍMAČE GPS

Vysokofrekvenčný stupeň musí byť schopný s nízkym šumom spracovávať frekvenciu 1575,42 MHz. Využívajú sa pritom obvody na báze technológie BiCMOS alebo GaAs. Jednotlivé obvody sa v podstate líšia iba tvarom puzdra, spotrebou prúdu a technickými vlastnosťami. Tab. 5.1 uvádza prehľad najpoužívanejších vysokofrekvenčných integrovaných obvodov.

Obvody pre realizáciu korelátor GPS a procesory DSP sa líšia počtom spracovávaných korelačných kanálov. Ďalšími rozlišujúcimi parametrami sú prítomnosť štandardizovaného vstupu pre signály DGPS a funkcie umožňujúce zobrazenie dát v rôznych súradnicových systémoch. Výrobcovia ponúkajú skúšobné dosky, ktoré umožňujú bezproblémové testovanie vysokofrekvenčných častí prijímača a stupňa korelátor. K dispozícii sú rovnako funkčné jednotky prijímačov GPS určené na priame zabudovanie do konštruovanej aplikácie. Potrebný prehľad poskytuje tab. 5.2.

Tab. 5.1 Ponuka vř stupňov pre prijímače GPS

Výrobca	Typ	Počet LNA	Počet mf stupňov	AGC	Referenčný oscilátor	ADC
Asulab SA	GPS IC	1	3	•	•	•
California Eastern Laboratories	UPB1004GS	-	2	•	•	•
GEC Plessey	GP2010 GP2015	-	2	•	•	•
Motorola	SC64041	1	2	•	•	•
Philips Semiconductors	SA 1579	2	2	•	•	•
Rockwell Semiconductors Systems	Gemini Pisces	1	2	•	•	•
SiRF Technology	GRF1	1	1	•	•	•
Sony	CXA1951Q	-	2	•	•	•

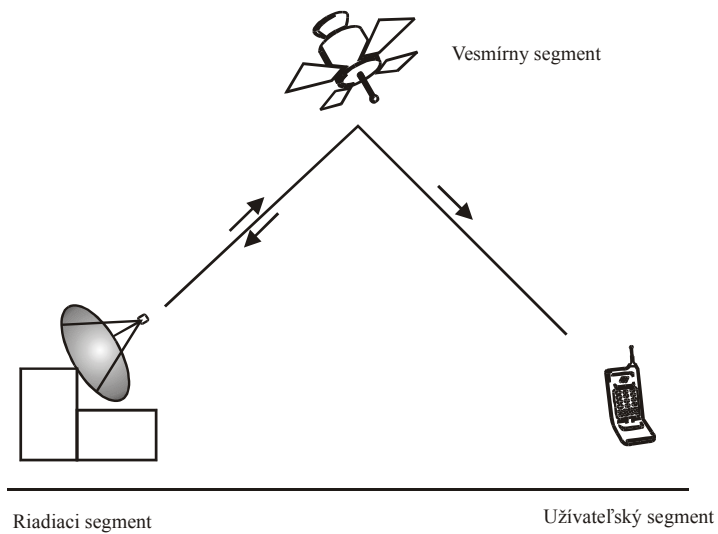
Tab. 5.2 Integrované obvody pre spracovanie signálu GPS

Výrobca	Typ	Počet korelačných kanálov	Paralelné/ sériové	Vstup DGPS	Výpočet súradníc	Vývojová Doska
GEC Plessey	GP2021	12	P	-	externý	GPSBuilder 2.1
Philips Semiconductor	SC1575	8	P	•	externý	Exact
Rockwell Semiconductor Systems	Scorpio	12	P	•	procesor a číp	Jupiter
SiRF Technology	GSP1	13	P	-	externý	SiRF-star

5.8 SEGMENTÁCIA SYSTÉMU GPS

5.8.1 ROZDELENIE DO BLOKOV

GPS je družicový navigačný systém, zriadený a kontrolovaný Ministerstvom obrany USA. Systém GPS pozostáva z troch blokov: vesmírny segment, používateľský segment a riadiaci segment (obr. 5.5).

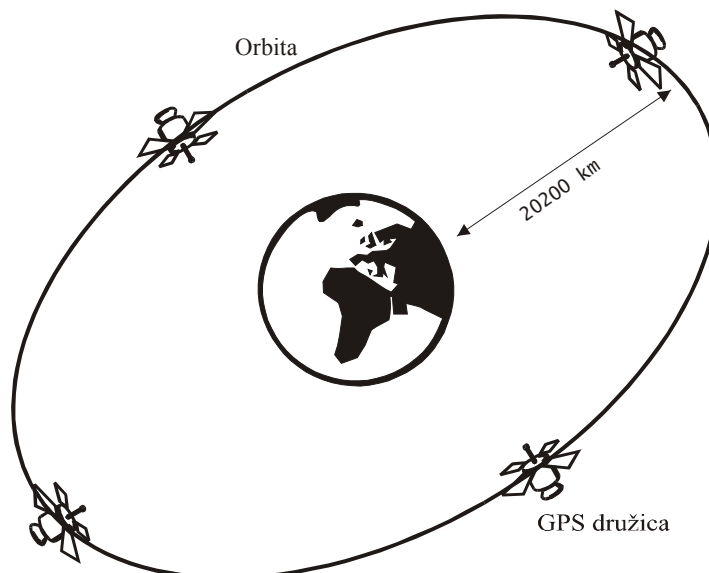


Obr. 5.5 Segmentácia systému GPS

5.8.2 VESMÍRNY SEGMENT

Vesmírny segment systému GPS pozostáva z GPS družíc. Tieto vesmírne zariadenia vysielajú rádiový signál do používateľského a riadiaceho segmentu.

Prevádzka GPS pozostáva z 24 družíc na obežnej (obr. 5.6) dráhe okolo Zeme s dobou obehu 12 hodín. Družice obiehajú vo výške 20200 km so sklonom 55 stupňov k rovníku a sú rozdelené do šiestich skupín. Každá skupina obieha po inej obežnej dráhe. Obežná dráha družíc sa vzhľadom na povrch mení veľmi málo (4 minúty skôr každý deň).



Obr. 5.6 Obežná dráha GPS družíc

5.8.3 RIADIACI SEGMENT

Sledovacie stanice zachytávajú signál z družíc a vypočítavajú orbitálnu obežnú bráhu a hodinovú korekciu pre každá družica. Hlavná riadiaca stanica vysiela presnú pozíciu družice späť na ne a tie ich posielajú do používateľských GPS prijímačov.

5.8.4 POUŽÍVATELSKÝ SEGMENT

Používateľský GPS prijímač konvertuje družicový signál na pozíciu, rýchlosť alebo čas. Na určenie súradníc X, Y, Z a času sú potrebné údaje zo štyroch družíc.

Autorizovaní používatelia s kryptografickými zariadeniami a kľúčmi a špeciálne upravenými prijímačmi využívajú PPS-Presný systém určovania polohy (Precise Positioning System).

PPS určuje s presnosťou 95% tieto údaje:

- 22 metrov horizontálna poloha,
- 27,7 metrov vertikálna poloha,
- 100 nanosekúnd čas.

Civilní používatelia používajú SPS – Štandardný systém určovania polohy (Standard Positioning system) zdarma a bez obmedzenia. Veľa prijímačov je schopných prijímať a používať SPS signály. Presnosť SPS je zámerne znižovaná.

SPS určuje s presnosťou 95% tieto údaje:

- 100 metrov horizontálna poloha,
- 156 metrov vertikálna poloha,
- 340 nanosekúnd čas.

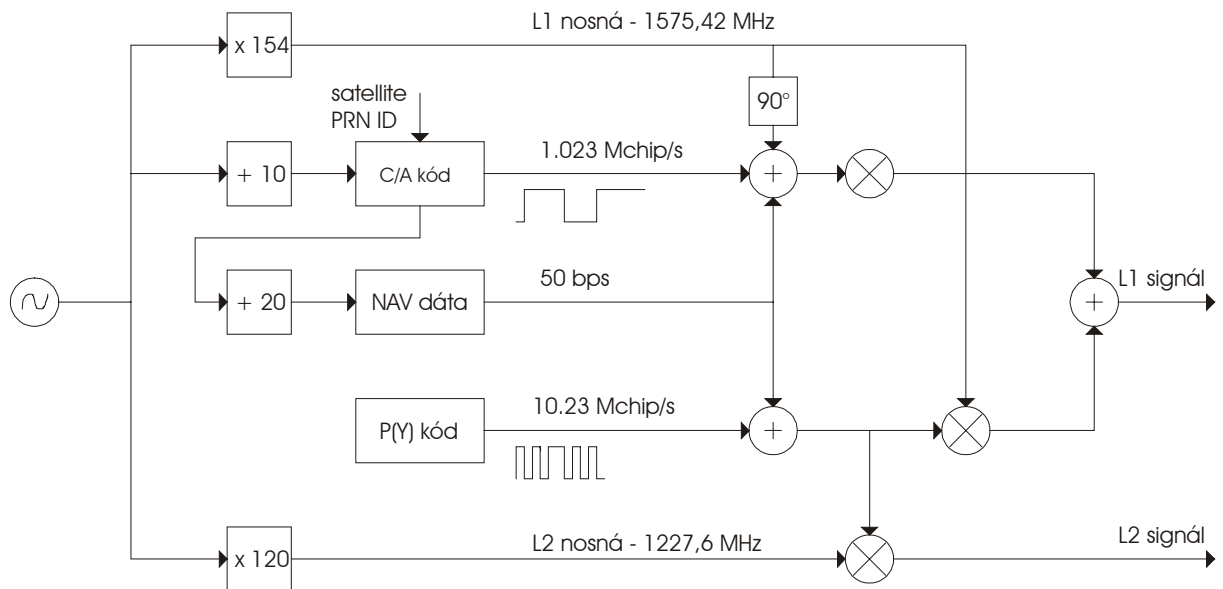
5.9 GPS DRUŽICOVÉ SIGNÁLY

Družice vysielať dva mikrovlnové nosné signály. Frekvencia L1 (1575,42 MHz) prenáša navigačné informácie a signál SPS. Frekvencia L2 (1227,60 MHz) sa používa meranie ionosférického oneskorenia PPS prijímačov.

Tri binárne kódy menia fázu nosných frekvencií L1 a L2.

- Kód C/A moduluje fázu nosnej frekvencie L1. Kód opakuje 1.023 Mbit/s pseudonáhodného kódového šumu (PRN). Tento kód moduluje nosnú frekvenciu signálu L1, rozťahuje šírku pásma na vyše 1 MHz. Kód C/A sa opakuje 1023 krát za sekundu. Toto vyplýva z požadovaného zisku 30dB. Preto GPS prijímače nepotrebujú veľké prijímacie antény. Každá družica má odlišný kód C/A. GPS družice sú identifikované podľa ich PRN čísla, jedinečného identifikátora pseudonáhodného kódového šumu. Táto technológia umožňuje identifikovať každá družica, hoci všetky vysielať na tej istej frekvencii L1. Nízka korelácia znemožňuje interferenciu medzi signálmi z družíc na strane prijímača. Kód C/A sa používa pre civilné použitie SPS,
- Kód P moduluje fázy oboch nosných frekvencií L1 a L2. P-kód je veľmi dlhý. P-kód je šifrovaný na Y-kód. Y-kód potrebuje klasifikovaný AS modul pre každý prijímací kanál a je používaný iba autorizovanými používateľmi s kryptografickými kľúčmi. Kód P(Y) sa používa pre systém PPS,

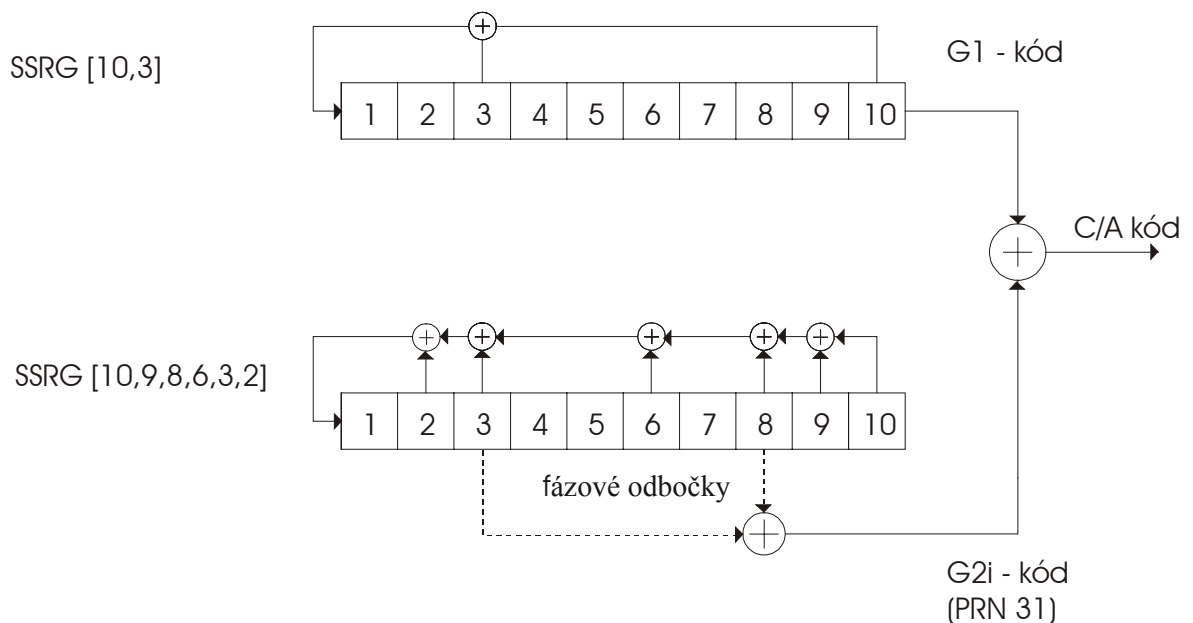
- Navigačná správa je tiež modulovaná kódom L1 - C/A (obr. 5.7). Táto správa je blok dát s rýchlosťou 50 bit/s, ktorý obsahuje informácie o dráhe družice, hodinovej korekcii a ďalšie parametre.



Obr. 5.7 Modulácia správy kódom L1 – C/A

Dlhý kód (P alebo Y kód) je identický pre každú družicu.

Krátky kód alebo C/A (obr. 5.8) kód je jedinečný kód z generátora ako je ukázané nižšie.



Obr. 5.8 C/A kód

Generátor C/A kódu produkuje 1023 rozličných chip sekvencií pre každú fázu.

C/A kód je definovaný pre 32 družicových identifikačných čísel (PRN ID – tab. 5.3).

Tab. 5.3 32 družicových identifikačných čísel (PRN – ID)

SV PRN ID	G2 fázové Odbočky	Prvých 10 čipov
1	2&6	1100100000
2	3&7	1110010000
3	4&8	1111001000
4	5&9	1111100100
5	1&9	1001011011
6	2&10	1100101101
7	1&8	1001011001
8	2&9	1100101100
9	3&10	1110010110
10	2&3	1101000100
11	3&4	1110100010
12	5&6	1111101000
13	6&7	1111110100
14	7&8	1111111010
15	8&9	1111111101
16	9&10	1111111110
17	1&4	1001101110
18	2&5	1100110111
19	3&6	1110011011
20	4&7	1111001101
21	5&8	1111100110
22	6&9	1111110011
23	1&3	1000110011
24	4&6	1111000110
25	5&7	1111100011
26	6&8	1111110001
27	7&9	1111111000
28	8&10	1111111100
29	1&6	1001010111
30	2&7	1100101011
31	3&8	1110010101
32	4&9	1111001010

Meranie vzdialenosti d medzi SV a RX je základom pre meranie času cesty t_d rádio signálu (L1/L2) poslaného cez SV a rýchlosti šírenia c signálu :

$$d = c \cdot t_d \quad (5.2)$$

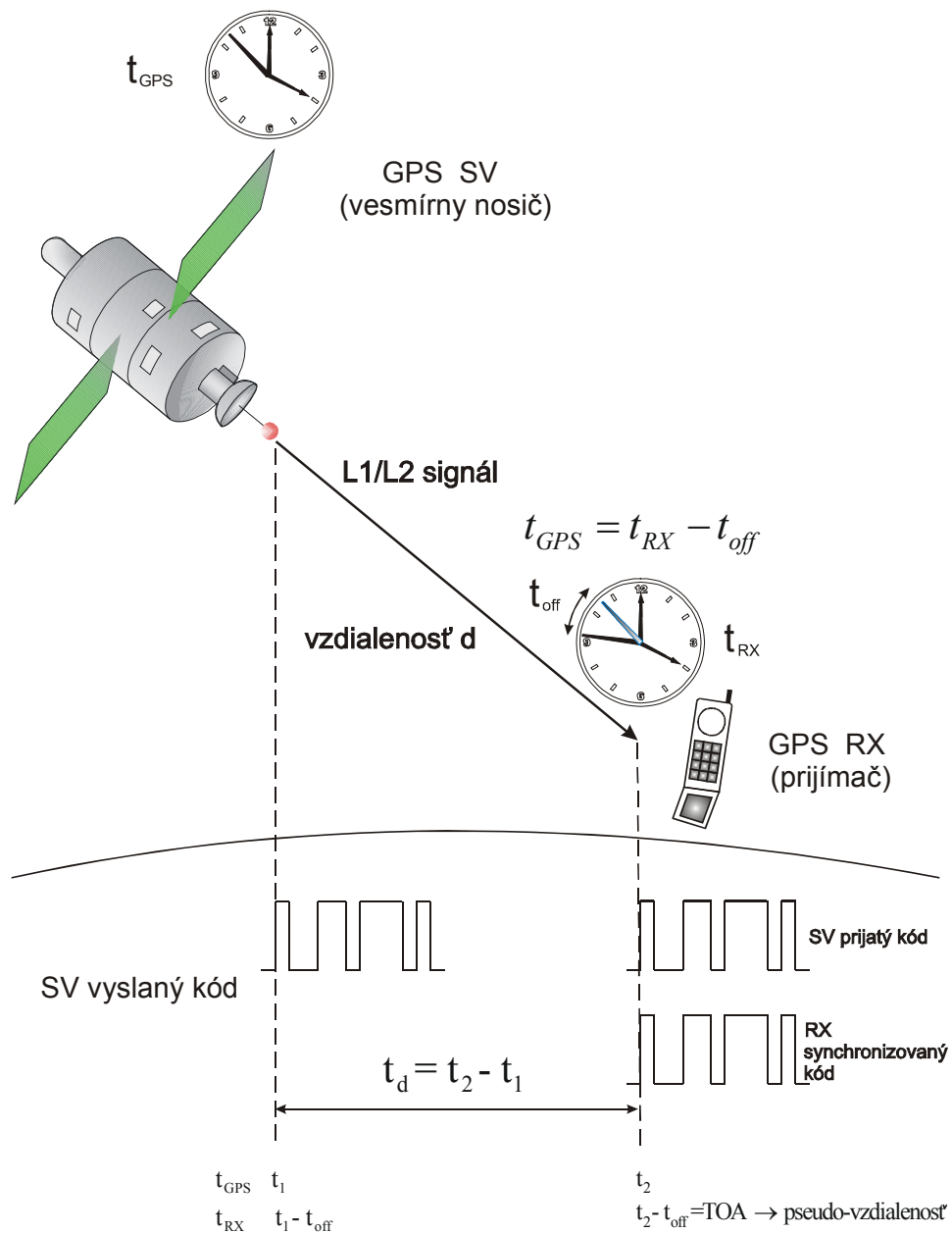
Čas cesty t_d je meraný synchronizáciou C/A kódu (alebo P(Y) kódu) prijímača vzhľadom k C/A kódu prijatého z SV. Štartovací čas tohto synchronizovaného C/A kódu v prijímači udáva Time Of Arrival (TOA) tzv. čas príchodu, C/A kódu z SV v prijímači. Štartovací čas t_1 C/A kódu v SV je známy (časová informácia je zahrnutá v navigačnej správe). Čas cesty T_d potom môžeme vypočítať z času t_1 a TOA. Pretože $c=3 \cdot 10^8$ m/s, čas musí byť meraný veľmi presne:

$$\begin{aligned} d=20.200 \text{ km} &\Rightarrow t_d=67.333 \mu\text{s} \\ d=300 \text{ m} &\Rightarrow t_d=1 \mu\text{s} = \text{perióda C/A kódu} \\ d=30 \text{ m} &\Rightarrow t_d=100 \text{ ns} = \text{perióda P(Y) kódu} \end{aligned}$$

Na vesmírnom nosiči (SV), je časovanie takmer ideálne, pretože má na palube precízne atómové hodiny. Nízko nákladový GPS prijímač nemôže mať atómovo – presné hodiny. Čas prijímača t_{RX} vykazuje posun t_{off} z SV GPS času t_{GS} :

$$t_{RX} = t_{GPS} - t_{off} \quad (5.3)$$

Daň za túto nepresnosť TOA sa nazýva pseudo – vzdialenosť (obr. 5.9).

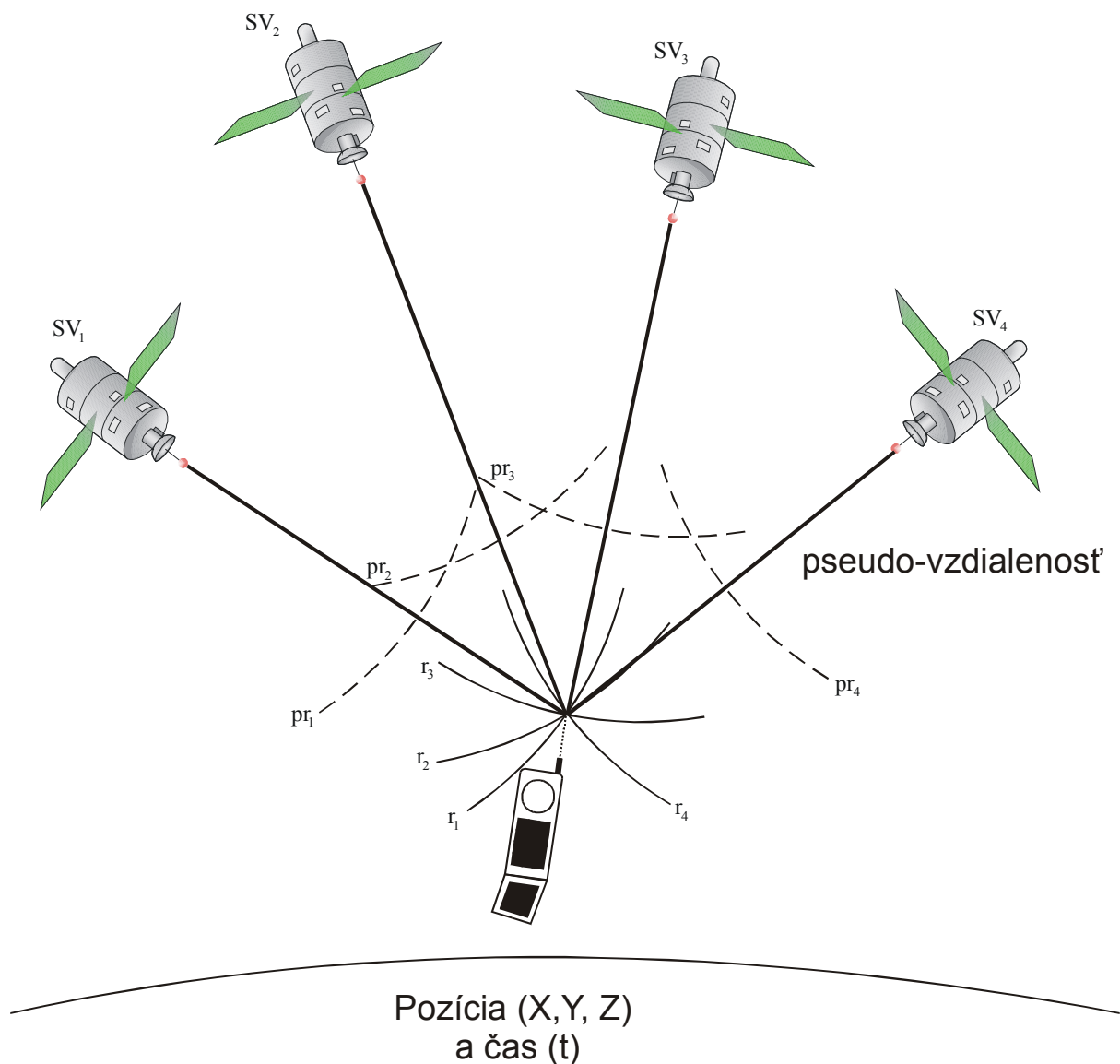


Obr. 5.9 Znáznornenie signálov prichádzajúcich z družice

Ak hodiny prijímača sú presné, potom všetky družicové (SV) dosahy sa budú pretínať v jednom bode (ktorá je pozíciou prijímača). Tri presné merania môžu lokalizovať bod v trojdimenzionálnom priestore.

Z dôvodu nedokonalých hodín prijímača, štvrté meranie (prevedené ako krížová kontrola), nebude sa pretínať s prvými tromi. Potom každý posun od GPS času spôsobí štvrté merania rovnakými, prijímač musí zohľadniť jednoduchý korekčný faktor (časový posun), vyplývajúci zo všetkých prebiehajúcich meraní smerujúcich do priesečníka v jednom bode.

Prevedenie štyroch družicových (obr. 5.10) meraní dáva presnú pozíciu a informáciu o čase.



Obr. 5.10 Určenie pozície pomocou štyroch družicových meraní

5.10 GPS ZARIADENIE



Obr. 5.11 eMap

Prístroj na obr. 5.11 je veľkosťou väčší od vreckovej kalkulačky, ale obsahuje 12-kanálový prijímač a veľký prehľadný displej. Vyradí na 2 AA batérie okolo 14 hodín. Obsahuje mapu severnej a južnej Ameriky s mnohými geografickými objektmi a to jak prírodnými, tak umelými (vybudovanými človekom). Prostredníctvom softvéru MapSource je možné do GPS dohrať aj ďalšie informácie, takže môže slúžiť i ako príručný cestovný sprievodca. eMap môže prijať 8 alebo 16MB doplňujúcich informácií. Výrobca ho doporučuje pre využitie kdekoľvek, je teda univerzálny.

5.11 VYHLIADKY PRE POUŽÍVATEĽOV GPS DO BUDÚCNOSTI

Od 29. marca 1996, keď americká vláda oficiálne oznámila, že naďalej zachová dlhodobý prístup používateľov k systému GPS, že za tieto služby nebude vyžadovať žiadne poplatky, a že do štyroch až desiatich rokov odpojí systém umelého skreslenia polohy S/A, je možné očakávať ďalšie rozšírenie prístrojov GPS. To, že americká vláda to zo svojim sľubom myslí vážne, dokazuje vypustenie novej generácie družíc, ktoré bolo začaté na konci roku 1996. Tieto družice s označením Block IIR je možné programovať zo Zeme a môžu udržiavať svoju obežnú dráhu po dobu 180 dní bez kontaktu s riadiacou stanicou.

Nezávislí experti očakávajú v roku 2000 trhový potenciál systému GPS v objeme asi 10 miliárd USD, čo odpovedá osemnásobnému zvýšeniu od roku 1995. Pozitívne sa prejaví skutočnosť, že používanie prijímačov GPS v leteckej prevádzke povoľuje stále viac leteckých úradov. Obrat vojenských aplikácií poklesne pod 5% celkového trhového potenciálu. V popredí budú predovšetkým aplikácie v pozemnej navigácii vozidiel. Predpokladaný rast trhu umožní, aby sa výrobe súčiastok pre systémy GPS venoval d'aleko väčší počet výrobcov.

Integrované obvody pre prijímače GPS sa budú naďalej vyvíjať. Hlavnou požiadavkou bude predĺženie doby prevádzky batériových prijímačov, t.j. zníženie spotreby jednotlivých stupňov. Túto sa nejedná o ľahkú úlohu, pretože obvody musia spracovávať frekvencie v oblasti GHz. Dá sa predpokladať, že v súčasnej dobe používané tri hlavné stupne budú v najbližšej budúcnosti združené do jednej jednotky zahrnujúcej aj mf filter s povrchovou vlnou. Nároky na spracovanie dát uspokojované doposiaľ externými radičmi budú stále viac smerovať k umiestneniu riadiaceho procesoru priamo na čip prijímača

GPS. Prijímacie jednotky GPS sú už dnes integrované na kartách PCMCIA a predpokladá sa rovnako ich prispôsobenie novému štandardu PC - Card.

Prepojenie amerického systému GPS so systémom Glonass vyvinutým a prevádzkovaným štátmi SNS, ktorý má podobné vlastnosti, môže zaručiť zvýšenú integritu meraní, dôležitú predovšetkým v leteectve. Existuje už taktiež komisia, ktorá pracuje na projekte, ktorého výsledkom má byť družicový navigačný systém podporovaný Európskym spoločenstvom.

Stále väčší počet súkromných a štátnych prevádzkovateľov dnes ponúka služby referenčných staníc pre príjem DGPS. K problémom patrí zaistenie celosvetového plošného pokrytia a zjednotenie spôsobu prenosu signálu. V každom prípade sa dá očakávať, že ešte pred koncom tisícročia bude možné zakúpiť mobilné telefóny a náramkové hodinky určujúce polohu majiteľa s presnosťou lepšou než jeden meter.

6 MULTIMEDIÁLNY PROGRAM TOOLBOOK

6.1 POPIS PROGRAMU TOOLBOOK

Multimédia, ktoré sa stali dostupné na bežných osobných počítačoch zmenili úlohu, ktorú tieto zastávali doteraz v našom živote. Doteraz sme počítače používali predovšetkým na spracovanie údajov a na vytváranie tlačových zostáv - na aktivity, ktoré umožňovali zvýšenie efektívnosti našej práce a tým i našej produktivity. S nástupom multimédií sa počítače čoraz viac používajú ako prostriedok pre získavanie informácií, vzdelávanie, zábavu, alebo na presvedčovanie širokého spektra potenciálnych zákazníkov. Osobné počítače v súčasnosti slúžia teda nielen ako prostriedok - nástroj zvýšenia našej produktivity, ale i ako prostriedok komunikácie.

Nástup multimediálnych informačných systémov odráža našu potrebu po efektívnom riadení prístupu k obrovskému množstvu informácii, s ktorými sa denne stretávame a ktoré sú dostupné v digitálnej podobe, či už na pamäťových médiách alebo prostredníctvom počítačových sietí. Taktiež v oblasti marketingu v súčasnosti na získanie pozornosti publika obvykle už nestačí iba pár riadkov textu a niekoľko atraktívnych obrázkov. Multimediálne systémy nám dávajú možnosť využiť pre naše prezentácie informácie bohatšie prostriedky, umožňujúce zapojenie niekoľkých zmyslov súčasne.

Autorské systémy poskytujú potrebný rámec pre podporu vývoja multimediálnych aplikácií, nástroje pre organizáciu prvkov aplikácie a ich úpravy. Poskytujú prostriedky na vytváranie interakcie s aplikáciou, vytváranie odkazov, často obsahujú knižnice preddefinovaných pomôcok (widgets), ktoré slúžia k zrýchleniu vývoja vlastných aplikácií. Podľa možností ktoré poskytujú ich môžeme rozdeliť na:

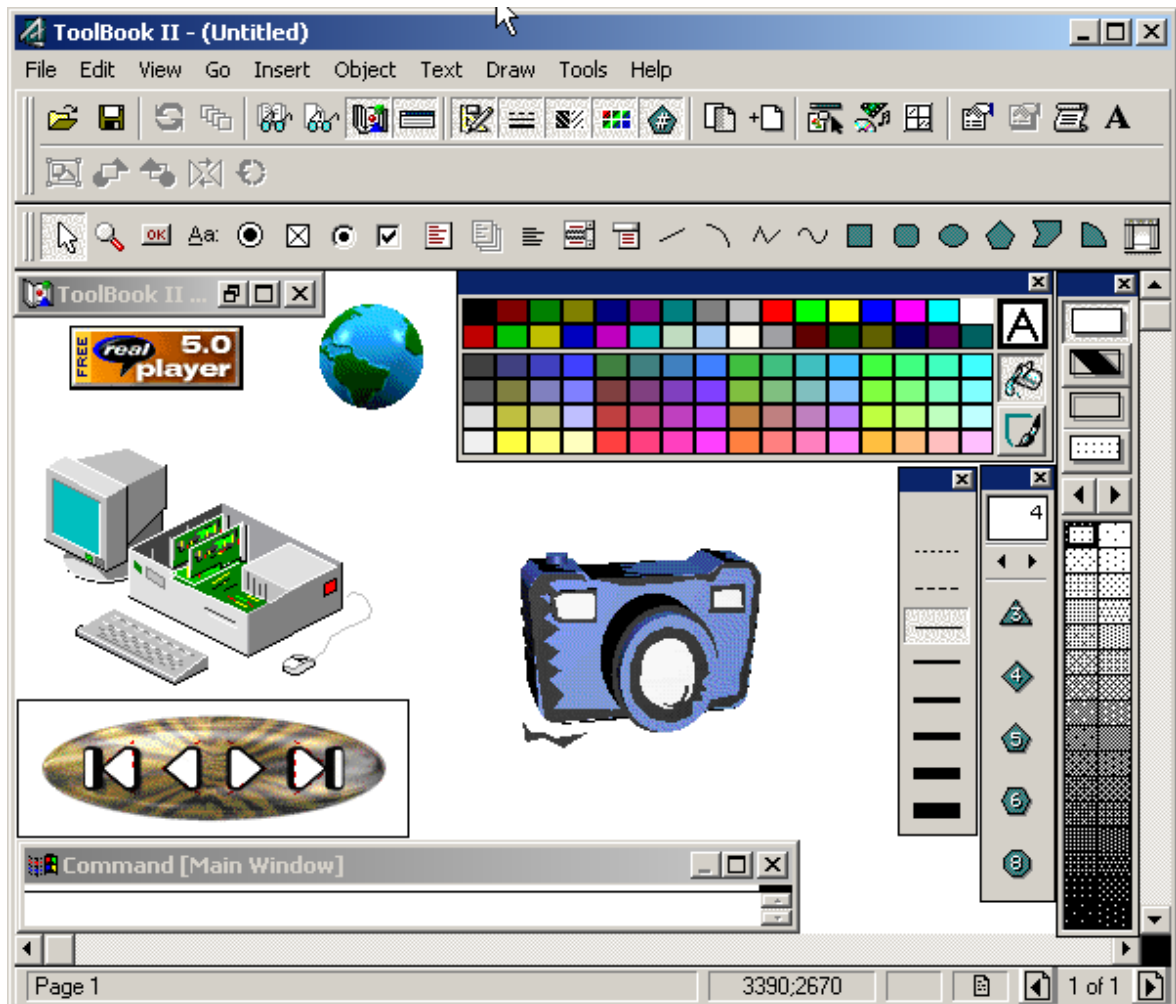
- systémy pre vytváranie prezentácií,
- systémy pre vývoj plne interaktívnych aplikácií.

Autorské systémy pre vývoj plne interaktívnych aplikácií vďaka použitiu vlastného programovacieho jazyka umožňujú omnoho bohatší repertoár možností. K typickým reprezentantom patrí aj program od firmy Asymetrix ToolBook (obr. 6.1).

Obsahuje objektový interpretovaný programovací jazyk OpenScript s mnohými príkazmi a funkciami špecificky zameranými na podporu multimediálnych aplikácií a poskytuje grafické používateľské vývojové prostredie, uľahčujúce a urýchľujúce ich vývoj multimediálnych aplikácií.

ToolBook patrí medzi stránkovo orientované systémy vytvárajú aplikácie ako postupnosť stránok - nosičov informácie. Táto metafora je veľmi prirodzená, pretože kopíruje postupy používané u nosičov tlačenej informácie - kníh, časopisov a pod. Okrem lineárneho prístupu po stránkach je pochopiteľne možné pomocou odkazov pristupovať priamo, nelineárne k jednotlivým prvkom informácie a narušiť alebo úplne zrušiť stránkovú metaforu. Systém obvykle svojimi prostriedkami podporuje navigáciu po

stránkach. Presun po jednotlivých stránkach môže nastať v dôsledku aktivít používateľa (kliknutie myšou, zmena polohy myši, zadanie vstupu, alebo na základe systémových udalostí (časovač, žiadna vstupná aktivita používateľa a pod.).



Obr. 6.1 Pracovná plocha programu ToolBook

Program ToolBook je kompatibilný so štandardom MPC. Aby sme plne mohli využiť jeho možnosti, potrebujeme nasledujúce technické a programové vybavenie:

- MS Windows 2000 alebo vyšší,
- počítač kompatibilný so štandardom MPC 1 a vyššími,
- minimálne 128 MB operačnej pamäti,
- VGA grafický adaptér,
- zvukový adaptér a mikrofón (nie je nutné),
- minimálne 250 MB diskového priestoru,
- myš alebo iné zariadenie na ovládanie polohy kurzora na obrazovke.

Typickou aplikáciou realizovanou v ToolBooku je poskytovanie multimedialnej informácie. Charakteristickou formou aplikácie je forma knihy, obsiahnutá aj v názve systému (book). Aplikácia sa môže skladať z jednej alebo viacerých takýchto kníh, ktoré sú ukladané do súborov s rozšírením mena súboru o príponu „.tbk“.

Prvok knihy, stránka (page) je typickým objektom, ktorý môže obsahovať ďalšie objekty alebo skupiny objektov, ktoré sú na stránke umiestnené. Aby sa ušetrilo na pamäťovej reprezentácii stránok, je každá stránka tvorená dvojicou objektov - popredím (foreground) a pozadím (background) stránky.

Interakcia používateľa so systémom ToolBook môže prebiehať dvomi rôznymi spôsobmi. Autor - tvorca aplikácie potrebuje obvykle iné nástroje a práva ako používateľ, ktorý využíva informačný obsah aplikácie. Pre tieto dva rozdielne typy prístupu sú k dispozícii v ToolBooku dva rozdielne režimy práce so systémom. Na vytváranie aplikácií slúži režim Autor (Author), na spúšťanie aplikácií slúži režim Čitateľ (Reader). Prístup do autorského režimu je možné chrániť heslom, alebo je možné dať používateľom k dispozícii iba vykonávací systém ToolBook (Run-Time system version), ktorý neumožňuje prepojenie do režimu Autor.

6.2 SPRACOVANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE V PROGRAME PROGRAME TOOLBOOK

Táto diplomová práca je taktiež spracovaná formou multimediálneho výukového programu, ktorý je jej prílohou na CD nosiči. Okrem teoretickej výuky je v tomto programe zabudovaný test na overenie teoretických znalostí z danej problematiky, ktorý v prípade zlej odpovede používateľa presmeruje do príslušnej časti prezentácie, kde si má možnosť doštudovať danú problematiku. Súčasťou programu sú interaktívne príklady na výpočet hodnôt elevácie, azimutu, deklinácie, plošnej hustoty výkonu na povrchu Zeme, šumovej teploty družicového prijímacieho systému ako aj pomerov G/T, C/N a S/N spolu s grafickou reprezentáciou závislosti S/N na C/N. Prezentácia taktiež obsahuje programy simulujúce ovládanie digitálneho družicového prijímača ako aj programy s databázou družíc. Súčasťou sú taktiež autentické, chronologicky zoradené videosekvencie štartov nosných rakiet, na palube ktorých boli do vesmíru vynesené niektoré družice. Ďalej je tu spracovaný videomateriál znázorňujúci montáž, nastavenie parabolickej antény a družicového prijímača. Používateľ má možnosť vybrať si hudbu, ktorá ho bude sprevádzať počas prezentácie s možnosťou jej pozastavenia a opätovného spustenia ako aj regulácie hlasitosti. V prípade potreby je k dispozícii funkcia na vyhľadávanie slov v celom dokumente. Program sa spúšťa automaticky po vložení CD nosiča do mechaniky umožňujúcej prehrávanie dátových záznamov, samozrejme za predpokladu, že je to v operačnom systéme prednastavené. Program je možné spustiť aj súborom „Start.exe“ nachádzajúcim sa v koreňovom adresári „Runtimes“. Ovládanie programu je intuitívne, viac informácií o jeho ovládaní poskytne tlačítko „Nápoveda“ v samotnom programe.

6.3 VÝHODY A NEVÝHODY PRÁCE S PROGRAMOM TOOLBOOK

Popri veľkom množstve výhod, ktoré tento program prináša sa vyskytujú samozrejme aj nevýhody, či už sú to len programátormi menej technicky prepracované oblasti, ako aj za určitých okolností správne nefungujúce činnosti programu (skriptovanie pod OS Microsoft Winows 98, chybové systémové hlášky), ktoré nie sú dokumentované, až po tie úplne najzávažnejšie, ktoré sa týkajú najmä práce s videomateriálom, kedy sa program po prekročení určitej veľkosti výstupného súboru veľmi často správa nepredvídateľne, v tom priaznivejšom prípade dochádza len k predčasnemu ukončeniu aplikácie, častejšie však program úplne vyradí z prevádzky celý operačný systém. Spomínané nedostatky programu boli testované na viacerých počítačových zostavách spĺňujúcich a ďaleko presahujúcich kritéria udávané softvérovým výrobcom ToolBooku. Najspoľahlivejšie sa program správal pod OS Microsoft Windows 95 a Microsoft Windows 2000. Taktiež by bolo vhodné

programátormi viac prepracovať export do WWW podoby, ako aj vytvorenie autonómnej (runtime version) výslednej aplikácie. Predchádzajúce myšlienky by sa mohli stať pre vývojových programátorov ToolBooku inšpiráciou na zdokonalenie inak veľmi dobrého vývojového prostredia na výrobu multimedialných aplikácií. Je nutné dodať, že spomínané nedostatky sa týkajú verzie 6.5 a je možné, že medzičasom došlo k ich eliminácii v najnovšej verzii programu.

7 ZÁVER

Cieľom tejto práce bol popis princípov a možností vysielania a príjmu družicového signálu v družicovom prostredí ako v analógovej, tak predovšetkým v digitálnej podobe.

Družice boli tradične využívané hlavne na poskytovanie pevného telekomunikačného spojenia a rozhlasového a televízneho vysielania. Nové družicové systémy vyvíjané v súčasnosti sú určené pre zabezpečenie prístupu k interaktívnym širokopásmovým službám. Navrhované architektúry širokopásmových družicových systémov využívajú geostacionárne (GEO) družice, alebo nové konštelácie družíc na nízkych (LEO) alebo stredných (MEO) obežných dráhach. Prvá generácia takýchto družicových konštelácií ako je napr. Globalstar, Irídium je určená pre zabezpečenie úzkopásmových mobilných komunikačných služieb. Druhá generácia družicových konštelácií napr. Skybridge, Teledesic zahŕňa aj poskytovanie širokopásmových služieb.

V úvodnej časti sa popisujú základy družicových systémov a komunikácií, ich skladba, využitie možných orbít, základných techník viacnásobného prístupu, frekvenčných pásiem a jednotlivých služieb používaných v družicovom prostredí.

Hlavná časť práce popisuje možnosti využitia súčasného stavu družicových komunikácií pre vysielanie a príjem družicového signálu ako aj princíp činnosti takýchto systémov. Tieto systémy majú veľkú výhodu hlavne vďaka tomu, že jeden vysielateľ pokrýva veľké množstvo koncových používateľov, čím nám klesajú celkové náklady na prevádzku vysielania napriek vysokým počiatočným nákladom (drahé družice). Práve preto došlo k veľkému rozšíreniu týchto systémov a môžeme povedať, že prevažná časť vysielania a príjmu, alebo rôznych variácií elektronických prenosov sa dnes realizuje pomocou družicových technológií.

Jadrom práce bola kategorizácia a opis vybraných druhov služieb realizovaných v družicovom prostredí. Nástupom digitálnej technológie, tak ako aj vo všetkých telekomunikačných odvetviach aj v družicových technológiách dochádza k postupnému vytlačaniu analógových technológií. Je to hlavne kvôli výhodám, ktoré so sebou digitálne technológie priniesli. Medzi najpodstatnejšiu výhodu patrí lepšie využitie kapacity prenosového kanála, čo je možné vďaka použitiu moderných kompresných metód umožňujúcich vysokú kompresiu obrazu a zvuku. Pri takto komprimovanom signály môžeme preniesť na jednom kanále miesto jedného analógového programu až päť digitálnych a to v podstatne lepšej kvalite. Prenos digitálnych signálov v družicovom prostredí bol možný použitím nových techník pri spracovaní týchto signálov, vďaka čomu stúpila ich odolnosť voči chybám, čo je veľmi dôležité pre kvalitu prenosu, keďže ako je známe družicový kanál je dosť značne ovplyvňovaný vonkajšími vplyvmi. Na kvalitu prenosu vplyvajú aj ďalšie parametre ako sú priemer antény, šírka pásma transpondéra, použitý typ kódu, alebo odstup nosnej od šumu, ktorého zmeny v závislosti na príslušných vstupných parametroch je možné sledovať prostredníctvom príkladu realizovaného v prostredí ToolBook.

V závere práce je pozornosť venovaná novým technológiám slúžiacim na prenos televízneho signálu vo vysokej kvalite. Tieto technológie, hoci sa už vyvíjajú a pri

niektorých sa vývoj aj ukončil, ešte stále nie sú nasadené do prevádzky. Je to kvôli podobným problémom aké boli pri prechode z ČB vysielania televízie na farebné. Takisto ako vtedy, tak aj dnes sa musí zachovať spätná kompatibilita, keďže nie je možné jednorázovo vymeniť všetky televízne prijímače za prijímače umožňujúce príjem a zobrazenie televízneho signálu v kvalite HDTV. Napriek podobným problémom sa však dá predpokladať, že postupom času dôjde k prechodu na túto technológiu, podobne ako dochádza k prechodu od analógovej televízie k digitálnej.

Prenos informácií prostredníctvom družíc, televíznych a rozhlasových programov, internetových služieb, naberá každým dňom na popularite. Široká ponuka programov a služieb z kozmu, jednoduchá prijímacia aparátúra, kvalitný obraz a zvuk, rýchly prenos dát, to sú faktory, ktoré napomáhajú popularite príjmu z kozmu. Je všeobecne známe, že po pochopení určitého problému sa snažíme získať ďalšie informácie, ísť ďalej a so získanými znalosťami sa dá i v tejto oblasti experimentovať, objavovať niečo nové, zúčastňovať sa aktívnejšie celého prenosu informácií z kozmu.

Znalosť, to je sila, ktorá človeku pomáha ďalej sa orientovať, rozvíjať a objavovať nové veci.

PRÍLOHY

Zoznam príloh:

- 1) CD nosič – Multimediálna prezentácia v prostredí ToolBook

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Bauko, P.: Aplikácia satelitného komunikačného prostredia pre multimedialne služby. Diplomová práca, KT FEI STU v Bratislave, Bratislava, jún 2000.
- [2] Sdēlovací technika: Systém GPS pro každého. Elektrotechnický časopis, júl 1997, s. 3 – 5.
- [3] Meel, J.: Spread Spectrum (SS) applications. HOGESCHOOL VOOR WETENSCHAP & KUNST, DE NAYER INSTITUUT, 6.okt. '99, www.denayer.be, pp.7 – 12.
- [4] DIGISAT Strategy Paper ACTS – Infowin MM – Broadcast: Guidelines on Satellite Communications – DIGISAT. ACTS – Infowin, 1997, pp.1 – 12.
- [5] Elbert, B. R.: The Satellite Communication Applications Handbook. Artech House, Inc., 1997.
- [6] Evans, B. G.: Satellite Communication System 3rd edition. The institution of Electrical Engineers, 1999.
- [7] Bradáč, J.: Satelitní technika populárně. Grada, Praha, 1994.
- [8] Bradáč, J.: Televize digitálně ze satelitů. Knihovna satelitu sv. 1, Paradis, spol. s r. o., Praha, 1997.
- [9] Krieg, B.: Satelitní televize (Méně teorie – více praxe). HEL, Ostrava, 1994.
- [10] Internetová adresa: <http://www.telesatellite.com>
- [11] Internetová adresa: <http://www.dishnetwork.com>
- [12] Internetová adresa: <http://www.ee.surrey.ac.uk>
- [13] Internetová adresa: <http://www.satellitescience.com>
- [14] Internetová adresa: <http://www.az.ru>
- [15] Internetová adresa: <http://www.satelit.sk>
- [16] Internetová adresa: <http://www.satforum.sk>
- [17] Internetová adresa: <http://drdish.com>

Pohlád z boku

59 / 2001

Slavomír PILLÁR