

Amaterska sprejemna postaja za vremenske satelite

=====

Matjaz Vidmar, YT3MV

V prejsnjih dveh nadaljevanjih tega clanka smo si na hitro ogledali, kaj in kako oddajajo vremenski sateliti. Vecina teh oddaj je dostopna vsem, ki imajo ustrezen sprejemnik, se pravi tudi radioamaterjem. V tem clanku si bomo ogledali, kaksno sprejemno opremo potrebujemo za sprejem slik z vremenskih satelitov v polarnih in geostacionarnih tirnicah. Pri opisu se bomo omejili na sprejemno postajo za APT/WEFAX slikice, ki jih oddaja vecina vremenskih satelitov (FM/AM sistem z 2400Hz podnosilcem in hitrostjo dve ali stiri vrstice v sekundi). Nekateri sateliti oddajajo tudi slike z vecjo locljivostjo v digitalni obliki. Za sprejem teh slik (hitrost prenosa od 166 do 665kbps) je oprema seveda bolj komplicirana in drazja, oblika podatkov z razlicnih satelitov pa med sabo ni kompatibilna: za vsak sistem je potreben poseben sprejemnik.

Blok shema amaterske postaje za APT/WEFAX slikice je prikazana na Sliki 1. Za sprejem vremenskih satelitov v polarnih tirnicah na 137MHz zadosca ze neusmerjena antena (antenski rotator ni potreben). Na 137MHz uporabljamo kot neusmerjeno anteno obicajno krizni dipol. Vecina satelitov zahteva na 137MHz krozno polarizirano sprejemno anteno, z izjemo satelitov vrste Feng-Yun-1 pa vse ostale satelite odlicno sprejemamo z desno-krozno polarizirano anteno (RHCP). Krizni dipol obicajno opremimo se z reflektorjem in tako anteno usmerimo navzgor, da hkrati pokriva celotno poloblo vidnega neba.

Se boljse rezultate od kriznega dipola dobimo s kratko stirizicno vijacno anteno. Zal je kratki stirizicni helix zelo ozkopasovna antena in zahteva točno uglasevanje, ki se mu amaterji rajsi izognemo. Tudi kratki stirizicni helix je antena s hemisfericnim pokrivanjem, ki ne potrebuje rotatorja. Usmerjena antena razumljivih dimenzij na VHF podrocju (krizna Yagi antena dolzine 4 do 5m) prinasa sicer okoli 10dB mocnejši signal in dosti nanjsi QSB zaradi refleksij od hemisfericne neusmerjene antene, zahteva pa dva rotatorja (azimut in elevacija)! Signali z vremenskih satelitov na 137MHz so sicer tako mocni, da usmerjena antena prinese opazno izboljšanje razmerja signal/sum samo v kratkem casu, ko se satelit nahaja le par stopinj nad obzorjem.

Ne glede na vrsto uporabljenega sprejemnika je smiselno vgraditi malosumni predojacevalec cimblizje anteni: dolzina in vrsta kabla do sprejemnika sta potem skoraj nepomembni. Kot predojacevalec lahko uporabimo katerikoli predojacevalec za amatersko 144MHz podrocje, ki ga moramo seveda uglasiti na 137MHz. Priporocljiv je selektivni ojacevalec, da se izognemo motnjam izredno mocnih oddajnikov radiodifuznega 88-108MHz podrocja. Predojacevalec z BF981 in dvema nihajnima krogoma (eden na vhodu in eden na izhodu) je za vremenske satelite popolnoma ustrezen.

Geostacionarni vremenski sateliti oddajajo samo v 1.7GHz področju in so malo bolj zahtevni, kar se tiče sprejemne antene. Oddaljenost geostacionarnega satelita od sprejemne postaje je desetkrat večja, oziroma okoli 40000km namesto največ 4000km pri polarnih satelitih. Za sprejem signalov z geostacionarnih satelitov potrebujemo zato usmerjeno anteno z dobitkom okoli 20dB v področju 1.7GHz. Geostacionarni vremenski sateliti oddajajo z linearno polarizacijo, polarizacija signala s satelitov Meteosat pa je pri nas skoraj horizontalna.

Za sprejem analognih oddaj s satelita METEOSAT zadosca ze okoli 2m dolga Yagi antena oziroma parabolicno zrcalo premera 60cm z dobrim predojacevalcem. Priporočljiva pa je uporaba večje antene, zrcala okoli 1.2 do 1.5m premera, ki omogoča kvalitetnejši sprejem METEOSATA in občasno tudi sprejem drugih geostacionarnih satelitov. Premajhna antena tudi ne zmore lociti med različnimi sateliti, ko so ti hkrati vključeni na isti frekvenci. Satelit METEOSAT se običajno nahaja na zemljepisni dolžini 0 stopinj, iz Slovenije ga zato vidimo v smeri Jug-Jugozahod približno 35 stopinj nad obzorjem.

Satelit v idealni geostacionarni tirnici vidimo stalno v isti točki na nebu, zato antenski rotatorji običajno niso potrebni. Resnični sateliti pa zaradi netočnosti tirnice nihajo s periodo 24ur okoli dane točke na nebu, zelo velike sprejemne antene (preko 2m premera v slučaju vremenskih satelitov) z zelo ozkim snopom zato potrebujejo rotatorje za fino nastavitvev v točno smer satelita.

Ker so izgube kablov na 1.7GHz se dosti večje kot na 137MHz, je treba vsaj malosumni predojacevalec montirati čim bližje anteni, običajno na sam zarilec parabolicne antene. Konverter 1.7GHz/137MHz potem ni nujno montirati v neposredni bližini antene. Če je antenski kabel krajši od 20m potem je pametneje imeti konverter v sobi, zaradi temperaturne odvisnosti frekvence lokalnega oscilatorja.

VHF sprejemnik mora pokrivati zeljeno področje (vsaj 137 do 138MHz za polarne satelite in vse frekvence, ki jih dobimo iz 1.7GHz konverterja) in imeti kvaliteten FM demodulator. Za sprejem vremenskih satelitov je zahtevana pasovna širina filtra v medfrekvenci okoli 35kHz. Običajni amaterski FM sprejemniki imajo preozek filter (okoli 15-20kHz) in hudo popacijo signal. Radiodifuzni sprejemniki pa imajo presirok filter (200kHz), kar daje slabo razmerje signal/sum, se posebno je to vazno pri geostacionarnih satelitih.

Novejši širokopasovni sprejemniki japonske izdelave, cesto imenovani scannerji, so popolnoma neuporabni kljub temu, da nekateri pokrivajo tudi 1.7GHz področje. Razen neustreznih filtrov so ti sprejemniki precej gluhi (sumno stevilo 20dB in več), širokopasovne vhodne stopnje pa so razen tega se izredno občutljive na vsakovrstne motnje z drugih frekvenčnih področij (zaradi majhne dinamike predojacevalcev ne moremo uporabljati).

Za sprejemnik za vremenske satelite so idealni kristalni filtri, ki so se uporabljali v starih profesionalnih FM postajah z razmakom 50kHz med kanali in širino kanala 30-35kHz. Kar se sprejemnika tiče je se najbolj smiselna samogradnja, saj je težko najti ustrezne filtre za vse različne vrednosti medfrekvenc tovarniških FM sprejemnikov. V Nemčiji, veliki

Britaniji in Italiji ponuja več malih podjetij ustrezne sprejemnike za vremenske satelite kot sestavljanke oziroma v obliki preizkusenih in uglasenih modulov. Razlog za to je enostaven: amaterski sprejem vremenskih satelitov je razširjen samo v Evropi in predvsem v omenjenih deželah, po drugi strani pa je skoraj nepoznan v ZDA, na Japonskem in v drugih delih sveta. Zato boste članke, oglase in opremo zaman iskali v ameriški radioamaterski literaturi!

Na izhodu FM sprejemnika dobimo pri sprejemu vremenskih satelitov modulirani 2400Hz podnosilec oziroma nizkofrekvenčni signal v območju od 800Hz do 4000Hz: vse komponente signala padejo torej v nizkofrekvenčno področje, ki ga lahko s prostim ušesom slišimo. Signal lahko tudi snemamo na navaden (audio) magnetofon (kolutni ali kasetni) brez izgube slikovne informacije. Priporočljiva je uporaba stereo magnetofona, da lahko na drugi kanal istocasno snemamo sinhronizacijski signal (nemoduliran 2400Hz nosilec ali podobno), ki pri reprodukciji pomaga popraviti napake zaradi neenakomernega vrtenja mehanizma magnetofona (s pomočjo ustreznega vezja).

Nazadnje je treba iz (direktnega ali posnetega) satelitskega signala napraviti vidno sliko. Način prenosa ustreza faksimile oddaji, sodobni vremenski sateliti pa oddajajo APT/WEFAX slike z dvema različnima hitrostima: 120 vrstic v minuti (2Hz) ali pa 240 vrstic v minuti (4Hz). Ena sama slika kvadratne oblike ima od 400 do 800 vrstic in se zato oddaja več minut.

Pri tako počasnem prenosu slike le te ne moremo naravnost gledati na zaslonu katodne cevi. Tudi katodne cevi s spominsko mrežico (kljub visoki ceni) niso uporabne zaradi slabega kontrasta in majhnega števila možnih sivin. V postev prideta le dve rešitvi: fotografski (kemični) spomin in povsem elektronski (digitalni) spomin. Fotografski (kemični) spomin pomeni, da naprava narisa sliko na film ali fotografski papir. Sliko lahko vidimo sele po razvijanju filma oziroma papirja. Z elektronskim spominom so stvari enostavnejše: sliko vpisujemo v digitalni spomin z nizko hitrostjo in hkrati vsebino istega spomina citamo z visoko hitrostjo, dovolj visoko, da sliko lahko opazujemo na zaslonu navadne katodne cevi.

Prva naprava, ki so jo radioamaterji uporabljali za sprejem slik z vremenskih satelitov, je bil fotografski FAX (Slika 2.). V ta namen so predelali star osciloskop, ker je z elektronskimi laserji krmiliti katodno cev z elektrostatskim odklonom. Pred zaslonom so pustili odprt fotoaparatus (v zatemnjeni sobi!), sliko pa so dobili sele takrat, ko so razvili film. Čeprav satelitski signali vsebujejo tudi vrstične sinhroimpulze, je vrstično frekvenco laserji dobiti z deljenjem frekvence podnosilca 2400Hz. V tem primeru je treba ročno poiskati pravilno fazo, kot tudi ročno startati vertikalni odklon. Enostaven fotografski FAX zahteva zato izurjenega operaterja, vsaka slikica pa zahteva kar nekaj dela v temnici!

Ločljivost osciloskopske katodne cevi je samo 100 do 200 vrstic, se pravi precej manj, kot jih je na razpolago s satelita. Tranzistorska tehnika je omogočila enostavno krmiljenje odklonskih tuljav (veliki tokovi in nizke napetosti). Osciloskopsko katodno cev je zamenjala televizijska

katodna cev z magnetnim odklonom in precej večjo ločljivostjo 400 do 600 vrstic, fotografski FAX pa je postal standardni del opreme amaterjev vse do prihoda cenениh digitalnih spominskih chipov visoke zmogljivosti.

Profesionalni uporabniki vremenskih satelitov ze od vsega zacetka uporabljajo mehanske faksimile stroje, dostikat popolnoma enake tistim za prenos crnobelih vremenskih kart. Mehanski faksimile stroji uporabljajo mehansko skaniranje v obeh smereh, sliko pa risejo naravnost na fotografski oziroma drugace obcutljivi papir. Od vseh moznih mehanskih izvedb skaniranja v dveh dimenzijah je se najbolj pogosta tista z vrtecim valjem in premikajocim pisalom, kot je to prikazano na Sliki 3.

Obcutljivi papir vpnemo na valj, ki se vrtil točno sinhroniziran z vrsticno frekvenco slike. Drugi motor vrtil vijak, ki pocasi premika pisalo vzdolz valja in na ta nacin doloca razmak med vrsticami slike. Najenostavnejši mehanski FAX stroji uporabljajo takoimenovani elektrolitski (termicni) papir, ki pocrni ob prehodu elektricnega toka. Pisalo je v tem primeru elektroda, ki jo krmilimo z demoduliranim video signalom. Elektrolitski papir je v glavnem primeren za crnobeke vremenske karte, sivine so na tej vrsti papirja zelo zrnate, stevilo razlicnih sivih tonov pa je omejeno na priblizno 4.

Dosti boljše rezultate da seveda fotografski papir. Ločljivost zavisi predvsem od uporabljenega izvora svetlobe: tlivka, LEDika oziroma laser. Mehanski FAX stroji z laserjem kot izvorom svetlobe zmorejo ločljivost vec desetisoc vrstic in vec kot 64 razlicnih sivin na kvalitetnem filmu. Fotografski papir ali film seveda zahtevata delo v temnici in fotografsko razvijanje, z elektrolitskim papirjem pa delamo pri dnevni svetlobi ter sliko dobimo takoj, brez razvijanja.

Domiselni radioamaterji z mehansko zilico so se uspesno lotili tudi mehanskih faksimile strojev v obeh izvedbah: z elektrolitskim papirjem in s fotografskim papirjem. V obeh izvedbah velja seveda razmisliti o ceni in dobavljivosti potrosnega materiala, predvsem obcutljivega papirja. Ker se zadnje case tudi pri nas pojavljajo odrabljeni profesinalni faksimile stroji, velja razmisliti tudi o predelavi take naprave za sprejem vremenskih satelitov. V tem slucaju amaterji obicajno predelajo ali zamenjajo elektroniko, saj mehanski del naprave ne potrebuje predelav.

Radioamaterji bi vsekakor zeleti povsem elektronsko napravo, brez kompliciranih mehanskih delov oziroma zamudnih fotokemicnih postopkov. Proti koncu sedemdesetih let so se na trziscu končno pojavila pomnilniska integrirana vezja kapacitete 1024 oziroma 4096 bitov, ki so omogocala izdelavo zadosti velikega pomnilnika za hranjenje ene cele slike. Za hranjenje slike dimenzij 128 tockic x 128 vrstic s po 64 sivinami za vsako tockico potrebujemo 96 vezij kapacitete 1024 bitov oziroma 24 vezij kapacitete 4096 bitov oziroma samo 6 vezij kapacitete 16 kbitov!

Digitalni slikovni pomnilnik oziroma "Scan-converter" je v zacetku osemdesetih let postal zadosti enostavna naprava (manj kot 50 digitalnih integriranih vezij), da je bil dostopen sirsemu krogu radioamaterjev. Delovanje "Scan-converterja" je naslednje (glej Sliko 4.): slikovno informacijo najprej

demoduliramo, signal pretvorimo v digitalno obliko ter vzorce sproti vpisujemo v digitalni pomnilnik. Istocasno lahko isti pomnilnik citamo, neodvisno od hitrosti vpisovanja. Pomnilnik je seveda najbolj smiselno citati s hitrostjo, ki točno ustreza standardnemu televizijskemu prenosu: po pretvorbi nazaj v analogno obliko lahko shranjeno sliko opazujemo na navadnem televizijskem monitorju. Citanje digitalnega spomina lahko seveda poljubno ponavljamo, tako da ne potrebujemo spominske katodne cevi oziroma kakrsnekoli druge vrste spomina.

Sam sem zgradil svoj prvi Scan-converter ze leta 1979 z 72 integriranimi vezji 2102 (staticni 1024bit RAM), ampak ta naprava je bila malo prevec komplicirana, da bi jo se kdo skusal kopirati! Dosti bolj uspesen je bil njegov naslednik s 64kbitnimi dinamicnimi RAMi, ki sem ga objavil v UKW-Berichte (VHF-Communications) 3/82, 4/82 in 1/83. Slikovni spomin tega scan-converterja je vseboval 6 dinamicnih RAMov 4164 in je zmozel sliko locljivosti 256 tockic X 255 vrstic s po 64 sivinami za vsako tockico na sliki. Firma UKW je prodala zelo veliko stevilo sestavljanek (preko 500), vezje pa so sicer kopirali in tudi v marsicem izboljšali radioamaterji sirom Evrope. v ZDA in drugod po svetu pa je sprejem vremenskih satelitov ostal za radioamaterje tabu vse do tedaj, ko se je dalo popolnoma sestavljeno postajo kupiti v trgovini...

Slikovni spomin imamo tudi v vsakem racunalniku s prikazom s katodno cevjo, prehod na uporabo racunalnikov za sprejem slikic z vremenskih satelitov se je zato zdel povsem naravna stvar. Zal pa so vsi razpolozljivi racunalniki na trziscu nacrtovani po izredno kratkovidni poslovni logiki, kar bistveno omejuje njihovo uporabnost. Racunalniske slike so omejene na premajhno stevilo sivin (obicajno 8 ali 16) za kvaliteten prikaz satelitskih slik, ki zahtevajo najmanj 64, se boljse pa 256 razlicnih sivin. Razen tega so razpolozljivi racunalniki na trziscu izredno slabo oklopljeni: z obilico radijskih motenj onemogocajo vsakrsen sprejem sibkih satelitskih signalov na VHF 137MHz podrocju!

Pisano jabolko, mavrica ali komodorska miloscina nam pri vremenskih satelitih ne morejo kaj prida pomagati. 16-bitni mlincki (priateljica in novejsi atariji) zmorejo s 16 sivinami za silo prikazati vremenske slikice. Za nekompatibilne kompatibilce obstaja nepregledna mnozica razlicnih video kartic in se vecja mnozica slabo napisane programske opreme za sprejem slikic. Bedo komercialnih racunalnikov na tem podrocju se najenostavneje opisuje dejstvo, da se po kvaliteti dobljenih slik lahko kosajo z radioamatersko tehniko izpred DESETIH let (scan converterji) le najnovejse VGA kartice... Zaradi vseh omenjenih razlogov (in verjetno se marsicesa drugega) sem se odlocil, da razvijem svoj DSP racunalnik, ki med ostalim za vremenske satelite niti ne potrebuje vmesnikov.

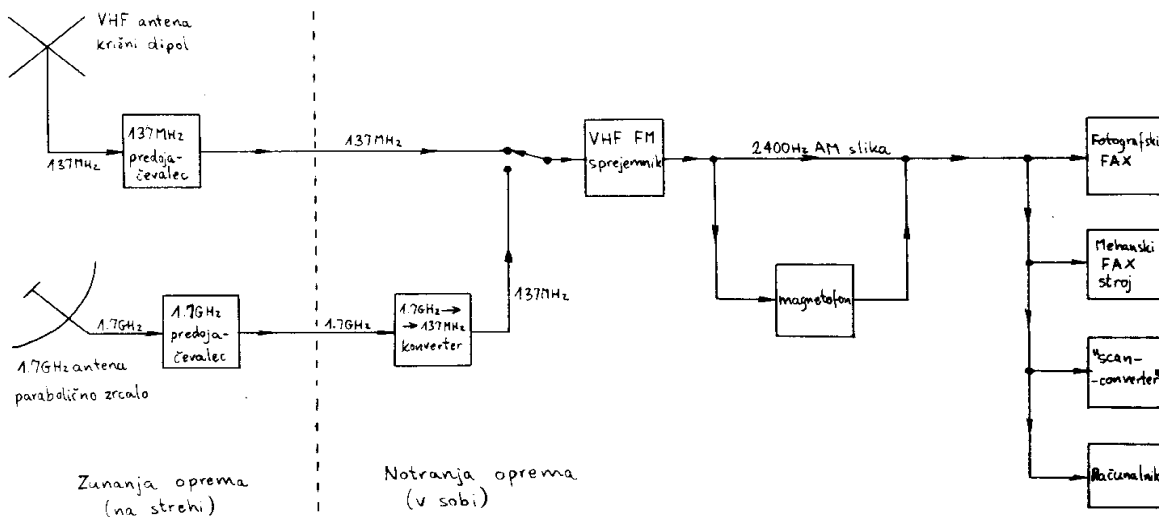
Ce bi radi vseeno uporabili komercialni racunalnik in kupujete vmesnik in programsko opremo za vremenske satelite, potem pazite na naslednje potankosti:
Koliksne motnje seva vas racunalnik v 137MHz podrocju?
Ali znata vmesnik in software sprejemati VSE vremenske satelite (tudi sovjetske, ki se malenkostno razlikujejo)?
Ali zna vmesnik delati tudi z magnetofonskimi posnetki?

Koliksno stevilo sivin zmore programska oprema (naj vas ne zapeljejo barve, vazna je crnobela slika; vecina programske opreme pa ne zna uporabljati VGA kartic z vec kot 16 sivinami)? Kaj zna programska oprema poceti s sliko? Kako se da popraviti kontrast? Kaj pa zoomiranje? Koliksna je hitrost "vrtenja filma" za zaporedje METEOSATovih slikic?

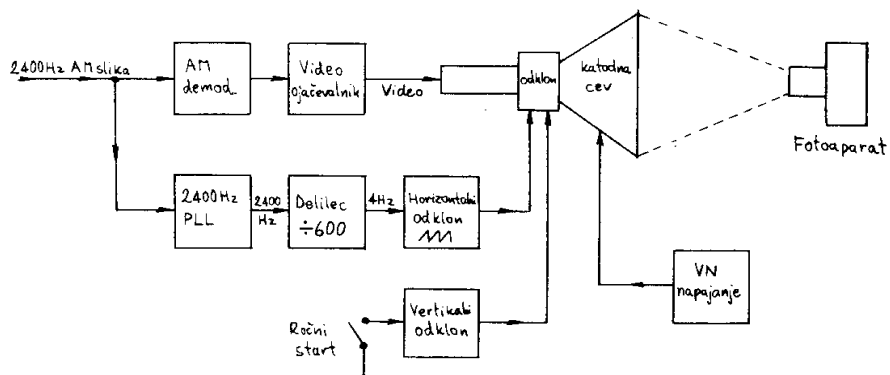
Ce imamo sliko shranjeno v spominu racunalnika, se da tako sliko tudi izrisati na tiskalniku. Zal je kvaliteta slike na matricnih tiskalnikih z iglicami zelo slaba (v odvisnosti tudi od obrabljenosti barvnega traka in glave tiskalnika). Res uporabne slike se da dobiti sele z laserskim tiskalnikom. Laserski tiskalniki zmorejo zelo veliko locljivost, obicajno 300 tockic na colo (25.4mm), zal pa lahko z vgrajeno elektroniko posamezne pikice le prizigamo in ugasamo, namesto da bi lahko poljubno nastavljali sivino. S predelavo elektronike tiskalnika se sicer da doseci tudi sivine, vendar je tak poseg (zaradi visoke cene tiskalnika) verjetno izven dosega amaterjev.

Z nepredelanim laserskim tiskalnikom moramo dodeliti vsaki tockici na satelitski sliki polje tockic tiskalnika, od katerih jih prizgemo le potrebno stevilo za zeljeno sivino. Vse slike, objavljene v tem clanku, so dobljene na ta nacin. Locljivost slike na zaslonu DSP racunalnika je 512 tockic X 256 vrstic s po 256 moznimi sivinami za vsako tockico. Pri izdelavi kopije zaslona na laserskem tiskalniku pa vsaki tocki slike dodelim polje 4 X 6 tiskalnikovih tockic, kar omogoca 25 razlicnih sivin za vsako tocko na sliki. Zal se tiskar nasega casopisa s temi slikicami do danes ni prav nic potrudil: progasti vzorci so samo posledica napacnega tiskarskega rastriranja, na originalih jih ni!

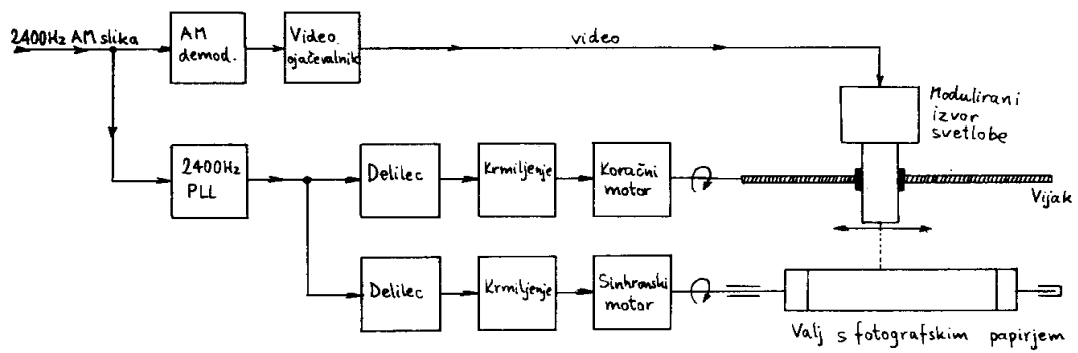
Na koncu tega dolgega clanka dodajam se najnovejse vesti iz podrocja vremenskih satelitov. FengYun-1B se je zal ze v mesecu februarju izgleda dokončno pokvaril. Novi METEOSAT-5 dela v redu, toda zaenkrat se vedno uporabljajo starega METEOSAT-4. Američani so premaknili stari satelit GOES-2 na priblizno 60 stopinj zahodno in zdaj se ga da tudi pri nas sprejemati. Oddaja WEFAX slike na 1691.000MHz in digitalne podatke na 1694.000MHz. Signal je precej sibkejsi od METEOSATA, sprejem WEFAX slikic pa zahteva anteno premera najmanj 1.8m z odlicnim predojacevalcem. Tirnica GOES-2 ima ze zelo velik naklon (okoli 9 stopinj) in na satelitu ni vec zadosti goriva za korekcijo naklona, zato se GOES-2 na nebu precej premika: podnevi pri nas izgine za obzorjem, sredi noci pa doseze tudi elevacijo 8 do 10 stopinj. Primer lepljenke starih slik, sprejetih s satelita GOES-2, je prikazan na sliki 5. V mesecu aprilu je uspela izstrelitev novega sovjetskega satelita Meteor-3/4, v mesecu maju pa pričakujemo izstrelitev novega ameriskega satelita NOAA-12, ki naj bi zamenjal starajoci se NOAA-10.



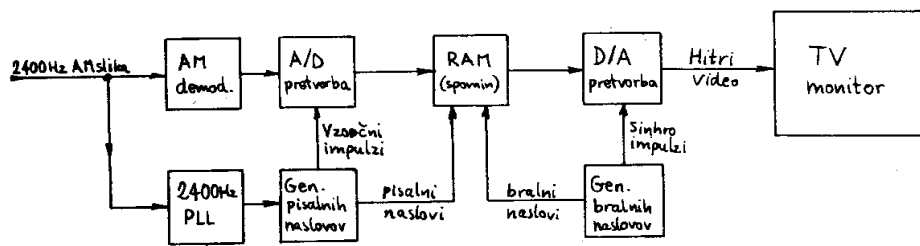
SLIKA 1 - Oprema amaterske sprejemne postaje za vremenske satelite.



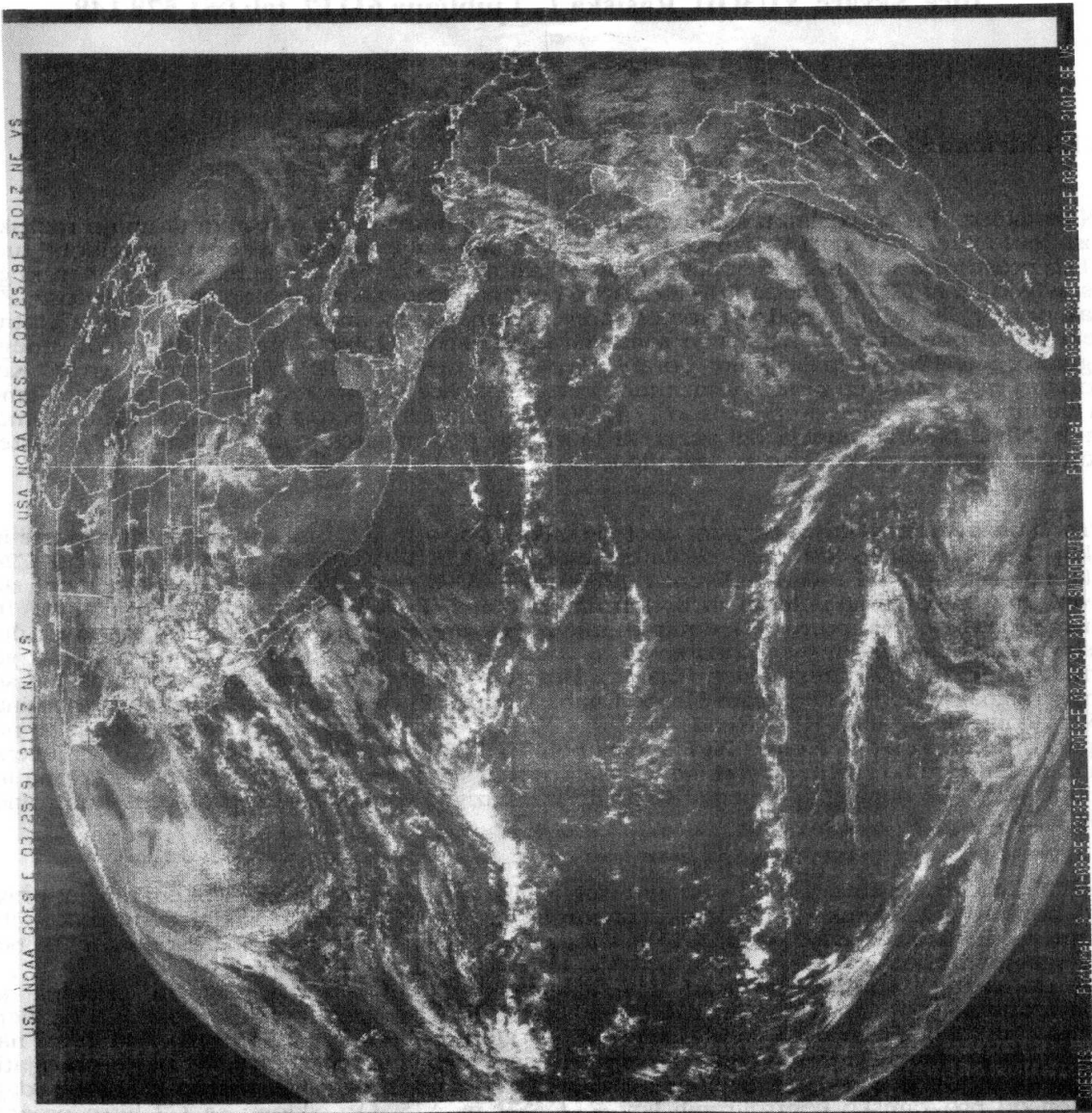
SLIKA 2 - Amaterski fotografski FAX



SLIKA 3 - Mehanski FAX stroj



SLIKA 4 - Digitalni "Scan - converter"



SLIKA 5