

RTV KLUB MURSKA SOBOTA

DIGITALNI MOSTOVI

"HITRI PACKET RADIO"

Murska Sobota, september 2000

Zveza radioamaterjev Slovenije YU3ZRS
PACKET RADIO - amaterska računalniška mreža

YU3FK

PACKET RADIO - AMATERSKA RAČUNALNIŠKA MREŽA

Packet radio se je na amaterske frekvence preselil iz računalništva in profesionalnih digitalnih komunikacij, zato je uporabljena terminologija tuja nevajenemu radioamaterju. Ne ustrašite se, saj so stvari veliko bolj preproste, kot pa se zdi na prvi pogled.

Poglavitne razlike med packet radiom in ostalimi vrstami dela so:

Packet radio postaja oddaja kratke pakete (0.5 do 5 sec), vsak med njimi vključuje tudi klicne znake, zato lahko na isti frekvenci hkrati poteka več zvez. Trenutno vsi delamo na 144.675, pa se le malo motimo.

Vsaka postaja deluje kot digitalni repetitor drugim postajam.

Prenos je popolnoma brez napak. Če se javijo napake, postaja avtomatsko zahteva ponovitev.

Operater ne preklaplja postaje ročno (PTT) pač pa za to skrbi računalnik,

Packet radio je narejen za računalnike in brez računalnika ne gre.

SEDEM OSI NIVOJEV

Najpomembnejši standard za računalniške mreže je OSI (Open system architecture), ki deli mrežo na sedem nivojev. Nivoji so izbrani tako, da so med seboj čim bolj neodvisni ter da vsak opravlja točno določeno nalogo.

Imen naslovov namenoma ne bom slovenil.

1. Nivo - The Physical Layer

Naloga najnižjega nivoja je, da prenese posamezne bite med sprejemnikom in oddajnikom v omrežju. Ta nivo se nanaša na dejanske električne lastnosti, vsi ostali pa se rešujejo s programsko opremo. Prvi nivo obravnava hitrost prenosa, vrsto modulacije (Modem), prenos podatkov ter karakteristike prenosnega medija.

2. Nivo - The Link Layer

Nivo povezave grupira bite v okvire (frames) ter skrbi za prenos tega okvira med sprejemnikom in oddajnikom. Najpogostejši protokol za prenos bitov je HDLC (High Level Data Link Control), ki bo opisan kasneje. Drugi OSI nivo skrbi za:

Zveza radioamaterjev Slovenije YU3ZRS

- Vzpostavlja in sprošča en ali več linkov (povezav),
- Izmenjuje podatke, potrebne za vzpostavitev povezave,
- Prepozna in identificira končne točke povezave,
- Zazna napake prvega nivoja ter jih skuša odpraviti.

3. Nivo - The Network Layer

Tretji nivo skrbi za prenos okvirov (frames) v omrežju. Okvire zloži v pakete (packets) ter jim doda informacije, potrebne za to, da paketki pridejo prek omrežja na pravi naslov. Uporablja potrebne povezave na drugem nivoju in jih upravlja ter skrbi za odpravljanje napak drugega nivoja.

4. Nivo - The Transport Layer

Skrbi, da so sporočila sporočila sprejeta pravilno ter v pravilnem zaporedju.

5. Nivo - The Session Layer

Peti nivo pripravi podatke za prenos, skrbi za dialog, za sinhronizacijo prenosa podatkov ter za hranjenje podatkov dokler niso uspešno prenešeni.

6. Nivo - The Presentation Layer

Skrbi za prikaz podatkov, pretvarjanje različnih kod, kodiranje in dekodiranje podatkov in podobno. Omogoča, da lahko med seboj komunicirajo povsem različni računalniški sistemi.

7. Nivo - The Application Layer

Je okno med uporabniškim procesom ter OSI komunikacijskim okoljem. Preverja upravičenost do zveze, skrbi za identifikacijo, gesla (passworde) in podobno.

RADOAMATERJI IN PRVA DVA OSI NIVOJA

Osnova packet radia je drugi OSI nivo. Standard, sprejet 1984 leta, se imenuje "AX.25 Amateur Packet Radio Link Layer Protocol" in opisuje, kako dve radioamaterski postaji med seboj izmenjujeta pakete (sestavljene iz enega ali večih okvirov). Način prenosa paketov določa prvi nivo.

Radioamaterji uporabljamo večinoma FSK (Frequency Shift Keying) modulacijo za prenos digitalnih podatkov. Osnovni digitalni informaciji "1" in "0" sta predstavljeni z dvema tonoma. Hitrost prenosa je 50 bd pri RTTY, 300 bd pri packet radiu na kratkem valu ter 1200 bd packet na UKV. Hitrost v baudih pove, koliko bitov (1 ali 0) lahko prenesemo v eni sekundi. Pri RTTY smo navajeni, da en ton pomeni "1" drugi pa "0". Packet radio običajno uporablja tako imenovano NRZI - I kodiranje. "1" je predstavljena tako, da se ton ne spremeni, "0" pa tako, da se ton spremeni. Pomembna je samo zamenjava tonov. Primer:

Zveza radioamaterjev Slovenije YU3ZRS

1	0	0	0	1	1	1	0	1	Podatek	
I	I			I			I	I	I	Ton 1
I	I			I			I	I	I	Ton 2
I	I			I			I	I	I	

NRZI - Običajno na RTTY

I	I	I		I	Ton 1
I	I	I		I	Ton 2
I	I	I		I	

NRZI - I Kodiranje pri packet radiu

I	I	I		I	Ton 1
I	I	I		I	Ton 2
I	I	I		I	

Enako kodiranje z zamenjanima tonoma

1	0	0	0	1	1	1	0	1	Podatek
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------

Zanimivo je, da je pri SSB povsem vseeno, ali imamo LSB ali USB. Sateliti uporabljajo drugačno modulacijo - PSK ali Phase Shift Keying. Prednost PSK je, da se na sprejemu lahko dobijo AFC signali za kompenzacijo doplerjevega efekta.

Najpogostejši amaterski modem za FSK je integrirano vezje AMD 7910, dobro pa delujejo tudi PLL FSK dekodirji. Na kratkem valu je hitrost prenosa 300 bd, pomik med tonoma pa 200 Hz. Lahko imamo katerakoli tona, le frekvenco radijske postaje je treba uskladiti s sogovornikom. Na UKV uporabljamo Bell standard. Hitrost prenosa je 1200 bd, tona pa sta 1200 in 2200 Hz.

Drugi nivo, link layer, predpisuje kako so biti organizirani - kaj pomenijo. Biti so zloženi v okvire (frame), v enem paketu pa je lahko oddanih tudi več okvirov. Osnovna oblika okvira je specificirana s HDLC protokolom, AX.25 pa določa vsebino posameznih polj v okviru ter potek zveze med dvema postajama. Morebitne napake pri prenosu bitov (prvi nivo) popravi drugi nivo, s tem da napako zazna in zahteva ponovitev.

Prenos bitov pri packet radiu je sinhron, kar pomeni, da si sledijo biti po vrsti in da ni start in stop bitov, kot pri RTTY. Sprejemnik mora sam ugotoviti, kako so biti zloženi ter se mora sinhronizirati z oddajnikom. Zaradi sinhronizacije se ne sme pojaviti večje število "1" skupaj (za "1" ni zamenjave tonov). Dogovorjeno je, da je okvir omejen s posebnima znakoma s šestimi zaporednimi enicami, ki se imenujeta zastavice (flag, 0111110). Če se kjerkoli znotraj okvira pojavi več kot pet enic, oddajnik samodejno vstavi "0" za petimi enicami. Sprejemnik te vrinjene "0" izloči.

Zveza radioamaterjev Slovenije YU3ZRS

Vsak okvir ima poleg podatkov in zastavic tudi pozivne znake korespondentov ter digipiterjev, nadzorni zlog (byte) ki določa vrsto okvira ter kontrolno število (FCS). Kontrolno število je sestavljeno iz šestnajstih bitov, ki se izračunajo z CRC algoritmom iz vseh bitov v okviru. To kontrolno število zagotavlja pravilnost prenosa okvirja, saj je praktično nemogoče, da bi sprejemnik ne ugotovil, da je v okvirju napaka.

Klicni znaki so sestavljeni iz šestih črk ali številčk ter SSID (Secondary station identification), dodatno številko, ki določa eno izmed večih postaj z istim klicnim znakom, ter se loči od klicnega znaka s pomišljajem (npr. YU3APR-1 je digipiter, YU3APR-2 je BBS).

Okvir je sestavljen tako:

```

IZastavicaI Naslov I Nadzor I PID I Podatki I FCS I Zastavica I
-----
I01111110 I spodaj I 8 bitov I spodaj I16 b.I 011111110 I
-----

```

Naslov je sestavljen iz obeh pozivnih znakov korespondentov (skupaj 14 zlogov ali 112 bitov) ter največ osem znakov digipiterjev ($8 \times 7 = 56$ zlogov). Vsak digipiter ima tudi podatek, ali je okvir že posredoval dalje ali ne.

Podatki imajo največ 256 bytov, kar da 2048 bitov. Okviri, ki prenašajo podatke, imajo tudi PID zlog (byte, 8 bitov), ki ga določajo višji nivoji.

Pri okvirjih, ki prenašajo podatke se prenaša tudi zaporedna številka od 0 do 7. Tako sprejemnik zazna izgubljen okvir ter zahteva ponovitev. Zaradi tega je lahko na poti (oddanih, a ne potrjenih) največ 7 paketov.

Vrste okvirov, ki jih določa zlog za nadzor, so:

I : Informacijski okvir, ki prenaša podatke.

Nadzorni okviri, ki uravnavajo pretok I okvirov:

REJ : Zavrnitev okvira - zahteva za ponovitev.
RNR : sprejemnik ne mora sprejemati - počakaj na RR okvir.
RR : Sprejemnik je pripravljen za sprejem. Velja kot potrditev I okvira ter zahteva za pošiljanje nadaljnjih I okvirov.

Okviri, ki ne nosijo številke I okvira in ki uravnavajo potek zveze:

SABM : Zahteva za vzpostavitev zveze.
DISC : Zahteva za prekinitev zveze.
DM : Odgovor na SABM, če je sprejemnik zaseden in ne more vzpostaviti zveze.
UA : Potrditev sprejema okvira brez številke.
FRMR : Napaka v protokolu - prispel je napačen okvir.
UI : Okvir, ki nosi informacijo, vendar zanj ne pričakuj potrditve (CQ klic, beacon, krožne zveze).

Podrobnejši potek zveze ter opis okvirov je opisan v standardu "AX.25".

Zveza radioamaterjev Slovenije YU3ZRS

In kako hitro poteka prenos na packet radiu ?

Povprečen okvir s podatki prenaša 40 zlogov (črk). Temu dodamo še dva digipiterja in dobimo dolžino (v zlogih):

$$1 + 14 + 14 + 1 + 1 + 40 + 2 + 1 = 74 \text{ bytov ali } 529 \text{ bitov.}$$

Tak okvir je na KV dolg dve sekundi, na UKV pa pol sekunde. Ena oddaja ali paket lahko nosi tudi več okvirov - prenos le ni tako hiter, kot pa se sliši 1200 bd.

Z ustreznimi nastavitvami parametrov lahko dve postaji, ki se dobro slišita in sta sami na frekvenci, dosežeta efektivno hitrost 1000 bd (125 črk na sekundo). V običajnih razmerah je ta hitrost manjša - nekje med 400 in 600 bd. Vsak digipeater ustrezno podaljša čas prenosa. Pri osmih digipiterjih je ta hitrost okoli 80 bd, kar pomeni le 10 črk na sekundo na UKV. (Dobri stari 50 bd teleprinter prenaša približno 6 črk na sekundo).

Hitrost prenosa se seveda zelo poveča, če imamo hitrejšo povezavo, zato radioamaterji preiskujejo 9600 bd in tudi 56000 bd hitre linke med digipiterji. Le tako se bomo izognili prevelikemu zasičenju.

RAZLIČNI PREDLOGI ZA TRETJI OSI NIVO

Drugi nivo je že standardiziran in tu ne bo več veliko sprememb. Že nekaj let potekajo raziskave in poiskusi z različnimi inačicami, a do dogovora še nekaj časa ne bo prišlo.

Poglavitna pomankljivost packet radia brez tretjega nivoja (Network layer) so digipiterji. Če želimo imeti zvezo z oddaljeno postajo, moramo poznati pot do nje ter naštetiti vse digipiterje. Težava je tudi v potrjevanju sprejema okvira - okvir mora prepotovati pot med vsemi digipiterji, nato sprejemnik vrne potrditev ponovno prek vseh digipiterjev. Ob napaki se okviri ponavljajo na celi poti, kljub temu, da jih je večina digipiterjev pravilno sprejela.

Digipiterji morajo sami najti sogovornika, če jim ne povemo celotne poti. Takšni digipiterji, ki to znajo, se imenujejo centrale (switch) in bodo osnova bodoče radioamaterske računalniške mreže. In kako povedati novim digipiterjem, kje je željeni sogovornik? Ideje so različne. Nekateri predlagajo UL polja, drugi kar telefonske številke za omrežne skupine in podobno. Kako bo izgledal dokončni tretji nivo, ne vemo. Tehnologija se razvija, računalniki so čedalje bolj močni, radioamaterji pa tudi nismo kar tako.