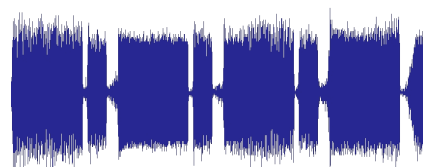
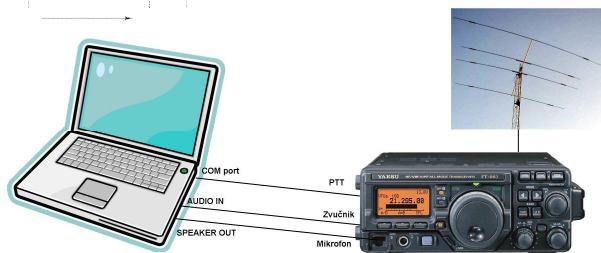
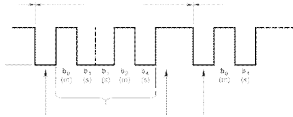
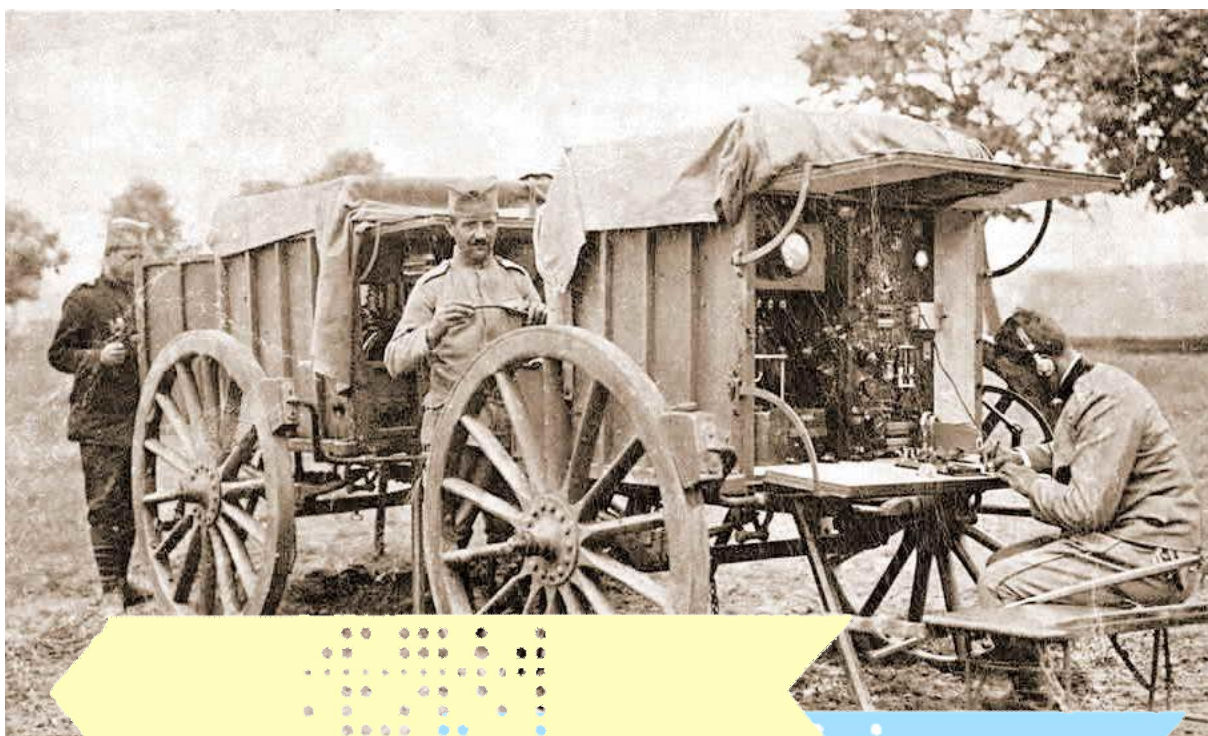


DIGITALNE KOMUNIKACIJE

PRIRUČNIK ZA
RADIO-AMATERE
OPERATORE

Branislav P. Davidović, YT7TU



Pančevo, 2009.

PREDGOVOR

Krajem 2006. godine Republička agencija za telekomunikacije (RATEL) donela je novi "Pravilnik o uslovima za rad amaterskih radio-stanica". Na osnovu tog pravilnika, Savez radio-amatera Srbije je izmenio svoj program ("Program za polaganje stručnog ispita za zvanje radio-amatera") i početkom 2007. godine doneo novi "Pravilnik o načinu organizovanja i sprovođenja stručnih ispita za radio-amatere".

Radio-klub "Mihajlo Pupin" u Pančevu, YU7BCD, organizovao je kurs po novom pravilniku, za učenike osnovnih škola. Hronični nedostatak literature naročito je došao do izražaja u oblasti specijalnih i digitalnih komunikacija. Zbog toga sam za temu "Digitalne komunikacije" pripremio podsetnik na nekoliko strana, sa objašnjenjem osnovnih pojmova i odgovarajućim ilustracijama. Na moje iznenađenje, stariji operatori koji se do tada nisu bavili digitalnim komunikacijama, pokazali su veliko interesovanje i tražili da proširim tekst. Tako je nastao ovaj priručnik.

Veliki broj ilustracija pomaže da se tekst lakše razume. Slike kojima se objašnjavaju razni modovi su nastale prilikom veza koje sam ostvario radeći digitalnim modovima u periodu 2000-2008. godine. Zbog toga se na njima mogu videti skraćene ili uobičajene veze, očitani IMD, smetnje na opsegu, datum i vreme održavanja veze i drugo.

Sam priručnik je pisan tako da se mora čitati redom, bez preskakanja, jer opisi kasnije navedenih modova podrazumevaju poznavanje prethodnih modova. Osnovni pojmovi su objašnjeni detaljnije, jednostavnim jezikom, tako da se lako mogu razumeti. Drugi pojmovi su objašnjeni manje detaljno i za njih je potrebno određeno predznanje. Neke vrste digitalnih komunikacija (manje značajne u ovom trenutku) i pojmovi vezani za njih su navedeni bez dodatnih objašnjenja i zahtevaju viši nivo predznanja, kao i dodatna usmena objašnjenja ili objašnjenja iz druge literature.

Na osnovu svega, priručnik se grubo može podeliti u nekoliko celina:

- Radio-amater početnik (i svaki onaj koji nema iskustva u radu digitalnim komunikacijama), morao bi da prouči prvih devet strana priručnika.
- Radio-amateri koji žele da rade digitalnim komunikacijama, trebali bi da znaju opisano na stranama 1-21.
- Napredni operatori zainteresovani za nove modove (od kojih su neki i dalje u razvoju), opise tih modova mogu da nađu na stranama 21-26.
- Zainteresovani za digitalni prenos zvuka, slike i prenos podataka, na stranama 27-33 mogu da pročitaju opise nekih trenutno akutelnih sistema.

U Pančevu, 9. februara 2009. godine

Brana, YT7TU

SADRŽAJ:

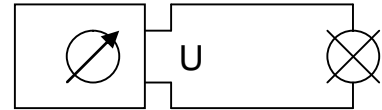
DIGITALNE KOMUNIKACIJE.....	1
Pojam analognih i digitalnih veličina.....	1
Kodovi.....	3
Digitalne komunikacije	4
RTTY	6
ASCII	7
AMTOR.....	7
PSK31.....	8
MFSK16	10
OLIVIA	11
MT63.....	12
Hellschreiber.....	12
SSTV	14
FAX.....	17
Digitalna SSTV.....	17
PAKET RADIO	19
PACTOR	21
G-TOR.....	22
CLOVER	23
WSJT	24
FSK411	25
JT6M	25
JT65	25
NEKI NOVI PRAVCI RAZVOJA AMATERSKIH DIGITALNIH KOMUNIKACIJA	27
DV (Digital Voice) i DD (Digital Data).....	29
DRM.....	29
WinDRM	30
FDMDV	30
G4GUO.....	30
D-Star	31
P-25	32
Echolink.....	32

DIGITALNE KOMUNIKACIJE

Pojam analognih i digitalnih veličina

Posmatrajmo jedno prosto električno kolo (slika 1).

Ukoliko menjamo napon izvora, kroz kolo će da teče različita struja. Što je napon viši, struja ima veću vrednost, a sijalica jače svetli i obrnuto. Jačina struje u kolu (a time i jačina sjaja sijalice) direktno zavisi od promene napona. Ovakve promene se nazivaju *analogne* promene.



Slika 1

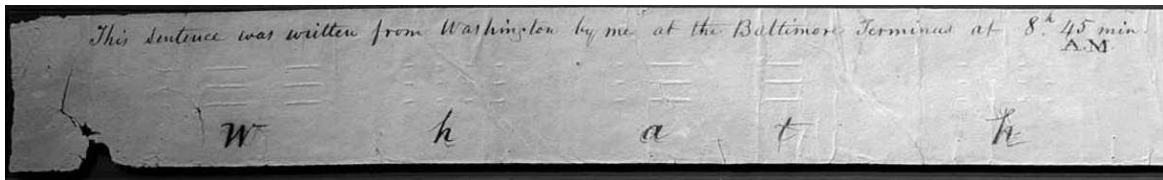
Slična stvar je sa električnim kolom u kojem se nalazi mikروفon. Ukoliko je zvuk ispred mikrofona jači, stvara se viši napon na mikrofону, a ukoliko je zvuk tiši stvara se niži napon (slika 2). Kada se mikروفon priključi na telefonsku liniju ili na radio-stanicu kojom se ostvaruje fonijska veza, onda govorimo o *analognim komunikacijama*.



Slika 2: Mikrofonaska struja se menja u ritmu govora

Međutim, osim fonijom, određenu poruku možemo da prenesemo i na drugi način. U davna vremena ljudi su poruke prenosili paljenjem vatri, dimnim i svetlosnim signalima i slično. U današnje vreme, na raspolaganju su nam modernija sredstva.

Da bi se izgovoreno moglo zapisati, svakom glasu se dodeljuje neko slovo. Za svaki jezik je definisan skup slova, pa se dobija odgovarajuća azbuka ili abeceda. Na taj način se poruke lako mogu zapisati, ali to još uvek ne omogućuje lako prenošenje poruka. Otkriće struje dovelo je do raznih pronalazaka koji omogućuju lakši prenos poruka na daljinu. Najveći prodor je napravio Samjuel Morze koji je izumeo i patentirao električni telegraf. Prvi put je poruka prenetna ovim sistemom 1844. godine, na telegrafskoj liniji između Vašingtona i Baltimora (slika 3).



Slika 3: Prva poruka poslata Morzeovim aparatom 24. maja 1844. godine, na liniji Vašington-Baltimor

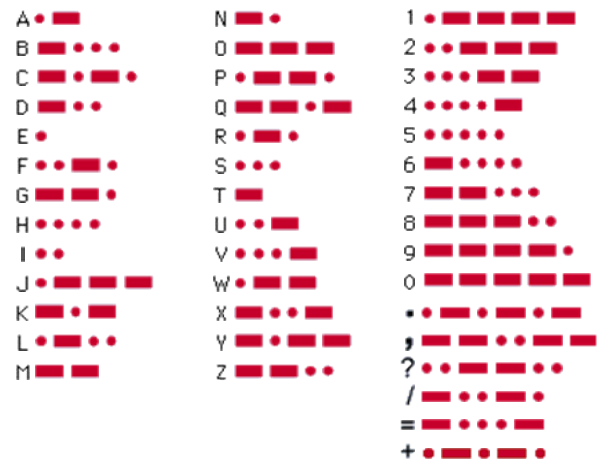
Prva telegrafaska veza u Srbiji ostvarena je Morzeovim aparatima 1855. godine između Beograda i Aleksinca.

Morzeova ideja je bila da u električnom kolu uspostavlja i prekida struju na tačno određeni način. Kombinacijom kraćih i dužih uspostavljanja struje u kolu (tačke i crte) mogao je da prenese određenu poruku. Svakom slovu je, pre toga, odredio određenu kombinaciju kraćih i dužih elemenata, odnosno tačaka i crta (slika 4).

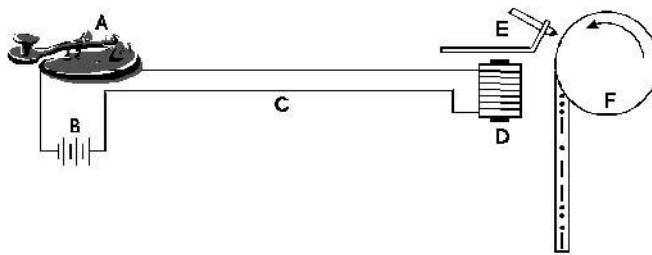
Određio je da jedna crta traje koliko tri tačke. Pauza između tačaka i crta u jednom slovu traje kao tačka, a pauza između dva slova kao crta.

Predajni deo aparata se sastojao iz baterije i tasterskog prekidača, konstruisanog tako da električno kolo može brzo i lako da se prekida ili uspostavlja.

Na prijemnoj strani je postavio elektromagnet koji je privlačio kotvu sa pričvršćenom olovkom i pritiskao je na papir (slika 5). Papirna traka je bila namotana na bubanj sa satnim mehanizmom koji je ravnomerno povlačio papirnu traku. Na taj način je olovka pisala po papiru tačke i crte onako kako je operator na predajnoj strani kucao tasterom.



Slika 4: Morzeova azbuka



Slika 5: Pojednostavljena šema Morzeovog aparata

- A – Morze taster (na predajnoj strani)
- B – Baterija
- C – Telegrafski vod
- D – Elektromagnet (na prijemnoj strani)
- E – Kotva sa pričvršćenom olovkom
- F – Satni mehanizam sa namotanom papirnom trakom

Ako umesto magnetna postavimo sijalicu, ona će da svetli u ritmu kucanja tasterom. Iz ovoga se vidi da sijalica uvek svetli istom jačinom, samo nekada kraće (tačka) a nekada duže (crta). Znači, slovo koje se šalje Morzeovom azbukom ne prepoznaje se po jačini svetla sijalice, nego po nizu svetljenja i gašenja, kombinaciji u skladu sa Morzeovom azbukom.

Ovakav način prenošenja poruke spada u prve *digitalne komunikacije*. Naziv je nastao od engleske reči digit, koja znači cifra, brojka. Otkuda baš takav naziv?

Tačke, crte i pauze između njih možemo, na primer, da predstavimo ciframa. Uzmimo da je pauza označena cifrom "0", tačka cifrom "1" a crta cifrom "2". Pozivni znak YU7BCD možemo da predstavimo na sledeći način:

Y		U		7		B		C		D
-.--		..-		--...		-...		-.-		-..
2122	0	112	0	22111	0	2111	0	2121	0	211

Dakle, poruku možemo da predstavimo nizom cifara. Modovi kod kojih se informacija može predstaviti nizom cifara a ne analognim promenama, nazivaju se digitalnim modovima.

Pretvaranje slova u niz znakova (ovde tačke i crte) naziva se *kodovanje (kodiranje)*, pa se ova azbuka ponekad naziva i Morzeov kod.

Kodovi

Ako pogledamo Morzeovu azbuku, uočićemo da slova nemaju zamene jednakih dužina. Tako je Morzeov znak za slovo "E" jedna tačka, a za broj "0" pet crta. Ovakvi kodovi se nazivaju *neravnomerni kodovi*. Morze nije nasumice određivao zamene, nego je to uradio u skladu sa pojavljivanjem slova u engleskom jeziku. Ona slova koja se u engleskom jeziku pojavljuju često dobila su kraće zamene (E, I, S, T, A, N...) a ona koja se pojavljuju ređe dobila su duže zamene.

Pitanje:

Zašto je Morze za slova koja se najčešće javljaju odredio najkraće zamene, a za ona koja se ređe javljaju duže?

Međutim, za rad raznih aparata i uređaja, mnogo su pogodniji kodovi kod kojih svako slovo ima zamenu iste dužine. Tada, kada se kuca neki tekst, uređajima je lakše i pouzdanije da odrede granice između pojedinih slova (što je potrebno radi pravilnog dekodovanja). Kodovi kod kojih sva slova, brojevi, znaci interpunkcije i drugi znaci imaju zamene jednakih dužina (odnosno vremenski jednako traju), nazivaju se *ravnomerni kodovi*.

U ravnomerne kodove spadaju Međunarodni kod broj 2 (koji se koristi u radu teleprinteru, slika 6), zatim ASCII7 i ASCII8 (koji se koriste u radu računara).

U sadašnjim komunikacijama koriste se obe vrste kodova.

Br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Red slova	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	<		A...	I...	Zwr			
Red znakova	-	?	:	✕	3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞		
Polazni impuls																																		
Grupa od 5 impulsa po znaku	1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
	3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1½-struki zaustavni impuls	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

<input type="checkbox"/>	Bestrujni impuls		Zvono
<input checked="" type="checkbox"/>	Strujni impuls		Vraćanje kolica
	Prelaz na slova		Novi red
	Prelaz na brojke		Ko je tamo?
	Razmak		Samo na rad unutar zemlje

Slika 6: Međunarodni kod broj 2

U početku, kodovi su napravljeni kao proste zamene za slova koja je trebalo preneti na daljinu (Morzeova azbuka, Međunarodni kod broj 2...). Ovakvi kodovi su osetljivi na smetnje, pa je svaka smetnja dovodila do grešaka u prijemu. Zahvaljujući novim saznanjima iz teorije informacija, napravljeni su drugačiji kodovi koji omogućuju otkrivanje i ispravljanje grešaka nastalih u prenosu, na prijemnoj strani.

Digitalne komunikacije

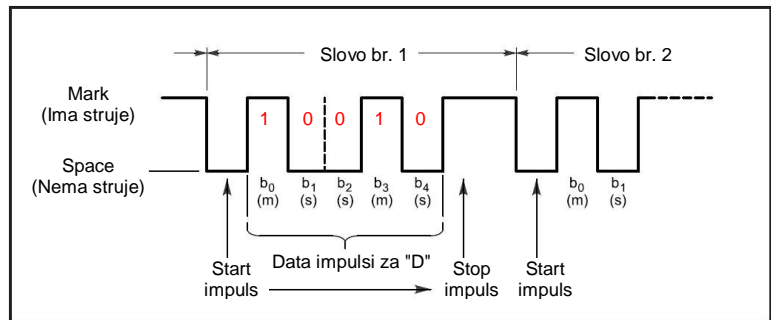
Prenos poruka Morzeovom azbukom spada u prve digitalne komunikacije. Međutim, prijem (dekodovanje) ovih znakova je najčešće obavljao čovek, a kasnije i neki uređaji.

Prva vrsta digitalnih komunikacija u kojoj su uređaji obavljali kodovanje, slanje, prijem i dekodovanje poruke predstavlja rad teleprinterima. Reč *teleprinter* je izvedena iz dve reči: grčke τηλε (tele-) što znači na daljinu, daleko i engleske printer, što znači štampač. Dakle, teleprinter znači "mašina koja piše na daljinu". Sa druge strane, svaki prenos pisanih informacija na daljinu, naziva se *telegrafija* (grčki τηλε na daljinu, daleko, γραφω pišem, beležim).

Prvi teleprinteri su bili mehanički uređaji slični pisaćim mašinama (slika 7), koji su izabrani znak pretvarali u niz električnih impulsa (u skladu sa Međunarodnim kodom broj 2) i slali ga na telegrafsku liniju (slika 8). Na prijemu, radili su obrnuto: primljeni niz električnih impulsa su pretvarali u odgovarajući znak i štampali ga na papir.

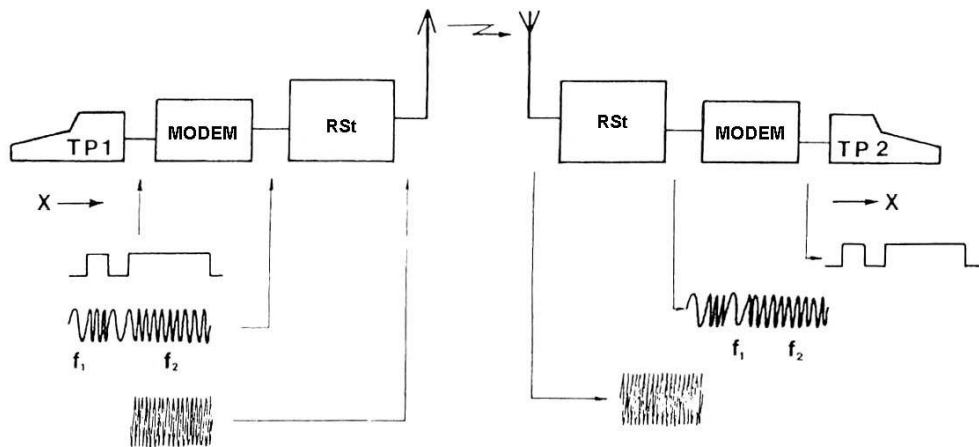


Slika 7: Teleprinter Siemens T-100



Slika 8: Prikaz telegrafskih impulsa za slovo D, po kodu br. 2

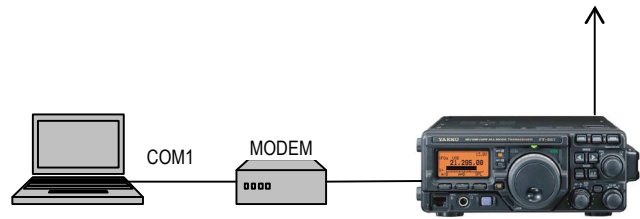
Električni impulsi se od jednog do drugog teleprintera prenose preko vodova (žica) kojim su spojeni. Međutim, takva veza nije pogodna za veća rastojanja. Takođe, ukoliko je potrebno da se teleprinter poveže na radio-stanicu, to ne može da se uradi direktno, jer radio-stanica ne može da prenosi jednosmernu struju (a takvi su telegrafski impulsi). Za povezivanje je potreban dodatni uređaj koji na predaji jednosmerne impulse teleprintera pretvara u tonske



Slika 9: Šema uobičajene radio-teleprinterske (RTTY) veze

(ovo se zove modulacija), a na prijemu tonske signale u električne impulse (demodulacija). Tako je nastao naziv uređaja: modem (MODulacija-DEModulacija).

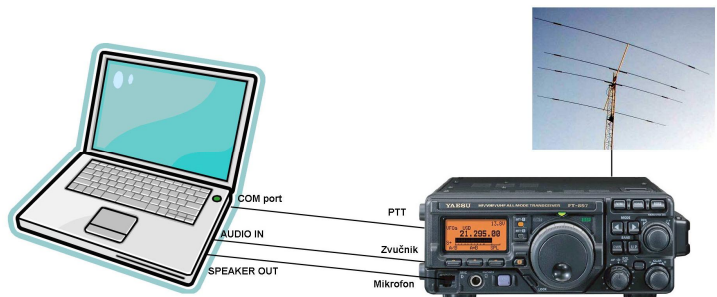
Istu stvar radi i modem u računarima: jednosmerne impulse iz računara (kod ASCII8) pretvara u niz tonova koji se šalju na telefonsku liniju (za Internet), odnosno na radio-stanicu (za digitalne komunikacije radio-amatera, slika 10).



Slika 10: Rad digitalnim modovima pomoću modema

Pojava i masovna primena računara, njihovo usavršavanje i usavršavanje programa za računare, doveli su do velikog interesovanja i širenja digitalnih komunikacija. Razmena poruka preko Interneta spada, takođe, u digitalne komunikacije. Za radio-amatere je interesantno povezivanje računara sa radio-stanicom. Pri tom, računar sa instaliranim odgovarajućim programom obavlja kodovanje i slanje, a vezu obezbeđuje radio-stanica. Na taj način se veza ostvaruje direktno, bez posredovanja telefonskih centrala, servera i bilo kog Internet provajdera.

Posmatrajući ulogu modema, došlo se do toga da modulisanje i demodulisanje može da obavi zvučna kartica, uz odgovarajući program. Zahvaljujući takvim programima, povezivanje računara i radio-stanice je još jednostavnije.



Slika 11: Rad digitalnim modovima preko zvučne kartice

Izlaz iz zvučne kartice (LINE OUT ili SPEAKER OUT) se povezuje na mikrofonski ulaz radio-stanice, a priključak za zvučnik na radio-stanici se povezuje na linijski ulaz u zvučnu karticu (LINE IN). Za kontrolu prelaska radio-stanice na predaju, povezuje se PTT priključak radio-stanice sa serijskim (COM) portom računara (slika 11). Povezivanje se obavlja preko interfejsa, koji prilagođava nivoe i obavlja tzv. galvansko razdvajanje računara i radio-stanice.

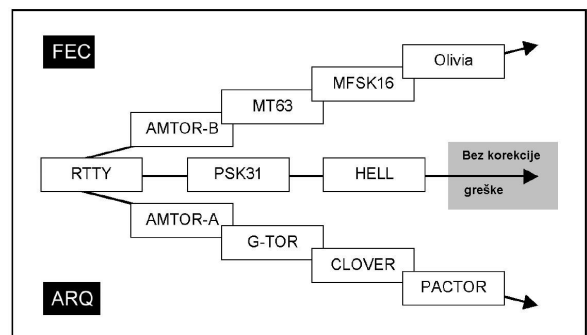
Za ocenu brzine rada telegrafskih uređaja uveden je pojam *brzina telegrafisanja*, koja se meri brojem predatih impulsa u jednoj sekundi. Jedinica je *bod* (po francuskom pronalazaču Bodou) a označava se sa Bd. Brzina 1 Bd je ona u kojoj se za jednu sekundu preda jedan element.

$$V_t = \frac{1}{T_0}$$

V_t – brzina telegrafisanja

T_0 – vreme predaje jednog elementa

Zahvaljujući širenju računarske tehnike, primeni zvučne kartice umesto modema i razvoju programa, oživljeni su neki zaboravljeni modovi (na primer Hellschreiber) i razvijeni novi, moderni. Pravci razvoja nekih modova u radio-amaterskim KT digitalnim komunikacijama, prikazani su na slici 12.



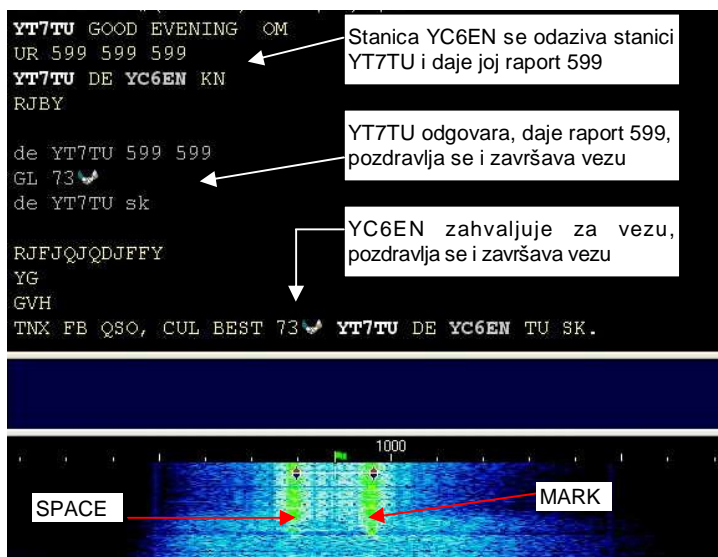
Slika 12: Pravci razvoja digitalnih modova na KT-u

RTTY

Teleprinter se na engleskom kaže teletype (teletypewriter), pa je tako nastala skraćenica TTY. Kada se teleprinter priključi na radio-stanicu, dobija se radio-teleprinter, odnosno RTTY.

Da bi veza između dva radio-teleprintera bila moguća, moraju da rade po istim standardima. To znači da koriste Međunarodni kod broj 2 (često se naziva *Bodo kod*), da imaju istu brzinu i jednako definisane impulse. Pošto se jednosmerni impulsi 1 (ima struje) i 0 (nema struje) pretvaraju u dva tona, onda i oni moraju da budu standardni. Amaterske RTTY veze najčešće se rade brzinom 45.45 Bd (Boda) a koriste se tonovi koji se razlikuju za 170 Hz (pomak, šift). Po američkom standardu to su 2125 Hz (mark) i 2295 Hz (space), a po evropskom 1275 Hz (mark) i 1445 Hz (space). Pošto se koriste SSB uređaji, bitna je samo razlika frekvencija (šift, 170 Hz) jer se podešavanjem radio-stanica postavlja na najbolji prijem.

Vidimo da se tastovanje (telegrafisanje) obavlja pomeranjem frekvencije (za 170 Hz). Odatle naziv FSK (Frequency Shift Keying). U početku se predajna frekvencija pomerala direktnim tastovanjem oscilatora. Ako se na mikrofonski ulaz radio-stanice dovedu dva tona (mark i space) onda je u pitanju AFSK (Audio FSK). U novije vreme, naročito zahvaljujući primeni računara sa zvučnim karticama, češće se primenjuje AFSK.



Slika 13: Primer kratke RTTY DX veze

Stanica iz Indonezije (YC6EN) je pozivala opštim pozivom, RTTY modom. Na vodopadu su označene frekvencije MARK i SPACE, koje se razlikuju za 170 Hz.

Na opšti poziv se odazvala stanica YT7TU (Srbija). YC6EN je čuo poziv i odgovorio. Razmenjuju se samo pozivni znaci i raporti. Pozdravljanje (73) je ujedno znak da je sve ispravno primljeno.

Pri RTTY radu, važno je kako je podešena radio-stanica, koji mod je postavljen. Oba standarda za mark i space tonove (evropski i američki) predviđaju da se radio-stanica postavi da radi LSB. Ukoliko se druga radio-stanica postavi da radi USB, kod nje će tonovi biti obrnuti ("inverzni") u odnosu na radio-stanicu koja radi LSB. Tada treba ili promeniti mod na radio-stanici, ili uključiti opciju "inverzno" u podešavanjima za RTTY.

Moderni računarski programi podrazumevaju da se radio-stanica pri radu digitalnim modovima (pa i RTTY) UVEK postavlja na USB, a u samom programu se pravilno postavljaju mark i space tonovi.

RTTY je moguće raditi i većim brzinama (50, 75, 100, 150, 200 i 300 Bd, a retko brže) i većim pomakom (šiftom) 200 Hz, 425 Hz i 850 Hz.

ASCII

ASCII je skraćenica od *The American National Standard Code for Information Interchange* (američki standardni kod za razmenu informacija). Ovaj kod se koristi u sistemima za obradu informacija, komunikacionim sistemima i pripadajućoj opremi. Osnovna varijanta je tzv. ASCII7, u kojem svaki karakter ima 7 impulsa koji nose informaciju (7 bita). Dodavanjem osmog bita dobija se ASCII8. Osmi bit može da se koristi za proveru parnosti, ali i za proširenje broja karaktera sa 128 (za ASCII7) na 256 (za ASCII8).

Veći broj karaktera u kodu omogućava korišćenje velikih i malih slova, za razliku od RTTY gde su sva slova iste veličine (ili mala ili velika, u zavisnosti od konstrukcije teleprintera).

Kao i kod RTTY koriste se dva tona. Međutim, vrednosti za mark i space tonove zavise od primenjenog standarda (kojih ima mnogo) i željene brzine.

Standardne brzine su 50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 16000, 19200 Bd...

Na kratkim talasima, manja širina propusnog opsega ograničava brzinu, pa je uobičajeno da se radi brzinama do 300 Bd, retko većim. Najviše se vezuje za računare, ali novi modovi i novi programi sa mnogo više mogućnosti, su ga potisnuli pa se retko samostalno primenjuje.

AMTOR

Spada u grupu TOR načina rada (*Teleprinting Over Radio*). Izveden je iz mornaričkog standarda SITOR (Simplex Teletype Over Radio) i nazvan je *Amateur TOR*, odnosno AMTOR.

Greške u prenosu do kojih je dolazilo pri RTTY radu, naročito na kratkim talasima, u uslovima loše čujnosti, fedinga ili jačih smetnji, nisu bile prihvatljive profesionalnim službama. Zbog toga su razvijeni posebni kodovi koji omogućuju korekciju greške nastale u prenosu. AMTOR koristi takve kodove. Postoje dva standarda za AMTOR: Mod B i Mod A.

AMTOR u modu B se zasniva na FEC tehnici (*Forward-Error-Control*). Praktično, svako slovo se emituje dva puta, ali sa malom vremenskom zadržskom. To i način konstruisanja koda, omogućuju pouzdaniji prenos, pa se snaga na predaji može smanjiti.

AMTOR u modu A se zasniva na drugačijoj tehnici – ARQ (*automatic repeat request*). Informacija se šalje u blokovima, a posle svakog bloka na prijemnoj strani se informacija automatski proverava i prihvati, ili se automatski traži ponavljanje neispravno primljenog dela.

Uobičajeno je da se za emitovanje AMTOR-om koristi poseban uređaj, dok prijem preko zvučne kartice omogućuju mnogi programi.

AMTOR je rasprostranjen u SAD, a manje je zastupljen u Evropi.

PSK31

Ovaj mod je osmislio Peter Martinez, G3PLX. Ime moda je skraćenica od *Phase Shift Keying* (tastovanje pomeranjem faze), a brojka 31 označava brzinu od 31.25 Bd. Martinezova ideja je bila da napravi novi mod, jednostavniji za podešavanje i lakši za rukovanje, koji bi zamenio RTTY. Za razliku od RTTY, kod kojega se tastovanje obavlja pomeranjem frekvencije, kod PSK31 je primenjeno tastovanje pomeranjem faze signala, za 180° . Ovo je omogućilo emitovanje veoma uzanog signala. Pošto primenjeno tastovanje faze omogućuje dva različita stanja, ovaj mod je dobio naziv BPSK31 (*Binary Phase Shift Keying*). Podaci se koduju razlikom faze signala a ne apsolutnom fazom, što umanjuje uticaj jonosfere na izobličenja u prenosu. BPSK31 nema primenjene tehnike korekcije grešaka. Međutim, pošto je ovaj mod veoma uzan, filteri na prijemnoj strani su veoma uski što poboljšava odnos signal/šum i povećava osetljivost u prijemu. To omogućava ostvarivanje dalekih veza veoma malim snagama. Teoretski, mod zauzima samo 31.25 Hz širine, međutim, zbog nesavršenosti filtera zauzima 60 Hz širine opsega.

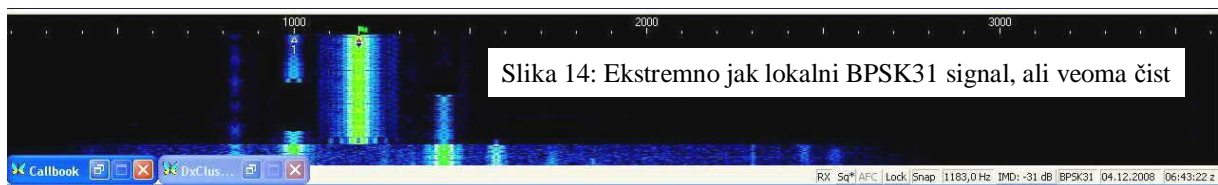
Druga važna karakteristika moda je da radi po neravnomernom kodu, slično Morzeovoj azbuci. Peter Martinez je konstruisao taj kod i nazvao ga "varicode". Kao i Morze, vodio je računa da slovima koja se najviše pojavljuju dodeli kraće zamene i obrnuto. Najkraću zamenu je dobio znak za razmak između reči, jer se on najčešće pojavljuje. Mala slova imaju kraće zamene od velikih, pa se tekst kucan malim slovima brže emituje nego tekst kucan velikim slovima (koja treba koristiti samo u skladu sa pravopisom i za naglašavanje važnog podatka).

Način modulisanja (dva stanja pomeranjem faze za 180°) za posledicu ima da se jedan signal ispravno prima na radio-stanici bez obzira da li je podešena za prijem LSB ili za USB, za razliku od RTTY gde je to važno.

Mada se BPSK31 pokazao otpornijim na smetnje od RTTY, izraženi feding i naročito Doplerov efekat u jonosferi, izazivaju brojne greške i otežavaju prijem. Poboljšanje prijema je postignuto verzijom ovog moda, nazvanom QPSK31. Pomeranje faze je smanjeno na 90° , što daje ukupno četiri stanja faze. Otuda naziv *Quadrature PSK*, skraćeno QPSK. Dodavanje još dva stanja faze signala, omogućilo je uvođenje tzv. konvolucione korekcije grešaka. Međutim, kod QPSK se mora voditi računa da li ste radio-stanicu postavili na LSB ili USB.

PSK31 mod je veoma zastupljen na kratkim talasima. Bez sumnje, ovo je napopularniji digitalni mod.

Kvalitet primanog PSK signala se meri veličinom IMD (*intermodulation distortion*), odnosno produktima intermodulacionih izobličenja. IMD se izražava negativnim brojem, u dB (decibel). Prihvatljiv je IMD koji se kreće između -12dB i -15dB. Korektan je između -15dB i -20dB, a veoma dobar ako je ispod -20dB. Sa pravilno podešenim SSB radio-stanicama uobičajeno je da se IMD kreće oko -25dB i manje (slika 14).

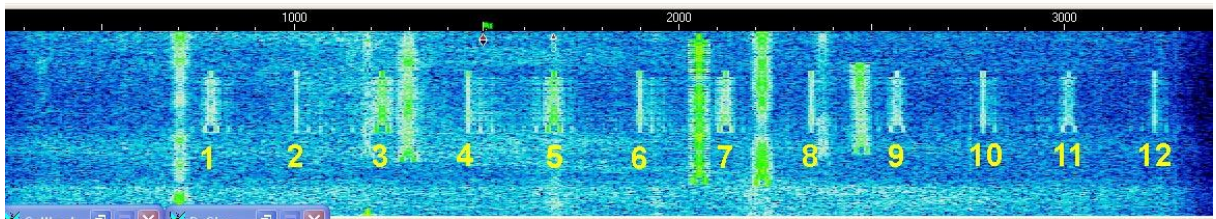


Slika 14: Ekstremno jak lokalni BPSK31 signal, ali veoma čist

Ovde valja posebno naglasiti jednu činjenicu veoma važnu za sve digitalne modove, a posebno za PSK i druge koji koriste fazu za tastovanje. Izuzetno je važno pravilno podešavanje radio-stanice na predaji. **Ni u kom slučaju ne smete dozvoliti da emitujete premodulisani signal!** Premodulisani signal pravi veoma jake smetnje drugima na opsegu i ujedno smanjuje čitljivost emitovanog signala (slike 15 i 16). Tako ćete postići suprotan efekat: umesto da vas druga stanica bolje razume, smanjićete čitljivost vaših signala.



Slika 15: Premodulisani BPSK31 signal stvara smetnje po celom opsegu



Slika 16: Nepravilno podešena radio-stanica "posejala" je smetnje na svakih 200 Hz (od istog osnovnog signala)

Tačna procedura podešavanja zavisi od radio-stanice koju koristite. Osnovno pravilo je da se isključe svi mikrofonski kompresori, dodatna mikrofonska pojačanja, procesori govora i slični uređaji. Radio-stanicu, zatim, podesite da radi punom snagom na SSB-u. Mikrofonsko pojačanje na stanici treba da bude uobičajeno podešeno, za rad bez kompresora. Posle toga, sa zvučne kartice dovedite (najbolje preko odgovarajućeg interfejsa) signal na mikrofonski priključak radio-stanice. Pažljivo podešavajte jačinu zvuka sa zvučne kartice (ako imate interfejs, onda podešavajte potencijetrom na interfejsu) i posmatrajte instrument koji pokazuje ALC. **Smanjujte jačinu zvuka toliko da ALC prestane da radi**, pa smanjite još malo. Ukoliko nemate mogućnosti kontrole ALC-a na stanici, potreban je vatmetar. Smanjujte snagu radio-stanice smanjivanjem zvuka iz zvučne kartice toliko dok ne padne na najviše polovinu pune snage. Još bolje je da smanjite na trećinu ili četvrtinu snage. Praktično to znači da ako emitujete radio-stanicom čija je snaga 100W, za rad digitalnim modovima podesite da radite sa 20-40W, ne više. Ovo je veoma važno da biste postigli što čistiji signal, ali i da sprečite oštećenje izlaznog stepena radio-stanice (nisu predviđene da konstantno emituju punom snagom). Najbolje je da pri podešavanju proveravate i ALC i vatmetar. Snagu nemojte smanjivati kroz menije na radio-stanici, nego smanjivanjem signala sa zvučne kartice.

Postoje razne varijacije BPSK31 moda. Udvajanjem brzine sa 31.25 Bd na 62.5 Bd (a time i povećavanjem širine) dobijen je mod BPSK63, a još jednim udvajanjem dobijen je BPSK125.

Slično je i sa QPSK31. Povećavanjem brzina (a time proporcionalno i širine signala) dobijeni su modovi QPSK63 i QPSK125.

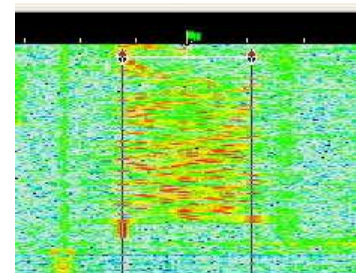
Pored ovih varijanti, u suštini istih modova kao osnovni, uspešno su razvijene i varijante koje se više razlikuju. Takav je, na primer, FSK31 koji je konstruisao Nick Fedoseev (UT2UZ) autor MixW, trenutno najboljeg programa za rad digitalnim modovima. Nino Porcino, IZ8BLY, razvio je mod PSK63F, sa konvolucionom FEC korekcijom greške itd.

Takođe, postoje i modovi BPSK250 (slika 17), ali i BPSK10 (brzine 10 Bd) i BPSK05 (5 boda). Međutim, ovi modovi se u amaterskim komunikacijama retko koriste.



MFSK16

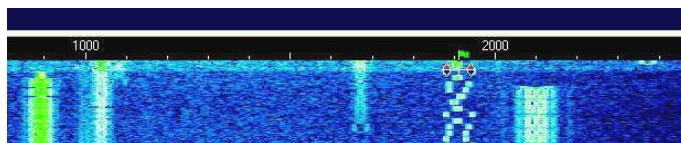
MFSK (*Multi-Frequency Shift Keying*, odnosno tastovanje pomeranjem više frekvencija) radi na sličnom principu kao RTTY, samo umesto dva tona upotrebljava četiri ili više tonova. MFSK16, verziju koja se koristi u radio-amaterskim komunikacijama, razvio je Murray Greenman, ZL1BPU. Koristi 16 tonova, na opsegu zauzima 316 Hz (spada u srednje "široke" modove), a za detekciju i korekciju greške primenjuje FEC sistem. Prosečna efektivna brzina je oko 40 WPM. Za razliku od RTTY, ovaj mod koristi neravnomerni kod (kao Morze ili PSK31), pa brzina zavisi i od otkucanih znakova. Slika 18 prikazuje veoma jak MFSK16 signal.



Slika 18: MFSK16 signal

Ovaj mod je veoma pogodan za DX rad. Omogućuje održavanje dalekih veza malom snagom, čak i u uslovima smetnji i lošeg kvaliteta veze.

Pored opisanog MFSK16, postoje razne varijante MFSK modova. Neki su veoma slični modu MFSK16, dok se drugi znatno razlikuju. Jedan od njih je THROB (slika 19), koji koristi kombinaciju jednog ili dva tona, radi brzinom 1, 2 ili 4 Bd i nema FEC ispravljanje grešaka.



Slika 19: Signal Throb (1 Bd) na oko 1900 Hz

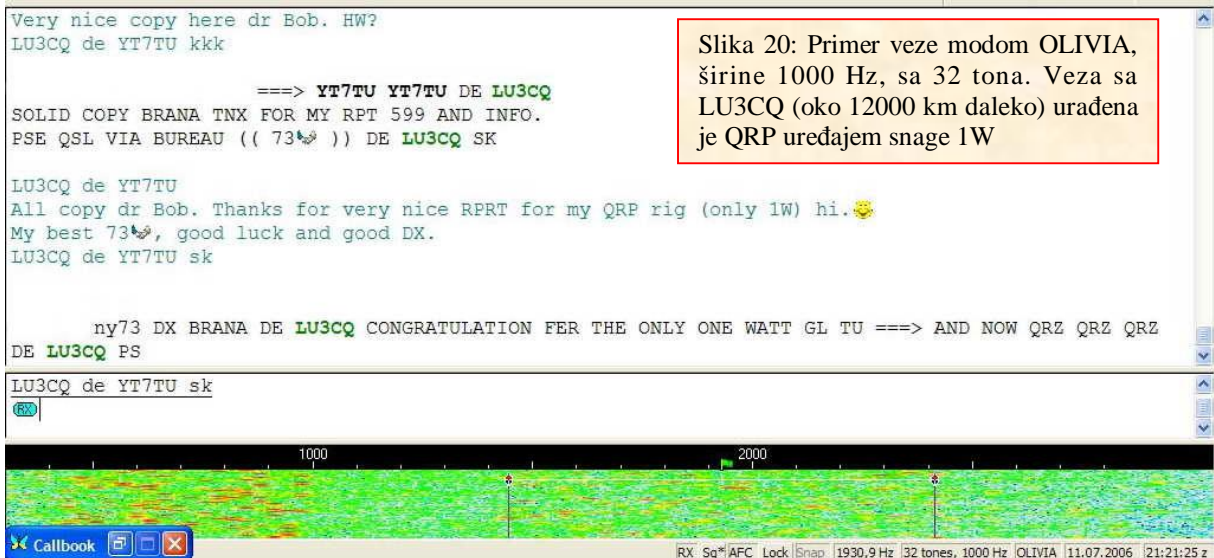
Sa desne strane se vidi BPSK63 signal, a sa leve tri signala BPSK31 (sasvim levo je veoma jak ali kvalitetan, čist signal)

OLIVIA

Oliviju je razvio Pawel Jalocha, SP9VRC, krajem 2003. godine. Spada u porodicu MFSK modova. Veoma je pogodan za održavanje dalekih veza malim snagama i u otežanim uslovima (razne smetnje i šumovi, feding, izobličenja koja nastaju zbog višestrukih skokova u prostiranju...). Olivia emituje nizove ASCII7 karaktera (slova, brojevi i drugi znaci) u blokovima po 5 karaktera. Svaki blok se emituje 2 sekunde. Za prenos se koriste 32 tona, a ovaj mod zauzima 1000 Hz na opsegu.

Velika otpornost na smetnje u prenosu zasniva se na dva nivoa koda. Prvi nivo se odnosi na primenu jedne vrste FEC tehnike, sa ortogonalnim funkcijama i 32 različita tona. Drugi nivo se odnosi na primenu FEC tehnike pri kojoj se svaki ASCII karakter koduje posebnim transformacijama, tzv. *Walsh-Hadamard transformacijama*.

Navedene karakteristike se odnose na osnovnu verziju olivia moda (širina 1000 Hz i upotreba 32 tona, skraćeno se označava kao 1000/32, slika 20). Međutim, postoje i razne izvedene verzije (naročito za primenu na amaterskim opsezima koji nisu široki, a prepuni su signala, kao na primer opseg 40m). Sve češće se koristi olivia sa 16 tonova, čija je širina 500 Hz. Broj tonova i širina moda se mogu podešavati. Broj tonova može biti 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 i 256. Širina moda se može podesiti da bude 125, 250, 500, 1000 i 2000 Hz. Sve ovo može da dovede do zabune, pa se pozivanje obavlja ili sa 1000/32 ili sa 500/16. Posle uspostavljanja veze, može se dogovoriti prelazak na neko drugo podešavanje (slika 21).



Very nice copy here dr Bob. HW?
LU3CQ de YT7TU kkk

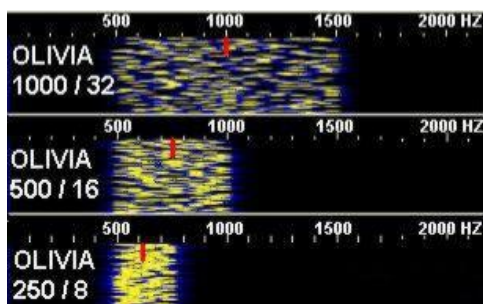
====> YT7TU YT7TU DE LU3CQ
SOLID COPY BRANA TNX FOR MY RPT 599 AND INFO.
PSE QSL VIA BUREAU ((73)) DE LU3CQ SK

LU3CQ de YT7TU
All copy dr Bob. Thanks for very nice RPRT for my QRP rig (only 1W) hi. ☺
My best 73, good luck and good DX.
LU3CQ de YT7TU sk

ny73 DX BRANA DE LU3CQ CONGRATULATION FER THE ONLY ONE WATT GL TU ====> AND NOW QRZ QRZ QRZ
DE LU3CQ PS

LU3CQ de YT7TU sk

RX Sq AFC Lock Snap 1930,9 Hz 32 tones, 1000 Hz OLIVIA 11.07.2006 21:21:25 z



Slika 21: Prikaz OLIVIA moda, sa raznim podešavanjima.

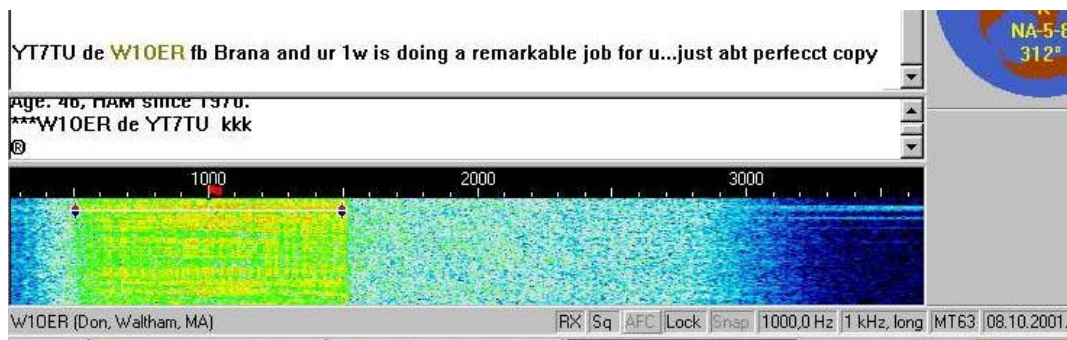
- OLIVIA sa 32 tona, širine 1000 Hz,
- OLIVIA sa 16 tonova, širine 500 Hz,
- OLIVIA sa 8 tonova, širine 250 Hz.

MT63

Ovaj izvanredni mod je razvio Pawel Jalocha, SP9VRC. Karakterističan je po tome što istovremeno koristi 64 tona međusobno pomena za oko 15 Hz (tačnije 15.625 Hz), tako da na opsegu zauzima 1 kHz. Svaki od tih tonova se fazno moduliše pri brzini od 10 Bd. Upotrebljava se sedmoznačni ASCII kod, a primenjen je FEC postupak detekcije i korekcije grešaka u prenosu (sa Walsh-Hadamard transformacijama). Efektivna brzina je 100 WPM.

Mod MT63 je veoma otporan na razne smetnje, omogućuje rad sa veoma malim snagama (slika 22), pa čak i u uslovima veoma loših propagacija, kada veza drugim modovima ne može da se održi. Na prijemniku se čuje kao izraženi šum.

Sa druge strane, osim što zauzima značajan deo opsega (spada u "najšire" modove), zbog načina na koji se koduje informacija, poruka se emituje sa zadržkom od oko 12 sekundi. To znači da mod nije pogodan za rad na prenatrpanim opsezima, niti za DX rad skraćenim vezama.



Slika 22: Veza MT63 modom, između W10ER i YT7TU (radi sa QRP 1W)

Hellschreiber

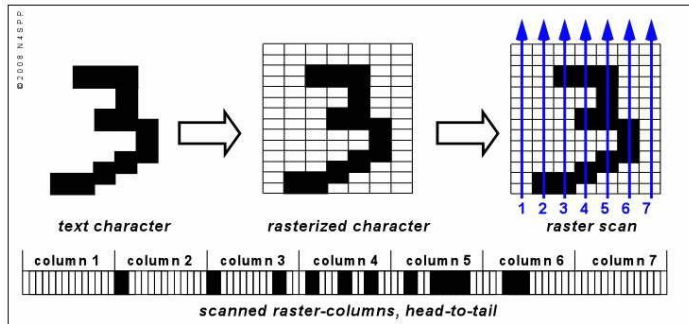
Hellschreiber predstavlja preteču telefaks komunikacije. Pronalazač ovog načina prenosa poruka je Nemač Dr Rudolf Hell, koji je 1929. god. konstruisao mašinu, koja je po njemu dobila ime *Hellschreiber* (schreiber – pisar, Hellov pisar, slika 23). Za uređaj (pa i za ovaj način rada) se koriste i drugi nazivi: Feldhellschreiber, Feld-Hell ili samo Hell.

Posle Prvog svetskog rata radio-veze su bile veoma lošeg kvaliteta (pa čak i žične veze). Teleprinteri su veoma osetljivi na greške u prenosu, pa je Hell posle višegodišnjeg istraživanja predložio prenos pisanih poruka na drugi način. Umesto da se za svako slovo šalje kodna kombinacija koja predstavlja to slovo, šalje se slika slova, ali na poseban način.

Ideja je da se slova poruke raščlane na tačkice (slično kao kod matričnih štampača) i da se te tačkice pošalju prijemnoj strani. Hellschreiber je delio svako slovo poruke na 7 kolona, svaka po 12 tačkica (piksela) i slao ih jednu za drugom. Operator bi otkucao slovo na tastaturi a mašina je slovo raščlanjivala na nizove tačkica koje je emitovala. Crna tačkica (deo slova koji je obojen mastilom) je emitovana kao signal, a bela tačka (deo matrice na kojem nema

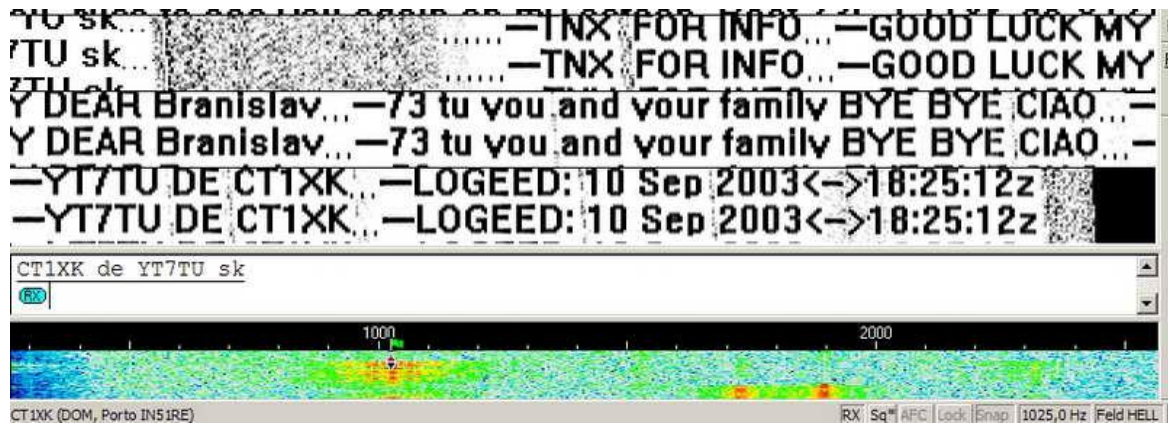


Slika 23: Hellschreiber iz Drugog svetskog rata



Slika 24: Pretvaranje broja 3 u niz tačkica, podjeljenih u 7 kolona, za slanje Hellschreiberom (rasterizacija)

mastila) je predstavljena bez signala, tišinom. Na ovaj način, crtanjem tačkica red po red, formirana su slova (slika 24), koja su ispisivana na papirnu traku širine 15 mm, namotanu u kotur. Ovo veoma podseća na način rada Morzeovom telegrafijom (ima signala – nema signala), pa je Hellschreiber mogao da se priključi umesto Morzeovog tastera. Nije



Slika 25: Hellschreiber veza između CT1XK i YT7TU. Signal je jak (dobar kontrast) a sinhronizacija predajne i prijemne strane je dobra, pa je primljeni tekst horizontalan.

emitovan sinhronizacioni impuls, pa je sinhronizacija zavisila od tačnosti podešavanja brzine elektromotora koji je pokretao mehanizam. Zbog toga se dešavalo da primljeni tekst bude iskošen (slika 26). Da bi se obezbedila bolja čitljivost iskošenog teksta, tekst se istovremeno ispisivao dva puta, jedan iznad drugog. Hellschreiber nije mnogo osjetljiv na smetnje, a pošto je vreme rada na predaji oko 20%, veoma je pogodan za uređaje male snage i za rad iz portabla. Najviše problema u prijemu nastaje zbog višestrukih refleksija, kada se pojavljuju "duhovi" oko slova, što otežava čitanje.



Slika 26: Predajna i prijemna stanica nisu potpuno sinhronizovane, pa je primljeni tekst iskošen, ali čitak

Hellschreiber predstavlja mod koji se nalazi između digitalnih modova (kao što su, na primer, RTTY i PSK31) i analognih modova (kao što su SSTV i HFFAX).

Brzina Hellschreibera je 122.5 Bd, a zauzima 350 Hz na opsegu pa spada u srednje "široke" modove. Efektivna brzina je 25 WPM.

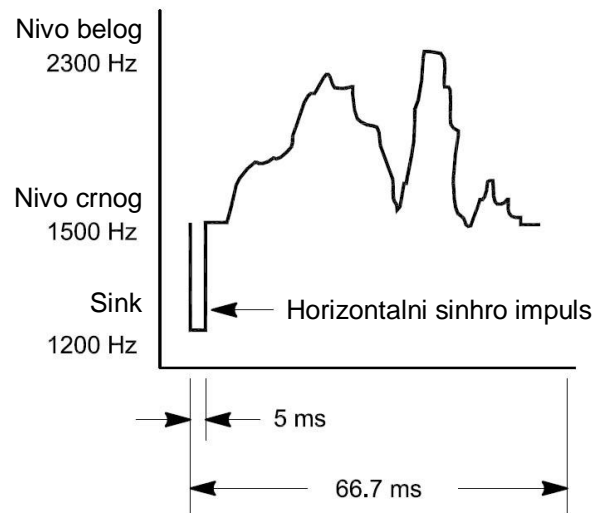
U Drugom svetskom ratu, Nemci su ga koristili u kombinaciji sa Enigmom (poznata mašina za šifrovanje). Posle rata, koristile su ga novinske agencije (i naš TANJUG). Usavršavanjem sistema veza, Hellschreiber je izgubio na značaju. Primena računara i računarskih programa je omogućila simuliranje rada mašine i "oživljavanje" rada ovim modom.

Postoje razne varijante ovog moda, kao što su PSK Hell, FM Hell, Duplo Hell, C/MT Hell, S/MT Hell i Slowfeld.

SSTV

U vreme pojave televizije, radio-amateri su poželeli da preko svojih radio-stanica prenose sliku. Međutim, prenos pokretnih televizijskih slika je zahtevao veoma skupu opremu. Pošto su u pitanju pokretne slike, prenosi se velika količina informacija, za šta je potrebna velika širina propusnog opsega (širina jednog TV kanala je veća od širine amaterskih opsega). Umesto pokretnih slika, kompromisno rešenje je bilo da se za razumno kratko vreme prenese nepokretna slika snimljena kamerom, preko standardnog govornog kanala (radio-stanice za rad fonijom). Da bi to moglo da se uradi, trebalo je sliku raščlaniti na tačke pomoću kojih se slika formira na prijemnoj strani. Ovo podseća na Hellschreiber način rada. Međutim, Hellom se mogu preneti samo dve boje jedne tačke: crna ili bela. To je dovoljno za prenos teksta ili crteža, ali nije dovoljno za prenos slike. Osim toga, na predajnoj strani niz impulsa je formiran samo za slova i brojeve koji su otkucavani tastaturom. Da bi slika mogla da se prenese, razlaže se na linije sastavljene iz niza tačaka, a svaka tačka je mogla da ima više sivih nijansi od crne do bele. Slika se formira ispisivanjem linije za linijom. Kod Hellschreibera se videlo da je primljeni tekst mogao da bude iskošen (jer nije predviđeno slanje signala za sinhronizaciju). Za formiranje slike, krivljenje nije dozvoljeno, pa se posle svake linije šalje sinhronizacioni impuls.

Kod Hella je bilo dovoljno utvrditi samo da li je emitovana tačka crne ili bele boje (ima signala – nema signala). Pošto se za emitovanje slike koristi više sivih nijansi, određeno je da najmanja jačina signala odgovara crnoj boji (nivo crnog), a najveća jačina signala odgovara beloj boji (nivo belog). Sve ostale jačine signala između ove dve, određuju neku od sivih nijansi. Što je nivo niži, to je boja tamnija, a što je nivo viši boja je svetlija. Pošto je sinhronizacioni impuls veoma važan za pravilno formiranje slike, njegov nivo je određen da bude znatno niži od nivoa crnog. Iz svega ovoga se vidi da boja slike direktno zavisi od nivoa signala, odnosno



Slika 27: Izgled SSTV signala

da ovakav prenos slike spada u analogne komunikacije. Jednosmerni signali se ne mogu preneti radio-stanicom, pa je potrebno da se modulišu. Tako je definisano da sinhronizacionom impulsu (ili kraće sink, koji traje 5 ms) bude dodeljen ton od 1200 Hz, nivou crnog 1500 Hz, a nivou belog 2300 Hz. Sivi tonovi se nalaze u opsegu 1500-2300 Hz (slika 27). Ispisivanje jedne linije traje ukupno 66.7 ms, a pošto je prvi standard definisao da slika ima 120 linija, cela slika se ispisivala za 8 sekundi ($120 \times 0.0667 = 8.004$ s).

Pretvaranje slike u linije nazvano je skeniranje. Pošto se slika prenosi preko standardnog audio kanala (mala širina kanala), brzina mora da bude mala. Po tome, ovakav način prenosa slike je nazvan *Slow Scan Television* (SSTV, sporoanalizirajuća televizija).

Pretvaranje slike u linije i električne impulse radilo se TV kamerom, a za "ispisivanje" su korišćene katodne cevi (ekrani) iz starih radarskih uređaja, ili posebno napravljene katodne

cevi. Ispisivanje linija je trajalo dugo (prema prvom standardu 8 sekundi), pa su katodne cevi imale specijalni fosforni premaz koji je dugo svetleo posle ispisivanja linije, čime je omogućeno prikazivanje kompletne slike.

Prvi standard za SSTV je određivao da se slika sastoji iz 120 linija ("normalna" televizija svaku sliku razlaže na 625 linija), slika je bila crno-bela a emitovanje jedne slike je trajalo 8 sekundi. Oprema je bila veoma skupa i teško se nabavljala, pa su godinama samo malobrojni mogli sebi da priušte zadovoljstvo da razmenjuju slike. Masovna primena i popularnost računara su oživeli rad SSTV-om. U današnje vreme, za SSTV prenos se skoro isključivo koriste računari sa veoma kvalitetnim odgovarajućim



Slika 28: GU8FBO u vezi sa DK7OM daje raport 554.

programima, pa je to razlog što se SSTV opisuje na ovom mestu, iako spada u analogne komunikacije. Računari, programi koji koriste zvučnu karticu i veoma jeftine male WEB kamere, omogućuju svakome ko želi da radi SSTV modovima. Međutim, sve češća je loša praksa da se pomoću računara emituju samo unapred pripremljene slike, koje čak nemaju nikakve veze sa operatorom ili stanicom koja emituje. Ova praksa odstupa od početne ideje da se emituje slika uživo.

SSTV je osetljiv na razne smetnje u prenosu, a naročito na smetnje od električnih uređaja i atmosfere smetnje. Na slici 28 se vidi prijem slike sa stanice GU8FBO, koja je u vezi sa DK7OM, modom S1. Na vodopadu se jasno uočava sinhronizacioni impuls (na 1200 Hz). Takođe, na vodopadu se jasno vide granice tonkih signala emitovane slike (na 1500 Hz se emituje nivo crnog, a na 2300 Hz nivo belog). Neposredno ispod same primane slike se vidi tzv. *tuning indicator*. Na njemu se, takođe, vide sinhronizacioni impuls i signal slike. Crvenim crticama su označene frekvencije 1200, 1500 i 2300 Hz. Na vodopadu se vidi i veoma jaka smetnja od električnih uređaja, što se odrazilo na kvalitet primane slike u gornjem delu. Prilikom podešavanja radio-stanice na SSTV signal koji se prima, frekvenciju treba podesiti tako da se sinhronizacioni impuls prima na 1200 Hz. Mala odstupanja od te vrednosti neće iskriviti sliku, nego će slika biti za nijansu tamnija ili svetlija.

Vremenom, razvijani su razni standardi za SSTV. Povećan je broj linija, povećan broj tačaka u liniji, definisano je prenošenje slika u boji, pa u skladu sa tim postoji preko 50 raznih SSTV modova. Sada se najčešće koriste M1 (Martin 1) i S1 (Scottie 1) modovi. Uobičajeno je da se emituju slike dimenzija 320 x 256 tačaka, sa 16 miliona boja. Emitovanje jedne takve slike M1 modom traje nešto kraće od 2 minuta.

Za dobijanje slike u boji, svaka linija se skenira tri puta, po jednom za svaku osnovnu boju: crvenu, zelenu i plavu (Red, Green, Blue, pa otuda skraćenica RGB za takav način dobijanja slike u boji). Osvetljenje za svaku od tih boja se dobija na identičan način kao kod sivih nijansi. Na prijemnoj strani, linije se ispisuju po tri puta (za svaku osnovnu boju po jednom). Slaganjem tri osnovne boje dobijaju se ostale boje. Ispisivanjem linija tako da se sledeća ispisuje malo ispod prethodne, kompletira se slika.

Raport se daje u obliku RSV. Pri tom, R i S imaju uobičajene vrednosti, a za V ("video") se daje broj u rasponu 1-5 (najbolji kvalitet slike je 5, pa je najbolji RSV raport 595). Ipak, ponekad se daje raport u obliku RST (pa je maksimalni raport 599).

Uobičajena praksa je da se pri odgovoru (kada je kvalitet veze visok), u svoju sliku umetne manja slika primljena od sagovornika (slika 29 pod c). Takođe, po završetku veze, česta je pojava da se fonijom kratko prokomentariše kvalitet primljenih slika i razmene pozdravi.



Slika 29: SSTV veza između DJ7NW i YT7TU. Slike su primane redom, tokom veze. Na slici a) se vidi odgovor stanice DJ7NW (operator Dieter iz Dizeldorf) na poziv YT7TU. Na slici b) operator Dieter potvrđuje prijem od YT7TU, a na slici c) je završna slika sa pozdravima. Dieter je u nju umetnuo sliku svoje žene, kao i sliku koju je primio od stanice YT7TU.



Slika 30: Nekoliko SSTV slika primljenih na kratkotalasnim opsezima. a) U japanskom SSTV takmičenju stanica JA0SC daje opšti poziv. b) Veza između JA0SC i LU8MFD. Primljena je slika iz Argentine dok daje raport japanskoj stanici. c) Kružna veza između tri radio-stanice sa Tajvana (BV4QC, BX4AJ i BX4AH). Stanica BX4AH emituje sliku i predlaže da pređu na frekvenciju 21.340 MHz. d) primer kratke veze između YT7TU i HB9FAX. Razmenjeni su samo pozivni znaci, raport i pozdrav u jednoj slici. Čak nije emitovana ni cela slika, nego samo polovina, kako bi se veza ubrzala.

Interesantno je navesti da na Međunarodnoj svemirskoj stanici (*International Space Station*, skraćeno ISS) postoji radio-klub, čiji je pozivni znak NA1SS. Astronauti koji imaju položene klase amaterskih radio-operatora, održavaju radio-veze, a veoma često šalju i slike SSTV modom. Slika 31 prikazuje SSTV sliku primljenu sa ISS 19. oktobra 2008. godine.



Slika 31: SSTV slika primljena sa ISS, 19.10.2008. godine

FAX

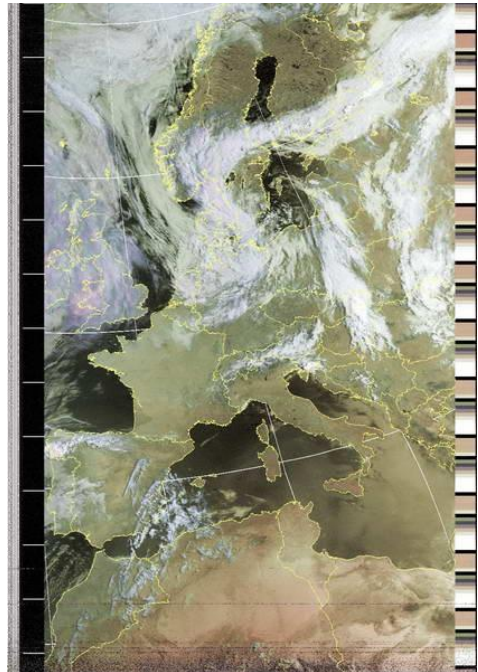
Faksimil (Facsimile, skraćeno Fax) je reč nastala od dve latinske reči: *fac simile*, što znači učiniti sličnim. Sam naziv ukazuje na osnovnu namenu: napraviti vernu kopiju nekog dokumenta. Znači, nije predviđena razmena slika uživo (kao kod SSTV), nego da se dokumenta mogu poslati na daljinu sredstvima veze. Fax je, u osnovi, veoma sličan SSTV modu. Osnovne razlike su proistekle upravo iz različitih namena modova. Pošto je fax predviđen za slanje dokumenata, brzina prenosa nije presudna, pa to omogućuje slanje slika u višoj rezoluciji (uobičajeno je da se fax slika formira od 800 do 1600 skeniranih linija). Veći broj linija zahteva duže vreme za slanje slike, pa se faksom slika šalje 4 do 10 minuta. Druga velika razlika je u tome što treba preneti pisani dokument. To znači da se slika ne prikazuje na katodnoj cevi (ekranu), nego se štampa na papir. Takođe, na predajnoj strani, umesto kamere, za skeniranje slike upotrebljava se posebno prilagođeni uređaj – skener.

Faks se najčešće koristi u raznim profesionalnim službama, a signali se prenose preko telefonske linije. Međutim, faks se mnogo koristi u meteorološkoj službi, naročito za slanje slika Zemlje snimljenih sa meteoroloških satelita, radio-vezom. Na ovim snimcima se vidi oblačnost i drugi podaci neophodni meteorološkoj službi. Slike oblačnosti iznad Zemlje koje vidimo u meteorološkim prognozama na televiziji, dobijene su upravo na takav način. Na slici 32 je prikazana slika visoke rezolucije, primljena sa satelita NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Da bi se slika lakše proučavala, program na računaru pomoću kojega je slika primana, označio je žutom linijom granice država, a belim linijama meridijane i paralele.

Među radio-amaterima je prijem ovih slika prilično popularan, naročito od kada se mogu nabaviti veoma kvalitetni računarski programi, koji bitno pojednostavljaju rad i smanjuju potrebnu opremu.

Digitalna SSTV

Napredak računarskih tehnologija i široka primena računara, doveli su do brojnih promena u SSTV radu, učinivši neuporedivo lakšim kreiranje, kodovanje, dekodovanje i čuvanje slike. Pošto se slika na računaru već čuva u digitalnom obliku, došlo se na ideju da se emituje digitalizovana slika, čime bi se otklonio uticaj smetnji u prenosu.



Slika 32: Slika primljena sa satelita NOAA, 22. jula 2008. godine

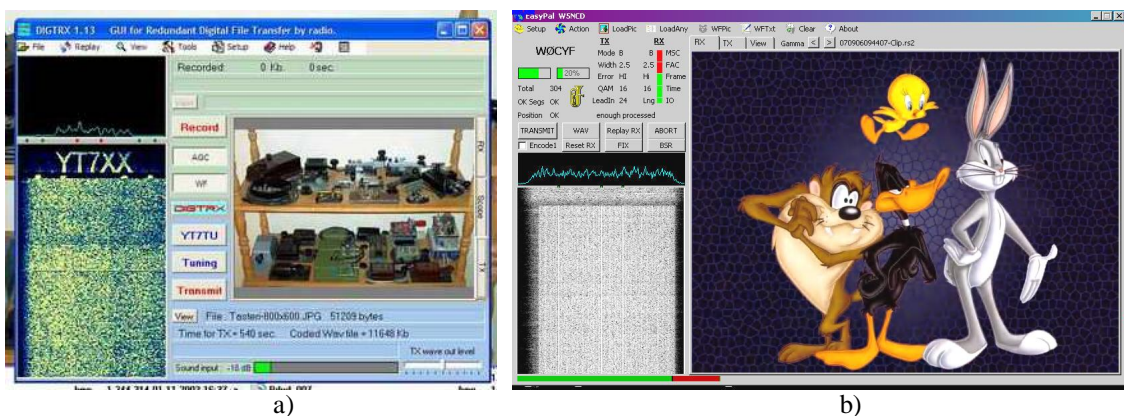
Jedan od prvih programa koji to omogućuje je *DIGTRX*. Roland Zurmely, PY4ZBZ, koji je napisao ovaj program, iskoristio je prvi moderni program za slanje fajlova RDFT (Redundant Digital File Transfer).

Kako to radi? Svaki fajl (pa time i slika) u računaru se čuva zapisan u digitalnom obliku, u ASCII8 formatu. Svakom od 8 bitova u bajtu dodeljuje se po jedan ton, a tih 8 tonova su pravilno raspoređeni unutar standardnog govornog kanala. Snimanjem svih ovih tonova zajedno, dobija se jedan jedinstveni zvučni fajl u standardnom WAV formatu. Reprodukovanjem ovog WAV-a pomoću zvučne kartice spojene na mikrofonski priključak radio-stanice, emituje se kodovana slika. Na prijemnoj strani se WAV po istom principu dekoduje, tako da se dobija polazni fajl. Pošto se za kodovanje koristi 8 frekvencija, a za tastovanje se primenjuje BPSK, na prijemnoj strani filteri u programu mogu da budu veoma uzani, što bitno popravljja karakteristike u prijemu. Ovo je moguće zahvaljujući primeni tzv. DSP tehnike (*Digital Signal Processing*, digitalna obrada signala) u zvučnoj kartici i odgovarajućim programima. Dužina fajla koji se šalje na ovaj način, ograničena je na 64 kb.

Iz opisa se vidi da DIGTRX pre slanja slike obavlja pripremu (kodovanje, tj. formiranje WAV fajla), što usporava slanje slike. Novije verzije programa DIGTRX umesto prvobitnog RDFT sistema podržavaju noviji WinDRM sistem koji je mnogo brži, robusniji i ne zahteva prethodnu pripremu (prekodovanje u WAV). Dužina fajla koji se šalje nije ograničena (ali treba stalno imati na umu da je prenos velikih fajlova po uzanim kanalima veoma spor). *WinDRM* je program koji je napisao HB9TLK, a kao ideja mu je poslužio DRM standard. DRM (*Digital Radio Mondiale*) je zamišljen kao sistem koji omogućava uočljivo poboljšanje kvaliteta difuznih radio-programa, prvenstveno kratkim talasima.

Pored navedenih, postoje mnogi drugi programi (neki omogućuju emitovanje obe vrste SSTV: analogne i digitalne). Na žalost, većina ne omogućuje prijem slike koju emituje neki drugi program. Jedan od trenutno najpopularnijih programa za razmenu digitalnih slika je *EasyPal*.

Radi lakšeg snalaženja, programi koji emituju digitalnu sliku omogućuju tzv. identifikaciju na vodopadu. To znači da se pozivni znak radio-stanice koja emituje digitalnu sliku može videti na vodopadu koji prikazuje primani signal. Pošto se u suštini radi o crtanju slova po vodopadu, moguće je slanje i malih jednobojnih slika niske rezolucije ili kratkih tekstualnih poruka.



Slika 33: Dva programa za prenos digitalnih slika. a) Stara verzija programa DIGTRX. Na vodopadu se vidi pozivni znak sagovornika (YT7XX), kao njegova identifikacija. Slika u boji kolekcije Morze tastera, je slika koja je poslata stanici YT7XX. b) Program EasyPal, jedna od najnovijih verzija.

PAKET RADIO

Paket radio je jedan od oblika digitalnog prenosa podataka koji se koristi za povezivanje računara. Najčešće se koristi u amaterskim radio-komunikacijama za formiranje bežičnih računarskih mreža. Paket radio je ime dobio po karakteru same komunikacije. Svaka poruka koju treba preneti, deli se na predajnoj strani na male delove ("paket"), koji se šalju na određite. Prva paket radio mreža (ALOHANET) je formirana 1970. godine, radi povezivanja Univerziteta na Havajima sa kontinentom. Kanadski radio-amateri su ostvarili prve amaterske radio-veze primenom paket radija (1978. godine), a sredinom 80-tih godina došlo je do značajnog napretka u razvoju i širenju paket radija. Usvojen je AX.25 standard, izveden iz profesionalnog standarda X.25, koji je definisao CCITT. Standard AX.25 je prilagođen prenosu preko radio-stanica, za potrebe radio-amatera i usvojen u okviru OSI (*Open Systems Interconnection*), sa definisanih 7 nivoa.

Standardom AX.25 se definiše organizacija podataka, dok se prenos obavlja u skladu sa standardom Bell 202 (način, frekvencije i brzine rada). Na kratkim talasima se radi brzinom 300 Bd (FSK sa pomakom 200 Hz, slika 35), na VHF-u brzinom 1200 Bd (FSK sa tonovima 1200 Hz i 2200 Hz, slika 36), na UHF-u 2400, 4800 i 9600 Bd, a većim brzinama na SHF opsegu. Za kodovanje se primenjuje sistem NRZI (*non return to zero – inverted*).

FLAG1	ADDR	CONTROL	DATA	FCS	FLAG2
-------	------	---------	------	-----	-------

Slika 34: Struktura jednog rama (frame)

Prenos podataka je organizovan tako što se podaci dele na male delove nazvane *ram* (*okvir*, eng. *frame*, slika 34), koji se numerišu, na osnovu čega se na prijemnoj strani po tom

Slika 35: Paket radio na kratkim talasima. U monitoring modu se vidi razmena podataka između dva čvorišta: RW6AT i I6BNW-1. Pozivni znaci su čitki, a nizovi nečitkih karaktera predstavljaju pakete kojima čvorišta razmenjuju podatke. Pošto se radi na KT-u, brzina je 300 Bd, modulacija je FSK a pomak iznosi 200 Hz.

Ovde se paket radio veza prati na SDR (*softverski definisani radio*) prijemniku Icom PCR-1000.

redosledu spajaju u celinu. Ramovi imaju promenljivu dužinu, ali im je struktura tačno definisana. Na početku i kraju svakog rama se šalje jedan isti niz od 8 bita, koji označava početak (FLAG1) i kraj (FLAG2) svakog rama. Posle FLAG1 se šalje adresno polje (ADDR), koje je promenljive dužine i sadrži pozivne znake radio-stanica u vezi, kao i radio-stanica koje posreduju u toj vezi. Sledeći podatak je polje CONTROL (kontrolno polje). U ovom polju se nalaze podaci o uspešnosti prijema prethodnog paketa, zahtev za povezivanje na željenu stanicu, zahtev za raskidanje veze i slično. Posle toga se šalje niz koji se naziva DATA polje. Promenljive je dužine, a ima najviše 256 bajta od poruke koja se prenosi. Sledi FCS (*frame check sequence*, kontrolni broj). Ovaj podatak je veoma važan, jer se izračunava na predajnoj strani na osnovu bitova u ramu koji se šalje. Na prijemnoj strani se računa na osnovu bitova u primljenom ramu, pa se poredi sa poslatim FCS. Na taj način se proverava ispravnost primljenog rama. Na kraju se šalje FLAG2. Više ramova se pakuje u jedan paket, koji se šalje prijemnoj strani.



Osnovna stanica za paket radio se sastoji iz računara, posebnog uređaja koji se zove TNC (*terminal node controler*) ili modema i radio-stanice. U novije vreme se umesto modema i TNC-a koriste zvučne kartice i odgovarajući program na računaru. TNC uređaj u sebi ima modem, mikroprocesor i memorije sa posebno pisanim programom, tako da omogućuje automatsku paket radio vezu, čak i bez prisustva operatora. Svaka amaterska radio-stanica može da radi brzinom 300 Bd i 1200 Bd, novije mogu da rade i 9600 Bd. Neki proizvođači (kao Kenwood ili Alinco) proizvode amaterske radio-stanice (ručne, mobilne, bazne) sa ugrađenim TNC-om, tako da se one povezuju direktno na serijski port računara.

Osnovu paket radio mreže čine *čvorišta* (nodovi), koja se sastoje iz radio-stanice i TNC-a sa posebno pisanim programom u njegovoj memoriji. Čvorišta posreduju pri prenosu podataka između dve paket-radio stanice. Grupa čvorišta čini mrežu. Čvorišta u mreži međusobno automatski uspostavljaju kontakt, prave listu čvorišta koja čuju a time i moguće puteve za ostvarivanje veze. Prenos poslate poruke se obavlja od predajne stanice preko čvorišta (od jednog do drugog), sve do prijemne stanice i obrnuto (štafetni prenos). Čvorišta između sebe rade velikim brzinama (na pr. 38400 bps, a ona koja su povezana preko Interneta 1-2 Mbps).

Pošto se veza ostvaruje posredovanjem više čvorišta, snaga radio-stanica može da bude mala (mogu se koristiti čak i ručne radio-stanice), jer je potrebno ostvariti vezu samo do najbližeg čvorišta. Uz odgovarajuće podešavanje programa, svaka stanica za paket radio može da se

koristi kao najprostije čvorište. Pošto prosleđuje primljene informacije (slično kao repetitor kod analognih komunikacija), često se naziva *digipiter*.

Ako se na TNC čvorišta povežu računari, uz odgovarajuće programe, dobija se niz usluga koje pruža paket radio mreža. U najinteresantnije spadaju BBS, FTP, DX klaster i povezivanje na Internet.

BBS (*Broadcast Bulletin System*, bilten sistemi, oglasne table) su stanice za čuvanje velikog broja tekstualnih poruka, biltena i programa. BBS uključuje i poštansko sanduče (mail box). Svi BBS-ovi u paket radio mreži automatski međusobno razmenjuju poruke i biltene.

FTP (*File Transfer Protocol*) je protokol za prenos programa i drugih binarnih podataka.

DX klaster je usluga pomoću koje se dobijaju najnovije informacije o radu DX ekspedicija i drugih interesantnih amaterskih radio-stanica. Takođe, moguće je poslati svoj spot na klaster.

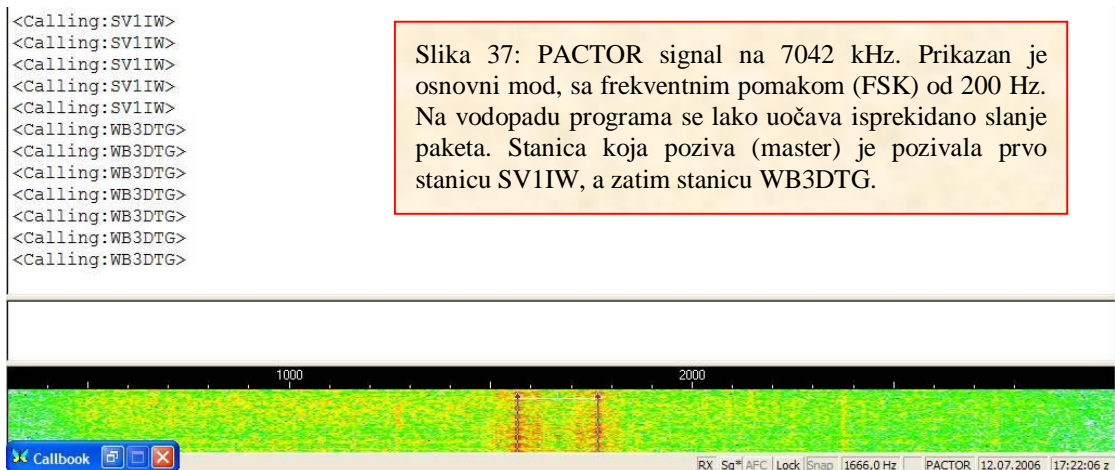
Paket radio može da se koristi na više načina. U monitoring modu se posmatra paket saobraćaj drugih stanica, bez povezivanja sa njima. U tom modu se vide pozivni znaci, određene skraćenice koje šalje program i tekstualne poruke. Paketi koji nastaju tokom prenosa fajlova ili podaci koje između sebe razmenjuju čvorišta se vide, ali nisu čitki (slika 35).

Kada se želi paket radio veza sa nekom stanicom, ona se ostvaruje povezivanjem, konekcijom pomoću posebne komande. Kada se konekcija ostvari, od tog trenutka se vidi samo ono što se šalje sa konektovane paket radio stanice, a drugi saobraćaj se ignoriše.

U našoj zemlji paket radio je bio veoma popularan sredinom i krajem 80-tih godina. Poslednjih godina aktivnost na paket radiju je veoma mala, praktično zanemarljiva.

PACTOR

PACTOR (slika 37) su razvili nemački radio-amateri, specijalno za rad u uslovima kada je na vezi puno šumova i drugih smetnji. Kombinovali su najbolje osobine paket radija i amatora, pa je tako nastao naziv (PACKet radio – amTOR, skraćeno PACTOR). Poruka se deli na manje pakete (čija dužina zavisi od izabrane brzine rada), koji se šalju drugoj stanici. Posle svakog



Slika 37: PACTOR signal na 7042 kHz. Prikazan je osnovni mod, sa frekventnim pomakom (FSK) od 200 Hz. Na vodopadu programa se lako uočava isprekidano slanje paketa. Stanica koja poziva (master) je pozivala prvo stanicu SV1IW, a zatim stanicu WB3DTG.

poslatog paketa, sa prijemne stanice se šalje odgovor: potvrda prijema, ukoliko je paket ispravno primljen, odnosno zahtev za ponavljanje ukoliko je došlo do greške koja se ne može ispraviti. Ciklus traje 1.25 sekundi. Brzina rada iznosi 100 Bd i 200 Bd. Primenjena je dobra detekcija greške (po dva 16-bitna CRC u svakom paketu) kao i tzv. Huffman kodovanje, što omogućava pouzdanu korekciju greške.

Prilikom uspostavljanja veze, stanica koja poziva (naziva se *master*) šalje specijalne sinhronizujuće pakete brzinom 100 Bd. Prijemna strana (*slave*) posle uspešno primljenog sinhronizacionog paketa automatski šalje odgovor. Ukoliko je kvalitet veze dobar, šalje se odgovor koji podiže brzinu na 200 Bd, a u suprotnom se rad nastavlja na 100 Bd. Pri brzini 200 Bd, zauzima 600 Hz na osegu.

Zahvaljajući upotrebi ASCII koda omogućen je i fajl transfer (prenos bilo koje vrste podataka, uključujući i programe).

PACTOR u osnovnoj verziji koristi FSK (tastovanje pomakom frekvencije, kao kod RTTY). Postoji verzija PACTOR II verzija, koja koristi 16PSK modulaciju (robusni PSK sa 16 nivoa). Primenjena su i druga značajna poboljšanja u odnosu na osnovnu verziju, tako da poboljšana verzija omogućuje značajno veće brzine, a pri tom zauzima 500 Hz na opsegu.

Postoji i treća verzija pod nazivom PACTOR III, ali je njegova primena ograničena, sa jedne strane jer je potreban poseban modemski uređaj, a sa druge jer zauzima veoma veliki deo opsega (spada u veoma široke modove, zauzima 2400 Hz). Definisano je 6 nivoa brzina, u zavisnosti od kvaliteta veze. Maksimalna moguća brzina je 5200 bps.

Pored ARQ moda tokom uspostavljene veze, moguće je raditi i u *Listen Modu* (Monitoring), kada je stanica samo na prijemu. Takođe, ukoliko je potrebno slati biltene ili saopštenja na koja se ne očekuje odgovor, umesto ARQ, radi se FEC modom.

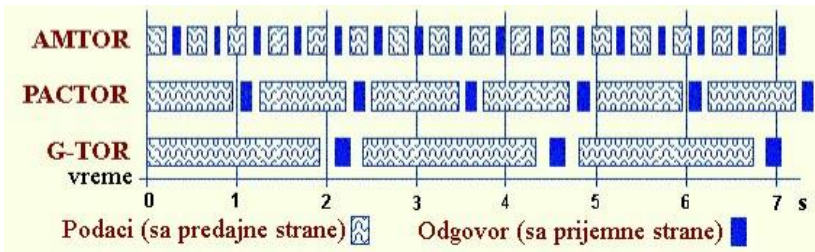
Za rad PACTOR modom potreban je modemski uređaj, čija je cena prihvatljiva (izuzev za PACTOR III, za koji je cena uređaja visoka).

Zastupljen je u USA, Nemačkoj i još nekim zemljama. Jake smetnje od PACTOR stanica često se mogu čuti na opsezima. Naročito su nezgodne na uskim i prenatrpanim amaterskim opsezima, kao što je opseg 40m.

G-TOR

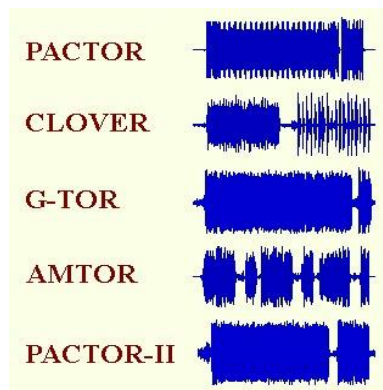
G-TOR (skraćeno od *Goley-TOR*) je pronalazak firme Kantronics. Napravljen je za potrebe amaterskih komunikacija, po uzoru na neke modove definisane vojnim standardima. G-TOR koristi dva standardna FSK tonska signala za prenos (mark i space, kao kod RTTY). Brzina može biti 300, 200 ili 100 Bd, što zavisi od kvaliteta uspostavljene veze. Emitovanje poruke se obavlja u ciklusima dužine 2.4 sekunde (slika 38). Primenjena je tzv. Huffman kompresija (dva tipa), a korekcija grešaka se obavlja na osnovu oba osnovna tipa: FEC (na osnovu veoma kvalitetnog *Golay FEC* kodovanja po čemu je mod dobio naziv) i ARQ (robusna detekcija CRC greške). Ovo i još neke primenjene tehnike omogućile su da G-TOR bude veoma otporan na smetnje, a da pri tom postiže veće brzine od drugih sličnih modova. Ispitivanja u realnim uslovima rada su pokazala da su velike količine podataka (red veličine milion bajtova) prenete bez greške, za tri puta manje vremena nego Pactor modom.

Uobičajeno je da su mark i space pomereni za 200 Hz, mada se može koristiti i standardni pomak od 170 Hz. Za 300 Bd bi, ipak, trebalo koristiti pomak od 300 Hz ili više.



Slika 38: Prikaz ciklusa rada nekih ARQ modova. Blokovi podataka (sa teksturom) se šalju sa predajne strane. Na prijemnoj strani, posle prijema svakog bloka proverava se ispravnost i šalje odgovor (plavi blokovi). Ukoliko je ispravno primljeno, šalje se potvrda prijema, a ako nije, traži se ponavljanje.

Za rad G-TOR modom (kao i za druge koji primenjuju ARQ korekciju greške) potreban je dodatni modemski uređaj, koji proizvodi Kantronics. To je jedan od razloga što se G-TOR retko koristi u amaterskim komunikacijama.



Slika 39: Prikaz talasnih oblika nekih modova koji koriste ARQ. Duži blokovi pripadaju predajnoj strani, a kraći koji slede iza dužih, predstavljaju odgovore sa prijemne strane. Uočljive su razike u obliku signala i dužini blokova podataka. Od prikazanih, jedino se kod moda CLOVER ne vide odgovori prijemne stanice, jer su poslati po drugoj frekvenciji (stanice su radile u dupleksnom načinu rada). Veoma je uočljiva promena modulacije i načina kodovanja kod CLOVER moda, u drugom poslatom paketu, što je posledica promene kvaliteta veze.

CLOVER

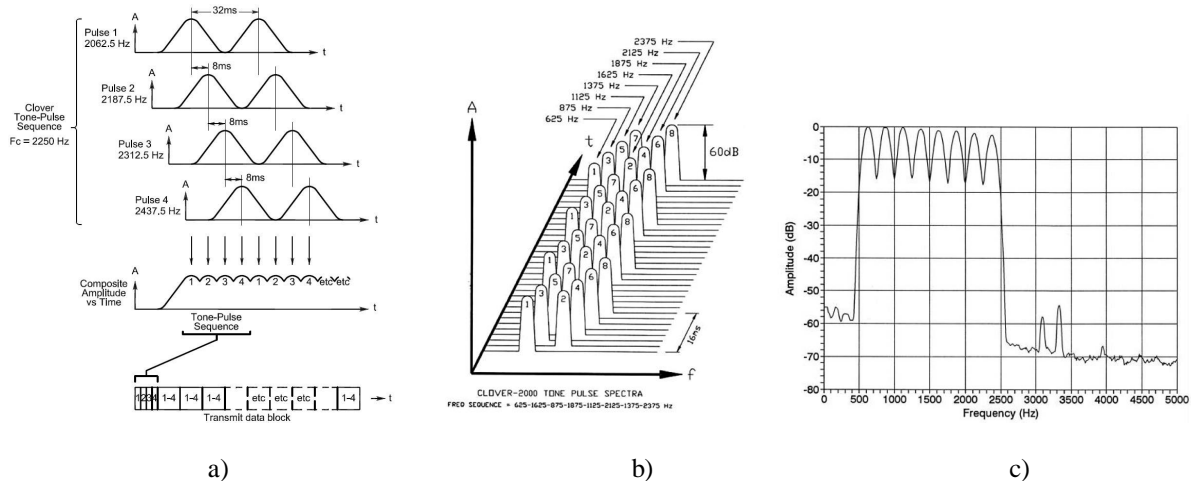
CLOVER je ime za digitalne komunikacije na kratkim talasima u kojima se primenjuje i kombinuje više potpuno različitih tehnika modulacije. Razvijen je sredinom 90-tih godina (u firmi *Hal Communications Corp.*), a i dalje se razvija. Tokom istraživanja razvijeni su CLOVER, CLOVER-II i CLOVER-2000. Za rad ovim modom potreban je specijalni modemski uređaj DSP4100/2K, koji takođe proizvodi Hal Communications.

CLOVER omogućuje razmenu informacija uživo ("chat" rad), kao recimo RTTY modom. Međutim, omogućuje i pravi prenos fajlova, programa, slika, fax dokumenata i slično.

IME	OPIS	Efektivna brzina
16P4A	16 nivoa PSM, 4 nivoa amplitudne modulacije (ASM)	3000 bps
16PSM	16 nivoa modulacije pomeranjem faze (PSM)	2000 bps
8P2A	8 nivoa PSM, 2 nivoa ASM	2000 bps
8PSM	8 nivoa PSM	1500 bps
QPSM	4 nivoa PSM	1000 bps
BPSM	2 nivoa PSM (Binary PSM)	500 bps
2DPSM	2-kanalni diverziti BPSM	250 bps

Slika 40: CLOVER ima primenjene razne modulacione tehnike

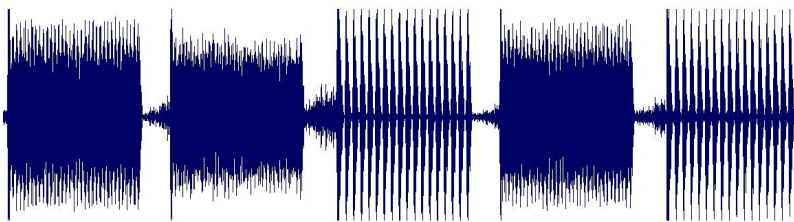
Podržava korekciju grešaka u prenosu FEC tehnikom (veoma snažan Reed-Solomon algoritam) i ARQ tehnikom. Podaci se modulišu promenama faze i amplitude tonских signala, primenom jednog od sedam različitih modulacionih formata (slika 40). Predviđena su četiri nivoa efikasnosti Reed-Solomon algoritma, u zavisnosti od kvaliteta veze. Modulacioni format i efikasnost se mogu birati automatski (uređaji sami podešavaju format i efikasnost, na osnovu kvaliteta veze) ili ručno, po želji operatora. Primenjeno automatsko podešavanje u zavisnosti od kvaliteta veze, posebno konstruisani modemski uređaj i odgovarajući program omogućuju operatoru veoma ugodan i lak rad.



Slika 41: Vremensko-frekventna raspodela impulsa u signalu.

a) CLOVER-II ima 4 tonska signala, b) CLOVER-2000 ima 8 tonskih signala, c) spektar signala CLOVER-2000

CLOVER-II koristi 4 tona međusobno pomena za po 125Hz, pa zauzima ukupno 500Hz na opsegu. CLOVER-2000 koristi 8 različitih tonova po posebnom rasporedu, u rasponu od 500Hz do 2500Hz, sa centralnom frekvencijom 1500Hz (slika 41).



Slika 42: Prikaz CLOVER signala. Ovo je samo jedna od mogućih varijanti, jer CLOVER koristi više različitih modulacionih formata. Vidi se razlika u oblicima paketa. Naročito je uočljiva promena kod paketa 3 i 5, u skladu sa trenutnim kvalitetom veze.

U amaterskoj primeni, CLOVER je još uvek malo zastupljen (delom zbog veoma skupog modemskog uređaja, a delom jer se još uvek razvija).

WSJT

WSJT nije ime jednog moda. To je, u stvari, program za računare namenjen amaterskim radio-komunikacijama prvenstveno na UKT opsezima, pri čemu se koriste tehnike digitalne obrade signala (DSP). Autor programa je Joe Taylor, K1JT. Prva verzija programa je napisana 2001. godine i načinila je značajan pomak u specijalnim amaterskim radio-komunikacijama

refleksijom od Meseca (EME) i refleksijom od meteorskih tragova (MS). Ovakva namena je usloвила da WSJT ima više različitih režima rada (više modova):

- Mod FSK441, dizajniran za rad velikim brzinama refleksijom od meteorskih tragova,
- Mod JT6M, posebno optimiziran za rad na opsegu 6 m (MS i jonosferske refleksije),
- Mod JT65, za EME rad i ekstremno slabe troposferske veze (tri varijante: A, B i C),
- Mod CW, za rad koherentnom (računarski potpuno sinhronizovanom) telegrafijom.

FSK411 je dizajniran 2001. godine specijalno za MS rad (*Meteor scatter*, refleksija od meteora). Pošto su refleksije od meteorskih tragova najčešće veoma kratke (traju delić sekunde do 1-2 sekunde, a nazivaju se "ping"), informacija koja se tada može preneti je kratka. Duže refleksije (koje se ređe javljaju i traju više sekundi, a nekada i po 20-30 sekundi, pa i više), nazivaju se "burstovi". Da bi se što više informacija prenelo za tako kratko vreme, emitovanje mora da bude ubrzano. Takođe, mod mora da bude robustan, što je moguće otporniji na smetnje, kako bi se sačuvalo ono malo prenetih informacija. U modu FSK411 ovi zahtevi su rešeni tako što se primenjuje MFSK tastovanje sa 4 tonska signala, pri brzini 441 Bd. Konstrukcijom primenjenog koda obezbeđeno je samosinhronizovanje, tako da nije potreban poseban sinhronizacioni impuls. FSK411 se najviše koristi na opsezima 2 m i 0.7 m.

JT6M je u WSJT dodat krajem 2002. godine. Namenjen je za održavanje veza refleksijom od meteorskih tragova (MS) i refleksijom od jonosfere, a posebno je optimiziran za rad na opsegu 6 m (50 MHz). I ovde je primenjeno tastovanje više frekvencija (MFSK), ali se koriste 44 frekvencije. Jedna je rezervisana za sinhronizaciju. Svaka od preostalih 43 frekvencija je dodeljena jednom od karaktera primenjenog alfabeta (slova, brojevi i neki znaci interpunkcije). Znači, svaki karakter ima jednu tonsku frekvenciju koja ga predstavlja. Iz ovoga je jasno da se ne mogu koristiti velika i mala slova zajedno. Dopušteni karakteri su 10 cifara, 26 velikih slova međunarodne abecede, znaci interpunkcije . , / # ? \$ i znak za razmak. Efektivna brzina slanja, posle kodovanja, je 14.4 karaktera u sekundi.

JT65 je razvijen krajem 2003. godine i namenjen je za rad sa ekstremno slabim i sporo promenljivim signalima, baš onakvim kakvi su u vezama refleksijom od Meseca (EME, skraćeno od: Earth-Moon-Earth, ili "moonbounce"). To znači da predajna stanica precizno usmeri svoje antene ka Mesecu i emituje svoj signal. On stiže do Meseca i deo pristiglog signala se odbija i vraća ka Zemlji. Prijemna stanica pokušava da "uhvati" tako reflektovani signal. Već iz ovoga je jasno da je slabljenje signala na trasi ogromno, pa je primljeni signal veoma slab. Mod JT65 omogućuje prijem ekstremno slabih signala, koji su ispod nivoa šuma, a dekoduje i signale koji su za 5-10 dB slabiji od signala koji se dekoduju drugim tehnikama rada, čak i kada primani signal ne može da se čuje ljudskim uhom. Ovo je ostvareno tako što JT65 primenjuje tastovanje više frekvencija (MFSK). Koristi se 65 različitih frekvencija pri brzini 2.7 Bd, sa veoma malim pomakom. Ovo zahteva veoma uzane filtere na prijemnoj strani (ostvarene primenom digitalne obrade signala u programu), pa se bitno poboljšava odnos signal/šum, a time i karakteristike u prijemu. Sa druge strane, tačno podešavanje je veoma važno za uspeh. Najniži ton koji se šalje je 1270.5 Hz i on predstavlja sinhronizaciju po vremenu i frekvenciji. Poruka se koduje, primenjuje se tehnika FEC korekcija greške i veoma snažan Reed-Solomon algoritam. Sve ovo omogućuje rekonstrukciju poruke na prijemnoj strani čak i kada nije primljen ni jedan bit u nekom delu poruke.

Postoje tri podvrste JT65 moda: **JT65A** (namenjen za rad na opsegu 50 MHz), **JT65B** (namenjen za rad na opsezima 144 i 432 MHz) i **JT65C** (namenjen za rad na 1296 MHz). U osnovi su to isti modovi, primenjene su iste tehnike kodovanja. Razlika je u tome što su

tonovi kod JT65A međusobno pomereni za samo 2.7 Hz, kod JT65B za 5.4 Hz a kod JT65C za 10.7 Hz. To znači da JT65A zauzima najuži deo opsega, da mu je prijem osjetljiviji (za 1 dB od JT65B i za 2 dB od JT65C), ali i da zahteva najtačnije podešavanje.

Način rada ovim modovima se razlikuje od rada nekim drugim modom. Emituje se naizmenično, po 1 minut. Znači, jedna radio-stanica emituje u neparnim minutima a druga u parnim minutima. Moguće je raditi i u periodima od po 2, odnosno 2.5 minuta, dok se kod FSK441 i JT6M emituje po 30 sekundi. Izuzetno je važno da vremena na računarima obe stanice budu veoma tačno podešena. To se može uraditi na više načina, a najtačnije je ili pomoću nekog javno dostupnog standarda vremena sa Interneta, ili pomoću GPS uređaja (*Global Positioning System* – uređaj za određivanje tačne pozicije na osnovu satelitskih signala).

Iz opisa se može zaključiti da za održavanje ovakvih veza moraju da budu ispunjeni određeni preduslovi: visoka stabilnost frekvencije radio-stanice, veoma čist emitovani signal (nikako ne sme da bude premodulisan) i veoma tačno vreme na računaru, najbolje podešeno pomoću nekog standarda vremena sa Interneta.

Mada je program namenjen za rad na UKT opsezima, karakteristike moda JT65 omogućuju rad veoma malim snagama, pa se sve češće pojavljuju radio-stanice koje modom JT65A (najuži) uspostavljaju veze na kratkim talasima (slika 43).

The image shows two overlapping windows of the WSJT6 software. The top window is a spectrogram titled 'SpecJT by K1JT' showing a signal at 7036 kHz. The bottom window is the main WSJT6 interface, displaying a list of decoded messages and various control options.

Decoded Messages Table:

FileID	Sync	dB	DT	DF	W	Time (s)	Mon_081125_194400
193800	3	-10	0.1	19	3 *	CQ F8RZ IN95	1 0
193900	6	-7	0.6	16	3 *	F8RZ SP3IY J071	1 0
194000	5	-5	-0.2	27	3 *	SP3IY F8RZ -10	1 0
194100	4	-9	0.6	27	2 *	F8RZ SP3IY R-10	1 0
194200	5	-4	-0.1	27	3 *	SP3IY F8RZ RRR	1 0
194300	4	-10	0.6	27	2 *	TU PHILIPPE73	1 0
194400	5	-4	-0.2	27	3 *	SP3IY F8RZ 73	1 0

Command Line Interface (CLI) Output:

```

WSJT6
=====
WSJT Version 5.9.7.2003 by K1JT
Revision date: 2007-05-04 09:17:52 -0400 (Fri, 04 May 2007)
Run date: Tue Nov 25 19:37:41 2008 UTC
Using PortAudio.

Audio Device Input Channels Output Channels Device Name
-----
0 2 0 Microsoft Sound Mapper - Input
1 0 0 SoundMAX HD Audio
2 0 0 Bluetooth Audio
3 0 2 Microsoft Sound Mapper - Output
4 0 2 SoundMAX HD Audio
5 0 2 Bluetooth Audio

Default Input: 0 Output: 3
Requested Input: 0 Output: 3 for output.
Opening device 0 for input, 3 for output.
Audio streams running normally.
=====
  
```

Control Panel:

- To radio: [] Lookup
- Grid: [] Add
- 2008 Nov 25 19:45:25
- 1.0000 0.9999 JT65A Freeze DF:-190 Rx noise: 1 dB TR Period: 60 s

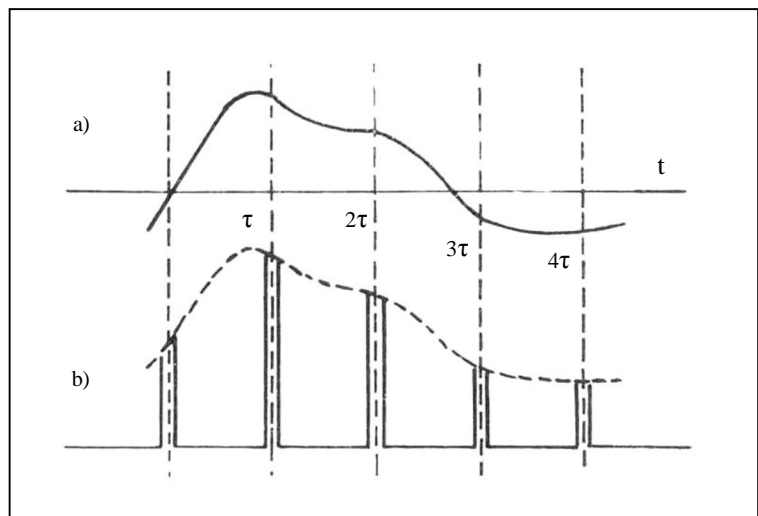
Slika 43: Veza između F8RZ i SP3IY modom JT65A, na 7036 kHz, praćena programom WSJT6. Sa leve strane je glavni prozor. U belom polju se nalazi dekodovani tekst kompletne veze. Izraženi šiljak crvene linije na spektrogramu označava da je postignuta sinhronizacija sa predajnom stanicom. Prozor iznad daje grafički prikaz više jakih signala. Jasno se uočavaju periodi emitovanja od po minut, tokom praćenja veze. Iznad glavnog prozora se vidi komandni prozor, koji korisnicima daje dodatne mogućnosti podešavanja iz komandne linije.

Tehnike operatorskog rada i druge mogućnosti programa izlaze iz okvira ove teme i obrađuju se u okviru teme Specijalne komunikacije.

NEKI NOVI PRAVCI RAZVOJA AMATERSKIH DIGITALNIH KOMUNIKACIJA

Prilikom opisivanja raznih modova, videli smo da se koristi računar sa odgovarajućim programima, povezan na radio-stanicu. Znamo da se svi podaci na računaru čuvaju i obrađuju u digitalnom obliku. Kako, onda, računar prihvata, obrađuje, čuva i šalje analogne podatke kao što su slike ili zvuk? Očigledno je da mora da postoji neki uređaj koji analogni signal pretvara u digitalni (prihvatljiv računaru), odnosno da pretvara digitalni signal u analogni (razumljiv ljudskim čulima). Ti uređaji se nazivaju A/D (*analogno-digitalni*) konvertor, odnosno D/A (*digitalno-analogni*) konvertor. Iz naziva se vidi njihova funkcija.

Kako digitalizovati neki analogni signal? Postoji više metoda, a ovde će biti opisana jedna od prvih. Pogledajmo sliku 44, pod a), na kojoj je prikazan jedan analogni signal. U pravilnim veoma kratkim vremenskim intervalima (na slici označeni sa τ , 2τ , 3τ i 4τ) izmerimo vrednost amplitude analognog signala. Ako u tim istim vremenskim intervalima prikažemo impulse čija je amplituda jednaka izmerenoj kod analognog signala, dobiće se niz impulsnih signala, sličan prikazanom na slici b). Ovaj niz, u određenim uslovima, može verno da predstavlja



Slika 44: Pretvaranje analognog signala u digitalni. a) analogni signal čija se trenutna amplituda meri u pravilnim vremenskim intervalima τ , 2τ , 3τ , 4τ ... b) Niz impulsa u istim intervalima, sa izmerenim trenutnim vrednostima amplitude. Ovo je impulsno-amplitudna modulacija

analogni signal sa slike a). Ovo je prvi korak u pretvaranju analognog signala u digitalni. Naziva se **odmeravanje** (uzorkovanje, semplovanje). Sa slike je očigledno da će analogni signal biti vernije opisan ukoliko su vremenski intervali kraći, odnosno impulsi češći. To znači da je frekvencija tih impulsa (odmeraka, uzoraka, semplova) veća. Ne ulazeći u teorijska dokazivanja, treba navesti da postoji kriterijum kolika treba da bude frekvencija odmeravanja. Prema *Nikvistovom kriterijumu* (H. Nyquist) frekvencija odmeravanja treba da bude dvostruko viša od najviše frekvencije u analognom signalu. Praktično, ukoliko je analogni signal govor koji se prenosi radio-stanicom, najčešće je ograničen na 300-3300 Hz. Prema Nikvistovom kriterijumu, prihvatljiv kvalitet će se dobiti ukoliko se odmeravanje obavi frekvencijom od najmanje 6600 Hz. Kao standard u telefoniji, usvojena je frekvencija odmeravanja 8 kHz. Za muziku ovo nije dovoljno. Pošto se smatra da ljudsko uho može da čuje frekvencije do 20 kHz, usvojena je frekvencija 44.1 kHz (za CD), odnosno 48 kHz.

Sledeći korak u digitalizaciji je **kvantovanje** (diskretizovanje). Pošto se odmeravanjem dobijaju impulsi čije amplitude odgovaraju trenutnim vrednostima amplitude analognog signala, one mogu da imaju bezboj različitih vrednosti. Osnovni zadatak kvantovanja je da odmerene amplitude svede (zaokruži) na unapred definisane vrednosti (slika 45). Na slici je

crvenom bojom prikazan deo analognog signala. Ako se obavi odmeravanje u pravilnim kratkim vremenskim razmacima, jedno za drugim bez pauze, dobiće se niz "slepljenih" impulsa. Pretpostavimo da su definisane vrednosti amplitude 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7V. Ukoliko neki impuls ima amplitudu od, recimo, 2.1V onda će se njegova vrednost zaokružiti na 2V. Ukoliko je stvarna vrednost 5.7V, biće prikazana kao 6V i tako dalje. Znači, umesto beskonačno mnogo vrednosti izmerenog napona, imaćemo samo celobrojne vrednosti 0-7V. Na taj način se dobija niz impulsa prikazan na slici 45 tamno plavom bojom, koji podseća na stepenice. Ukoliko se definisane vrednosti razlikuju za jednake iznose, onda se radi o uniformnom (ravnomernom) kvantovanju. Ukoliko se vrednosti definišu tako da nemaju jednake razlike, onda se radi o neuniformnom kvantovanju. Treći korak u dobijanju digitalnog signala iz analognog je postupak *kodovanja*. Najvažniji (ali ne i jedini) zadatak kodovanja je da digitalnim nizom impulsa predstavi diskretne vrednosti signala (odmerene i kvantovane). Zvuči komplikovano, ali nije. Očitavajući vrednosti kvantovanog signala sa slike 45 (plava stepenasta linija), dobija se sledeći niz brojeva, koji predstavljaju amplitude:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 7, 6, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 0...

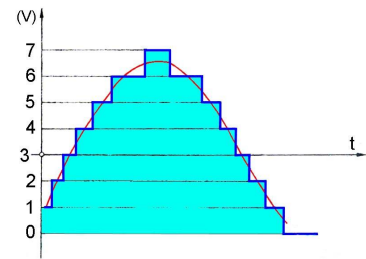
Ako se ove vrednosti zamene binarnim brojevima (prema tablici sa slike 46), dobija se niz:

001 010 011 100 101 110 110 111 110 110 101 100 011 010 001 000 000...

Sa slike 45 je sasvim očigledno da je bitno koliko će naponskih nivoa biti definisano za merenje amplitude. Što se više različitih nivoa definiše, biće manja razlika među njima ("stepenice" će biti manje izražene), pa će analogni signal biti bolje predstavljen. Ako se definiše 8 nivoa (kao u ovom primeru), oni se mogu predstaviti binarnim kodom od 3 bita (slika 46). Ovo nije dovoljno za ozbiljnu primenu, pa se uzima više nivoa (a time i više bita). Sa 8 bita se može definisati 256 različitih nivoa, što je prihvatljivo za kvantovanje govora. Setimo se da je u telefoniji standardna frekvencija odabiranja od 8 kHz. Po tome, kanal veze za prenos digitalnog govora treba da omogući brzinu od 64 kbs (8 kHz x 8 bita = 64 kbs). Važno je naglasiti još nešto u vezi broja bita. Veći broj bita omogućuje definisanje većeg broja nivoa, a time i veću dinamiku (odnos između najvišeg i najnižeg nivoa) i smanjuje šum u konačnom signalu, poznat kao *kvantizacioni šum*. Sa 8 bita se postiže oko 46 dB odnosa signal/šum (a smatra se da 40 dB daje dobar komunikacioni kvalitet).

Dakle, postupcima odmeravanja, kvantovanja i kodovanja dobijen je digitalni signal koji potpuno odgovara analognom. U primeru je pokazan najjednostavniji i znatno uprošćen način analogno-digitalne konverzije.

Obrnuto, kada se iz binarnog niza određenim postupcima dobija analogni signal, to je D/A konverzija (digitalno-analogni konverzija).



Slika 45: Uniformno kvantovanje

BROJ	BINARNI BROJ
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Slika 46: Tablica binarnih brojeva

Najočigledniji primer A/D i D/A konvertora je zvučna kartica u računaru. Ona analogni mikrofonski signal pretvara u digitalni niz koji računar dalje obrađuje. Obrnuto, digitalni niz iz računara pretvara u analogni i šalje ga na priključene zvučnike.

Zašto je važno objašnjenje o A/D i D/A konverzijama u okviru ove teme? Prosto zbog toga što se nova interesovanja u razvoju digitalnih modova najviše odnose na prenos digitalizovanog govora, bilo preko radio-stanica, bilo povezivanjem radio-stanica na Internet. Na žalost, ti različiti sistemi za prenos digitalizovanog govora najčešće nisu međusobno kompatibilni.

DV (Digital Voice) i DD (Digital Data)

U poslednjih nekoliko godina, došlo je do naglog širenja digitalnih komunikacija, a sa tim i interesovanja za prenos digitalizovanog govora (DV). Kada se govor jednom digitalizuje, taj digitalni niz se ni po čemu ne razlikuje od digitalnog niza nekog drugog podatka, pa se razvijaju sistemi koji uporedo mogu da prenose digitalizovani govor (DV) i podatke (DD). Razvijaju se razni sistemi, od kojih neki ne zahtevaju dodatne uređaje, već se oslanjaju isključivo na posebno pisane programe. Drugi sistemi pored programa zahtevaju i dodatne uređaje (A/D i D/A konvertore, koji se obično nazivaju vokoderima od *Voice Coder*). Danas postoje integrisana kola specijalno razvijena za vokodere, tako da se oni lako mogu napraviti. Treći sistemi se u potpunosti oslanjaju na novu generaciju radio-stanica koje su fabrički osposobljene za DV, pa im nisu potrebni nikakvi dodaci (na pr. Icom serija uređaja D-Star).

Sistemi koji se u potpunosti oslanjaju na računarske programe, za osnovu najčešće imaju NATO standard za digitalizaciju govora MELP (*Mixed Excitation Linear Prediction*) ili nešto stariji algoritam CELP (*Code excited linear prediction*). Ovakvi sistemi su amaterima najlakši za realizaciju, ali zahtevaju snažnije računare (što danas nije problem).

DRM (Digital Radio Mondiale) je sistem nastao iz želje da se poboljša kvalitet difuznog radio-prenosa na dugim, srednjih i kratkim talasima, na kojima se standardno emitovalo AM. Predstavljen je 2003. godine, a prihvatili su ga veliki svetski emiteri. Koriste se tri tipa MPEG-4 kodiranja, u zavisnosti od brzine: MPEG-4 AAC+ (za glas i muziku), MPEG-4 CELP (vokoder za prenos samo glasa, dovoljna je mala brzina) i MPEG-4 HVXC koji je parametarski koder za prenos glasa, a može da radi i manjom brzinom od CELP koda.

Difuzni program se može emitovati tako da zauzima jednu od tri širine:

- 4.5 kHz ili 5 kHz (naziva se polukanal, daje nizak kvalitet zvuka, brzina 8-16 kbs)
- 9 kHz ili 10 kHz (standardni difuzni AM kanal, brzina 17-35 kbs)
- 18 kHz ili 20 kHz (prošireni kanal, najbolji kvalitet, brzine 31-72 kbs)

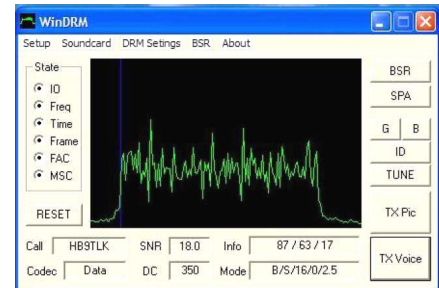
Modulacija je COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) sa velikim brojem tonova (promenljiv, od 88 do 460), svaki od njih sa QAM (može se birati 64-QAM, 16-QAM i 4-QAM).

Zahvaljujući dobrim rezultatima, 2005. godine je definisan DRM Plus standard, za primenu na VHF područjima. Ovako definisani standardi nisu bili direktno primenljivi u amaterskim radio-komunikacijama jer zahtevaju veliku širinu kanala. Zbog toga je napravljen prilagođeni

standard, koji omogućava rad na užim kanalima (2.3 kHz i 2.5 kHz), koji odgovaraju amaterskim uređajima.

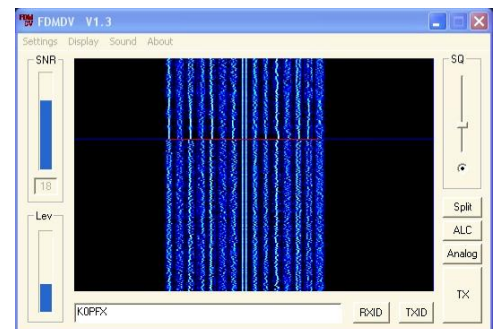
Najpoznatija rešenja su WinDRM i HamDream. **HamDream** je bio osnova za kreiranje drugih amaterskih DRM programa, više se ne razvija i ne podržava. Dovoljan mu je bio kanal širine 2.5 kHz, a u poslednjoj napisanoj verziji programa primenjeno je kodovanje HawkVoice (razni standardi) i SPEEX. Omogućavao je istovremeno slanje slika ili tekstualnih poruka, tokom razgovora. Brzina je varirala i zavisila je od toga da li su u govoru pravljene pauze ili ne (tokom pauza je bila najmanja, a tokom brzog govora bez pauza najveća).

WinDRM (slika 47) je program koji omogućuje prenos digitalizovanog govora i prenos podataka preko KT radio-stanica. U programu se koristi jedna verzija DRM kodiranja (Dream) koja je primerena amaterskim komunikacijama. Primenjena je tehnika COFDM (više istovremenih uskih tonskih signala) sa kvadratnom amplitudnom modulacijom (QAM), slično kao kod "normalnog" DRM moda. Za detekciju i korekciju greške koriste se i FEC i ARQ tehnike. Sve primenjene tehnike daju mod koji je veoma otporan na smetnje. Prilikom prenosa podataka ili slika, delimično je kompatibilan sa drugim sličnim programima (DigiTRX, EasyPal i HamPal), ali ne u svim modovima.



Slika 47: Program WinDRM

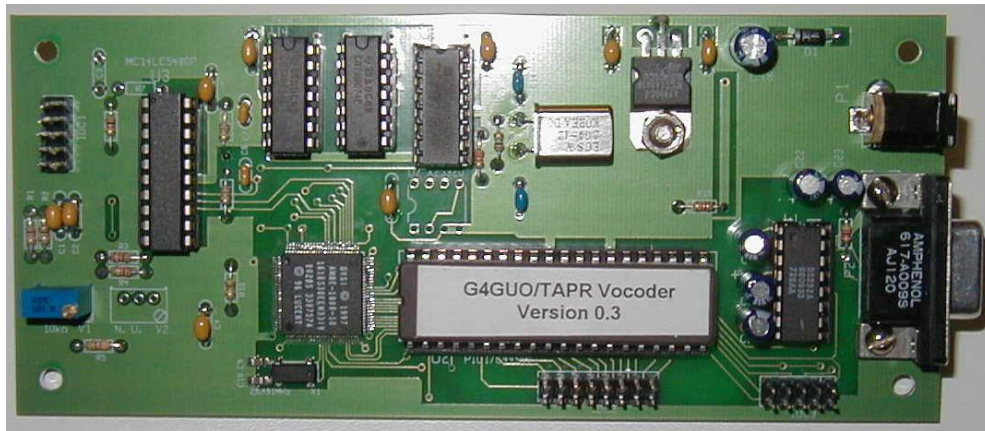
FDMDV (*Frequency Division Multiplex Digital Voice*) je veoma zanimljiv DV mod namenjen radu preko KT radio-stanica. Ostvaren je bez dodatnih uređaja, čisto programski. Koristi 15 različitih tonskih signala, međusobno pomerenih za 75 Hz, pa zauzima 1125 Hz (slika 48). Jedan tonski signal (u sredini) je modulisan BPSK i služi kao indikator pozicije signala na vodopadu, kao i za funkciju automatskog podešavanja na frekvenciju. Preostalih 14 tonskih signala su QPSK modulirani, svaki radi brzinom 50 Bd, a svi zajedno čine digitalno kodovani govor. Nije primenjena FEC korekcija grešaka. Mod je prilično otporan na smetnje, a kvalitet zvuka je na nivou SSB-a. Oznaka moda po ITU je 1K20J2E.



Slika 48: Program FDMDV

G4GUO - engleski radio-amater Čarls, G4GUO (Charles Brain), posle jednog telefonskog razgovora i slučajnog komentara o mogućnostima prenosa digitalizovanog glasa, odlučio je da isproba DV. Morao je da se opredeli o načinu rešavanja dva osnovna problema: izboru vokodera (A/D i D/A konvertora) i izboru modema. Proučavao je dostupne podatke o softverskim i hardverskim rešenjima i mnoge isprobao. Najprihvatljivije softversko rešenje sa MELP algoritmom (2.4 kbs NATO standard) je isprobao i odbacio. Sa jedne strane jer je njegov tadašnji računar (P-133) bio veoma opterećen, a sa druge strane jer vlasnici patenta nisu bili voljni da saraduju. Na kraju, posle isprobavanja raznih hardverskih rešenja, za vokoder je izabrao standard AMBE (*Advanced Multi-Band Excitation*), ostvaren u veoma kvalitetnom integrisanom kolu AMBE-1000, firme Digital Voice Systems, Inc. U vokoderu

je, pored AMBE-1000, upotrebio PIC mikroprocesor i još malo drugih komponenti (slika 49). Na ovaj način je od ulaznog analognog mikrofonskog signala dobio digitalizovani signal i obrnuto: od digitalnog signala je konverzijom dobio analogni signal. Posle pažljivog



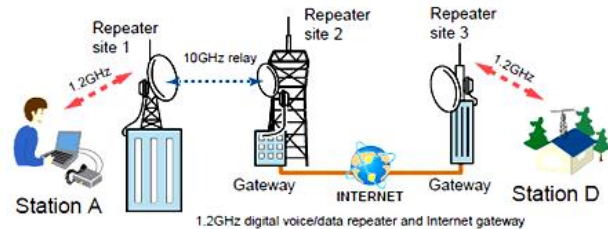
Slika 49: Vokoder G4GUO, jedna od realizacija

razmatranja, za modem je izabrao sistem sa 36 različitih tonova PSK modulisanih, međusobno pomerenih za po 62.5 Hz, tako da zauzimaju opseg od 312.5 Hz do 2500 Hz, što je primereno amaterskim radio-stanicama. U modemskom delu nije primenio tehnike FEC korekcije grešaka, ali se u vokoder integrisanom kolu AMBE-1000 primenjuje Golay i Hamming kodiranje za detekciju i korekciju grešaka (fabrički programirano).

Prvu veoma uspešnu probu je izveo na opsegu 40m, sa Talbotom, G4JNT (Andy Talbot).

D-Star

Uočivši veliko interesovanje za digitalne komunikacije, Savez radio-amatera Japana (JARL) podržan od japanske vlade, započeo je istraživanja o mogućnostima primene ovih tehnologija u amaterskim komunikacijama. Kao rezultat istraživanja, 2001. godine je objavljen standard D-Star (*Digital Smart Technologies for Amateur Radio*). Poznati proizvođač amaterskih radio-stanica Icom je u svoju proizvodnju uvrstio seriju radio-stanica koje rade po ovom standardu, na opsezima 2 m, 70 cm i 23 cm. Radio-stanice mogu da rade u oba režima, kako digitalnom, tako i analognom (radi kompatibilnosti sa starijom generacijom uređaja). U digitalnom režimu, radio-stanice na 2 m i 70 cm omogućuju DV brzinom 2400 bps, sa FEC korekcijom od 1200 bs i DD brzinom 1200 bps. Na opsegu 23 cm, pored DV omogućuje prenos podataka brzinom 128 kbps. Za kodiranje se koristi AMBE, a modulacija je GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) koja se primenjuje u GSM mobilnoj telefoniji.



Slika 50: Princip organizacije D-Star mreže

Veza između ovih radio-stanica (digitalnim modovima) može se održavati u simpleksu i preko digitalnih repetitora koji su međusobno umreženi. Umrežavanje se obavlja bilo pomoću radio-linkova na 10 GHz, bilo preko Interneta (slika 50). Domet u simpleksu je mali, a

osnovna ideja je da se radio-vezom ostvari veza do najbližeg repetitora, a dalje preko Interneta (VoIP). Iz ovoga se vidi da se radio-veza prosleđuje na Internet, pa se na tom delu trase veza ne ostvaruje radio-putem. Mesto prosleđivanja između radio-veze i Interneta se naziva *Gateway* (prolaz). Uređaji kojima se povezuje Internet priključak sa radio-uređajima se obično postavlja uz repetitore, ali mogu se priključiti i na radio-stanicu.

Upadljivo je da ovakav način rada mnogo podseća na mobilnu telefoniju. Radio-stanica (baš kao i mobilni telefon) mora da ostvari domet do najbližeg repetitora (mobilni telefon do bazne stanice), a veza se dalje prosleđuje preko linkova i Interneta. Glavni server za gateway, u ovom trenutku, nalazi se u Teksasu, a njime upravlja grupa radio-amatera K1TIT.

Ovakav pristup amaterskim komunikacijama je izazvao veoma suprotstavljene reakcije. Jedni su oduševljeni kvalitetom veze i mogućnosti održavanja veoma dalekih veza pomoću ručnih radio-stanica. Drugi upućuju ozbiljne kritike iz dva razloga. Jedan je primena komercijalnih, patentom zaštićenih tehnologija (na primer AMBE vokoder, čiji tačan način rada nije dostupan). Druga primedba se odnosi upravo na način održavanja veza, posredstvom Interneta. Pošto se veze ne ostvaruju direktno, održavanje veza zavisi od mnogih drugih faktora (a najviše od stanja na Internet trasi i "tuđe volje"). Takođe, na trasi veze između dve stanice (na primer jedna iz Srbije, a druga sa Novog Zelanda) radio-veza je ubedljivo najkraća trasa (nekoliko kilometara do prvog repetitora). Takav koncept je suprotan osnovnoj ideji amaterskih veza.



Slika 51: IC-92AD

Radio-stanice koje su napravljene da rade po D-Star standardu su veoma kvalitetne i imaju veoma mnogo mogućnosti. Novije ručne radio-stanice (na primer IC-92AD, slika 51) imaju ugrađen i GPS prijemnik i mogućnost automatskog slanja sopstvene pozicije, omogućuju istovremeni rad DV i prenos podataka i imaju niz drugih pogodnosti.

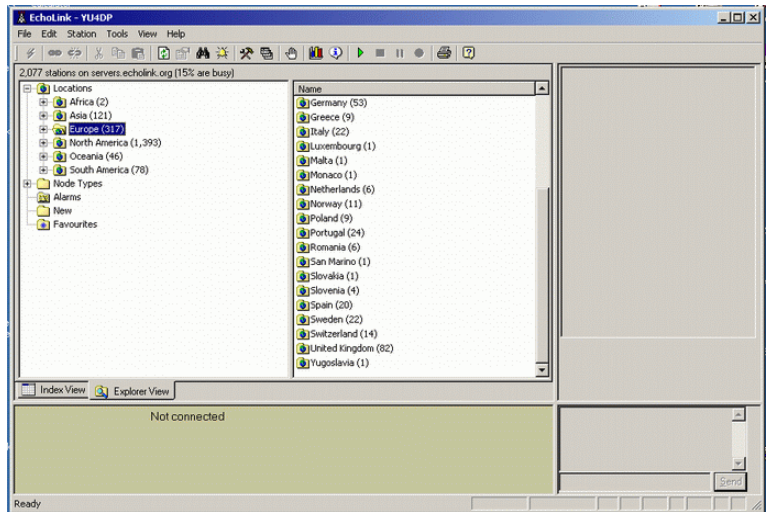
P-25

P-25 (od Project 25, ili APCO-25) je Motorolin standard za DV i DD. Namenjen je prvenstveno za službe spašavanja i pomoć u slučaju nesreća. Veoma je sličan TETRA sistemu, ali nije kompatibilan sa njim. Primenjeni protokoli su javno dostupni. Podržavaju se neki novi standardi za šifrovanje podataka kao DES (56 bita), Triple-DES (112 bita i 168 bita), AES (256 bita) i RC4 (40 bita). Predviđene su dve faze u razvoju. Konceptija (pogodnija za profesionalni rad) i visoka cena dovele su do toga da je ovaj standard manje interesantan radio-amaterima.

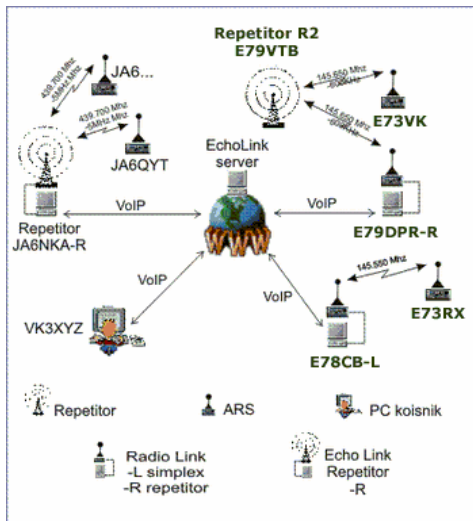
Echolink

EchoLink je računarski program namenjen radio-amaterima, koji omogućuje održavanje govorne komunikacije posredstvom Interneta i VoIP (*Voice over Internet Protocol*) tehnologije. Program je napisao Jonathan Taylor, K1RFD. Ovako dizajniran, program omogućuje ostvarivanje kontakta čak i bez radio-stanica, kao i svaki drugi VoIP program.

Poseban je po tome što su mu mnoge VoIP funkcije prilagođene radio-amaterima. Program je besplatan i lak za rukovanje. Potrebna je registracija (najbolje skeniranjem licence), posle koje se dobija jedinstveni broj za identifikaciju (broj čvorišta, nodu). Na primer, UHF repetitor RU374 (po starim oznakama RU3) u Beogradu ima dodeljen broj 265493. Osnovna namena je da se ovim tehnologijama povežu UKT repetitori u jednu mrežu, kojoj se može pristupiti iz bilo koje tačke bilo radio-stanicom (preko najbližeg umreženog repetitora), bilo računom (povezivanjem na Internet).



Slika 52: EchoLink koji su postavili radio-amateri u Trebinju.



Slika 53: Primer povezivanja čvorišta u EchoLinku

Povezivanje radio-stanice (posle pozivnog znaka dodaje se još -L kao oznaka za link) ili repetitora (-R za repetitor) na Internet, ostvaruje se relativno jednostavnim interfejsom i računom. Veoma često, repetitori se povezuju radio-linkom, tako što se radio-stanica poveže na EchoLink i podesi da radi preko repetitora (slika 53). Na ovaj način se pojednostavljuje povezivanje, jer su repetitori po pravilu teško dostupni.

Pokretanjem programa dobija se spisak svih trenutno aktivnih registrovanih korisnika i čvorišta, sortiranih po zemljama iz kojih rade (slika 52). Povezivanje na željeno čvorište se obavlja slanjem niza DTMF tonova koji odgovaraju dodeljenom broju ili pozivnom znaku. DTMF tonovi su isti kao oni koji se koriste na telefonima sa tonskim biranjem.

EchoLink je veoma raširen među radio-amaterima, tako da postoje povezani repetitori u mnogim zemljama. Da bi se lakše najavilo povezivanje, to se radi automatski posle povezivanja na čvorište, tonskom signalizacijom i sintetizovanim glasom koji na engleskom jeziku izgovara pozivni znak čvorišta na koje se povezuje.

Kao što postoje razni VoIP servisi, tako postoji i više takvih prilagođenih radio-amaterima (na primer IRLP i QsoNET-ov CQ100). Od njih je najinteresantniji CQ100 jer omogućava virtuelno održavanje fonijskih i telegrafskih veza, na virtuelnim amaterskim opsezima. Program je napisan tako da izgleda kao prava radio stanica na kojoj se bira željena frekvencija i uspostavlja kontakt sa prisutnima na toj "frekvenciji" (slika 54).



Slika 54: Izgled QsoNet-ovog programa CQ100