

# AMTOR

Gedrius Misiūnas, LY2CG

Ilgą laiką RTTY, nepaisant visos eilės jo trūkumų, buvo vienintele radijo mėgėjų plačiai naudojama skaitmeninė darbo rūšimi. Siekimas jį patobulinti atvedė į naujos ryšio rūšies – AMTOR atsiradimą.

AMTOR pagrindu tapo radioteleleto sistema, maždaug nuo šeštojo dešimtmečio naudojama jūrų tarnybose ir žinoma TOR (**T**eleprinting **O**ver **R**adio) arba SITOR (**S**implex **T**eleprinting **O**ver **R**adio) vardu. 1976 m. Peter Martinez (G3PLX) šią sistemą adaptavo mėgėjiškam radijui, pavadindamas ją AMTOR (**A**mateur **T**eleprinting **O**ver **R**adio). Jis, panaudojęs procesorių Motorola 6800, sukonstravo ir pirmąjį AMTOR kontrolerį, kurio aprašymas 1979 m. buvo paskelbtas spaudoje. Greitai AMTOR tapo gana populiaria darbo rūšimi: ji buvo naudojama ne tik tarpusavio ryšiams palaikyti, bet atsirado ir „skelbimų lentos“, ir „pašto dėžutės“, ir net vietiniai ryšio tinklai. AMTOR signalai būdavo girdimi keliais kHz žemiau RTTY dažnių, ypač dažnai 14070-14080 kHz juostoje.

Lietuvoje šia darbo rūšimi 1990 m. pradėjo dirbti tuomet Lietuvos Parlamento rūmuose įsikūrusi radijo stotis LY2WR/A. Grupė vilniečių radijo mėgėjų (LY2BAW, LY2BIG, LY2BIL, LY3BF), naudodami MFJ-1278 ir AEA DSP-2232 tipo kontrolerius tuo metu išbandė ne tik AMTOR, bet kitas dvi skaitmenines darbo rūšis – PACKET ir PACTOR.

Kaip ir Bodo RTTY, taip ir AMTOR signalo impulsams nusakyti naudojamos MARK ir SPACE sąvokos, kartais jie žymimi raidėmis „B“ ir „Y“. Čia, kaip ir RTTY, naudojamas 170 Hz FSK, o kodų lentelė taip pat susideda iš dviejų registrų – LTRS ir FIGS.

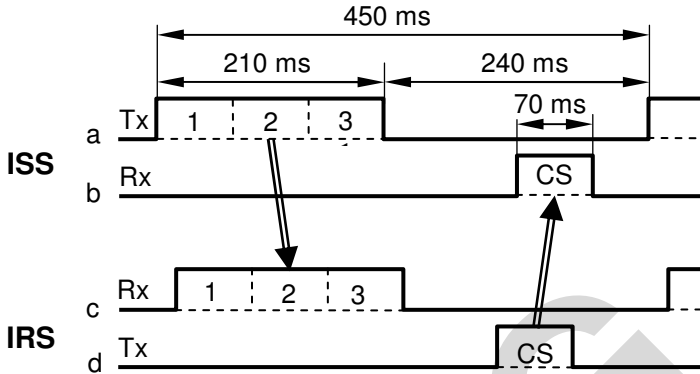
Tačiau yra esminių skirtumų:

1. AMTOR kiekvienas simbolis koduojamas septynių bitų kodu, tuo tarpu RTTY naudojamas penkių bitų kodas. Be to, kiekvieno simbolio kode turi būti keturi vienetai (MARK) ir trys nuliai (SPACE). Tai panaudojama klaidoms pastebėti (1 lentelė). Automatiniam režimui palaikyti naudojamos papildomos komandos (2 lentelė).
2. Telegrafavimo greitis yra 100 bodų. Kiekvieno informacinio impulso trukmė – 10 ms  $\pm 0,003\%$ , kiekvienas simbolis perduodamas per 70 ms. Simboliai perduodami 210 ms trukmės paketais po tris simbolius
3. AMTOR yra sinchroninė sistema. Joje nenaudojami START ir STOP impulsai, bet tam tikrais laiko momentais gali būti perduodami specialūs sinchronizavimo impulsai.

4. Automatiniam režimui vietoj normalaus šaukinio AMTOR dirbanti stotis naudoja taip vadinamą SELCAL, kurį sudaro keturi šaukinio simboliai. Skaitmenys nenaudojami. Rekomenduojama naudoti pirmąjį ir tris paskutinius šaukinio simbolius. Pavyzdžiui, jei stoties šaukinys yra LY1AA, tai jos SELCAL bus LYAA, o jei šaukinys LY1ABC, tai SELCAL imsime LABC. Suprantama, pilnas savo šaukinys korespondentui perduodamas ryšio eigoje.

1 lentelė. Klaviatūra perduodami AMTOR kodai

Kodas	LTRS	FIGS	Kodas	LTRS	FIGS
1110001	A	-	0111010	Q	1
0100111	B	?	1010101	R	4
1011100	C	:	1101001	S	.
1100101	D	#	0010111	T	5
0110101	E	3	0111001	U	7
1101100	F		0011110	V	;
1010110	G		1110010	W	2
1001011	H		0101110	X	/
1011001	I	8	1101010	Y	6
1110100	J		1100011	Z	*
0111100	K	(	0101011	BLANK	BLANK
1010011	L	)	0101101	LTRS	LTRS
1001110	M	.	0110110	FIGS	FIGS
1001101	N	,	0011101	SPACE	SPACE
1000111	O	9	0001111	CR	CR
1011010	P	0	0011011	LF	LF



3 pav. AMTOR siunčiami ir priimami signalai.

## 2 lentelė. AMTOR valdančiųjų signalų kodai.

Kodas	A režimas	B režimas
1010011	Valdymo signalas CS1	
0101011	Valdymo signalas CS2	
1001101	Valdymo signalas CS3	
1100110	Signalas $\beta$	
1111000	Signalas $\alpha$	Fazuojantis signalas FS1
0110011	Kartojimo signalas RQ	Fazuojantis signalas FS2

AMTOR turi tris pagrindinius režimus: A, B, ir L.

**A režimas** (ARQ – Auto ReQuest) – tai dviejų stočių sinchronizuotas pusiaudupleksinis režimas. Bet kuriuo laiko momentu viena stotis yra siunčiančioji (ISS – Information Sending Station), kita priimančioji (IRS – Information Receiving Station). Siunčiančioji stotis perduoda 210 ms trukmės trijų simbolių paketą ir persijungia priėmimui (3 a pav.). Priimančioji stotis IRS siunčia patvirtinimą 70 ms CS1 arba CS2 signalais) ir (3 d pav.) vėl klauso toliau. Siunčiančiosios stoties klausymosi langas – 240 ms, jame 2 x 20 ms skiriama siuntimą pakeisti priėmimu ir atvirksčiai. Po to ji vėl įjungia siųstuvą ir, jei buvo priimtas prieš tai siųstas paketas, siunčia sekanti simbolių trejetą, o jei ne – kartoja tą patį. Tokiu būdu pilnas trijų simbolių perdavimo ciklas (kadras) sudaro 450 ms. Jeigu informacijos mainai eina be klaidų, patvirtinimo signalai CS1 ir CS2 eina pakaitomis, tačiau jei priimančioji stotis eiliniame pakete aptiko klaidą, ji duoda prieš tai buvusį – CS1 ar

CS2, o tai atitinka prašymą paketą kartoti. O jei kartais siunčiančioji stotis nepriėmė patvirtinimo, ji vietoje naujo paketo siunčia tris signalus RQ. Priimančioji stotis turi pakartoti paskutinį siųstą CS1 arba CS2.

Keičiant duomenų perdavimo kryptį – siunčiančiajai stočiai suteikiant priimančiosios statusą, o priimančiajai – siunčiančiosios, galimi du atvejai.

Jeigu priimančioji stotis nori tapti siunčiančiaja, ji vietoje eilinio priimto bloko patvirtinimo signalo CS1 ar CS2 siunčia signalą CS3. Siunčiančioji stotis, gavusi tokį kodą, formuoja ir siunčia bloką OVER:  $\beta$ - $\alpha$ - $\beta$ . Priimančioji stotis priėmusi šį paketą tampa siunčiančiaja ir dabar jau atsako paketu RQ-RQ-RQ. Gavusi iš kitos stoties CS1, CS2 ar RQ (priklausomai, ar ji vedamoji, ar vedančioji – žr. toliau) pradeda siųsti informaciją iš savo siuntimo buferio.

Jei krypties pakeitimas vyksta siunčiančiosios stoties iniciatyva, siunčiami trys simboliai: „FIGS“, „+“ ir „?“ . Jie turi būti paskutiniais perduotame tekste, bet nebūtinai viename pakete. Paskutinis paketas iki trijų gali būti papildytas simboliais  $\beta$ . Priėmusi šią seką priimančioji stotis siunčia CS3 ir tampa siunčiančiaja.

Jei siunčiančioji stotis nori nutraukti ryšį, ji siunčia paketą  $\alpha$ - $\alpha$ - $\alpha$ . Jei ryšį nori nutraukti priimančioji stotis, ji pirma turi pasiųsti komanda CS3 ir tapti siunčiančiaja, o tada paketu  $\alpha$ - $\alpha$ - $\alpha$  nutraukti ryšį. Ryšys gali nutrūkti, jei korespondentai ilgesnį laiko vienas kito nebegirdi arba jei klaidų skaičius viršija tam tikrą nustatytą vertę. Tada vedančioji stotis pradeda bandyti atstatyti ryšį, atstačius jį atstatomas ir priimančiosios bei siunčiančiosios pušį statusai, ir informacijos perdavimas tęsiasi.

Ryšio metu abi pusės, tiek siunčiančioji, tiek priimančioji skaičiuoja klaidas. Kai klaidų skaičius pasiekia tam tikrą nustatytą vertę (dažniausiai 32), turi būti atliekama pakartotinė linijos sinchronizacija. Kadangi AMTOR duomenys perduodami sinchroniniame režime, tai mažiausia abiejų stočių „laikrodžių“ paklaida kaupiasi, ir jai didėjant, priėmimo patikimumas pradeda mažėti.

Linijos sinchronizavimo metu siunčiančioji stotis maždaug 5 sekundes duoda sinchronizacijos paketus, o priimančioji stotis juos registruoja ir bando pasirinkti tokią priėmimo fazę, kad tie paketai būtų priimami be klaidų, patvirtindama priėmimą signalais CS1/CS2, kaip ir teksto paketų atveju. Siunčiančioji stotis, gavusi patvirtinimą, kad sinchronizacijos paketus priimtas, nutraukia jų perdavimą ir tęsia informacijos paketų perdavimą.

Sinchronizacijos paketai būna dviejų tipų. Vienu atveju iš perdavimui skirtu tekstu imamai du simboliai vietoje trijų, o į jų tarpą įstatomas signalo RQ kodas. Pavyzdžiui, duodant CQ sudaromas paketas "C-RQ-Q". Kitu atveju komanda RQ būna trečiuoju kodu pakete, pvz., "C-Q-RQ".

Jeigu siunčiančiosios stoties siuntimo buferis tuščias, palaikydama ryšį ji siunčia „tuščius“ paketus  $\beta$ - $\beta$ .

Ryšys palaikomas tik tarp dviejų radijo stočių. Priklausomai nuo situacijos ryšio pradžioje stotims paskiriami tam tikri statusai. Vedančiosios stoties (MASTER) statusas reikalauja, kad korespondentas, kuriam priskiriamas vedamosios (SLAVE) statusas, sinchronizuotų savo darbą su ja. Tas priskyrimas išlieka iki radijo ryšio pabaigos.

**B režimas** (FEC – Forward Error Correction). Šis režimas labiau pažeidžiamas trukdžių, bet jis naudojamas perduoti pranešimus didesniai radijo stočių skaičiui, o taip pat leidžia dirbti su kita stotimi be sinchronizacijos. Jokios automatizacijos nėra, dirbama kaip ir RTTY, tačiau veikia klaidų aptikimo ir taisymo sistema. Kiekvienas simbolis perduodamas du kartus. Pirmąjį kartą priimtas simbolis padedamas į tam tikrą atminties vietą – buferį, o po to, kai bus priimti ir taip pat padėti keturi kiti simboliai, vėl bus priimamas pirmasis simbolis. Jis palyginamas su esančiu buferyje ir jei sutampa – išvedamas į ekraną, o jei nesutampa – tikrinama, kuris iš jų teisingas pagal „keturių vienetų ir trijų nulių“ taisyklę. Jei ji nepadeda nustatyti teisingojo, brūkšneliu ar kitaip ekrane pažymima klaidinga teksto vieta.

Tad galime skaityti, kad visa informacija perduodama dviem srautais, kuriuose yra viena ir ta pati informacija, tik pasislinkusi keturiais simboliais, paeiliui imant vieną simbolį iš vieno, o sekantį – iš kito srauto. Suprantama, kad sukeitus srautų vietomis informacijos priėmimas taps neįmanomu, todėl tą procesą reikia „sufazuoti“. Tam tarnauja du signalai FS1 ir FS2, kurie ne mažiau 6 kartų perduodami kiekvieno siuntimo pradžioje, o kartais ir perdavimo viduryje. Fazės parinkimas baigiasi komandų CR ir LF perdavimu, po kurių pradedamas perdavinėti informacijos tekstas.

**L režimas** (Listen) – tai režimas, kuriame galima stebėti eteryje dirbančias AMTOR stotis. SITOR sistemoje toks režimas nenumatytas, ten jis paprasčiausiai nereikalingas. Jei kokia nors stotis dirba B (FEC) režimu, tai visa priimta informacija yra gaunama kompiuterio ekrane. Jei girdima stotis dirba A (ARQ) režimu, tai ekrane matomi tik atskiri simboliai. AMTOR atveju L režime galima stebėti ARQ dirbančias stotis: programa pati sinchronizuoja siuntimo priėmimui. Tiesa, klaidų taisymas šiuo atveju neveikia, nors kartais galima pasirinkti – matyti visus paketus, ar tik teisingai priimtus. Kai kurios programos leidžia automatiškai pereiti į A režimą ir bandyti susirišti su išgirsta stotimi, bet reikia elgtis atsargiai: jei tuo metu ši stotis palaikė ryšį su kita stotimi, tai automatiškai įsijungęs siųstuvas, bandydamas susirišti su viena iš jų, sukels joms trukdymus.

**AMTOR radijo ryšys.** Sakykim, stotis LY1ABC, nori duoti bendrą CQ kvietimą. CQ dažniausiai siunčiamas FEC režime:

CQ CQ CQ DE LY1ABC LY1ABC LY1ABC (LABC LABC LABC)  
CQ CQ CQ DE LY1ABC LY1ABC LY1ABC (LABC LABC LABC)  
CQ CQ CQ DE LY1ABC LY1ABC LY1ABC (LABC LABC LABC) k

Stotis, kuri ruošiasi atsakyti šiam kvietimui, savo programos langelyje SELCAL įrašo „LABC“ ir programa pradeda siųsti ARQ režime, kartodama paketų sekas "L-RQ-A", "B-C-RQ". Simbolis RQ paketuose yra požymis, rodantis, jog paketas nėra informacinis. Pirmoje SELCAL dalyje RQ yra paketo viduryje, antroje – paketo pabaigoje. Iš kitos pusės šie paketai yra ir sinchronizacijos paketai. Siuntusi CQ stotis išgirdusi savo SELCAL siunčia signalą CS1, o atsakiusioji stotis gauna vedančiosios statusą ir ryšys užsimezga. Perduodamas savo šaukinys, sveikinimai... Galima drąsiai rinkti tekstą be jokių pakartojimų – nei vienas simbolis niekur nedings. Baigiant eilinį siuntimo seansą perduodama „+?“ ir pradedama priimti. Baigti ryšį turi vedančioji stotis perduodama paketą  $\alpha$ - $\alpha$ - $\alpha$ , gaunamą surinkus klaviatūra ZZZZ, QRT ar kitą komandą, kuri priklauso nuo naudojamo kontrolerio ar programos.

Praktika parodė, kad AMTOR ARQ režime pagal atsparumą trukdžiams trumposiose bangose dažnai lenkia PACKET. Tai susiję su nedideliu paketo ilgiu ir gana siauru signalo spektru (jis neviršija 500 Hz). Informacijos perdavimo greitis esant geroms sąlygoms artimas Bodo RTTY greičiui – 400 simbolių per minutę.

AMTOR naudojamas protokolas stato gana griežtus reikalavimus siuntimo ir priėmimo aparatūrai. Kaip matėme 3 pav., priėmimo patvirtinimui skiriamas 240 ms „langas“. Per tą laiką signalas turi pasiekti priimančiąją stotį, čia turi būti patikrintas, suformuotas patvirtinimo signalas, stotis pervesta į siuntimo režimą, išsiųstas patvirtinimo signalas, kuris tik po kurio laiko pasieks informaciją siunčiančiąją stotį ir t. t. Kiekvienam šiam veiksmui atlikti reikalingas tam tikras laikas. Jei patvirtinimo signalas bus išsiųstas per anksti, kita stotis dar gali būti nepasiruošusi jį priimti, o pavėlavus – ji jau bus įjungta siuntimui. Skaitoma, kad radijo stotis gali dirbti ARQ režime, jei iš siuntimo į priėmimą ir atvirkščiai ji persijungia bent per 20 ms, o šį reikalavimą tenkina ne kiekviena savo darbo ar pramoninė radijo aparatūra. Signalų vėlinimas atsiranda ir jiems plintant erdvėje: kiekvienas tūkstantis kilometrų iššaukia 3 ms vėlavimą. Tad jei korespondentas yra už 10.000 km, tai elektromagnetinėms bangoms nueiti abiem kryptimis reikės 60 ms, o tai jau nemaža priėmimo patvirtinimui skirtojo „lango“ dalis. Daugelis kontrolerių ir programų leidžia keisti laiko tarpą tarp informacinio

paketo priėmimo ir patvirtinimo signalo išsiuntimo taip, kad pastarasis korespondentą pasiektų maždaug per „lango“ vidurį. Artimesniems korespondentams tas laikas parenkamas 40-50 ms, o tolimesniems jį tenka sumažinti iki 10-20 ms.

Akivaizdu, kad FEC, o ypač ARQ režimas yra gana sudėtingi. Sunku įsivaizduoti elektromechaninę sistemą, galinčią realizuoti tokį algoritmą. Devintame ir paskutiniame XX a. dešimtmetyje radijo mėgėjai naudojo tiek savo darbo, tiek ir pramoninius AMTOR ar universalius kontrolierius (TNC), kurių dauguma palaikė šią darbo rūšį. Gana plačiai buvo naudojami AMTOR kontrolieriai su specializuotais DSP procesoriais. Pirmosios programos, leidusios dirbti AMTOR su paprastesniais interfeisais, labiau panaudojant kompiuterio procesoriaus galimybes buvo TERMAN93 (HB9JNX), praeitame skyriuje minėtos programos HamComm (DL5YEC) 1996 m. versija. Atsirado programų naudojančių ir kompiuterio garso modulį: PSATOR (KC7WW), FTV (9H1JS), TRUETTY (UA9OSV), RCKRtty (DL4RCK), SKYSWEEPER (Suomijos kompanija). Kai kurios iš šių programų turi tik FEC galimybes. Viena kita jų veikia ir WINDOWS terpėje.

Bet paskutinio dešimtmečio gale, pradėjus mėgėjiško eterio signalų apdorojimui plačiai taikyti kompiuterių garso modulius DSP, atsiradus eilei naujų skaitmeninių darbo rūšių, AMTOR pradėjo prarasti savo populiarumą, ir šiandien dažnai ši darbo rūšis visai nepelnytai pamirštama.