

2. pielikums Radioamatieru eksaminācijas kārtībai,
kas apstiprināta ar valsts akciju sabiedrības „Elektroniskie sakari” valdes
2023. gada 23. maija lēmumu Nr. 5
(protokols Nr. 11/2023)

CEPT IETEIKUMA T/R 61-02 PĀRBAUDĪJUMA PRASĪBAS UN PROGRAMMA

a) Tehniskais saturs

1. nodaļa

1. **Elektriskā, elektromagnētiskā lauka un radio teorija**
- 1.1. **Elektronvadītspēja:**
 - vadītāji, pusvadītāji un izolatori,
 - strāva, spriegums un pretestība,
 - mērvienības – ampērs, volts un oms,
 - Oma likums $[E = I \cdot R]$,
 - Kirhofa likumi,
 - elektriskā jauda $[P = E \cdot I]$,
 - mērvienība – vats,
 - elektroenerģija $[W = P \cdot t]$,
 - akumulatora, baterijas ietilpība [ampērstunda].
- 1.2. **Elektrības avoti:**
 - sprieguma avots, strāvas avota spriegums $[EMF]$, īsslēguma strāva, iekšējā pretestība un spriegums uz spailēm,
 - sprieguma avotu virknes un paralēlais slēgums.
- 1.3. **Elektriskais lauks:**
 - elektriskā lauka intensitāte,
 - mērvienība – V/m,
 - elektrisko lauku ekranēšana.
- 1.4. **Magnētiskais lauks:**
 - magnētiskais lauks ap vadu zem sprieguma,
 - magnētisko lauku ekranēšana.
- 1.5. **Elektromagnētiskais lauks:**
 - radioviļņi kā elektromagnētisko viļņu veids,
 - izplatības ātrums, tā saistība ar radiofrekvenci un viļņa garumu $[v = f \cdot \lambda]$,
 - polarizācija.
- 1.6. **Sinusoidāli signāli:**
 - grafisks atveidojums laikā,
 - momentānā vērtība, amplitūda $[E_{\max}]$, efektīvā $[RMS]$ vērtība un vidējā vērtība
$$\left[U_{eff} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \right],$$
 - periods un perioda ilgums,
 - radiofrekvences,

- mērvienība Hz (hercs),
- fāzu nobīde.

1.7. Nesinusoidāli signāli:

- skaņas signāli,
- kvadrātiskais vilnis,
- grafisks atveidojums laikā,
- līdzstrāvas elements, pamatvilnis un augstākās harmonikas,
- trokšņi [$P_N = kTB$] (uztvērēja termiskie trokšņi, joslas trokšņi, trokšņu blīvums, trokšņu jauda uztvērēja radiofrekvenču joslā).

1.8. Modulēti signāli:

- nedziestošs vilnis – *continuous wave, CW*,
- amplitūdas modulācija,
- fāzes modulācija, frekvenču modulācija un modulācija ar vienu sāņjoslu,
- radiofrekvenču novirze un modulācijas indekss $\left[m = \frac{\Delta F}{f_{\text{mod}}} \right]$,
- nesējs, sāņjoslas un radiofrekvenču joslas platums,
- *CW, AM, SSB* un *FM* signālu viļņu veids (grafisks atveidojums),
- *CW, AM, SSB* un *FM* signālu spektrs (grafisks atveidojums),
- ciparu koda modulācijas – *FSK, 2-PSK, 4-PSK, QAM*,
- ciparu koda modulācija – ātrums bitos, simbolu ātrums (pārraidīšanas ātrums divnieka sistēmā – bodos) un joslas platums,
- *CRC* un retranslācijas (piemēram, pakešu radiosakari), tieša kļūdu labošana (piemēram, *Amtor FEC*).

1.9. Jauda un enerģija:

- sinusoidālu signālu jauda $\left[P = i^2 \cdot R; P = \frac{u^2}{R}; u = U_{\text{eff}}; i = I_{\text{eff}} \right]$,
- jaudas attiecības, kas atbilst šādām dB vērtībām – 0 dB, 3 dB, 6 dB, 10 dB un 20 dB [pozitīvām un negatīvām],
- virknē slēgtu pastiprinātāju un/vai slāpētāju ieejas/izejas jaudas attiecība dB,
- saskaņošana [maksimālās jaudas pārņemšana],
- sakarība starp jaudu ieejā, izejā un lietderības koeficientu $\left[\eta = \frac{P_{\text{uit}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\% \right]$,
- amplitūdas maksimālās jaudas vērtība – *Peak Envelope Power [p.e.p.]*.

1.10. Ciparu koda digitālo signālu apstrāde (DSP):

- amplitūdas-impulsa modulācija un kvantēšana,
- minimālās amplitūdas-impulsa modulācijas frekvences (Nikvista frekvences),
- sagriešana (kropļojumi/frekvenču apgabals, grafisks attēlojums),
- izlīdzināšanas filtrēšana, rekonstrukcijas filtrēšana,
- *ADC/DAC*.

2. nodaļa

2. Elementi

2.1. Rezistors:

- mērvienība – oms,

- pretestība,
- strāvas/sprieguma raksturlīkne,
- jaudas izkliede.

2.2. **Kondensators:**

- kapacitāte,
- mērvienība – farāds,
- kapacitātes, izmēru un dielektrisko īpašību sakarība (tikai kvalitatīvs raksturojums),
- reaktīvā pretestība $\left[X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \right]$,
- sprieguma un strāvas fāžu attiecība.

2.3. **Spole:**

- pašindukcija,
- mērvienība – henrijs,
- spoles vijumu skaita, diametra, garuma un serdes materiāla ietekme uz tās induktivitāti (tikai kvalitatīvs raksturojums),
- reaktīvā pretestība $[X_L = 2\pi f \cdot L]$,
- sprieguma un strāvas fāžu attiecība,
- Q-faktors.

2.4. **Transformatoru lietojums un izmantošana:**

- ideālais transformators $[P_{prim} = P_{sec}]$,
- sakarība starp vijumu skaita attiecību un:
- spriegumu attiecību $\left[\frac{U_{sec}}{U_{prim}} = \frac{n_{sec}}{n_{prim}} \right]$,
- strāvu attiecību $\left[\frac{i_{sec}}{i_{prim}} = \frac{n_{prim}}{n_{sec}} \right]$,
- pilno pretestību attiecību (tikai kvalitatīvs raksturojums),
- transformatori.

2.5. **Diode:**

- diožu lietojums un izmantošana,
- taisngrieža diode, stabilitrone, LED – [gaismas diode], mainīga sprieguma un kapacitātes diode [varicap],
- pretspriegums un noplūdes strāva.

2.6. **Tranzistors:**

- PNP- un NPN-tranzistors,
- pastiprinājuma koeficients,
- lauka efekta un bipolārie tranzistori (ar stūrēšanas spriegumu vai stūrēšanas strāvu).
- Tranzistors:
 - kopīgs emitters [avots] slēguma shēmā,
 - kopīga bāze [lógiskais elements] slēguma shēmā,
 - kopīga kolektora [noplūdes] slēguma shēmā,
 - iepriekšminēto slēgumu shēmu pilna pretestība.

2.7. **Dažādi:**

- vienkārša termoelektronu ierīce [ventilis]

- lieljaudas ventiļu pakāpju spriegums un pilnā pretestība, pilnās pretestības transformācija,
- vienkāršas integrālās shēmas (tostarp operacionālie pastiprinātāji).

3. nodaļa

3. Shēmas

3.1. Elementu slēgumi:

- pretestību, spoļu, kondensatoru, transformatoru un diožu virknes un paralēlais slēgums,
- strāvas stiprums un spriegums šādās ķēdēs,
- reālu (neideālu) pretestību, kondensatoru un induktoru darbība augstās frekvencēs.

3.2. Filtrs:

- virknes un paralēlās slēguma rezonanses kontūri:
- pilnā pretestība,
- frekvenču parametri,

$$f = \frac{1}{2\pi f \sqrt{LC}}$$

- rezonanses frekvences $\left[Q = \frac{2\pi f \cdot L}{R_s}; Q = \frac{R_p}{2\pi f \cdot L}; Q = \frac{f_{res}}{B} \right]$,
- rezonanses kontūra kvalitātes koeficients
- frekvenču joslas platums,
- frekvenču caurlaides joslas filtrs,
- zemfrekvenču, augstfrekvenču, caurlaides joslas un caurlaides joslas režektora filtri, kuros ir pasīvi elementi,
- frekvenču raksturlīkne,
- *Pi* filtrs un *T* filtrs,
- kvarca kristāls,
- efekti, ko rada reāli (= neideāli) elementi,
- ciparu filtri (sk. 1.10. un 3.8. punktu).

3.3. Barošanas avoti:

- pusviļņa un pilna viļņa taisngrieža shēmas un taisngrieža tiltiņš,
- izlīdzināšanas kontūrs, izlīdzināšanas filtrs,
- zemsprieguma barošanas stabilizācijas filtri,
- impulsu pārveidošanas režīms, izolācija un elektromagnētiskā saderība.

3.4. Pastiprinātājs:

- zemfrekvenču un augstfrekvenču pastiprinātāji,
- pastiprinājums,
- amplitūdas/frekvenču parametri un frekvenču joslas platums (platjoslas un rezonanses pastiprinātāji),
- A, A/B, B un C klases magnetizācija,
- signāla harmoniskie un intermodulācijas kropļojumi, pastiprinātāja pakāpes, kas darbojas pārslodzes režīmā.

3.5. Detektors:

- *AM* detektori (amplitūdas detektori),
- diodes detektors,

- produkta detektori un toņheterodīni,
 - *FM* detektori.
- 3.6. **Oscilators:**
- atgriezeniskā saite (paredzētas un neparedzamas svārstības),
 - faktori, kas ietekmē ģenerēšanai nepieciešamās frekvences un frekvenču stabilitāti,
 - *LC* oscilators,
 - kristāla oscilators, virstoņa oscilators,
 - ar spriegumu vadāms oscilators,
 - fāzes troksnis.
- 3.7. **Fāzes sinhronizācijas shēma [PLL]:**
- regulēšanas kontūrs ar fāzu komparatora slēguma shēmu,
 - radiofrekvenču sintēze ar programmējamu dalīšanas bloku atgriezeniskās saites kontūrā.
- 3.8. **Ciparu signālu apstrāde (DSP sistēmas):**
- *FIR* un *IIR* filtru topoloģija,
 - Furjē rindas transformācija (*DFT*; *FFT*, grafisks attēlojums),
 - tieša ciparu koda sintēze.

4. nodaļa

4. Uztvērēji

4.1. Veidi:

- vienkāršais un dubultsuperheterodīna uztvērējs,
- tiešas pārveidošanas uztvērēji.

4.2. Blokhēmas:

- *CW* uztvērējs [A1A],
- *AM* uztvērējs [A3E],
- *SSB* uztvērējs apspiestos nesējos radiotelefonijai [J3E],
- *FM* uztvērējs [F3E].

4.3. Šādu pakāpju darbība un funkcijas (tikai blokhēmas):

- *HF* pastiprinātājs [ar rezonanses vai fiksētās joslas caurlaidību],
- oscilators [fiksētais un regulējamais],
- frekvenču pārveidotājs,
- starpfrekvenču pastiprinātājs,
- limiters,
- detektori, ietverot produkta detektoru,
- skaņas pastiprinātājs,
- automātiska pastiprinājuma regulēšana,
- S-metrs, signāla intensitātes indikators,
- beztrokšņa noregulēšanas shēma.

4.4. Uztvērēju parametri (vienkāršs raksturojums):

- blakus kanāls,
- selektivitāte,
- jutība, uztvērēja troksnis, trokšņa koeficients,
- stabilitāte,
- spoguļkanāla frekvences,

- jutības zudums/bloķēšanās,
- intermodulācija, šķērsmodulācija,
- savstarpēja sajaukšanās [fāzes troksnis].

5. nodaļa

5. Raidītāji

5.1. Veidi:

- raidītājs ar frekvenču nobīdi vai bez tās.

5.2. Blokhēmas:

- CW raidītājs [A1A],
- SSB raidītājs apspiestais nesējs radiotelefonijai [J3E],
- FM raidītājs ar skaņas signālu, kas modulē ar spriegumu vadāma ģenerators (VCO) fāzes automātiskā frekvenču pieregulēšana (PLL) [F3E].

5.3. Šādu pakāpju darbība un funkcijas (tikai blokhēmas):

- frekvenču pārveidotājs,
- oscilators,
- bufers,
- dzinējs,
- frekvenču pavairotājs,
- jaudas pastiprinātājs,
- izejas noskaņošana,
- izejas filtrs,
- frekvenču modulators,
- SSB modulators,
- fāzes modulators,
- kristāla filtrs.

5.4. Raidītāja parametri (vienkāršs raksturojums):

- frekvenču stabilitāte,
- RF-diapazona platums,
- sāņjoslas,
- skaņas frekvenču diapazons,
- nelinearitāte [harmoniskie un intermodulācijas traucējumi],
- izejas pilnā pretestība,
- izejas jauda,
- lietderības koeficients,
- frekvenču nobīde,
- modulācijas indekss,
- CW atslēgas klikšķi un čirksti,
- SSB pārmodulācija un pārklāšanās (saskaņots),
- parazitiskais RF starojums (saskaņots),
- korpusa starojums,
- fāzes troksnis.

6. nodaļa

6. Antenas un pārraidīšanas līnijas

6.1. Antenu veidi:

- centrālā pusviļņa antena,
- gala pusviļņa antena,
- cilpas simetriskais vibrators,
- ceturtdaļviļņa vertikālā antena ["ground plane" tipa antena],
- antena ar parazītelementiem [jagi],
- apertūras antenas (paraboliskā spoguļa, rupora antena),
- norobežojošā filtra dipola antena.

6.2. Antenas parametri:

- sprieguma un strāvas izplatība,
- pilnā pretestība pieslēgšanas vietā,
- nenoskaņota fidera kapacitatīvā vai induktīvā pretestība,
- polarizācija,
- antenas virziendarbība, lietderības koeficients un pastiprinājums,
- uztveršanas zona,
- izstarotā jauda [e.r.p., e.i.r.p.],
- uz priekšu un uz aizmuguri izstaroto signālu jaudas attiecība,
- horizontālā un vertikālā starojuma principi.

6.3. Pārraidīšanas līnijas:

paralēlo vadu līnija:

- koaksiālais kabelis,
- viļņvads,
- elektriski viendabīgas pārraidīšanas līnijas galīgā pretestība [Z₀],
- ātruma noteikšanas faktors,
- stāvviļņa koeficients,
- zudumi,
- simetrizējošais transformators,
- antenu noskaņošanas elementi (tikai *pi* un *T* konfigurācijas).

7. nodaļa**7. Radioviļņu izplatība:**

- signāla slāpēšana, signāla un trokšņa attiecība,
- tiešās redzamības izplatība (brīva izplatība, apgrieztā kvadrāta likums),
- jonosfēras slāņi,
- kritiskās frekvences,
- saules ietekme uz jonosfēru,
- maksimālās izmantojamās frekvences,
- Zemes radiovilnis un no atmosfēras augšējiem slāņiem atstarotais vilnis, starojuma leņķis un radioklusuma zonas platums (radiosakariem ar atstarošanas jonosfērā),
- daudzstaru izplatība jonosfērā,
- izdzišana,
- troposfēra (kanālu sistēma, izkļiedšanās),
- antenas augstuma ietekme uz uztveršanas attālumu [radiohorizonts],
- temperatūras inversija,
- sporādiska E-refleksija – atstarošanās jonosfērā,
- polārblāzmas radītā izkļiede,

- atmosfēras izkliede,
- atstarojums no Mēness,
- atmosfēras troksnis [attāli negaisi],
- galaktikas troksnis,
- Zemes (termiskais) troksnis,
- izplatības prognozēšanas pamatprincipi (sakaru līnijas enerģētiskais potenciāls),
 - galvenais trokšņa avots, (joslas troksnis un uztvērēja troksnis),
 - signāla un trokšņa minimālā attiecība,
 - uztvertā signāla minimālā jauda,
 - trases zudums,
 - antenas pastiprinājums, pārraidīšanas līnijas zudumi,
 - raidītāja minimālā jauda.

8. nodaļa

8. Mērījumi

8.1. Mērījumu veikšana:

- mērīšana:
 - līdzstrāvas un maiņstrāvas sprieguma un strāvas stipruma mērīšana,
 - mērījumu kļūdas,
 - frekvenču ietekme,
 - viļņa forma ietekme,
 - mērinstrumentu iekšējās pretestības ietekme,
- pretestība,
- līdzstrāvas un radioviļņu jauda [vidējā jauda, amplitūdas maksimālā jauda],
- sprieguma stāvviļņa koeficients,
- radiofrekvences *RF* signāla amplitūdas viļņa forma,
- frekvences,
- rezonanses frekvences.

8.2. Mērinstrumenti:

- mērījumu veikšana, izmantojot:
 - daudzdiapazonu mērinstrumentu (ciparu sistēmas un analogo),
 - radioviļņu jaudas mērītājs,
 - reflektometra tiltiņš (stāvviļņa koeficienta mērītājs – *SWR*-metrs),
 - signālu ģenerators,
 - frekvenču mērītājs,
 - osciloskops,
 - spektra analizators.

9. nodaļa

9. Traucējumi un traucējumizturība

9.1. Elektronisko iekārtu traucējumi:

- bloķēšana,
- vēlamā signāla traucējumi,
- intermodulācija,
- detektēšana skaņas slēgumos.

9.2. **Elektronisko iekārtu traucējumu cēloņi:**

- raidītāja lauka intensitāte,
- raidītāja ārpusjoslas izstarojums [parazītizstarojums, harmonikas],
- nevēlama ietekme uz iekārtu:
 - caur antenas ieeju [antenas spriegums, ieejas selektivitāte],
 - caur citām pieslēgtajām līnijām,
 - ar tiešu starojumu.

9.3. **Traucējumu novēršanas pasākumi:**

- pasākumi traucējošās ietekmes novēršanai vai likvidēšanai:
 - filtrācija,
 - atsaiste,
 - ekranēšana.

10. nodaļa10. **Drošība:**

- cilvēka ķermenis,
- maiņstrāvas barošanas avots,
- augstspriegums,
- zibens.

b) Valstu un starptautiskie darbības noteikumi un procedūras**1. nodaļa**1. **Fonētiskais alfabēts**

| | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| A = <i>Alpha</i> [alfa] | J = <i>Juliett</i> [džuljet] | S = <i>Sierra</i> [sjerra] |
| B = <i>Bravo</i> [bravo] | K = <i>Kilo</i> [kilog] | T = <i>Tango</i> [tango] |
| C = <i>Charlie</i> [čarli] | L = <i>Lima</i> [lima] | U = <i>Uniform</i> [juniform] |
| D = <i>Delta</i> [delta] | M = <i>Mike</i> [maik] | V = <i>Victor</i> [viktor] |
| E = <i>Echo</i> [eho] | N = <i>November</i> | W = <i>Whiskey</i> [viski] |
| F = <i>Foxtrot</i> [fokstrot] | [november] | X = <i>X-ray</i> [iks rei] |
| G = <i>Golf</i> [golf] | O = <i>Oscar</i> [oskars] | Y = <i>Yankee</i> [jenki] |
| H = <i>Hotel</i> [hotel] | P = <i>Papa</i> [papa] | Z = <i>Zulu</i> |
| I = <i>India</i> [india] | Q = <i>Quebec</i> [kvebek] | |
| | R = <i>Romeo</i> [romeo] | |

2. nodaļa2. **Q-kods**

| Kods | Jautājums | Atbilde |
|------|--|------------------------------------|
| QRK | Kā Jūs uztverat manus signālus? | Jūsu signāli ir ... |
| QRM | Vai Jūs kāds traucē? | Mani traucē ... |
| QRN | Vai Jums nav atmosfēras radiotraucējumu? | Man ir atmosfēras radiotraucējumi. |
| QRO | Vai man palielināt raidītāja jaudu? | Palieliniet raidītāja jaudu. |

| | | |
|-----|---|--|
| QRP | Vai man samazināt raidītāja jaudu? | Samaziniet raidītāja jaudu. |
| QRT | Vai man pārtraukt raidīt? | Pārtrauciet raidīt. |
| QRZ | Kas mani izsauc? | Jūs izsauc ... |
| QRV | Vai esat gatavs? | Esmu gatavs. |
| QSB | Vai mani signāli nav dziestoši? | Jūsu signāli ir dziestoši. |
| QSL | Vai varat dot saņemšanas apstiprinājumu? | Apstiprinu saņemšanu. |
| QSO | Vai varat sazināties ar ... tieši? | Es varu tieši sazināties ar ... |
| QSY | Vai man raidīšanai nepāriet uz citu frekvenci? | Raidīšanai parejiet uz citu frekvenču diapazonu. |
| QRX | Kad jūs izsauksiet atkal? | Es izsaukšu jūs atkal pulksten ... frekvencē ... kHz (vai MHz) |
| QTH | Kur ir jūsu atrašanās vieta platuma un garuma grādos (vai cita norāde)? | Mana atrašanās vieta ir ... platuma, ... garuma (vai cita norāde). |

3. nodaļa

3. Amatieru dienestiem izmantojamie darbību saīsinājumi

| | |
|------------|---|
| <i>BK</i> | Signāls, ko izmanto notiekošas pārraidīšanas pārtraukšanai |
| <i>CQ</i> | Kopējs izsaukums visām stacijām |
| <i>CW</i> | Nedziestošs harmonisks vilnis |
| <i>DE</i> | No – izmanto izsaucamās stacijas pazišanas signāla atdalīšanai no izsaucējas stacijas pazišanas signāla |
| <i>K</i> | Uzaicinājums raidīt |
| <i>MSG</i> | Ziņojums |
| <i>PSE</i> | Lūdzu |
| <i>RST</i> | Uztveramība, signāla intensitāte, tonalitāte |
| <i>R</i> | Saņemts |
| <i>RX</i> | Uztvērējs |
| <i>TX</i> | Raidītājs |
| <i>UR</i> | Jūsu |

4. nodaļa

4. Starptautiskie briesmu signāli, avārijas palīdzības un dabas katastrofu sakari

Briesmu signāli:

- radiotelegrāfa ... --- ... [SOS],
- radioteleфона "MAYDAY" [meidei],
- amatieru staciju izmantošana valsts katastrofu gadījumos,
- amatieru dienestiem un satelītu dienestiem piešķirtās radiofrekvenču joslas.

5. nodaļa

5. Pazišanas signāli

- amatieru radiostacijas identifikācija,
- pazišanas signālu izmantošana,

- pazišanas signālu veidošana,
- valstu prefiksi.

6. nodaļa

6. **IARU radiofrekvenču joslu plāni**

- *IARU* radiofrekvenču joslu plāni,
- plānu nolūks.

7. nodaļa

7.1. **Radioamatieru darbības sociālā atbildība**

7.2. **Darbības procedūras**

c) **Valstu un starptautiskie noteikumi par amatieru dienestiem un amatieru satelītu dienestiem**

1. nodaļa

1. **ITU Radionoteikumi**

- amatieru radiosakaru un amatieru pavadoņsakaru definīcija,
- amatieru radiostacijas definīcija,
- Radionoteikumu 25. pants,
- amatieru dienestu un amatieru satelīta dienestu statuss,
- *ITU* radiosakaru reģioni.

2. nodaļa

2. **CEPT noteikumi**

- Rekomendācija T/R 61 – 01,
- amatieru radiostaciju pagaidu izmantošana *CEPT* valstīs,
- amatieru radiostaciju pagaidu izmantošana tajās valstīs, kas nav *CEPT* dalībnieces, kuras ir iesaistījušās T/R 61 – 01 sistēmā.

3. nodaļa

3. **Valsts normatīvie un administratīvie akti un lietošanas atļaujas nosacījumi**

- valsts tiesību akti,
- noteikumi un lietošanas atļaujas nosacījumi,
- reģistrācijas saglabāšanai nepieciešamo zināšanu parādīšana,
 - reģistrācija,
 - nolūks,
 - reģistrētie dati.