

Raadioamatööri kvalifikatsioonieksami teoreetilise osa ainevaldkondade temaatika

1. ELEKTRI-, ELEKTROMAGNETILINE- JA RAADIOTEOORIA

1.1 Alalisvool

- Juht, pooljuht ja isolator
- Voolutugevus, pingeline ja takistus
- Mõõtühikud amper (A), volt (V) ja oom (Ω)
- Ohmi seadus suletud vooluringi kohta [$U = I \times R$]
- Kirchhoffi seadused (esimene ja teine seadus)
- Alalisvoolu elektrivõimsus [$P = U \times I$]
- Mõõtühik watt (W)
- Energia [$W = P \times t$]

1.2 Elektrivoolu allikad

- Vooluallikas, elektromotoorjõud (emj), lühisvool, sisetakistus ja klemmpinge
- Vooluallikate rööp- ja jadaühendus
- Patarei (akumulaatori) mahtuvus (ampertund Ah)

1.3 Siinussignaaliid

- Signaali kuju (graafiline kujutamine ajateljel)
- Vahelduvpinge hetkväärtus (u), amplituudväärtus (U_{max}), efektiivväärtus [$U_{ef} = U_{max} / \sqrt{2}$], keskvaartus
- Võnkeperiood
- Võnkesagedus
- Mõõtühik hertz (Hz)
- Faas, faasinihe

1.4 Mitte-siinussignaaliid

- Impulss-signaaliid kuju ja meander'i kuju
- Mitte-siinussignaaliid spekter (komponendid)
- Müra ($P_N = kTB$) (raadiovastuvõtja termomüra, müra ribalaius, müratihedus, müravõimsus raadiovastuvõtja ribalaiuses)

1.5 Võimsus ja energia

- Siinussignaaliid võimsus [$P = i^2 \times R$, $P = u^2 / R$]
- Võimsuste suhe, mõõtühik detsibell (dB)
- Sobitus (maksimaalse pingeline, voolu, võimsuse ülekanne)
- Võimsusülekanne kasutegur
- Vahelduvvoolu elektrenergia (aktiivenergia; reaktiivenergia)
- Tippvõimsus (p.e.p.)

1.6 Moduleeritud signaaliid

- Kandevlaine (CW) (kandesagedus)
- Amplituudmodulatsioon (AM)
- Faasmodulatsioon (PM), sagedusmodulatsioon (FM) ja

- ühe külgribaga modulatsioon (SSB)
- Sageduse deviatsioon ja modulatsiooni indeks [$m = \Delta F / f_{\text{mod}}$]
- Signaali kuju ja spekter erinevate modulatsioonide korral (graafiline kujutamine)
- Digitaalmodulatsiooni liigid: FSK, 2-PSK, 4-PSK, QAM
- Digitaalmodulatsiooni mõisted (bitiedastus- ja modulatsiooni kiirus, sellest tulenev moduleeritud signaali ribalaius)
- Tsükkelkoodikontroll (CRC) ja taasedastus (nt.PKT), veaparandus edastusel (FEC, nt.AMTOR)

1.7 Elektromagnetväli

- Elektriväli
- Magnetväli
- Elektromagnetvälja tekkimine
- Magnetväli vooluga juhtme ümber
- Väljatugevuse mõõtühik volt/meeter (V/m)
- Elektri- ja magnetvälja varjestamine
- Elektromagnetlainete levik
- Lainepikkuse (λ), laine levimiskiiruse (v), perioodi (T) ja sageduse (f) vaheline seos [$v = f \times \lambda$; $\lambda = v \times T$; $T = 1 / f$; $\lambda = v / f$]
- Elektromagnetlainete polarisatsioon

1.8 Digitaalne signaali töötlemine (DSP)

- signaali diskreetimine ja kvantimine
- minimaalne diskreetimissagedus
- signaalielementide ajalise ja sagedusliku suhte graafiline kujutamine
- signaali silumine ja taastav filtreerimine
- ADC ja DAC muundamine

2. SKEEMIKOMPONENDID

2.1 Takisti

- Takistite põhiparameetrid (täpsusklass, nimivõimsus, läbilöögipinge, tööpinge, stabiilsus jne.)
- Takistite aseseemid sõltuvalt sagedusest (aktiiv- ja reaktiivtakistus)
- Komplekstakistite ühendamine (jada-, rööp- ja segaühendus)
- Kaovõimsuse järgi takistite valik

2.2 Mahtuvus, kondensaator

- Kondensaatorite põhiparameetrid (nimimahtuvus, talituspinge, proovipinge, läbilöögipinge, lekkevool, stabiilsus, temperatuurikoefitsent)
- Kondensaatorite ühendamine (jada- ja rööpühendus)
- Mahtuvus [$C = q / U$]
- Mõõtühik farad (F)
- Mahtuvuse sõltuvus mõõtmest, vahekaugusest ja kasutatavast dielektrikust
- Kondensaatori takistus vahelduvvoolule [$X_C = 1 / 2\pi f \times C$]
- Pinge ja voolu vaheline faasinihe mahtuvuses
- Püsi- ja pöördkondensaatorite ehitus (õhk-, vaakum-, vilgukivi-, plastik-, keraamilised ja elektrolüüt-kondensaatorid)
- Kondensaatori hüvetegur (Q)

2.3 Induktiivsus, induktiivpool

- Induktiivsuse põhiparameetrid
- Induktiivsus [$L = \Psi / I$]
- Mõõtühik henry (H)

- Induktiivsuste ühendamine (jada- ja rööpühendus)
- Induktiivsuse sõltuvus keerdude arvust, pooli läbimõõdust, pikkusest ja südamiku materjalist
- Induktiivtakistus (reaktiivtakistus) vahelduvvoolule [$X_L = 2\pi f \times L$]
- Pinge ja voolu vaheline faasinihe induktiivsuses

2.4 Transformaatori ehitus ja kasutamine

- Ideaaltransformaator [$P_{\text{prim}} = P_{\text{sek}}$]
- Pinge ülekande suhte sõltuvus keerdude arvu suhtest [$U_{\text{sek}} / U_{\text{prim}} = n_{\text{sek}} / n_{\text{prim}}$]
- Voolu suhte sõltuvus keerdude arvu suhtest [$i_{\text{sek}} / i_{\text{prim}} = n_{\text{prim}} / n_{\text{sek}}$]
- Komplekstakistuste suhte sõltuvus keerdude arvust
- Transformaatorite liigid ja kasutamine
- Kaod trafodes

2.5 Diood

- Dioodi ehitus ja parameetrid
- Dioodi pinge-voolu karakteristik (alaldusdiod, zener-stabilitron, LED-valgusdiod ja varikap-diod)
- Vastupinge ja lekkevool

2.6 Transistor

- p-n-p ja n-p-n transistor
- bi-polaarsete transistorite parameetrid
- Väljatransistorid (n-kanal ja p-kanal, j-FET)
- Väljatransistorite parameetrid
- Transistori (väljatransistori) lülitused ja nende parameetrid:
 - ühise emitteriga/lättega
 - ühise baasiga/paisuga
 - ühise kollektoriga/neeluga
- Transistorite pingestamine
- Volt-amper sisend-väljund karakteristikud

2.7 Varia

- Raadiolambi (triod, tetrood, pentood) ehitus ja tööpõhimõte
- Pinged, voolud ja komplekstakistused suure võimsusega raadiolambis, komplekstakistuse muundamine
- Integraalskeemi ehitus ja tööpõhimõte (k. a. operatsioonvõimendid)

3. RAADIOTEHNILISED AHELAD

3.1 Komponentide ühendamine

- Takistite, induktiivpoolide, kondensaatorite, transformatorite ja diodide rööp- ning jadaühendus
- Voolude ja pingete jaotus ühendustes alalisvoolu korral
- Ahelkomplekstakistuse arvutamine
- Reaalse takisti, kondensaatori ja induktiivpooli aseskeem kõrgsagedustel

3.2 Võnkering

- Jada- ja rööpvõnkering
- Sidestatud võnkeringid
- Võnkeringi takistus resonantsikorral
- Sageduskarakteristik
- Resonantssagedus [$f_0 = 1 / 2\pi\sqrt{L \times C}$]
- Võnkeringi hüvetegur [$Q = \sqrt{L \times C} / r$]

- Ribalaius [$\Delta F = f_0 / Q$]
- Kvartskristall

3.3 Filtrid

- Ribapääsfilter
- Passiivsetest elementidest koostatud madal-, kõrg-, ribapääsfilter ning ribatõkkefilter
- Pääs- ja tõkkefiltrite sageduskarakteristik
- π -filter ja T-filter
- Digitaalfilter

3.4 Sageduste jagamine ja kordistamine

- Sageduste jagamine ja kordistamise põhimõtted ning moodused
- Sagedussüntees programmeeritava jaguriga tagasiside ahelas

3.5 Toiteseade

- Pool- ja täisperioodalaldi ning sildalaldi
- Silufiltrid, silumistegur
- Madalpingeline pingestabilisaator
- Toiteseadmete ühendamine raadioseadmetega
- Impulss-toiteseadmed, nende poolt tekitatavate raadiosageduslike häirete tõkestamine
- Akumulaatorid (Ni-Cd) ja nende kasutamine

3.6 Võimendi

- Madal- ja kõrgsagedusvõimendi
- Võimendustegur
- Amplituud-sageduskarakteristik ja ribalaius
- A, AB, B ja C klassi võimsusvõimendid
- Maandatud katoodega (võreergutusega) lõppvõimendi
- Maandatud tüürvõreaga (katoodeergutusega) lõppvõimendi
- Automaatne ergutuse kontroll (ALC ja AALC) lampvõimendites
- Harmoonilised ja intermodulatsiooni moonutused, võimendi üleergutusega kaasnevad nähtused

3.7 Detektor

- Amplituuddetektorid
- Sagedus- ja faasdetektorid
- Suhtedetektor
- Produktdetektorid

3.8 Ostsillaator (generaator)

- Tagasiside (soovitud ja parasiitostsillatsioon)
- Stabiilse genereerimise eeltingimused
- LC ostsillaator (generaator)
- Kvartsgeneraator
- Pingega tüüritav ostsillaator (VCO)
- Ostsillaatori faasimüra

3.9 Faasilukk (PLL)

- Faasiluku tööpõhimõte

3.10 Digitaalne signaali töötlemine (DSP)

- FIR- ja IIR-filtrite topoloogia
- Fourier' teisendus (DFT, FFT), selle graafiline kujutamine
- Otsene digitaalsüntees (DDS)

4. RAADIOVASTUVÖTJAD

4.1 Tüübid

- Otsemuundusvastuvõtjad
- Ühe- ja kahekordse sagedusmuundusega superheterodüüinvastuvõtjad

4.2 Astmete töö põhimõte (plokk skeemi selgitus)

- Kõrgsagedusvõimendi (häälestatav, püsiva ribalaiusega)
- Ostsillaator (püsi- ja muudetava sagedusega)
- Segusti
- Vaheagedusvõimendi
- Amplituudpiirik
- Detektor
- Kvartskalibraator ja selle kasutamine
- Madalsagedusvõimendi
- Automaatne võimenduse regulaator (AVC)
- S – meeter
- Müralukk

4.3 Vastuvõtja karakteristikud (lihtne selgitus)

- Vastuvõtja tundlikkus ja omamüra
- Vastuvõtja selektiivsus
- Selektiivsus naaberkanali suhtes
- Peegelsagedus, selektiivsus peegelkanali suhtes
- Tundlikkuse vähenemine vastuvõtja sisendi ülekoormamise (blokeerumine) tagajärjel
- Sageduskombinatsioonid, inter- ja ristmodulatsioon
- Vastuvõetavate signaalide ja vastuvõtja ostsillaatori kõrvalkiirguse (s.h. faasimüra) vastastikune segustus vastuvõtja sisendis

5. RAADIOSAATJAD

5.1 Plokk skeemid

- CW saatja (A1A)
- Mahasurutud kandesignaali SSB telefonside saatja (J3E)
- Faasilukustusega (PLL) VCO moduleerimisega FM saatja (F3E)
- Faasmoduleerimisega (PM) saatja

5.2 Järgnevate astmete otstarve ja tööpõhimõte (plokk skeemi selgitus)

- Segusti
- Ostsillaator (generaator)
- Puhveraste
- Lõppvõimendieelne ergutusaste
- Sageduskordisti
- A, AB, B ja C klassi võimsusvõimendid
- Võimendi väljundi sobitus koormusega
- Väljundfilter
- Sagedusmodulaator
- SSB modulaator
- Faasmodulaator
- Kvartfilter

5.3 Saatja karakteristikud (lühikirjeldus)

- Töösageduse stabiilsus

- Genereeritava kõrgsagedusliku signaali hõivatav sagedusriba
- Madalsagedusliku signaali moonutusvaba ülekande ulatus
- Ebalineaarsus, harmoonilised ja intermodulatsiooni moonutused
- Väljundtakistus
- Väljundvõimsus
- Kasutegur
- Sagedusdeviatsioon
- Modulatsiooniindeks
- SSB ülemodulatsioon ja selle tagajärjed
- Soovimatu kõrvalkiirgus
- Saateseadmete varjestamine

6. ANTENNID JA TOITELIINID

6.1 Antenni tüübid

- Keskoitega poollaine dipool
- Otsast toidetav poollaine antenn
- 1/3 lainepikkuse kauguselt otsast toidetav poollaine antenn
- Tõkestusvõnkeringiga mitmesagedusala antenn
- Täislaine pikkune luup-antenn
- Sümmeetriline silmusvibraator
- Vertikaalne veerandlaine antenn
- Vertikaalne 5/8 lainepikkusega antenn
- Mitmeelemendiline parasiitelementidega ridaantenn (Yagi, Quad ja Quagi)
- Apertuurantennid (parabool- ja ruuporantenn)

6.2 Antenni karakteristikud

- Voolu ja pinget jaotus antenni aktiivelemendil
- Toitepunkti näivtakistus (impedants)
- Komplekstakistus
- Polarisatsioon
- Antenni efektiivsus, suuna- ja võimendustegur (dBi ja dBd)
- Horisontaalne (E) ja vertikaalne (H) suunadiagramm
- Antenni kiirguse ruumiline hõive (apertuur)
- Mitmekorruselised antennid
- Suundantenni ette/taha (F/B) ja ette/külge (F/R) kiirguste suhe
- Kiirgusvõimsus (e.r.p. ja e.i.r.p.)

6.3 Antenni toiteliinid

- Sümmeetriline toiteliin
- Koaksiaalkaabel
- Lainejuht
- Toiteliinitakistus (Z_0)
- Levikiiruse konstant (toiteliini lühendustegur)
- Seisulaine tegur (SWR)
- Liinikaod

6.4 Antennide ja toiteliinide omavaheline ühendamine

- Balun-trafo (1:1)
- Sobitustrafo (1:2, 1:4 balun)
- Veerandlaineliin kui näivtakistuse muundur [$Z_0^2 = Z_s \times Z_v$]
- Poollaineliin kui 1:4 sobitustrafo (U-aas)
- Antennide sobitus (T-, Gamma ja Delta sobitused)
- Saatja ja antenni toiteliini vahelised häälestusseadmed (ainult π - ja T-tüüpi elemendid)

- Liinilõikude kasutamine võnkeringina või selle osana
- Koaksiaalreleede ehitus
- Koaksiaalkaabli ühenduselemendid (konnektorid)

7. RAADIOLAINETE LEVI

- Signaali sumbumine, signaali ja müra suhe
- Raadio-otsenähtavus (levi vabas keskkonnas, väljatugevuse sõltuvus kaugusest)
- Atmosfääri kihid (C, D, E, F1 ja F2 kihid)
- Päikese kiirguse mõju ionosfäärile
- Kriitiline murdumissagedus (MUF)
- Pinnalaine ja ruumilaine, kiirgusnurk ja hüppekaugus (skip)
- Feeding (signaali hääbumine)
- Antenni kõrguse mõju levikaugusele (raadiohorisont)
- Temperatuuri-inversioon
- Troposfääriline raadiolevi (Tr)
- Sporaadiline E – peegeldus (Es)
- Meteoriidisaju rakendused (Ms)
- Auroora-pegeldus (Au)
- Peegeldus Kuu pinnalt (EME)
- Atmosfääri müra (kauged äikesetormid)
- Kosmiline müra
- Maapinna (soojus-) müra
- Levi prognoosimise alused
 - põhiline müraallikas (müra sagedusribas või vastuvõtja omamüra)
 - vähim signaali ja müra suhe
 - vähim vastuvõetud signaali võimsus
 - kaod signaali teekonnal
 - antenni võimendus, ülekandeliini kaod
 - vähim saatja võimsus

8. RAADIOMÕÕTMISED

- Raadiotehniliste ahelate ja režiimide mõõtmine:

- Pinge mõõtmine
- Voolutugevuse mõõtmine
- Võimsuse mõõtmine
- Takistuse mõõtmine

- Raadiotehniliste ahelate parameetrite mõõtmine:

- Mahtuvuse mõõtmine
- Induktiivsuse mõõtmine
- Resonantsmeetod
- Sillameetod

- Hajuparameetritega ahelate parameetrite mõõtmine:

- Seisulaineteguri mõõtmine

- Sageduse mõõtmine

- Faasi mõõtmine

8.2 Mõõteriistad, otstarve ja tööpõhimõte

- Elektromagneetilised osutmõõteriistad
- Analoog- ja digitaalne multimeeter (tester)
- Raadiosagedusliku võimsuse mõõtja
- Kõrgsageduslik mõõtesild (SWR meeter)
- Ostsilloskoop
- Signaalgeneraator
- Hüveteguri mõõtur (Q-meeter)
- Sagedusmõõtja
- Spektrianalüsaator

9. RAADIOHÄIRED JA HÄIREKINDLUS

9.1 Häired raadioseadmetes

- Blokeerimiseffekt
- Signaalide inteferens
- Intermodulatsioon
- Soovimatu detekteerimine helisagedusahelates

9.2 Raadiohäirete tekkepõhjused

- Saatja kiirguse poolt tekitatud elektromagnetväli
- Saatja poolt genereeritav soovimatu kõrvalkiirgus
- Kõrgsagedusliku energia ülekanne häiritavasse seadmesse
 - otse seadme sisendisse
 - läbi muude ühendusahelate
 - otsese kiirguse tagajärjel

9.3. Raadiohäiretevastased toimed

- Filtreerimine
- Lahtisidestamine
- Varjestamine

10. TÖÖOHUTUS

- Elektrivoolu mõju inimese kehale (voolutugevus, pinge, sagedus, väljatugevus)
- Raadiojaama toiteseadmed
- Raadioseadmete kaitsemaandamine
- Erinõuded kõrgpingel töötamisel
- Tööohutus antennide püstitamisel ja kasutamisel
- Piksekaitse
- Tuleohutus raadiosaateseadmetega töötamisel
- Esmaabivõtted elektrilöögi korral

11. RAHVUSVAHELISED JA EESTI RIIKLIKUD REEGLID JA PROTSEDUURID AMATÖÖRAADIOSIDES

11.1 Suhtlemine amatöörraadiosides

- Rahvusvaheline veerimistabel (ICAO foneetiline tähestik)
- Q – kood
- Lühendid (amatööržargon)
- Protseduurireeglid
- Rahvusvahelised hädasignaalid („SOS“ ja “MAYDAY”) ja nende kasutamine, sidepidamine hädaolukorras ning loodusõnnetuste korral

- Amatöör-raadiojaamade rahvusvahelise kasutamise kord riiklike õnnetuste korral

11.2 Amatöör-raadiosideks eraldatud raadiosagedusalad

- IARU (Rahvusvaheline Raadioamatööride Liit) 1.regiooni raadiosagedusalade plaanid
- Raadiosagedusalade kasutamise plaanide koostamise eesmärk

11.3 Raadiokutsungid

- Amatöör-raadiojaama tuvastamine ja raadiokutsungite kasutamine
- Raadiokutsungite moodustamine
- Riiklikud eesliited (ITU loetelu)

11.4 Amatöör-raadioside sotsiaalne vastutus

12. RAHVUSVAHELISED JA EESTI RIIKLIKUD AMATÖÖR-RAADIOSIDE JA AMATÖÖR-KOSMOSESIDE REGULATSIOONID JA EESKIRJAD

12.1 Rahvusvahelise Telekommunikatsiooni Liidu (ITU) Konventsiooni ja Põhikirja täiendavad raadioeeskirjad

- Amatöör-raadioside ja amatöör-kosmoseside määratlus
- Amatöör-raadiojaama määratlus
- Amatöör-raadioside ja amatöör-kosmoseside staatus
- ITU raadioregioonid
- Raadioeeskirjade artikkel 25

12.2 CEPT (Euroopa Posti ja Telekommunikatsioonide Administratsioonide Konverents) regulatsioonid

- Soovitused T/R 61 – 01 ja T/R 61 – 02
- Amatöör-raadiojaamade ajutine kasutamine CEPT-i riikides
- Amatöör-raadiojaamade ajutine kasutamine T/R 61 – 01 süsteemis osalevates mitte CEPT-i riikides.

12.3 Eesti riiklik regulatsioon

- Eesti raadiosageduste plaan
- Raadiokutsungite moodustamise ja kasutamise kord
- Raadioamatööri kvalifikatsiooninõuded, kvalifikatsiooni andmise ja tunnustamise ning amatöör-raadiojaamadele tööloa andmise, nende registreerimise, paigaldamise ja kasutamise kord