

SUOMEN RADIOAMATÖÖRILIITON OPAS 2

Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatööreille

OH7FQH, VELI-PEKKA NIIRANEN (TOIM.)



Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatöörille

OH7FQH, Veli-Pekka Niiranen (toim.)

Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatöörille

Suomen Radioamatööriliiton opas 2

Nimikkeen automaattinen analysointi tietojen, erityisesti mallien, trendien ja korrelaatioiden, saamiseksi tekijänoikeuslain 13b § ("tekstin- ja tiedonlouhinta") mukaisesti on kielletty.

© 2026 Suomen Radioamatööriliitto ry

2. painos

Kustannustoimitus: OH7FQH, Veli-Pekka Niiranen, SRAL

Kannen suunnittelu: Niina Silvasti, Visual Monkey

Kirjan taitto: Niina Silvasti, Visual Monkey

Kustantaja: BoD · Books on Demand, Mannerheimintie 12 B, 00100 Helsinki, bod@bod.fi

Kirjapaino: Libri Plureos GmbH, Friedensallee 273, 22763 Hampuri, Saksa

ISBN: 978-952-80-7501-1

Sisältö

RADION TOIMINTAPERIAATTEET JA RADIOYHTEYS

Radion toimintaperiaatteista sekä toimivan radioyhteyden vaatimista edellytyksistä

Sisältö	6
Kirjoittajat	12
Esipuhe	14
3.1 Vastaanotintyytit, eri asteitten toiminta ja lohkokaaviot	16
Resonanssi radiotekniikassa	16
Termejä ja käsitteitä	17
Kidekone eli kidevastaanotin	18
Suora vastaanotin	19
Sekoittimet	20
Suorasekoitusvastaanotin	20
Supervastaanottimet	23
Peilitaajuuden aiheuttamat vastaanotto-ongelmat	25
Eri lähetelajien vastaanottimien erityispiirteitä	26
3.2 Lähetintyytit sekä eri asteitten toiminta- ja lohkokaaviot.....	30
Oskillaattori yksinkertaisena lähettimenä	31
Sekoitukseen perustuva lähetin	33
Taajuussynteesiin perustuva lähetin	34
Sähkötyslähettimen erityispiirteitä	35
SSB-lähettimen erityispiirteitä	35
FM-lähettimen erityispiirteitä	36
Harhalähetteet	37
3.3 Transceiverit ja SDR-radiot.....	41
Kompressorit ja limiterit	42
Transceiverin ohjaus tietokoneella	43
Radiolaitteen liittäminen tietokoneeseen	45
Transceiveiden ohjausominaisuudet	47
Ohjelmistoja transceiveiden tietokoneohjaukseen	48
SDR-radiot	49
GNU Radiot/ohjelmistot	50
Radioamatööriaseman etäohjaus	51
Radioamatöörimääräyksen tulkinta aseman etäohjauksessa	53
Etäohjausyhteys	55
Etäohjauksen toteutustekniikoita ja kaupallisia tuotteita etäohjaukseen	56
Etäohjauslaitteiston valinta	60
3.4 DMR radioamatöörikäytössä	61
DMR-verkon rakenne	64
DMR-radion konfigurointi	68

3.5	Taajuus, jakso, jakson kesto.....	73
3.6	Antennien ominaisuudet, ominaisimpedanssit, suuntakuvio ja polarisaatio	75
	Antennin peruskäsitteitä	75
	Sähkömagneettinen säteily	76
	Antennityyppejä	77
	Antennin lähi- ja kaukokenttä	78
	Antennin polarisaatio	78
	Antennin impedanssi.....	79
	Antennin suuntaavuus, vahvistus ja suuntakuvio	80
	Antennin lähtökulma	83
3.7	Antennien ominaisuudet	85
	HF-alueen lanka-antennit	86
	G5RV-antenni	88
	OCFD-antenni	89
	WINDOM-antenni.....	90
	Monialuedipoli	91
	Beverage-antenni	92
	Silmukka-antenni eli luuppi	93
	Päästä syötetyt antennit ja trap-antennit	95
3.8	Antennityypit HF-, VHF- ja UHF- taajuuksilla	97
	Yagiantennit	100
	Quad-antennit	103
	Tärkeiden antennien ominaisuuksia	104
	Muita kiinnostavia antenneja.....	105
	Kun antennien rakentelusta tulee intohimo	106
3.9	Antennin sovitus ja maksimaalinen tehonsiirto	111
	Balunityyppejä.....	112
	Virtabaluni	112
	Jännitebaluni	113
	Vaippavirtakuristin	114
	Baluni päästä syötettäville lanka-antenneille.....	114
	Ununit ja päästä syötetyt langat	115
	T- sovitus	115
	Gammasovitus.....	116
	Hairpin- eli betasovitus.....	117
	Deltasovitus.....	118
	Antennin sovitustlaitteet (antennivirittimet)	119
3.10	Radioyhteyksien etenemismekanismit	122
	Radioaaltojen eteneminen VHF-, UHF- ja SHF-alueilla	122
	Ionosfäärin kautta eteneminen HF-taajuuksilla	123
3.11	Pinta-aaltoeteneminen	128

3.12 Poikkeavat etenemistavat.....	129
Sporadinen E-kerros	129
Auroraeteneminen	132
Meteorisironta	133
EME - yhteydet	133
3.13 Siirtolinjat ja syöttöjohdot	135
Siirtolinjan ominaisuuksista	135
Balansoitu vai balansoimaton syöttöjohto?	135
Parijohdot: Twinlead ja avojohto	136
Koaksiaalikaapeli	137
Signaalin nopeus kaapelissa	143
3.14 Signaalikohinasuhde S/N (SNR).....	145
3.15 Antennit ja tehomittaukset sekä takaisin heijastuva teho (SAS)	147
Seisova aalto siirtojohdolla.....	148
Mitä mittausluvut kertovat ja onko 1.5 SWR hyvä?	149
3.16 Radioteitse etenevät häiriöt ja niiltä suojautuminen	151
Auringosta aiheutuvat häiriöt.....	151
Radiohäiriöiden synty	151
Radiokelien ennustaminen	151
Kesto ja vaikutusalueet.....	152
Kokoluokittelu	152
Teollisuuden ja liikenteen aiheuttamat häiriöt	154
Muita mahdollisia häiriölähteitä	155
3.17 Sähköverkon kautta siirtyvät häiriöt ja niiltä suojautuminen, EMC-suojaukset..	156
Mikä on EMC-häiriö?	156
Induktiivinen kytkeytyminen	157
Kapasitiivinen kytkeytyminen.....	157
EMI-suotimet.....	158
3.18 Audiotekniikka radioamatööreille.....	161
Äänen eteneminen vapaassa kentässä.....	161
Äänenpaine ja etäisyys, käsitteet ja vaimeneminen	162
Kuinka ääni käyttäytyy tilassa ja ensisijaiset heijasteet.....	163
Myöhäiset heijastukset huonetilassa	163
Kuinka kuulomme toimii ja mikä on kuulotapahtuma?.....	164
Siirtotie ja kuinka mikrofoni toimii sekä mikrofonityypit	169
Desibelikäsitteet audiotekniikassa	170

3.19 Mikrofonit.....	173
1) Dynaamiset mikrofonit.....	173
2) Kapasitiiviset mikrofonit.....	176
3) Elektreettimikrofonit.....	178
4) Muita mikrofonityyppejä, muutama esimerkki.....	178
Mikrofonien suuntakuviot.....	179
Mikrofonien herkkyys.....	179
Taajuusvaste.....	180
Äänenpaineen sietokyky	181
Bassoleikkurit	181
3.20 Digitaalisen signaalitien perusteet.....	182
AD- ja DA-muunnos ja digitaaliaudion näytteistystaajuus	183
Taajuuskorjaimet, kompressorit ja limiterit — kuinka ne toimivat ja miten niitä käytetään.....	184
Korjaintyytit	184
Dynamiikan hallinnan perusteet	186
AGC toiminnot.....	186
Kompressorit ja limiterit	187
Kuinka kompressorit toimii ja mihin se vaikuttaa.....	187
Limiterit.....	188
Audiolaitteiden keskinäiset kytkennät ja sovitukset	190
Sovitustapoja.....	191
Kaapelit ja liittimet	191
Audioliittimet	192
XLR-liittimet.....	192
RCA-liittimet	193
Transceivereitten mikrofoniliittimet	193
Maalenkit	195
Audiojärjestelmän maadoittaminen	195
Audiomiksereiden käyttö RA-järjestelmissä.....	199
Kuulokkeet ja headsetit.....	199
3.21 Radioamatööriaseman turvallinen ja toimiva rakenne.....	202
Antennit.....	203
Radioamatööriaseman maadoitukset	204
Aseman sähkönsyötöt	205
4.1 Kutsumerkki.....	211
Prefiksi ja suffiksi	212
Prefiksi	212
Suffiksi	213
Asematunnuksen lisämerkit	213
Maatunnukset ja maanosatunnukset.....	215
4.2 Raportointi ja RST-järjestelmä	216
4.3 Radioamatööriliikenne.....	219

4.4	<i>Lyhenteet</i>	220
	Q-lyhenne	220
	Lista Q-lyhenteistä	221
	Muut radioamatööriliikenteen lyhenteet	222
4.5	<i>Radioamatööriyhteys</i>	224
	Sähkötyös ja puheliikenne	225
	Aakkosnimet	226
	Puheysteys	227
	FM-liikenne	228
	SSB-liikenne	229
	Muita työskentelytapoja	229
	APRS	229
	RTTY	230
	PSK31	231
	SSTV	231
	DX-työskentely	231
	Pile Up	233
	Listatyöskentely	234
	Kilpailutyöskentely	234
4.6	<i>Hätäliikenne</i>	237
	Hätä- ja pikaliikenne	237
	Kuinka hätäliikenne aloitetaan?	237
	Hätäsanan kuittaus	239
	Hätäliikenteen hoito ja päättäminen	240
	Muistettavaa hätäliikenteestä	241
	Pikaliikenne	242
4.7	<i>Kansalliset lait, määräykset ja lupaehdot</i>	244
	Taajuusvälin 70, 175–70, 225 MHz käytöstä	244
	Alueelliset rajoitukset	244
	Amatööriviestinnän toissijaisuus	244
	Luottamuksellisuus	245
	Eri liikennemuodot	245
	Radioamatööriaseman turvallisuus	246
	Radioamatöörialueet	247
	UTC on radioamatöörien aika	249
	Valvottu työskentely, ilman pätevyyttä	250
	Työskentely toisen asemalta	251
	CEPT määräykset	252
4.8	<i>CEPT-lupa ja HAREC-todistus</i>	253
	CEPT-lupa	253
	HAREC-pätevyydestodistus	254
	Millä bandilla ääneen?	255
	Ulkomaalainen Suomessa	255

4.9	<i>SRAL ja muut kansalliset radioamatööriyhteisöt</i>	<i>256</i>
	SRAL Jäsenyys	256
	Jäsenedut	257
	Liiton yhteystietoja	257
	Kansainvälinen toiminta	258
4.10	<i>Digimodet</i>	<i>260</i>
	PSK31	260
	JT65	261
	FT8	261
	WSJT-X	262
	Äänikortti hyötykäyttöön	266
	Yksinkertainen kytkentä rigin ja tietokoneen välille	268
	Digi-interfacet	269
4.11	<i>CW-yhteydet</i>	<i>272</i>
	Otto	272
	Anto	273
	Miten toimia, kun on saanut oman kutsun?	275
	Korttien lajittelu	276
	Saapuvat QSL-kortit	277
	QSL-kortin suunnittelu	277
	Asiasanahakemisto	278
	Kuvahakemisto	280
	Kirjallisuusluettelo	283

**Veli-Pekka Niiranen, OH7FQH**

Saanut radioamatöörilupansa myöhemmällä iällä. Rakentelee mielellään kaikkia niitä putki-radioita, jotka jäivät nuoruudessa tekemättä. Kouluttaja ja koulutusmateriaalin kirjoittaja ja verkko-opettaja. Uskoo vilpittömästi kaikenlaisen oppimisen parantavan maailmaa. Siksi hän on uhrannut eläkkeellä olojastaan viisi vuotta tämän kirjan kirjoittamiseen ja toimittamiseen.

Mikael Nousiainen, OH3BHX, OG7J

Ammatiltaan ohjelmistokehittäjä, joka on kiinnostunut elektroniikasta ja radiotekniikasta. Kipinä radioamatööriharrastukseen on syttynyt Hämeenlinnan radioamatöörikerholla, OH3AA. Mikael on radioamatööriaseman etäohjaus-sovelluksen Web Radio Control kehittäjä (esitelty etäohjaustekniikoiden yhteydessä). Hän on kehittänyt myös radioamatööriohjelmiston Vaisalan radiosondeille, joita uusiokäyttämällä voi seurata omia stratosfääripallolentoja. SRAL:n hallituksen jäsen vuodet 2020–2024 ja Hämeenlinnan Radioamatöörit ry:n sihteeri vuodesta 2018.

**Tiiti Kellomäki, OH3HNY**

Suunnitteli lapsena, että alkaisi harrastaa radioita "vanhoilla päivillään". Tämä tapahtuikin 16-vuotiaana, kun Tiiti suoritti tutkinnon. Myöhemmin harrastuksesta poiki radioinsinöörin ammatti. Pumpulla pidetyt CW-yhteydet sekä vanhojen kurssilaisten tapaaminen radioamatööreillä ilahduttavat.



Reino Talaro, OH3mA

On harrastanut elektroniikkaa ja radiotekniikkaa kymmenvuotiaasta. Radioamatöörinä kulunut kuusi vuosikymmentä, joista vajaa puolet hiljaiseloa. Radiotekniikka johdatteli ammattiin ja työkaverit takaisin aktiivisemmaksi radioamatööriksi. Tekniikka, uuden oppiminen ja sen soveltaminen sekä elmeröinti kiinnostavat.

Veijo Arponen, OH4VA

Kouvolasta Tampereen kautta Mikkeliin kiertänyt enimmäkseen puhetoistimista ja varaviestiverkoista kiinnostunut radioamatööri, joka tykkää ruuvata duplex-suotimista viimeiset desibelit. Bravuuri on hybriditoistimet.



Kalervo Korjus, OH2CX

Kiinnostui jo 7-vuotiaana teknisistä laitteista ja rakensi ensimmäisen itse tehdyn laitteen, kidekoneen. Vuosien kuluessa kiinnostus lisääntyi ja niinpä vuonna 1960 hänestä tuli radioamatööri. Kalervo on saanut työpaikan harrasteen kautta ja sen myötä monenlaisia kiinnostavia tehtäviä sekä ystäviä.

Juha Lindfors, OH8CW, OH2BQT

Pitkän linjan radioamatööri, joka on saanut radioamatööri pätevyytensä vuonna 1976. Workkiminen yleensä ja kaikenlainen uuden opiskelu harrasteen parissa kiinnostaa ja innostaa. Kouluttaja, tutkija ja ihmettelijä. Myös ammatiltaan.



Kirjoittajana myös **Vili Peippo, OH5GE**

Kirjan radioamatööritekniikkaa selventävät valokuvat **Heimo Ryytänen, OH7TY**

Tämä kädessäsi oleva kaksiosainen kirja on syntynyt vahvistamaan ja uudistamaan suomalaista radioamatöörikoulutusta. Kirjat sisältävät radioamatööriutkintoihin tarvittavan tietopohjan ja runsaasti sen lisäksi tietoa käytännön radioamatööri toiminnasta sekä siinä käytetystä tekniikasta.

Radioamatööriharrastus vaatii aina tutkinnon, joka muodostuu kolmesta modulista. K-moduli on niin kutsuttu ”liikenne moduli”, joka sisältää radioamatöörejä koskevat lait, asetukset ja määräykset. Tekniikka moduuleja on kaksi. T1-moduli, joka oikeuttaa radioamatööri toiminnassa *perusluokan pätevyyteen* ja T2- moduli, joka oikeuttaa *yleisluokan pätevyyteen*. Yleisluokan pätevyys on niin kutsuttu kansainvälisesti tunnustettu HAREC lupa. Kirjassa on myös mukana pieni ripaus nostalgia ja radiolaitteiden historiaa, mutta vain *Kyyneleen* verran.

Kirja on tarkoitettu niin itseopiskeluun kuin myös kerhojen ja Suomen Radioamatööri liiton järjestämiin koulutuskursseihin laajaksi kurssiaineistoksi. Kirjaa tuetaan Suomen Radioamatööri liiton ylläpitämällä verkko-opetusympäristöllä, johon voit tutustua www.sral.fi sivuilla.

Kirjan 1. osa on nimeltään *Sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet radioamatöörille*. Osa sisältää sähköturvallisuuden ja siihen liittyvät perusmittaukset, sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet sekä tietoutta komponenteista ja piiritekniikasta.

Kirjan 2. osa nimeltään *Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatöörille*. Osa sisältää tietoa radioyhteyden mekanismeista ja radiokeleistä ja niiden synnystä. Kirja käsittelee laajasti lähetin-vastaanotin tekniikkaa, mukaan lukien tietoa käytännön radioamatööri antennienneista. Kaikki yhteystavat ja ”modet” ovat mukana kirjassa. Kirja antaa myös perustiedot uudemmista ”digimodeista”, samoin radioaseman tietokoneohjaus ja etäkäyttö kuuluvat kirjan aineistoon.

Molemmat kirjat sisältävät aakkosellisen asiahakemiston ja kuvaluettelot. Nämä auttavat lukijaa käsittelemään kirjan laajaa sisältöä oppimisen kannalta mahdollisimman tehokkaasti. Kirjaa tullaan aika-ajoin päivittämään, joten kirjan materiaali tulee pysymään mukana radioamatööri toiminnan ja tekniikan kehityksessä.

Toivon sinulle antoisia opiskeluhetkiä tuleva radioamatööri tai uusi yleisluokan radioamatööri. Muistathan ettet ole yksin opiskelussasi, laaja radioamatöörikerhojenverkosto ja niissä toimivat tutor-opettajat auttavat sinua pääsemään tavoitteeseen ja toivottavat uuden Hamin mukaan kansainväliseen laajaan radioamatöörien yhteisöön.

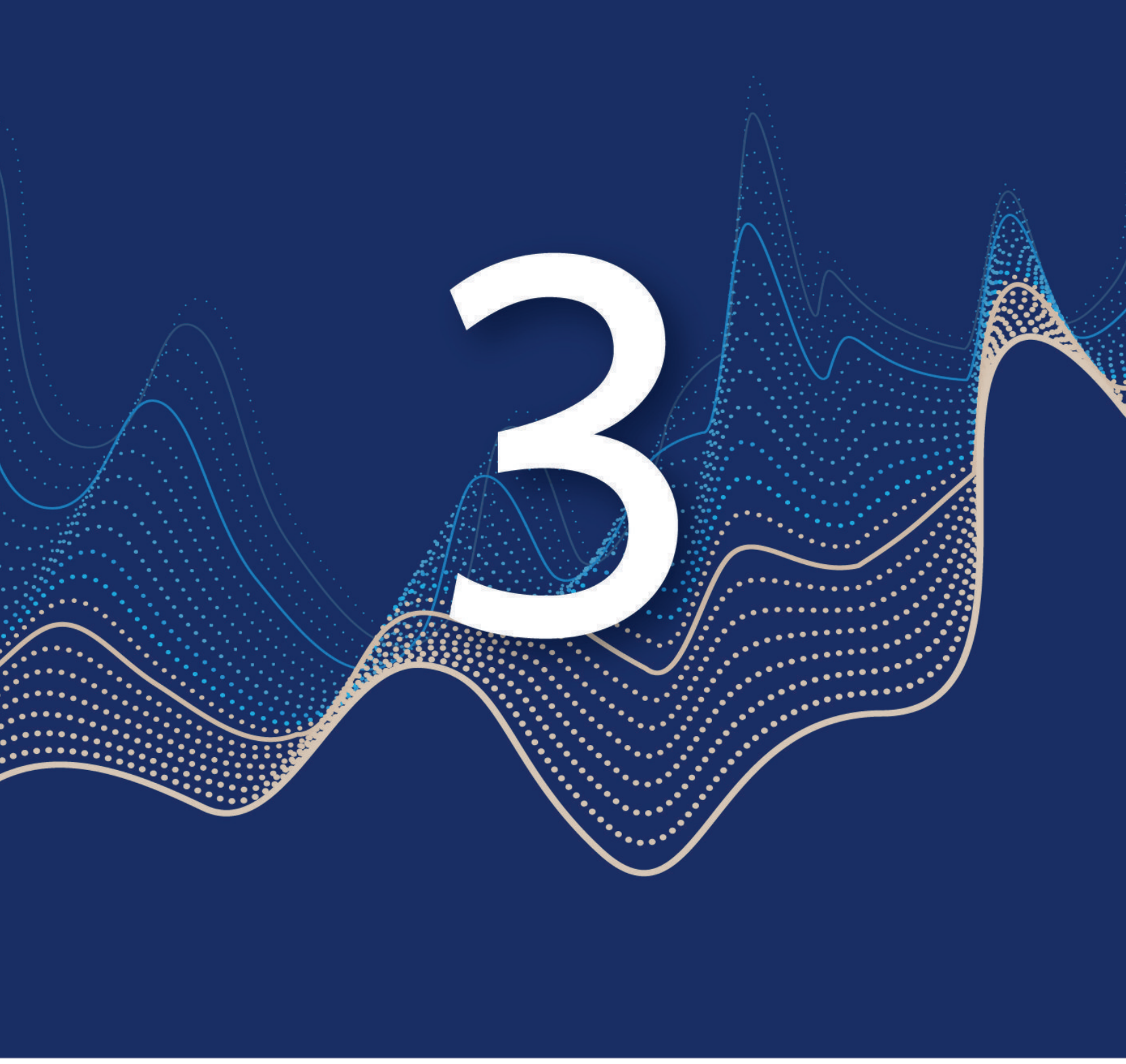
Samalla kiitän kaikkia niitä, jotka ovat osallistuneet kirjan tekoon sen erivaiheissa. Erityiskiitos kahdelle suuresti kirjan syntyyn vaikuttaneelle henkilölle: Kiitos graafikko Niina Silvasti (Visual Monkey) kirjan taitosta, ulkoasusta ja sadoista piirroksista. Ja vielä erityiskiitos vaimolleni Seijalle satojen liskojen oikoluvusta ja tekstin luettavuuden parannusehdotuksista.

Joensuussa pitkänäperjantaina 2024
OH7FQH Veli-Pekka Niiranen

3

RADION
TOIMINTAPERIAATTEET
JA RADIOYHTEYS

3



3.1 Vastaanotintyypit, eri asteitten toiminta ja lohkokaaviot

Veli-Pekka Niiranen, OH7FQH, Tiiti Kellomäki, OH3HNY, Reino Talaro, OH3MA

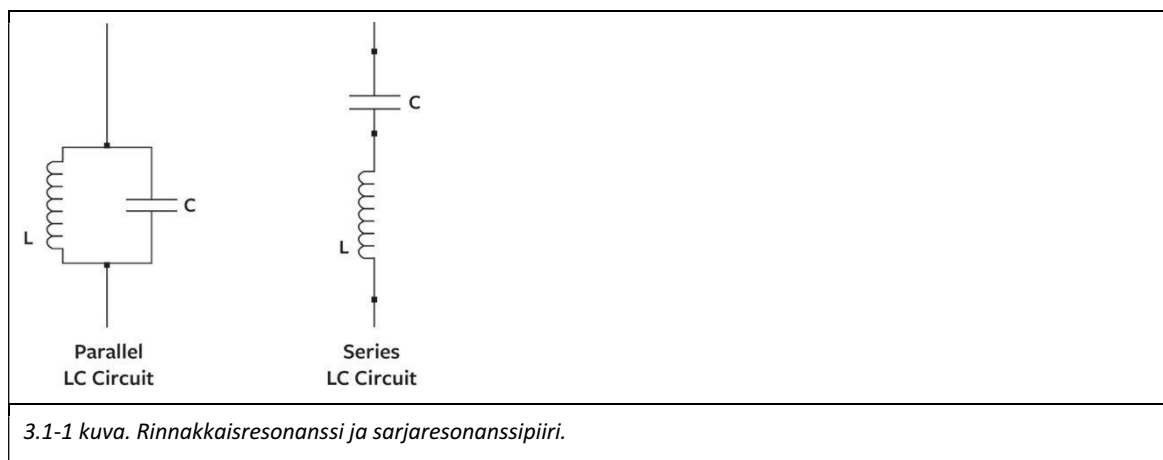
Radiovastaanotin on tekninen laite, jolla voidaan vastaanottaa ja ilmaista radiolähteitä

Resonanssi radiotekniikassa

Resonanssi on yksi fysiikan perusilmiöistä. Resonanssin ilmiötä voidaan havaita mekaani-sissa ja sähköisissä järjestelmissä. Ilman resonanssia meillä ei olisi radiota tai televisiota. Resonanssiin avainelementit LC-piireissä ovat induktanssi (L) ja kapasitanssi C. Avainelementtien yhdistämismenetelmän mukaan resonanssiin voi olla sarjaan tai rinnan kytketty **3.1 kuva 1**. Kun kela (L) ja kondensaattori C kytketään rinnakkain, saadaan rinnakkaisresonanssiin; jos L ja C ovat sarjassa, saadaan sarjaresonanssiin.

Kun sarjaan kytketty värähtelypiiri on kytketty jännitelähteeseen, jonka signaalitaajuus vastaa LC-piirin omaa taajuutta, kun piirin jännite/virta värähtelee samalla taajuudella kuin jännitelähde saadaan tuloksena piirin resonanssitaajuus.

Radiotekniikassa lähetyksen vastaanottopolun toisessa päässä oleva antenni vastaanottaa signaalin ja syöttää sen vastaanottopiirille, joka on säädetty resonanssiin esim. AM-lähteen kanta-aaltotaajuudella. Antenni vastaanottaa yleensä RF-signaaleja hyvin leveällä taajuuskaistalla. Vastaanotin valitsee resonanssiin kanta-aaltotaajuudelle viritetyn lähteen, jota juuri nyt halutaan kuunnella ja poistaa kaikki tarpeettomat taajuudet (siis lähtimen resonanssiin toimii suodattimena).



Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatööreille

Opas 2 on jatko-osa sähkötekniikan ja elektroniikan perusteet oppaalle 1. Opasta käytetään radioamatöörikoulutuksessa K-modulissa ja tekniikkamoduleissa T1 ja T2.

Opas 2 on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa käsittelee lähetin- ja vastaanotintyyppejä, antennejä, radiokelien merkitystä sekä radioamatööriaseman toimintaperiaatteita. Toinen osa keskittyy radioamatööriliikenteeseen, yhteyksiin ja lupaehtoihin. Oppaassa käsitellään tärkeää hätäliikennettä ja radioamatööri-toimintaan liittyviä lakeja ja määräyksiä.

Radioamatööri-toimintaan kuuluva rakentelu on huomioitu erityisesti laajassa antennitekniikkaosiossa. Samalla tutustutaan radioyhteyden edellytyksiin, radioaaltojen etenemiseen sekä radiokelien vaikutukseen yhteyden synnyssä. Radioamatööriliikenne käsittelee tarvittavassa laajuudessa kansallisia ja kansainvälisiä määräyksiä, lyhenteitä, kutsumerkkejä, jne.

© 2026 Suomen Radioamatööriliitto ry
Kustantaja: BoD · Books on Demand, Mannerheimintie 12 B, 00100 Helsinki, bod@bod.fi
Kirjapaino: Libri Plureos GmbH, Friedensallee 273, 22763 Hampuri, Saksa
ISBN: 978-952-80-7501-1

