

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

© 2024 Suomen Radioamatööriliitto ry

Toimittanut: OH7FQH, Veli-Pekka Niiranen, SRAL

Kannen suunnittelu: Niina Silvasti, Visual Monkey

Kirjan taitto: Niina Silvasti, Visual Monkey

Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi

Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa

ISBN: 978-952-80-7257-7

Sisältö

RADION TOIMINTAPERIAATTEET JA RADIOYHTEYS

Radion toimintaperiaatteista sekä toimivan radioyhteyden vaatimista edellytyksistä

Sisältö	6
Kirjoittajat	12
Esipuhe	14
3.1 Vastaanotintyypit, eri asteitten toiminta ja lohkoakaaviot	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 Lähetintyypit sekä eri asteitten toiminta- ja lohkoakaaviot.....	30
Oskillaattori yksinkertaisena lähettimenä	31
Sekoitukseen perustuva lähetin	33
Taajuussynteisiin 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
Transceivereiden ohjausominaisuudet.....	47
Ohjelmistoja transceivereiden 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, suuntakuviot 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 suuntakuviot.....	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
	Trap-antennit.....	95
3.8	Antennityypit HF-, VHF- ja UHF- taajuuksilla.....	97
	Yagiantennit.....	100
	Quadantennit.....	103
	Tärkeiden antennien ominaisuuksia.....	104
	Muiden antennien tärkeimpiä ominaisuuksia.....	105
	Kuvia, jotka kertovat enemmän kuin tuhat sanaa.....	106
3.9	Antennin sovitus ja maksimi tehosiirto.....	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 (antenniviritimet).....	119
3.10	Radioyhteyksien etenemismekanismit.....	122
	Radioaaltojen eteneminen VHF-, UHF- ja SHF-alueilla.....	122
	Eteneminen ionosfääriin kautta eteneminen HF-taajuuksilla.....	123
3.11	Pinta-aalto eteneminen.....	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 (SWR).....	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 kytketyminen	157
Kapasitiivinen kytketyminen.....	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 kompressori 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 radioamatööri liikenteen lyhenteet.....	222
4.5	<i>Radioamatööriyhteys</i>	224
	Sähkötys ja puheliikenne	225
	Aakkosnimet	226
	Puheyhteys	227
	FM-liikenne	228
	SSB-liikenne	229
	Muita työskentelytapoja	229
	APRS229	
	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
	Hätäsanoman kuittaus.....	239
	Hätäliikenteen hoito ja päättäminen.....	240
	Muistettavaa hätäliikenteestä.....	241
	Pikaliikenne	242
4.7	<i>kansalliset lait, määräykset ja lupaehtot</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-pätevyytodistus	254
	Millä bandilla ääneen?	255
	Ulkomaalainen Suomessa.....	255

4.9 SRAL ja muut kansalliset radioamatööriyhteisöt	256
SRAL Jäsenyys	256
Jäsenedut	257
Liiton yhteystietoja	257
Kansainvälinen toiminta	258
4.10 Digimodet	260
PSK31	260
JT65 261	
FT8 261	
WSJT-X	262
Äänikortti hyötykäyttöön	266
Yksinkertainen kytkentä rigin ja tietokoneen välille	268
Digi-interfacet	269
4.11 CW-yhteydet	272
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

Kirjoittajat



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 etäohjaussovelluksen Web Radio Control kehittäjä (esitely 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 radioamatöörileireillä ilahduttavat.



Reino Talarmo, 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 radioamatööripätevyytensä 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 Ryyänen, OH7TY**

Esipuhe

Tämä kädessäsi oleva kaksiosainen kirja on syntynyt vahvistamaan ja uudistamaan Suomalaista radioamatöörikoulutusta. Kirjat sisältävät radioamatööritutkintoihin tarvittavan tietopohjan ja runsaasti sen lisäksi tietoa käytännön radioamatööritoiminnasta 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 radioamatööritoiminnassa *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 *Kyynelleen* verran.

Kirja on tarkoitettu niin itseopiskeluun kuin myös kerhojen ja Suomen Radioamatööriliiton järjestämiin koulutuskursseihin laajaksi kurssiaineistoksi. Kirjaa tuetaan Suomen Radioamatööriliiton 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 niitten synnystä. Kirja käsittelee laajasti lähetin-vastaanotin tekniikkaa, mukaan lukien tietoa käytännön radioamatööriantenneista. 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 yleisenluokan 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. Erytiskiitos 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 Pitkänperjantaina 2024
OH7FQH Veli-Pekka Niiranen

3

RADION TOIMINTAPERIAATTEET JA RADIOYHTEYS

3



3.1 Vastaanotintyypit, eri asteitten toiminta ja lohko-kaaviot

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

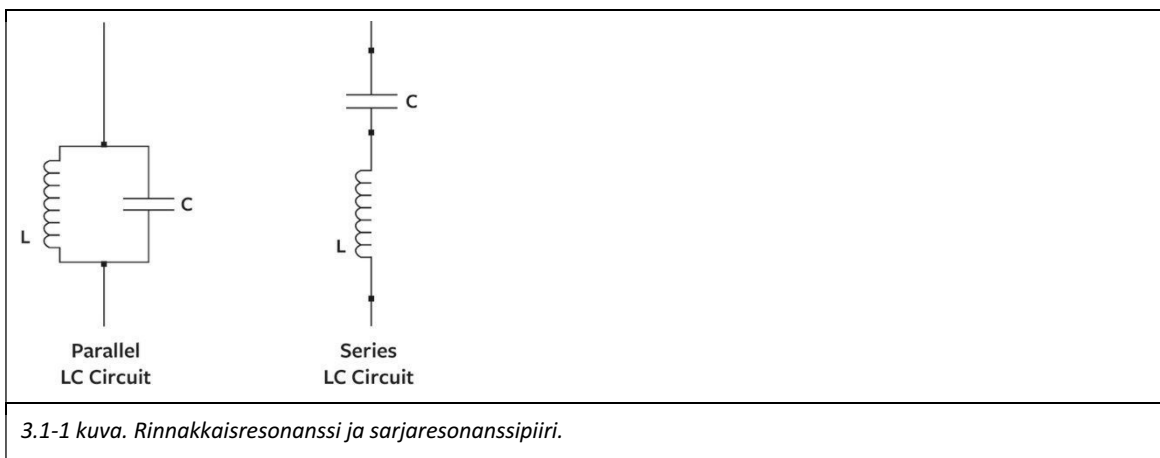
Radiovastaanotin on tekninen laite, jolla voidaan vastaanottaa ja ilmaista radioläheteitä

Resonanssi radiotekniikassa

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

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



Radiotekniikan ja -yhteyksien perusteet radioamatöörille

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 radioamatööri-aseman toimintaperiaatteita. Toinen osa keskittyy radioamatööri-liikenteeseen, yhteyksiin ja lupaehtoihin. Oppaassa käsitellään tärkeää hätäliikennettä ja radioamatööritoimintaan liittyviä lakeja ja määräyksiä.

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

© 2024 Suomen Radioamatööriliitto ry
Kustantaja: BoD – Books on Demand, Helsinki, Suomi
Valmistaja: BoD – Books on Demand, Norderstedt, Saksa
ISBN: 978-952-807-257-7



BoD