

# **VRZA CURSUS RADIOZENDAMATEUR**

# VRZA CURSUS RADIOZENDAMATEUR

April 1999  
8<sup>e</sup> volledig herziene druk



Vereniging van Radio Zendateurs  
Postbus 116  
3769 ZJ Soesterberg  
<http://www.vrza.org>

Bewerking :  
PA3BJI, PA3DGW, PA3GXY, PA9904

Vormgeving  
PA3BJI

Alle vragen achter de hoofdstukken zijn examenopgaven gecreëerd door de Rijksdienst voor Radiocommunicatie (RDR) en hier gepubliceerd met toestemming van de RDR.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerde gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm en op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de VRZA.

De VRZA aanvaardt geen aansprakelijkheid voor fouten en/of schade voortgekomen uit het gebruik van deze informatie.

Gedrukt in Nederland door Bremer Drukkerijen B.V. te Assen

© Copyright VRZA 1985, 1999

ISBN 90-804748-1

# INHOUDSOPGAVE

## Voorwoord

## Inleiding

<b>Hoofdstuk 1.</b>	<b>Rekenen.....</b>	<b>1-1</b>
1.1	Inleiding .....	1-1
1.2	Rekenregels.....	1-1
1.3	Optellen.....	1-4
1.4	Aftrekken .....	1-4
1.5	Vermenigvuldigen.....	1-5
1.6	Delen .....	1-6
1.7	Toepassing .....	1-7
1.9	Decimale breuken en afronden .....	1-11
1.10	Machten en machtsverheffen .....	1-12
1.11	Gebroken exponenten, wortels en worteltrekken .....	1-15
1.12	Logaritmen.....	1-17
1.13	De decibel .....	1-17
1.14	Het getal $\pi$ .....	1-19
1.15	Grafieken .....	1-20
1.16	Goniometrische verhoudingen .....	1-23
<b>Hoofdstuk 2.</b>	<b>Natuurkunde en Elektriciteit.....</b>	<b>2-1</b>
2.1	Oriëntatie .....	2-1
2.2	De bouw van atomen en moleculen .....	2-2
2.3	Elektrische spanning, stroom en weerstand .....	2-6
2.4	Meten van stroom, spanning en weerstand .....	2-14
2.5	Het schakelen van weerstanden .....	2-21
2.5.1	Serieschakeling .....	2-22
2.5.2	Parallelschakeling .....	2-22
2.5.3	De combinatie serie- en parallelschakeling van weerstanden (gemengde schakelingen) .....	2-26
2.6	Energiebronnen, schakeling van elementen.....	2-28
2.7	Schakelingen van energiebronnen .....	2-35
2.7.1	Serieschakeling .....	2-35
2.7.2	Parallelschakeling .....	2-36
2.7.3	Gemengde schakeling .....	2-36
2.8	Wetten van Kirchhoff .....	2-38
2.9	Overeenkomst tussen stroom en spanningsbronnen .....	2-43
2.10	Energie (arbeid), vermogen, rendement en dissipatie.....	2-47
2.10.1	Mechanische arbeid en vermogen.....	2-47
2.10.2	Elektrische arbeid, vermogen en dissipatie.....	2-48
2.11	Vragen.....	2-55
<b>Hoofdstuk 3.</b>	<b>Condensatoren en Spoelen .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Condensatoren .....	3-1
3.2	Schakelingen van condensatoren .....	3-6
3.3	Magnetisme en inductie .....	3-10

3.4	Spoelen.....	3-14
3.5	Zelfinductie en tijdconstante .....	3-21
3.6	Vragen.....	3-29
<b>Hoofdstuk 4.</b>	<b>Wisselstroomtheorie .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	Periodieke verschijnselen .....	4-1
4.1.1	De arbeidsfactor $\cos \varphi$ .....	4-9
4.1.2	Schijnbaar vermogen.....	4-10
4.2	Reactantie en impedantie .....	4-12
4.2.1	Weerstand, reactantie en impedantie .....	4-12
4.2.2	De reactantie van een condensator.....	4-13
4.2.3	De reactantie van een spoel.....	4-16
4.2.4	De radiaalfrequentie $\omega$ (Omega).....	4-18
4.2.5	Serie- en parallelschakeling van reactanties .....	4-19
4.3	Vectoren.....	4-20
4.3.1	Rekenen met vectoren .....	4-21
4.3.2	Verschil van 2 vectoren .....	4-24
4.3.3	Bijzondere gevallen.....	4-24
4.3.4	Voorstelling van een sinusvormig signaal door een draaiende vector.....	4-26
4.4	Basisdiagrammen .....	4-28
4.4.1	Vectordiagram van een serieschakeling.....	4-30
4.4.2	Vectordiagram van een parallelschakeling .....	4-33
4.5	Resonantie.....	4-36
4.5.1	Serieschakeling .....	4-36
4.5.2	Impedantie.....	4-40
4.5.3	Resonantiefrequentie.....	4-40
4.5.4	$Q$ factor .....	4-41
4.5.5	Bandbreedte .....	4-41
4.5.6	Parallelschakeling .....	4-43
4.5.7	Gekoppelde kringen .....	4-50
4.5.8	Filterkarakteristieken .....	4-53
4.6	Vragen.....	4-57
<b>Hoofdstuk 5.</b>	<b>Transformatoren.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	Inleiding .....	5-1
5.2	De transformator .....	5-1
5.3	De transformatieverhouding .....	5-2
5.4	Verliezen.....	5-3
5.5	Impedanties .....	5-4
5.6	Vormen van transformatoren .....	5-5
5.7	Vragen.....	5-6
<b>Hoofdstuk 6.</b>	<b>Microfoons en Luidsprekers.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	Inleiding .....	6-1
6.2	Microfoons.....	6-1
6.3	Luidsprekers.....	6-4
6.4	Vragen.....	6-6
<b>Hoofdstuk 7.</b>	<b>Meetinstrumenten.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	Inleiding .....	7-1

7.2	Stroommetingen .....	7-1
7.3	Spanningsmetingen .....	7-4
7.4	Weerstandsmetingen .....	7-6
7.4.1	Weerstandsmeting via meting van de spanning .....	7-7
7.4.2	Weerstandsmeting via meting van de stroom .....	7-7
7.4.3	Weerstandsmeting via een brugschakeling .....	7-8
7.5	De draaispoelmeter .....	7-9
7.6	Universeelmeters .....	7-11
7.7	Vragen.....	7-12
<b>Hoofdstuk 8.</b>	<b>Halfgeleiders.....</b>	<b>8-1</b>
8.1	Halfgeleidermaterialen.....	8-1
8.2	Dioden.....	8-3
8.3	Eigenschappen van halfgeleiderdioden .....	8-6
8.4	Bijzondere dioden en hun toepassingen .....	8-7
8.5	Voedingsschakelingen met dioden .....	8-11
8.6	Afvlaksystemen.....	8-14
8.7	Vragen.....	8-19
<b>Hoofdstuk 9.</b>	<b>Versterkende elementen.....</b>	<b>9-1</b>
9.1	Veld-Effect Transistoren .....	9-1
9.2	Transistoren .....	9-8
9.3	Enkele bijzondere halfgeleider-elementen.....	9-13
9.4	Elektronenbuizen .....	9-16
9.5	Meerroosterbuizen .....	9-22
9.6	Vragen.....	9-26
<b>Hoofdstuk 10.</b>	<b>Schakelingen.....</b>	<b>10-1</b>
10.1	Basisschakelingen.....	10-1
10.2	Instelling van versterkende elementen, belastingslijnen.....	10-10
10.3	Koppeling van versterkers .....	10-18
10.4	Klassen van instelling van versterkers.....	10-24
10.5	Terugkoppeling .....	10-31
10.6	Oscillatoren.....	10-34
10.7	Bijzondere oscillatoren, neutrodynisatie en frequentievermenigvuldiging.....	10-43
10.8	Vragen.....	10-49
<b>Hoofdstuk 11.</b>	<b>Radio .....</b>	<b>11-1</b>
11.1	Modulatie .....	11-1
11.1.1	Amplitude Modulatie (AM).....	11-2
11.1.2	Dubbelzijbandmodulatie (DZB) .....	11-9
11.1.3	Enkelzijbandmodulatie (EZB) .....	11-10
11.1.4	Morse telegrafie (CW) .....	11-11
11.1.5	Frequentie Modulatie (FM) .....	11-13
11.1.6	Fase Modulatie (PM) .....	11-17
11.2	Zenders en modulators.....	11-18
11.2.1	Schakelingen voor AM .....	11-20
11.2.2	Schakelingen voor CW .....	11-29
11.2.3	Schakelingen voor FM.....	11-30
11.2.4	Schakelingen voor PM.....	11-31

11.3	Ontvangers .....	11-32
11.3.1	Blokschema .....	11-32
11.3.2	Mengtrappen .....	11-38
11.3.3	Preselectie/HF-versterking .....	11-39
11.3.4	Detectie schakelingen .....	11-39
11.4	Vragen.....	11-51
<b>Hoofdstuk 12.</b>	<b>Geïntegreerde schakelingen .....</b>	<b>12-1</b>
12.1	Operationele versterkers .....	12-1
12.2	Digitale schakelingen; basiskennis en poorten .....	12-8
12.3	Digitale schakelingen; flip-flops.....	12-20
12.4	Digitale schakelingen; delers, tellers en registers.....	12-28
12.5	De fase-vergrendelde lus (phase locked loop).....	12-35
12.6	Vragen.....	12-42
<b>Hoofdstuk 13.</b>	<b>Antennes .....</b>	<b>13-1</b>
13.1	Voortplanting van elektromagnetische golven .....	13-1
13.2	Transmissielijnen.....	13-11
13.3	Aanpassing van kortegolf antennes .....	13-18
13.4	VHF en UHF antennes.....	13-25
13.5	Vragen.....	13-32
<b>Hoofdstuk 14.</b>	<b>BCI, TVI en LFD .....</b>	<b>14-1</b>
14.1	Inleiding .....	14-1
14.2	Maatregelen tegen LF-Detectie .....	14-5
14.3	Slotopmerkingen.....	14-14
14.4	Vragen.....	14-15
<b>Hoofdstuk 15.</b>	<b>Telegrafiecursus PI4VRZ/A.....</b>	<b>15-1</b>
15.1	De PI4VRZ/A telegrafie-cursus:.....	15-2
15.2	Uitzendschema van PI4VRZ/A:.....	15-2
15.3	De morse tekens .....	15-4
15.4	De oefeningen .....	15-5
<b>Appendix A.</b>	<b>Antwoorden .....</b>	<b>A-1</b>
<b>Appendix B.</b>	<b>Index.....</b>	<b>B-1</b>

## VOORWOORD

Het kan geen toeval zijn dat de VRZA-cursus radiozendamateur door zo velen is gebruikt, en nog steeds gebruikt wordt, om zich voor te bereiden op het examen voor radiozendamateur.

Ook zendcursussen hebben wel eens een 'update' nodig, al was het alleen maar om de tekeningen aan te passen aan officiële normen (NEN-norm). Tegelijk zouden dan hier en daar wat tekstuele wijzigingen aangebracht kunnen worden en de noodzakelijke uitbreiding van digitale technieken worden doorgevoerd. Voorwaar geen eenvoudige opgave voor de "commissie herziening cursusboek" om deze aanpassing vorm te geven.

Maar het is wéér gelukt een cursus samen te stellen waarin de voor het examen voor radiozendamateur noodzakelijke stof op eenvoudige en duidelijke wijze is beschreven. De samenstellers zijn er opnieuw van uitgegaan dat deze cursus bestemd is voor zelfstudie. Helderheid en eenvoud in teksten, tekeningen en schema's is daarbij essentieel. De behandelde onderwerpen sluiten nauw aan bij het huidige pakket exameneisen. Diegenen bij wie de basisprincipes van de wiskunde wat zijn weggezakt, of vrijwel niet aanwezig zijn, kunnen steun vinden in een apart hoofdstuk.

Een cursusboek als dit, kan echter nooit compleet zijn; simpelweg omdat een belangrijk onderdeel van de lesstof, het luisteren op de amateurbanden, niet aan het papier kan worden toevertrouwd. Dat zullen de cursisten, als aankomend zendamateur, zich al doende zelf moeten aanleren.

Graag wil ik de leden van de commissie, Frans Evenblij - PA3BJI, Michel Elisen - PA3DGW, Pierre Cox - PA3DOG, Edwin Franken - PA3GXY en Jan Akkermans - PA9904, en alle anderen die hun steentje hebben bijgedragen, bedanken voor hun inzet om u, als toekomstig zendamateur, de beginselen van onze mooie hobby bij te brengen. Ik ben heel erg verheugd dat 'ham-spirit' aan het einde van deze eeuw nog steeds volop blijkt te bestaan.

Muiderberg, april 1999

Frits van Rossum, PA0BEA,  
(voorzitter VRZA)

## INLEIDING

Gefeliciteerd met de aanschaf van dit boek. Dit boek bevat de stof, welke nodig is om met succes deel te kunnen nemen aan het examen radiozendamateur, dat afgenomen wordt door de Rijksdienst voor de Radiocommunicatie (RDR).

Na de eerste schreden op het radiopad, het knutselen met elektronica of het luisteren naar omroep en televisie, scheepvaart of andere stations, misschien na het aanschaffen van een 27mc set of scanner, ben je nu terechtgekomen bij de Vereniging van Radio Zend Amateurs, de VRZA.

Deze cursus maakt geen technicus van je. De bedoeling is, dat je door regelmatige studie voldoende kennis van de elektriciteitsleer en elektronica verkrijgt om met succes deel te kunnen nemen aan het examen dat door de RDR wordt georganiseerd.

### **De cursus**

Deze is zo geschreven, dat het mogelijk is zelfstandig de lessen te leren. Bovendien wordt in talrijke afdelingen een cursus in groepsverband georganiseerd.

### **De studie**

Na deze algemene informatie gaan we aan de studie. Regelmaat en herhaling en vooral doorzetten zijn de basis voor een succesvol examen.

We beginnen met een inleidend hoofdstuk over rekenen, omdat op het examen is gebleken dat dit voor sommigen een probleem is. De volgende hoofdstukken zijn gebaseerd op het examenprogramma van de RDR. Na inschrijving voor het examen ontvangt u een overzicht van de RDR met de examenstof. Aan de hand van dit overzicht kunt u controleren of u alle onderwerpen beheerst. Eerst wat natuurkunde, vervolgens elektriciteitsleer, daarna elektronica.

Wanneer de theorie achter de rug is, behandelen we de meetinstrumenten en gaan we de onderdelen die in de apparatuur toegepast worden bespreken. Daarna behandelen we de elektronische schakelingen van gelijkstroom tot hoogfrequent. Uiteindelijk komen we aan bij de hoofdstukken over voortplanting van radiosignalen, voedingslijnen en antennes. Tenslotte behandelen we nog storingen veroorzaakt door radiogolven, de zogenaamde LFI, BCI en TVI.

### **Telegrafie**

Voor degenen die zich ook de kunst van de morsetelegrafie willen eigen maken, sluiten we af met een hoofdstuk over dit onderwerp.

### **Wettelijke voorschriften**

De wettelijke voorschriften en beperkingen betreffende het gebruik van een amateurzender, zijn niet opgenomen in dit boek. Deze voorschriften wijzigen namelijk regelmatig. Na inschrijving voor het examen worden deze



voorschriften door de RDR verstrekt. Bestudeer deze goed, want ook de voorschriften behoren tot de examenstof.

Tot slot willen wij een ieder bedanken die heeft meegewerkt aan de totstandkoming van dit boek.

Dit waren onder meer, de diverse tekenaars, de correctoren, Pierre PA3DOG als een van de initiatiefnemers en natuurlijk PA0JY, PA0LEV, PA3BMV, PA3CEM en PA0RLS, de schrijvers van het vorige uitgaven van het cursusboek, van wiens werk wij in ruime mate gebruik hebben kunnen maken.

Wij wensen u veel succes met uw studie!

Commissie heruitgave VRZA cursusboek, Oegstgeest en Tilburg, april 1999

Frans Evenblij, PA3BJI  
Michel Elisen, PA3DGW  
Edwin Franken, PA3GXY  
Jan Akkermans, PA9904

