

Exameneisen Radiozendamateur Full – Extern

Algemene informatie

In deze exameneisen staat wat u moet kunnen en kennen. De exameneisen vormen daarom de basis van de opleiding en het examen.

Opgesteld door: CBR divisie CCV

Categoriecode en exameninformatie:

- RZAM-F (theorie-examen), digitaal, 50 vragen, 105 minuten, cesuur 70%

Geldigheid examenresultaat: onbeperkt

Vastgesteld door:

- College van Deskundigen Radiozendamateur op 9 oktober 2024

Volgens: de Examenregeling frequentiegebruik 2008

Goedgekeurd door:

- Divisiemanager CCV – november 2024

Ingangsdatum:

1 december 2024

Toelichting gebruik toetstermen:

- Eindtermen: Dit zijn de hoofdonderwerpen die in het examen voorkomen. Hierin staat 'ruim' omschreven wat er in het examen terug kan komen.
- Toetstermen: Dit zijn onderdelen van een eindterm. Hierin staat meer uitgebreid omschreven wat er in het examen terug kan komen.
- Afbakening: Dit zijn onderdelen van een toetsterm. Hier staat over welke onderwerpen vragen gesteld mogen worden in het examen. Als er geen afbakening is opgenomen, mag over die toetsterm in principe alles gevraagd worden.

Eindterm 0: Basisvaardigheden van de kandidaat

De exameneisen zijn beperkt tot onderwerpen die relevant zijn bij het doen van technische onderzoeken en het gebruik van zendinrichtingen. Hieronder vallen ook schakelingen met hun schema's. Hierin kunnen zowel geïntegreerde schakelingen als discrete componenten voorkomen. De tijdens het examen te stellen vragen zijn gebaseerd op de praktische toepassing van onderwerpen die in deze exameneisen worden genoemd.

0.1. Grootheden, eenheden, veelvouden en delen

Afbakening:

- Grootheden
- Eenheden
- Veelvouden en delen

0.2. Herkennen van tekensymbolen

Afbakening:

Kandidaten moeten vertrouwd zijn met de gangbare tekensymbolen in schema's van elektronische schakelingen.

0.3. Wiskundige begrippen en bewerkingen

Afbakening:

Kandidaten moeten de volgende wiskundige begrippen en bewerkingen kunnen toepassen:

- optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen
- breuken, percentages
- machten van 10, exponenten, logaritmen
- kwadrateren
- vierkantswortels
- omgekeerde waarden
- interpretatie van lineaire en niet-lineaire grafieken
- binair getalstelsel

0.4. Formules

Kandidaten moeten de formules die opgenomen zijn in de exameneisen kennen, kunnen toepassen en deze formules ook in een andere schrijfwijze kunnen omzetten.

Eindterm 1 Elektriciteitsleer, elektromagnetisme en radiotheorie

1.1 Stroomgeleiding

Afbakening:

- Geleider, halfgeleider en isolator
- Stroomsterkte, spanning en weerstand
- De eenheden ampère, volt en ohm
- De wet van Ohm [$U = I \cdot R$]
- De wetten van Kirchhoff
- Elektrisch vermogen [$P = U \cdot I$]
- De eenheid watt
- Elektrische energie [$W = P \cdot t$]
- De eenheid joule
- Capaciteit van een batterij [ampère-uur]

1.2 Bronnen

Afbakening:

- Spanningsbron, bronspanning [EMK], kortsluitstroom, inwendige weerstand en klemspanning
- Serie- en parallelschakeling van spanningsbronnen

1.3 Elektrisch veld

Afbakening:

- Elektrische veldsterkte
- De eenheid volt per meter
- Afscherming van elektrische velden

1.4 Magnetisch veld

Afbakening:

- Magnetisch veld om stroomvoerende geleider en van een spoel
- Afscherming van magnetische velden

1.5 Elektromagnetisch veld

Afbakening:

- Radiogolven als elektromagnetische golven
- De voortplantingsnelheid en het verband hiervan met de frequentie en de golflengte [$v = f \cdot \lambda$]
- Polarisation

1.6 Sinusvormige signalen

Afbakening:

- De grafische voorstelling in de tijd
- Momentele waarde, amplitude [U_{max}], effectieve waarde [$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$] en gemiddelde waarde
- Periode en periodeduur

- Frequentie
- De eenheid hertz
- Faseverschil

1.7 Niet-sinusvormige signalen

Afbakening:

- Audiosignaal
- Bloksignaal
- De grafische voorstelling in de tijd
- Gelijkspanningscomponent, grondgolf en zijn harmonischen
- Ruis [$P_n = kTB$], thermische ruis, via de antenne ontvangen ruis, ruisvermogen per Hz, ruisvermogen in de bandbreedte

1.8 Gemoduleerde signalen

Afbakening:

- CW
- Amplitudemodulatie
- Enkelzijbandmodulatie
- Fase- en frequentiemodulatie
- Frequentiezwaai en modulatie-index [$m = \frac{\Delta F}{f_{mod}}$]
- Draaggolf, zijbanden en bandbreedte
- Golfvormen van CW-, AM-, EZB- (SSB-) en FM-signalen (grafische weergave)
- Spectra van CW-, AM-, EZB- (SSB-) en FM-signalen (grafische weergave)
- Digitale modulatievormen: FSK, 2-PSK, 4-PSK en QAM
- Digitale modulatie: bitsnelheid, symboolsnelheid (baudsnelheid) en bandbreedte
- Foutdetectie en -correctie: CRC (packet radio), ARQ en FEC (toepassing AMTOR)

1.9 Vermogen en energie

Afbakening:

- Het vermogen van sinusvormige signalen [$P = i^2 \cdot R$] ; [$P = \frac{u^2}{R}$] waarin $u = U_{eff}$ en $i = I_{eff}$
- Vermogensverhoudingen die overeenkomen met de volgende dB-waarden: 0dB, 3dB, 6dB, 10dB en 20dB [zowel positief als negatief]
- De vermogensverhouding in dB bij het achter elkaar schakelen van versterkers en/of verzwakkers
- Aanpassing [maximale vermogensoverdracht]
- De relatie tussen ingangsvermogen, uitgangsvermogen en rendement. [$\eta = \frac{P_{uit}}{P_{in}} \cdot 100\%$]
- Peak Envelope Power [PEP]

1.10 Digitalisering van analoge signalen

Afbakening:

- Bemonsteren en kwantiseren
- Minimale bemonsteringsfrequentie (Nyquistfrequentie)
- Anti-aliasfilter, reconstructiefilter
- Convolutie (tijddomein/frequentiedomein, grafische voorstelling)
- ADC en DAC

Eindterm 2 Componenten

2.1 Weerstand

Afbakening:

- Weerstand
- De eenheid ohm
- Stroom-spanningskarakteristiek
- Vermogensdissipatie

2.2 Condensator

Afbakening:

- Capaciteit
- De eenheid farad

- De relatie tussen capaciteit, afmetingen en diëlektricum
- De reactantie [$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$]
- Faseverschil tussen stroom en spanning
- Eigenschappen van vaste en van variabele condensatoren

2.3 Spoel

Afbakening:

- Zelfinductie
- De eenheid henry
- Het effect van aantal windingen, diameter, lengte en kernmateriaal op de zelfinductie
- De reactantie [$X_L = 2\pi f \cdot L$]
- Faseverschil tussen stroom en spanning
- Q-factor [$\frac{2\pi f \cdot L}{R_s}$]

2.4 Toepassing en gebruik van transformatoren

Afbakening:

- Ideale transformator [$P_{prim} = P_{sec}$]
- De relatie tussen wikkelverhouding en:
 - Spanningsverhouding [$\frac{U_{sec}}{U_{prim}} = \frac{n_{sec}}{n_{prim}}$]
 - Stroomverhouding [$\frac{i_{sec}}{i_{prim}} = \frac{n_{prim}}{n_{sec}}$]
 - Impedantieverhouding [$\frac{Z_{sec}}{Z_{prim}} = \frac{n^2_{sec}}{n^2_{prim}}$]
 - Transformatoren (toepassing)

2.5 Diode

Afbakening:

Gebruik en toepassing van diodes:

- Gelijkrichtdiode, zenerdiode, LED [licht emitterende diode], varicap [capaciteitsdiode]
- Doorlaatstroom
- Sperspanning en lekstroom

2.6 Transistor

Afbakening:

- PNP- en NPN-transistor:
 - Stroomsturing
 - Stroomversterking
- Veldeffecttransistor:
 - Spanningssturing
 - Steilheid
- De transistor in:
 - gemeenschappelijke emitter-[source-] schakeling
 - gemeenschappelijke basis-[gate-] schakeling
 - gemeenschappelijke collector-[drain-] schakeling
- In- en uitgangsimpedantie van bovengenoemde schakelingen
- Instelmethode

2.7 Overige componenten

Afbakening:

- Eenvoudige buizen [triode en pentode]:
 - Steilheid
 - Anode-roostercapaciteit
- Eenvoudige digitale componenten (functie):
 - Poortschakelingen
 - Opteller (full adder)
 - Flipflop
 - Deler

Eindterm 3 Schakelingen

3.1 Combinatie van componenten

Afbakening:

- Serie- en parallelschakeling van weerstanden, spoelen, condensatoren, transformatoren en dioden
- Stromen en spanningen in deze schakelingen
- Impedantie van deze schakelingen
- Gedrag van niet-ideale weerstanden, condensatoren en spoelen (parasitaire effecten)

3.2 Analoge filters

Afbakening:

- Seriekring en parallelkring
- Impedantie
- Frequentie karakteristiek
- Resonantiefrequentie $[f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}]$
- Kwaliteitsfactor van een afgestemde kring $[Q = \frac{2\pi f_{res} \cdot L}{R_s}]$ $[Q = \frac{R_p}{2\pi f_{res} \cdot L}]$ $[Q = \frac{f_{res}}{B}]$
- Bandbreedte
- Bandfilter
- Laagdoorlatende, hoogdoorlatende, banddoorlatende en bandsperrende filters, opgebouwd uit passieve elementen, kantelfrequentie
- Frequentie karakteristiek
- Pi-filter en T-filter
- Kwarts kristal:
 - Vervangingsschema
 - Serieresonantie
 - Parallelresonantie
- Gevolgen van het toepassen van niet ideale componenten (parasitaire effecten)

3.3 Voeding

Afbakening:

- Schakelingen voor enkel- en dubbelzijdige gelijkrichting en de bruggelijkrichter
- Afvlakschakelingen
- Stabilisatieschakelingen in laagspanningsvoedingen
- Schakelende voedingen, isolatie en EMC

3.4 Versterker

Afbakening:

- Lf- en hf-versterker
- Operationele versterker [OpAmp]
- Versterkingsfactor
- Amplitude-frequentie karakteristiek en bandbreedte (breedband- t.o.v. afgestemde trappen)
- Instelling in klasse A, A/B, B en C
- Harmonische vervorming en intermodulatievervorming, oversturing van versterkertrappen
- Vermogensversterkers met buizen, spanningen en impedanties, impedantiëtransformatie
- Parasitaire oscillaties

3.5 Detector

Afbakening:

- AM-detectoren:
 - Diode detector
 - Productdetector en BFO
- FM-detectoren

3.6 Oscillator

Afbakening:

- Factoren die de frequentie en frequentiestabiliteit bepalen
- Oscilleervoorwaarden
- LC-oscillator
- Kristaloscillator, overtone-oscillator
- Spanningsgestuurde oscillator (VCO, frequentiemodulator)
- Faseruis

3.7 Phase Locked Loop (PLL)

Afbakening:

- Regellus met fasevergelijkschakeling
- Regellus met instelbaar deeltal
- Filter in de regellus
- Modulatie in de VCO

3.8 Mengtrap

Afbakening:

- Mengtrap met transistor, JFET of dioden
- Som- en verschilmenging, spiegelfrequentie
- Amplitudemodulator
- Balansmodulator

3.9 Digitale signaalverwerking

Afbakening:

- FIR en IIR filter blokschema
- Fourier transformatie (grafische weergave):
 - DFT
 - FFT
- Directe digitale frequentiesynthese (DDS)

Eindterm 4 Ontvangers

4.1 Uitvoering

Afbakening:

- Enkel- en dubbelsuperheterodyne ontvanger
- Directe conversie

4.2 Blokschema's

Afbakening:

- CW-ontvanger
- AM-ontvanger
- EZB-ontvanger
- FM-ontvanger

4.3 Werking en functies van de volgende schakelingen

Afbakening:

- Hf-versterker [smalband of breedband]
- Oscillator [vast en variabel]
- Mengtrap
- Middenfrequentversterker
- Begrenzer
- Detector
- Zwevingsoscillator [BFO]
- Productdetector
- Lf-versterker
- Automatische versterkingsregeling
- S-meter
- Ruisonderdrukker [squelch]

4.4 Ontvangerspecificaties

Afbakening:

- Nabijselectiviteit
- Verafselectiviteit
- Gevoeligheid, ruisgetal
- Stabiliteit
- Intermodulatie, kruismodulatie
- Reciproke menging (faseruis)
- Gevoeligheidsvermindering (desensitization)
- Blokkering

Eindterm 5 Zenders

5.1 Uitvoering

Afbakening:

- Zender met of zonder frequentietransformatie
- Transceiver (TRX)

5.2 Blokschema's

Afbakening:

- CW-zender
- EZB-zender
- FM-zender met PLL

5.3 Werking en functies van de volgende schakelingen

Afbakening:

- Mengtrap
- Oscillator
- Scheidingstrap
- Stuurtrap
- Frequentievermenigvuldiger
- Vermogensversterker
- Aanpassing
- Uitgangsfiler
- Frequentiemodulator
- Lf-begrenzer
- Balansmodulator
- Fasemodulator
- Zijbandfilter

5.4 Zenderspecificaties

Afbakening:

- Frequentiestabiliteit
- Hf-bandbreedte
- Zijbanden
- Lf-bandbreedte
- Niet-lineariteit (harmonische en intermodulatievorming)
- Uitgangsimpedantie
- Uitgangsvermogen
- Rendement
- Frequentiezwaaai
- Modulatie-index
- Sleutelklikken en chirps
- Ongewenste hf-uitstralingen
- Effecten van oversturing
- Faseruis
- Kaststraling

Eindterm 6 Antennes en transmissielijnen

6.1 Antennetypen

Afbakening:

- Halvegolfantenne met voeding in het midden
- Halvegolfantenne met voeding aan het einde
- Gevouwen dipool
- Kwartgolf verticale antenne [groundplane]
- Antenne met parasitaire elementen [Yagi]
- Apertuurantennes (parabolische reflector, hoorn)
- Dipool met sperkringen [traps]

6.2 Antenne-eigenschappen

Afbakening:

- Stroom- en spanningsverdeling
- Impedantie in het voedingspunt
- Capacitieve of inductieve impedantie buiten resonantie
- Polarisatie
- Richteffect, rendement en antennewinst
- Effectief uitgestraald vermogen [ERP, EIRP]
- Voor/achterverhouding
- Horizontale en verticale stralingsdiagrammen
- Effectief opvangend oppervlak

6.3 Transmissielijnen

Afbakening:

- Open lijn
- Coaxiale kabel
- Golfpijp
- Karakteristieke impedantie [Z_0]
- Verkortingsfactor
- Staandegolfverhouding [$SGV = \frac{Z_{bel}}{Z_0}$] of [$SGV = \frac{Z_0}{Z_{bel}}$]
- Verliezen
- Balun
- Kwartgolf lijn als impedantietransformator [$Z_0^2 = Z_{in} \cdot Z_{uit}$]
- Antenne aanpassingseenheid

Eindterm 7 Propagatie

7.1 Algemeen

Afbakening:

- Signaalverzwakking, signaal-ruisverhouding
- Zichtbereikverbinding, vrije - ruimtepropagatie
- Kosmische ruis
- Basisbegrippen van de propagatievoorspelling (link budget):
 - Overheersende ruisbron (bandruis t.o.v. ontvangerruis)
 - Minimaal benodigde signaal-ruisverhouding
 - Minimaal benodigd ontvangen signaalvermogen
 - Trajectverliezen
 - Antennewinst
 - Transmissielijnverlies
 - Minimaal benodigd zendvermogen

7.2 HF

Afbakening:

- Ionosfeerlagen
- Kritische frequentie
- Invloed van de zon op de ionosfeer
- Maximum Usable Frequency [MUF]
- Grondgolf en ruimtegolf
- Opstralingshoek, invloed antennehoogte
- Dode zone en skip distance
- Multipadeffecten in ionosferische propagatie, fading
- Atmosferische ruis

7.3 VHF en hoger

Afbakening:

- Troposfeer
- Golfgeleidervorming in de atmosfeer (ducting)
- Verstrooiing (scattering)
- De invloed van de antennehoogte op de overbrugbare afstand [radio horizon]
- Temperatuurinversie
- Sporadische E-reflectie
- Aurorareflectie
- Meteorscatter
- Maanreflectie (EME)
- Thermische ruis van het aardoppervlak

Eindterm 8 Metingen

8.1 Meten

Afbakening:

Het meten van:

- Gelijk- en wisselspanningen
- Gelijk- en wisselstromen
- Weerstand
- Gelijkstroom- en hoogfrequentvermogen [gemiddeld vermogen, 'Peak Envelope Power']
- Staandegolfverhouding
- Golfvorm van de omhullende van een hoogfrequent signaal
- Frequentie
- Resonantiefrequentie

Meetfouten:

- Invloed van de frequentie
- Invloed van de golfvorm
- Invloed van, de inwendige impedantie van meetinstrumenten

8.2 Meetinstrumenten

Afbakening:

Het meten met:

- Universeelmeter (digitaal en analoog)
- Staandegolfmeter
- Frequentieteller
- Spectrumanalyser
- Signaalgenerator
- Oscilloscoop
- Kunstantenne [dummy load], hf-vermogensmeter

Eindterm 9 Storing en immuniteit

9.1 Storing in elektronische apparatuur

Afbakening:

- Blokkering [werkpuntverschuiving]
- Interferentie met het gewenste signaal
- Intermodulatie
- Laagfrequentdetectie

9.2 Oorzaak van de storing in elektronische apparatuur

Afbakening:

- Veldsterkte van de zender
- Ongewenste uitstraling van de zender [parasitaire uitstraling, harmonischen]
- Ongewenste beïnvloeding van de apparatuur:
 - via de antenne-ingang [antennespanning, ingangselectiviteit]
 - via andere aangesloten leidingen
 - door directe instraling

9.3 Maatregelen tegen storingen

Afbakening:

- Voorzieningen ter voorkoming en opheffing van storingen:
 - Filteren
 - Ontkoppelen
 - Afscherming
- Sociale aspecten (goede relatie met de burens)

Eindterm 10 Veiligheid

10.1 Het menselijk lichaam

Afbakening:

- Weerstand van het menselijk lichaam
- Toegelaten aanrakingsspanning
- De gevolgen van elektrische schok
- Toegelaten vermogensdichtheid van een hoogfrequentveld [watt/m²]

10.2 Netvoeding

Afbakening:

- Het verschil tussen fase, nul en aarde [kleurcode]
- Uitvoeringen van aardverbindingen
- Aardlekschakelaar
- Snelle en trage veiligheidsmaatregelen

10.3 Hoge spanningen

Afbakening:

- Isolatie
- Afscherming
- Aarding
- Geladen condensatoren

10.4 Bliksemontlading

Afbakening:

- Het gevaar van blikseminslag
- De bescherming tegen blikseminslag
- Uitvoering van aarding

10.5 Opstelling

Afbakening:

- Apparatuur binnen
- Apparatuur buiten
- Antenne

Eindterm 11 Nationale en internationale gebruiksregels en procedures

11.1 Nationale en internationale gebruiksregels en procedures

Afbakening:

- Q-code
- Overige codes en afkortingen gebruikt in de amateurdienst
- Internationale noodsignalen, noodverkeer, communicatie bij rampen
- Roepletters in Nederland:
 - Prefix
 - Samenstelling van de roepletters
 - Buitenlandse amateurs in Nederland

Eindterm 12 Nationale en internationale regelgeving amateurdienst en amateursatellietdienst

12.1 ITU Radioreglement

Afbakening:

- Definitie van de amateurdienst en het begrip radioamateur
- Artikel S25 van het Radioreglement
- ITU-regio's
- Betekenis van de symbolen voor de klasse van uitzending

12.2 CEPT-aanbevelingen TR 61-01 en TR 61-02

12.2.1 TR 61-01

Afbakening:

- Tijdelijk gebruik van een radiostation in de CEPT-landen
- Tijdelijk gebruik van een radiostation in niet-CEPT-landen die deelnemen aan TR 61-01

12.2.2 TR 61-02

Afbakening:

- HAREC
- Aanvragen permanente vergunning in het buitenland

12.3 Telecommunicatiewet (relevante artikelen)

Afbakening:

- Artikel 1.1, definities "Onze minister" en "radioapparaat"
- Artikel 15.3, handhaving, opleggen van zendverbod

12.4 Europese regelgeving: EMC-richtlijn 2014-30-EG

Afbakening:

- Artikel 3.1, lid 4: definitie elektromagnetische compatibiliteit

12.5 De Regeling gebruik frequentieruimte met meldingsplicht 2015

Afbakening:

- Alle voor radioamateurs bestemde bepalingen en tabellen

Eindterm 13 Gedragsregels

13.1 Maatschappelijke verantwoordelijkheden van de radiozendamateur

Afbakening:

- Gewenst gedrag in het radioverkeer:
 - Binnen de Amateurdienst
 - T.o.v. andere diensten
 - IARU aanbevelingen
- Opheffen van storing
- Reageren op noodverkeer

13.2 Operationele vaardigheden

Afbakening:

- Gebruik kunstantenne
- Verbindingsprocedures
- Aanpassen vermogen aan situatie