Examenregeling frequentiegebruik 2008

Emmasingel 1
Postbus 450
9700 AL Groningen
T (050) 587 74 44
F (050) 587 74 00
www.agentschap-telecom.nl
agentschaptelecom@at-ez.nl

Exameneisen ten aanzien van examens in de categorie F
(bijlage 2 van de Examenregeling frequentiegebruik 2008)

INLEIDING

Aan de hand van deze eisen wordt getoetst of de kandidaat voldoende kennis heeft om in aanmerking te komen voor een geHarmoniseerd Amateur Radio Examen Certificaat oftewel de Nederlandse vergunning in de categorie F.

De exameneisen zijn beperkt tot onderwerpen die relevant zijn bij het doen van proeven met en het gebruik van zendinrichtingen door radiozendamateurs. Hieronder vallen ook schakelingen met hun schema's. Hierin kunnen zowel geïntegreerde schakelingen als discrete componenten voorkomen.
De tijdens het examen te stellen vragen worden gebaseerd op de praktische toepassing van de onderwerpen die in dit programma worden genoemd inclusief de onderliggende aspecten nodig voor het begrip van deze onderwerpen.

a] Daar waar bepaalde *grootheden* worden genoemd, moet de kandidaat ook de *eenheden* kennen waarin deze grootheden worden uitgedrukt. Men moet ook de gebruikelijke veelvouden en delen van de eenheden kennen.
b] Kandidaten moeten vertrouwd zijn met de gangbare tekensymbolen.
c] Kandidaten moeten de volgende wiskundige begrippen en bewerkingen kunnen toepassen:
- optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen;
- breuken, percentages;
- machten van 10, exponenten, logarithmen;
- kwadrateren;
- vierkantswortels;
- omgekeerde waarden;
- interpretatie van lineaire en niet-lineaire grafieken;
- binair getalstelsel.

d] Kandidaten moeten de formules die in dit programma zijn opgenomen kennen, kunnen toepassen en deze formules ook in andere schrijfwijzen kunnen omzetten.

Hoofdstuk 1; ELEKTRICITEITSLEER, ELEKTRO-MAGNETISME EN RADIO THEORIE

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

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

1.3 Elektrisch veld
- Elektrische veldsterkte.
- De eenheid volt per meter.
- Afscherming van elektrische velden.

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

1.5 Elektromagnetisch veld
- Radiogolven als elektromagnetische golven.
- De voortplantingssnelheid en het verband hiervan met de frequentie en de golflengte $[v = f \bullet \lambda]$.
- Polarisatie.

1.6 Sinusvormige signalen
- De grafische voorstelling in de tijd.
- Momentele waarde, amplitude $[U_{\max}]$, effectieve waarde $\left[U_{eff} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}\right]$ en gemiddelde waarde.
- Periode en periodeduur.
- Frequentie.
- De eenheid hertz.
- Faseverschil.

1.7 Niet-sinusvormige signalen
- 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
- CW.
- Amplitudemodulatie.
- Enkelzijbandmodulatie.
- Fase- en frequentiemodulatie.
- Frequentiezwaai en modulatie-index $\left[m = \frac{\Delta F}{f_{\mathrm{mod}}}\right]$.
- 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
- Het vermogen van sinusvormige signalen $[P = i^2.R]$; $\left[P = \frac{u^2}{R}\right]$; 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 $\left[\eta = \frac{P_{uit}}{P_{in}} \bullet 100\%\right]$.
- Peak Envelope Power [PEP].

1.10 Digitalisering van analoge signalen
- Bemonsteren en kwantiseren.
- Minimale bemonsteringsfrequentie (Nyquistfrequentie).
- Anti-aliasfilter, reconstructiefilter.

- Convolutie (tijddomein/-frequentiedomein, grafische voorstelling).
- ADC en DAC.

Hoofdstuk 2; COMPONENTEN

2.1 Weerstand
- Weerstand.
- De eenheid ohm.
- Stroom-spanningkarakteristiek.
- Vermogendissipatie.

2.2 Condensator
- Capaciteit.
- De eenheid farad.
- De relatie tussen capaciteit, afmetingen en diëlektricum.
- De reactantie $\left[X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C}\right]$.
- Faseverschil tussen stroom en spanning.
- Eigenschappen van vaste en van variabele condensatoren.

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

2.4 Toepassing en gebruik van transformatoren
- Ideale transformator $\left[P_{prim} = P_{\sec}\right]$
- De relatie tussen wikkelverhouding en:
  - spanningsverhouding $\left[\frac{u_{\sec}}{u_{prim}} = \frac{n_{\sec}}{n_{prim}}\right]$;
  - stroomverhouding $\left[\frac{i_{\sec}}{i_{prim}} = \frac{n_{prim}}{n_{\sec}}\right]$;
  - impedantieverhouding $\left[\frac{Z_{\sec}}{Z_{prim}} = \frac{n^2_{\sec}}{n^2_{prim}}\right]$.
- Transformatoren (toepassing).

2.5 Diode
Gebruik en toepassing van diodes:
- Gelijkrichtdiode, zenerdiode, LED [licht emitterende diode], varicap [capaciteitsdiode];
- Doorlaatstroom;
- Sperspanning en lekstroom.

2.6 Transistor
- PNP- en NPN-transistor:
  - Stroomsturing;
  - Stroomversterking.
- Veldeffecttransistor
  - Spanningsturing;
  - 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
- Eenvoudige buizen [triode en pentode]:
  - Steilheid;
  - Anode-roostercapaciteit.
- Eenvoudige digitale componenten (functie):
  - Poortschakelingen;
  - Opteller (full adder);
  - Flipflop;
  - Deler.

Hoofdstuk 3; SCHAKELINGEN

3.1 Combinatie van componenten
- 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
- Seriekring en parallelkring.
- Impedantie.
- Frequentiekarakteristiek.
- Resonantiefrequentie $\left[f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \bullet C}}\right]$.
- Kwaliteitsfactor van een afgestemde kring $\left[Q = \frac{2\pi f_{res} L}{R_s}\right]$ $\left[Q = \frac{R_p}{2\pi f_{res} L}\right]$ $\left[Q = \frac{f_{res}}{B}\right]$.
- Bandbreedte.
- Bandfilter.
- Laagdoorlatende, hoogdoorlatende, banddoorlatende en bandsperrende filters, opgebouwd uit passieve elementen, kantelfrequentie.
- Frequentiekarakteristiek.
- Pi-filter en T-filter .
- Kwartskristal; vervangingsschema, serieresonantie en parallelresonantie.
- Gevolgen van het toepassen van niet ideale componenten (parasitaire effecten).

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

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

3.5 Detector
- AM-detectoren:
  - Diodedetector;
  - Productdetector en BFO.
- FM-detectoren.

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

3.7 Phase Locked Loop [PLL]
- Regellus met fasevergelijkschakeling.
- Regellus met instelbaar deeltal.
- Filter in de regellus.
- Modulatie in de VCO.

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

3.9 Digitale signaalverwerking
- FIR en IIR filter blokschema.
- Fourier transformatie (grafische weergave):
  - DFT;
  - FFT.
- Directe digitale frequentiesynthese (DDS).

Hoofdstuk 4; ONTVANGERS

4.1 Uitvoering
- Enkel- en dubbelsuperheterodyne ontvanger.
- Directe conversie.

4.2 Blokschema's
- CW-ontvanger [A1A].
- AM-ontvanger [A3E].

- EZB-ontvanger [J3E].
- FM-ontvanger [F3E].

4.3 Werking en functies van de volgende schakelingen [alleen als onderdeel van een blokschema]
- HF-versterker [smalband of breedband].
- Oscillator [vast en variabel].
- Mengtrap.
- Middenfrequentversterker.
- Begrenzer.
- Detector.
- Zwevings-oscillator [BFO].
- Productdetector.
- LF-versterker.
- Automatische versterkings-regeling.
- S-meter.
- Ruisonderdrukker [squelch].

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

Hoofdstuk 5; ZENDERS

5.1 Uitvoering
- Zender met of zonder frequentie-transformatie.
- Transceiver (TRX).

5.2 Blokschema's
- CW-zender [A1A].
- EZB-zender [J3E].
- FM-zender met PLL [F3E].

5.3 Werking en functies van de volgende schakelingen [alleen als onderdeel van het blokschema]
- Mengtrap.
- Oscillator.
- Scheidingstrap.
- Stuurtrap.
- Frequentievermenigvuldiger.
- Vermogensversterker.
- Aanpassing.
- Uitgangsfilter.
- Frequentiemodulator.
- Lf-begrenzer.
- Balansmodulator.
- Fasemodulator.
- Zijbandfilter.

5.4 Zenderspecificaties
- Frequentiestabiliteit.
- Hf-bandbreedte.
- Zijbanden.
- Lf-bandbreedte.
- Niet-lineariteit (harmonische en intermodulatievervorming).
- Uitgangsimpedantie.
- Uitgangsvermogen.
- Rendement.
- Frequentiezwaai.
- Modulatie-index.
- Sleutelklikken en chirps.
- Ongewenste hf-uitstralingen.
- Effecten van oversturing.
- Faseruis.
- Kaststraling.

Hoofdstuk 6; ANTENNES EN TRANSMISSIELIJNEN

6.1 Antennetypen
- 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
- 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 stralings-diagrammen.
- Effectief opvangend oppervlak.

6.3 Transmissielijnen
- Open lijn.
- Coaxiale kabel.
- Golfpijp.
- Karakteristieke impedantie $[Z_0]$.
- Verkortingsfactor.
- Staandegolfverhouding $\left[SGV = \frac{Z_{bel}}{Z_0}\right]$ of $\left[SGV = \frac{Z_0}{Z_{bel}}\right]$.
- Verliezen.
- Balun.
- Kwartgolf lijn als impedantie-transformator $\left[Z_0^2 = Z_{in} \bullet Z_{uit}\right]$.
- Antenne aanpassingseenheid.

Hoofdstuk 7; PROPAGATIE

7.1 Algemeen
- 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
- 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
- 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.

Hoofdstuk 8; METINGEN

8.1 Meten
Het meten van:
- Gelijk- en wisselspanningen;
- Gelijk- en wisselstromen;
- Weerstand;
- Gelijkstroom- en hoogfrequent-vermogen [gemiddeld vermogen, "Peak Envelope Power"];
- Staandegolfverhouding;
- Golfvorm van de omhullende van een hoogfrequentsignaal;
- Frequentie;
- Resonantiefrequentie.

Meetfouten:
- Invloed van de frequentie;
- Invloed van de golfvorm;
- Invloed van de inwendige impedantie van meetinstrumenten.

8.2 Meetinstrumenten
Het meten met:
- Universeelmeter (digitaal en analoog);
- Staandegolfmeter;
- Frequentieteller;
- Spectrumanalyser;
- Signaalgenerator;
- Oscilloscoop;
- Kunstantenne [dummy load], HF-vermogensmeter.

Hoofdstuk 9; STORING EN IMMUNITEIT

9.1 Storing in elektronische apparatuur
- Blokkering [werkpuntverschuiving].
- Interferentie met het gewenste signaal.
- Intermodulatie.
- Laagfrequentdetectie.

9.2 Oorzaak van de storing in elektronische apparatuur
- Veldsterkte van de zender.
- Ongewenste uitstraling van de zender [parasitaire uitstraling, harmonischen].

- Ongewenste beïnvloeding van apparatuur:
  - via de antenne-ingang [antennespanning, ingangs-selectiviteit];
  - via andere aangesloten leidingen;
  - door directe instraling.

9.3 Maatregelen tegen storingen
Voorzieningen ter voorkoming en opheffing van storingen:
- Filteren;
- Ontkoppelen;
- Afscherming.

Hoofdstuk 10; VEILIGHEID

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

10.2 Netvoeding
- Verschil tussen fase, nul en aarde [kleurcode].
- Uitvoeringen van aardverbindingen.
- Aardlekschakelaar.
- Snelle en trage veiligheden.

10.3 Hoge spanningen
- Isolatie.
- Afscherming.
- Aarding.
- Geladen condensatoren.

10.4 Bliksemontlading
- Gevaar.
- Bescherming.

10.5 Opstelling
- Apparatuur binnen.
- Apparatuur buiten.
- Antenne.

Hoofdstuk 11; NATIONALE EN INTERNATIONALE GEBRUIKSREGELS EN PROCEDURES

- Q-codes.
- Overige codes.
- Internationaal nood-, spoed- en veiligheidsverkeer en verkeer bij natuurrampen.
- Roepletters:
  - Prefix;
  - Suffix;
  - In Nederland.
- Internationaal spellingsalfabet.

Hoofdstuk 12; NATIONALE EN INTERNATIONALE REGELGEVING AMATEURDIENST EN AMATEURSATELLIETDIENST

- ITU Radio Regulations.
- CEPT aanbevelingen.
- Telecommunicatiewet.
- Algemene Maatregelen van Bestuur.
- Voorschriften en beperkingen.

Hoofdstuk 13; GEDRAGSREGELS

13.1 Maatschappelijke verantwoordelijkheden van de radiozendamateur
- 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
- Gebruik kunstantenne.
- Verbindingsprocedures.
- Aanpassen vermogen aan situatie.