

# EXAMENEISEN TEN AANZIEN VAN EXAMENS IN DE CATEGORIE FULL

1 augustus 2008 - 944b.v1

## 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, logaritmen; 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, ELEKTROMAGNETISME EN RADIO THEORIE

### 1.1 Stroomgeleiding

Geleiders, halfgeleiders en isolatoren.

Stroomsterkte, spanning en weerstand.

De eenheden en symbolen van ampère, volt en ohm.

De wet van Ohm  $U = I \times R$

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] Ah.

### 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 [ $v = f \cdot \lambda$ ]. Polarisatie.

### 1.6 Sinusvormige signalen

# EXAMENEISEN TEN AANZIEN VAN EXAMENS IN DE CATEGORIE FULL

1 augustus 2008 - 944b.v1

De grafische voorstelling in de tijd. Momentele waarde, amplitude ( $U_{max}$ ), effectieve waarde  $U_{eff}$ ,  $U_{max}$  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 ( $PN$ ) ( $kTB$ ), thermische ruis, via de antenne ontvangen ruis, ruisvermogen per Hz, ruisvermogen in de bandbreedte.

## 1.8 Gemoduleerde signalen

CW. Amplitudemodulatie. Enkelzijband modulatie. Fase- en frequentiemodulatie. Frequentiezwaaai en modulatie index 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 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  $\eta = P_{uit} : P_{in}$ . 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  $X_C = 2 \pi f C^{-1}$  Faseverschil tussen stroom en spanning.

Eigenschappen van vaste en variabele condensatoren.

### 2.3 Spoel

Zelfinductie. De eenheid Henry.

De zelfinductie i.v.m het aantal windingen, diameter, lengte en kernmateriaal

De reactantie ( $X_L = 2 \pi f L$ ) Faseverschil tussen stroom en spanning.

Q- factor

### 2.4 Toepassing en gebruik van transformatoren

Ideale transformator  $P_{prim} = P_{sec}$

De relatie tussen wikkerverhouding t.o.v. spanning, stroom en impedantie verhouding.

Transformatoren toepassing).

## EXAMENEISEN TEN AANZIEN VAN EXAMENS IN DE CATEGORIE FULL

1 augustus 2008 - 944b.v1

### 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. Steilheid.

Herkennen, eigenschappen benoemen van transistor basisschakelingen;

GES,GBS,GCS. Gemeenschappelijke E,B,C Schakeling m.b.t In- en uitgangsimpedantie en instelmethode.

Veldeffect transistor FET, Spanningsturing; Steilheid.

Herkennen, eigenschappen benoemen van Veldeffect transistor basisschakelingen;

GSS,GGs,GDS, Gemeenschappelijke E,B,C Schakeling m.b.t In- en uitgangsimpedantie en instelmethode.

### 2.7 Overige componenten

Eenvoudige buizen (triode en penthode): Steilheid; Anode - roostercondensator.

Eenvoudige digitale componenten

Functies benoemen van de volgende 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. Frequentie karakteristiek. Resonantiefrequentie

Kwaliteitsfactor Q van een afgestemde kring

Bandbreedte. Bandfilter. Laagdoorlatende, hoogdoorlatende, banddoorlatende en bandsperrende filters, opgebouwd uit passieve elementen, kantelfrequentie. Frequentie karakteristiek. Pi- filter en T- filter .

Kwartskristal; vervangingschema, 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

frequentiekarakteristieken 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, impedantiëtransformatie. Parasitaire oscillaties.

### 3.5 Detector

AM-detectors: Diodedetector; Productdetector en BFO. FM-detectors.

## **EXAMENEISEN TEN AANZIEN VAN EXAMENS IN DE CATEGORIE FULL**

1 augustus 2008 - 944b.v1

### **3.6 Oscillator**

Factoren die de frequentie en frequentiestabiliteit bepalen. Oscillatie voorwaarden. 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 dubbel superheterodyne 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. Zwevingsoscillator [BFO]. Productdetector. LF-versterker. Automatische versterkingsregeling. S-meter. Ruisonderdrukker [squelch]

### **4.4 Ontvangerspecificaties** Nabij selectiviteit. Veraf selectiviteit. Gevoeligheid, ruisgetal. Stabiliteit. Intermodulatie; kruismodulatie. Reciproke menging (faseruis). Gevoeligheidsvermindering (desensitization). Blokkering.

## **Hoofdstuk 5; ZENDERS**

### **5.1 Uitvoering**

Zender met of zonder frequentietransformatie. 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. Uitgangsfiler. Frequentiemodulator. Lf-begrenzer. Balansmodulator. Fasemodulator. Zijbandfilter.

### **5.4 Zenderspecificaties**

Frequentiestabiliteit. Hf-bandbreedte. Zijbanden. Lf-bandbreedte. Niet-lineariteit (harmonische en intermodulatievervorming). Uitgangsimpedantie. Uitgangsvermogen. Rendement. Frequentiezwaaai. 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. Polarisation. Richteffect, rendement en antennewinst. Effectief uitgestraald vermogen [ERP, EIRP]. Voor/achterverhouding. Horizontale en verticale stralingsdiagrammen. Effectief opvangend oppervlak.

### **6.3 Transmissielijnen**

Open lijn. Coaxiale kabel. Golfpijp. Karakteristieke impedantie. Verkortingsfactor. Staande golf verhouding Verliezen. Balun. Kwartgolf lijn als impedantie transformator Antenne aanpassingseenheid.

## **Hoofdstuk 7; PROPAGATIE**

### **7.1 Algemeen**

Signaalverzwakking, signaalruis verhouding. Zichtbereik verbinding, vrije ruimte propagatie. Kosmische ruis. Basisbegrippen van de propagatie voorspelling (linkbudget): Overheersende ruisbron (bandruis t.o.v. ontvangeruis); Minimaal benodigde signaal ruisverhouding; Minimaal benodigd ontvangen signaalvermogen; Trajectverliezen; Antennewinst; Transmissielijn verlies; 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. Multipad effecten in ionosferische propagatie, fading. Atmosferische ruis.

### **7.3 VHF en hoger**

Troposfeer. Golfgeleider vorming in de atmosfeer (ducting). Verstrooiing (scattering). De invloed van de antennehoogte op de overbrugbare afstand [radiohorizon]. Temperatuurinversie. Sporadische Ereflectie. 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 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**

Het meten met: Universeelmeter (digitaal en analoog); Staandegolfmeter; Frequentieteller; Spectrumanalyser; Signaalgenerator; Oscilloscoop; Kunstantenne [dummy load], HFvermogensmeter.

## **Hoofdstuk 9; STORING EN IMMUNITEIT**

### **9.1 Storing in elektronische apparatuur**

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

## **EXAMENEISEN TEN AANZIEN VAN EXAMENS IN DE CATEGORIE FULL**

1 augustus 2008 - 944b.v1

### **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, ingangselectiviteit]; 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 hoogfrequent veld [watt/m<sup>2</sup>].

### **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.