

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur Versie CEPT-Vilnius (2004)

A) TECHNISCH GEDEELTE

HOOFDSTUK 1 : ELEKTRICITEIT, ELEKTROMAGNETISME EN RADIOTECHNIEK

1.1 Geleidbaarheid

- Geleiders, halfgeleiders en niet-geleiders
- Stroom, spanning en weerstand
- De eenheden : ampère, volt en ohm
- De wet van Ohm ($E=I.R$)
- De wetten van Kirchhoff
- Elektrisch vermogen ($P=E.I$)
- De eenheid watt
- Elektrische energie ($W=P.t$)
- De capaciteit van een batterij (ampère-uur)

1.2 Bronnen van elektriciteit

- Spanningsbron, bronspanning (EMK), kortsluitstroom, inwendige weerstand en klemspanning
- Serie- en parallelschakeling van spanningsbronnen

1.3 Elektrisch veld

- Elektrische veldsterkte
- De eenheid : volt/meter
- Afscherming van elektrische velden

1.4 Magnetisch veld

- Magnetisch veld rondom een geleider
- Afscherming van magnetische velden

1.5 Elektromagnetisch veld

- Radiogolven bekeken als elektromagnetische golven
- Voortplantingssnelheid en verband met frequentie en golflengte [$v=f .\lambda$]
- Polarisatie

1.6 Sinusvormige signalen

- De grafische voorstelling in functie van de tijd
- Onmiddellijke waarde, amplitude : [E_{max}],
- Effectieve waarde [RMS] :

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

- Gemiddelde waarde
- Periode en periodeduur
- Frequentie
- De eenheid hertz
- Faseverschil

1.7 Niet-sinusvormige signalen

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

- Audiosignalen
- Blokgolven
- Grafische voorstelling in functie van de tijd
- Gelijkstroomcomponent, grondgolf en harmonischen
- Ruis [$P_N = kTB$] (thermische ruis ontvanger, band-ruis, ruis-densiteit, ruis-vermogen in ontvanger bandbreedte)

1.8 Gemoduleerde signalen

- CW
- Amplitudemodulatie
- Fasemodulatie, frequentiemodulatie en enkelzijbandmodulatie
- Frequentiezwaaai en modulatie-index
$$m = \frac{\Delta f}{f_{\text{mod}}}$$
- Draaggolf, zijbanden en bandbreedte
- Golfvorm van CW, AM, SSB en FM-signalen (grafische voorstelling)
- Spectrum van CW, AM, SSB en FM-signalen (grafische voorstelling)
- Digitale modulatie : FSK, 2-PSK, 4-PSK, QAM
- Digitale modulatie: bit-rate, symbol-rate (Baud-rate) en bandbreedte
- CRC en heruitzending (vb. Packet Radio), voorwaardse foutverbetering (forward error correction) (vb, Amtor FEC)

1.9 Vermogen en energie

- Vermogen van sinusvormige signalen
$$P = i^2 R; P = \frac{u^2}{R}; u = U_{\text{eff}}; i = I_{\text{eff}}$$
- Vermogensverhoudingen die overeenstemmen met de volgende dB-waarden: 0dB, 3dB, 6dB, 10dB en 20dB (zowel in positieve als in negatieve zin)
- Vermogensverhouding tussen de ingang en uitgang in dB bij een serieschakeling van versterkers en/of verzwakkers
- Aanpassing (maximale vermogensoverdracht)
- Verhouding tussen ingangs- en uitgangsvermogen en rendement

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

Piekzendvermogen [PEP] van de gemoduleerde draaggolf

1.10 Digitale signaalverwerking (DSP)

- Sampling en quantisering
- Minimum sampling rate (Nyquist frequentie)
- Convolutie (tijdsdomein, frequentiedomein, grafische voorstelling)
- Anti-aliaseringsfilter , reconstructiefilter
- ADC / DAC

HOOFDSTUK 2 : COMPONENTEN

2.1 Weerstand

- Weerstand
- De eenheid ohm
- Stroom- en spanningskarakteristieken

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

- Vermogensdissipatie

2.2 Condensatoren

- Capaciteit
- De eenheid farad
- De verhouding tussen capaciteit, afmetingen en diëlektricum (uitsluitend kwalitatief aspect)
- De reactantie

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

- Faseverschil tussen spanning en stroom

2.3. Spoelen

- Zelfinductie
- De eenheid henry
- De invloed van het aantal windingen, de diameter, de lengte en het kernmateriaal (uitsluitend kwantitatief aspect)
- De reactantie

$$X_L = 2\pi f L$$

- Faseverschil tussen spanning en stroom
- Q-factor

2.4 Toepassing en gebruik van transformatoren

- Ideale transformator [$P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}$]
- Het verband tussen de verhouding van het aantal windingen en
 - de spanningsverhouding :

$$\frac{U_{\text{sec}}}{U_{\text{prim}}} = \frac{n_{\text{sec}}}{n_{\text{prim}}}$$

- de stroomverhouding

$$\frac{I_{\text{sec}}}{I_{\text{prim}}} = \frac{n_{\text{prim}}}{n_{\text{sec}}}$$

- De impedantieverhouding (uitsluitend kwantitatief aspect)
- De transformatoren

2.5 Diodes

- Gebruik en toepassing van diodes:
- Gelijkrichterdiode, Zenerdiode, LED [lichtgevende diode], spanningsafhankelijke en capaciteitsafhankelijke diode [VARICAP]
- Sperspanning, lekstroom

2.6 Transistoren

- PNP- en NPN-transistoren
- Versterkingsfactor
- Veldeffecttransistor en bipolaire transistor (spanning en stroomsturing)
- De transistoren :
 - gemeenschappelijk emitter-schakeling [source voor j-FET]

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

- gemeenschappelijk basis-schakeling [gate voor j-FET]
- gemeenschappelijk collector-schakeling [drain voor j-FET]
- ingangs- en uitgangsimpedantie van de voormelde schakelingen

2.7 Allerlei

- Eenvoudige thermionische onderdelen (elektronenbuizen)
- Spanningen en impedanties in hoge-vermogens-trappen met buizen, impedantiëtransformatie
- Eenvoudige geïntegreerde schakelingen, inclusief operationele versterker

HOOFDSTUK 3 : SCHAKELINGEN

3.1 Combinatie van componenten

- Serie- en parallelschakelingen van weerstanden, spoelen, condensatoren, transformatoren en diodes
- Stromen en spanningen in deze schakelingen
- Gedrag van reële (niet ideale) weerstanden, capaciteiten en spoelen op hoge frequenties

3.2 Filters

- Serie- en parallelfilters
- Impedantie
- Frequentiekaracteristieken
- Resonantiefrequentie

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- **A030205** Kwaliteitsfactor van een afgestemde kring

$$Q = \frac{2\pi fL}{R_s}; Q = \frac{R_p}{2\pi fL}; Q = \frac{f_{res}}{B}$$

- Bandbreedte
- Laagdoorlaatende, hoogdoorlaatende, banddoorlaatende en bandsperrende filters, opgebouwd uit passieve componenten
- Frequentieweergave
- Pi-filter en T-filter
- Kwarts kristal
- Effecten door het gebruik van reële (niet ideale) componenten
- Digitale filters (zie ook 1.10 en 3.8)

3.3 Voeding

- Enkel- en dubbelzijdige gelijkrichtschakelingen en de bruggelijkrichters
- Afvlakschakelingen
- Stabilisatieschakelingen voor laagspanningsvoedingen
- Schakelende voedingen. Isolatie en EMC

3.4 Versterkers

- Laagfrequentversterkers [LF] en hoogfrequentversterkers [HF]
- Versterkingsfactor
- Amplitude-frequentie karakteristiek en bandbreedte
- Instelling in klassen A, A/B, B en C
- Harmonische en Intermodulatie vervorming, oversturen van versterkers

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

3.5 Detectoren

- AM-detector
- Diodedetector
- Productdetector en zwevingsoscillator
- AFM-detector

3.6 Oscillatoren

- Terugkoppeling (gewilde en ongewilde oscillaties)
- Factoren die invloed hebben op de frequentie en de frequentiestabiliteit en op de stabiliteitsvoorwaarden nodig voor het oscilleren
- LC-oscillator
- Kristaloscillator, overtone-oscillator
- Spanning-gecontroleerde oscillator (VCO)
- Fase-ruisen (phase noise)

3.7 Fasegekoppelde schakeling (PLL : Phase Locked Loop)

- Fasegekoppelde schakeling met fasevergelijking
- Frequentiesynthese met een geprogrammeerde deler in de terugkoppelschakeling

3.8 Digitale signaalverwerking (DSP)

- FIR en IRR filter technologie
- Fourier transformatie (DFT, FFT, grafische voorstelling)
- Directe Digitale Synthese (DDS, in het Engels: Direct digital Synthesis)

HOOFDSTUK 4: ONTVANGERS

4.1 Soorten

- Enkel- en dubbelsuperheterodyne ontvanger
- Directe omzetting ontvanger (in het Engels: Direct Conversion)

4.2. Blokschema's

- CW-ontvanger [A1A]
- AM-ontvanger [A3E]
- EZB-ontvanger (SSB) voor telefonie met onderdrukte draaggolf [J3E]
- FM-ontvanger [F3E]

4.3 Werking en functies van de volgende trappen (enkel als onderdeel van een blokschema)

- HF-versterker (met band-pass filter of afstembaar filter)
- Oscillator [vast en variabel]
- Mengtrap
- Middenfrequentversterker
- Begrenzer
- Detector, inclusief productdetector
- LF-versterker
- Automatische versterkingsregeling
- S-meter
- Ruisonderdrukker [squelch]

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur Versie CEPT-Vilnius (2004)

4.4 Karakteristieken van ontvangers (enkel eenvoudige beschrijving)

- Nabuurkanaal
- Selectiviteit
- Gevoeligheid, ruisgetal van de ontvanger
- Stabiliteit
- Spiegelfrequentie
- Gevoeligheidsreductie (Engels: Desensitization) / Blokkering (Engels: Blocking)
- Intermodulatie, kruismodulatie
- Wederkerige menging – faseruisen (Engels: reciprocal mixing – phase noise)

HOOFDSTUK 5 : ZENDERS

5.1 Soorten

- Zenders met of zonder frequentietransformatie

5.2 Blokschema's

- CW-zender [A1A]
- EZB-zender (SSB) voor telefonie met onderdrukte draaggolf [J3E]
- FM-zender waar het audiosignaal de VCO van de PLL moduleert [F3E]

5.3 Werking en functie van de volgende trappen (alleen als onderdeel van het blokschema)

- Mengtrap
- Oscillator
- Scheidingstrap
- Stuurtrap
- Frequentievermenigvuldiger
- Vermogensversterker
- Uitgangsimpedantie-aanpassing
- Uitgangsfiler
- Frequentiemodulator
- EZB-modulator (SSB)
- Fasemodulator
- Kristalfilter

5.4 Karakteristieken van zenders (enkel eenvoudige beschrijving)

- AFrequentiestabiliteit
- HF-bandbreedte
- Zijbanden
- Audiofrequentieband
- Niet-lineariteit (harmonische en intermodulatie-vertanding)
- Uitgangsimpedantie
- Uitgangsvermogen
- Rendement
- Frequentiezwaai
- Modulatie-index
- CW-sleutelklikken en getsjirp
- SSB overmodulatie en splatter
- Ongewenste HF-uitstralingen
- Uitstralingen van de behuizing
- Faseruisen (Engels: phase noise)

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

HOOFDSTUK 6 : ANTENNES EN TRANSMISSIELIJNEN

6.1 Soorten antennes

- Halvegolfantenne met voeding in het midden
- Halvegolfantenne met voeding aan het einde
- Gevouwen dipool
- Verticale kwartgolfantenne [type GPA]
- Antenne met reflectoren en/of directoren [Yagi]
- Apertuur-antennes (Paraboolantenne, hoorn-antenne...)
- Dipool met afgestemde traps

6.2 Antennekarakteristieken

- Stroom- en spanningsverdeling in een antenne
- Impedantie aan het voedingspunt
- Capacitieve of inductieve impedantie van een niet-afgestemde antenne
- Polarisatie
- Antenne winst, richteffect en efficiëntie
- Vangbereik (Engels: capture area)
- Effectief uitgestraald vermogen (E.U.V. of E.R.P.)
- Voor/achterverhouding
- Horizontale en verticale stralingsdiagrammen

6.3 Transmissielijnen

- Tweedraadsleiding
- Coaxiale kabel
- Golfpijp
- Karakteristieke impedantie (Z_0)
- Voortplantingssnelheid
- Staandegolfverhouding
- Verliezen
- BALUN
- Antenne aanpassingseenheid (pi en T configuratie)

HOOFDSTUK 7 : VOORTPLANTING

- Signaalverzwakking, signaal/ruis verhouding.
- Optisch zicht voortplanting, vrije ruimte voortplanting, verzwakkingswet, (omgekeerd evenredig met kwadraat van de afstand)
- Ionosfeerlagen
- Kritische frequentie
- Invloed van de zon op de ionosfeer
- Maximaal bruikbare frequentie
- Grondgolf, ruimtegolf, opstralingshoek en skip-afstand
- Multi-pad bij ionosferische voortplanting
- Fading
- Troposfeer: tunnel effect (Engels: ducting), verstrooiing (Engels:scattering)
- Invloed van de antennehoogte op de overbrugde afstand (radiohorizon)
- Temperatuurinversie
- Sporadische E-reflectie
- Aurora-reflectie
- Meteor-scatter
- EME (maanreflectie)
- Atmosferisch ruisen (onweders)
- Galactisch ruisen

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

- Grond (thermisch) ruisen
- Principes van berekening van een propagatiebudget
 - Dominante ruis-bron (band-ruis versus ontvanger-ruis)
 - Minimale signaal-ruisverhouding
 - Minimaal vermogen ontvangstsignaal
 - Verzwakking van het pad (Engels: path loss)
 - Antennewinst, verliezen in transmissielijnen
 - Minimum zendvermogen

HOOFDSTUK 8 : METINGEN

8.1 Principe van metingen

- Meten van gelijk- en wisselspanningen en gelijk- en wisselstromen
 - Meetfouten
 - Invloed van de frequentie
 - Invloed van de golfvorm
 - Invloed van de inwendige weerstand van de meettoestellen
- Meten van weerstand
- Meten van DC- en HF-vermogen [gemiddeld vermogen en piekvermogen]
- Meten van staandegolfverhouding
- Golfvorm van de omhullende van een hoogfrequent signaal
- Meten van resonantiefrequentie

8.2 Meettoestellen

- Praktijk van metingen :
 - Multimeter (digitaal en analoog)
 - HF-vermogenmeter
 - SGV-meter (SWR meter)
 - Signaalgenerator
 - Frequentieteller
 - Oscilloscoop
 - Spectrum Analyzer

HOOFDSTUK 9 : INTERFERENTIE EN BESCHERMING

9.1 Interferentie in elektronische toestellen

- Blokkering
- Storing van het gewenste signaal
- Intermodulatie
- Detectie in audio-installaties

9.2 Oorzaak van interferentie in elektronische toestellen

- Veldsterkte van de zendinstallatie
- Ongewenste uitstralingen van de zender (parasitaire uitstraling, harmonischen)
- Ongewenste beïnvloeding van het toestel :
 - via de antenne-ingang
 - via andere aangesloten leidingen
 - door rechtstreekse instraling

9.3 Bescherming tegen storingen

- Maatregelen om storingen te voorkomen of te verhelpen:
 - filteren
 - ontkoppelen

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur Versie CEPT-Vilnius (2004)

- afschermen

HOOFDSTUK 10 : VEILIGHEID

- Het menselijk lichaam
- Netvoedingen
- Hoge spanningen
- Bliksem

B) NATIONALE EN INTERNATIONALE REGELGEVING EN PROCEDURES

HOOFDSTUK 1 : INTERNATIONALE TABEL VOOR FONETISCHE SPELLING

Door te zenden LETTERS	MOT DE CODE CODEWOORD	UITSPRAAK van het code woord
A	Alfa	AL FAH
B	Bravo	BRA VO
C	Charlie	TCHAR LI ou/of CHAR LI
D	Delta	DEL THA
E	Écho	EK O
F	Foxtrot	FOX TROTT
G	Golf	GOLF
H	Hôtel	HO TELL
I	India	IN DI AH
J	Juliëtt	DJOU LI ETT
K	Kilo	KI LO
L	Lima	LI MAH
M	Mike	MA IK
N	November	NO VEMM BER
O	Oscar	OSS KAR
P	Papa	PAH PAH
Q	Quebec	KÉ BEK
R	Romeo	RO ME O
S	Sierra	SI ER RAH
T	Tango	TANG GO
U	Uniform	YOU NI FORM ou/of OU NI FORM
V	Victor	VIK TOR
W	Whiskey	OUISS KI
X	X-ray	EKSS RE
Y	Yankee	YANG KI
Z	Zoulou	ZOU LOU

De beklemtoonde lettergrepen staan in het vetjes

I

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur Versie CEPT-Vilnius (2004)

HOOFDSTUK 2: UITTREKSEL UIT DE INTERNATIONALE Q-CODE

CODE	VRAAG	ANTWOORD OF BERICHT
QRK	Wat is de neembaarheid van mijn signalen (of van de signalen van ...) ?	De neembaarheid van uw signalen (of van de signalen van ...) is : 1. Slecht, 2. Matig, 3. Tamelijk goed, 4. Goed, 5. Uitstekend.
QRM	Wordt u gestoord ?	Ik word gestoord : 1. Ik word helemaal niet gestoord, 2. Lichtjes, 3. Matig, 4. Erg, 5. Heel erg.
QRN	Wordt u gestoord door atmosferische storingen ?	Ik word gestoord door atmosferische storingen. 1. Ik word helemaal niet gestoord door atmosferische storingen. 2. Lichtjes, 3. Matig, 4. Erg, 5. Heel erg.
QRO	Zal ik het zendvermogen verhogen ?	Verhoog zendvermogen.
QRP	Zal ik mijn zendvermogen verminderen ?	Verminder zendvermogen.
QRS	Moet ik langzamer uitzenden ?	Zend langzamer uit.
QRT	Moet ik ophouden met te zenden ?	Houd op met te zenden.
QRV	Bent u gereed ?	Ik ben gereed.
QRX	Wanneer roept u mij opnieuw op ?	Ik zal u opnieuw oproepen om ... uur (op ... kHz [of MHz]).
QRZ	Wie roept me ?	U wordt opgeroepen door ... (op ... kHz [of MHz]).
QSB	Is er fading op mijn signaal ?	Er is fading op uw signaal.
QSL	Kunt u ontvangst bevestigen ?	Ik bevestig ontvangst.
QSO	Kunt u rechtstreeks (of via relais) communiceren met ... ?	Ik kan rechtstreeks (of via ...) communiceren met ...
QSY	Moet ik zenden op een andere frequentie ?	Zend op een andere frequentie (of op ... kHz [of MHz]).
QTH	Wat is uw positie in lengte- en breedtegraad (of volgens een andere aanwijzing) ?	Mijn positie is ... breedtegraad en ... lengtegraad (of volgens een andere aanwijzing)

HOOFDSTUK 3: OPERATIONALE AFKORTINGEN GEBRUIKT IN DE RADIOAMATEURDIENST.

- BK: Uitgezonden signaal om een aan gang zijnde uitzending te onderbreken
- CQ: Algemene oproep tot alle stations
- CW: telegrafie, Morse-code, afkorting van "Continuous wave"
- DE: "Van", gebruikt om de roepnaam van het opgeroepen station te scheiden van de roepnaam van het aanroepende station.
- K: Uitnodiging tot zenden
- MSG: Boodschap (van het Engelse woord "Message")
- PSE: Please
- RST: signaal-rapport voor CW uitzending: leesbaarheid, sterkte, toon (in het Engels: Readability, signal-strength, tone)
- R: Goed ontvangen (van het Engels "Received")
- RX: Ontvanger (van het Engels "Receiver")
- TX: Zender (van het Engels "Transmitter")
- UR: Uw (van het Engels "your")

HOOFDSTUK 4: INTERNATIONALE NOODSIGNALERN, NOOD TRAFFIC , EN COMMUNICATIE BIJ NATUURLRRAMPEN

Noodsignalen:

Programma van het HAREC-examen voor radioamateur

Versie CEPT-Vilnius (2004)

- In telegrafie (morse-code) ...---... [SOS]
- In telefonie "MAYDAY"
- Het gebruik van een radioamateurstation in geval van nationale rampen
- De frequentiebanden toegewezen aan de radioamateurdienst en aan amateur satellietdienst

HOOFDSTUK 5 : ROEPNAMEN

- Identificatie van het radioamateurstation
- Gebruik van de roepnaam
- Samenstelling van roepnamen
- Nationale prefixen

HOOFDSTUK 6: IARU BAND PLANS

- IARU bandplanning
- Doel van deze bandplanning

HOOFDSTUK 7:

- 7.1 Sociale verantwoordelijkheid bij het opereren van een radioamateurstation
- 7.2 Operationele procedures

C) NATIONALE EN INTERNATIONALE REGELGEVING EN PROCEDURES

HOOFDSTUK 1 : ITU RADIO-REGLEMENTERING

- Bepaling van de amateurdienst en van de amateursatellietdienst
- Bepaling van een amateurstation
- Artikel 25 van het Radioreglement
- Status van de radioamateurdienst en de amateur satellietdienst
- Radioregio's van de UIT

HOOFDSTUK 2 : CEPT REGLEMENTERING

- De aanbeveling T/R 61-01
- Het tijdelijk gebruik van een radioamateurstation in de CEPT-landen
- Het tijdelijk gebruik van een radioamateurstation in niet-CEPT-landen, die deelnemen in het T/R 61-01 systeem

HOOFDSTUK 3 : NATIONALE REGLEMENTERING

3.1 Wet van 13 juni 2005

De artikelen 32, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 145, 146 en 147

3.2 KB van 15 oktober 1979

De artikelen 1, 3, 4, 5 (3^e, 4^e, 8^e), 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 31 en 32

3.4 MB van 9 januari 2001 gewijzigd door het MB van 1 september 2005

alle artikels

3.5 Publicaties (richtlijnen) op de BIPT website

frequentie - vermogenstabel