

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur Version CEPT-Vilnius (2004)

A) PARTIE TECHNIQUE

CHAPITRE 1: ELECTRICITE, ELECTROMAGNETISME ET TECHNIQUE RADIO

1.1 Conductivité

- Conducteur, semi-conducteur et isolant
- Courant, tension et résistance
- Les unités : l'ampère, le volt et l'ohm
- La loi d'Ohm ($U=R.I$)
- Les lois de Kirchhoff
- Puissance électrique ($P=U.I$)
- L'unité : le watt
- Energie électrique ($W=P.t$)
- La capacité d'une batterie (ampère-heure)

1.2 Les générateurs d'électricité

- Générateur de tension, force électromotrice (fém), courant de court circuit, résistance interne et tension de sortie
- Connexion en série et en parallèle de générateurs de tension

1.3 Champ électrique

- Intensité du champ électrique
- L'unité : le volt/mètre
- Blindage contre les champs électriques

1.4 Champ magnétique

- Champ magnétique entourant un conducteur
- Blindage contre les champs magnétiques

1.5 Champ électromagnétique

- Ondes radioélectriques en tant qu'ondes électromagnétiques
- Vitesse de propagation et relation avec la fréquence et la longueur d'onde [$v= f .\lambda$]
- Polarisation

1.6 Signaux sinusoïdaux

- La représentation graphique en fonction du temps
- Valeur instantanée, amplitude : [U_{max}]
- Valeur efficace [RMS] :

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

- Valeur moyenne
- Période et durée de la période
- Fréquence
- L'unité : le Hertz
- Différence de phase

1.7 Signaux non sinusoïdaux

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

- Signaux audio
- Ondes carrés
- Représentation graphique en fonction du temps
- Composante de tension continue, composante d'onde fondamentale et harmoniques supérieures
- Bruit [$P_N = kTB$] (Bruit thermique du récepteur, bande de bruit, densité de bruit, puissance de bruit dans la bande passante du récepteur)

1.8 Signaux modulés

- Modulation télégraphique (CW)
- Modulation d'amplitude
- Modulation de phase, modulation de fréquence et modulation en bande latérale unique
- Déviation de fréquence et indice de modulation

$$m = \frac{\Delta f}{f_{\text{mod}}}$$

- Porteuse, bandes latérales et largeur de bande
- Forme d'onde de signaux CW, AM, SSB et FM (représentation graphique)
- Spectre d'onde de signaux CW, AM, SSB et FM (représentation graphique)
- Modulation numérique : FSK, 2-PSK, 4-PSK, QAM
- Modulation numérique : bit-rate, symbol-rate (baud-rate) et bande passante
- CRC et retransmission (exemple Packet Radio), FEC (forward error correction) (exemple AmTOR FEC)

1.9 Puissance et énergie

- Puissance des signaux sinusoïdaux

$$P = i^2 R; P = \frac{u^2}{R}; u = U_{\text{eff}}; i = I_{\text{eff}}$$

- Rapports de puissance correspondant aux valeurs en dB suivantes : 0 dB, 3 dB, 6 dB, 10dB et 20 dB (tant dans le sens positif que négatif)
- Rapports de puissance entrée/sortie en dB d'amplificateurs et/ou d'atténuateurs
- Adaptation (transfert maximum de puissance)
- Relation entre puissance d'entrée et de sortie et rendement

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

- Puissance de crête de l'onde porteuse modulée [PEP]

1.10 Traitement numérique du signal (DSP)

- Échantillonnage et quantification
- Fréquence d'échantillonnage minimum (fréquence de Nyquist)
- Convolution (domaine temporel / domaine fréquentiel, représentation graphique)
- Filtre anti-replis (anti-aliasing) et filtre de reconstruction
- Convertisseurs A/D et D/A

CHAPITRE 2: COMPOSANTS

2.1 Résistance

- Résistance
- L'unité : l'Ohm
- Caractéristiques courant/tension
- Puissance dissipée

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

2.2 Condensateur

- Capacité
- L'unité : le Farad
- La relation entre capacitance, dimensions et diélectrique (aspect qualitatif uniquement)
- La réactance

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

- Déphasage entre la tension et le courant

2.3 Bobine

- Self-induction
- L'unité : le henry
- L'effet du nombre de spires, du diamètre, de la longueur et de la composition du noyau (aspect quantitatif uniquement)
- La réactance

$$X_L = 2\pi fL$$

- Le déphasage entre la tension et le courant
- Le facteur Q

2.4 Application et utilisation des transformateurs

- Transformateur idéal [$P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}$]
- La relation entre le rapport du nombre de spires et
- le rapport des tensions :

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

- le rapport des courants :

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

- Le rapport des impédances (aspect quantitatif uniquement)
- Les transformateurs

2.5 Diodes

- Utilisation et application des diodes
- Diode de redressement, diode Zener, diode LED [diode émettrice de lumière], diode à tension variable et à capacité variable [VARICAP]
- Tension inverse, courant de fuite

2.6 Transistor

- Transistors PNP et NPN
- Facteur d'amplification
- Transistor effet champ et transistors bipolaires [attaque en tension et courant]

Le transistor dans :

- le circuit émetteur commun [source pour JFET]
- le circuit base commune [porte pour JFET]
- le circuit collecteur commun [drain pour JFET]
- les impédances d'entrée et de sortie des circuits précités

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

2.7 Divers

- Dispositif thermoïonique simple (tubes électroniques)
- Tensions et impédances des étages à haute puissance à tubes, transformation d'impédance
- Circuits intégrés simples, y compris les amplificateurs opérationnels

CHAPITRE 3 : CIRCUITS

3.1 Combinaison de composants

- Circuits en série et en parallèle de résistances, bobines, condensateurs, transformateurs et diodes
- Courant et tension dans ces circuits
- Comportement de résistances, capacités et selfs réelles (non idéals) aux fréquences élevées

3.2 Filtres

- Circuits accordés série et parallèle
- Impédance
- Caractéristique de fréquences
- Fréquence de résonance

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

- Facteur de qualité d'un circuit accordé

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

- Largeur de bande
- Filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande et coupe-bande composés d'éléments passifs
- Réponse en fréquence
- Filtre en Pi et filtre en T
- Filtre à quartz
- Effets dus aux composants réels (non idéaux)
- Filtres numériques (voir également 1.10 et 3.8)

3.3 Alimentation

- Circuits de redressement demi onde et onde entière et redresseurs en pont
- Circuits de filtrage
- Circuits de stabilisation dans les alimentations à basse tension
- Alimentations à découpage, isolation et CEM

3.4 Amplificateur

- Amplificateurs à basse fréquence [BF] et à hautes fréquences [HF]
- Facteur d'amplification
- Caractéristique amplitude/fréquence et largeur de bande
- Classes de polarisation A, A/B, B et C
- Harmoniques [distorsions non linéaires], distorsion d'intermodulation, saturation des étages d'amplification

3.5 Détecteur

- Détecteur de modulation d'amplitude (AM)
- Détecteur à diode

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

- Détecteur de produit et oscillateur de battement
- Détecteur de modulation de fréquence (FM)

3.6 Oscillateur

- Contre-réactions (oscillations voulues et non voulues)
- Facteurs affectant la fréquence et les conditions de stabilité en fréquence nécessaire pour l'oscillation
- Oscillateur LC
- Oscillateur à quartz, oscillateur sur fréquences harmoniques
- Oscillateur contrôlé tension (VCO)
- Bruit de phase

3.7 Boucle à verrouillage de phase [PLL]

- Boucle de verrouillage avec circuit comparateur de phase
- Synthèse de fréquence avec diviseur programmable dans la boucle de contre réaction

3.8 Traitement numérique du signal (DSP)

- Filtres à réponse impulsionnelle finie (FIR) ou infinie (IIR)
- Transformée de Fourier (transformée de Fourier discrète DFT et rapide FFT, représentation graphique)
- Synthèse numérique directe (DDS)

CHAPITRE 4 : RECEPTEURS

4.1 Types

- Récepteur super hétérodyne simple et double
- Récepteurs à conversion directe

4.2 Schémas blocs

- Récepteur CW [A1A]
- Récepteur AM [A3E]
- Récepteur BLU (SSB) pour la téléphonie avec porteuse supprimée [J3E]
- Récepteur FM [F3E]

4.3 Fonctionnement et rôle des étages suivants (seulement sous forme de schéma bloc)

- Amplificateur HF [avec filtre passe bande fixe ou variable]
- Oscillateur [fixe et variable]
- Mélangeur
- Amplificateur de fréquence intermédiaire
- Limiteur
- Détecteur, y compris détecteur de produit
- Amplificateur BF
- Contrôle automatique de gain
- S-mètre
- Silencieux [squelch]

4.4 Caractéristiques des récepteurs (description simple uniquement)

- Canal adjacent
- Sélectivité
- Sensibilité, bruit dans les récepteurs, figure de bruit

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

- Stabilité
- Fréquence-image
- Désensibilisation, blocage
- Intermodulation ; crossmodulation
- Mixage réciproque ('Reciprocal mixing'), bruit de phase

CHAPITRE 5: EMETTEURS

5.1 Types

- Emetteurs avec ou sans changement de fréquences

5.2 Schémas blocs

- Emetteur CW [A1A]
- Emetteur BLU (SSB) avec porteuse de téléphonie supprimée [J3E]
- Emetteur FM avec le signal audio modulant le VCO du PLL [F3E]

5.3 Rôle et fonctionnement des étages suivants (seulement sous forme de schéma bloc)

- Mélangeur
- Oscillateur
- Etage tampon
- Etage d'excitation
- Multiplicateur de fréquence
- Amplificateur de puissance
- Adaptation d'impédance de sortie
- Filtre de sortie
- Modulateur de fréquence
- Modulateur BLU (SSB)
- Modulateur de phase
- Filtre à quartz

5.4 Caractéristiques des émetteurs (description simple uniquement)

- Stabilité de fréquence
- Largeur de bande HF
- Bandes latérales
- Bande de fréquences audio
- Non-linéarité (distorsion harmonique et intermodulation)
- Impédance de sortie
- Puissance de sortie
- Rendement
- Excursion de fréquence
- Indice de modulation
- Claquements et piaulements de manipulation CW
- Surmodulation en SSB et splatters
- Rayonnements parasites HF
- Rayonnements des boîtiers
- Bruit de phase

CHAPITRE 6: ANTENNES ET LIGNES DE TRANSMISSION

6.1 Types d'antennes

- Antenne demi-onde alimentée en son milieu

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

- Antenne demi-onde alimentée à son extrémité
- Doublet replié
- Antenne verticale quart-d'onde [type GPA]
- Aérien avec réflecteurs et/ou directeurs [Yagi]
- Antennes à surface réfléchissante (antenne parabolique, cornet)
- Doublet avec trappes accordées

6.2 Caractéristiques des antennes

- Distribution du courant et de la tension le long de l'antenne
- Impédance au point d'alimentation
- Impédance capacitive ou inductive d'une antenne non résonnante
- Polarisation
- Directivité, rendement et gain d'antenne
- Ouverture surfacique
- Puissance apparente rayonnée [P.A.R. ou E.R.P.]
- Rapport avant/arrière
- Diagrammes de rayonnement horizontal et vertical

6.3 Lignes de transmission

- Ligne bifilaire
- Câble coaxial
- Guide d'ondes
- Impédance caractéristique (Z_0)
- Vitesse de propagation
- Taux d'onde stationnaire
- Pertes
- Symétriseur (balun)
- Boîtes d'accord d'antenne (configuration en Pi et en T)

CHAPITRE 7: PROPAGATION

- Affaiblissement du signal, rapport signal/bruit
- Propagation en visibilité directe (propagation en espace libre, loi en $1/d^2$)
- Couches ionosphériques
- Fréquence critique
- Influence du soleil sur l'ionosphère
- Fréquence maximale utilisable
- Onde de sol, onde d'espace, angle de rayonnement et distance de bond
- Trajet multiple pour la propagation ionosphérique
- Evanouissements
- Troposphère (propagation par conduit, diffusion)
- Influence de la hauteur des antennes sur la distance qui peut être couverte [horizon radioélectrique]
- Inversion de température
- Réflexion sporadique sur la couche E
- Diffusion aurorale
- Diffusion sur météorites
- Réflexions sur la lune (EME)
- Bruit atmosphérique (orage)
- Bruit galactique
- Bruit thermique de la terre
- Principes de prédiction de propagation (bilan de liaison)
 - source principale de bruit (bruit de bande et bruit du récepteur)
 - rapport signal bruit minimum
 - niveau minimum de réception

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur

Version CEPT-Vilnius (2004)

- atténuation de trajet
- gains d'antennes et pertes dans les lignes de transmission
- puissance d'émission minimum

CHAPITRE 8 : MESURES

8.1 Principe des mesures

- Mesure de :
 - tensions et courants continus [DC] et alternatifs [AC]
 - Erreurs de mesure
 - Influence de la fréquence
 - Influence de la forme d'onde
 - Influence de la résistance interne des appareils de mesure
- Mesure de Résistance
- Mesure de la Puissance DC et HF [puissance moyenne et puissance PEP]
- Mesure du Rapport d'onde stationnaire
- Mesure de la forme d'onde de l'enveloppe d'un signal à haute fréquence
- Mesure de la fréquence
- Mesure de la fréquence de résonance

8.2 Instruments de mesure

- Pratique des opérations de mesure en utilisant :
 - Multimètre (analogique et numérique)
 - Measureur de puissance
 - ROS mètre (TOS mètre)
 - Générateur de signaux
 - Fréquence-mètre
 - Oscilloscope
 - Analyseur de spectre

CHAPITRE 9: BROUILLAGES ET PROTECTIONS

9.1 Brouillage des équipements électroniques

- Blocage
- Brouillage du signal désiré
- Intermodulation
- Détection dans les circuits audio

9.2 Cause de brouillage des équipements électroniques

- Champ radioélectrique rayonné par un émetteur
- Rayonnements non essentiels de l'émetteur (radiation parasite, harmoniques)
- Effets indésirables sur l'équipement :
 - par l'entrée de l'antenne
 - par d'autres lignes connectées
 - par rayonnement direct

9.3 Protection contre les brouillages

- Mesures pour prévenir et éliminer les effets de brouillage :
 - filtrage
 - découplage
 - blindage

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur Version CEPT-Vilnius (2004)

CHAPITRE 10: SECURITE

10. Sécurité

- Le corps humain
- Alimentation par le réseau
- Hautes tensions
- Foudre

B) REGELEMENTATIONS ET PROCEDURES NATIONALES ET INTERNATIONALES

CHAPITRE 1 : TABLE INTERNATIONALE D'EPELLATION PHONETIQUE

LETTRES à transmettre	MOT DE CODE	PRONONCIATION du mot de code
A	Alfa	AL FAH
B	Bravo	BRA VO
C	Charlie	TCHAR LI ou 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	Juliott	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 OU NI FORM
V	Victor	VIK TOR
W	Whiskey	OUISS KI
X	X-ray	EKSS RE
Y	Yankee	YANG KI
Z	Zoulou	ZOU LOU

Les syllabes accentuées sont en caractères gras

CHAPITRE 2 : EXTRAIT DU CODE Q INTERNATIONAL

CODE	QUESTION	RÉPONSE OU AVIS
QRK	Quelle est l'intelligibilité de mes signaux (ou des signaux de ...) ?	L'intelligibilité de vos signaux (ou des signaux de ...) est : 1. Mauvaise, 2. Médiocre, 3. Assez bonne, 4. Bonne,

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur Version CEPT-Vilnius (2004)

		5. Excellente.
QRM	Etes-vous brouillé ?	Je suis brouillé : 1. Je ne suis nullement brouillé, 2. Faiblement, 3. Modérément, 4. Fortement, 5. Très fortement.
QRN	Etes-vous troublé par des parasites ?	Je suis troublé par des parasites. 1. Je ne suis nullement troublé par des parasites, 2. Faiblement, 3. Modérément, 4. Fortement, 5. Très fortement.
QRO	Dois-je augmenter la puissance d'émission ?	Augmentez la puissance d'émission.
QRP	Dois-je diminuer la puissance d'émission ?	Diminuez la puissance d'émission.
QRS	Dois-je émettre plus lentement ?	Emettez plus lentement
QRT	Dois-je cesser la transmission ?	Cessez la transmission.
QRV	Etes-vous prêt ?	Je suis prêt.
QRX	à quel moment me rappellerez-vous ?	Je vous rappellerai à ... heures (sur ... kHz [ou MHz]).
QRZ	Par qui suis-je appelé ?	Vous êtes appelé par ... (sur ... kHz [ou MHz]).
QSB	La force de mes signaux varie-t-elle ?	La force de mes signaux varie.
QSL	Pouvez-vous me donner accusé de réception ?	Je vous donne accusé de réception.
QSO	Pouvez-vous communiquer avec ... directement (ou par relais) ?	Je puis communiquer avec ... directement (ou par l'intermédiaire de ...).
QSY	Dois-je passer à la transmission sur une autre fréquence ?	Passez à la transmission sur une autre fréquence (ou sur ... kHz [ou MHz]).
QTH	Quelle est votre position en latitude et en longitude (ou d'après toute autre indication) ?	Ma position est ... latitude ... longitude (ou d'après toute autre indication).

CHAPITRE 3: ABREVIATIONS OPERATIONNELLES UTILISEES DANS LE SERVICE AMATEUR

BK	Signal utilisé pour interrompre une transmission en cours [break]
CQ	Appel généralisé à toutes les stations
CW	Onde entretenue - Télégraphie
DE	Utilisé pour séparer l'indicatif d'appel de la station
K	Invitation à émettre
MSG	Message
PSE	S'il vous plaît
RST	Lisibilité, force du signal, tonalité
RSA	Lisibilité, force du signal, qualité du signal
R	Reçu
RX	Récepteur
TX	Émetteur
UR	Votre

CHAPITRE 4: SIGNAUX INTERNATIONAUX DE DETRESSE, TRAFIC EN CAS D'URGENCE ET COMMUNICATION EN CAS DE CATASTROPHE NATURELLE

Signaux de détresse:

- radiotélégraphie ...---... [SOS]
- radiotéléphonie "MAYDAY"
- Utilisation internationale d'une station amateur en cas de catastrophes nationales
- Bandes de fréquences allouées au service radioamateur et au service radioamateur par satellite

Programme pour l'examen HAREC pour radioamateur Version CEPT-Vilnius (2004)

CHAPITRE 5: INDICATIFS D'APPELS

- Identification des stations radioamateur
- Utilisation des indicatifs d'appel
- Composition des indicatifs d'appel
- Préfixes nationaux

CHAPITRE 6: PLANS DES BANDES DE FREQUENCES DE L'IARU

- Plans des bandes de fréquences de l'IARU
- Buts

CHAPITRE 7:

- 7.1 Responsabilité sociale de l'utilisation d'une station radioamateur
- 7.2 Procédures opérationnelles

C) REGLEMENTATIONS NATIONALES ET INTERNATIONALES DU SERVICE RADIOAMATEUR ET DU SERVICE RADIOAMATEUR PAR SATELLITE

CHAPITRE 1: REGLEMENT DES RADIOCOMMUNICATIONS DE L'UIT

- Définition du service d'amateur et du service d'amateur par satellite
- Définition d'une station d'amateur
- Article 25 du Règlement des Radiocommunications
- Statut du Service Amateur et du Service Amateur par Satellite
- Régions radioélectriques de l'UIT

CHAPITRE 2 : REGLEMENTATION DE LA CEPT

- Recommandation T/R 61-01
- Utilisation temporaire d'une station amateur dans les pays de la CEPT
- Utilisation temporaire d'une station amateur dans les pays de la NON-CEPT qui participent au système de la T/R 61-01

CHAPITRE 3: REGLEMENTATION NATIONALE

3.1 La loi du 16 Juin 2005

Les articles 32, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 145, 146 en 147

3.2 L'AR du 15 Octobre 1979

Les articles 1, 3, 4, 5 (3^o, 4^o, 8^o), 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 31 et 32

3.3 L'AM du 9 Janvier 2001 modifié par l'AM du 1 Septembre 2005

Tous les articles

3.4 Publications (directives) publiées sur le site Web de l'IBPT

Tableau des fréquences et des puissances