

*Direction générale de l'aviation civile***Annexes a l'arrêté du 4 mars 1992 modifié fixant le règlement et le programme des concours externe et interne de recrutement des ingénieurs électroniciens des systèmes de la sécurité aérienne**

NOR : EQUA0310259X

ANNEXE I

PROGRAMME DU PREMIER CONCOURS EXTERNE ET DU CONCOURS INTERNE D'INGÉNIEURS ÉLECTRONICIENS DES SYSTÈMES DE LA SÉCURITE AÉRIENNE**I. - ÉPREUVES ÉCRITES D'ADMISSIBILITÉ****A. - Épreuves écrites obligatoires****1. Mathématiques****(durée 4 heures, coefficient 3)****1.1. Nombres complexes**

- a) Corps des nombres complexes, conjugaison. Forme algébrique, représentation cartésienne d'un point.
- b) Module d'un nombre complexe : argument d'un nombre complexe. Forme trigonométrique. Représentation polaire d'un point.
- c) Transformations élémentaires : translations, similitudes directes, transformations.
- d) Application des nombres complexes à la trigonométrie.

1.2. Analyse

- a) Notions élémentaires sur les suites et les séries :

Convergence d'une suite de nombres réels - Opérations sur les suites convergentes

Convergence d'une suite monotone ; exemples de suites adjacentes. Pour les suites de nombres non nuls : suite négligeable devant une autre, suites équivalentes. Exemples d'études de suites définies par une relation de récurrence.

Définition de la convergence d'une série à termes réels, convergence des séries géométriques

Série à termes positifs : comparaison de deux séries dans le cas où $U_n \leq U'_n$ et où $U_n \sim U'_n$.

Comparaison à une intégrale : convergence des séries de Riemann.

Comparaison à une série géométrique, règle de d'Alembert ; comparaison à une série de Riemann, règle de Riemann.

Séries absolument convergentes. Convergence d'une série alternée dont la valeur absolue du terme général tend vers 0.

b) Fonctions d'une variable réelle :

On se place dans le cadre des fonctions d'une variable réelle à valeurs réelles ou complexes définies sur un intervalle de \mathbb{R} .

Le candidat doit savoir interpréter graphiquement les fonctions qui se déduisent d'une fonction donnée f par les opérations :

$t \rightarrow f(t-T)$, $t \rightarrow f(\text{Erreur !})$, $t \rightarrow K f(t)$ et $t \rightarrow e^{Y} f(t)$

Le champ des fonctions étudiées se limite aux fonctions usuelles (fonctions en escalier, fonctions affiniées par morceaux, fonctions exponentielle et logarithme népérien, fonctions puissances, fonctions circulaires) et à celles qui s'en déduisent de façon simple par opérations algébriques et par composition. On définira aussi la fonction $t \rightarrow \text{Arc sin } t$ et les fonctions hyperboliques, mais aucune étude systématique de ces fonctions n'est au programme.

Fonctions à valeurs réelles

Limite et continuité en un point. Opérations sur les limites.

Propriétés fondamentales des fonctions continues (admisses) : l'image d'un intervalle (resp. d'un segment) est un intervalle (resp. un segment) ; limite d'une fonction monotone. Continuité de la fonction réciproque d'une fonction strictement monotone.

Comparaison des fonctions au voisinage d'un point : fonction négligeable devant une autre, fonctions équivalentes. Comparaison des fonctions exponentielle, puissance et logarithme au voisinage de $+\infty$.

Brève extension aux fonctions à valeurs complexes

Représentation graphique d'une telle fonction par une courbe plane définie par une représentation paramétrique ou une représentation polaire.

Aucune connaissance n'est exigible sur l'étude des points singuliers et des branches infinies.

c) Calcul différentiel et intégral :

Dérivées et intégrales

Consolidation et approfondissement des acquis de terminale sur la pratique du calcul des dérivées et des primitives. Brève extension au cas des fonctions à valeurs complexes.

Intégration par parties, changement de variable, exemples de calculs de primitives.

Interprétation géométrique et cinématique de la dérivée en un point.

Notation différentielle $df = f'(t) dt$ et son interprétation physique en termes d'effet sur la valeur de f au point t d'un petit accroissement de la variable.

Il n'y a pas lieu de reprendre la présentation des concepts de dérivées et d'intégrales, et aucune difficulté théorique ne peut être soulevée à ce sujet. Pour l'intégration, on se limite au cas des fonctions continues par morceaux, qui se déduit aussitôt du cas des fonctions continues, abordé en classe de terminale. Pour le calcul des primitives, les candidats devront savoir traiter :

- les exponentielles polynômes (de la forme de $t e^{at} p(t)$, où a est complexe, et où p est un polynôme) et les cas qui s'y ramènent par linéarisation ;
- les fonctions rationnelles dans le cas des pôles simples. Dans le cas où il y a des pôles multiples, des indications doivent être données sur la méthode à suivre.

Applications du calcul différentiel

Exemples d'emploi du calcul différentiel pour la recherche d'extrémums.

Emploi du calcul intégral pour l'obtention de majorations et d'encadrements

Le théorème de Rolle et la formule des accroissements finis ne sont pas au programme.

Formule de Taylor avec reste intégral, majoration du reste, inégalité de Taylor-Lagrange

Application à l'obtention des développements limités des fonctions usuelles (exponentielle, logarithme, binôme, fonctions circulaires).

Application au développement en série entière pour l'approximation d'une fonction par un polynôme.

La théorie générale des séries entières est hors programme.

Applications du calcul intégral Notions sur les intégrales impropres

Convergence des intégrales de Riemann, intégrales de fonctions positives, intégrales absolument convergentes.

d) Notions d'analyse spectrale :

Notions sur les séries de Fourier

Coefficients de Fourier d'une fonction T périodique continue par morceaux et séries de Fourier d'une telle fonction : forme exponentielle et forme en $\cos n \omega t$ et $\sin n \omega t$. Théorème de convergence (admis) lorsque f satisfait aux conditions de Dirichlet. Formule de Parseval (admise) donnant $\int_0^T f(t)^2 dt$ en fonction des coefficients de Fourier, lorsque f est continue par morceaux. Exemples de développements de fonctions périodiques en série de Fourier.

Notions sur la transformation de Laplace

Définition de la transformation de Laplace :

Linéarité. Transformée de Laplace d'une dérivée et d'une primitive. Effet d'une translation ou d'un changement d'échelle sur la variable. Effet de la multiplication par e^{-at} . Transformée de Laplace des fonctions constantes et des fonctions exponentielles.

Les notions de fonction de transfert et de produit de convolution ne sont pas au programme.

e) Equations différentielles :

Pratique de la résolution des équations linéaires du premier ordre, et sur les exemples simples, d'équations à variables séparables et d'équations homogènes. Résolution des équations linéaires du second ordre à coefficients constants (réels ou complexes) dont le second membre est une fonction exponentielle polynôme $U e^{at} p(t)$, où $a \in \mathbb{C}$.

Applications de la transformation de Laplace à la résolution des équations différentielles linéaires à coefficients constants et aux systèmes différentiels linéaires à coefficients constants.

2. Français

(durée 4 heures, coefficient 3)

L'épreuve de français consiste en la rédaction par le (ou la) candidat(e) d'un résumé ou d'un commentaire de texte. Elle doit essentiellement permettre d'apprécier son aptitude à exposer des idées d'une manière claire et logique dans un français correct.

3. Electronique fondamentale

(durée 4 heures, coefficient 5)

Théorèmes généraux de l'électricité (Thevenin, Norton, Millman, Superposition), théorème de Fourier, transformée de Laplace.

Jonction PN, diode, diode Zener, diode Varicap.

Transistors bipolaires et à effet de champ (JFET, MOST).

Diodes et transistors en commutation.

Amplification linéaire : représentation par quadripôle.

Amplification à transistor : montages de base, polarisation, limites du domaine linéaire.

Amplification de puissance à transistors : classe d'amplification, rendement.

Amplification à circuits intégrés linéaires : montages de base à amplificateur opérationnel.

Amplificateurs bouclés : contre réaction, stabilité, critère de Nyquist.

Oscillateurs : sinusoïdaux, de relaxation, à quartz, VCO...

Filtres passifs, filtres actifs.

Notions d'échantillonnage et de filtrage numérique.

Boucle à verrouillage de phase (PLL).

Redressement et filtrage.

Alimentations régulées.

4. Electronique appliquée

(durée 4 heures, coefficient 5)

Composants : diodes, transistors, optoélectronique, relais, transformateurs.

Conversion AC/DC : montage redresseur.

Conversion DC/DC : hacheurs, alimentation à découpage.

Amplification à transistors.

Amplificateurs opérationnels.

Amplificateurs de puissance : dimensionnement thermique.

Filtrage passif et filtrage actif.

Boucle à verrouillage de phase (PLL).

Optoélectronique : diode électroluminescente, photodiode, opto coupleur, photo résistance.

Systèmes de numération et codage de l'information.

Code binaire, représentation des nombres entiers signés (complément à 2 et code décalé) et non signés, opérations arithmétiques.

Logique combinatoire : algèbre booléen, opérateurs booléens, synthèse des fonctions logiques.

Logique séquentielle : systèmes synchrones et asynchrones.

Circuits logiques, familles (TTL, CMOS...), bascules, registres, horloges.

Circuits logiques programmables (PAL, GAL).

Mémoires vives (RAM, SRAM, DRAM...) et mémoires mortes (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH...).

Convertisseur numérique/analogique et analogique/numérique.

Liaison série et parallèle.

Structure générale, architecture et mise en œuvre d'un microcontrôleur.

Notions de base sur les lignes de transmission, bilan de liaison, impédance caractéristique, ondes progressives et stationnaires, coefficient de réflexion, ROS.

Modulation d'une porteuse sinusoïdale : modulation d'amplitude, de fréquence et de phase.

Démodulation : démodulateurs classiques, cohérents, à boucle à verrouillage de phase (PLL).

Asservissements linéaires continus.

Notion de technologie électronique : circuits imprimés, composants, tolérances...

5. Anglais

(durée 2 heures, coefficient 3)

L'épreuve d'anglais obligatoire doit permettre de juger de l'étendue du vocabulaire et des connaissances grammaticales

du (ou de la) candidat(e) ainsi que la facilité avec laquelle il (ou elle) peut traduire un texte. Cette épreuve peut comporter une version sur un sujet non technique, quelques lignes de thème, ou la rédaction d'un court exposé.

6. Informatique

(durée 2 heures, coefficient 3)

- a) Systèmes de numération et codage de l'information :
- code binaire, représentation des nombres entiers signés et non signés, opérations arithmétiques, problème du dépassement de capacité ;
 - codage des nombres fractionnaires, problème de la précision de représentation ;
 - codage des caractères.
- b) Architecture d'un système informatique :
- Caractéristiques techniques essentielles et fonction des constituants suivants :
- unité centrale ;
 - mémoire centrale ;
 - mémoire de masse ;
 - périphériques ;
 - notions sur les réseaux de transmission de données.
- c) Algorithmique et programmation :
- algorithmique et programmation structurée : structures de contrôle, sous-programmes ;
 - structuration des données : types simples, tableaux, enregistrements, listes ;
 - analyse descendante d'un problème, écriture d'un algorithme.
- d) Systèmes d'exploitation :
- fonctions du système d'exploitation ;
 - différents types de systèmes d'exploitation ;
 - notions sur les fichiers.

B. - Épreuves écrites facultatives au choix

1. Connaissances aéronautiques

(durée 2 heures, coefficient 1)

- a) Circulation aérienne : les règles de l'air, domaine d'application, règles générales, règle IFR et VFR.
- b) Services de la circulation aérienne :
- définition, divisions de l'espace aérien, service du contrôle de la circulation aérienne, service d'information et d'alerte ;
 - procédures du service du contrôle d'aérodrome, du service du contrôle d'approche et du service de contrôle régional ;
 - procédures de calage altimétrique ;
 - procédures usuelles pour la préparation de l'exécution des vols, procédures d'attente et d'approche, procédures radar.
- c) Navigation :
- notions de navigation, la sphère terrestre, dimensions, mouvement ;
 - définition des termes suivants : axe des pôles, équateur, méridiens, parallèles, coordonnées géographiques, azimut relèvement, les cartes, représentation de la surface de la terre sur un plan, notions élémentaires sur le canevas de Mercator, échelles, navigation à l'estime, triangle de vitesse, le vent (vitesse et direction), la vitesse sol, construction du triangle des vitesses.
- d) Météorologie :
- phénomènes météorologiques intéressant les aérodromes : vent au sol, relation entre le vent et la distribution de la pression, loi de Buys-Ballot ;
 - la pression atmosphérique, les calages altimétriques ;
 - le brouillard : types de brouillard, mode de formation, givrage, danger pour l'aéronautique.
- e) Notions d'aérodynamique et de technologie aéronautique :
- l'avion : éléments d'aérodynamique, portance, traînée, équation du vol en palier, en montée, en descente ;
 - les gouvernes, dispositifs hypersustentateurs ;
 - notions élémentaires sur les propulseurs et les instruments de bord.

2. Deuxième langue vivante

(durée 2 heures, coefficient 1)

L'épreuve écrite facultative de langue vivante doit permettre de juger de l'étendue du vocabulaire et des connaissances grammaticales du (ou de la) candidat(e) ainsi que la facilité avec laquelle il (ou elle) peut traduire un texte.

Cette épreuve peut comporter une version sur un sujet non technique, quelques lignes de thème, ou la rédaction d'un court exposé dans l'une des langues suivantes : allemand, espagnol, italien, russe.

3. Technologie

(durée 4 heures, coefficient 1)

Le programme de technologie correspond à celui de génie électrique de 1^{re} et seconde année de technologie et sciences industrielles en vigueur à la date du concours.

II. - ÉPREUVE ORALE D'ADMISSION

Entretien avec le jury (durée 30 minutes, coefficient 5).