

INFORMATIQUE ET MODÉLISATION DES SYSTÈMES PHYSIQUES

Durée 4 h

PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet traitait de la réverbération à convolution. Il était constitué de deux parties indépendantes.

- La première partie (durée conseillée 1H30) s'intéressait à l'enregistrement d'un son à l'aide d'un microphone. Différents domaines sont étudiés :
 - l'électrostatique du condensateur pour déterminer sa capacité ;
 - l'énergie emmagasinée et la force électrique sur l'armature mobile ;
 - les équations (électrique et mécanique) du système ;
 - le régime sinusoïdal forcé (passage par la notation complexe et l'impédance motiionnelle).
- La deuxième partie (durée conseillée 2H30) portait sur le format numérique des données enregistrées et leur traitement par réverbération à convolution. On y abordait :
 - la création de signaux numériques tests à l'aide de listes et de fonctions ;
 - la programmation du produit de convolution direct ;
 - la programmation de la transformée de Fourier et du produit de convolution par produit des transformées ;
 - la transformée de Fourier rapide (FFT) ;
 - la complexité des algorithmes par analyse et relevé graphique ;
 - le codage de l'information au format Wave ;
 - la réalisation d'un programme visant à extraire les signaux numériques de deux fichiers Wave pour réaliser un produit de convolution par FFT et l'écriture du résultat dans un nouveau fichier Wave.

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Les candidats ont tous traité les parties modélisation et informatique en respectant globalement la pondération indiquée en durée sur chaque partie. Les meilleurs candidats ont quasiment traité l'intégralité du sujet.

Le Jury demeure sensible au soin apporté à la présentation des copies. Pour la partie informatique notamment, il est important de respecter l'indentation et de la souligner avec des barres verticales. Toute autre présentation (tirets horizontaux, flèches...) rend les copies illisibles. Le code doit être succinctement et clairement commenté.

COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES À LA PARTIE MODÉLISATION

Les deux premières questions ne nécessitaient pas de retrouver le champ par le théorème de Gauss. Les nombreux candidats qui s'y sont essayés ont souvent apporté des démonstrations laborieuses. Les questions trois à cinq aboutissent à une application numérique tout à fait abordable, qui fait l'objet de trop d'erreurs.

Les candidats qui déterminent l'énergie électrique emmagasinée (question six) traitent généralement avec succès les questions sept à neuf, à condition de faire attention au signe de la force électrique pour que l'armature mobile soit maintenue à l'équilibre. Seuls les candidats rigoureux obtiennent les expressions attendues aux questions dix et onze, en particulier pour éliminer le terme d'ordre 2 dans la forme factorisée.

La loi des mailles (question douze) est généralement correcte, même si le résultat souffre parfois d'erreurs préalables. Par contre, la force de pression est souvent mal exprimée à la question treize (signe, écriture vectorielle, prise en compte de la pression atmosphérique), ce qui pose problème dans l'écriture de l'équation mécanique (question quatorze).

Les candidats qui affirment à la question quinze que les ondes sonores sont sinusoïdales révèlent une faible compréhension du traitement des signaux périodiques.

Le passage en notation complexe est souvent bien maîtrisé à la question seize, mais peu de copies traitent les questions dix-sept et dix-huit. Quelques candidats identifient toutefois avec succès les expressions des grandeurs motionnelles.

De manière un peu surprenante, peu de candidats utilisent la linéarité de l'intensité et de la tension pour une résistance à la question dix-neuf.

COMMENTAIRES SPÉCIFIQUES À LA PARTIE INFORMATIQUE

La première question est souvent fautive car il y a confusion entre le nombre de segments ($n-1$) et le nombre de bornes (n) dans la liste. La seconde question qui consiste à créer une liste de valeurs régulièrement espacées et assez mal maîtrisée. Les candidats qui utilisent les fonctions `inspace` ou `arange` ne donnent que rarement les arguments appropriés.

Les questions trois à cinq abordent la création de deux fonctions ayant vocation à prendre pour argument la liste des temps créée précédemment, puis leur tracé (documentation fournie). Ces questions sont globalement correctement traitées bien que des erreurs fréquentes soient à signaler :

- affectation dans une liste initialisée vide ;
- non-respect des arguments de l'énoncé ;
- absence d'initialisation, ou initialisation incorrecte d'une variable utilisée pour réaliser une somme dans une boucle ;

Les questions six et sept ont été bien traitées par les candidats qui comprenaient que deux boucles étaient nécessaires et qui ne confondaient pas les listes en arguments avec des fonctions. La complexité du programme doit être accompagnée d'une justification, fût-elle succincte (présence de deux boucles imbriquées par exemple) afin d'être valide.

Peu de candidats font le lien entre le spectre de la question huit et la fonction définie plus haut. Les fréquences négatives en ont perturbé beaucoup. Il y a beaucoup de longs commentaires sans rapport avec la question.

La démonstration de la question neuf est correcte pour les candidats qui traitent correctement le passage de l'intégrale à la somme discrète.

Les commentaires concernant les questions six et sept s'appliquent aux questions dix et onze où l'on retrouve un travail similaire.

La majorité des candidats a bien compris qu'il suffit de changer le signe dans l'exponentielle pour la question douze.

La question treize a été bien traitée par les candidats qui maîtrisent les bases et respectent l'énoncé : un nombre non négligeable de candidats insère dans leur programme des transformations de Fourier. La

suite d'instruction demandée à la question quatorze est correcte lorsque le principe de convolution avec la transformée de Fourier a été compris.

La démonstration de la terminaison du programme question 16 est souvent peu rigoureuse mais le principe semble bien compris pour la majorité.

La question dix-sept est réussie lorsque les candidats proposent des solutions simples. Il y a fréquemment confusion entre puissance de deux et multiple de deux. L'inégalité large est rarement respectée.

Quasiment aucune réponse correcte n'a été apportée à la démonstration de la question dix-huit.

La question dix-neuf est étonnement peu et mal traitée. De très rares candidats ont su lire les complexités quadratiques sur le graphe (la troisième courbe étant plus délicate). Les commentaires et « calculs » sont souvent abscons et sans conclusion.

Les réponses à la question vingt sont majoritairement correctes.

Les candidats semblent ignorer les spécificités du code complément à deux, qui est explicitement au programme.

Les questions vingt-deux à vingt-quatre ont été dans l'ensemble bien traitées, malgré d'inévitables erreurs de calcul.

Les questions vingt-cinq à vingt-sept ont été assez bien traitées par les candidats.

La question vingt-huit a été majoritairement abordée quoiqu'en fin d'énoncé. Les réponses sont fréquemment partiellement justes (erreurs fréquentes de gestion des listes voire de respect l'énoncé). La question vingt-neuf a été moins abordées, la notation étaient généreuse avec tous les candidats qui avaient compris et retranscrits les étapes de l'algorithme sans toutefois parvenir à écrire le tout correctement.

Les réponses à la question trente sont le plus souvent cohérentes mais mal justifiées, laissant apparaître chez de nombreux candidats une assez faible maîtrise de l'expression écrite.