

CONCOURS D'ACCES EN DEUXIEME ANNEE DU CYCLE D'INGENIEURS D'ETAT

10-07-2003

Epreuve de PHYSIQUE

(Durée : 3 Heures)

N.B.

- Cette épreuve comporte quatre (4) parties. Chaque partie devra être traitée sur des feuilles séparées.
 - Il sera tenu compte de la rigueur, de la clarté de raisonnement et de la présentation.
 - Prière d'encadrer les résultats.
-

PARTIE I : ANALYSE DES SYSTEMES

Soit un système asservi décrit par le schéma bloc suivant :

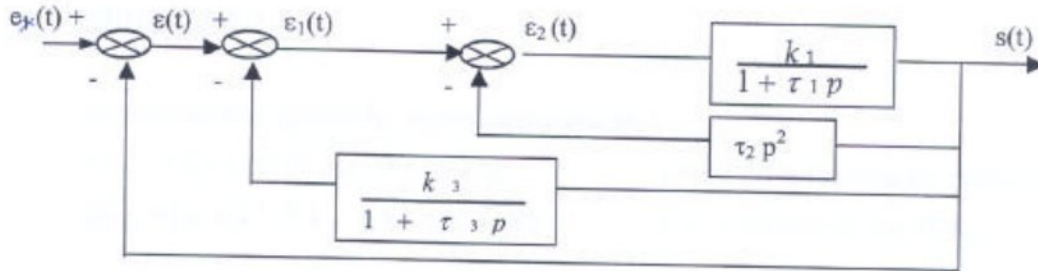
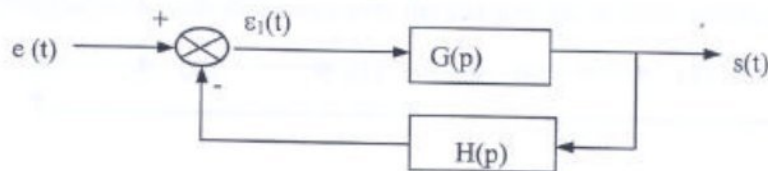


fig. : 1

1) Représenter le schéma bloc précédent sous la forme suivante et donner les expressions de $G(p)$ et de $H(p)$.



2) Calculer la fonction de transfert en boucle ouverte $T(p)$.

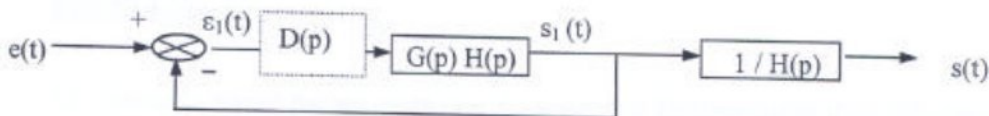


fig. : 2

3) Donner les expressions de $\varepsilon_1(p)$, $S_1(p)$ et $S(p)$ si $L[e(t)] = E(p)$

4) Pour $k_1=1$ et pour une entrée en échelon de position unitaire $e(t) = u(t)$, calculer l'erreur $\varepsilon_1(t)$ pour $t \rightarrow \infty$ (en régime permanent, on applique le théorème de la valeur finale).

5) Pour $k_1=1$, nous avons mesuré la marge de phase du système quand le module coupe l'axe du zéro décibel soit : $\Delta\Phi=30^\circ$ à la pulsation $\omega=7$ rd/s. On désire alors ramener cette marge de phase à 45° sans rien changer en basse fréquence. Déterminer le réseau correcteur à avance de phase $D(p) = \frac{1+a\tau p}{1+\tau p}$ permettant de satisfaire la condition demandée.

6) On désire régler le gain k_1 pour que l'erreur précédente $\varepsilon_1(t)$ soit inférieure ou égale à 1% pour la même entrée que précédemment $e(t) = u(t)$: échelon de position unitaire. Déterminer alors la valeur de k_1 sachant que $k_3 = 6$, $\tau_1 = 7$ s, $\tau_2 = 7$ s, $\tau_3 = 2$ s.

PARTIE II : ELECTRONIQUE NUMERIQUE

PROBLEME 1 :

Développer et simplifier les expressions suivantes :

- 1) $z_1 = (\bar{a} + b) \oplus (b + c) \oplus (c + \bar{a}b)$ ($\oplus$: c'est la fonction ou exclusif)
2) $z_2 = (a b \downarrow b \bar{c} \downarrow c a) \downarrow (\bar{a} \downarrow \bar{b})$ ($\downarrow$: c'est la fonction NOR)

PROBLEME 2:

On désire réaliser le code si-dessous avec des bascules JK en mode synchrone :



Donner les équations et le logigramme du circuit.

PROBLEME 3 :

Un moteur alimenté par un contacteur C, assure par l'intermédiaire d'un réducteur, la rotation d'un plateau tournant. Le fonctionnement dépend des actions sur deux poussoirs : m, actionné à la main, commande la mise en route du moteur; A, actionné par une came située sur le plateau, commande l'arrêt. Le moteur démarre quelle que soit la durée de l'appui sur m, il s'arrête au bout d'un tour, même si m est maintenu actionner.

- 1) Donner le GRAFCET du système.
- 2) Donner les équations pour une réalisation synchrone.

PARTIE III : ELECTROMAGNETISME

(Les problèmes 1, 2 et 3 sont indépendants)

PROBLEME 1 :

- 1) Rappeler les équations vérifiées par le champ électromagnétique dans le vide.
- 2) Justifier la possibilité d'associer au champ un potentiel scalaire V et un potentiel vecteur $\vec{A}$.
- 3) Quelles sont les équations vérifiées par ces potentiels dans le vide ? Rappeler la condition de jauge de Lorentz, qui permet de ramener ces équations à l'équation de propagation de d'Alembert.

PROBLEME 2 :

Un milieu ionisé contient n_0 électrons (charge $-e$, masse m_e) et n_0 ions (charge $+e$, masse m_i) par unité de volume.

Compte tenu de l'existence de deux types de particules de charges opposées, on adopte ici un modèle à deux fluides de charges libres, dont on négligera les interactions internes (milieu ionisé).

On s'intéresse à la propagation d'une onde plane progressive monochromatique (O.P.P.M) électromagnétique dont le champ est désigné par :

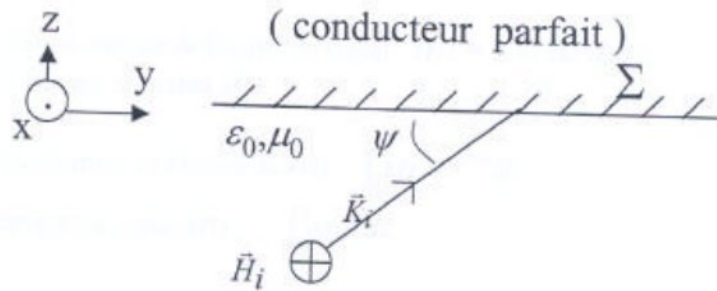
$$(\vec{E}, \vec{B}) = (\vec{E}_0, \vec{B}_0) e^{j(\omega t - k \cdot z)} \text{ en notation complexe.}$$

- 1) Quelle est la densité volumique de courant électrique $\vec{j}$ induite par l'onde dans le milieu ionisé ? Définir sa conductivité complexe γ .

$$(\text{on notera } \frac{1}{m} = \frac{1}{m_e} + \frac{1}{m_i})$$

- 2) Montrer que l'onde électromagnétique est en principe transverse.
- 3) Définir sa relation de dispersion.
 - En proposer une représentation graphique.
 - Préciser la propagation obtenue suivant la valeur de la pulsation ω de l'onde.

PROBLEME 3 :



Une onde plane $(\vec{E}_i, \vec{H}_i, \vec{K}_i)$ en incidence ψ sur la surface Σ séparant le vide et un conducteur parfait.

- 1) Justifiez la naissance d'une onde plane réfléchie.
- 2) Reprenez sur votre feuille la figure ci-haut en y représentant les caractéristiques (directions et sens des vecteurs) des champs électriques et magnétiques incidents et réfléchies.
- 3) En respectant le choix du repère sur la figure ci-haut, déterminer les composantes du champ électromagnétique résultant.
- 4) Justifier par un calcul la présence de deux états : l'un stationnaire, l'autre progressif.

PARTIE IV : TRAITEMENT DU SIGNAL

(Les problèmes 1, 2 et 3 sont indépendants)

PROBLEME 1 :

- 1) Calculer la transformée de Fourier du signal $x(t) = \sin(\pi t)/(\pi t)$.
- 2) Calculer l'énergie du signal $x(t)$.

Rappel : Transformée de Fourier de $x(t)$: $\int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-2j\pi ft} dt$.

Energie du signal $x(t)$: $\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$.

PROBLEME 2 :

Soit $x(t)$ un signal aléatoire stationnaire du second ordre (c'est à dire : la fonction d'autocorrélation de $x(t)$: $E[x(t)x^*(t+\tau)]$ ne dépend que de τ , E désigne l'espérance mathématique et $*$ désigne le conjugué complexe).

Considérons les signaux aléatoires suivants :

$$y(t) = x(t)\cos(\omega t + \varphi)$$

$$z(t) = x(t)\cos[(\omega + \delta)t + \varphi]$$

où ω et δ sont des constantes positives et φ est une variable aléatoire indépendante de $x(t)$, uniformément distribuée sur l'intervalle $[0, 2\pi]$.

- 1) Montrer que les signaux $y(t)$ et $z(t)$ sont stationnaires du second ordre.
- 2) Montrer que $y(t) + z(t)$ n'est pas stationnaire du second ordre.

PROBLEME 3 :

Considérons le signal aléatoire : $x(t) = s(t) + b(t)$, où $s(t)$ est un signal réel déterministe, à énergie finie E_s et est défini dans l'intervalle $[0, T]$ (T est une constante positive). $b(t)$ est le bruit blanc centré dont la densité spectrale de puissance bilatérale (i.e. en fréquences positive et négative) est $N_0/2$ (N_0 est une constante positive).

On filtre $x(t)$ par un filtre linéaire $\mathcal{F}$ dont la réponse impulsionnelle est $h(t) = s(T-t)$.

- 1) Calculer la densité spectrale de puissance du bruit en sortie du filtre en fonction de N_0 et la transformée de Fourier de $s(t)$.
- 2) Calculer sous forme intégrale la réponse $z(t)$ de $s(t)$ par le filtre $\mathcal{F}$. Donner le support de $z(t)$. Montrer que $z(t)$ prend son maximum à l'instant $t=T$ et calculer la valeur de ce maximum.
- 3) Déduire le rapport des puissances signal sur bruit $z^2(t)/P_b$ à l'instant $t=T$ en sortie du filtre $\mathcal{F}$ en fonction de N_0 et l'énergie E_s de $s(t)$.
 P_b est la puissance totale du bruit $b(t)$ en sortie du filtre $\mathcal{F}$.