



المعهد الوطني للبريد والمواصلات السلكية واللاسلكية
INSTITUT NATIONAL DES POSTES ET TELECOMMUNICATIONS

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

(18-07-2000)

Epreuve de Physique

(Durée: 3H00)

Avertissement:

- L'appréciation des copies tient compte de la rigueur, de la clarté des raisonnements et de la présentation.
- Encadrer vos résultats
- Les 4 problèmes doivent être traités sur des feuilles séparées



وكالة تنظيم الاتصالات
AGENCE NATIONALE DE RÉGLEMENTATION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Problème 1 :

Un milieu linéaire, isotrope et homogène est caractérisée par sa permittivité ϵ , sa perméabilité $\mu \approx \mu_0$ et sa conductivité γ .

1. Dédurre des équations de maxwell généralisées les équations de propagation du champ électrique et du champ magnétique si le milieu est neutre.
2. Que deviennent ces équations de propagations s'il y a des charges en excès uniformément réparties à la densité ρ ?
3. Que deviennent ces équations dans le cas d'un métal ?
4. Rappeler les relations entre :
 - 4.1. $\vec{E}$, V (potentiel scalaire) et $\vec{A}$ (potentiel vecteur) ;
 - 4.2. $\vec{B}$ et $\vec{A}$..
5. On impose une condition aux potentiels $\vec{A}$ et V pour que l'équation de propagation du potentiel vecteur soit semblable à l'équation de propagation du champ magnétique.
 - 5.1. Quelle est cette condition ?
 - 5.2. En tenant compte de cette condition, que devient l'équation de propagation du potentiel V ?
6. On admet que des ondes transversales, dont le champ électrique est de la forme, puissent se propager dans ce milieu. On définira une permittivité complexe $\epsilon^* = \epsilon + i \frac{\gamma}{\omega}$.
 - 6.1. Quelle est l'équation de dispersion du milieu ?
 - 6.2. En déduire la vitesse de phase de l'onde et l'indice de ce milieu.

Problème 2:

On considère un filtre de réponse impulsionnelle $h(t)$ et de réponse en fréquence $H(f)$, $h(t)$ et $H(f)$ constituent une paire de Fourier.

1. Calculer la sortie $y_s(\tau)$ de ce filtre lorsque l'entrée est un signal $s(t)$. Exprimer la sortie $y_s(\tau)$ en fonction de $H(f)$ et $S(f)$, $S(f)$ étant la transformée de Fourier de $s(t)$.
2. L'entrée du même filtre est maintenant un signal perturbateur $d(t)$ avec une transformée de Fourier $D(f)$. Calculer l'énergie E_d de la sortie correspondante $y_d(\tau)$ en fonction de $D(f)$ et $H(f)$.
3. Le rapport signal sur bruit à la sortie du filtre à l'instant τ est défini par :

$$\rho(\tau) = |y_s(\tau)|^2 / E_d$$

Montrer que ce rapport signal sur bruit peut être écrit sous la forme :

$$\rho(\tau) = |\langle A, B \rangle|^2 / \langle A, A \rangle$$

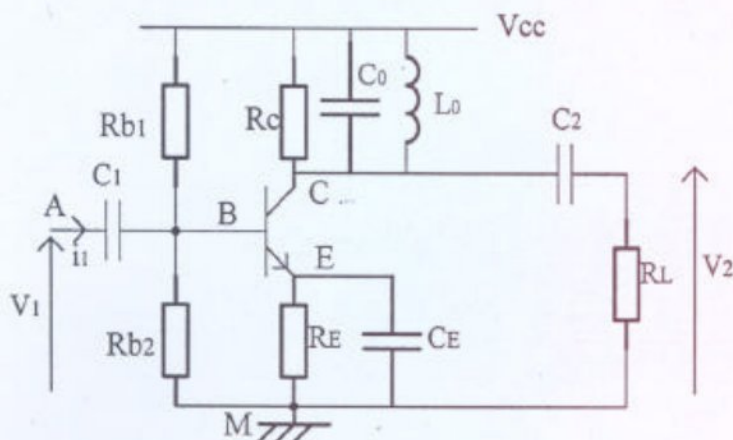
Où $\langle A, B \rangle$ est le produit scalaire de deux fonctions tel que : $\langle A, B \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} A(f) B^*(f) df$

4. Utilisant l'inégalité de Schwartz ($|\langle A, B \rangle|^2 \leq \langle A, A \rangle \cdot \langle B, B \rangle$), calculer la valeur maximum de $\rho(\tau)$ et le filtre $H(f)$ donnant ce maximum.

5. Calculer la réponse impulsionnelle $h(t)$ donnant le maximum de $\rho(\tau)$ dans le cas où la perturbation $d(t)$ serait telle que $D(f) = \exp(i\Phi(f))$.

Problème 3 :

Soit le montage à transistor bipolaire monté en émetteur commun, comme l'indique la figure ci-dessous:



$R_{b1} = 90 \text{ k}\Omega$; $R_{b2} = 10 \text{ k}\Omega$
 $R_c = 1,5 \text{ k}\Omega$; $R_E = 200 \Omega$
 $R_L = 1,5 \text{ k}\Omega$; $L_0 = 10 \text{ mH}$
 $C_0 = 10 \text{ nF}$
 $V_{be0} = 0,6 \text{ V}$; $\beta_0 = 200$
 $V_{cc} = 30 \text{ V}$

En petits signaux, on utilisera le schéma équivalent avec $h_{21} = 200$, $h_{12} = h_{22} = 0$ et $h_{11} = 0,7 \text{ k}\Omega$; les condensateurs ont une impédance négligeable aux fréquences d'utilisation du montage, sauf C_0 . L'inductance est supposée idéale ; on en tiendra compte aussi dans le schéma petits signaux.

1. Déterminer les valeurs V_{C0} et V_{E0} des tensions aux points C et E du point de polarisation ; calculer également la valeur I_{C0} du courant de collecteur I_C ; tracer la droite de charge statique du transistor. Placer le point de repos sur cette droite de charge.

2. Donner le schéma équivalent petits signaux du montage.

3. Déterminer l'expression de la transmittance complexe $\underline{H} = \underline{V_2}/\underline{V_1}$; quelle est sa nature ? Déterminer l'amplification maximale, la fréquence propre et le coefficient d'amortissement. Quelle sera approximativement la bande passante de ce filtre ?

4. $V_1(t) = V_1 \sin \omega t$ avec $V_1 = 10 \text{ mV}$ et $\omega = 10^5 \text{ rad/s}$. Déterminer l'expression de $V_C(t)$ tension sur le collecteur et de $I_C(t)$ courant dans le collecteur. Représenter ce que l'on observerait avec un oscilloscope (position DC) aux points A et C.

5. Déterminer en petits signaux la relation liant les variations i_C et v_{CE} lorsque la pulsation ω est égale à 10^5 rad/s . En déduire le tracé de la droite de charge dynamique sur le même graphe que la droite de charge statique. Déterminer si c'est le blocage ou la saturation du transistor qui limitera l'amplitude de la sortie ; déterminer la valeur maximale de l'amplitude du signal $V_2(t)$.

Problème 4 :

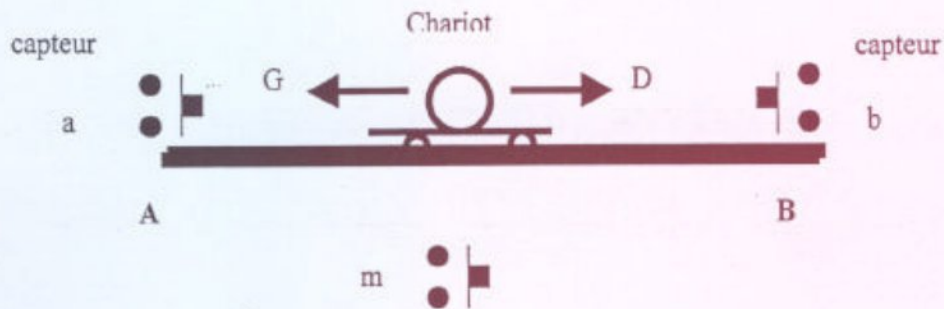
Partie I.

Un chariot entraîné par un moteur à deux sens de rotation, est susceptible de faire des allers et retours entre deux positions A et B, figure ci-dessous. Sa position de repos est en A. Lorsqu'on appuie sur un bouton poussoir m, le chariot se déplace vers B, arrivé en B, il repart vers A.

A son arrivée en A :

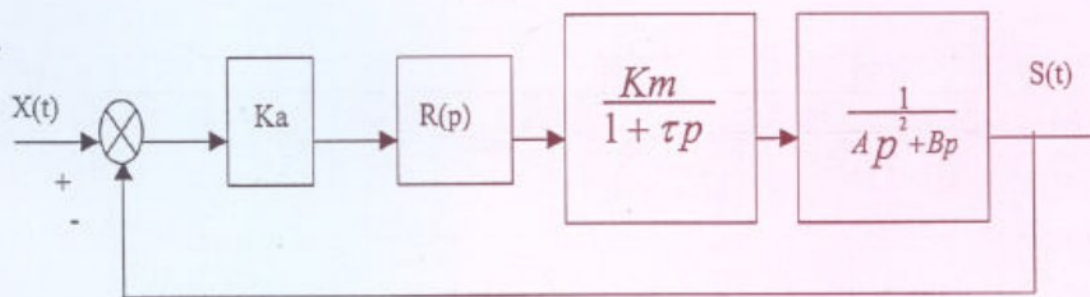
- Si m est relâché, il s'arrête,
- Si m est appuyé, il repart vers B.

Etablir le GRAFCET du système pour une réalisation synchrone et donner les équations et le logigramme correspondant.



Partie II.

Soit un système asservi décrit par le schéma bloc suivant :



Où : $K_m = 10$, $\tau = 0.01s$, $A = 0.05$, $B = 0.5$

1. Pour $R(p)=1$, discuter la stabilité du système par le critère de ROUTH suivant la valeur de K_a ,
2. Calculer la valeur du gain K_a de l'amplificateur pour avoir une erreur en régime permanent de 2% quand l'entrée est une rampe unitaire et $R(p)=1$,
3. Donner une représentation d'état du système en boucle ouverte,
4. Pour le gain calculer en 2. on a mesuré sur la réponse en fréquence du système en boucle ouverte la marge de phase, elle est de $\Delta\phi = 15^\circ$ pour une pulsation de 21 rad/s, calculer alors le réseau correcteur avance de phase qui sera mis à la place de $R(p)$ et qui ramène la marge de phase $\Delta\phi$ à 45° sans changer le gain en basse fréquence.