



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

CONCOURS D'ACCES EN DEUXIEME ANNEE
DU CYCLE D'INGENIEURS D'ETAT
11- 07 -2002

Epreuve de PHYSIQUE
(Durée :3Heures)

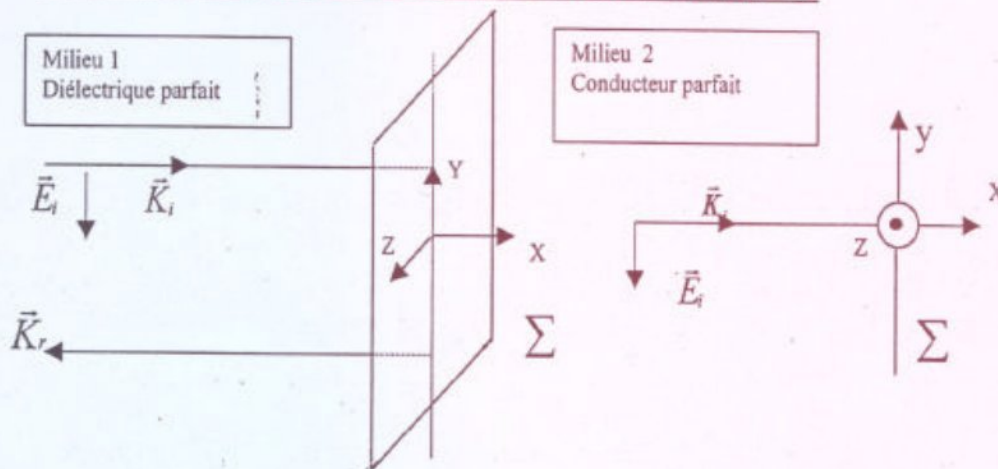
Avertissement :

- Les 3 problèmes doivent être traités sur des feuilles séparées.
- L'appréciation des copies tient compte de la rigueur, de la clarté des raisonnements et de la présentation.
- Encadrer vos résultats.
- Ecrire avec un stylo à bille ou à encre, bleu ou noir.



وكالة تنظيم وتنظيم الاتصالات
AGENCE NATIONALE DE RÉGULATION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

PROBLEME 1 : REFLEXION SOUS INCIDENCE NORMALE



Σ : surface de séparation

$\vec{E}_i$: champ électrique incident

$\vec{K}_i$: vecteur d'onde incident ; $\vec{K}_r$: vecteur d'onde réfléchi

Une O.E.M plane polarisée rectilignement, de pulsation ω et d'amplitude $\vec{E}_0$ vient se réfléchir sous incidence normale sur un plan conducteur parfait.

N.B : - la direction de propagation de l'onde incidente étant normale à Σ .

On adoptera l'écriture complexe pour chacun des champs .

Le champ électrique s'écrira $\vec{E}_i = \vec{E}_0 \cdot e^{j(\omega t - \vec{k}_i \cdot \vec{r})}$, $\vec{r}(x, y, z)$: vecteur position .

- 1/ Démontrer que dans un conducteur parfait le champ électrique et magnétique sont nuls.
- 2/ En admettant qu' une onde plane incidente sur un plan parfait donne naissance à une onde réfléchie à la même pulsation ;
Reprendre le schéma ci-dessus et y reporter les champs incident et réfléchi.
(justifier les orientations que vous avez proposé)
- 3/ Justifier l'existence d'un courant superficiel sur Σ .
(on précisera le module et l'orientation de ce dernier)
- 4/ Déterminer les expressions des champs électrique et magnétique incidents et réfléchis
(on respectera les axes et orientations de la figure).
- 5/ En déduire l'expression du champ électrique total ainsi que l'expression du champ magnétique total .
- 6/ Y-a-t-il propagation de l'onde électromagnétique ? (justifier votre réponse).
- 7/ Sous quelle condition peut-on ajouter un plan Σ' // à Σ sans perturber l'état électromagnétique entre les deux plans .

(on tiendra compte des conditions aux limites)

Problème 2 : Etude d'un circuit logique

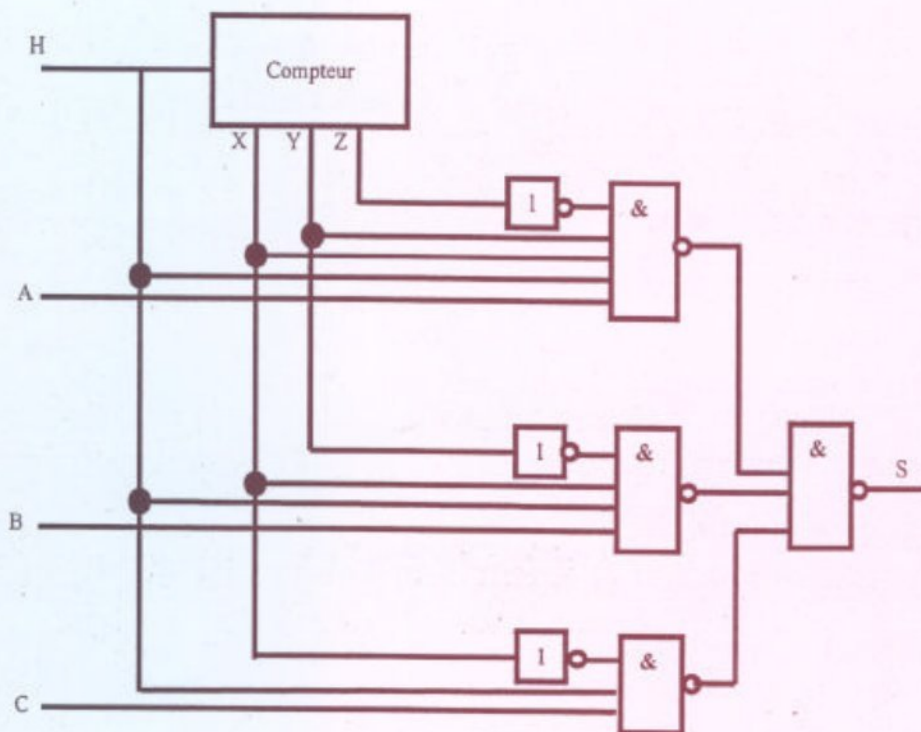
N.B : les représentations des chronogrammes doivent être tracés sur le papier millimétré (page 7)
(ce dernier sera remis avec la copie d'examen).

Ce circuit reçoit :

- Le signal d'horloge $h(t)$ délivré par un oscillateur, de rapport cyclique $\frac{1}{2}$ et de fréquence $f_H = 80\text{kHz}$, auquel on associe la variable logique H ;
- Le nombre N (bits A, B, C de poids respectifs 1, 2 et 4).

Il comporte (voir figure):

- Un compteur synchrone, modulo 8, selon le code binaire naturel, de sorties logiques X, Y et Z de poids respectifs 1, 2 et 4 ;
- Un circuit combinatoire élaborant la grandeur de sortie S.



- 1) On peut écrire $S = A.R_1 + B.R_2 + C.R_3$.
 - 1.1 Etablir les expressions logiques de R_1 , R_2 et R_3 .
 - 1.2 Représenter X, Y et Z en fonction du temps sachant que les trois bascules constituant le compteur commutent sur le front descendant de l'horloge $h(t)$ (les temps de commutation sont négligeables).
 - 1.3 Dans les cas suivants : $N = 3$ puis $N = 5$ puis $N = 7$ exprimer S en fonction de R_1 , R_2 , R_3 et représenter le signal $s(t)$ en fonction du temps.

- 2) Soit T_c la période de comptage ; que vaut $\frac{T_c}{T_H}$? Calculer la valeur numérique de $f_c = \frac{1}{T_c}$

Après avoir analysé les chronogrammes, indiquer la relation qui existe entre le nombre d'impulsions par période T_c (en sortie du circuit logique) et le nombre N codé en entrée.

- 3) Exprimer en fonction de N la valeur moyenne S_0 de $s(t)$; montrer que $S_0 = k.N$; expliciter et calculer k.

Problème 3 : DETECTEUR D'ONDE

Le but de ce système est de détecter une onde électromagnétique de fréquence donnée. La détection de l'onde se fait par visualisation avec seuil minimum.

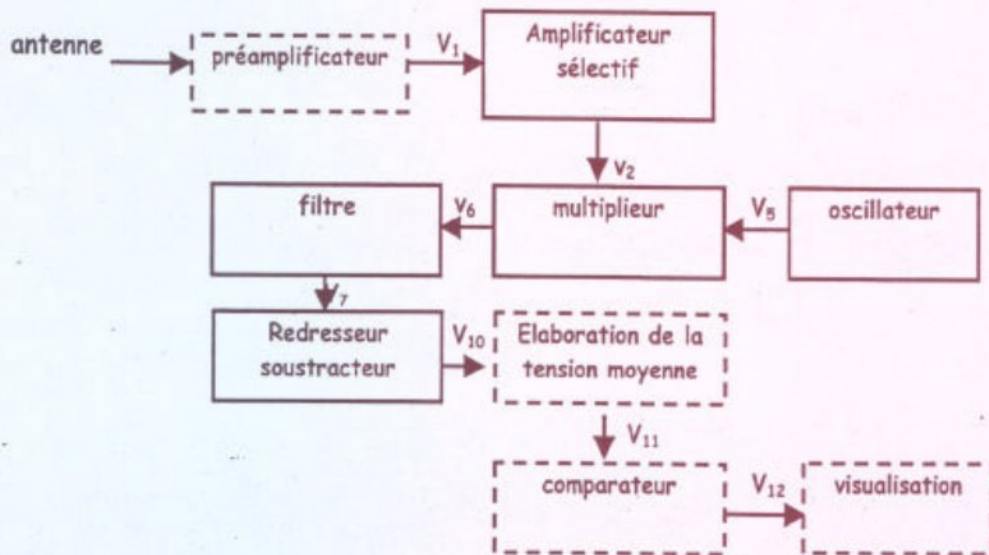


Schéma synoptique du détecteur d'onde

Tous les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits, et sont alimentés entre $+V_{cc}$ et $-V_{cc}$ avec $V_{cc} = 15$ volts.

Les tensions de saturation sont $+V_{sat}$ et $-V_{sat}$ avec $V_{sat} = 15$ volts.

Seuls les blocs en trait continu seront étudiés.

1 AMPLIFICATEUR SELECTIF (figure 3.1)

1.1 v_1 est un signal sinusoïdal de pulsation ω .

$\underline{V_1}$ en est sa représentation complexe.

Déterminer l'expression littérale de la fonction de transfert $\underline{A} = \frac{V_2}{V_1}$

La mettre sous la forme $\underline{A} = \frac{A_0}{1 + j a (C_1 \omega - 1/L \omega)}$

Donner l'expression de A_0 et du terme a .

1.2 Donner l'expression littérale A du module de $\underline{A}$.

1.3 Etablir l'expression littérale de la fréquence f_1 pour laquelle A est maximum.

1.4 En utilisant la courbe de réponse donnée page 5, déterminer la valeur de la fréquence f_1 pour laquelle A est maximum.

Déterminer graphiquement la bande passante à - 3 décibels en expliquant la méthode utilisée.

1.5 Application numérique : Sachant que $L = 100$ mH, calculer la valeur de C_1 .

1.6 On suppose que $v_1(t) = V_1 \sin(2\pi f_1 t)$; $f_1 = 20$ kHz et $V_1 = 0,25$ V.

Déterminer l'expression de $v_2(t)$.

2 OSCILLATEUR (figure 3.2)

Etude en boucle ouverte.

- 2.1 Etablir l'expression de $\underline{H} = \frac{V_4}{V_3}$ en fonction de R_3 et R_4 .
- 2.2 Etablir l'expression de $\underline{K} = \frac{V_5}{V_4}$ en fonction de R_5 , C_2 et ω .
- 2.3 A quelles conditions sur $\underline{H}$ et $\underline{K}$, le système est-il un oscillateur harmonique ? Justifier votre réponse.

Etude en boucle fermée.

- 2.4 En déduire l'expression littérale de la fréquence d'oscillation f_2 en fonction de R_5 et C_2 .
- 2.5 En déduire la relation entre R_3 et R_4 .
- 2.6 Application numérique :
 $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ $f_2 = 19,9 \text{ kHz}$ $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$.
Calculer les valeurs de R_4 et de C_2 .

3 MULTIPLIEUR (figure 3.3)

Cet étage fournit un signal $v_6 = k v_2 v_5$ avec $k = 0,1 \text{ V}^{-1}$

On donne : $v_2(t) = V_{2\max} \cos(2\pi f_1 t)$ avec $f_1 = 20 \text{ kHz}$ et $V_{2\max} = 10 \text{ V}$

$v_5(t) = V_{5\max} \cos(2\pi f_2 t)$ avec $f_2 = 19,9 \text{ kHz}$ et $V_{5\max} = 10 \text{ V}$;

- 3.1 Donner l'expression de $v_6(t)$.
- 3.2 Mettre $v_6(t)$ sous la forme d'une somme de deux signaux sinusoïdaux.

On précisera les fréquences des deux signaux obtenus.

4 QUADRIPOLE (figure 3.4)

- 4.1 Déterminer l'expression littérale de $\underline{T} = \frac{V_7}{V_6}$ et la mettre sous la forme :

$$\underline{T} = \frac{1}{1 + j f / f_c}$$

- 4.2 Déterminer l'expression de la fréquence f_c de coupure à - 3 décibels.
 $R_6 = 2,7 \text{ k}\Omega$ et $C_3 = 100 \text{ nF}$ calculer f_c .

- 4.3 Déterminer le module T de $\underline{T}$.
- 4.4 Déterminer les limites de T pour $f \rightarrow 0$ et pour $f \rightarrow \infty$. En déduire la nature de ce quadripôle.
- 4.5 Calculer les amplitudes des deux composantes du signal en sortie du filtre.

On admettra qu'un signal sinusoïdal est négligeable par rapport à un autre lorsque son amplitude est cinquante fois plus petite.

En déduire la valeur de $V_{7\max}$.

Ecrire l'expression de $v_7(t)$. On considérera que le déphasage introduit par ce filtre est nul dans ce cas.

5 REDRESSEUR (figure 3.5)

On applique le signal sinusoïdal v_7 à l'entrée du redresseur

5.1 On considère une alternance positive de v_7 .

Préciser l'état des diodes D_1 et D_2 .

Déterminer v_8 et v_9 .

5.2 On considère une alternance négative de v_7 .

Préciser l'état des diodes D_1 et D_2 .

Déterminer v_8 et v_9 .

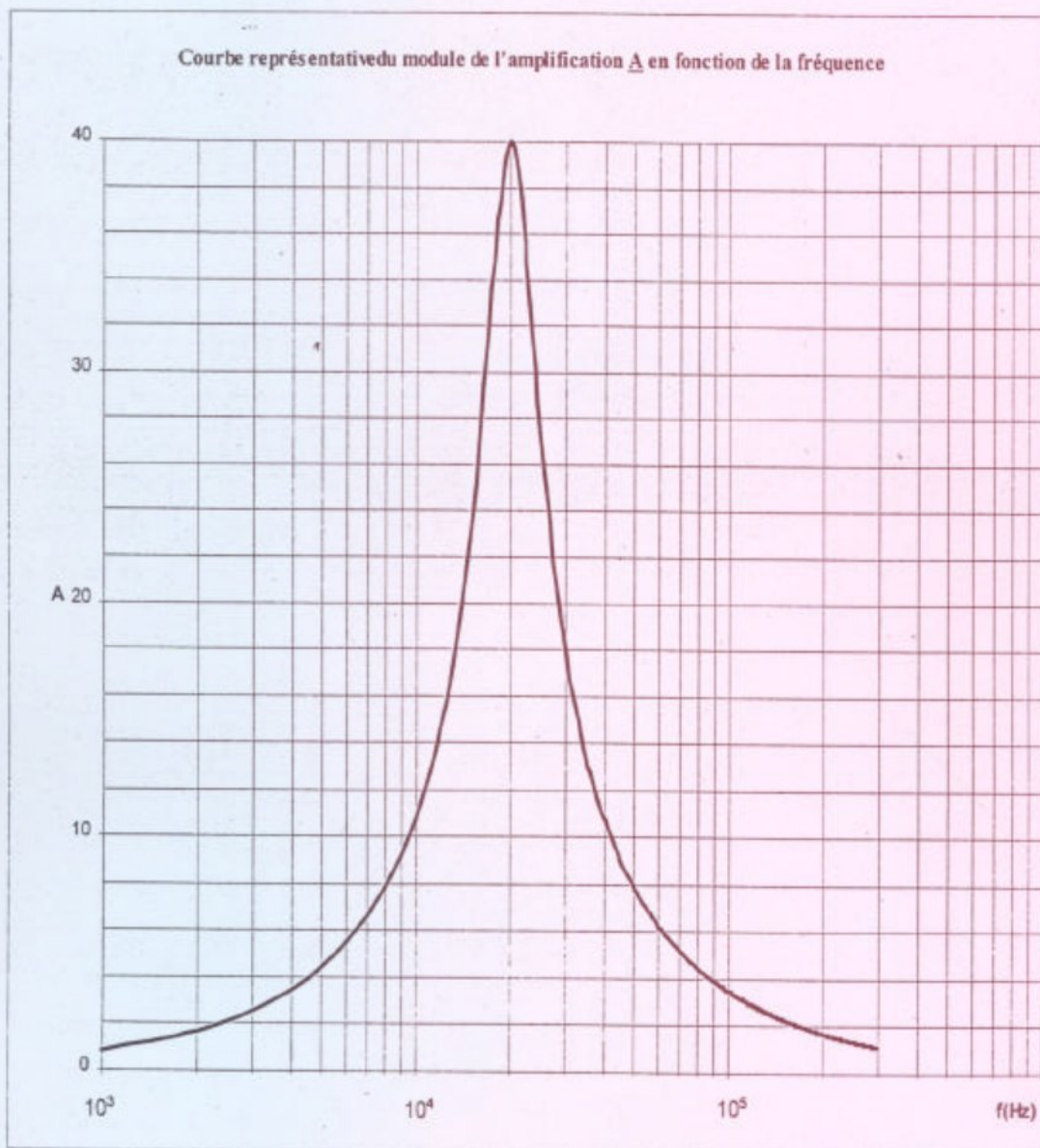
5.3 L'étage soustracteur fournit une tension $v_{10} = v_9 - v_8$.

Déterminer l'expression de v_{10} en fonction de v_7 dans les deux cas précédents.

Représenter l'allure de v_{10} .

Donner la valeur maximum $V_{10\max}$ de la tension v_{10} et préciser sa fréquence f .

Comment s'appelle la fonction réalisée par ce montage ?



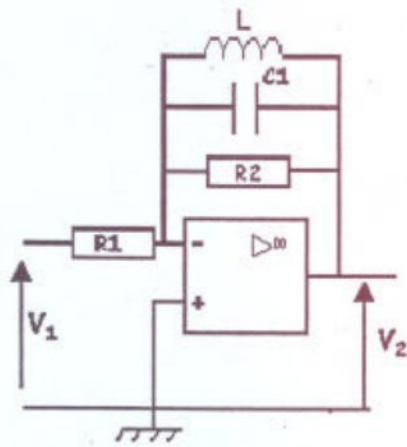


figure 3.1 amplificateur sélectif

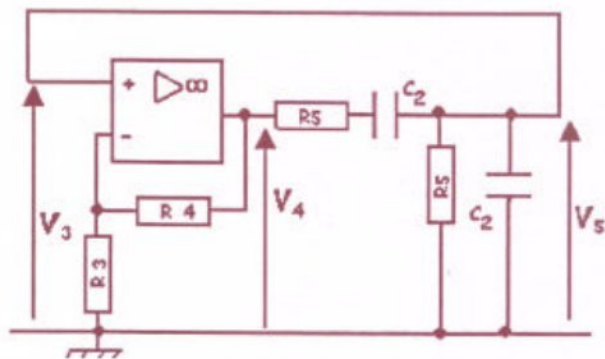


figure 3.2 oscillateur



figure 3.3 multiplieur

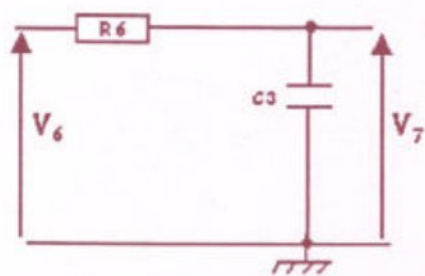


figure 3.5 quadripôle

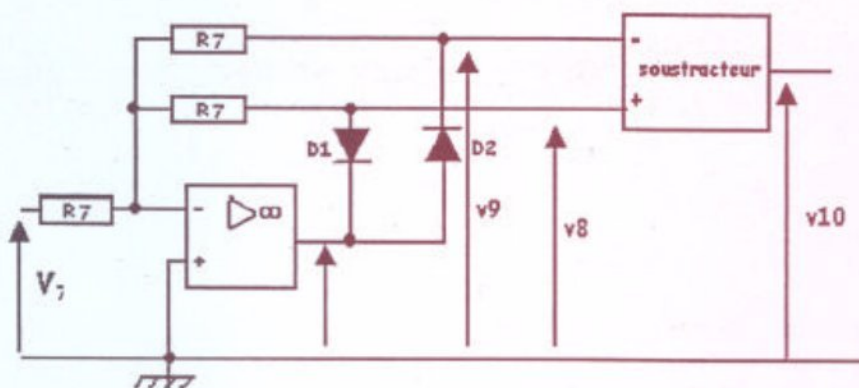


figure 3.6 redresseur et soustracteur