

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**  
**M.A.V.E.L.E.C.**  
**Session 2002**

***E1-A1 - Etude théorique de fonction - U 11***

***Durée : 4 heures***

***Coefficient : 2,5***

**Ce sujet comporte 8 pages dont 2 annexes et un formulaire**

**Le document "Annexe B" est à rendre avec la copie.**

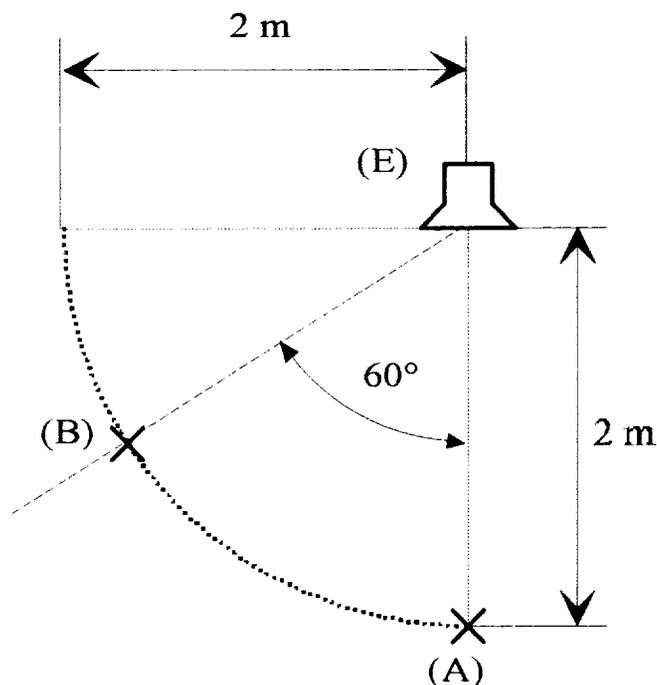
## Etude de la chaîne compacte PHILIPS FW 670 P

Cette étude comporte trois parties indépendantes pouvant être traitées séparément.

Il est important que le numéro de la question traitée soit clairement indiqué sur la copie du candidat. Toutes les réponses aux questions posées devront être absolument justifiées, y compris les déterminations graphiques.

### Partie I : Enceinte acoustique

Considérons deux points (A) et (B) placés à une distance de 2 mètres de l'enceinte (E) comme l'indique le croquis ci-dessous :



En considérant que l'efficacité de l'enceinte (E) est de **91 dB/W/m** et en utilisant le diagramme de directivité donné en "Annexe A" :

- I.1 Calculez le niveau sonore au point (A) lorsqu'on alimente l'enceinte avec une puissance électrique de 1 W.
- I.2 Calculez le niveau sonore au point (A) pour une puissance électrique appliquée à l'enceinte de 10 W.
- I.3 Déterminez le niveau sonore obtenu au point (B) pour une puissance électrique appliquée à l'enceinte de 10 W.
- I.4 Quelle devra être la puissance fournie à l'enceinte pour que le niveau sonore en (B) soit identique à celui obtenu au point (A) dans les conditions de la question I.2 ?

## Partie II : Traitement numérique du signal audio

Les informations numériques stockées sur le support CD sont obtenues après échantillonnage à  $F_{\text{éch}} = 44,1 \text{ kHz}$  d'un signal analogique stéréophonique. Les échantillons sont ensuite quantifiés sur 16 bits.

- II.1 Calculez le débit binaire utile (net) du flux d'informations extrait du disque.
- II.2 Déterminez la capacité utile d'un support CD qui permet le stockage de 73 minutes de message musical stéréophonique. La capacité sera exprimée en kOctets puis en MOctets.  
On rappelle que :  $1 \text{ kOctets} = 2^{10} \text{ Octets}$  et  $1 \text{ MOctets} = 2^{10} \text{ kOctets}$

Pour réduire le débit binaire et la capacité de stockage associée, plusieurs techniques de compression audio ont été développées (PASC, ATRAC, MP3, AAC, ...).

- II.3 En supposant que l'on retienne le procédé MP3 dont le taux de compression sera réglé à la valeur 11, quel sera le nouveau débit binaire utile obtenu ?
- II.4 Un fichier musical encodé MP3 à une taille de 2 MOctets. On veut diffuser ce fichier en utilisant une ligne de transmission dont le débit est de 64 kbits/sec. Quelle sera la durée de la transmission ?

## Partie III : Filtre anti-aliasing

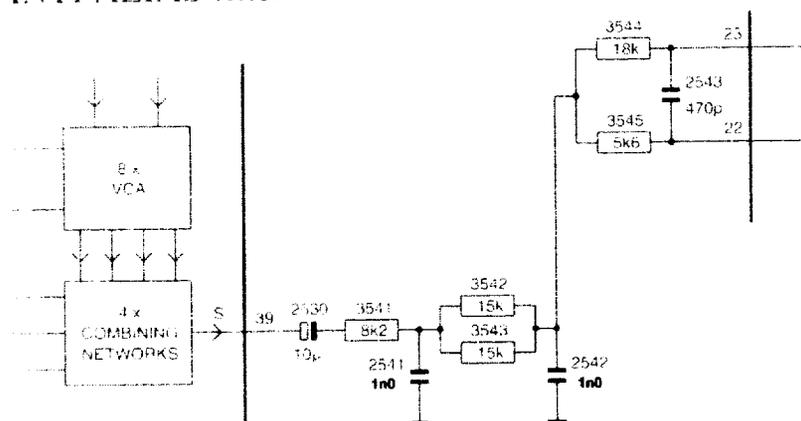
Le traitement du signal surround au niveau de l'amplificateur Dolby Prologic fait intervenir une cellule de retard dont la valeur est réglable par l'utilisateur.

Le constructeur a fait le choix d'une réalisation de ce retard par traitement numérique du signal surround.

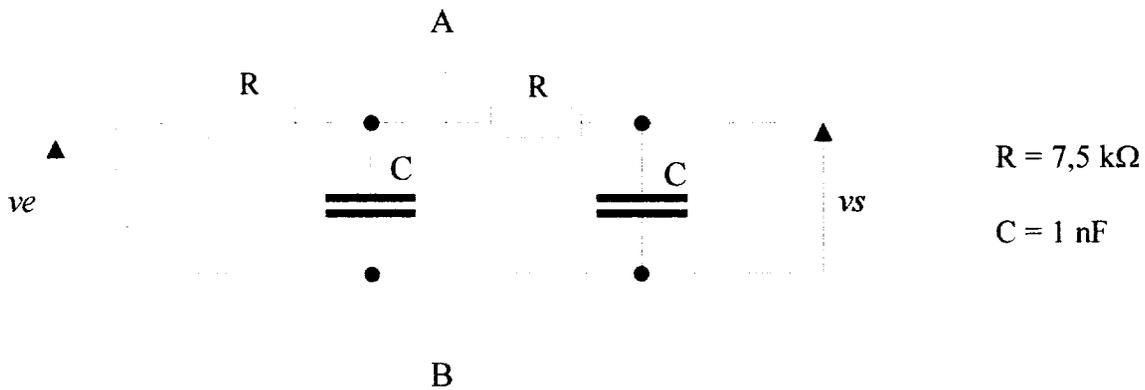
- III.1 Indiquez, sous forme d'un schéma fonctionnel simple, les différents traitements permettant la numérisation d'un signal analogique.
- III.2 Etude du filtre anti aliasing (aussi appelé anti recouvrement ou anti repliement).

### Schéma structurel constructeur

ANTI ALIAS filter



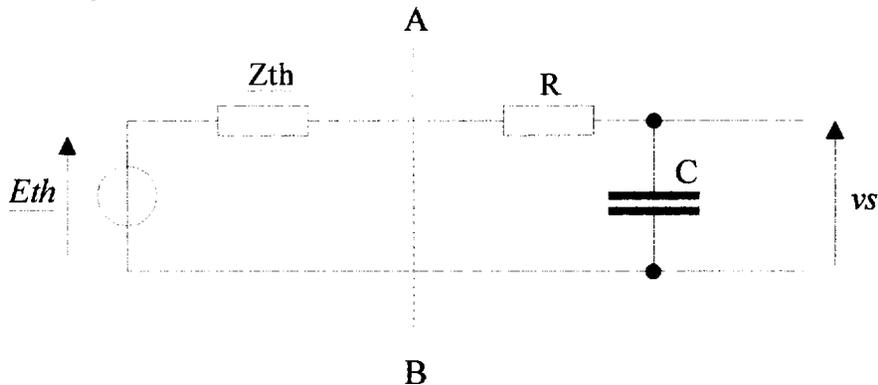
La structure d'étude que nous retiendrons correspond au circuit équivalent suivant :



III.2.1 Par une étude simple du comportement du circuit aux fréquences faibles et élevées, déterminez le type de filtre ainsi réalisé.

III.2.2 Détermination de la fonction de transfert du filtre anti-aliasing

Pour mener à bien ce calcul, le dipôle situé à gauche des points (A) et (B) sera remplacé par son modèle équivalent de THEVENIN.



III.2.2.1 Déterminez l'expression littérale de la F.E.M de THEVENIN  $E_{th} = f(v_e, R, C, j\omega)$   
Rappel :  $E_{th}$  correspond à la tension aux bornes du dipôle (AB) à vide

III.2.2.2 Déterminez l'expression littérale de l'impédance de THEVENIN  $Z_{th} = f(R, C, j\omega)$   
Rappel :  $Z_{th}$  correspond à l'impédance vue des bornes (A) et (B) quand la source de tension ( $v_e$ ) est court circuitée.

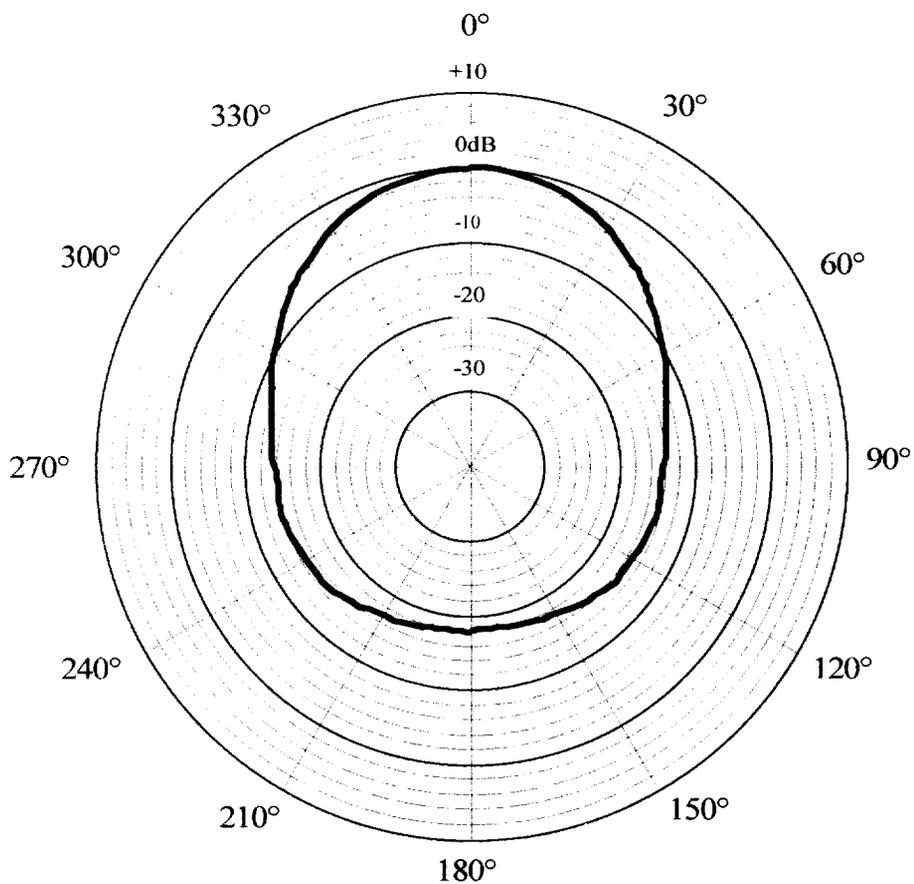
III.2.2.3 En partant du modèle équivalent de THEVENIN ci-dessus, établissez la relation littérale  $v_s = f(E_{th}, Z_{th}, Z_R, Z_C)$

Montrez enfin que la fonction de transfert  $T = \frac{V_S}{V_E}$  peut s'écrire sous la forme :

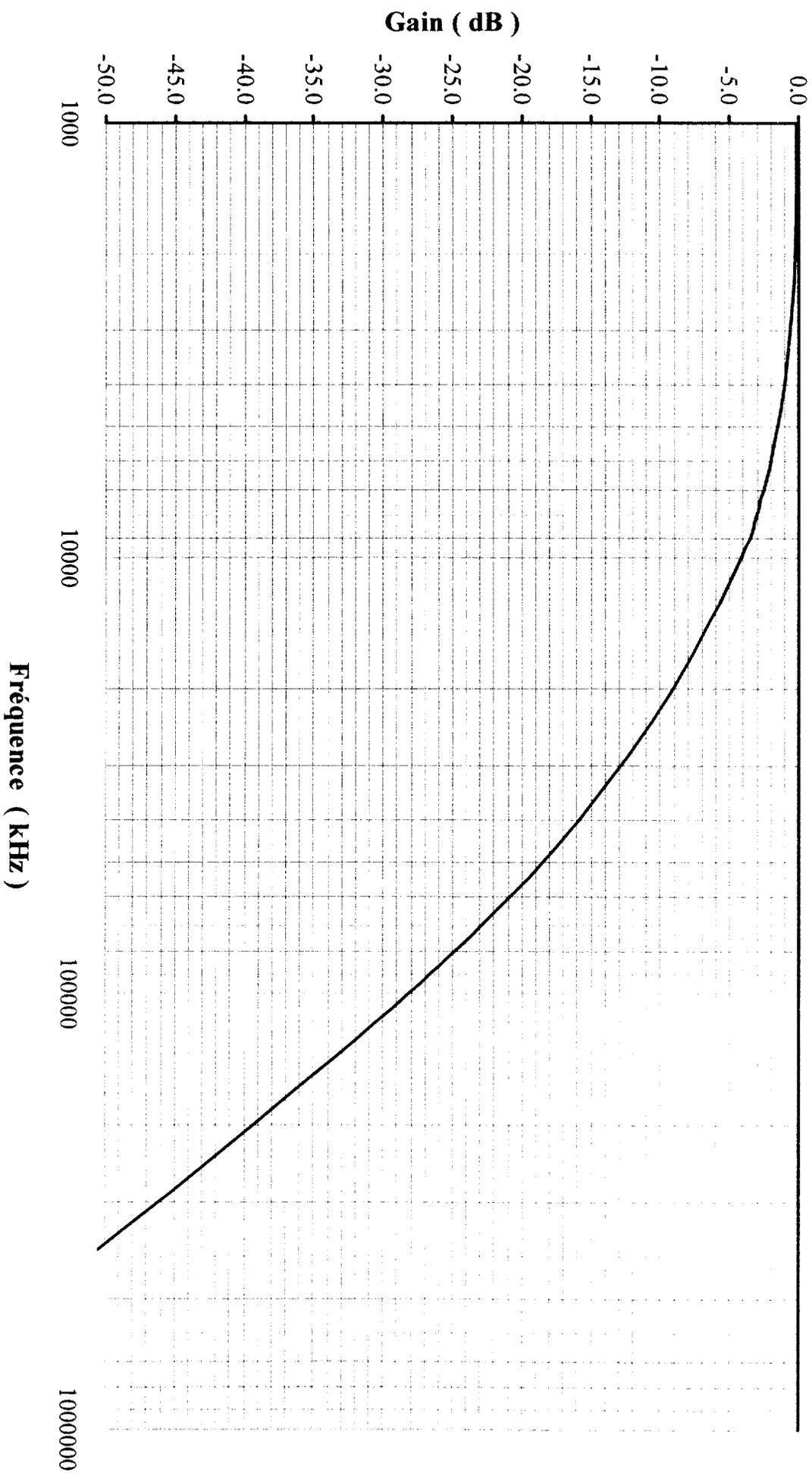
$$T = \frac{1}{1 + 3.j.RC\omega - R^2C^2\omega^2} \quad (*)$$

- III.2.3 *En partant de la relation (\*) obtenue à la question précédente, déterminez les expressions littérales du module et de l'argument de la fonction de transfert  $\underline{T}$ .*
- III.2.4 *Calculez la valeur numérique du gain du circuit pour la fréquence  $f_1 = 16000$  Hz. Le résultat sera donné à 0,01 dB près.*
- III.2.5 *A partir du diagramme de BODE  $G = f(f)$  donné en annexe B, déterminez graphiquement :*
- La ou les fréquences de coupure du filtre.*
  - La bande passante du circuit.*
  - La (ou les pentes) du filtre que vous exprimerez en dB/oct puis dB/déc.*

## Annexe A : Diagramme de directivité de l'enceinte (E)



# Annexe B : Diagramme de Bode $G = f(f)$



# Formulaire

## Niveau acoustique (ou niveau sonore)

$$N(dB) = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{P}{p_0}\right)$$

avec N : Niveau acoustique en dB

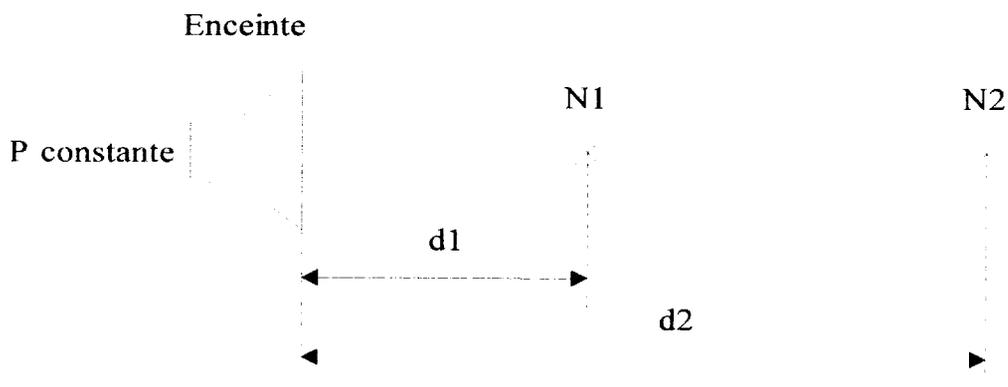
I : Intensité sonore en W/m<sup>2</sup>

P : pression acoustique en Pa

I<sub>0</sub> = 10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup> : Intensité sonore de référence

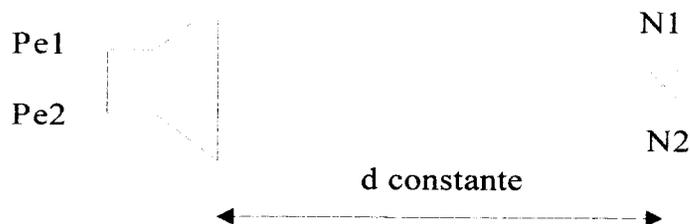
P<sub>0</sub> = 20 μPa : Pression acoustique de référence

## Evolution du niveau acoustique en fonction de la distance à la source



$$N_2 = N_1 - 20 \cdot \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

## Evolution du niveau acoustique en fonction de la puissance électrique appliquée à l'enceinte



$$N_1 = N_2 + 10 \cdot \log\left(\frac{P_{e1}}{P_{e2}}\right)$$