

*Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. Toute réponse devra être justifiée.*

*L'usage d'une calculatrice est autorisé.*

## TABLE DE MIXAGE

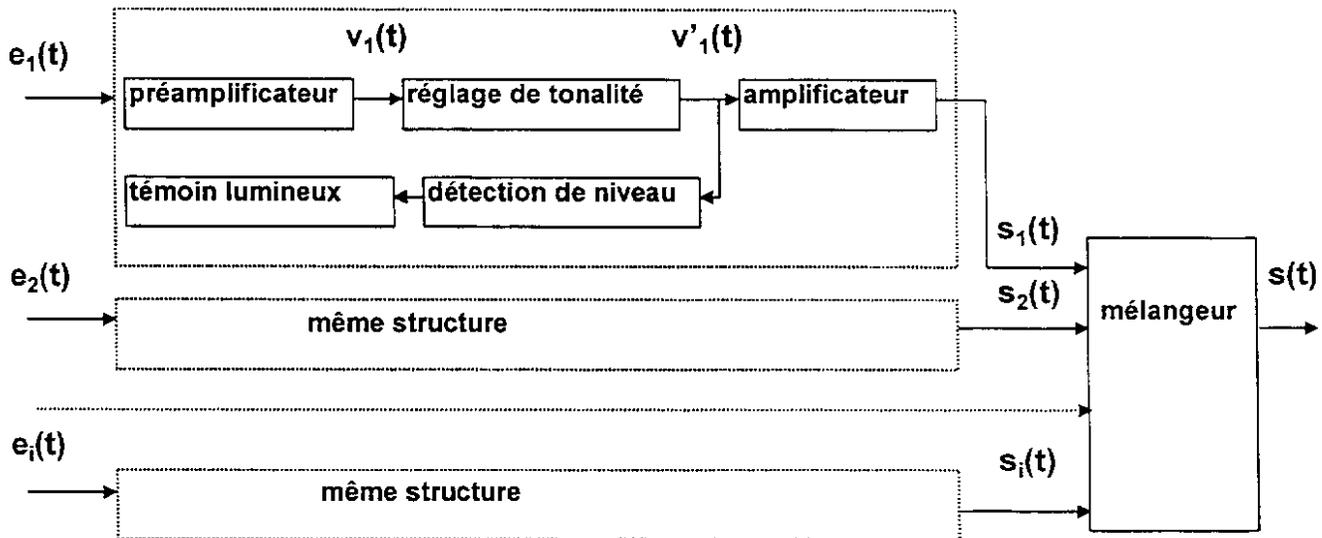
Une table de mixage mélange les sons produits par différents instruments de musique (ou voix). Elle permet ainsi de régler la tonalité (basse, médium, aiguë) et l'intensité sonore de chaque instrument, afin d'obtenir un ensemble orchestral cohérent. Par exemple le niveau sonore d'une batterie sera atténué, celui de la flûte sera amplifié afin que ces deux instruments puissent cohabiter...

Chaque instrument ou voix possède un microphone directement relié à la table de mixage. Chaque microphone délivre une tension différentielle  $e_i(t)$ .

Tous les réglages sont effectués manuellement à l'aide de potentiomètres résistifs.

Pour chaque instrument, une diode électroluminescente (D.E.L.) s'allume en cas de saturation des amplificateurs.

Le schéma synoptique de la table de mixage est donné ci-dessous :



### Indications:

Tous les composants sont considérés comme parfaits :

- Les circuits intégrés ont une impédance d'entrée infinie et une impédance de sortie nulle.
- Les amplificateurs opérationnels sont alimentés sous les tensions  $+V_{dd}$  et  $-V_{dd}$ . On donne  $V_{dd} = 15\text{ V}$  et les tensions de saturation sont  $+V_{dd}$  et  $-V_{dd}$ .

Les différentes parties du problème sont indépendantes.

Les figures sont données pages 6 et 7.

CODE EPREUVE : PYELME2 PYELLR2		EXAMEN : BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	SPECIALITE : Sciences et Technologies Industrielles spécialité Génie Électronique	
SESSION 1999	SUJET	EPREUVE : PHYSIQUE APPLIQUÉE		
Durée : 4h00	Coefficient : 5	Code sujet : 99FD408	Page : 1/11	

## I. ÉTUDE DU PRÉAMPLIFICATEUR (FIGURE 1 PAGE 7)

Le préamplificateur est un amplificateur différentiel à gain réglable par  $R_g$ . Les amplificateurs opérationnels  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$  fonctionnent en régime linéaire.

L'amplification en tension du montage, notée  $A$ , est définie par la relation :  $A = \frac{V_1}{E_1}$  où  $V_1$  et  $E_1$  représentent les valeurs efficaces de  $v_1(t)$  et  $e_1(t)$ .

On donne :

➤  $E_{1\min} = 2,45 \text{ mV} \leq E_1 \leq E_{1\max} = 77,5 \text{ mV}$ .

➤  $V_{1\min} = 0,138 \text{ V} \leq V_1 \leq V_{1\max} = 1,38 \text{ V}$ .

- 1) Déterminer l'amplification minimale en tension  $A_{\min} = \frac{V_{1\min}}{E_{1\max}}$  ainsi que l'amplification maximale  $A_{\max} = \frac{V_{1\max}}{E_{1\min}}$  du préamplificateur ?
- 2) Que peut-on dire des courants  $i_1$  et  $i_2$  ? En déduire l'intérêt des amplificateurs opérationnels  $A_1$  et  $A_2$ .
- 3) Montrer que la tension  $e_1(t)$  se retrouve aux bornes de la résistance  $R_g$ . En déduire l'expression de  $v(t)$  en fonction de  $R_g$ ,  $R$  et  $e_1(t)$ .
- 4) Pour l'amplificateur  $A_3$ , Exprimer  $e^+$  en fonction de  $v_A(t)$  puis  $e^-$  en fonction de  $v_B(t)$  et  $v_1(t)$ . En déduire l'expression de  $v_1(t)$  en fonction des tensions  $v_A(t)$  et  $v_B(t)$  puis en fonction de  $v(t)$ .
- 5) a) Montrer que  $v_1(t) = \left( \frac{2R}{R_g} + 1 \right) e_1(t)$ .  
b) Déterminer alors  $A = \frac{V_1}{E_1}$ , amplification en tension du montage en fonction des résistances  $R_g$  et de  $R$ .  
c) Déterminer à l'aide de la question 1, la plage de variation de  $R_g$ , avec  $R = 10 \text{ k}\Omega$

## II. ÉTUDE DU RÉGLAGE DE TONALITÉ

Les fréquences des composantes spectrales de  $e_1(t)$  appartiennent à la bande de fréquences "audio" (20 Hz, 20 kHz) et sont réparties comme suit :

- Les sons graves correspondent à la bande (20 Hz, 80 Hz).
- Les sons médium à la bande (250 Hz, 5 kHz).
- Les sons aigus correspondent à la bande (12 kHz, 20 kHz).

On s'intéresse uniquement aux réglages des sons graves.

Le schéma de principe est donné figure 2 page 6.

**A) PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE EN RÉGIME SINUSOÏDAL**

$v_1(t)$  est un signal alternatif sinusoïdal de valeur efficace  $V_1$  et de fréquence  $f$  variable.  $\underline{V}_1$  est la grandeur complexe associée à  $v_1(t)$ ; de même  $\underline{V}'_1$  et  $\underline{V}'$  sont les grandeurs complexes associées à  $v'_1(t)$  et  $v'(t)$ .

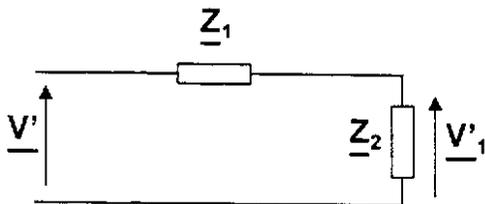
1) Justifier que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire et exprimer  $\underline{V}'$  en fonction de  $\underline{V}_1$ .

En déduire l'expression de la fonction de transfert  $\underline{T}_1 = \frac{\underline{V}'}{\underline{V}_1}$  et calculer numériquement son module noté  $T_1$ .

2) Déterminer, en fonction de  $R_1$ ,  $C_1$  et de la pulsation  $\omega$ , l'impédance  $\underline{Z}_1$  constituée de la résistance  $R_1$  en parallèle avec le condensateur  $C_1$ .

3) De même, déterminer, en fonction de  $R_2$ ,  $C_2$  et  $\omega$ , l'impédance  $\underline{Z}_2$  constituée de la résistance  $R_2$  en parallèle avec le condensateur  $C_2$ .

4) Le schéma peut donc se mettre sous la forme :



a) Exprimer la fonction de transfert  $\underline{T}_2 = \frac{\underline{V}'_1}{\underline{V}'}$  en fonction de  $\underline{Z}_1$  et  $\underline{Z}_2$ .

b) En déduire l'expression de  $\underline{T}_2$  en fonction de  $R_1$ ,  $C_1$ ,  $R_2$ ,  $C_2$ ,  $\omega$ .

5)  $\underline{T}_2$  peut se mettre sous la forme :

$$\underline{T}_2 = A_0 \frac{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_2}} \quad \text{avec } \omega_1 = \frac{1}{R_1 C_1} \quad \text{et} \quad \omega_2 = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 (C_1 + C_2)}$$

a) En utilisant cette expression, préciser la valeur prise par  $\underline{T}_2$  pour  $\omega = 0$ . Montrer que lorsque  $\omega$  tend vers  $+\infty$ ,  $\underline{T}_2$  tend vers  $A_0 \frac{\omega_2}{\omega_1}$ .

b) Dessiner le schéma équivalent à l'ensemble  $(\underline{Z}_1, \underline{Z}_2)$  pour le continu ( $\omega = 0$ ).

En déduire l'expression  $A_0 = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ .

c) Dessiner le schéma équivalent à l'ensemble  $(\underline{Z}_1, \underline{Z}_2)$  pour les très hautes fréquences. En déduire que lorsque  $\omega$  tend vers  $+\infty$ ,  $\underline{T}_2$  tend vers une limite ne faisant intervenir que  $C_1$  et  $C_2$ .

Retrouver cette limite en simplifiant l'expression  $A_0 \frac{\omega_2}{\omega_1}$ .

- 6) Étude de la fonction de transfert  $\underline{T} = \frac{V_1'}{V_1}$
- Exprimer  $\underline{T}$  en fonction de  $\underline{T}_1$  et  $\underline{T}_2$ .
  - Déterminer le module de  $\underline{T}$ , noté  $T$ , en fonction de  $T_1$  et  $T_2$  puis, compte tenu de la valeur numérique de  $T_1$ , exprimer  $T$  en fonction de  $T_2$ .
  - $R_2$  varie entre deux valeurs  $R_{2\min}$  et  $R_{2\max}$  :  $R_{2\min} = 305 \Omega$  et  $R_{2\max} = 149 \text{ k}\Omega$ .  
Montrer à l'aide des questions 5 c) et 6 b), que  $T$  tend vers la valeur 1 quand  $\omega$  tend vers  $+\infty$ , quelle que soit la valeur de  $R_2$ .
- 7) On donne l'allure des courbes de gain  $G = 20 \log T$  en fonction de  $f$  pour différentes valeurs de  $R_2$  (page 8).
- Que peut-on dire de la transmission des sons graves pour  $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$  ?
  - Pour  $R_2 > 2 \text{ k}\Omega$ , les sons graves sont-ils atténués ou amplifiés ? Justifier votre réponse.

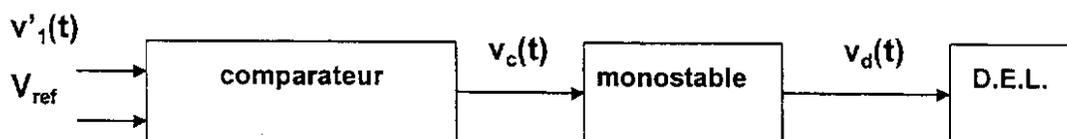
## B) DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE EN RÉGIME PÉRIODIQUE

Le son de la note « Ré1 » émise par un synthétiseur, sans réglage de tonalité préalable, donne la tension périodique  $v'_1(t)$  représentée graphe 1 page 9.

- Quelle est la fréquence du fondamental de  $v'_1(t)$  ?  
Quelles sont les fréquences des harmoniques de  $v'_1(t)$  ?
- Cette même note « Ré1 » donne après réglages la tension sinusoïdale  $v''_1(t)$  représentée graphe 2 page 9. Quelle est sa fréquence ? A quelle bande de fréquence définie page 3 appartient cette tension ?

## III. ÉTUDE DE LA DÉTECTION DE NIVEAU ET DE L'ALARME

Un signal lumineux est émis lorsque la tension  $v'_1(t)$  dépasse la valeur  $V_{\text{ref}}$ .  
Le principe du montage est représenté ci dessous :



La structure du montage est représentée figure 3 page 6. La diode  $D$  est considérée comme idéale.

## A) ÉTUDE DU COMPAREUR :

- 1) Déterminer la tension  $V_{ref}$  et calculer sa valeur numérique.
- 2) a) Donner, en les justifiant, les valeurs des tensions  $v'_c(t)$  et  $v_c(t)$  dans le cas où  $v'_1(t) < V_{ref}$ .  
b) Donner, en les justifiant, les valeurs des tensions  $v'_c(t)$  et  $v_c(t)$  dans le cas où  $v'_1(t) > V_{ref}$ .
- 3)  $v'_1(t)$  est une tension sinusoïdale d'amplitude 6 V et de fréquence 100 Hz représentée graphe 3, page 10.  
Représenter sur le document réponse page 10 les courbes  $v'_c(t)$  et  $v_c(t)$  en concordance de temps avec  $v'_1(t)$ .

## B) ÉTUDE DU MONOSTABLE

Les chronogrammes du monostable sont donnés figure 4 page 7.

- 1) Pour quel front de  $v_c(t)$  le monostable se déclenche-t-il ?
- 2) Déterminer la durée de temporisation du monostable. Quelle est alors la valeur de la tension  $v_d(t)$  ?
- 3) a) Déterminer et justifier les états de la D.E.L. (éteinte ou allumée) en fonction des valeurs de  $v_d(t)$ .  
b) La tension de seuil de la D.E.L. étant égale à 1,6 V, déterminer la résistance  $R_p$  afin de limiter l'intensité du courant  $i(t)$  à 20 mA.
- 4) La tension  $v'_1(t)$  a maintenant la forme indiquée graphe 4 page 10. Il s'agit d'un signal de fréquence fondamentale 40 Hz et d'amplitude variable.  
Représenter les graphes des tensions  $v_c(t)$  et  $v_d(t)$  en concordance de temps avec  $v'_1(t)$  sur le document réponse page 10.

## IV. ÉTUDE DU MÉLANGEUR

Le montage étudié est représenté figure 5 page 8.

On considère 2 instruments (flûte et synthétiseur) jouant la note « Mi4 », qui chacun après réglage donne les tensions périodiques  $s_1(t)$  et  $s_2(t)$  représentées sur le graphe 5 page 11.

- 1) Exprimer l'intensité  $i$  en fonction de  $s_1(t)$  et  $s_2(t)$  puis  $s(t)$  en fonction de  $s_1(t)$  et  $s_2(t)$ .
- 2) Tracer sur le document réponse page 11 la tension  $s(t)$  obtenue après mélange.

Figure 1 :  $R = 10\text{ k}\Omega$   $R' = 10\text{ k}\Omega$

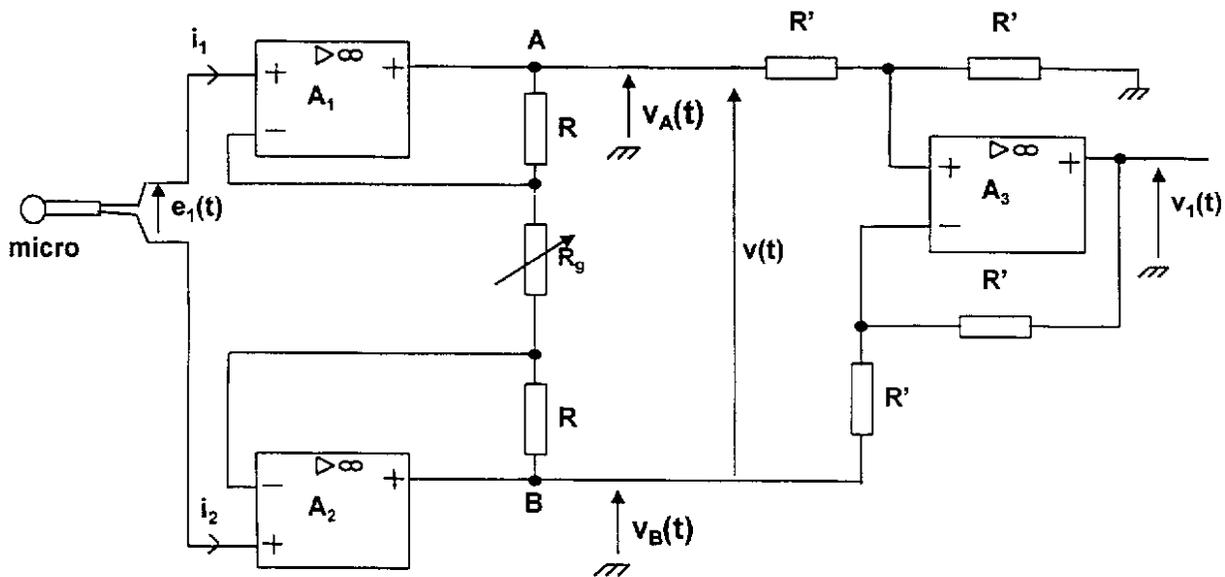


Figure 2 :  $R_a = 1,0\text{ k}\Omega$   $R_1 = 10\text{ k}\Omega$   
 $R_b = 5,0\text{ k}\Omega$   $C_1 = 0,20\text{ }\mu\text{F}$   $C_2 = 1,0\text{ }\mu\text{F}$

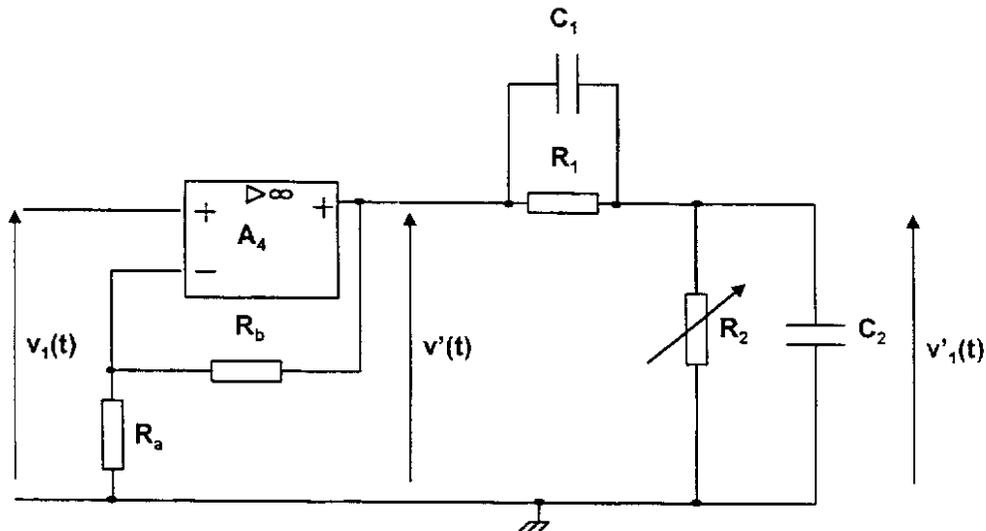
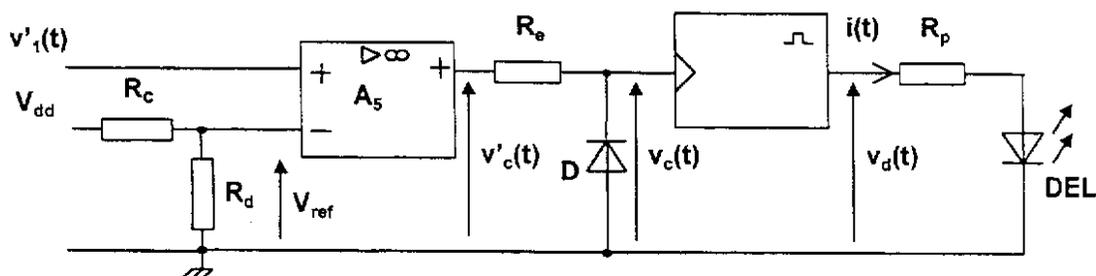
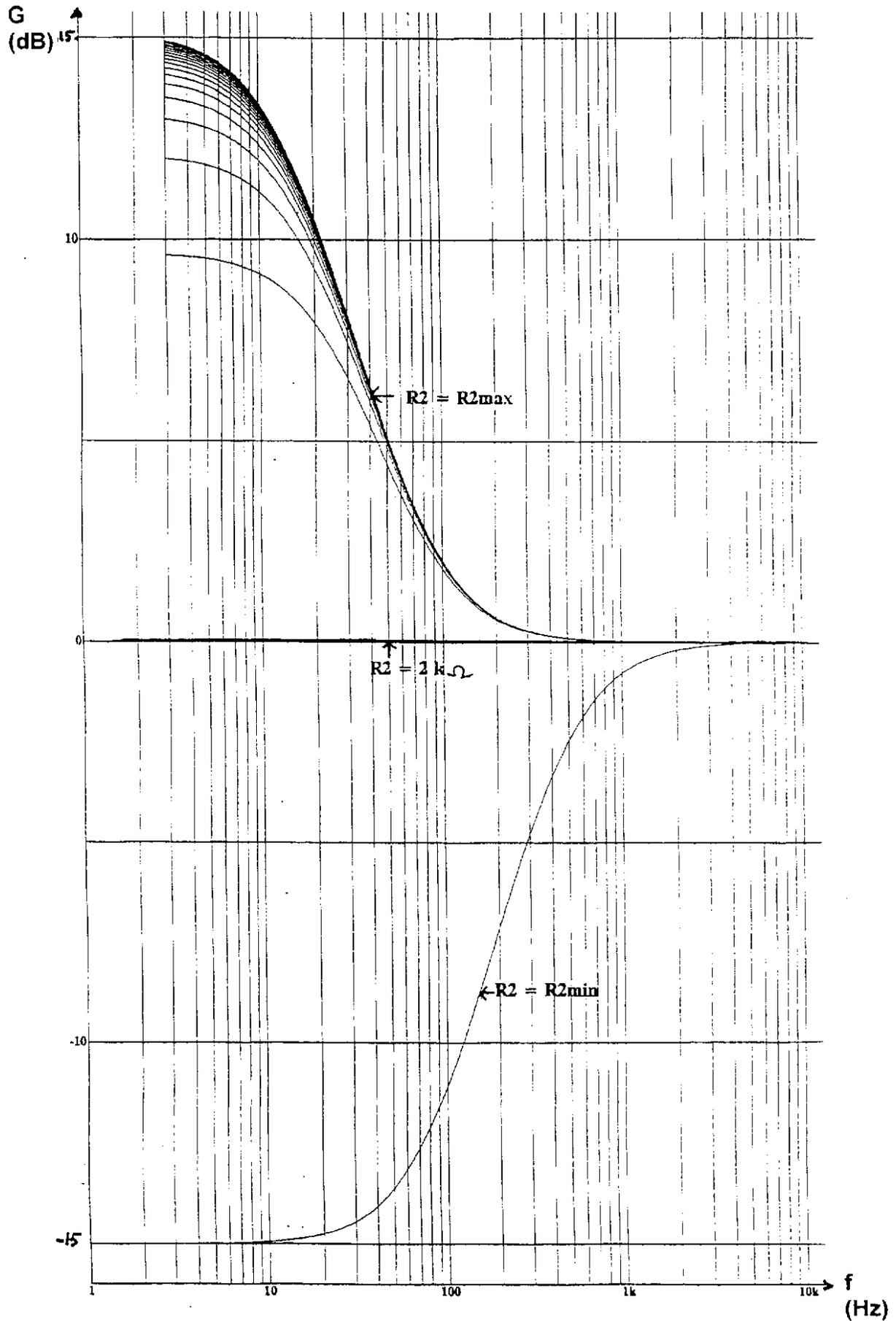


Figure 3 :  $R_c = 22\text{ k}\Omega$   $R_d = 10\text{ k}\Omega$

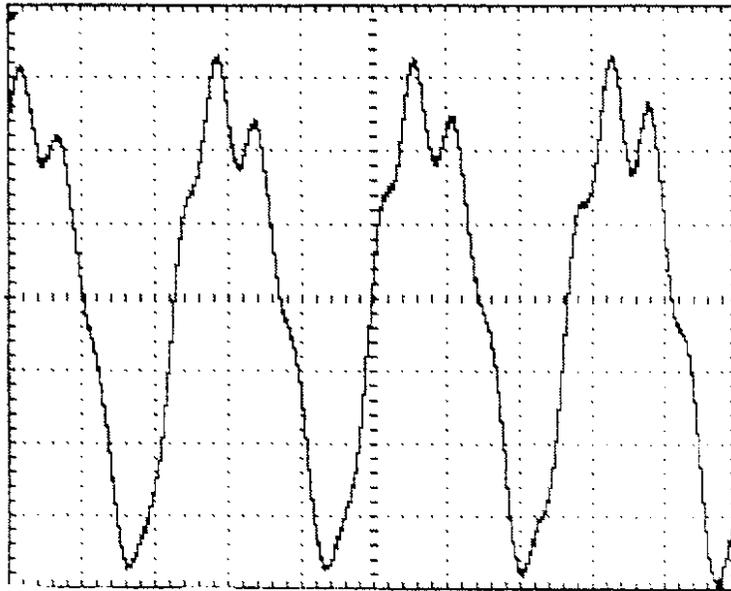




# COURBES DE GAIN POUR DIFFÉRENTES VALEURS DE $R_2$



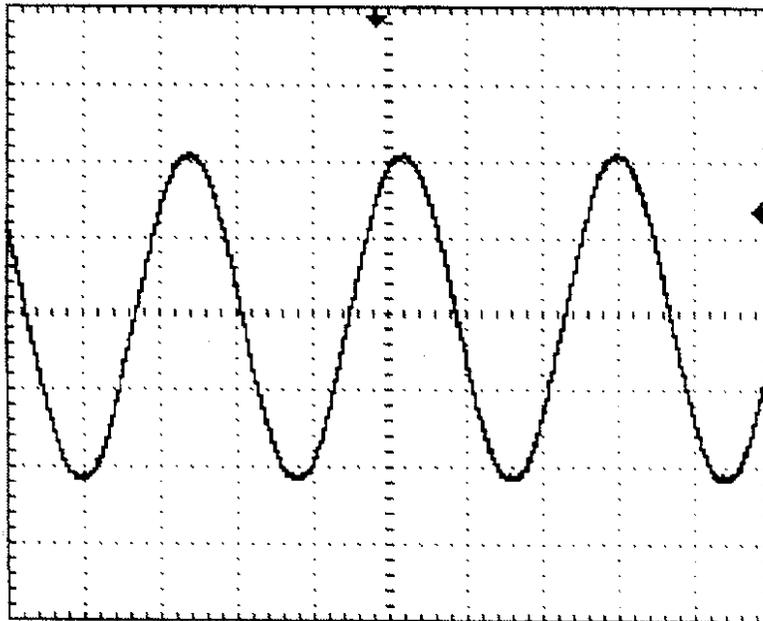
**GRAPHE 1 :  $V_1(t)$  AVEC LES RÉGLAGES DE TONALITÉ À 0 dB**



Sensibilité verticale : 220 mV / div

Base de temps : 5 ms / div

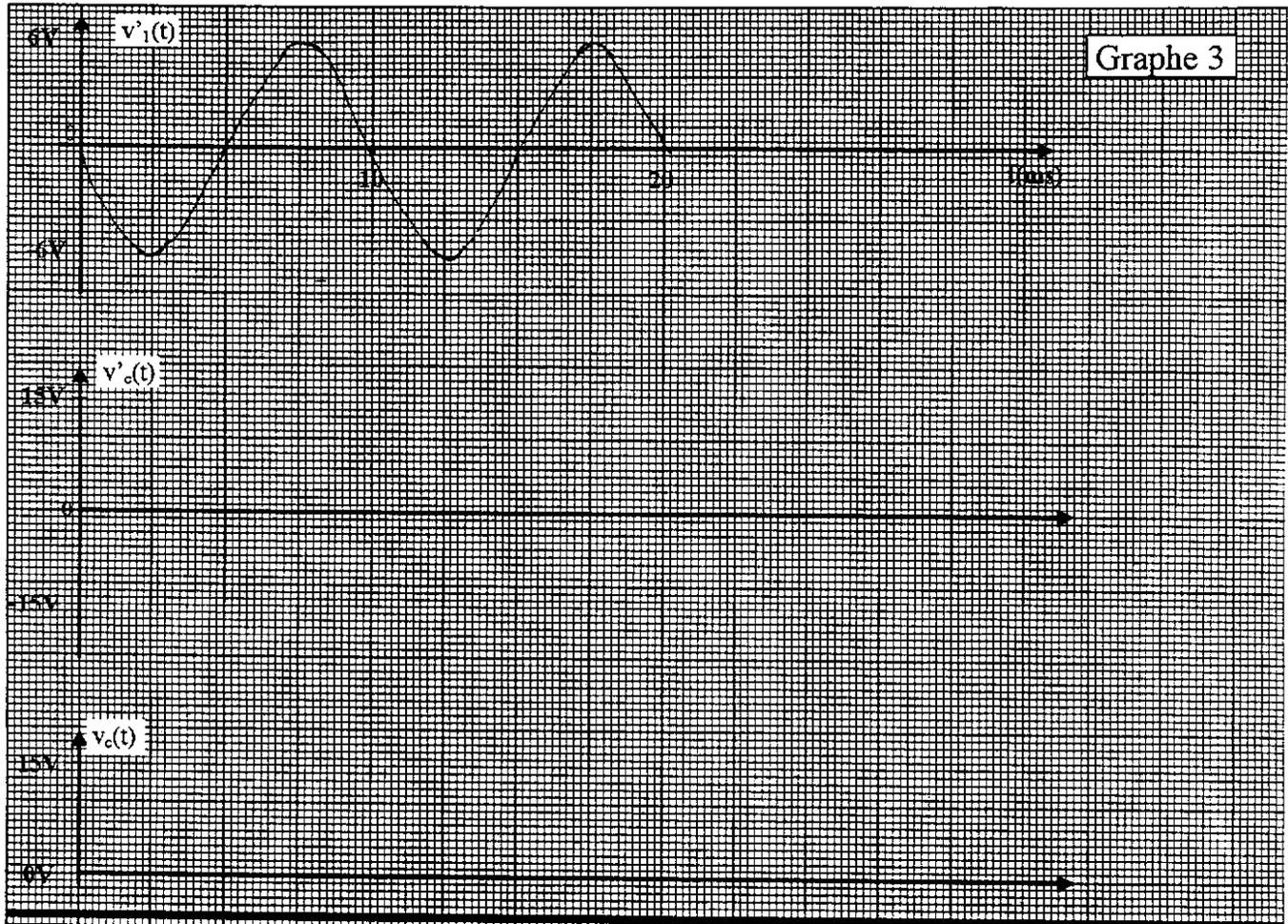
**GRAPHE 2 :  $V_1(t)$  AVEC LES RÉGLAGES**



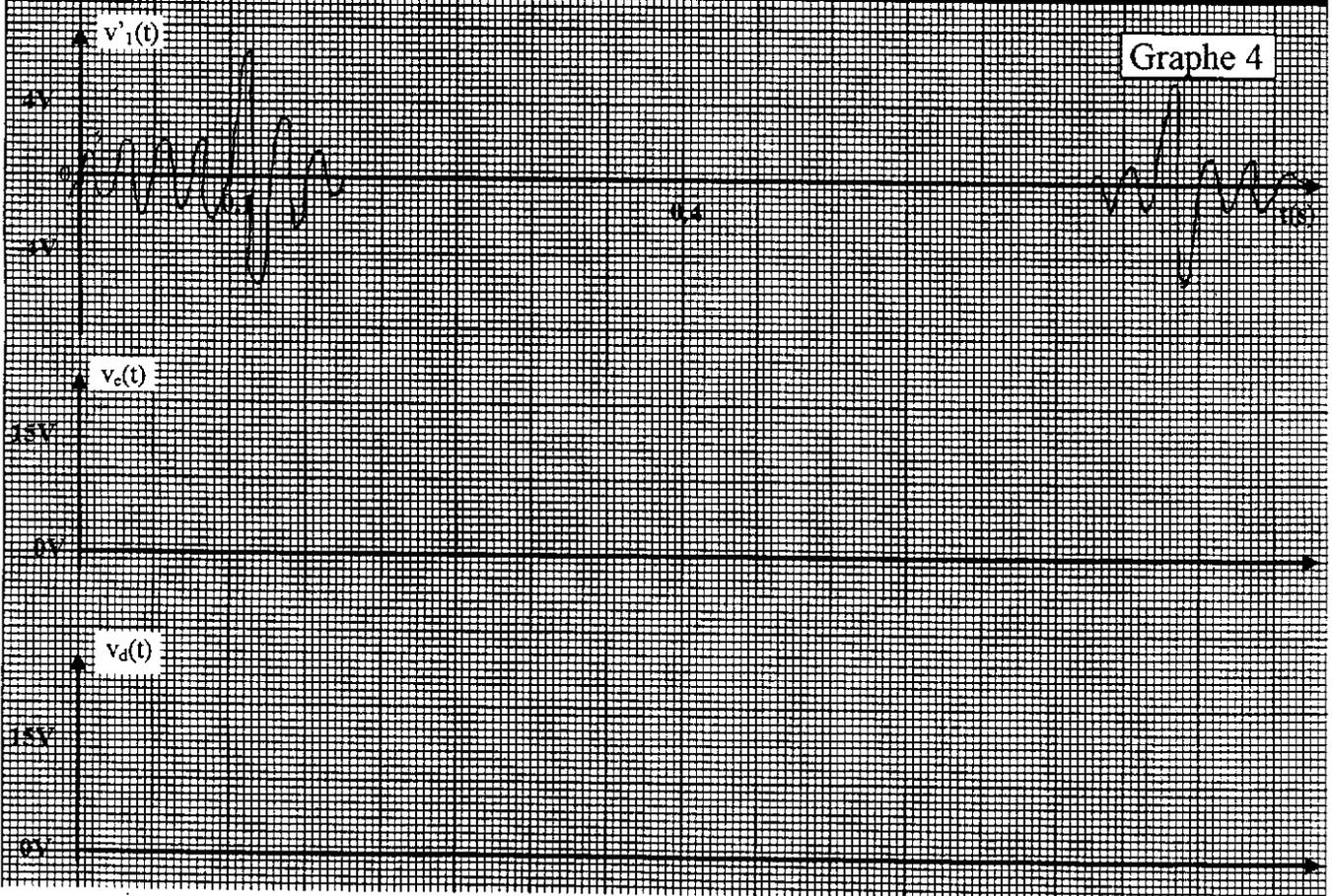
Sensibilité verticale : 220 mV / div

Base de temps : 5 ms / div

# DOCUMENT À RENDRE AVEC LA COPIE



Graph 3



Graph 4

# DOCUMENT À RENDRE AVEC LA COPIE

