

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES

« Génie Électronique »

Session 2011

Épreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE

Durée de l'épreuve : 4 heures

Coefficient : 5

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

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

RADIO - IDENTIFICATION RFID (Radio Frequency IDentity)

La **radio-identification**, désignée par le sigle **RFID** (de l'anglais *Radio Frequency IDentity*), est une méthode pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes ».

Les radio-étiquettes sont des étiquettes autoadhésives (voir figure n°1), qui peuvent être collées ou incorporées dans des objets. Elles comprennent une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis l'émetteur-récepteur.

Cette technologie d'identification peut être utilisée pour identifier les objets, comme avec un code à barres.

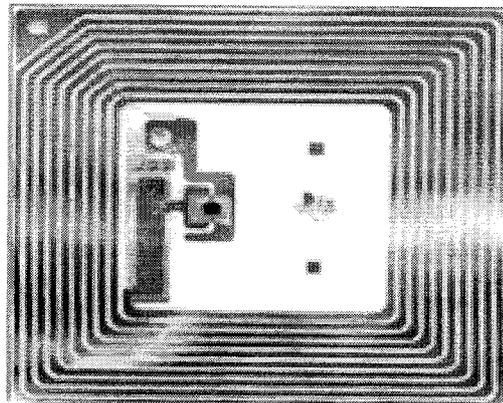


Figure n° 1

On se propose d'étudier le principe de fonctionnement de la lecture des informations contenues dans une étiquette RFID de la chaîne logistique (voir figure n° 2).

Un émetteur fournit une onde électromagnétique sinusoïdale de fréquence 125 kHz à l'étiquette RFID. En réponse, celle-ci émet une onde électromagnétique de même fréquence, modulée en amplitude, contenant des informations qui seront décodées par l'ensemble « lecteur et ordinateur »

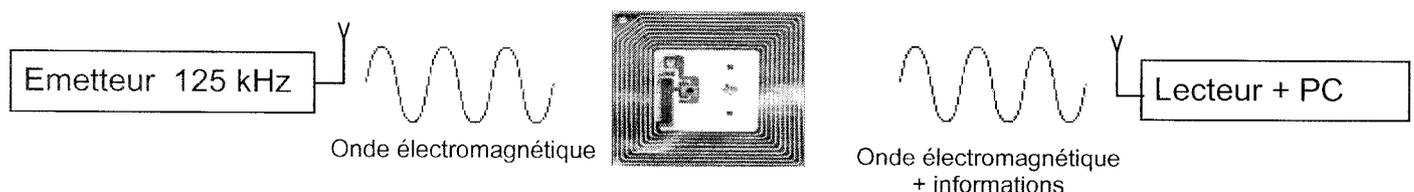


Figure n° 2

Les synoptiques de l'émetteur 125 kHz et du lecteur sont les suivants (voir figure n° 3) :

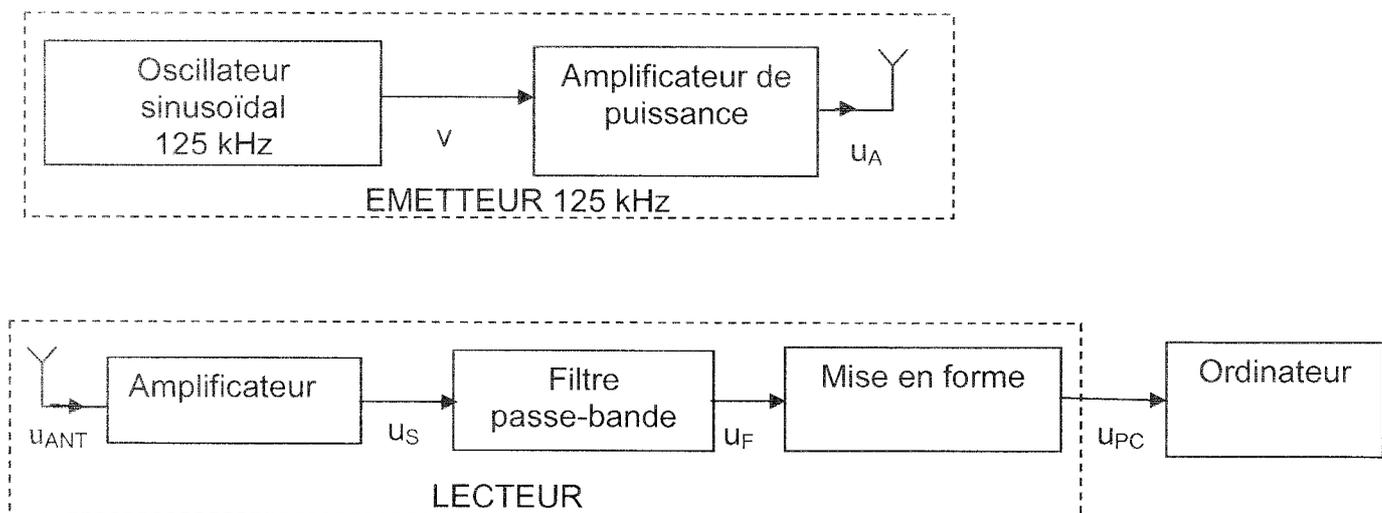


Figure n° 3

Les parties 1, 2, 3, 4, 5 du sujet peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

- La partie 1 traite de l'oscillateur sinusoïdal.
- La partie 2 traite de l'amplificateur de puissance.
- La partie 3 traite de l'amplificateur.
- La partie 4 traite du filtre passe-bande.
- La partie 5 traite du circuit de mise en forme.

A) ETUDE DE L'EMETTEUR 125 kHz

1. Etude de l'oscillateur sinusoïdal (Figure n° 4)

L'interrupteur INT est ouvert.

L'amplificateur opérationnel AO1 est considéré comme parfait et alimenté entre + 10 V et - 10 V

1.1. Etude de l'étage N° 1

1.1.1. Quel est le nom de ce montage ?

1.1.2. Déterminer l'expression de \underline{V}_S en fonction de \underline{V}_E , R_1 et R_2 .

1.1.3. En déduire la transmittance

$$\underline{H} = \frac{\underline{V}_S}{\underline{V}_E} \text{ en fonction de } R_1 \text{ et } R_2 .$$

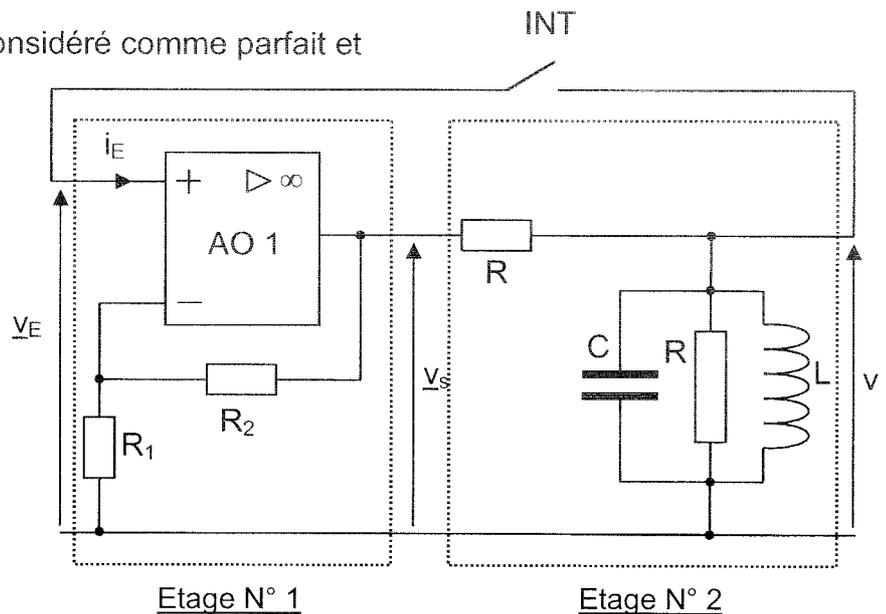


Figure n° 4

1.2. Etude de l'étage N° 2

1.2.1. Déterminer l'admittance complexe \underline{Y} du dipôle R, L et C en parallèle.

1.2.2. Démontrer que la transmittance complexe $\underline{K} = \frac{\underline{V}}{\underline{V}_S}$ peut se mettre sous la forme :

$$\underline{K} = \frac{1}{1 + \underline{Z}_R \cdot \underline{Y}}$$

1.2.3. En déduire l'expression de \underline{K} en fonction de R, L, C et ω .

1.2.4. À quelle condition portant sur L, C et ω , \underline{K} est-elle réelle? Quelle est alors l'expression de \underline{K} ?

1.3. Etude de l'oscillateur sinusoïdal $f_0 = 125 \text{ kHz}$

L'interrupteur INT est fermé. Le montage produit des oscillations sinusoïdales.

1.3.1. Quelle est la relation entre \underline{V}_E et \underline{V} ? En déduire que $\underline{H} \cdot \underline{K} = 1$.

1.3.2. Quel est l'argument de $\underline{H} \cdot \underline{K}$?

1.3.3. En déduire que la fréquence des oscillations est définie par $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

1.3.4. Calculer la valeur de L si le condensateur a une capacité $C = 1,62 \text{ nF}$ pour une fréquence de 125 kHz.

1.3.5. Quel est le module de $\underline{H} \cdot \underline{K}$ à la fréquence f_0 ?

1.3.6. En déduire la relation entre R_1 et R_2 . Déterminer la valeur numérique de R_2 si $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

2 : Etude de l'amplificateur de puissance (Figure n° 5)

Il est ensuite nécessaire d'augmenter la puissance transmise à l'antenne. Pour simplifier l'étude, celle-ci est représentée par une résistance R_A .

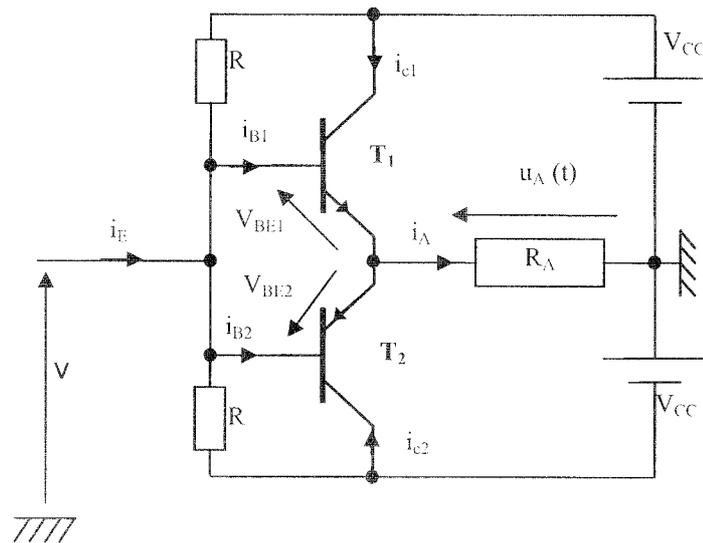


Figure n° 5

2.1. Comment se nomme ce montage amplificateur ?

2.2. T_1 et T_2 sont deux transistors de puissance. Ils sont en régime linéaire lorsqu'ils sont passants et ont un coefficient d'amplification en courant $\beta = 100$. On donne $|V_{BE}| = 1 \text{ V}$. Préciser la technologie et le type de T_1 et T_2 (NPN ou PNP).

2.3. Etude des tensions

2.3.1. Quand v est positive, T_1 est passant ; déterminer l'équation reliant v , u_A et V_{BE1} .

2.3.2. Quand v est négative, T_2 est passant ; déterminer l'équation reliant v , u_A et V_{BE2} .

2.3.3. Dessiner, sur le **document réponse N° 1 (à rendre avec votre copie)**, la tension u_A en concordance de temps avec v .

2.3.4. Compléter le tableau du **document réponse N° 2 (à rendre avec votre copie)** sur les deux périodes en indiquant les états des transistors (« passant » ou « bloqué ») en correspondance avec u_A .

2.3.5. Pour supprimer la distorsion de croisement, on ajoute deux diodes qui compensent les tensions V_{BE} des transistors. Quelle est alors la relation entre u_A et v ? Déterminer le coefficient d'amplification en tension β_v .

2.4. Etude des courants :

2.4.1. Quand v est positive, T_1 est passant, dans quel état est le transistor T_2 ? Exprimer i_A en fonction de i_{C1} , puis en fonction de i_{B1} , puis de i_E .

2.4.2. Quand v est négative, T_2 est passant, dans quel état est le transistor T_1 ? Exprimer i_A en fonction de i_{C2} , puis en fonction de i_{B2} , puis de i_E .

2.4.3. Dessiner sur le **document réponse N° 3 (à rendre avec votre copie)** les courants $i_{C1}(t)$, $i_{C2}(t)$ et $i_A(t)$ en concordance de temps avec $i_E(t)$. Graduer les échelles.

2.4.4. Que vaut le coefficient d'amplification en courant β_i ?

2.5. Amplification en puissance :

A l'aide des questions 2.3.5. et 2.4.4., déterminer l'expression du coefficient d'amplification en puissance β_P et sa valeur.

B ETUDE DU LECTEUR

Le lecteur d'étiquette RFID capte le signal émis par le transpondeur RFID, l'amplifie, le filtre et le met en forme pour qu'il soit décodé par l'ordinateur. (Voir figure N°6)

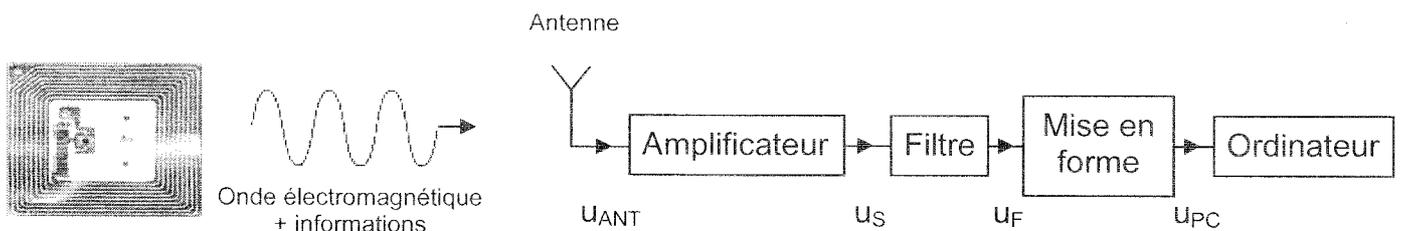


Figure n° 6

3. Etude de l'amplificateur (Figure n° 7 page suivante)

Tous les amplificateurs opérationnels sont considérés comme parfaits et alimentés entre + 10 V et - 10 V

3.1. Quel est le régime de fonctionnement des 3 amplificateurs opérationnels ? Justifier.

3.2. Exprimer u_{BC} en fonction de u_1 , u_2 .

3.3. Exprimer i en fonction de u_1 , u_2 et R_1 . En déduire u_{AD} en fonction de u_1 et u_2 .

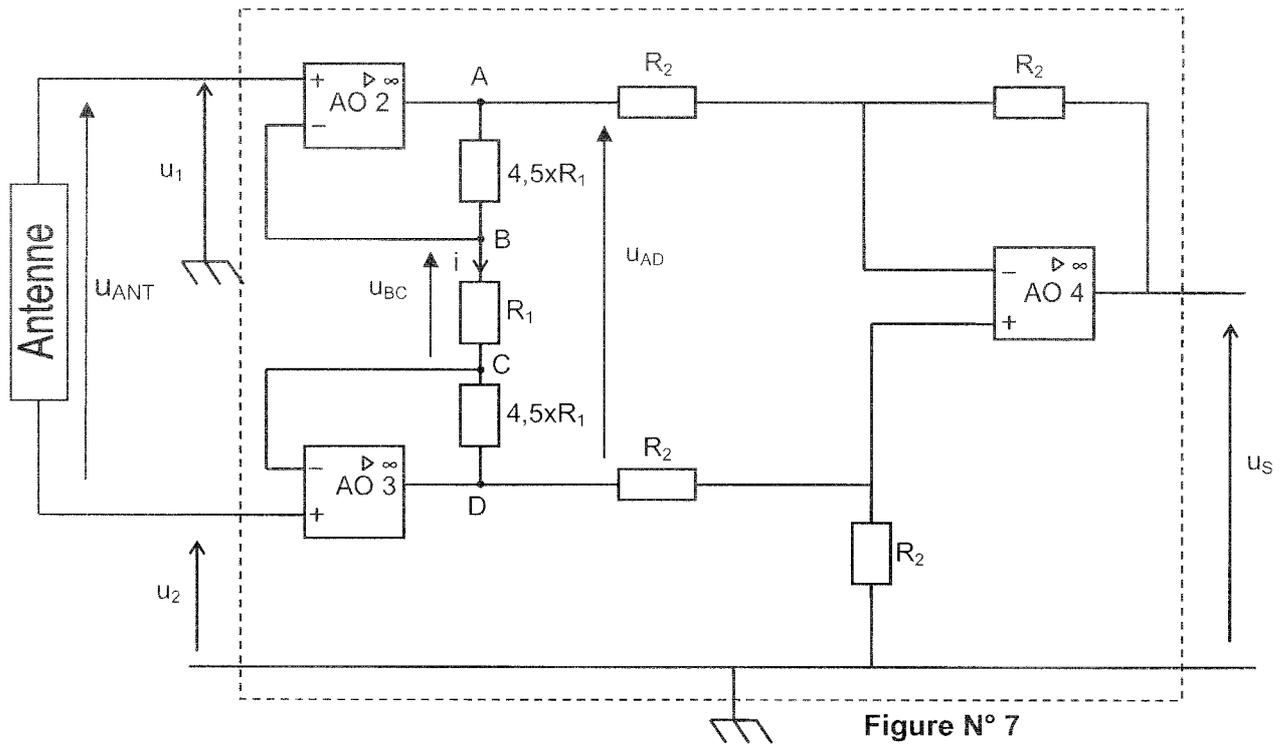
3.4. Exprimer la tension v^- de l'AO4 en fonction du potentiel v_A et de la tension u_S .

3.5. Exprimer la tension v^+ de l'AO4 en fonction du potentiel v_D .

3.6. Comme $u_{AD} = v_A - v_D$, retrouver le fait que $u_S = - u_{AD}$.

3.7. En déduire la relation entre u_S et u_{ANT} .

3.8. Quelle serait la valeur de l'amplitude de u_S si celle de $u_{ANT} = 100$ mV ?



4. Etude du filtre passe-bande (Figure N° 8)

Les caractéristiques du filtre passe-bande utilisé sont données ci-dessous. Un zoom a été effectué au sommet de la courbe du gain (voir figure n°8 à droite).

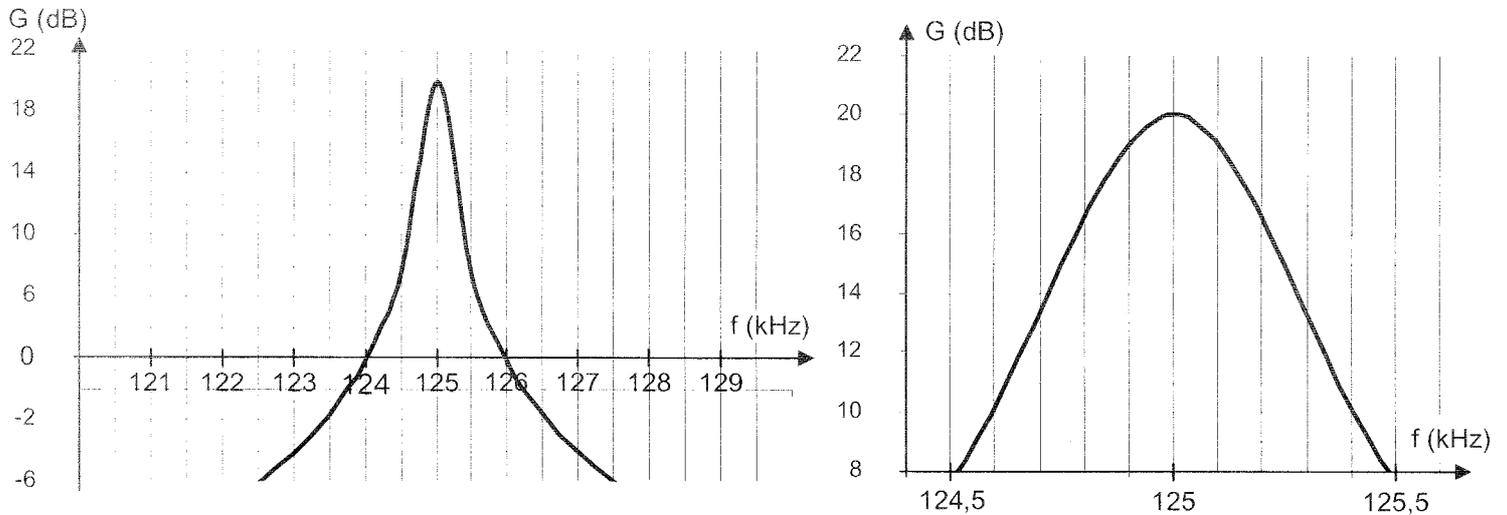


Figure N° 8

- 4.1. D'après la courbe du gain, quel est le type de ce filtre ? Est-il passif ou actif et pourquoi ?
- 4.2. Déterminer, d'après la courbe du gain, les fréquences de coupure ; en déduire la bande passante du filtre Δf .
- 4.3. Ce filtre est-il sélectif ou pas sélectif ? Justifier votre réponse.

4.4. Déterminer la valeur du gain maximal, en déduire que l'amplification maximale du filtre T_0 est égale à 10.

4.5. La transmittance complexe \underline{T} de ce filtre peut se mettre sous la forme $\underline{T} = \frac{T_0}{1 + j.Q_0 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$

Comment s'appelle le coefficient Q_0 ?

4.6. La pulsation centrale ω_0 du filtre est donnée par la formule $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Déterminer la fréquence centrale à l'aide de la courbe, et en déduire la valeur de ω_0 . Préciser son unité.

4.7. On donne $L = 0,5 \text{ mH}$. Calculer la valeur du condensateur C .

5. Mise en forme

Cette fonction a pour but de fournir un signal compréhensible par l'ordinateur.

5.1. Redressement (Figure N°9)

La diode D est considérée comme parfaite.

5.1.1. Pour les valeurs positives de u_F , dans quel état se trouve la diode D ?

Que vaut alors la tension u_D ?

5.1.2. Pour les valeurs négatives de u_F , dans quel état se trouve la diode D ? Que vaut alors la tension u_D ?

5.1.3. Dessiner la tension u_D sur le **document réponse N° 4**

(à rendre avec votre copie) en concordance de temps avec la tension u_F .

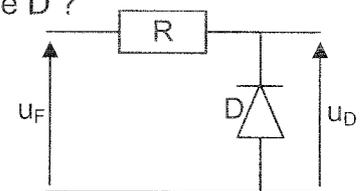


Figure N° 9

5.2. Lissage de la tension (Figure N°10)

5.2.1. Quelle est l'expression de la constante de temps τ du circuit de la **figure N° 10** ?

5.2.2. Calculer la valeur de R si $\tau = 20 \mu\text{s}$ et $C = 10 \text{ nF}$.

5.2.3. La fréquence de u_D valant 125 kHz , calculer la période T_0 .

Comparer cette période à la durée 3τ .

Le condensateur a-t-il le temps de se décharger ?

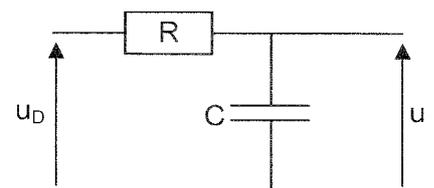


Figure N°10

5.3. Conversion de tension (Figure N°11)

AO5 est alimenté entre 0 V et + 10 V

5.3.1. Quel est le régime de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel AO5 ? Justifier.

5.3.2. À quelle condition la tension u_{PC} est-elle égale à +10 V ?

5.3.3. À quelle condition la tension u_{PC} est-elle égale à 0 V ?

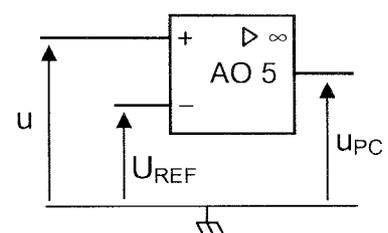


Figure N°11

11PYELPO1

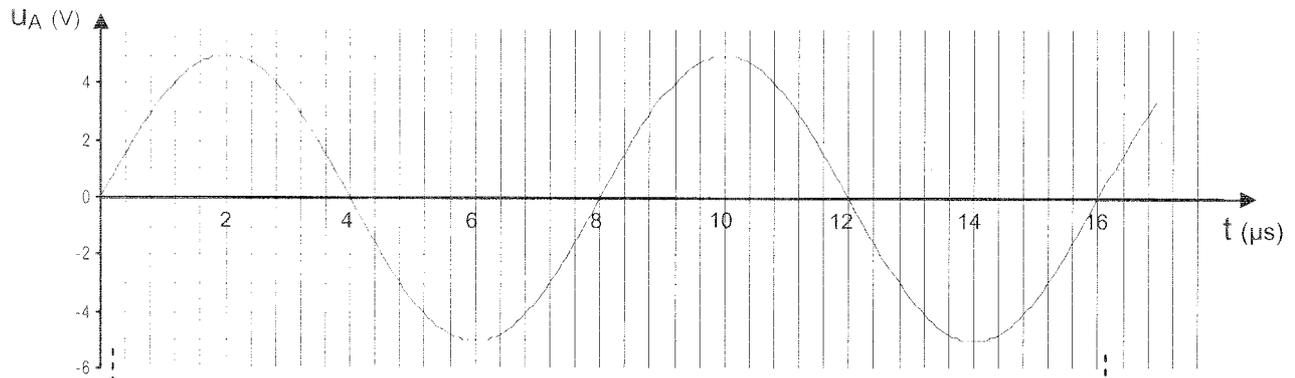
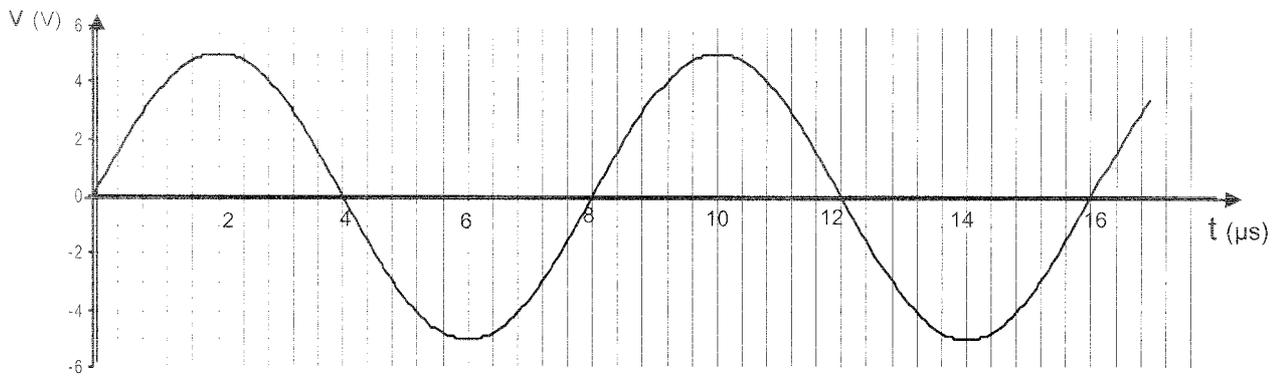
6. Synthèse

6.1. Le document réponse N°4 représente la tension u_F en sortie du filtre passe-bande. Sachant que l'amplitude de u_{ANT} atteint 100 mV, préciser l'amplitude du signal u_F sur l'axe des ordonnées du **document réponse N° 4 (à rendre avec votre copie)**.

6.2. L'allure du signal u est donnée sur le **document réponse N° 5**. D'après les résultats de la question 5.3. et sachant que $U_{REF} = 5 \text{ V}$, tracer la tension u_{PC} en concordance de temps avec la tension u sur le **document réponse N° 5 (à rendre avec votre copie)**, en précisant l'amplitude de u_{PC} .

6.3. D'après la courbe obtenue à la question précédente, l'ordinateur doit-il décoder un signal de fréquence supérieure ou inférieure à 125 kHz ?

DOCUMENT RÉPONSE N ° 1 (à rendre avec votre copie)



DOCUMENT RÉPONSE N ° 2 (à rendre avec votre copie)

État du transistor T_1	
État du transistor T_2	

DOCUMENT RÉPONSE N ° 3 (à rendre avec votre copie)

