

PARTIE ÉLECTRICITÉ (durée conseillée 1 h 30 min)

**Cette partie est composée de 2 pages d'énoncé et 2 documents-réponses
soit un total de 4 pages.**

Les documents-réponses même vierges doivent être joints impérativement à la copie.

Les résultats des applications numériques seront donnés avec deux chiffres significatifs.

LES 3 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

L'intensité du courant critique I_c d'une jonction supraconductrice Josephson (JJ) étant fonction du champ magnétique appliqué, sa connaissance permet de déterminer de très faibles champs magnétiques.

Le but de l'étude est d'élaborer une tension aisément mesurable qui soit l'image de I_c . Le système étudié réalise donc la fonction de convertisseur courant-tension.

L'intensité critique I_c correspond à l'intensité maximale pouvant traverser la jonction Josephson (JJ) sans modifier ses propriétés supraconductrices : la JJ présente une résistance nulle.

Au delà de cette intensité critique, l'effet supraconducteur disparaît.

Soit $y(t)$ une grandeur physique périodique, on notera Y sa valeur efficace, Y_{moy} sa valeur moyenne et Y_{max} sa valeur maximale.

Partie 1 : Montage de base (figure 1)

Le générateur de courant, supposé parfait, délivre un courant sinusoïdal d'intensité :

$$i(t) = I_{\text{max}} \cdot \sin(2\pi ft) \text{ avec } I_{\text{max}} = 1 \text{ mA.}$$

On notera $\omega = 2\pi f$ la pulsation en radians par seconde.

Le résistor R_1 a pour résistance $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

1.1 - Calculer la valeur efficace I de $i(t)$.

1.2 - JJ a pour intensité critique $I_c = 0,5 \text{ mA}$. pour une valeur particulière du champ magnétique à mesurer.

On note $|i|$ la valeur absolue de $i(t)$ et R_2 la résistance équivalente à la Jonction Josephson.

Si $|i| < I_c$, alors $R_2 = R_{2S} = 0 \Omega$ (état supraconducteur) et donc la JJ est équivalente à un court-circuit.

Si $|i| \geq I_c$, alors $R_2 = R_{2C} = 1 \text{ k}\Omega$ (état conducteur) et donc la JJ est équivalente à un résistor.

1.2.1 - Si $|i| < I_c$, quelle est la valeur de v_2 ?

1.2.2 - Si $|i| \geq I_c$, quelle est la relation entre v_2 et i ?

1.2.3 - Calculer la valeur critique V_{2c} de $v_2(t)$ pour laquelle $i(t) = I_c$.

1.2.4 - Calculer la valeur $V_{2\text{max}}$ de $v_2(t)$ pour laquelle $i(t) = I_{\text{max}} = 1 \text{ mA}$.

1.3 - Représenter la courbe donnant les variations de v_2 en fonction de i sur le document-réponses n°1 pour $0 \leq i \leq 1 \text{ mA}$.

1.4 - Sur le document-réponse n°2, l'intensité $i(t)$ et la tension $v_2(t)$ ont été représentées. Indiquer les intervalles de temps pendant lesquels la JJ est supraconductrice.

1.5 - On note t_1 l'instant pour lequel $i(t)$ prend la valeur I_c . Déterminer l'expression de t_1 en fonction de ω , I_c et I_{max} .

1.6 - Calculer t_1 en prenant $f = 500 \text{ Hz}$.

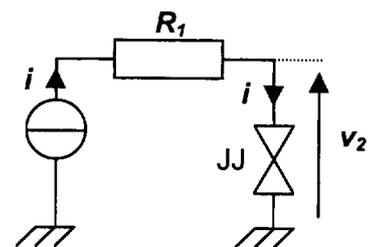


Figure 1

Partie 2 : Mise en forme des tensions $v_1(t)$ et $v_2(t)$

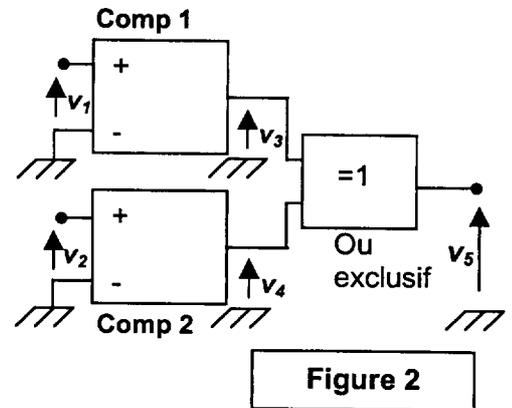
Considérons le montage suivant (fig. 2) dans lequel $v_1(t)$ est une tension sinusoïdale proportionnelle à $i(t)$.

Comp 1 et **Comp 2** sont 2 comparateurs de tensions tels que v_3 et v_4 ne peuvent prendre que les deux valeurs 0 ou 5V.

2.1 - Pour **Comp 1**, quelles sont les valeurs prises par v_3 si $v_1 > 0$, puis si $v_1 < 0$?

2.2 - On note v_{3B} , v_{4B} et v_{5B} les valeurs binaires respectives des tensions $v_3(t)$, $v_4(t)$ et $v_5(t)$. Compléter sur votre copie la table de vérité suivante :

v_{3B}	v_{4B}	v_{5B}
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



2.3 - Représenter les allures en fonction du temps des tensions $v_3(t)$, $v_4(t)$ et $v_5(t)$ sur le document réponses n°2.

2.4 - Déterminer la valeur moyenne V_{5moy} de $v_5(t)$ en fonction de t_1 et de f (fréquence de $i(t)$).

Partie 3 : Filtrage

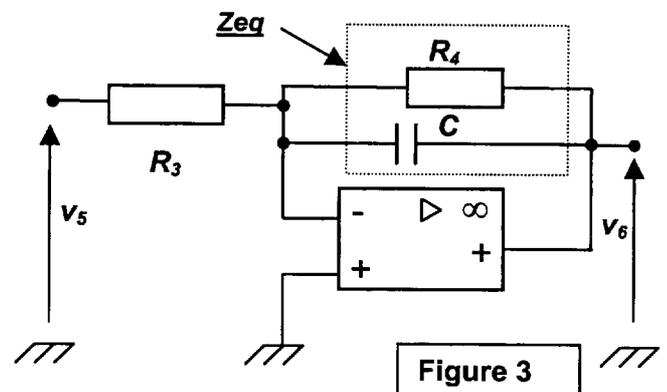
La connaissance de V_{5moy} permet de connaître I_c .

Afin d'obtenir V_{5moy} , nous allons utiliser le filtre actif suivant (figure 3) :

3.1 - Déterminer l'expression de l'impédance complexe Z_{eq} , résultant de l'association en parallèle de R_4 et C , en fonction de R_4 , C et $j\omega$.

On notera \underline{V}_5 et \underline{V}_6 les grandeurs complexes associées aux tensions $v_5(t)$ et $v_6(t)$.

3.2 - Déterminer l'expression de la fonction de transfert isochrone $\underline{T} = \frac{\underline{V}_6}{\underline{V}_5}$ en fonction de R_3 , R_4 , C et $j\omega$.



3.3 - Déterminer le module T de \underline{T} et le gain G (en dB) du filtre en fonction de R_3 , R_4 , C et ω .

3.4 - Quel est le type de ce filtre?

3.5 - Déterminer la valeur maximale G_{max} du gain G .

3.6 - Déterminer la fréquence de coupure f_c à -3 dB de ce filtre.

3.7 - Choisir R_3 et R_4 pour avoir $f_c = 10$ Hz et $G_{max} = 2$ dB sachant que $C = 100$ nF.

3.8 - Dans ces conditions, calculer le gain G pour $f = 100$ Hz.

3.9 - Tracer, sur le document-réponses n°1, le diagramme de Bode donnant les variations du gain G en fonction de la fréquence f .

On fera ce diagramme pour $0,1 \text{ Hz} \leq f \leq 100 \text{ Hz}$.

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

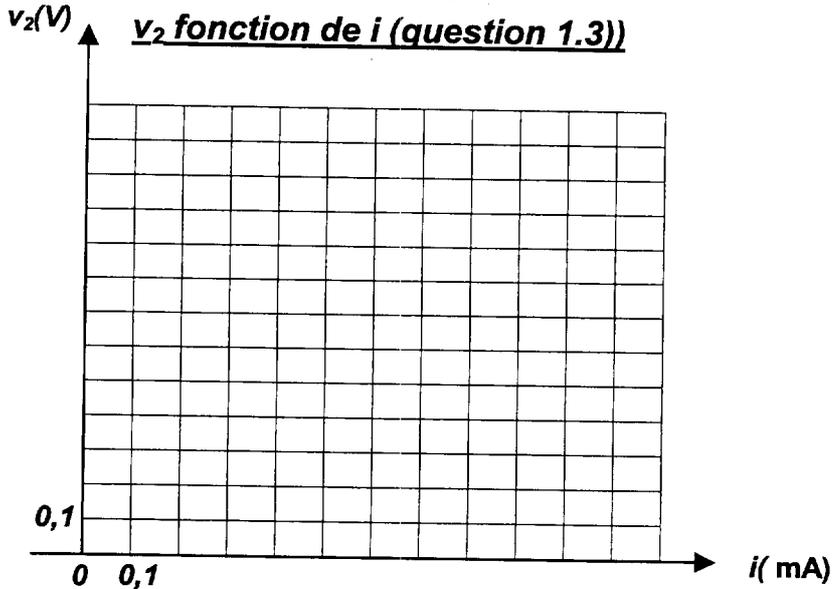
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : TPSP Session : 2005 Durée : 4 H

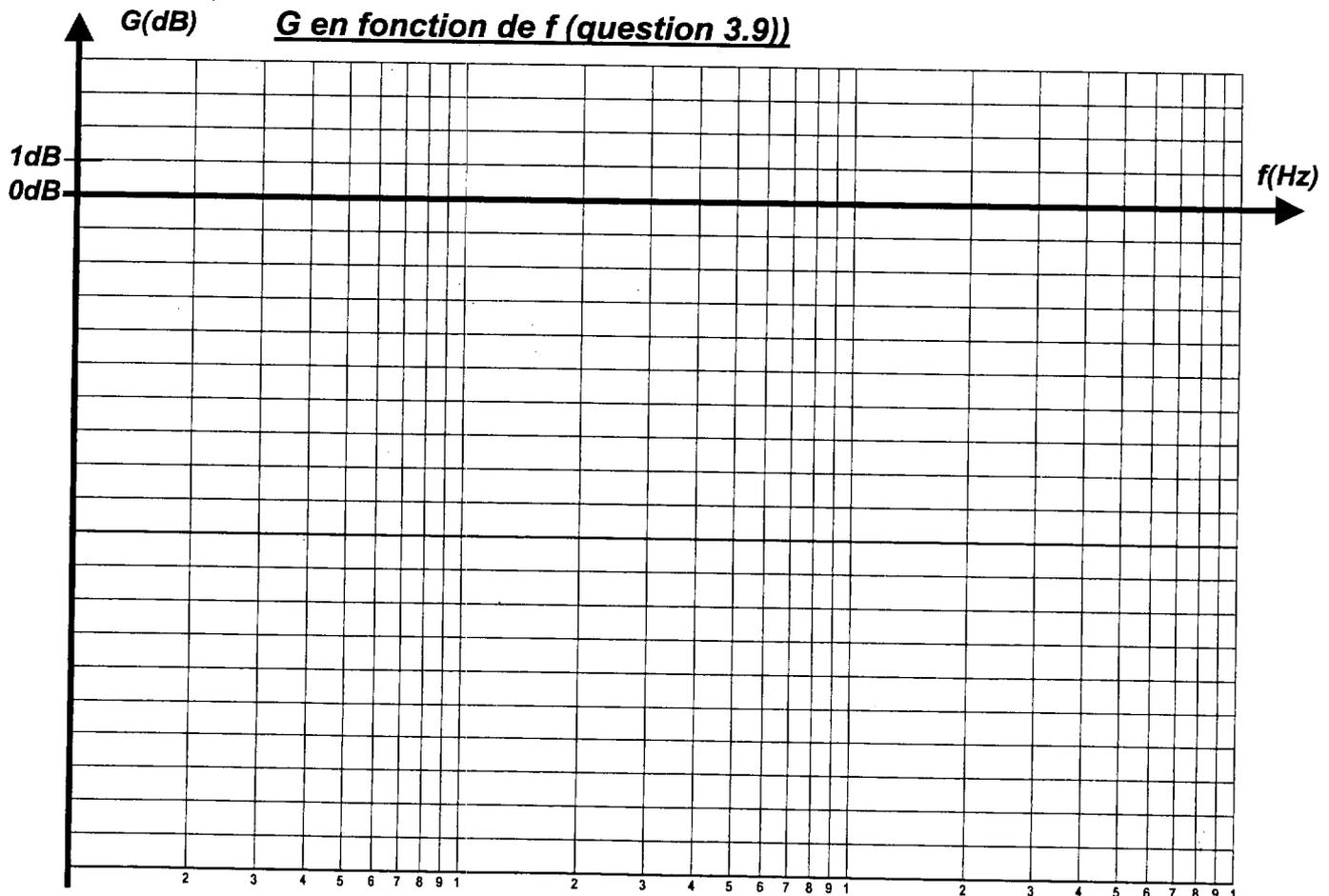
Page : 3/8 **DOCUMENT RÉPONSE N° 1** Coefficient : 4

(à rendre obligatoirement avec la copie)

v_2 fonction de i (question 1.3))



G en fonction de f (question 3.9))



NE RIEN ÉCRIRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Repère : TPSP Session : 2005 Durée : 4 h

Page : 4/8 **DOCUMENT RÉPONSE N°2** Coefficient : 4

(à rendre obligatoirement avec la copie)

