

Systèmes Electroniques

**Ce sujet comporte deux parties que vous rédigerez sur
des copies séparées**

AUTOMATIQUE

Problème

Soit un système dont le fonctionnement est modélisé à l'aide du modèle d'état suivant :

$$\begin{aligned}\dot{x} &= \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} u \\ y &= \begin{bmatrix} 3 & 0 \end{bmatrix} x\end{aligned}$$

1. Etudier la stabilité et la commandabilité du système.
2. On souhaite stabiliser le système en utilisant une commande par retour d'état $u=v-Kx$. Déterminer la matrice de gain K garantissant que le système en boucle fermée ait les pôles complexes conjugués $s_{1,2} = -1 \pm 0.5j$.
3. Dessiner le schéma bloc du système commandé par le retour d'état $u = v-Kx$, en faisant apparaître le signal de consigne, de commande et de sortie du système.
4. Calculer la sortie en régime permanent y_∞ du système en BF quand l'entrée v est un échelon unitaire. En déduire l'erreur de position du système en BF.
5. Proposer un nouveau régulateur à ajouter au système en boucle fermée obtenu à la question 2. Son rôle est de garantir que la sortie en régime permanent y_∞ du système soit cette fois-ci égale à la consigne ayant une valeur constante tout en garantissant que le nouveau système en boucle fermée soit stable. Dessiner le schéma bloc du système complet. Que devient dans cette nouvelle configuration le signal de consigne de la question 3 ?
6. Calculer les coefficients du régulateur.

FORMULAIRE

Passage de l'équation d'état à la fonction de transfert

$$H(s) = C(sI - A)^{-1} B + D$$

Forme compagne horizontale : matrice de passage

$$M = [A^{n-1}B + A^{n-2}Ba_{n-1} + \dots + ABa_2 + Ba_1 \quad \dots \quad A^2B + ABa_{n-1} + Ba_{n-2} \quad AB + Ba_{n-1} \quad B]$$

ELECTRONIQUE

Pour l'ensemble des questions, vous expliquerez clairement et détaillerez les étapes de calcul. Vos réponses comporteront une expression littérale et, le cas échéant, une application numérique comportant l'unité adéquate.

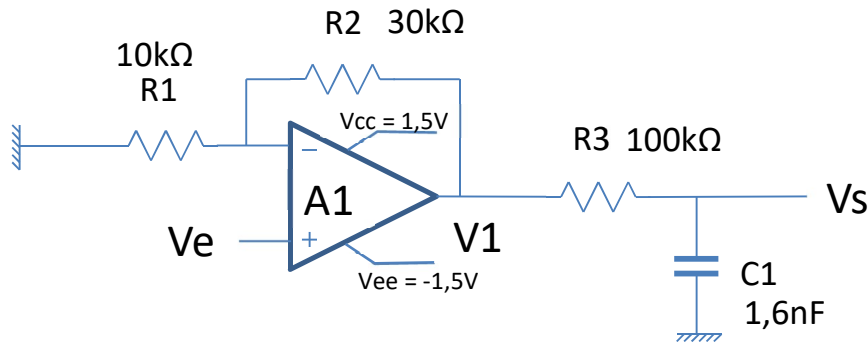


Figure 1a

Soit le circuit de la figure 1a pour lequel les caractéristiques de l'amplificateur opérationnel A1 sont données par les figures 1b à 1e.

1.0 Stabilité

a/ Déterminez la marge de phase du circuit pour une sortie au nœud V1 (i.e. en considérant que le filtre R3-C1 n'est pas connecté). Vous détaillerez les différentes étapes ci-dessous :

- Détermination des paramètres utiles de l'amplificateur opérationnel,
- Détermination du réseau F (schéma) et de ses caractéristiques (gain G_F , pôle p_F),
- Représentation graphique de $|A|$ et $|1/F|$. Pour partir sur de bonnes bases, il est conseillé de déterminer à quelle fréquence $|A| = G_F$...
- Détermination de la phase de $A(s)$ et de $F(s)$.

b/ Concluez sur la stabilité du circuit. Donnez de façon qualitative la réponse de ce circuit à un échelon appliqué en V_e .

2.0 Bruit

Les questions suivantes seront traitées pour le bruit thermique uniquement.

a/ Déterminez la densité spectrale de bruit en V1 (Vous remplirez le tableau en page 8). Rappel : $4kT = 1.6 \cdot 10^{-20}\text{J}$.

b/ Déterminez la puissance de bruit en V_s .

c/ Le signal appliqué en V_e est de la forme $V_e = A \sin(\omega t)$ avec $10 \text{ mVpk} \leq A \leq 50 \text{ mVpk}$, de fréquence comprise entre 0 et 100Hz. Déterminez la puissance de bruit et le rapport signal sur bruit au nœud V_s dans le cas le plus défavorable.

d/ La tension V_s est ensuite appliquée à un convertisseur analogique-numérique 8bits. Le rapport signal/bruit d'un tel convertisseur, exprimé en dB, est donné par la formule $\text{SNR} = 6N + 1,8$ où N est le nombre de bits. Ce convertisseur dispose-t-il d'un nombre de bits suffisants pour cette application ?

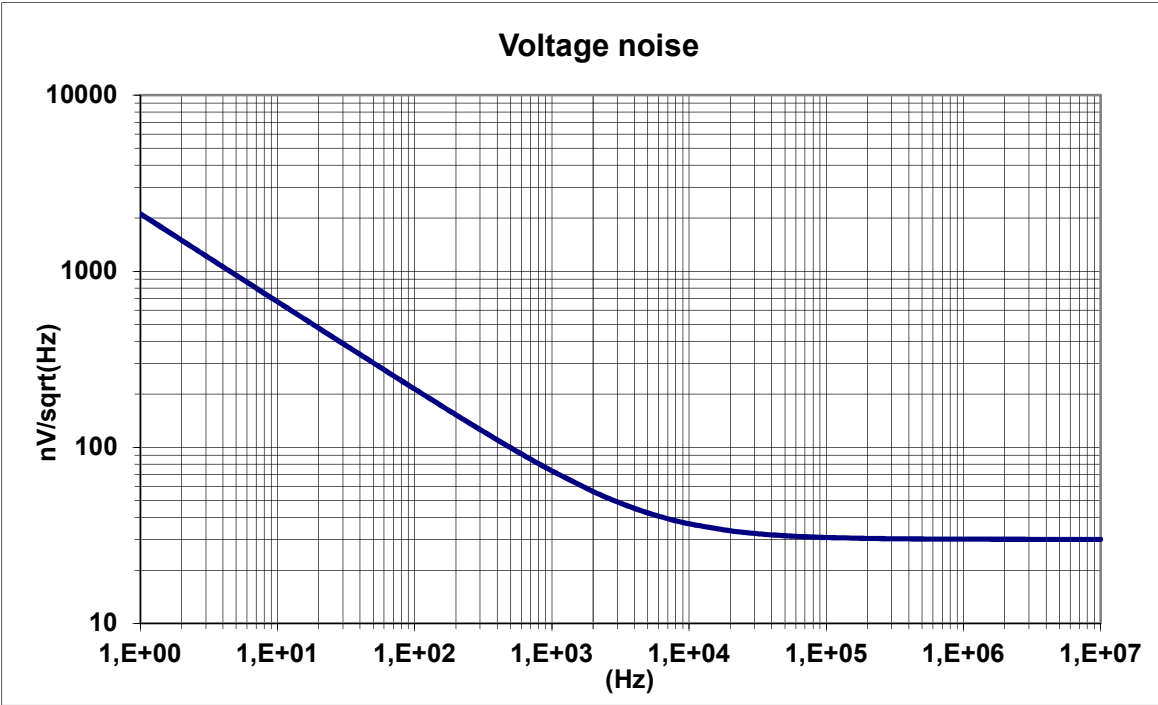


figure 1b

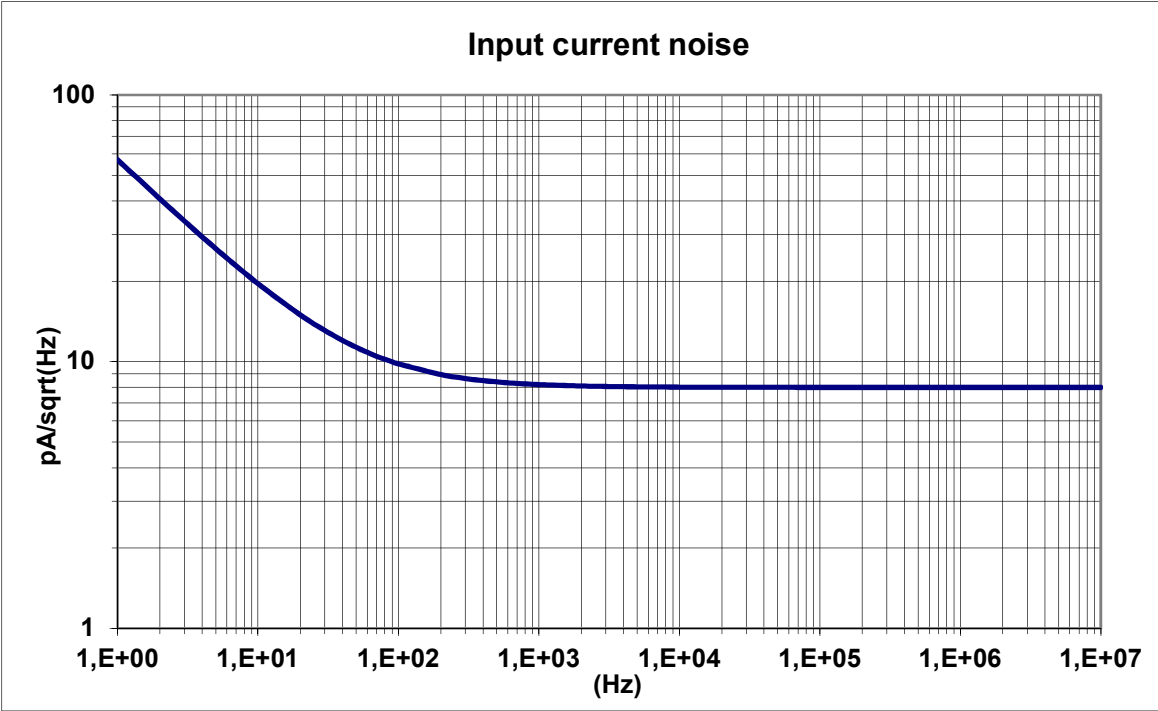


Figure 1c

Paramètre	Valeur	unité
Impédance de sortie	50	Ω
Impédance d'entrée différentielle	10 // 2	$\text{M}\Omega$ // pF
Impédance d'entrée mode commun	∞ // 0	$\text{M}\Omega$ // pF
Vos	5	mV
Ios	10	pA
Ib	1	nA
Tension de déchet (par rapport à Vcc ou Vee)	250	mV

Table 1d

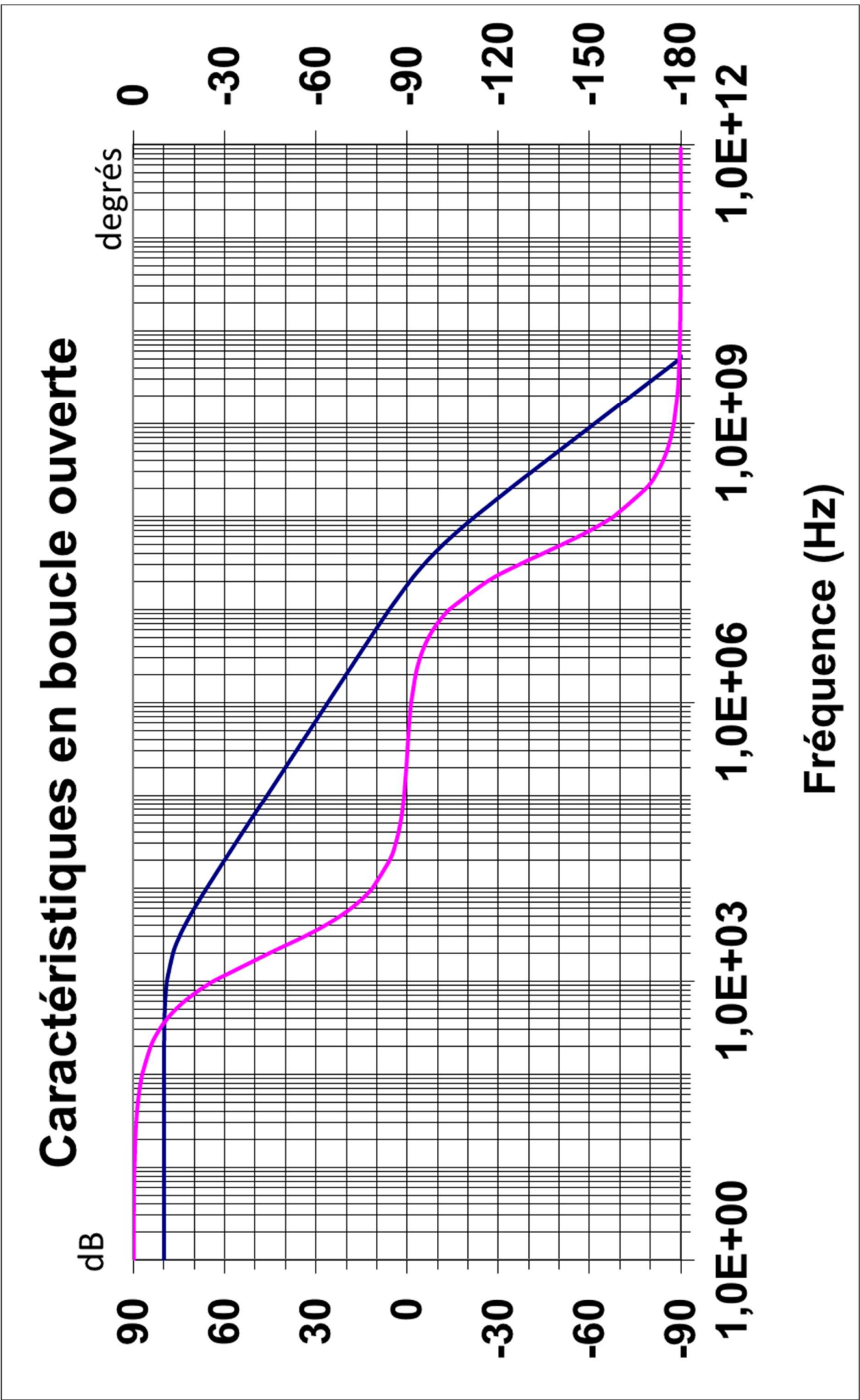
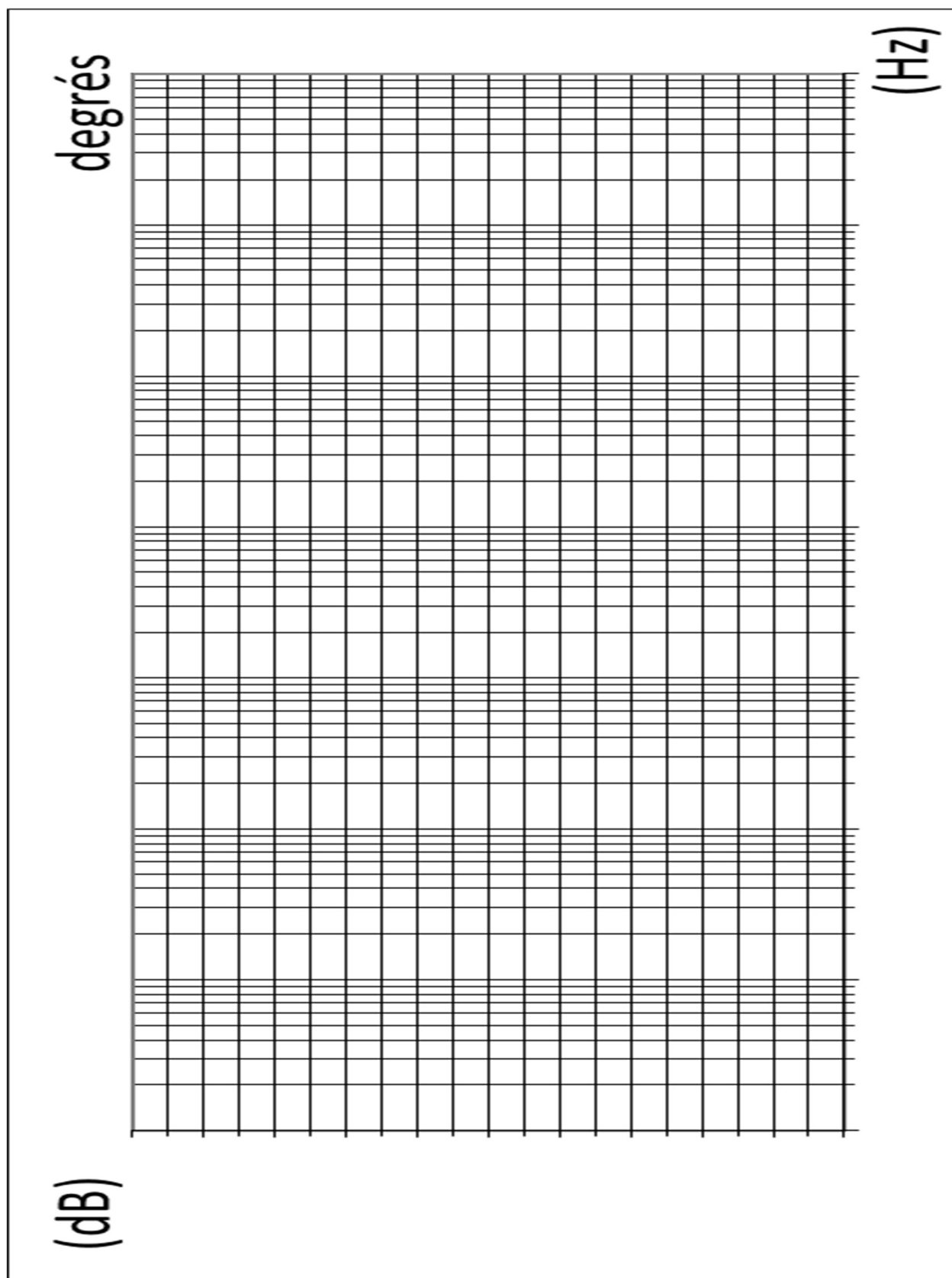


Figure 1e

Nom :



Nom :

Bruit en V1

Source de bruit	Expression littérale	Application numérique