

Étude de montages à amplificateur linéaire intégré

Avertissement : bien que centré sur l'étude de montages à amplificateur linéaire intégré, ce sujet peut être traité sans connaissance préalable sur ce composant.

Remarques préliminaires

- La durée de l'épreuve est de 3 heures, hors tirage au sort et contrôle d'identité.
- L'épreuve comporte 2 appels à l'examineur pendant lesquels vous devez présenter votre travail (démarche, montages et résultats), en utilisant comme support les éléments demandés dans l'énoncé. La durée de chaque appel ne doit pas excéder 5 minutes.
- Le deuxième appel doit avoir lieu au plus tard un quart d'heure avant la fin de l'épreuve.
- En fin d'épreuve, vous devez fournir un compte-rendu qui comprend :
 - une présentation synthétique et cohérente de votre travail, en insistant plus particulièrement sur les résultats obtenus après la deuxième présentation orale ;
 - l'ensemble des valeurs numériques et des graphiques ;
 - votre réponse à la question de synthèse posée à la fin du texte.

Ce compte-rendu ne doit pas excéder une copie double (graphiques non compris).

- Pour que certains dispositifs étudiés dans cette étude fonctionnent, il est nécessaire de leur fournir *en permanence* une énergie sous la forme de deux tensions continues, ce qui peut être réalisé sur les maquettes à l'aide de liaisons à établir avec une alimentation stabilisée double délivrant +15 V et -15 V.
- L'attention des candidats est attirée sur l'existence, dans les oscilloscopes, d'un amplificateur de gain réglable ($\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$) sur chaque voie.

Présentation de l'étude

Aucune connaissance a priori sur l'amplificateur linéaire intégré n'est requise : les définitions et propriétés nécessaires sont données dans le texte.

Toutes les tensions considérées dans ce texte sont définies en valeurs instantanées (fonctions du temps).

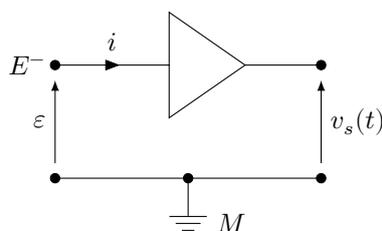


Figure 1 Quadripôle

Le dispositif étudié ici et schématisé **figure 1** est un élément se présentant sous la forme d'un quadripôle, c'est-à-dire d'un système qui communique avec l'extérieur par quatre bornes. En aucun cas, la tension $|v_s(t)|$ ne doit dépasser une valeur de 12 V.

On peut admettre que ce dispositif, inclus dans des systèmes plus complexes tels que ceux des figures 2, 3, 4, 5 et 6 répond aux hypothèses suivantes :

- la différence de potentiel ε entre le point E^- et la masse M est nulle ;
- le courant i circulant du point E^- à l'entrée du dispositif est nul.

Ces hypothèses seront valables *dans toute la suite du texte*.

Système 1

Dans cette partie, le système étudié (maquette C151) est représenté figure 2. Les résistances ont pour valeur $R = 10\text{ k}\Omega$ et $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ avec une précision relative de 0,1%.

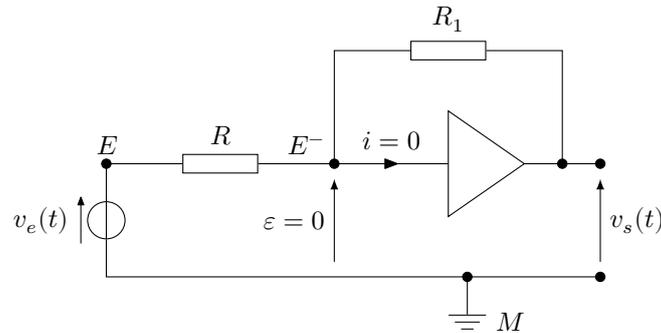


Figure 2 Système 1 — maquette C151

Étude en régime sinusoïdal

On attaque le système par une tension sinusoïdale $v_e(t)$ de fréquence 500 Hz. La tension de sortie est $v_s(t)$.

1. Prédéterminer la valeur algébrique du rapport $\frac{v_s(t)}{v_e(t)}$ en fonction des résistances R et R_1 .
2. Déterminer l'expression littérale de la précision relative obtenue sur le rapport $\frac{v_s(t)}{v_e(t)}$ compte tenu de la précision des résistances, puis effectuer l'application numérique.
3. Mesurer ce rapport par une méthode que l'on indiquera précisément dans le compte-rendu, et comparer à la valeur prédéterminée.

Étude des imperfections

La borne E est maintenant reliée à la masse M .

4. Observer la tension de sortie $v_s(t)$ et indiquer les caractéristiques du signal observé. Comparer ce résultat à la valeur attendue.

On peut expliquer la présence de cette tension de sortie $v_s(t)$ dans le cas où l'entrée E est reliée à la masse M par l'existence d'une source continue parasite v_d et d'une source de courant continue parasite i_b placées comme indiqué sur la figure 3. On admettra *dans toute la suite de l'étude* que ces sources v_d et i_b sont indépendantes.

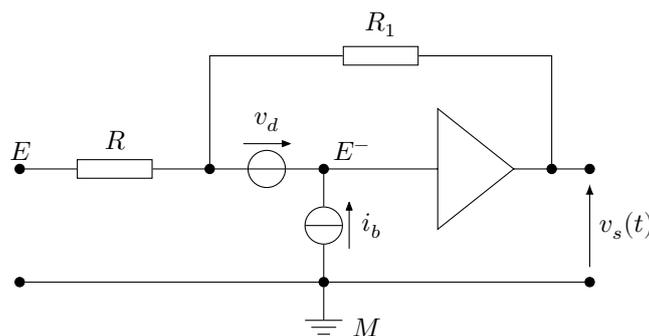


Figure 3 Modélisation des imperfections

Le constructeur donne les indications suivantes pour ces grandeurs :

$$|v_d| \approx \text{quelques mV} \quad |i_b| \approx \text{quelques dizaines de nA}$$

5. En la justifiant, déduire de la mesure effectuée à la **question 4** une valeur de la tension v_d .

Appeler l'examineur

Présenter le bilan du travail effectué sur le « **Système 1** ».

Système 2

Dans cette partie, le système étudié (maquette C152) est représenté **figure 4**.

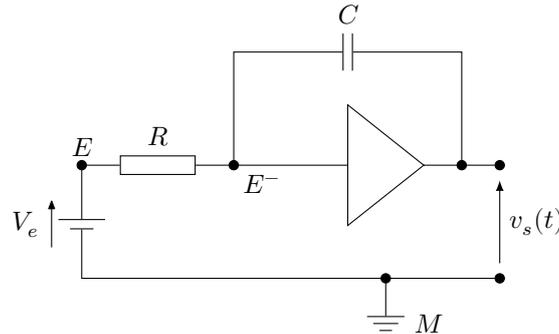


Figure 4 Système 2 — maquette C152

Sur cette maquette, une lampe témoin s'allume lorsque la tension de sortie $|v_s(t)|$ du système atteint la valeur qu'elle ne peut pas dépasser (soit environ $+12\text{ V}$) et un bouton poussoir RAZ permet de court-circuiter le condensateur et donc de le décharger.

Étude en régime continu

Le système étant initialement au repos (c'est-à-dire avec une charge de la capacité nulle), on veut l'exciter entre la borne E et la masse M par une tension $v_e(t)$ nulle pour $t \leq 0$ et continue strictement positive de valeur V_e inférieure à 1 pour $t > 0$.

Pour cela :

- on applique au système (soit entre les bornes E et M) une tension continue $v_e(t) = V_e$;
 - on maintient alors pendant quelques secondes le court-circuit aux bornes du condensateur par l'intermédiaire du bouton poussoir RAZ ;
 - puis on lâche le bouton poussoir au début de l'observation que l'on prendra comme origine des temps.
6. En appliquant le protocole expérimental présenté et en précisant sur le compte rendu la valeur V_e utilisée, relever la courbe $v_s(t)$ sur papier millimétré.
7. Comparer la tension de sortie $v_s(t)$ mesurée avec sa valeur théorique lorsque v_d et i_b sont nuls.
8. Déduire de l'étude précédente une valeur expérimentale de RC .
9. Justifier que le protocole proposé permet d'obtenir la réponse du système à un signal d'entrée défini par

$$v_e(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t \leq 0 \\ V_e & \text{si } t > 0 \end{cases}$$

10. Quelle est la fonction du montage ?

Entrée nulle

On relie maintenant la borne E à la masse M (**figure 5**).

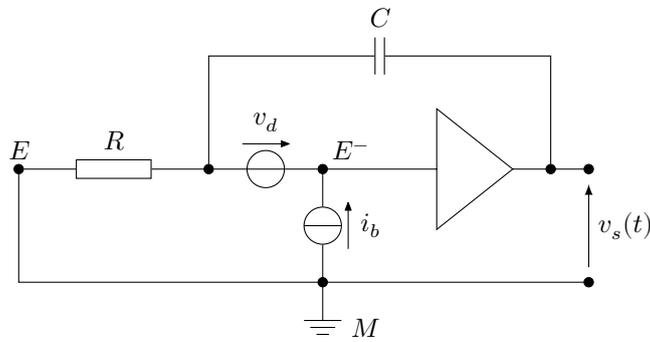


Figure 5 Entrée nulle

11. Compte tenu du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de mettre en évidence l'influence des sources v_d et i_b sur la sortie.
12. Mettre en œuvre le protocole proposé et relever les résultats obtenus sur papier millimétré.
13. Conclure en proposant pour la maquette utilisée des valeurs de v_d et i_b .

— Appeler l'examineur —

Présenter le bilan du travail effectué sur le « **Systeme 2** ».

Systeme 3

Dans cette partie, le système étudié (maquette C153) est représenté **figure 6**.

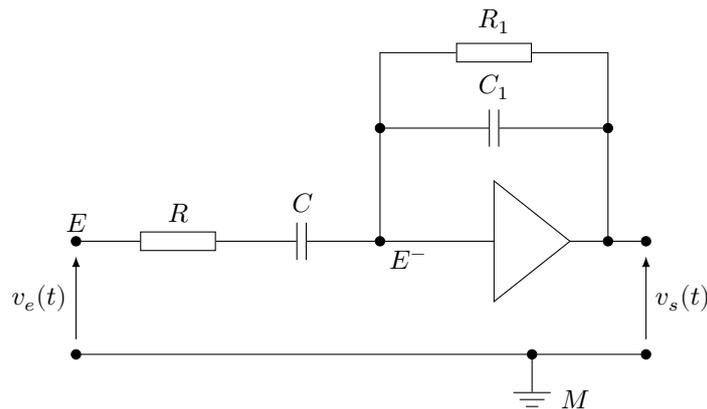


Figure 6 Systeme 2 — maquette C153

On supposera dans toute cette partie v_d et i_b négligeables.

On applique à ce système linéaire une tension sinusoïdale $v_e(t)$ de fréquence f et d'amplitude V_e entre les bornes E et la masse M . La tension de sortie $v_s(t)$ est alors une tension sinusoïdale de même fréquence et d'amplitude V_s .

14. Relever expérimentalement :
 - la courbe du gain en décibel,
 - la courbe du déphasage $\Phi(f)$ entre la sortie et l'entrée du système,
 en fonction de la fréquence et tracer les courbes sur papier semi-logarithmique.
15. Quelle est la fonction remplie par un tel montage ?
16. Donner les valeurs expérimentales du ou des points remarquables de cette courbe (fréquence, gain en décibels (dB) et phase).
17. Mesurer sur la courbe de gain, la valeur en décibels par décade des pentes des asymptotes.

Conclusion

Proposer des exemples d'utilisation pratique des différents montages étudiés en précisant les limitations dues aux imperfections de l'amplificateur linéaire intégré.