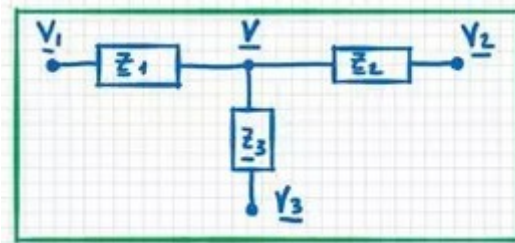


TD 10 – ALI : AMPLIFICATEUR LINÉAIRE INTÉGRÉ

ou AO : « Amplificateur Opérationnel »

o. Théorème de Millman

On considère un point où sont connectées N impédances ($N \geq 2$ en général et $N \geq 3$ pour un nœud).



Démontrer à partir de la loi des nœuds en terme de potentiels que le potentiel du point est la moyenne des potentiels autour pondérée par les admittances connectées :

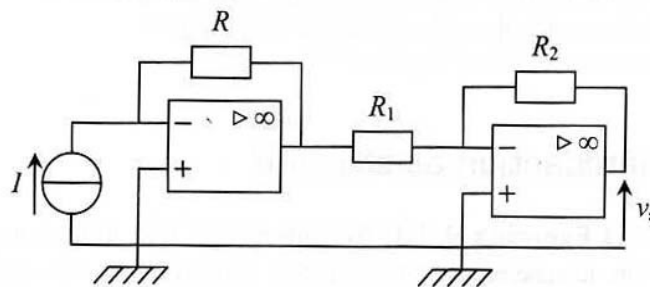
$$V = \frac{\sum_i Y_i \cdot V_i}{\sum_i Y_i}$$

On pourra choisir une orientation quelconque des courants.

Remarque : En pratique, la loi des nœuds en terme de potentiels suffit pour résoudre les problèmes (Millman est un peu plus rapide, mais pas nécessaire, et moins général).

1. Convertisseur courant-tension

Déterminer v_s en fonction de I et des différentes résistances. Les AO sont supposés idéaux.

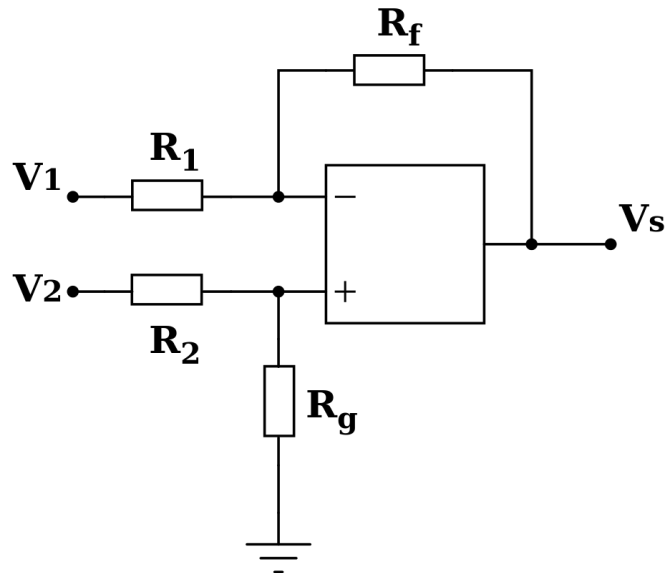


Conseil : Raisonner d'abord sur le second étage, connu, puis sur le premier étage, en introduisant des tensions si besoin, ou des potentiels.

2. Que fait ce montage ?

On introduira les tensions $U_k = V_k - 0$ donc prises entre les points aux potentiels V_k et la Terre.

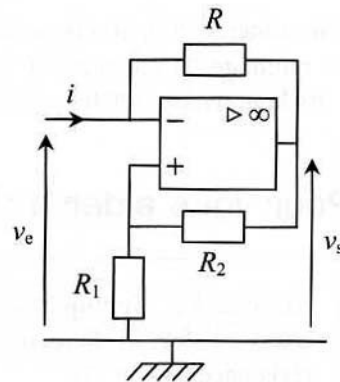
- Trouver U_s en fonction des tensions d'entrée.
- Répondre à la question du titre quand on choisit $\frac{R_f}{R_1} = \frac{R_g}{R_2}$
- Cas particulier quand ce rapport vaut l'unité.



3. Réalisation d'une résistance négative

On désire simuler une résistance négative de telle sorte que cette dernière puisse par exemple compenser les pertes joules d'une bobine réelle. On réalise donc à cet effet le montage ci-contre.

- Dans le cas où l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire, déterminer les relations donnant v_e en fonction de i , et v_s en fonction de i .
- En déduire l'expression de la résistance négative $-R_n$ en fonction de R , R_1 et R_2 , avec $R_n > 0$.
- À quel intervalle doit appartenir le courant i pour que l'amplificateur fonctionne en régime linéaire ?
- Refaire un schéma pour avoir un circuit LC série dont on pourrait, à l'aide de ce montage, compenser les pertes Joule de la bobine. La bobine sera représentée par une inductance parfaite en série avec une résistance r .

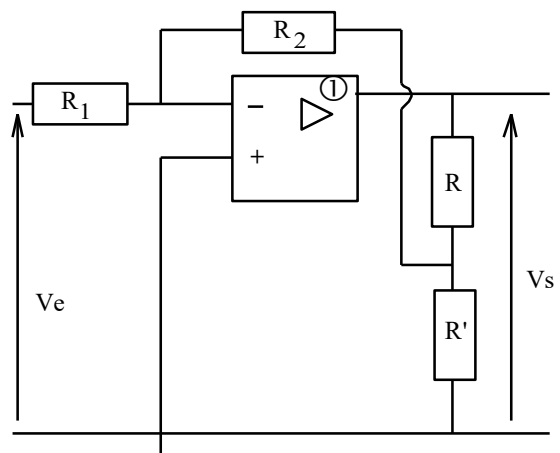


D'après Centrale-Supélec

4. Amplificateur de fort gain

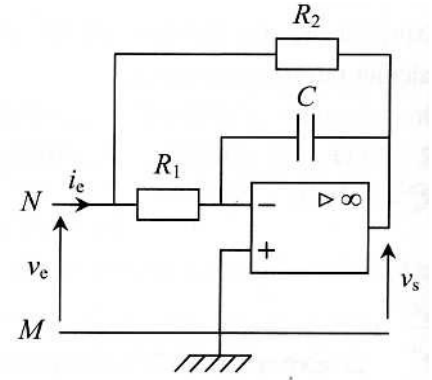
Calculer le gain $\frac{v_s}{v_e}$ du montage ci-contre où l'ALI est supposé idéal.

Application numérique pour : $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$;
 $R_2 = 47 \text{ k}\Omega$; $R = 10 \text{ k}\Omega$; $R' = 1 \text{ k}\Omega$



5. Simulation d'une bobine réelle

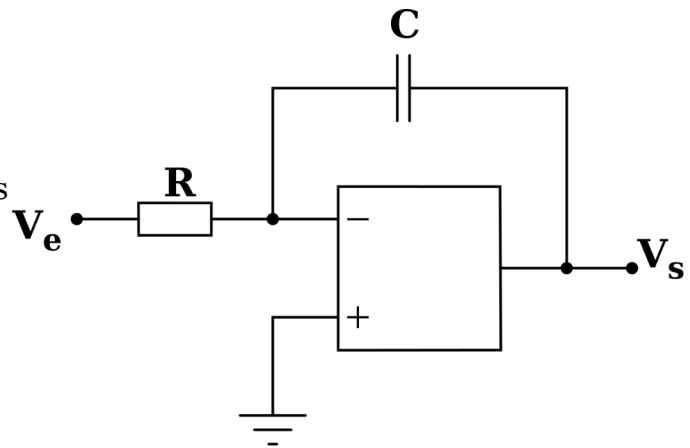
Le circuit suivant est équivalent, entre les bornes M et N, à une bobine idéale d'inductance L montée en parallèle avec une résistance r .



- Obtenir l'admittance Y d'une association $L // r$.
- En appliquant la loi des nœuds, déterminer l'admittance d'entrée (vue entre les points M et N) du montage $Y = \frac{I_E}{U_E}$
- En déduire par identification L et r en fonction de R_1, R_2 et C .
AN pour $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2\text{ k}\Omega$ et $C = 15\text{ }\mu\text{F}$.
- Les inductances usuelles (de TP) valent au plus quelques dixièmes de henry. Quel est l'intérêt d'un tel montage ?

6. Que fait ce montage ?

On introduira les tensions $U_k = V_k - 0$ donc prises entre les points aux potentiels V_k et la Terre.



- En travaillant avec les lois réelles, obtenir l'équation reliant les tensions d'entrée et de sortie.
- Retrouver ce résultat en travaillant d'abord avec les lois complexes : obtenir l'équation sur les grandeurs réelles en utilisant le résultat fondamental sur la dérivation dans les complexes.
- Proposer un nom pour ce montage : que produit-il comme tension de sortie pour une tension d'entrée donnée $u_e(t)$?
- On travaille en régime sinusoïdal forcé, normalement pur, mais la tension d'entrée a un petit offset (plus ou moins quelques microvolts).
On commence à envoyer cette tension à $t=0$: que va-t-il se passer au cours du temps ?