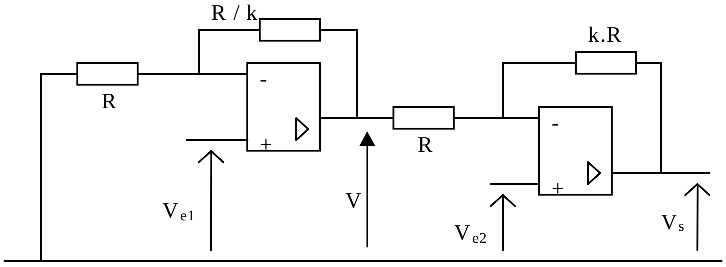
Exercice 1 : Amplificateur différentiel

On fractionne le problème en introduisant la tension V en sortie du premier A.O.
On va ainsi exprimer d'abord V en fonction de V_{e1}, puis expliciter V_S en fonction de V et V_{e2}. On obtiendra ensuite V_S en fonction des tensions d'entrées du montage V_{e1} et V_{e2}.

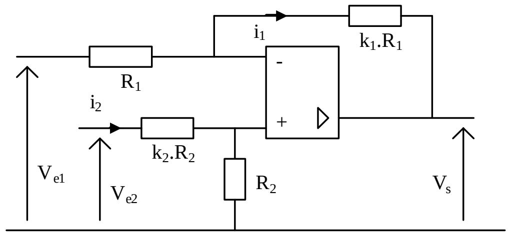


Les deux A.O. sont en rétroaction et sont supposés idéaux : $i_+ = i_- = 0$ et $V_+ = V_-$.
Pour le premier A.O., on remarque un pont diviseur de tension (R, R /k) sous la tension totale V, d'où $V_- = kV/(1+k)$et comme $V_+ = V_-$, $Ve_1 = kV/(1+k)$.
Pour le second A.O. : utilisons par exemple le théorème de Millman, écrit sur la borne V_- :

$$V_- = \frac{V/R + V_S/k.R}{1/R + 1/k.R}$$

Et comme $V_- = Ve_2$, il vient : $V_{e2} = kV/(1+k) + V_S/(1+k)$ d'où $V_S = (1+k)(Ve_2 - Ve_1)$

Exercice 2 : Soustracteur pondéré de tension.



a) Par le théorème de Millman :

$$V_- = \frac{V_{e1}/R_1 + V_S/k_1.R_1}{1/R_1 + 1/k_1.R_1}$$

et

$$V_+ = \frac{V_{e2}/k_2.R_2 + 0/R_2}{1/k_2.R_2 + 1/R_2}$$

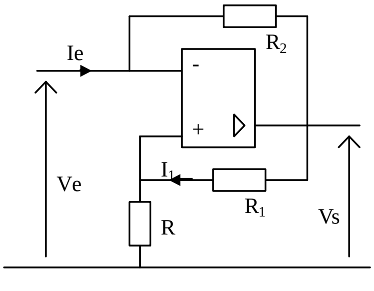
on tire $V_S = \dfrac{1+k_1}{1+k_2}Ve_2 - k_1Ve_1$.

Par la loi d'additivité des tensions (maille) :
On remarque un diviseur de tension (k_2R_2 ; R_2) qui donne $V_+ = k_2.R_2.V_{e2} / (R_2 + k_2.R_2)$.
Sur la branche (R_1 ; $k_1.R_1$) : $i_1 = -(V_S - V_{e1}) / (R_1 + k_1.R_1)$
et en écrivant la loi d'Ohm sur R_1 : $V_{e1} - V_- = R_1.i_1$
En éliminant i_1 entre ces deux dernières équations et en écrivant $V_+ = V_-$,
on tire $V_S = \dfrac{1+k_1}{1+k_2}Ve_2 - k_1Ve_1$

b) $\dfrac{1+k_1}{1+k_2} = k_1$ amène la condition : $k_1 = 1/k_2$

c) $R_{e1} = (V_{e1} / {}_1)_{Ve2 = 0}$, or pour $V_{e2} = 0$ on aura $V_+ = 0$ donc $V_- = 0$. Il vient alors $R_{e1} = R_1$
$R_{e2} = (V_{e2} / i_2)_{Ve1 = 0}$. Or $V_{e2} = (R_2 + k_2.R_2).i_2$ donc $V_{e2} = R_2 + k_2.R_2$

Exercice 3 : convertisseur d'impédance négative ("résistance négative")



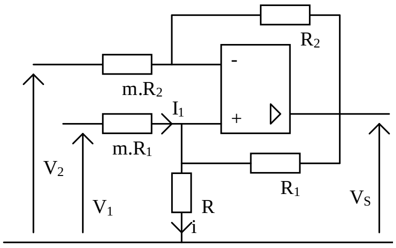
Comme $V_+ = V_-$: $V_e = RI_1$, I_1 étant l'intensité traversant les résistances R_1 et R.

Pour relier ensuite I_1 et I_e, on remarque $V_+ = V_- = V_e$ et d'après la loi d'Ohm :
$I_e = (V_e - V_S)/R_2$
et $I_1 = (V_S - V_e)/R_1$ doc $I_1 = -(R_2/R_1).I_e$

D'où finalement : $Z_e = -RR_2/R_1$;

Exercice 4 : Montages à deux réactions, convertisseur tension-courant :

a) Utilisons le théorème de Millman :



$$V_- = \frac{V_2/mR_2 + V_S/R_2}{1/mR_2 + 1/R_2} = \frac{V_2 + mV_S}{1+m}$$

$$V_+ = \frac{V_1/mR_1 + V_S/R_1 - i}{1/mR_1 + 1/R_1} = \frac{V_1 + mV_S - mR_1 i}{1+m}$$

(attention au sens de i)

En égalant $V_+ = V_-$ on tire : $i = (V_1 - V_2)/ mR_1$

b) On impose $V_2 = 0$ en branchant $m.R_2$ sur la masse. Alors : $i = V_1 / mR_1$

L'intensité i est déterminée par la valeur donnée à V_1 (par exemple en branchant un générateur de tension) , on a ainsi une source de courant commandée en tension.

Son coefficient de transport est $K = i / V_1 = 1/mR_1$

La loi de maille donne : $V_1 = m.R_1.i_1 + R.i = mR_1.i_1 + R.V_1/mR_1$

donc $V_1 (1- (R/mR_1)) = mR1.i_1$

Son impédance d'entrée définie par $Z_e = V_1 / i_1$ vaut donc $Z_e = mR_1 / (1-(R / mR_1))$

ex4 : a) $i = (V_1 - V_2)/ mR_1$; b) $i = V_1 / mR_1$; $Z_e = mR_1 / (1-(R / mR_1))$