

## Dipôle à résistance négative : Enoncé et correction MPonts PSI 2009

### I.A. — Étude d'un dipôle

On considère le circuit de la figure 1 dans lequel l'amplificateur opérationnel est supposé idéal.

❑ 1 — Dans l'hypothèse d'un fonctionnement idéal de l'amplificateur opérationnel en régime linéaire, déterminer l'impédance d'entrée  $Z_e = V_e/I_e$  du circuit de la figure 1. Tracer la partie de la caractéristique  $V_e = f(I_e)$  en régime linéaire : on exprimera les limites du domaine de validité de  $V_e$  en fonction de  $V_{sat}$ ,  $R_2$  et  $R_3$

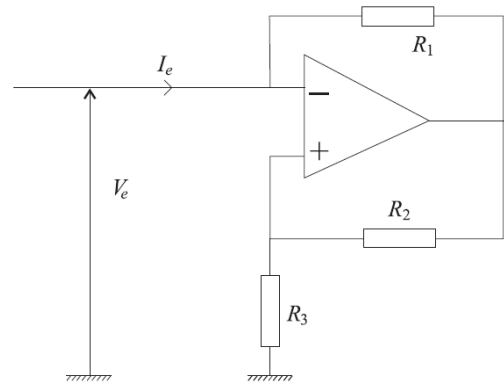


FIG. 1 – Montage à amplificateur

❑ 2 — Compléter la caractéristique  $V_e = f(I_e)$  du circuit de la figure 1 dans les régions qui correspondent à un fonctionnement non-linéaire de l'amplificateur opérationnel : on donnera les expressions  $V_e = f(I_e)$  correspondantes en justifiant précisément les domaines de  $V_e$  sur lesquels elles sont valides. On précisera les points remarquables.

### I.B. — Visualisation expérimentale de la caractéristique du dipôle

On considère à présent le montage de la figure 2. Ce dernier est celui de la figure 1 auquel on a rajouté une résistance  $R_g$  et un générateur de fonction idéal qui délivre une tension  $E(t)$ .

Lorsque la tension du générateur est continue  $E(t) = E_0 = \text{cste}$ , le couple  $(V_e, I_e)$  prend la valeur  $(V_{e0}, I_{e0})$ . Ce point de la caractéristique  $V_e = f(I_e)$  est appelé *point de fonctionnement* du circuit.

L'amplificateur opérationnel est encore supposé idéal.

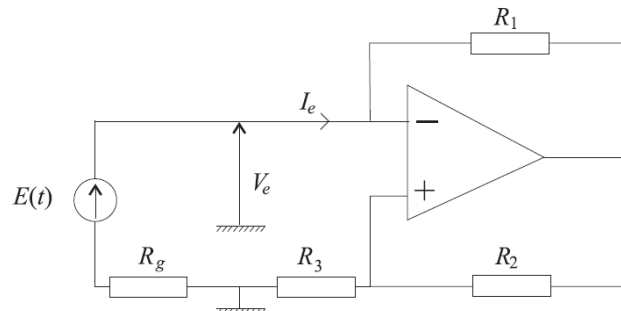


FIG. 2 – Montage avec entrée

❑ 3 — Indiquer comment le montage de la figure 2 permet une visualisation à l'oscilloscope de la caractéristique  $V_e = f(I_e)$  : on précisera les branchements à effectuer et les éventuelles précautions matérielles à prendre.

❑ 4 — Étudier en fonction de la valeur de  $R_g$ , les différentes possibilités pour le point de fonctionnement du circuit dans le cas  $E_0 = 0\text{V}$ .

## I. Etude d'un circuit à amplificateur opérationnel

1. L'AO est idéal ( $i_+ = i_- = 0$ ) et en fonctionnement linéaire ( $\varepsilon = v_+ - v_- = 0$ ).

Par un diviseur de tension, on obtient  $v_+ = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot v_s = v_- = v_e$ , et aux bornes de  $R_1$  :

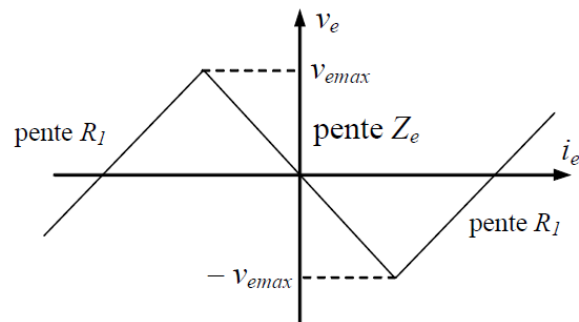
$v_e - v_s = R_1 \cdot i_e$ . On élimine  $v_s$  entre les deux équations et  $R_3 \cdot (v_e - R_1 \cdot i_e) = (R_2 + R_3) \cdot v_e$ .

D'où 
$$\frac{v_e}{i_e} = Z_e = -\frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}$$

La limite de validité se trouve pour  $v_s = \pm V_{sat}$ , soit 
$$v_e = \frac{\pm R_3}{R_2 + R_3} \cdot V_{sat} = \pm v_{e\max}$$

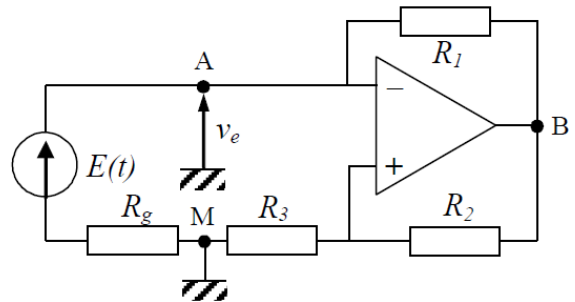
2. Pour  $v_s = \pm V_{sat}$ , on obtient  $v_e = R_1 \cdot i_e \pm V_{sat}$ . La limite étant obtenue pour  $i_e = \mp \frac{R_2}{R_1 \cdot (R_2 + R_3)} V_{sat}$

On obtient donc la caractéristique suivante :



3. On veut visualiser à l'oscilloscope  $v_e$  et  $i_e$  :

On peut mesurer à l'oscilloscope  $v_e$  sans précaution particulière en branchant la voie 1 en A et la masse de l'oscilloscope en M. Par contre la mesure de  $i_e$  est plus délicate pour des problèmes de masses : on branche la voie 2 entre A et B en passant par une sonde différentielle.



4. Avec  $E = 0$ , on obtient un second lien entre  $v_e$  et  $i_e$  soit  $v_e = -R_g \cdot i_e$ . On trace cette droite sur le même diagramme que celui de la question 2 :

