

## TP N° 4 : REPRESENTATION DE THEVENIN ET NORTON

### I. Les théorèmes de Thévenin et Norton.

- Théorème de Thévenin (figure 1).

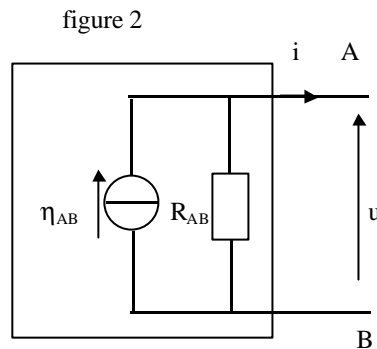
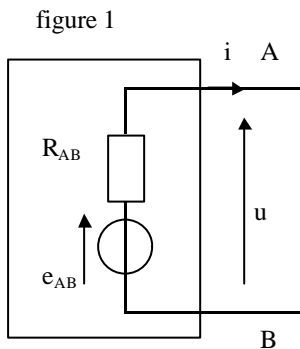
Un réseau dipolaire linéaire  $D$ , vu de deux points  $A$  et  $B$ , est modélisable de l'extérieur par un générateur unique constitué par l'association en série d'une force électromotrice  $e_{AB}$  et d'une résistance  $R_{AB}$  :

- la force électromotrice  $e_{AB}$  est égale à la tension à vide qui apparaît entre  $A$  et  $B$ , lorsque le reste du réseau est débranché ;
- la résistance interne  $R_{AB}$  s'obtient en éteignant tous les générateurs autonomes du dipôle considéré (c'est la résistance équivalente).

- Théorème de Norton (figure 2).

Un réseau dipolaire linéaire  $D$ , vu de deux points  $A$  et  $B$ , est modélisable de l'extérieur par un générateur unique constitué par l'association en parallèle d'un courant électromoteur  $\eta_{AB}$  et d'une résistance  $R_{AB}$  :

- le courant électromoteur  $\eta_{AB}$  est le courant  $i$  externe qui circulerait dans un court-circuit substitué au reste du réseau, donc branché entre  $A$  et  $B$  ;
- la conductance interne  $G_{AB}$  s'obtient en éteignant tous les générateurs autonomes du dipôle considéré (c'est la conductance équivalente) :  $G_{AB} = 1 / R_{AB}$ .



### II. Manipulation.

Le but est de montrer expérimentalement que, dans le circuit ci-contre (pont de Wheatstone), le réseau dipolaire  $AB$  qui alimente la résistance  $R$  est équivalent à une source de tension modélisée par un schéma de Thévenin ou à une source de courant modélisée par un schéma de Norton.

#### 1. Représentation de Thévenin.

$$u = e_{AB} - R_{AB} i = R i \Rightarrow i = \frac{e_{AB}}{R_{AB} + R} \quad (1)$$

Montrer par le calcul :

$$e_{AB} = E \left[ \frac{R_2}{R_2 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_3} \right] \quad (2) \quad \text{et} \quad R_{AB} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \quad (3)$$

- a) Pont non équilibré :  $i \neq 0$ .

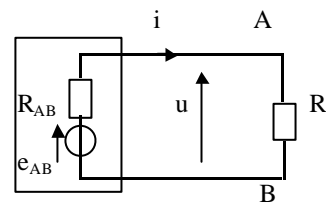
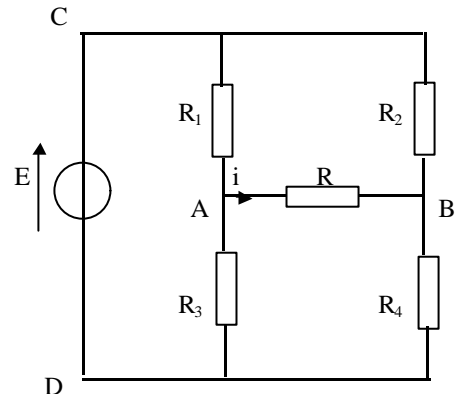
Pour la tension continue, on utilisera l'alimentation stabilisée Jeulin : on fixe  $E = 8 \text{ V}$  (mesuré à l'aide d'un multimètre numérique utilisé en voltmètre).

Les valeurs des résistances sont les suivantes :  $R_1 = 250 \Omega$ ,  $R_2 = 1000 \Omega$ ,  $R_3 = 1500 \Omega$ ,  $R_4 = 150 \Omega$ ,  $R = 100 \Omega$ . Toutes ces valeurs seront contrôlées à l'ohmmètre (à l'ohm près).

Calculer à l'aide des valeurs contrôlées et des relations (1), (2) et (3), les valeurs théoriques :  $e_{AB, th}$ ,  $R_{AB, th}$  et  $i_{th}$ .

Procéder aux mesures après avoir fait le schéma des montages correspondants (pour la f.e.m. et la résistances équivalentes, le dipôle  $R$  est hors circuit !):

- $e_{AB, exp}$  : ouvrir le circuit entre  $A$  et  $B$  et mesurer la tension entre ces deux points à l'aide d'un multimètre numérique utilisé en voltmètre.



- $R_{AB,exp}$  : pour réaliser  $E = 0$ , déconnecter l'alimentation et la remplacer par un fil entre C et D puis mesurer la résistance que présente le circuit entre A et B à l'aide d'un multimètre numérique utilisé en ohmmètre. Enlever le fil et replacer l'alimentation.
- $i_{exp}$  : placer un multimètre numérique utilisé en ampèremètre en série avec la résistance R dans la branche AB pour mesurer le courant dans cette branche.

Comparer les résultats théoriques et expérimentaux (la résistance interne du voltmètre  $R_V$  est suffisamment grande et celle de l'ampèremètre  $R_A$  suffisamment faible pour ne pas perturber les mesures).

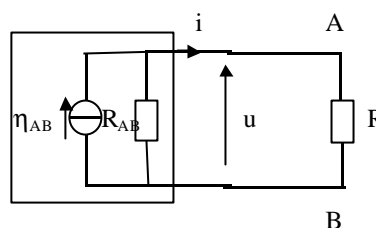
b) Pont équilibré :  $i = 0$ .

Montrer à l'aide des relations (1) et (2) que la condition d'équilibre du pont s'écrit  $R_2 R_3 = R_1 R_4$ .

Fixer  $R_3 = 100 \Omega$  (contrôler cette valeur à l'ohmmètre), ajuster  $R_4$  pour lire  $i \approx 0$ . Conclure.

## 2. Représentation de Norton.

$$i = \eta_{AB} - G_{AB} u = u / R \Rightarrow u = \frac{\eta_{AB}}{G_{AB} + 1/R} \quad (4)$$



L'expression directe de  $\eta_{AB}$  peut s'établir après résolution d'un système de cinq équations à cinq inconnues ( $i_1, i_2, i_3, i_4$  et  $\eta_{AB}$ ) que l'on se contentera de poser (faire le schéma électrique correspondant).

Pour la suite nous utiliserons  $\eta_{AB,th} = e_{AB,th} / R_{AB,th}$  et  $G_{AB,th} = 1 / R_{AB,th}$  en utilisant les valeurs calculées au 1.a). Calculer  $\eta_{AB,th}$  et  $u_{th}$  (à l'aide de la relation (4)).

Procéder aux mesures après avoir fait le schéma des montages correspondants (pour la c.e.m. équivalent, le dipôle R est hors circuit !):

- $\eta_{AB,exp}$  : remplacer la résistance R par un ampèremètre analogique pour mesurer le courant de court-circuit dans la branche AB. Replacer R.
- $u_{exp}$  : placer un voltmètre numérique en parallèle avec R entre A et B pour mesurer la tension entre ces deux points.

Comparer les résultats théoriques et expérimentaux (la résistance interne du voltmètre  $R_V$  est suffisamment grande et celle de l'ampèremètre  $R_A$  suffisamment faible pour ne pas perturber les mesures).