

TP N° 4 : REPRESENTATION DE THEVENIN ET NORTON

I. Les théorèmes de Thévenin et Norton.

- Théorème de Thévenin (figure 1).

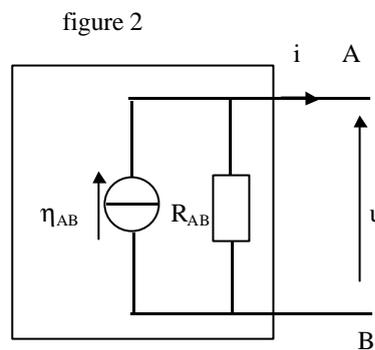
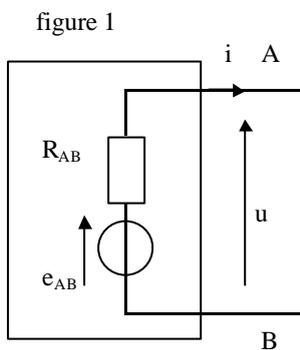
Un réseau dipolaire linéaire D , vu de deux points A et B , est modélisable de l'extérieur par un générateur unique constitué par l'association en série d'une force électromotrice e_{AB} et d'une résistance R_{AB} :

- 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 η_{AB} et d'une résistance R_{AB} :

- le courant électromoteur η_{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 : $i \neq 0$.

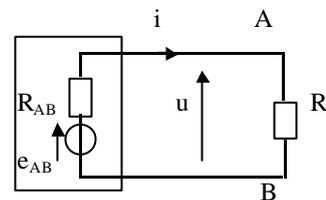
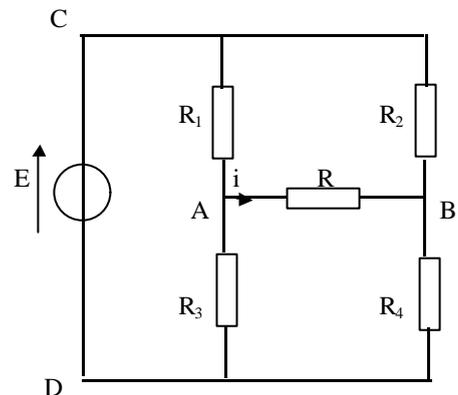
Pour la tension continue, on utilisera l'alimentation stabilisée Jeulin : on fixe $E = 8 \text{ V}$ (mesuré à l'aide d'un multimètre numérique utilisé en voltmètre).

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).

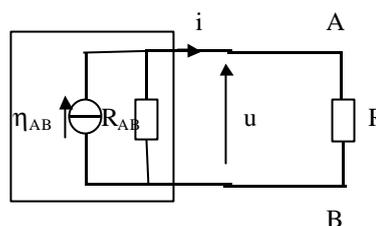
b) Pont équilibré : $i = 0$.

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 η_{AB} peut s'établir après résolution d'un système de cinq équations à cinq inconnues (i_1, i_2, i_3, i_4 et η_{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).