

# TP 1. Circuits de courant continu.

Par Dimitri GALAYKO  
Unité d'enseignement Élec-info  
pour master ACSI à l'UPMC

Octobre-décembre 2005

Ce TP met en pratique les connaissances sur les circuits résistifs de courant continu acquises en trois premiers cours du module. Les exercices pratiques proposés font appel aux notions sur les interfaces, sur les sources réelles et sur les quadripôles.

## 1 Prise en main des outils

Dans un premier temps on fait connaissance avec les outils à disposition sur chaque poste.

### 1.1 Présentation des outils

#### 1.1.1 Générateur de tension

Chaque poste est équipé d'un générateur de tension multifonctions composé de deux modules *Triple power supply HL8040 de HAMEG* et *Function generator HM8030*. Le premier réalise trois sources de tension indépendantes dont deux génèrent une tension réglable (0-20 V) et une génère une tension fixe (5 V). Le seconde bloc est un générateur de tension alternative délivrant des tensions qui varient dans le temps selon certaine loi (sinusoïdale, triangulaire, rectangulaire, avec modulation en fréquence).

#### 1.1.2 Instruments de mesure

Chaque poste est équipé d'un multimètre numérique MX512 permettant d'effectuer plusieurs mesures élémentaires (tension et courant continus et alternatifs, résistance). Ainsi, c'est un appareil multifonctions qui peut fonctionner en régime de voltmètre, d'ampèremètre et d'ohmmètre.

La salle 105 est également équipée des ampèremètres analogiques de Metrix. Ainsi, au cours des manipulations, il est possible de mesurer en même temps deux grandeurs du circuit.

### 1.1.3 Voltmètre

Un voltmètre est un dipôle présentant une charge idéale pour une source de tension (*i.e.* sa résistance est infinie). Il possède deux bornes nommées « + » et « - ». Le sens conventionnel de la tension mesurée est donné figure 1 : si le potentiel de la borne « + » est supérieur à celui de la borne « - », le voltmètre affiche une tension positive.

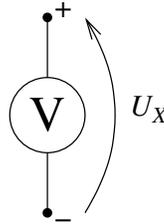


FIG. 1 – Définition du signe de la tension mesurée.

### 1.1.4 Ampèremètre

Un ampèremètre est un dipôle présentant une charge idéale pour une source de courant (*i.e.* sa résistance est nulle). De même qu'un voltmètre, il possède également une borne « + » et une borne « - ». Le sens *réel* du courant mesuré est défini de la manière suivante : si le courant coule de la borne « + » vers la borne « - », l'ampèremètre affiche une intensité positive (figure 2).

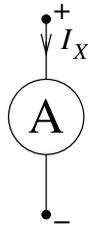


FIG. 2 – Définition du sens du courant mesuré.

### 1.1.5 Ohmmètre

Un ohmmètre est constitué d'une source de courant raccordée à un voltmètre (figure 3). Il est accessible par deux bornes, *i.e.* il est un dipôle. Lorsqu'il est raccordé à une résistance, le voltmètre mesure la tension générée par le courant  $I$ . L'ohmmètre affiche le rapport entre la tension mesurée et le courant de la source.

Lorsque la résistance raccordée est trop grande de sorte que la tension  $U_{R_X}$  dépasse la plage que le voltmètre est capable de mesurer, l'ohmmètre affiche « 1 » : cela veut dire que la résistance que l'on tente de mesurer dépasse la valeur maximale acceptée par l'appareil dans le régime en cours.

Typiquement, « 1 » est affiché lorsque l'ohmmètre n'est pas utilisé et lorsque ses bornes sont ouvertes : il tente de mesurer, alors, la résistance d'un circuit ouvert qui, évidemment, dépasse n'importe quelle plage de mesure supportée par l'appareil.

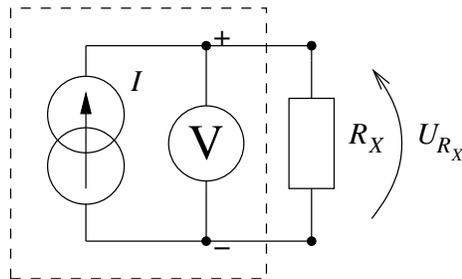


FIG. 3 – Principe de la mesure de résistance.

## 1.2 Manipulations élémentaires

### 1.2.1 Génération et mesure de tension

Utilisez un voltmètre pour mesurer la tension générée par la source de tension fixe. Assurez vous que la tension mesurée correspond à la tension nominale indiquée près des bornes.

À l'aide d'un voltmètre régler une des sources de tension variable pour obtenir une tension de 10 V. Comment évolue la tension mesurée sur les bornes lorsque l'on enfonce ou libère le bouton « output on » ? Tacher d'expliquer le phénomène observé.

Mesurez la tension générée à l'aide du voltmètre incorporé dans le générateur de tension. Comparez la valeur de la tension avec celle mesurée par un voltmètre.

### 1.2.2 Mesure de résistance et de courant

Prenez une résistance de valeur nominale de 150 Ohms. Mesurez sa résistance *réelle* à l'aide de l'ohmmètre. Faites une conclusion (origine probable de la différence).

Appliquez une tension de 10 V à cette résistance (utilisez pour cela une plaquette Lap Dec, *c.f.* l'annexe). Mesurez le courant de la résistance à l'aide de l'ampèremètre.

Calculez la valeur théorique de ce courant. Comparez les deux valeurs obtenues.

## 2 Étude d'un circuit de courant continu

Dans cette partie nous vérifierons en pratique la validité des méthodes d'analyse des circuits, notamment de la méthode directe et de la méthode de superposition.

Nous proposons d'étudier le circuit présenté figure 4.

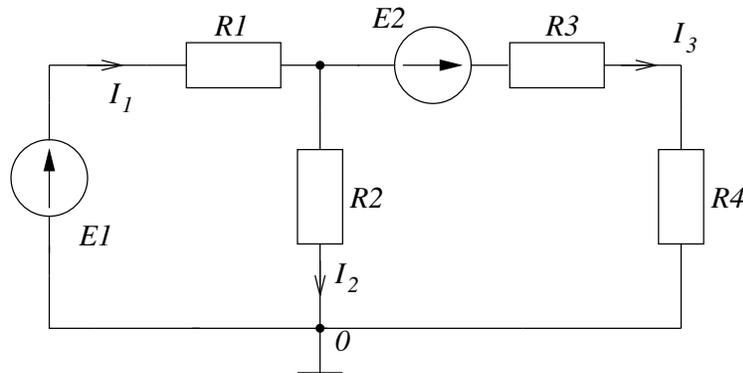


FIG. 4 – Circuit choisi pour l'étude.

Nous nous intéressons au courant  $I_3$  dans les résistances R3 et R4. Nous allons étudier, expérimentalement et théoriquement, la contribution des deux sources à la valeur d'intensité de ce courant.

### 2.1 Analyse théorique du circuit

Trouvez l'expression symbolique pour l'intensité du courant  $I_3$  (utilisez selon votre préférence soit la méthode directe, soit la méthode de superposition). Dans la formule finale, faites ressortir la contribution de chacune des sources (par exemple, sous forme  $I_3 = \alpha_1 E_1 + \alpha_2 E_2$ ). Calculez le courant

$I_3$  pour les valeurs suivantes :  $R_1 = R_2 = 1k\Omega$ ,  $R_3 = R_4 = 1.5k\Omega$ ,  $E_1 = 7V$ ,  $E_2 = 14V$ . Calculez également la contribution de chacune des sources, *i.e.* les valeurs numériques pour  $I_3^{E_1}$  et  $I_3^{E_2}$ .

## 2.2 Montage du circuit et mesures

Montez le circuit sur la plaquette Lab Dec en utilisant les éléments de valeurs données plus haut. Utilisez les deux sources de tension variables du générateur pour générer les tensions  $E_1$  et  $E_2$ .

Mesurez la contribution de chacune des sources. Pour cela, effectuez la mesure du courant de sortie avec seulement une des deux sources allumée. Pour éteindre l'autre, remplacez la par un court-circuit. Comparez les contributions mesurées avec les valeurs calculées. Commentez les différences éventuelles.

Branchez les deux sources dans le circuit et mesurez l'intensité du courant total. Comparez avec le résultat théorique.

## 3 Source de Thévenin équivalente

Nous allons étudier maintenant un circuit dipôle, *i.e.* accessible par deux de ces nœuds. Pour cela on modifie le circuit de la figure 4 en déconnectant la résistance  $R_4$ . Nous obtenons un dipôle accessible par les bornes 1 et 2 (*cf.* figure 5).

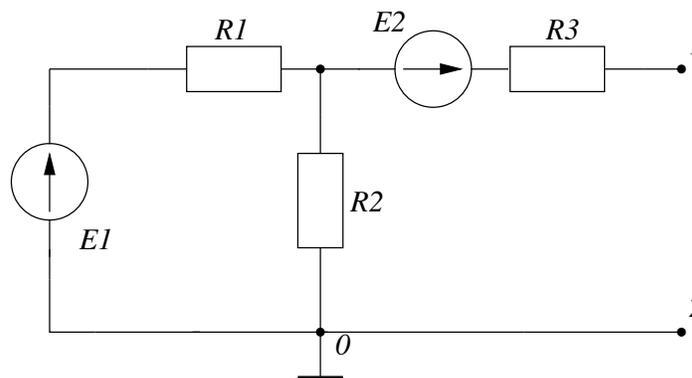


FIG. 5 – Circuit initial transformé en dipôle accessible par les bornes 1 et 2.

### 3.1 Calcul théorique des paramètres de la source équivalente

Calculez les paramètres de source de tension équivalente.

### 3.2 Extraction des paramètres de la source équivalente par expérience

Sur la plaquette, débranchez la résistance  $R_4$ . *Déterminez expérimentalement* les paramètres de la source de tension équivalente (on appliquera la méthode de court-circuit et de circuit ouvert).

Comparez avec les résultats des calculs.

### 3.3 Réalisation de la source équivalente

À partir de ces résultats de mesures réalisez une source de tension équivalente au dipôle étudié. Utilisez le générateur de tension pour réaliser une source idéale que vous placerez en série avec une résistance de valeur calculée. Une résistance avec la valeur nécessaire n'est pas forcément disponible au magasin ; ainsi, vous la réaliserez à l'aide des résistances disponibles.

Chargez cette source équivalente par la résistance  $R_4$  utilisée précédemment et mesurez le courant dans cette résistance. Comparez avec la valeur du courant  $I_4$  mesuré dans le circuit original de la figure 2. Faites la conclusion sur l'équivalence des deux circuits.

## 4 Quadripôles

Dans cette section nous allons étudier un circuit utilisé comme un quadripôle, *i.e.* accessible par quatre de ces bornes, dont deux servent de l'entrée, deux autres de la sortie.

Pour cela nous remplaçons la source E2 par un court-circuit, enlevons la résistance  $R_4$  et la source E1. Nous obtenons un quadripôle dont le schéma est donné figure 6. Soit ce quadripôle reçoit et génère une tension.

### 4.1 Calcul de gain avec et sans charge

Calculez le gain en tension avec et sans charge en utilisant pour la charge la résistance  $R_4$  de valeur 1.5 KOhms.

### 4.2 Mesure de gain

Mesurez le gain avec et sans charge en connectant à l'entrée du quadripôle une source générant une tension de 1 V : dans ce cas la tension mesurée en sortie donne directement le gain. Comparez les gains obtenus expérimentalement avec les valeurs théoriques.

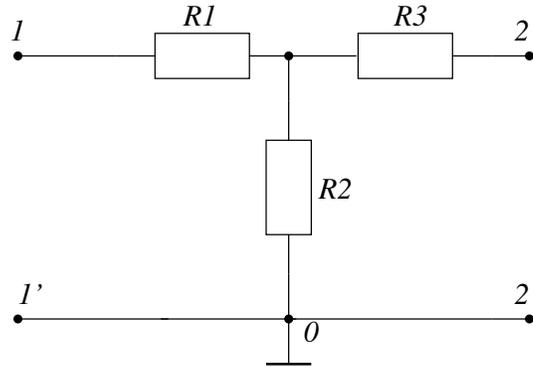


FIG. 6 – Circuit initial transformé en quadripôle accessible par les bornes 1, 1', 2 et 2' .

Comparez les gains avec et sans charge. Faites une hypothèse sur l'origine de la différence.

### 4.3 Calcul de la résistance de sortie

Calculez la résistance de sortie du quadripôle.

### 4.4 Mesure de la résistance de sortie

Mesurez la résistance de sortie du quadripôle en utilisant un ohmmètre (en éteignant, au préalable, la source d'entrée). Comparez cette résistance avec la résistance de charge ( $R_4$ ) qui a été utilisée pour mesurer le gain. Que pouvez-vous dire sur le type *effectif* de l'interface en sortie? Cette résistance de charge est-elle appropriée pour recevoir une tension générée par un tel quadripôle?