



Licence « Sciences pour l'ingénieur »

DS 2.3 - Énergétique et circuits électriques

TD 5 : Théorèmes des circuits

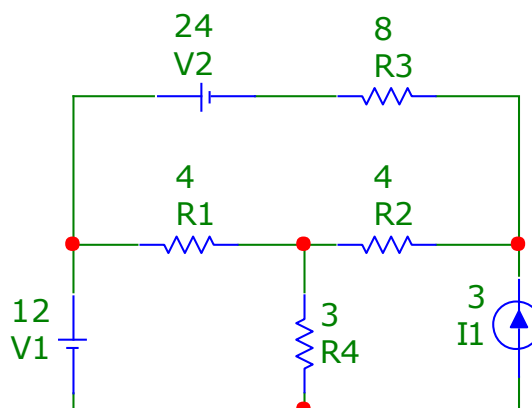
Franco FERRUCCI

franco.ferrucci@upf.pf

Remarque : certains circuits dans ce document ont été créés avec Microcap™. Comme dans la plupart des logiciels de type SPICE, les valeurs des composants sont indiquées sans unités dans le schéma.

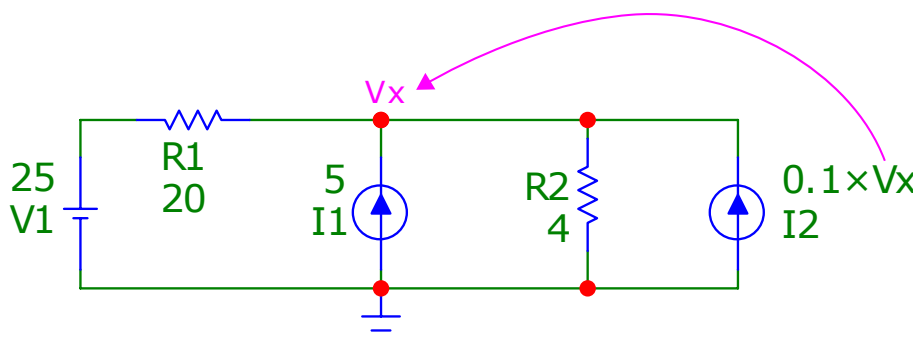
L'étudiant pourra en déduire l'unité en fonction du type de composant (résistance, source de tension, source de courant, etc.).

Exercice 5.1 (exemple 4.12, réf. [1]). Utiliser le principe de **superposition** pour calculer le courant à travers la résistance R4 (3 Ω) :



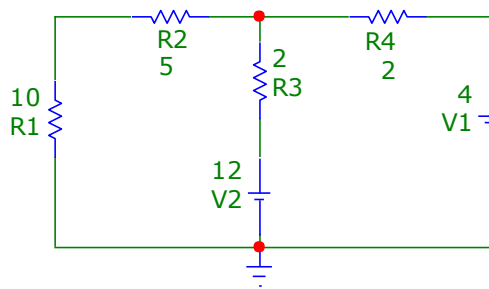
Réponse : 2A (vers le bas)

Exercice 5.2 (Fig. 4.11, réf. [1]). **Circuit avec une source de courant dépendante.** Utiliser le principe de **superposition** pour trouver la tension V_x :



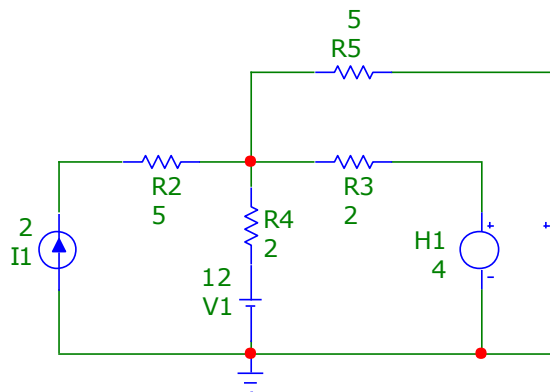
Réponse : $V_x = 31.25V$

Exercice 5.3. Appliquez le théorème de superposition pour calculer le courant à travers la source de tension **V2**. N'oubliez pas d'indiquer le sens du courant.



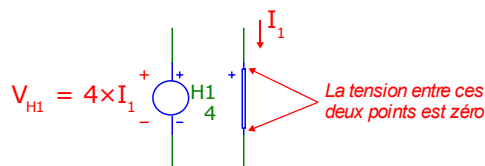
Réponse : 2.25A (vers le haut)

Exercice 5.4. Le schéma ci-dessous montre un circuit avec une source dépendante de tension **H1** du type « tension contrôlée par courant » (CCVS : Current-Controlled Voltage Source).



La valeur « 4 » indiquée sous l'étiquette du composant signifie que la tension de la source H1 est égale à 4 fois le courant qui traverse la branche de référence (notée I_1 sur le schéma).

Le composant H1 mesure la valeur du courant I_1 (sans perturber le circuit), et la tension délivrée par la source est donc : $V_{H1} = 4 \times I_1$. Remarque : la tension entre les deux points de mesure du courant est nulle.



Question : calculer la tension sur H1 en appliquant le théorème de superposition.

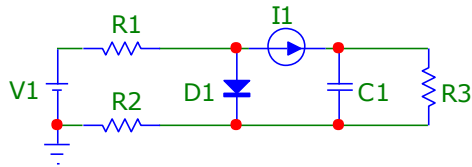
Réponse : $V_{H1} = 8V$.

Exercice 5.5. Circuits linéaires et non-linéaires. Indiquer si les circuits suivants son linéaires ou non-linéaires. Justifier les réponses.

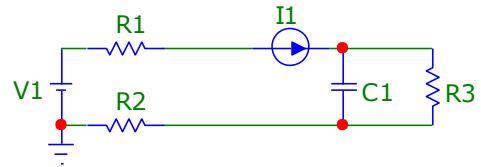
Rappel : dans le cours, nous avons précisé que les sources indépendantes doivent être considérées comme des entrées du circuit. Si les sources indépendantes sont considérées comme faisant partie du circuit, celui-ci devient **affine** : il ne respecte alors plus strictement les propriétés de superposition et d'homogénéité propres aux systèmes linéaires.

Cependant, **dans la pratique de l'analyse des circuits électriques, on considère généralement ces circuits comme linéaires** dès lors que tous les composants — à l'exception des sources indépendantes — sont linéaires (résistances, condensateurs, inductances, sources dépendantes linéaires, etc.).

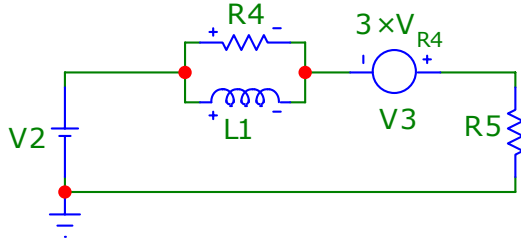
a.



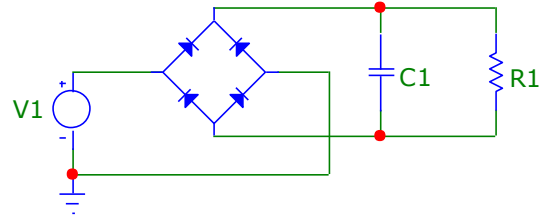
b.



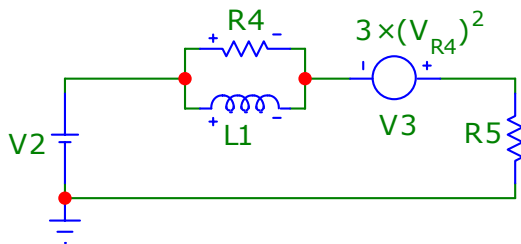
c.



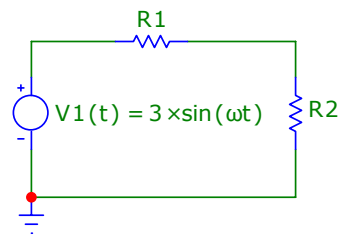
d.



e.

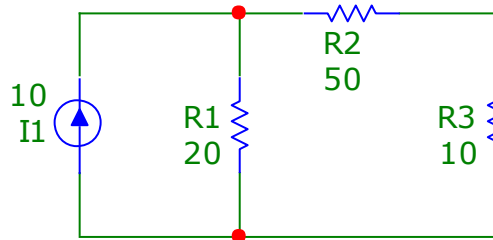


f.



Exercice 5.6. Dans le circuit indiqué ci-dessous, déterminer le circuit équivalent de **Thévenin**,

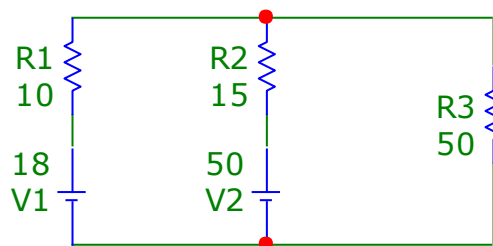
- vu par la résistance R_1 ; ensuite, calculer i_{R1} .
- vu par la résistance R_2 ; ensuite, calculer i_{R2} .
- vu par la résistance R_3 ; ensuite, calculer i_{R3} .



Réponses :

a. $V_{TH} = 600 \text{ V}$, $R_{TH} = 60 \Omega$, $i_{R1} = 7.5 \text{ A}$; b. $V_{TH} = 200 \text{ V}$, $R_{TH} = 30 \Omega$, $i_{R2} = 2.5 \text{ A}$; c. $V_{TH} = 200 \text{ V}$, $R_{TH} = 70 \Omega$, $i_{R3} = 2.5 \text{ A}$.

Exercice 5.7. Dans le circuit indiqué ci-dessous, déterminer le circuit équivalent de **Thévenin** vu par la résistance R_2 . Ensuite, calculer la tension v_{R2} et le courant i_{R2} . Utiliser le théorème de superposition pour calculer V_{TH} .



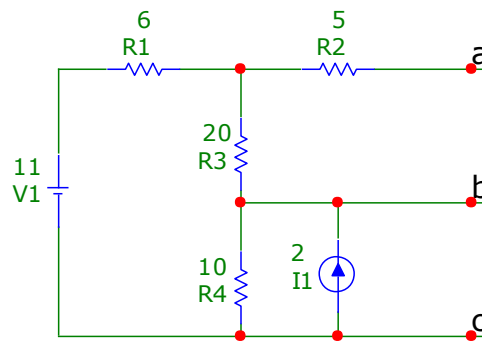
Réponse : $V_{TH} = 35 \text{ V}$ (ou -35 V), $R_{TH} = 8.333 \Omega$, $v_{R2} = 22.5 \text{ V}$ (ou -22.5 V), $i_{R2} = 1.5 \text{ A}$ (ou -1.5 A).

Exercice 5.8. Dans le circuit suivant, déterminer le circuit équivalent de **Thévenin** et **Norton** vu par les bornes :

a. « a-b »

b. « b-c »

c. « a-c »



Réponses :

a. $V_{TH,ab} = -5 \text{ V}$, $R_{TH} = 13.888 \Omega$, $I_N = -0.36 \text{ A}$

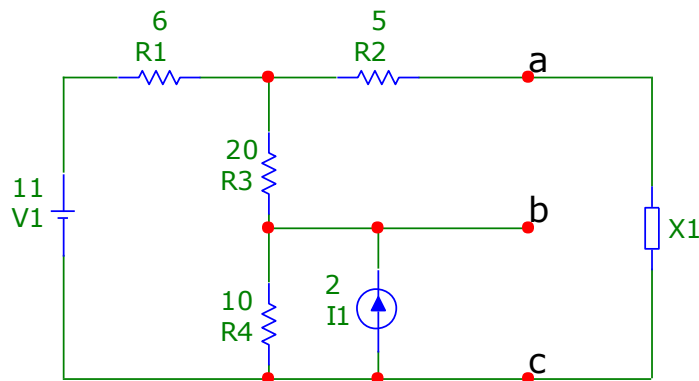
b. $V_{TH,bc} = 17.5 \text{ V}$, $R_{TH} = 7.222 \Omega$, $I_N = 2.4231 \text{ A}$

c. $V_{TH,ac} = 12.5 \text{ V}$, $R_{TH} = 10 \Omega$, $I_N = 1.25 \text{ A}$

Exercice 5.9. Le circuit de l'exercice 5.8 est utilisé pour connecter le composant **X1** entre les bornes **a** et **b**, comme montré dans le schéma ci-dessous.

La caractéristique tension-courant de X1 est $I_{X1} = 4.8 \times V_{X1}^2$.

- Indiquer si le composant X1 est linéaire ou non-linéaire.
- Peut-on toujours appliquer le théorème de Thévenin pour déterminer la tension et courant sur le composant X1 ?
- Si l'application du théorème de Thévenin est possible, déterminez la tension et le courant aux bornes du composant X1. Sinon, expliquez pourquoi ce n'est pas applicable dans ce cas.



Réponse : $V_{X1} = 0.5 \text{ V}$, $I_{X1} = 1.2 \text{ A}$.

Exercices complémentaires. Afin de renforcer votre compréhension des concepts étudiés, je vous suggère de travailler les exercices suivants, extraits de « Analyse des circuits électriques » Charles K Alexander - Matthew NO Sadiku (disponible à la Bibliothèque Universitaire).

4.3	4.12	4.41
4.4	4.14	4.43
4.6	4.39	4.45

Références :

- [1]. Analyse des circuits électriques - Charles K Alexander - Matthew NO Sadiku - 1e édition - janvier 2012. Titre original en Anglais : « Fundamentals of electric circuits », 7th edition (Disponible à la bibliothèque (BU) de l'UPF).