

Transformation de source

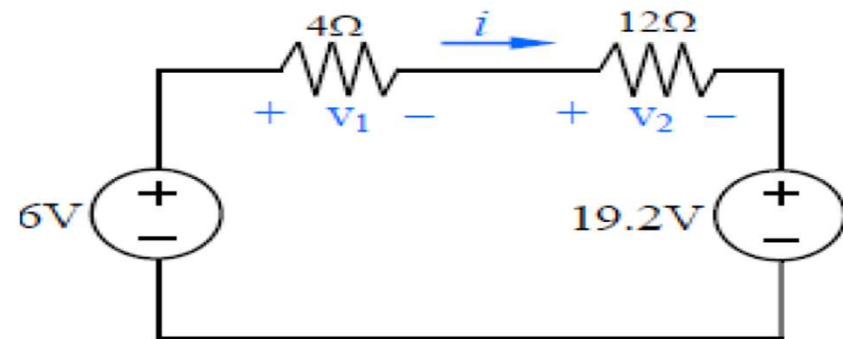
- **Exemple :** on veut calculer la puissance de la source de tension 6V sur le montage suivant:

On applique la loi des mailles :

$$6V - (4 + 12)i - 19,2V = 0$$

$$i = -0,825A$$

$$p = -vi = -6V(-0,825A) = 4,95W$$

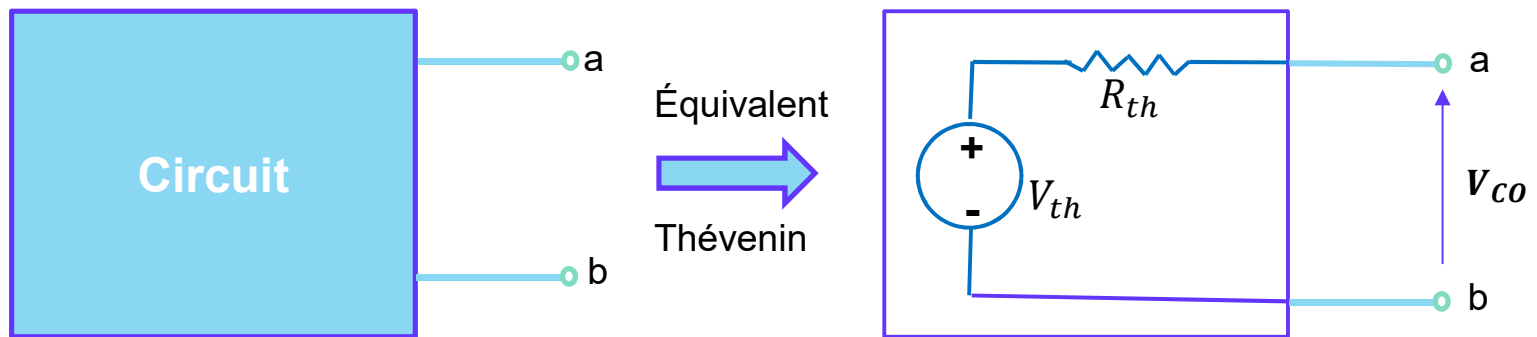


Équivalents de Thévenin et de Norton

- Les équivalents de Thévenin et de Norton sont une méthode utilisée pour simplifier l'analyse des circuits.
 - ✓ On emploie cette méthode lorsqu'on s'intéresse à la tension et au courant dans une seule branche du circuit.
 - ✓ Le reste du circuit n'est pas étudié en détail : on cherche simplement à connaître l'impact du circuit aux bornes considérées.
 - ✓ Thévenin → générateur de tension équivalent V_{th} en série avec une résistance R_{th} .
 - ✓ Norton → générateur de courant équivalent I_N en parallèle avec une résistance R_N .
 - ✓ Les deux modèles sont liés par : $V_{th} = I_N \times R_N$ et $R_{th} = R_N$.

Équivalents de Thévenin et de Norton

Équivalent de Thévenin



Équivalents de Thévenin et de Norton

Équivalent de Thévenin

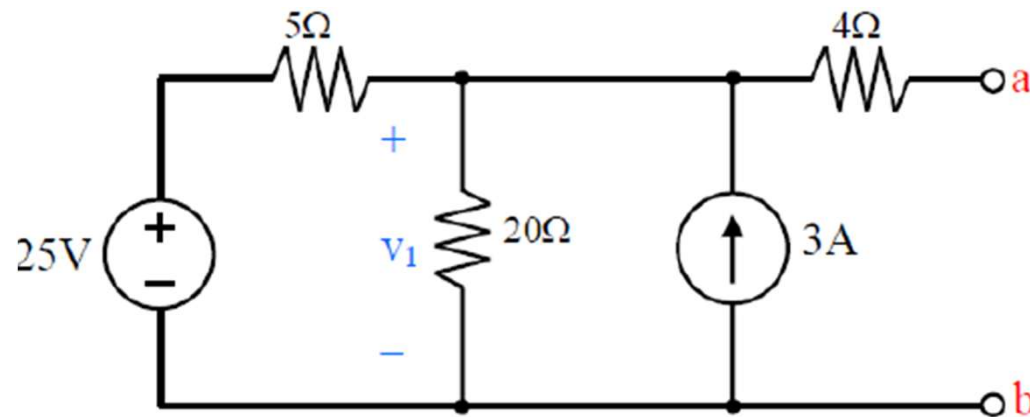
- **V_{th}** : la tension mesurée entre les bornes a et b, $V_{th} = V_{CO}$ (tension du circuit ouvert)
- Pour déterminer **R_{TH}** , on mesure le courant de court-circuit entre a et b.
- En plaçant un ampèremètre, on réalise un court-circuit : on mesure **i_{cc}** .
- La résistance de Thévenin se calcule alors par le rapport :

$$R_{th} = \frac{V_{CO}}{i_{cc}}$$

Équivalents de Thévenin et de Norton

Équivalent de Thévenin - Exemple

- Calculer l'équivalent de Thévenin entre les bornes a et b du circuit suivant :



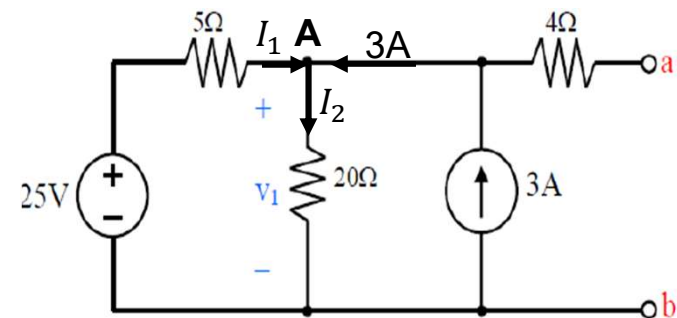
Équivalents de Thévenin et de Norton

Equivalent de Thévenin - Exemple

Calcul de la tension V_{th}

- On peut remarquer que $V_{th} = V_1$
- Loi des nœuds au nœud A : $I_1 + 3 = I_2$
- $I_1 = \frac{25-V_1}{5}$, $I_2 = \frac{V_1}{20}$
- $\frac{25-V_1}{5} + 3 = \frac{V_1}{20}$

➡ $V_{th} = V_1 = 32V$

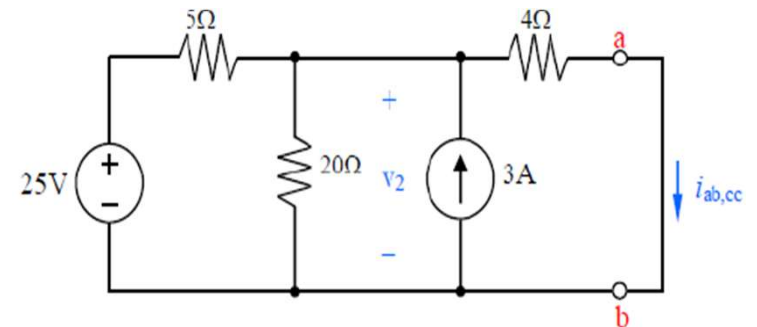


Équivalents de Thévenin et de Norton

Equivalent de Thévenin - Exemple

Calcul de la résistance R_{th}

- On applique un court-circuit entre les bornes a et b, ce qui donne le circuit ci-dessous :
- Le nœud du bas est pris comme référence (0 V).
- Le nœud supérieur (de potentiel V_1) est commun aux résistances de $5\ \Omega$, $20\ \Omega$, $4\ \Omega$ et à la source de courant de 3 A.



Équivalents de Thévenin et de Norton

Equivalent de Thévenin - Exemple

Calcul de la résistance R_{th}

- Équation nodale au nœud supérieur : $\frac{25-V_1}{5} + \frac{V_1}{20} - \frac{V_1-0}{4} - 3 = 0$

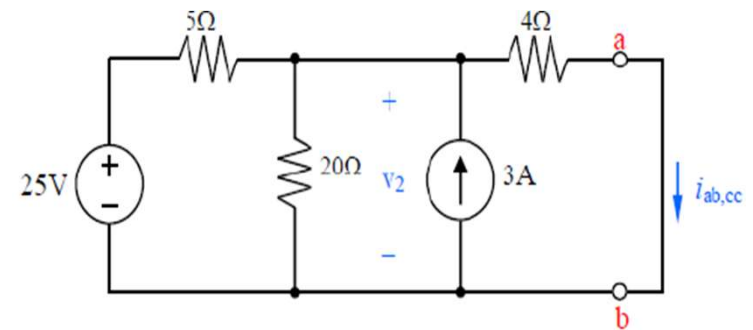
➡ $V_1 = 16V$

- Calcul du courant $i_{ab,cc}$

$$i_{ab,cc} = \frac{V_1 - 0}{4} = 4A$$

- La résistance R_{th}

$$R_{th} = \frac{V_{th}}{i_{ab,cc}} = \frac{32}{4} = 8\Omega$$

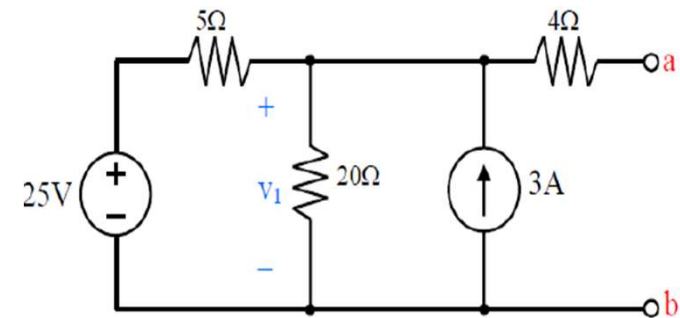


Équivalents de Thévenin et de Norton

Equivalent de Thévenin - Exemple

Calcul de la résistance R_{th}

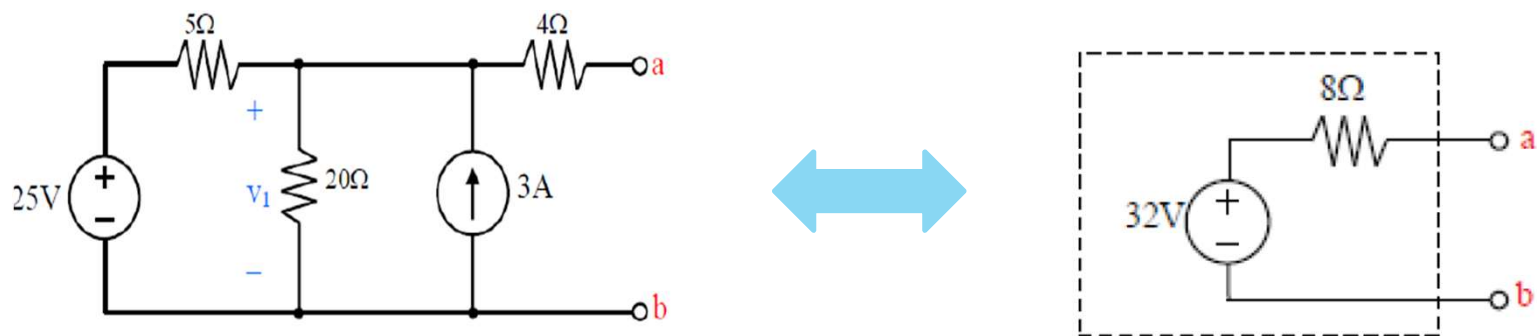
- Une autre manière pour déterminer R_{th}
 - ✓ S'il n'y a pas de sources dépendantes dans le circuit, on peut calculer R_{th} en remplaçant la source de tension par un court-circuit et la source de courant par un circuit ouvert.



$$R_{th} = 4\Omega + (5\Omega \parallel 20\Omega) = 4 + 4 = 8\Omega$$

Équivalents de Thévenin et de Norton

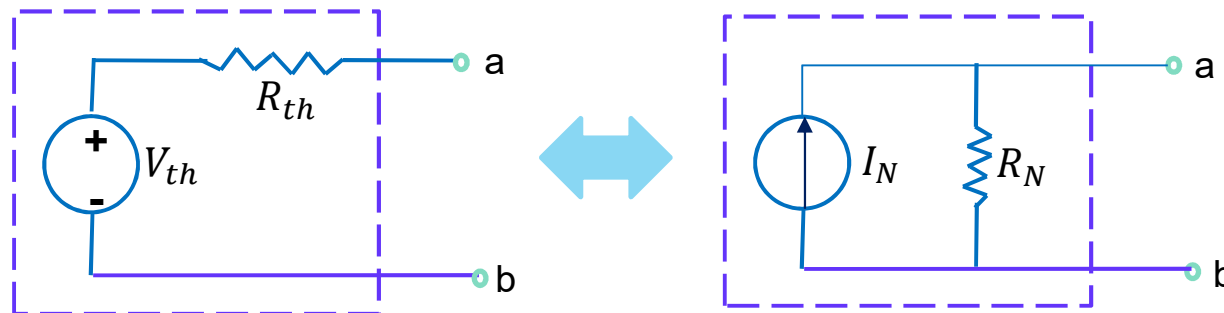
Equivalent de Thévenin - Exemple



Équivalents de Thévenin et de Norton

Équivalent de Norton

- L'équivalent Norton est une transformation directe de la source de l'équivalent Thévenin.
- Il s'agit d'une source de courant en parallèle avec une résistance.
- Dans l'exemple précédent, l'équivalent Norton serait :



$$R_N = R_{th} = 8\Omega$$

$$I_N = \frac{V_{th}}{R_N} = \frac{32}{8} = 4A$$

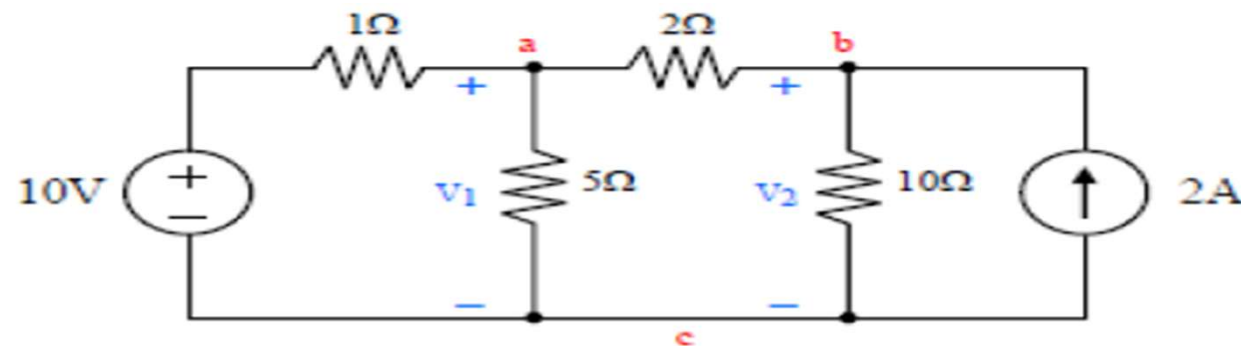
Équivalents de Thévenin et de Norton

Cas particulier : utilisation des sources dépendantes

- On peut faire des transformations de source pour obtenir l'équivalent de Thévenin ou de Norton lorsque le circuit ne contient pas de sources dépendantes.
- Si le circuit contient des sources dépendantes, on ne peut pas appliquer directement les transformations de source. Il faut alors utiliser les méthodes générales :
 - ✓ Lois de Kirchhoff (tensions et courants) ;
 - ✓ Méthode des nœuds ou des mailles ;
 - ✓ ...

Méthode des tensions des nœuds

- On démontrera la méthode des tensions de nœuds à l'aide d'un exemple, en utilisant le circuit de la figure suivante.



- Les étapes à suivre sont énumérées dans le diapo suivant.

Méthode des tensions des nœuds

1. **Identifier les nœuds essentiels** Ce sont les nœuds où trois éléments ou plus sont branchés ensemble. Dans ce cas, ce sont les nœuds a, b et c.
2. **Choisir une référence** Le plus souvent, la référence est le nœud du bas — ici, le nœud c.
3. **Exprimer les tensions de nœud** On décrit la tension entre les nœuds a et b par rapport au nœud de référence c. Ces tensions sont appelées tensions de nœud.
4. **Écrire les courants sortant de chaque nœud** Pour chaque nœud (a et b), on écrit le courant en fonction des tensions des nœuds.
5. **Faire la somme des courants qui sortent de chaque nœud**, et écrire ces équations en fonction des tensions des nœuds.

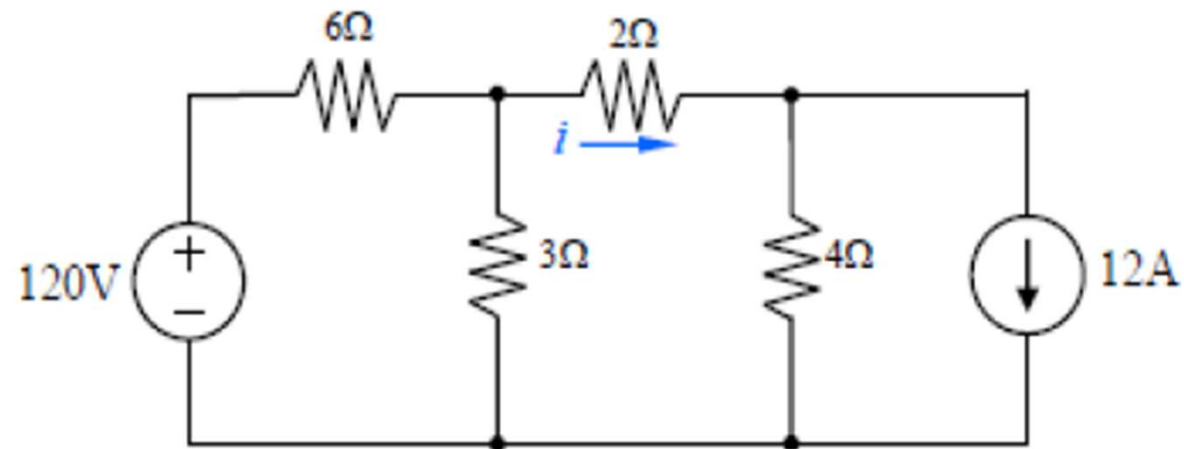
Théorème de superposition

- Lorsqu'on analyse un circuit par superposition :
 - ✓ on désactive toutes les sources sauf une ;
 - ✓ on remplace une source de tension indépendante par un court-circuit ;
 - ✓ on remplace une source de courant indépendante par un circuit ouvert.
- Ainsi, on peut analyser un circuit une source à la fois, et la **réponse finale** (tension ou courant) est la somme des réponses individuelles.

Théorème de superposition

Exemple

- Calculer le courant i dans le circuit suivant en utilisant le théorème de superposition



Théorème de superposition

Exemple

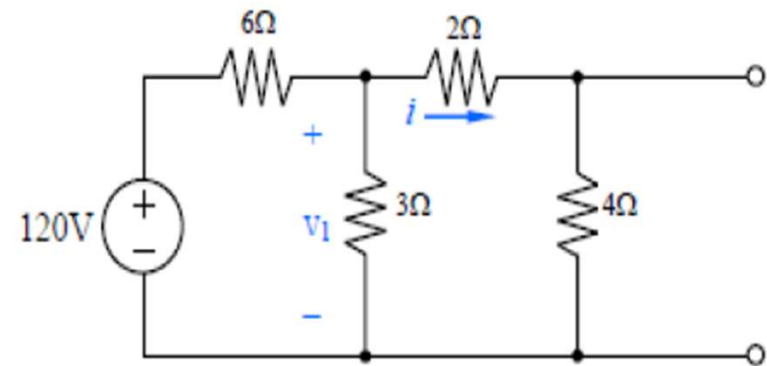
1. On ouvre la branche portant la source de courant et on analyse le circuit ne contenant que la source de tension.

- La méthode de tensions des nœuds:

$$\frac{V_1 - 120}{6} + \frac{V_1}{3} + \frac{V_1}{2+4} = 0 \Rightarrow V_1 = 30 \text{ V}$$

- Le courant dans la branche contenant la source de tension est :

$$i' = \frac{V_1}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ A}$$



Théorème de superposition

Exemple

2. On remplace la source de tension par un court-circuit :

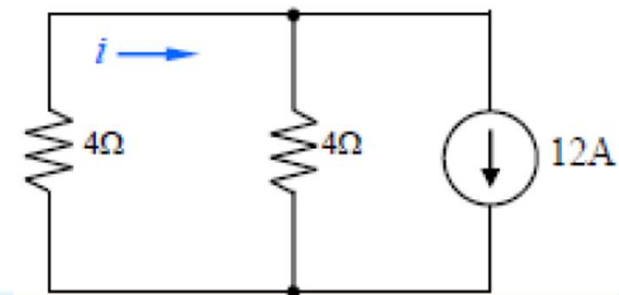
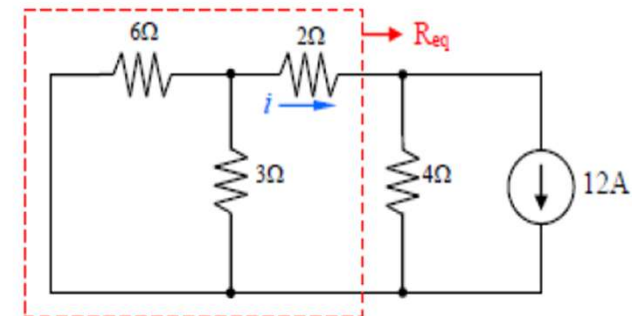
$$R_{eq} = (6\Omega \parallel 3\Omega) + 2\Omega = 4\Omega$$

- Le circuit réduit devient alors un diviseur de courant à deux branches :

$$i'' = \frac{4}{4+4} \times 12 = 6A$$

- Le courant total i est :

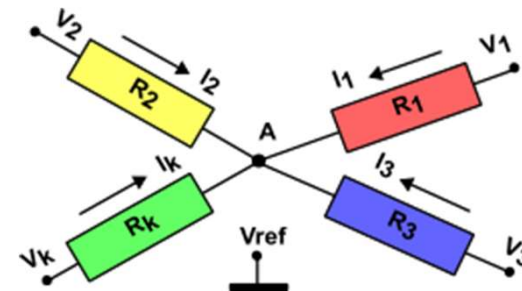
$$i = i' + i'' = 5A + 6A = 11A$$



Théorème de Millman

- Le théorème de Millman est tout simplement la loi des nœuds exprimée en termes de potentiels.
- On considère un nœud A auquel aboutissent k branches. Les potentiels V_i des extrémités des branches sont tous définis par rapport à un même potentiel de référence V_{ref} .
- Soit R_i la résistance de la branche i et $G_i = 1/R_i$ sa conductance. Le potentiel au nœud A est donné par :

$$V_A = \frac{\sum_{i=1}^k G_i V_i}{\sum_{i=1}^k G_i}$$



Théorème de Millman

Exemple

- On considère le schéma de la figure suivante et on prend le point M comme origine des potentiels :

$$V_B = 12\text{ V}, \quad V_C = -20\text{ V}, \quad V_M = 0\text{ V}.$$

- Le potentiel au nœud A par rapport à M est donné par le théorème de Millman :

$$V_{AM} = \frac{\frac{V_B}{10} + \frac{V_C}{15} + \frac{V_M}{10}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{10}}$$

