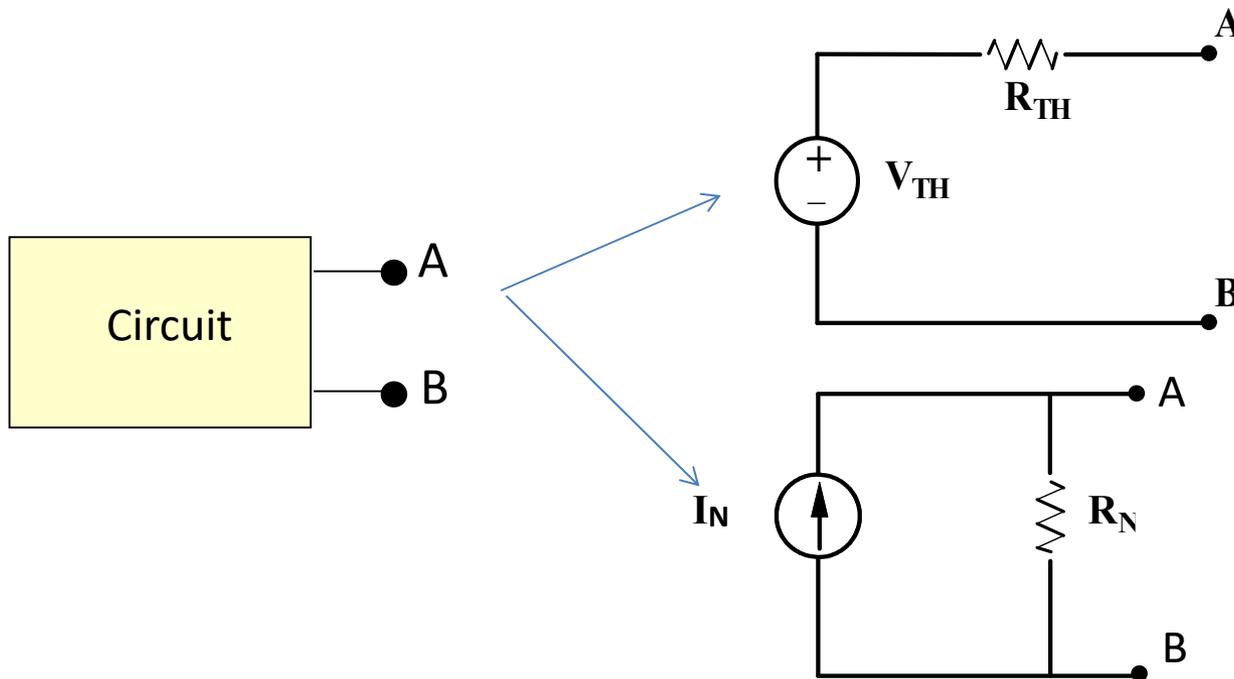


Circuits équivalents de Thévenin et de Norton

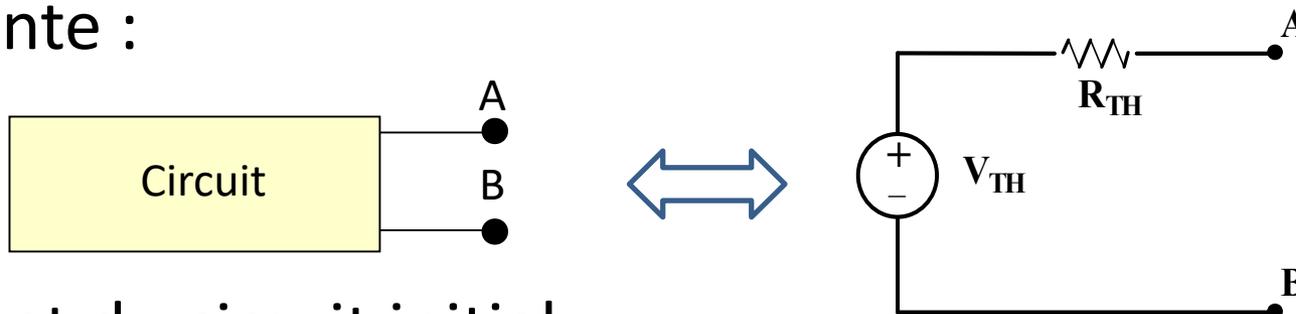
Introduction

- Permettent de réduire un circuit électrique contenant un nombre arbitraire de composants à une source de courant ou de tension et une résistance



Théorème de Thévenin

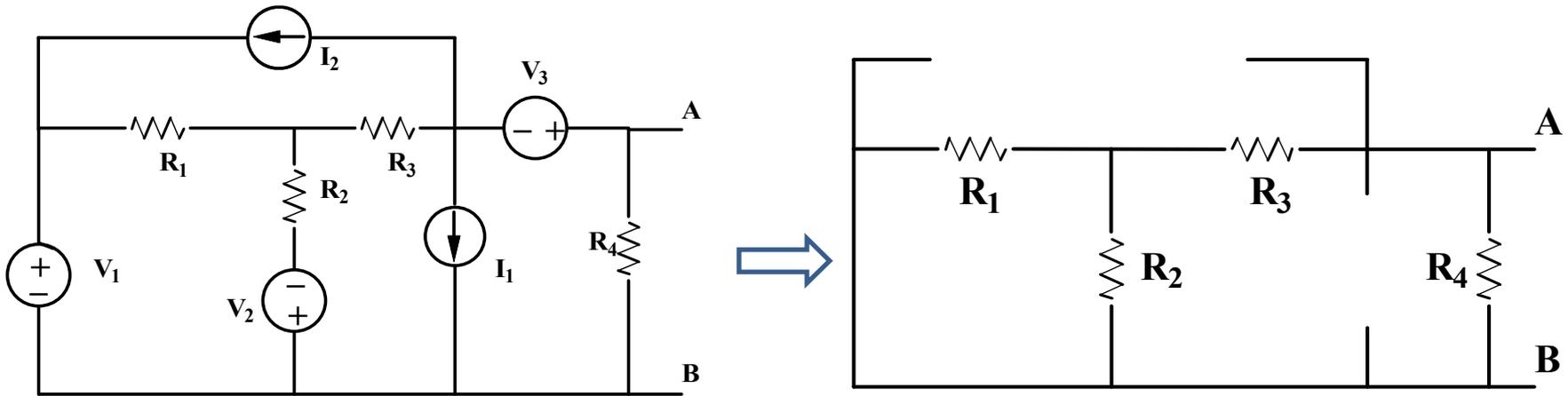
- Le Théorème de Thévenin permet la substitution suivante :



Partant du circuit initial :

- V_{TH} = tension mesurée entre A et B
- R_{TH} = résistance mesurée entre A et B en l'absence de toute source idéale de tension ou de courant
 - *On annule une source de tension en reliant ses bornes*
 - *On annule une source de courant en l'enlevant du circuit*

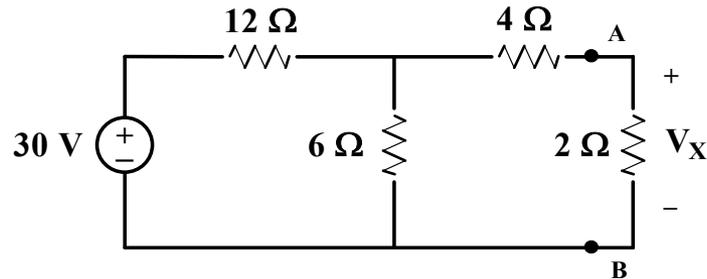
Exemple de détermination de R_{TH}



$$R_{Th} = ((R_1 // R_2) + R_3) // R_4$$

Exemple d'équivalent de Thévenin

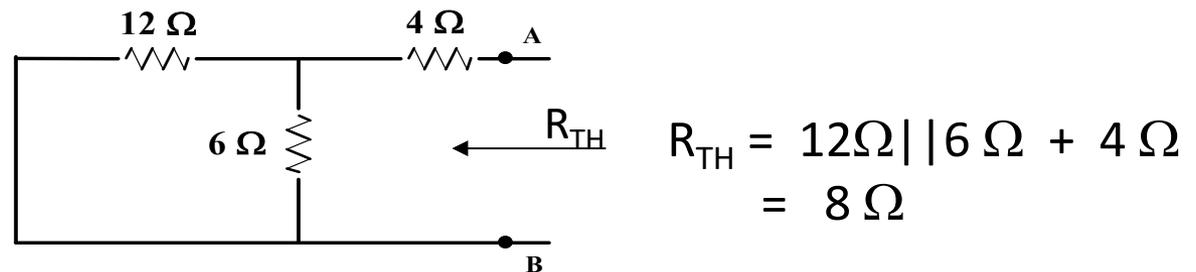
- Considérer le circuit suivant avec et sans charge :



- Dans la version sans charge, aucun courant ne circule dans la résistance de 4 Ω. On a donc un simple diviseur de tension et

$$V_{Th} = V_{AB} = \frac{6\Omega}{6\Omega + 12\Omega} 30V = 10V$$

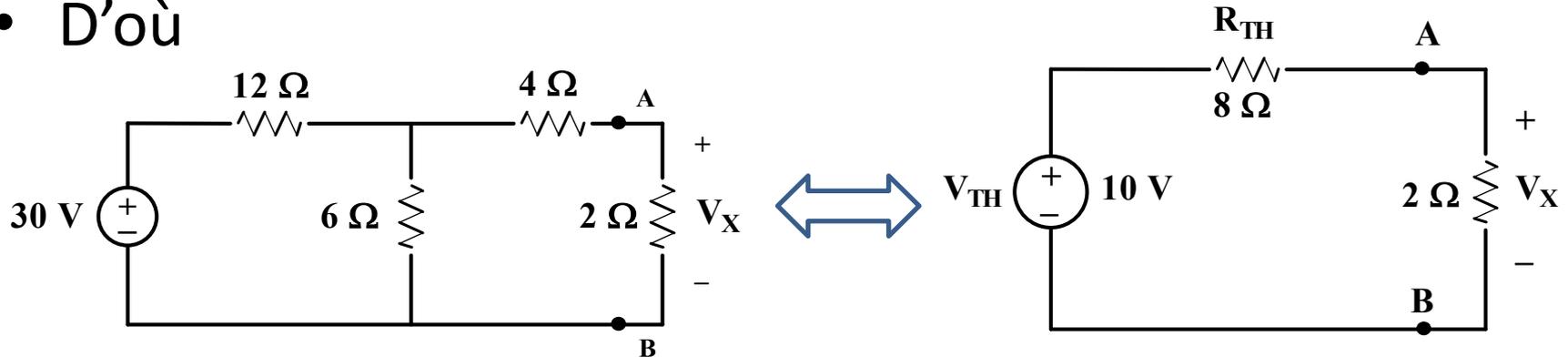
- On a pour R_{Th}



$$\begin{aligned} R_{Th} &= 12\Omega \parallel 6\Omega + 4\Omega \\ &= 8\Omega \end{aligned}$$

Exemple d'équivalent de Thévenin

- D'où

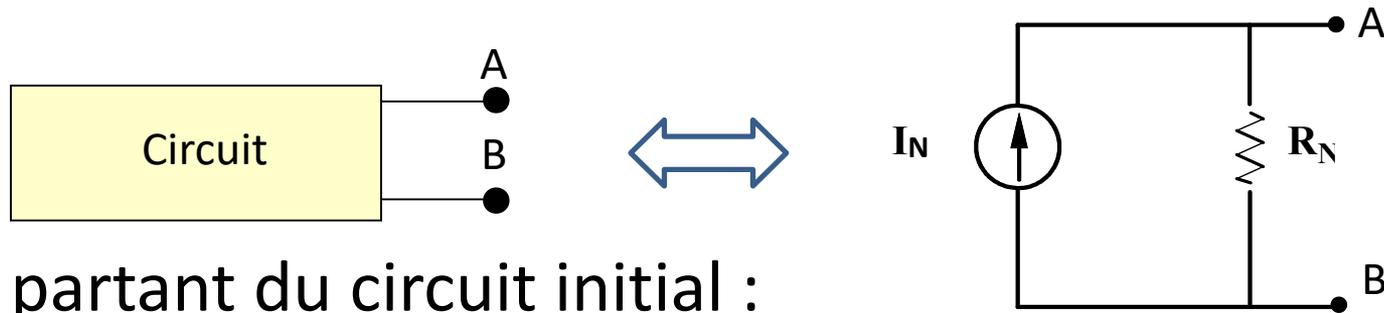


- Partant de l'équivalent de Thévenin, on peut facilement déterminer la tension et le courant de charge, ainsi que la puissance qui y est dissipée :

$$I_x = \frac{10V}{2\Omega + 8\Omega} = 1A, \quad V_x = 2 \cdot 1 = 2V,$$

Théorème de Norton

- Le Théorème de Norton permet la substitution suivante :



Où, partant du circuit initial :

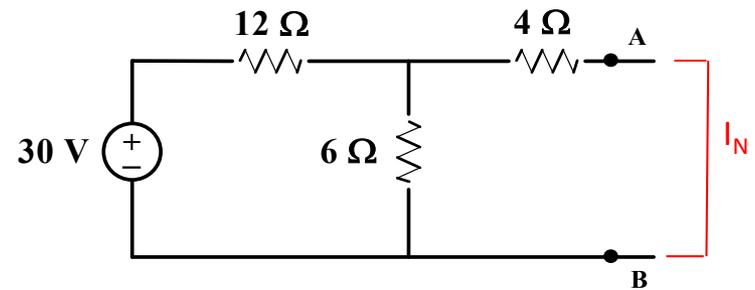
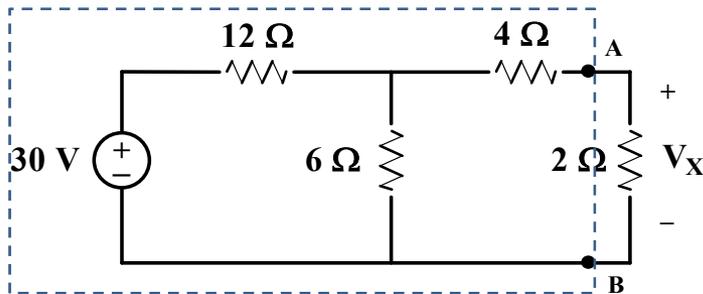
- I_N = Courant de court-circuit entre A et B (en les reliant)
 - Peut être trouvé facilement si on connaît l'équivalent de Thévenin:

$$I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}} \quad (\text{et vice-versa!})$$

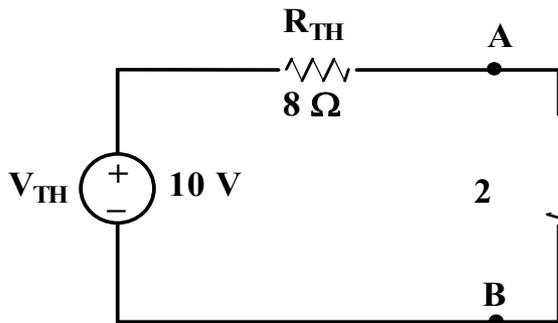
- $R_N = R_{Th}$

Exemple d'équivalent de Norton

- Considérer le circuit suivant avec et sans charge :

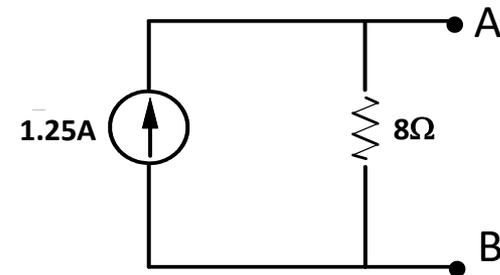


- I_N et R_N par l'équivalent de Thévenin



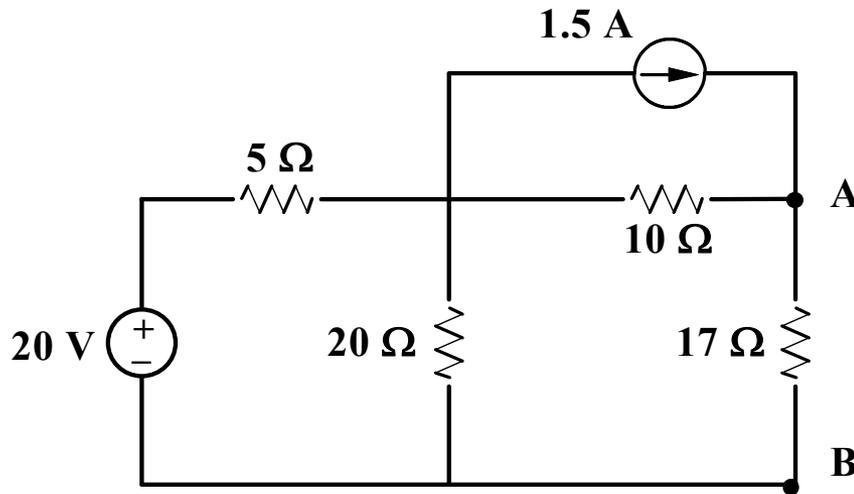
$$I_N = \frac{10V}{8\Omega} = 1.25A$$

$$R_N = 8\Omega$$



Exemple application

- Trouver les équivalents de Thévenin et de Norton entre les points A et B du circuit :



$$V_{TH} = 31V$$

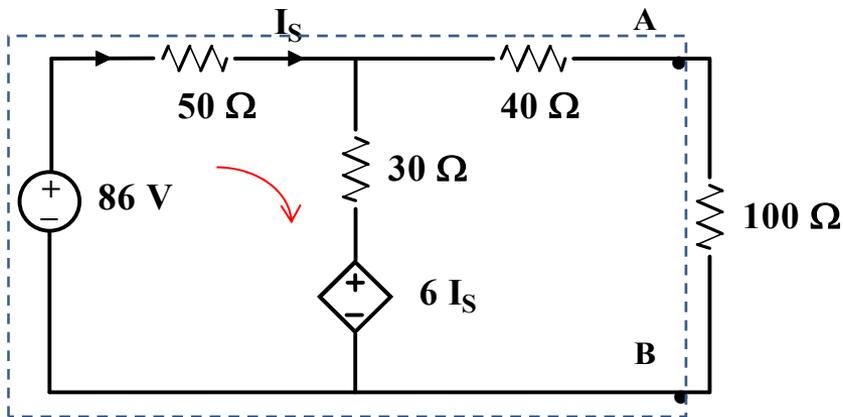
$$R_{TH} = R_N = 14\Omega$$

$$I_N = 31/14A$$

$$I_{AB} = \frac{31V}{14\Omega + 17\Omega} = 1A, V_{AB} = 17 \cdot 1 = 17V$$

Circuits avec sources dépendantes

- La méthode pour calculer R_{TH} (R_N) est modifiée : On annule les sources indépendantes et on applique une tension externe entre A et B. Le rapport de cette tension et du courant qu'elle génère donne R_{TH} (R_N).



- V_{Th} entre A et B

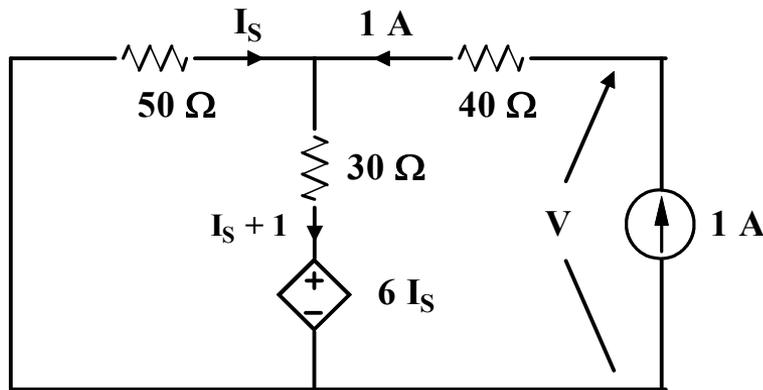
$$-86 + 80I_S + 6I_S = 0 \rightarrow I_S = 1A$$

$$V_{AB} = 6I_S + 30I_S = \rightarrow 36V$$

- R_{Th} entre A et B :

Circuits avec sources dépendantes

- R_{Th}



On a :

$$50I_s + 30(I_s + 1) + 6I_s = 0$$

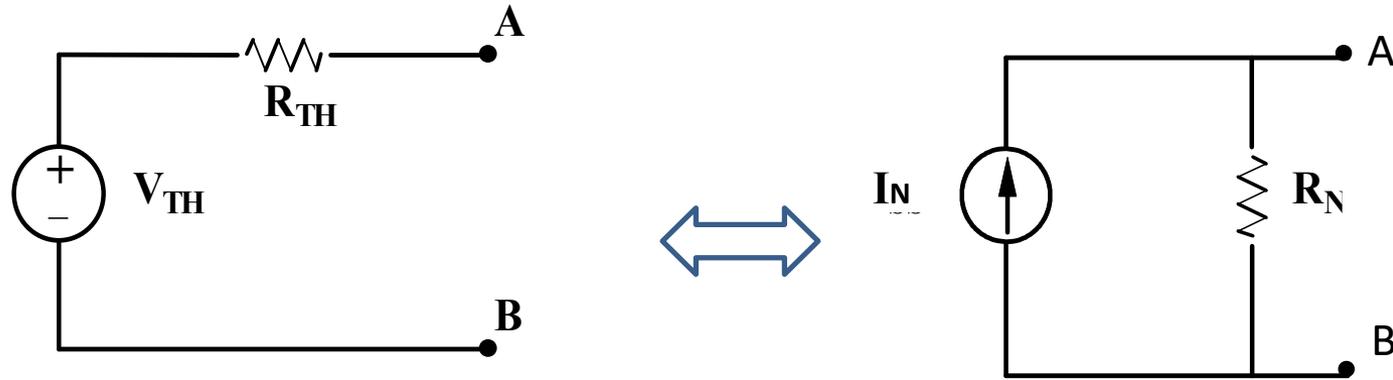
D'où :

$$I_s = \frac{-15}{43} \text{ A}$$

On a alors pour la maille externe :

$$50\left(\frac{-15}{43}\right) - 1(40) + V = 0 \quad \text{ou } V = 57.4 \text{ V} \quad \Rightarrow \quad R_{TH} = \frac{V}{I} = \frac{V}{1} = 57.4 \Omega$$

Conversion Thévenin-Norton



$$V_{Th} = R_N I_N$$

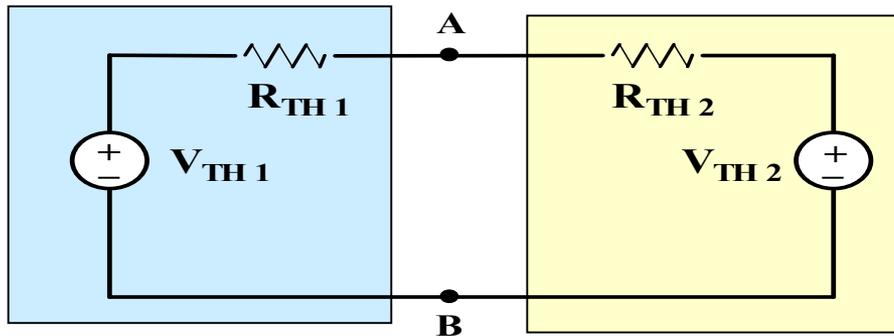
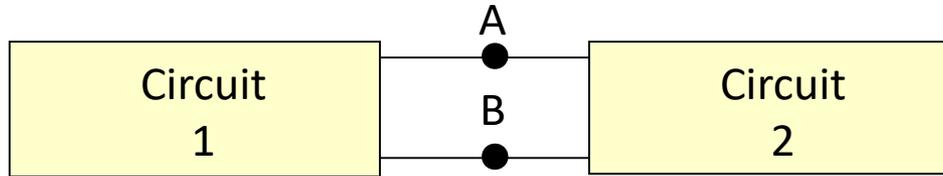
$$R_{Th} = R_N$$

$$I_N = V_{Th} / R_{Th}$$

$$R_N = R_{Th}$$

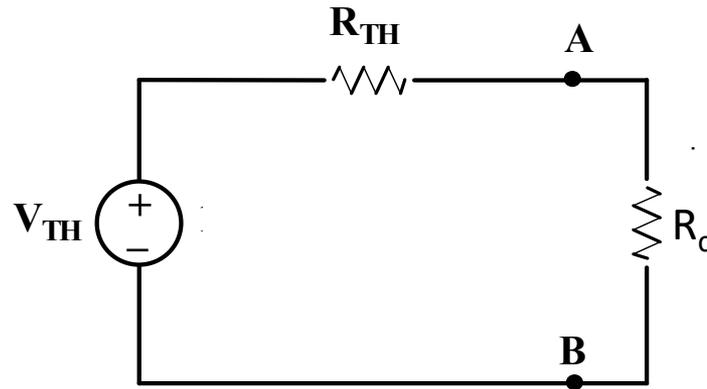
- L'équivalent de Thévenin est préférable quand R_{Th} est petit ($< 100 \Omega$), celui de Norton lorsque R_N est grand ($> 1 M\Omega$)

Circuit source et circuit charge



- Généralement $V_{Th2}=0$ et les deux circuits forment un diviseur de tension

Transfert maximum



$$V_{AB} = \frac{R_c}{R_c + R_{Th}} V_{Th} \quad P_{AB} = \left(\frac{R_c}{R_c + R_{Th}} V_{Th} \right) \left(\frac{V_{Th}}{R_c + R_{Th}} \right) = \frac{R_c}{(R_c + R_{Th})^2} V_{Th}^2$$

- V_{AB} max quand $R_C \gg R_{Th}$; P_{AB} max quand $R_C = R_{Th}$
- Pour l'équivalent de Norton, I_C max quand $R_C \ll R_N$