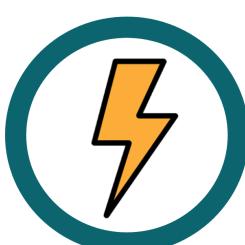


Cours 0 : Révisions ING1



Révisions ING1

I. Les sources

- A. Toutes les sources
- B. Transformation des sources

II. Lois fondamentales

- A. Loi d'Ohm
- B. Lois de Kirchhoff

III. Les diviseurs

IV. Les méthodes d'analyse

- A. Méthode des noeuds
- B. Méthode des mailles

V. Les grands théorèmes

- A. Superposition
- B. Millman
- C. Thévenin
- D. Norton

VI. L'amplificateur opérationnel idéal

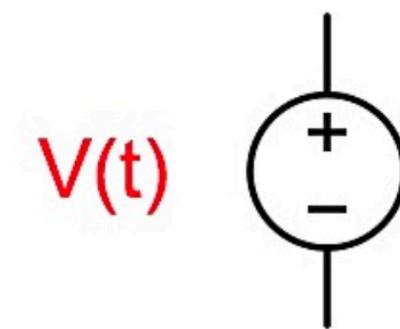
- A. Caractéristique
- B. Montages fondamentaux



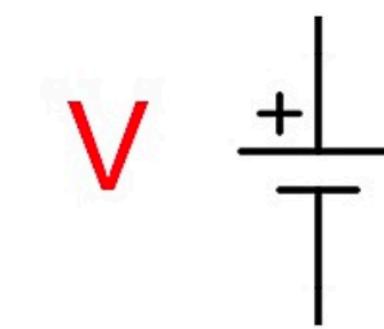
Les sources

Révisions ING1

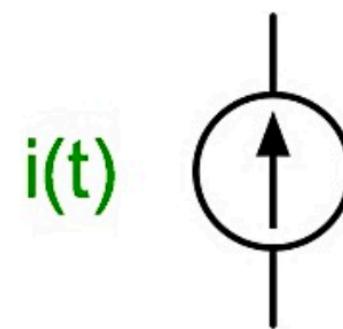
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux



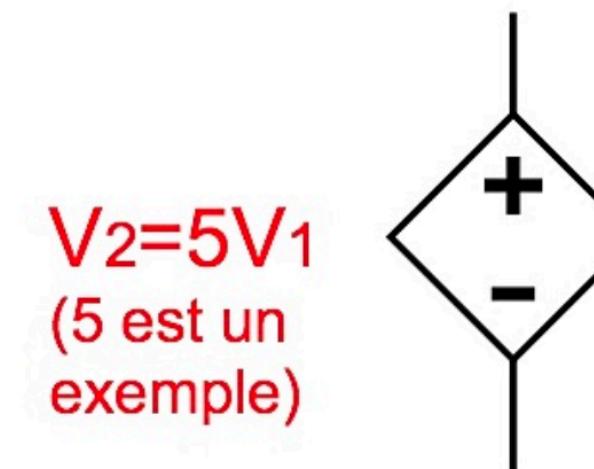
Source indépendante
de tension continue ou
variable au cours du temps



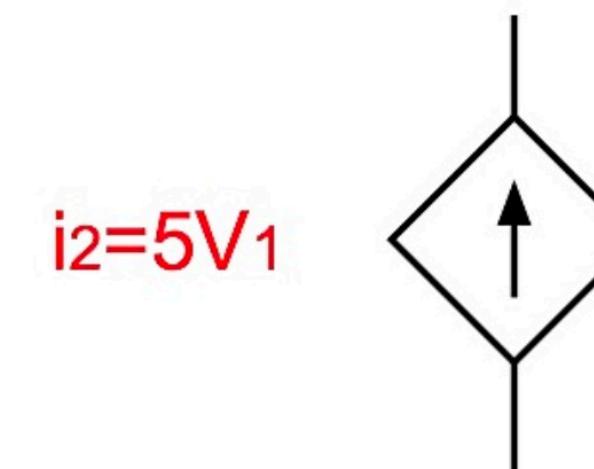
Source indépendante
de tension continue
(exemple : batterie)



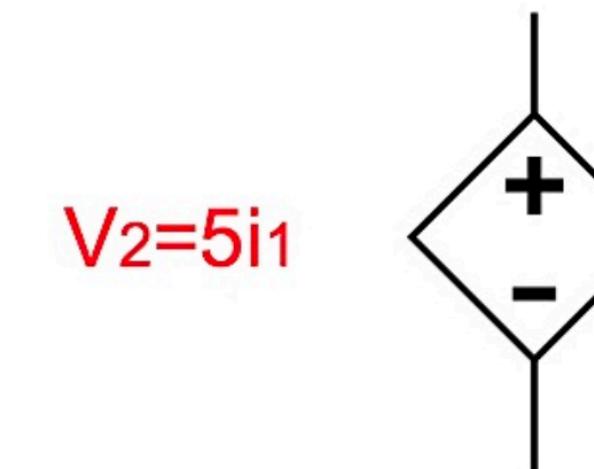
Source indépendante
de courant



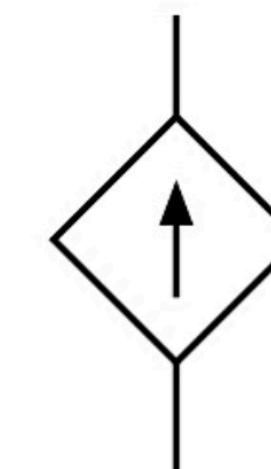
Source dépendante
de tension
commandée en tension



Source dépendante
de courant
commandée en tension



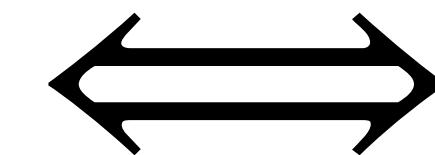
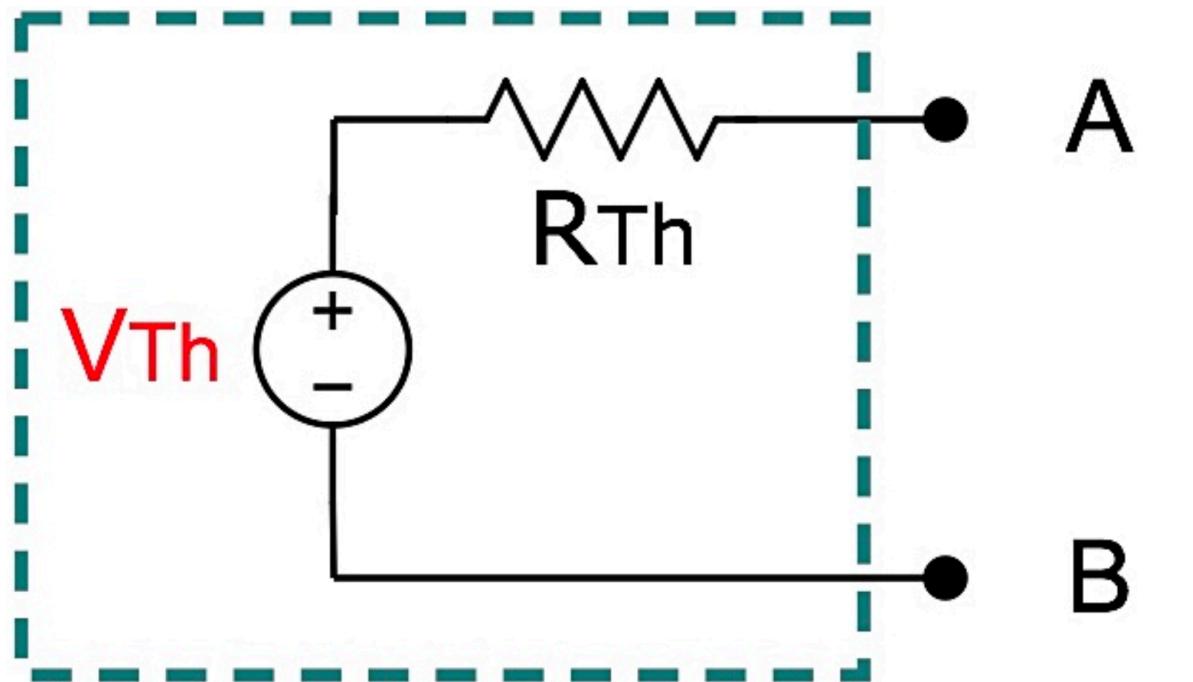
Source dépendante
de tension
commandée en courant



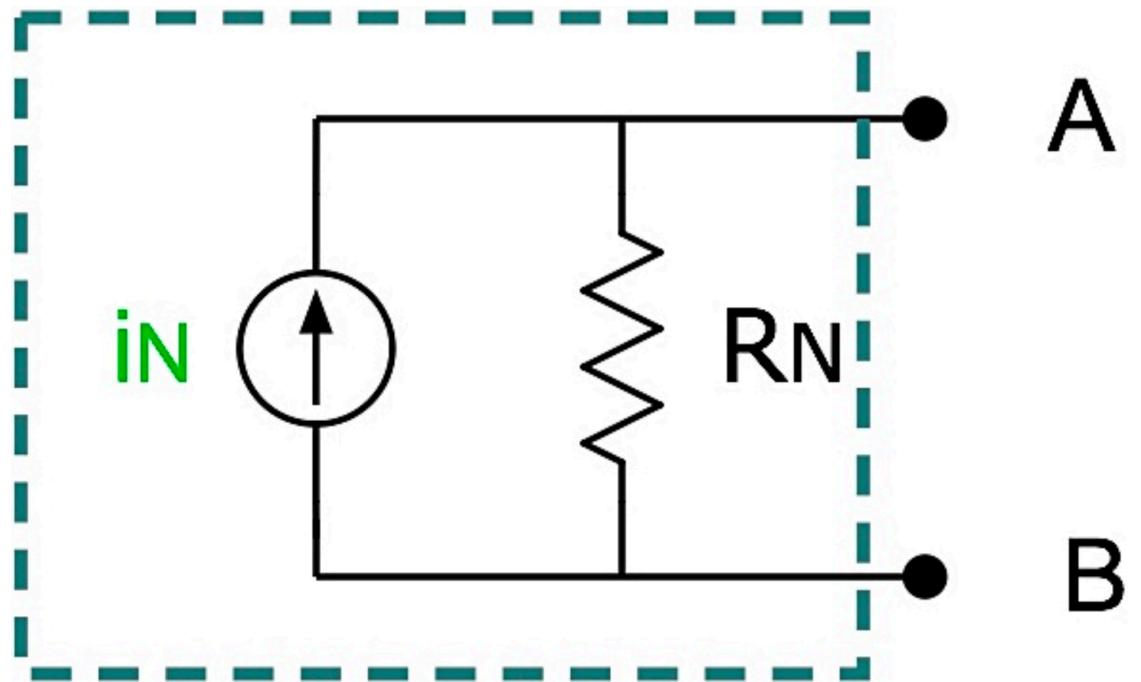
Source dépendante
de courant
commandée en courant

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux



M.E.T.
Générateur de Thevenin =
générateur de tension



M.E.N.
Générateur de Norton =
générateur de courant

Connaissant R_N et i_N , on peut calculer
les éléments du générateur de tension

$$V_{Th} = R_N i_N$$

$$R_{Th} = R_N$$

Connaissant R_{Th} et V_{Th} , on peut calculer
les éléments du générateur de courant

$$i_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}}$$

$$R_N = R_{Th}$$

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Les lois fondamentales

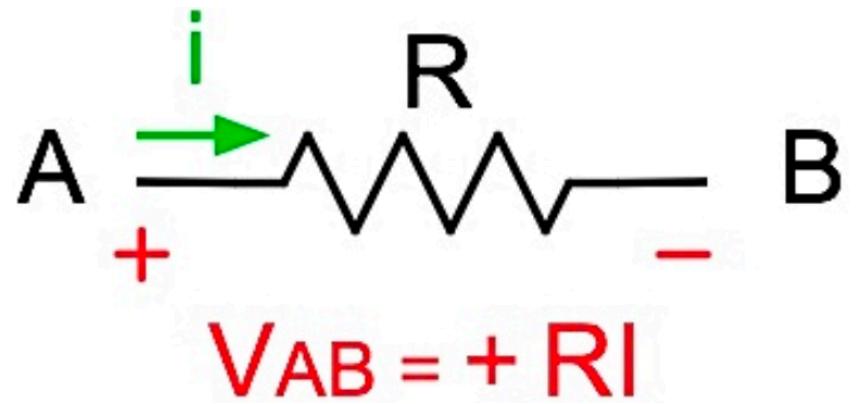


Gustav Kirchhoff
1824-1887

Révisions ING1

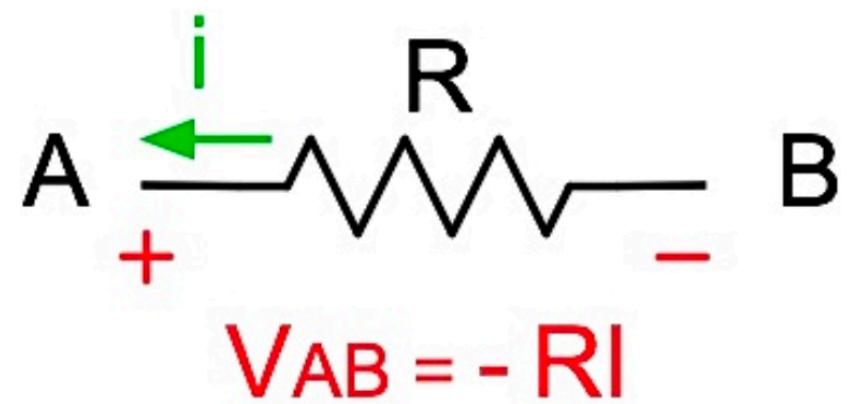
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

1ère formulation



$$V_{AB} = + RI$$

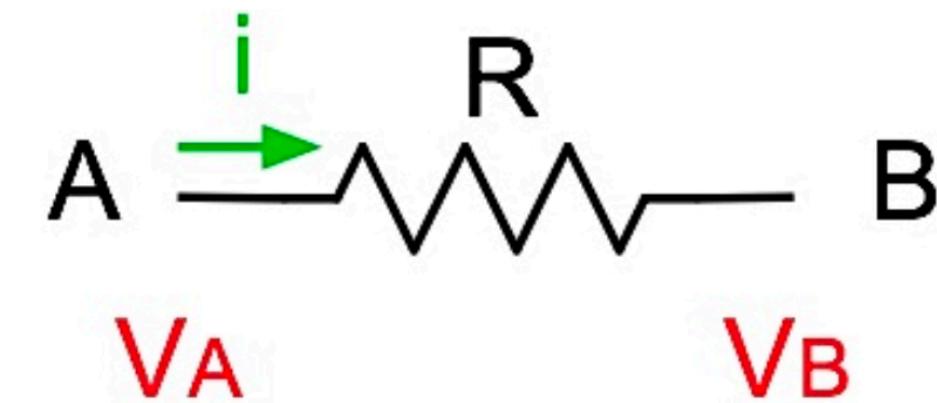
Si l'intensité i entre par la borne positive, la loi d'Ohm s'écrit avec le signe (+)



$$V_{AB} = - RI$$

Si l'intensité i entre par la borne négative, la loi d'Ohm s'écrit avec le signe (-)

2nde formulation



$$i = \frac{\text{potentiel d'où vient } i - \text{potentiel où va } i}{R}$$

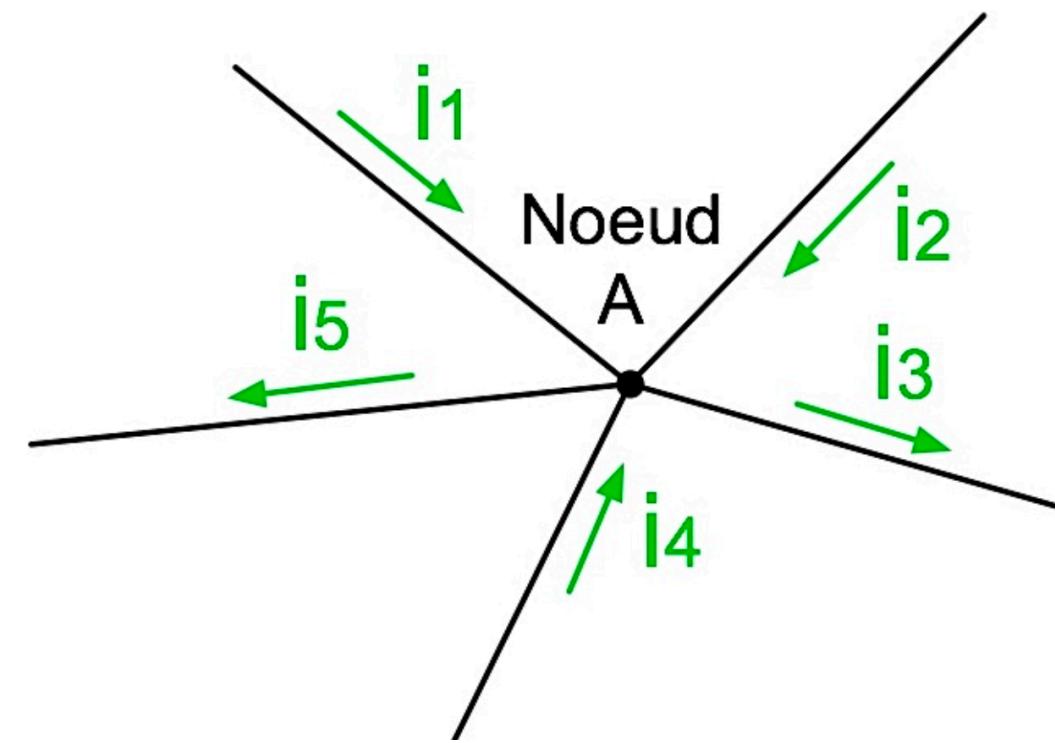
$$i = \frac{V_A - V_B}{R}$$

Cette écriture ne fait intervenir que les potentiels. Avantage : La relation ne s'intéresse pas au sens du courant par rapport au sens de la tension.

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

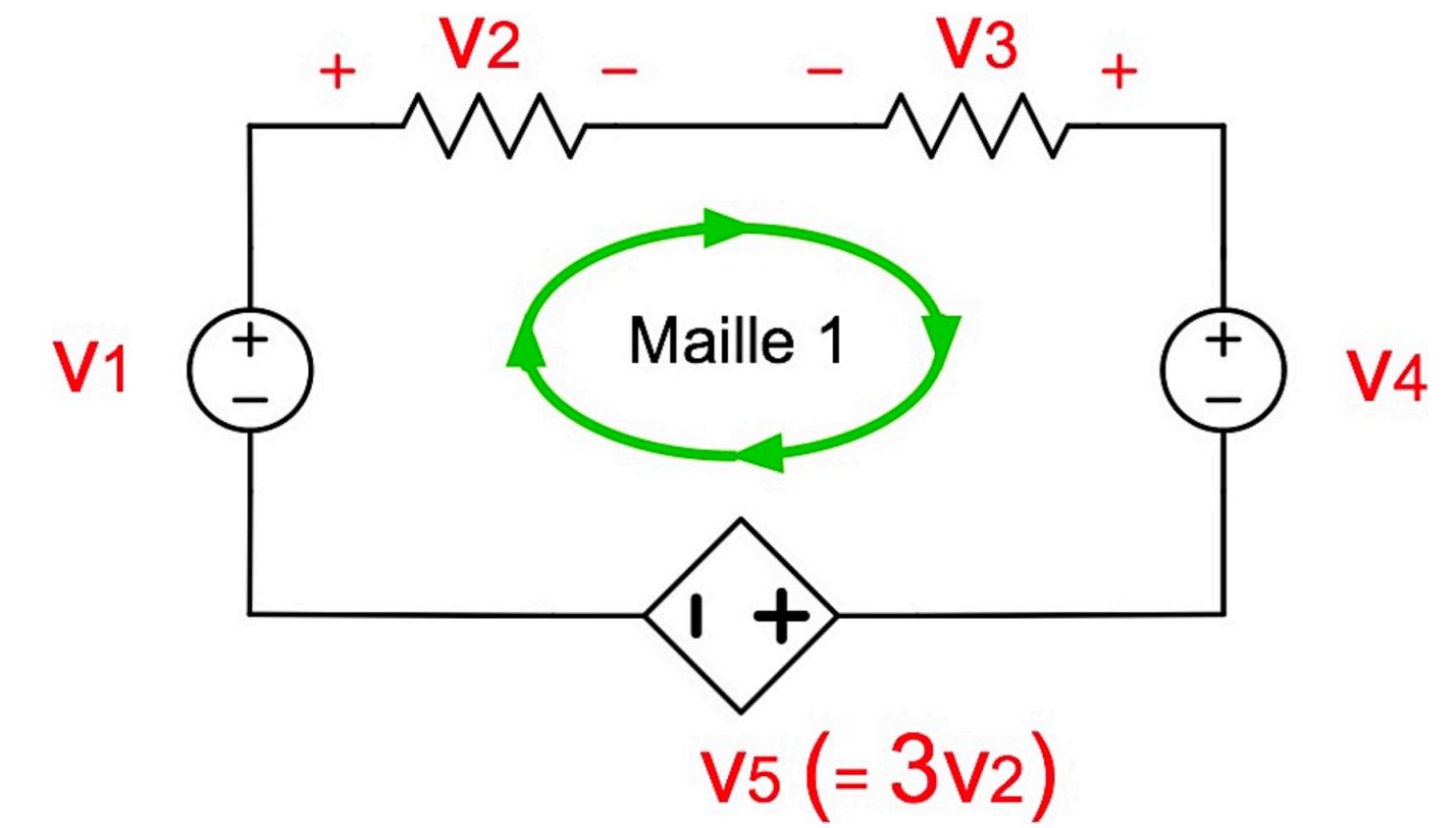
Loi des noeuds



La somme des intensités des courants entrants par un nœud est égale à la somme des intensités des courants sortants par le même nœud.

$$i_1 + i_2 + i_4 = i_3 + i_5$$

Loi des mailles



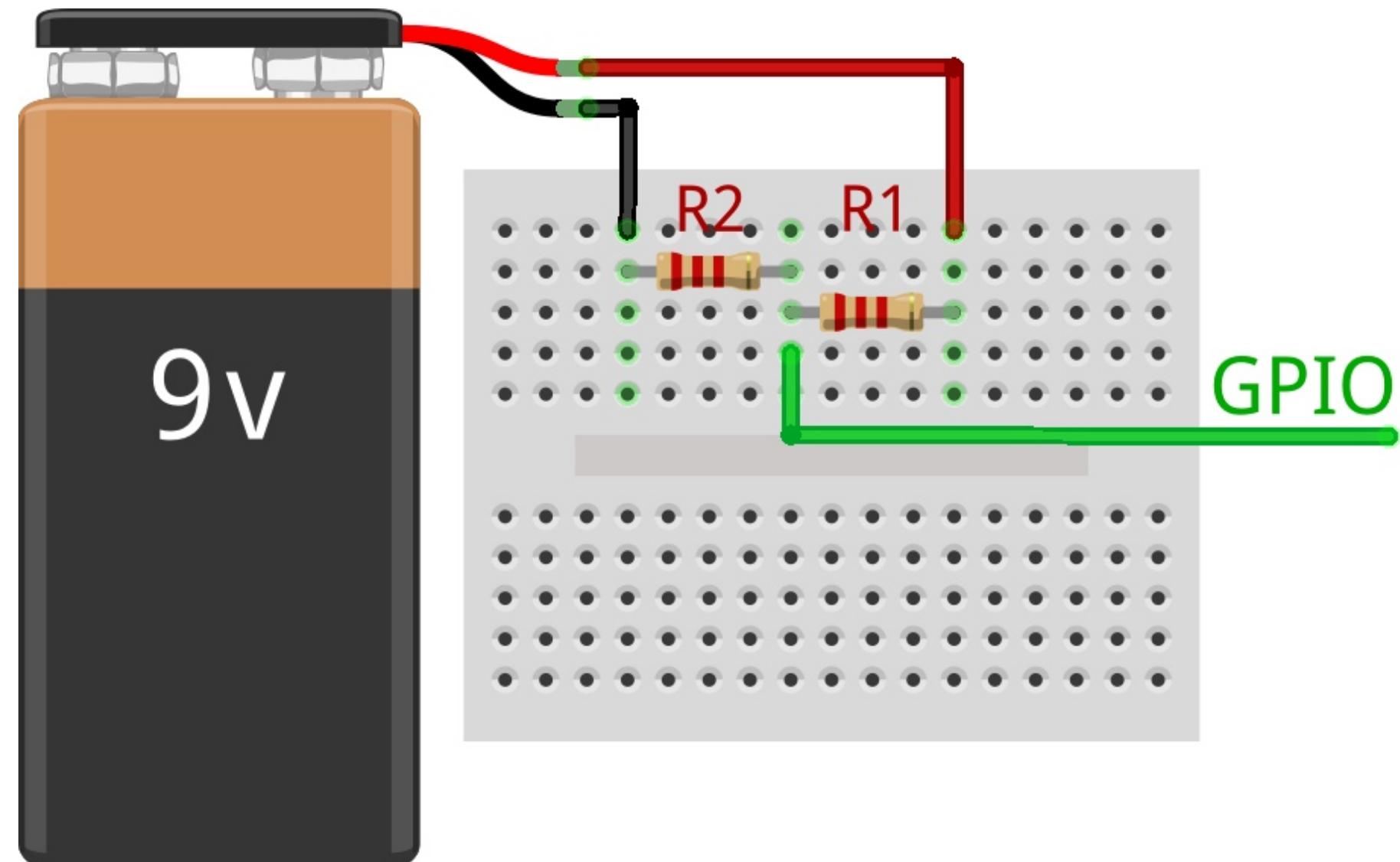
La somme algébrique des tensions le long d'une maille est constamment nulle.

$$+V_1 - V_2 + V_3 - V_4 - V_5 = 0$$

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

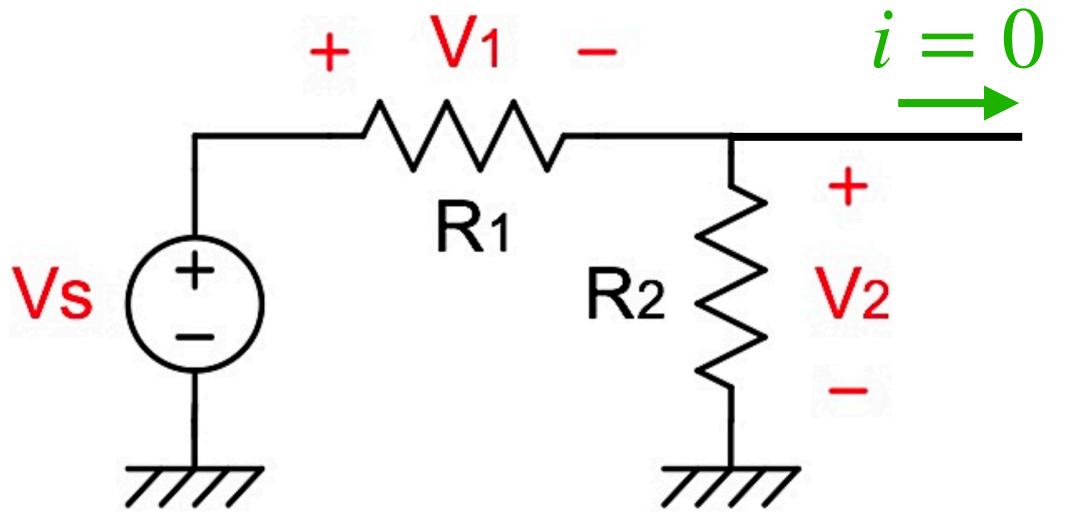
Les diviseurs



Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

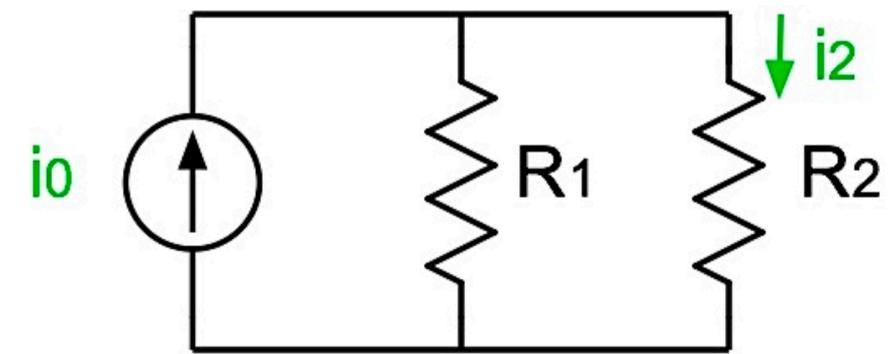
Diviseur de tension



$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$

La condition d'utilisation de la relation est que les résistances soient bien en série, en d'autres termes que l'intensité i soit nulle dans l'autre branche.

Diviseur de courant



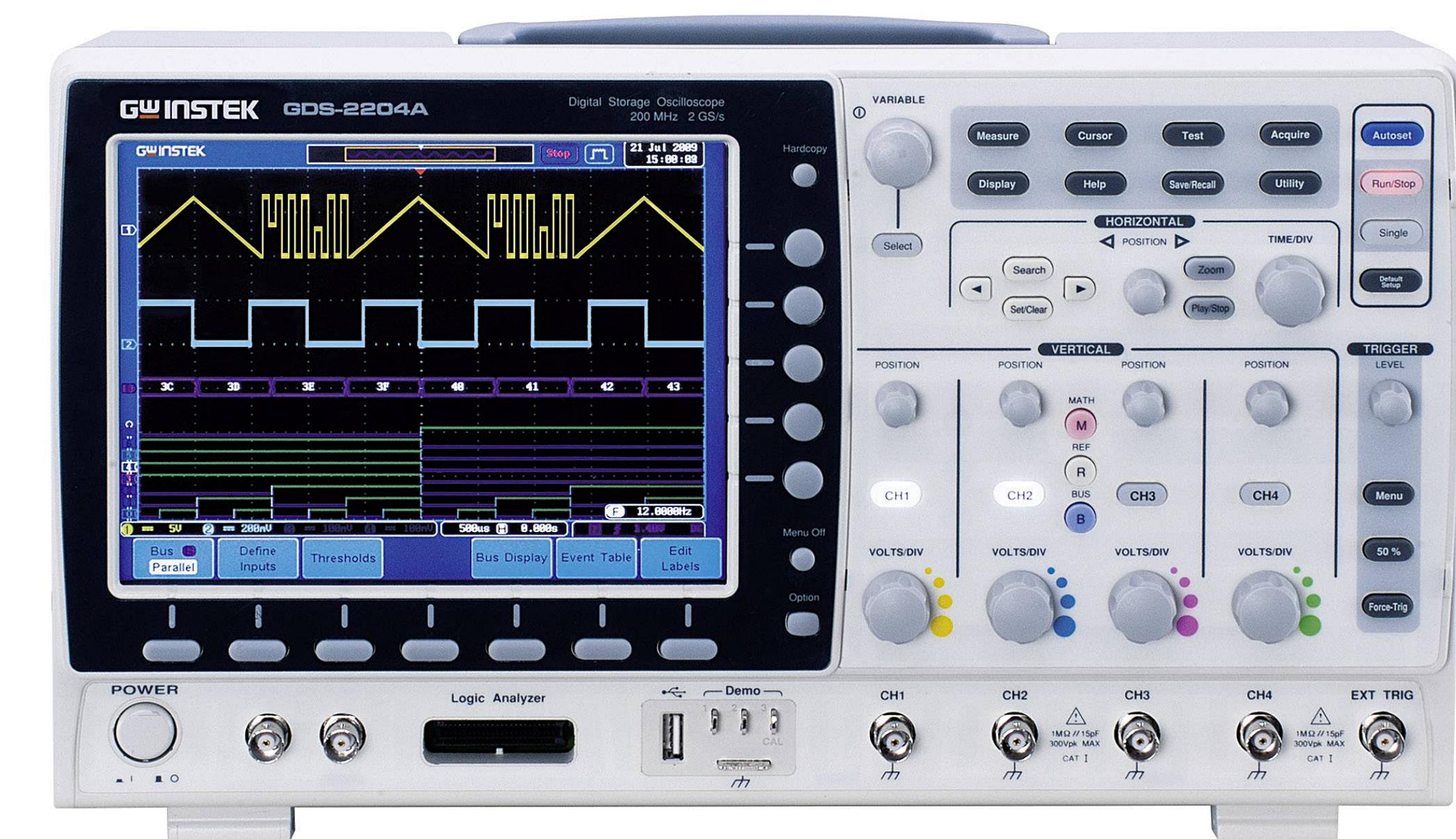
$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i_0$$

La condition d'utilisation de la relation est que les résistances soient bien en parallèle.

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Les méthodes d'analyse



Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Méthode

1. **Cette méthode est adaptée lors de la recherche de potentiels inconnus.** On repère en premier lieu combien on a d'inconnues = potentiels inconnus.
2. On écrit la loi des noeuds à chaque nœud. Autant d'équations que de potentiels inconnus.
3. On remplace les intensités par les potentiels grâce à la deuxième expression de la loi d'Ohm.
4. On résout enfin le système donnant les potentiels.

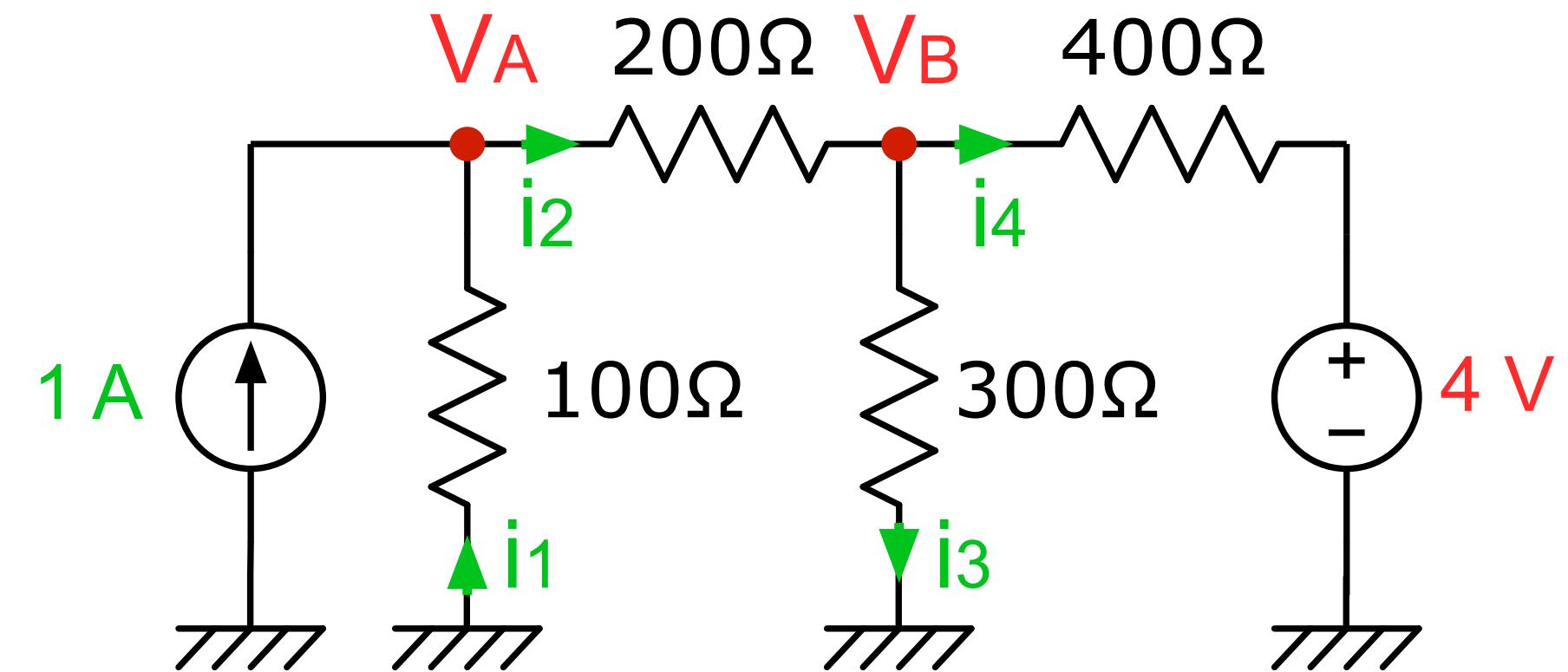


Si le circuit contient une source de tension coincée entre deux nœuds, il faut utiliser un macro-nœud. (Voir cours ING1).

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice



Déterminer V_A et V_B

- 2 inconnues V_A et $V_B \implies$ La méthode des nœuds est bien adaptée et il faut 2 équations :
- nœud A : $1 + i_1 = i_2$
nœud B : $i_2 = i_3 + i_4$

$$\begin{cases} 1 + \frac{0 - V_A}{100} = \frac{V_A - V_B}{200} \\ \frac{V_A - V_B}{200} = \frac{V_B - 0}{300} + \frac{V_B - 4}{400} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3V_A - V_B = 200 \\ 6V_A - 13V_B = -12 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = 79,2 \text{ V} \\ V_B = 37,5 \text{ V} \end{cases}$$

- On utilise la loi d'Ohm pour remplacer les intensités par les potentiels :
- On simplifie le système :
- On résout le système à la calculatrice:

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Méthode

1. **Cette méthode est adaptée lors de la recherche d'intensités inconnues.** On repère en premier lieu combien on a d'inconnues = intensités inconnues.
2. On écrit la loi des mailles à chaque maille indépendante. rappel : Une maille est indépendante (d'autres mailles du circuit) si elle comporte au moins une branche qui n'est pas incluse dans les autres mailles. On écrit directement les équations en fonction de i et de R .
3. Il manque alors des équations. On complète en écrivant la loi des nœuds à chaque nœud.
4. On résout enfin le système donnant les intensités.



Si le circuit contient une source de courant appartenant à 2 mailles adjacentes, il faut utiliser une super-maille. (Voir cours ING1).

Révisions ING1

I. Les sources

- A. Toutes les sources
- B. Transformation des sources

II. Lois fondamentales

- A. Loi d'Ohm
- B. Lois de Kirchhoff

III. Les diviseurs

IV. Les méthodes d'analyse

- A. Méthode des noeuds
- B. Méthode des mailles

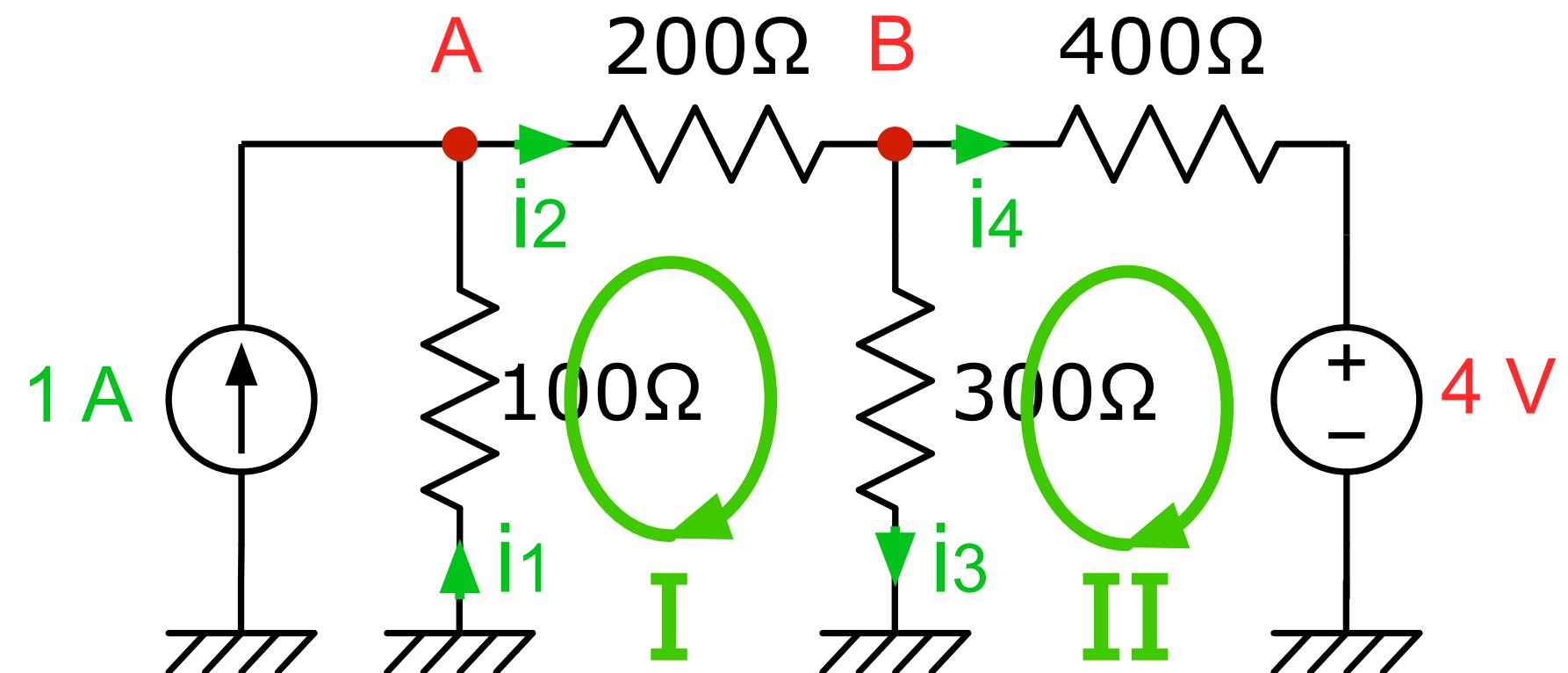
V. Les grands théorèmes

- A. Superposition
- B. Millman
- C. Thévenin
- D. Norton

VI. L'amplificateur opérationnel idéal

- A. Caractéristique
- B. Montages fondamentaux

Exercice



Rerenons l'exercice précédent mais déterminons les intensités i_1 , i_2 , i_3 et i_4

- 4 inconnues i_1 , i_2 , i_3 et i_4 \implies La méthode des mailles est bien adaptée et il faut 4 équations :
 - Maille I : $-100i_1 - 200i_2 - 300i_3 = 0$
 - Maille II : $300i_3 - 400i_4 - 4 = 0$
 - nœud A : $1 + i_1 = i_2$
 - nœud B : $i_2 = i_3 + i_4$

- On simplifie le système :

$$\begin{cases} i_1 + 2i_2 + 3i_3 = 0 \\ 3i_3 - 4i_4 - 0,04 = 0 \\ 1 + i_1 = i_2 \\ i_2 = i_3 + i_4 \end{cases}$$

- On résout le système à la calculatrice:

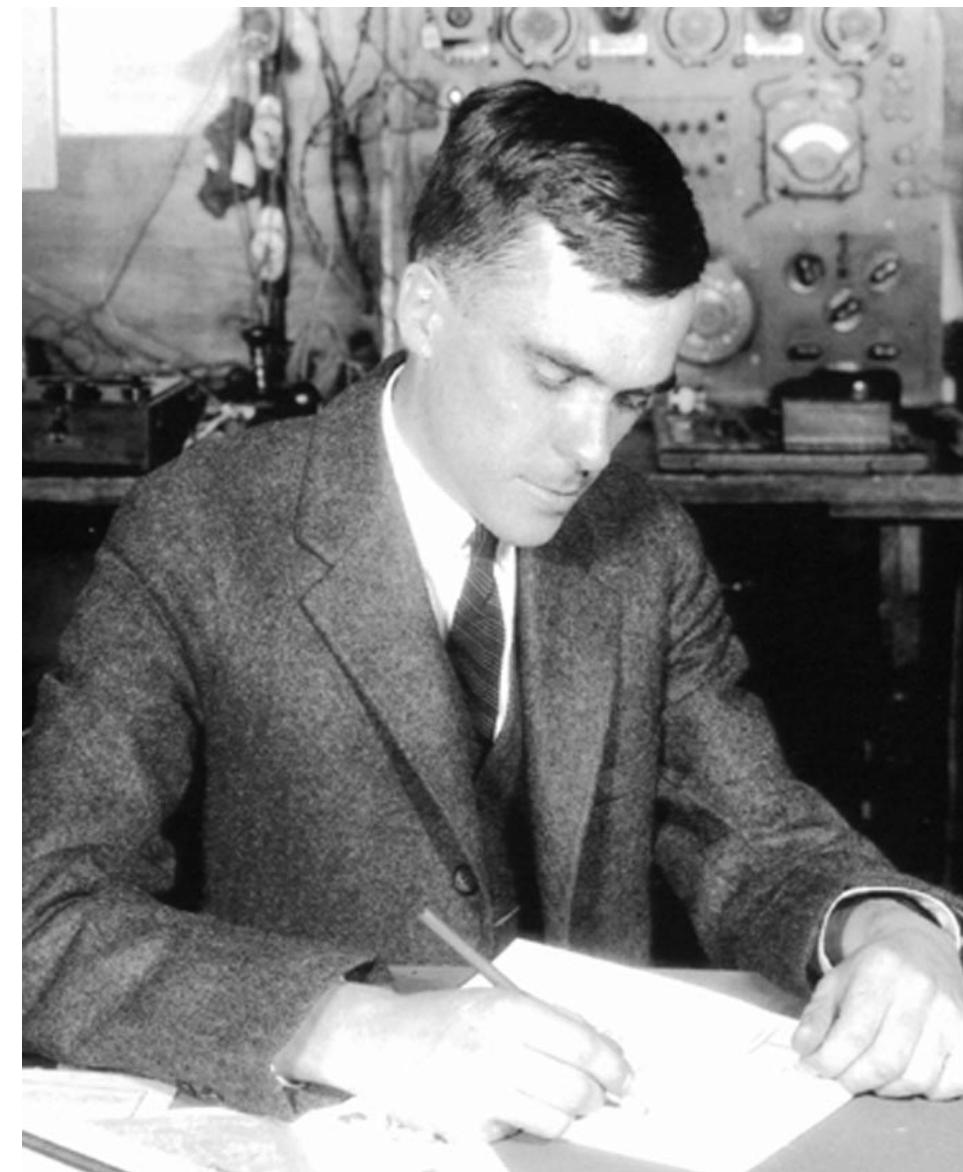
$$\begin{cases} i_1 = -792 \text{ mA} \\ i_2 = 208 \text{ mA} \\ i_3 = 125 \text{ mA} \\ i_4 = 83,7 \text{ mA} \end{cases}$$

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Les grands théorèmes



Léon Charles Thévenin 1857-1926
ingénieur français en télégraphie



Edward Lawry Norton 1898-1983
ingénieur américain
Laboratoire Bell

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Enoncé du principe

Le principe de superposition indique que la tension aux bornes d'un élément d'un circuit comportant plusieurs sources est la somme algébrique des tensions partielles que l'élément reçoit de chaque source (tension ou courant) *indépendante* agissant seule.

La méthode à suivre pour appliquer le principe de superposition :

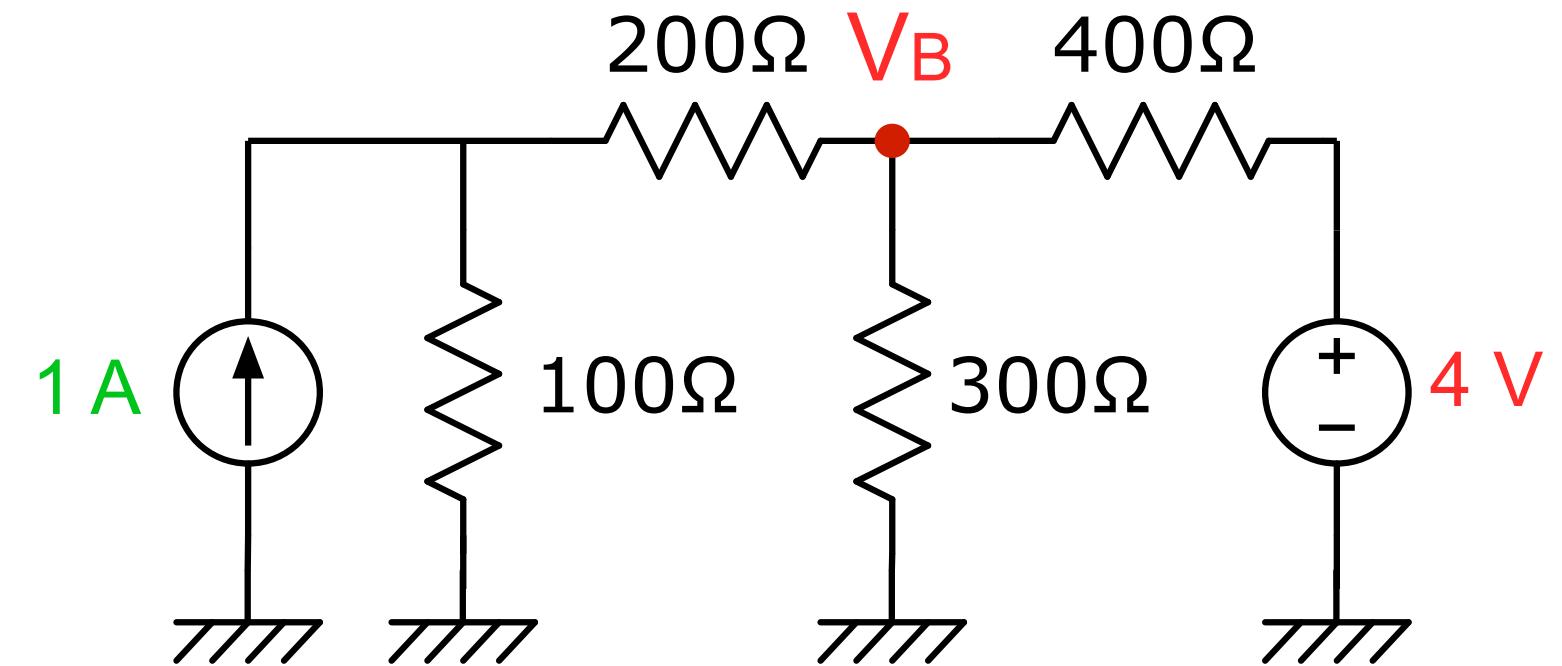
1. Neutraliser toutes les sources indépendantes sauf une! Déterminer alors la tension (intensité) aux bornes de l'élément de circuit grâce à la loi des nœuds et à la loi des mailles.
2. Recommencer cette opération pour chacune des sources indépendantes.
3. La tension (intensité) totale est la résultante de chacune des tensions (intensités) partielles calculées à l'étape précédente.

Révisions ING1

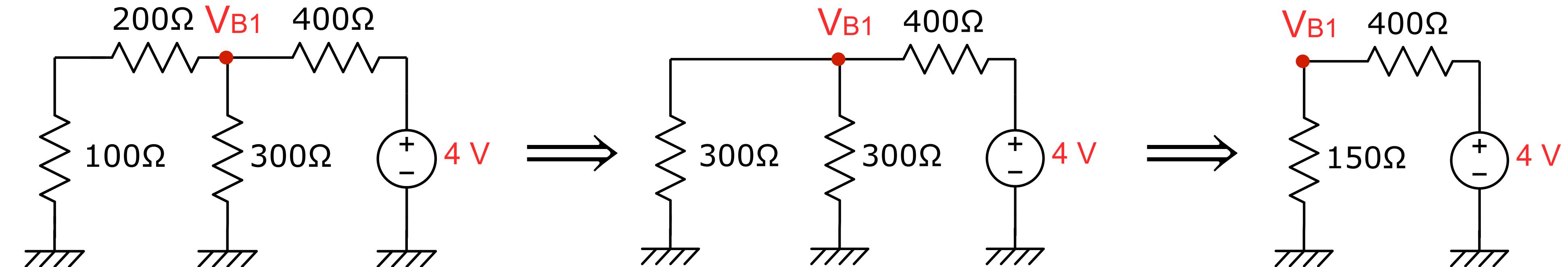
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer la tension V_B .



- On neutralise la source de courant : On la remplace par un trou



Un simple diviseur de tension donne V_{B1} :

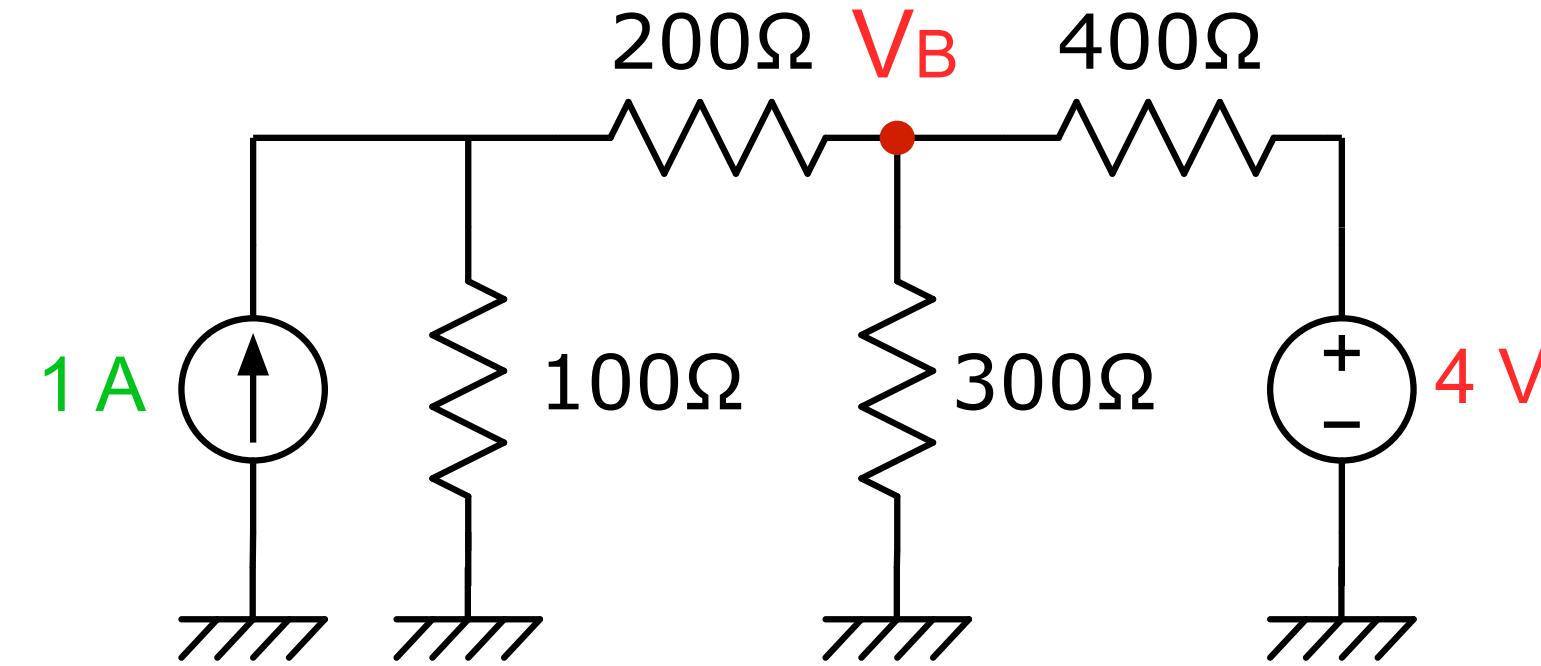
$$V_{B1} = \frac{150}{150 + 400} \times 4 = 1,09 \text{ V}$$

Révisions ING1

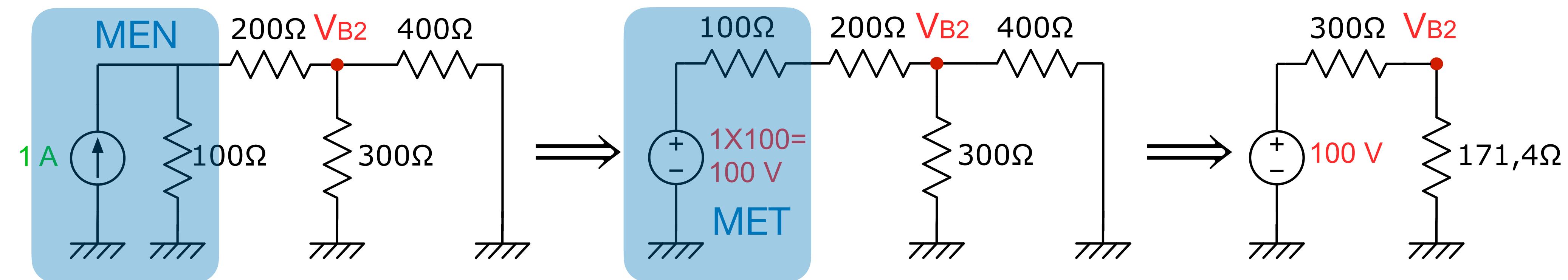
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer la tension V_B .



- On neutralise la source de tension : On la remplace par un fil



Le diviseur de tension donne V_{B2} :
$$V_{B2} = \frac{171,4}{171,4 + 300} \times 100 = 36,36 \text{ V}$$

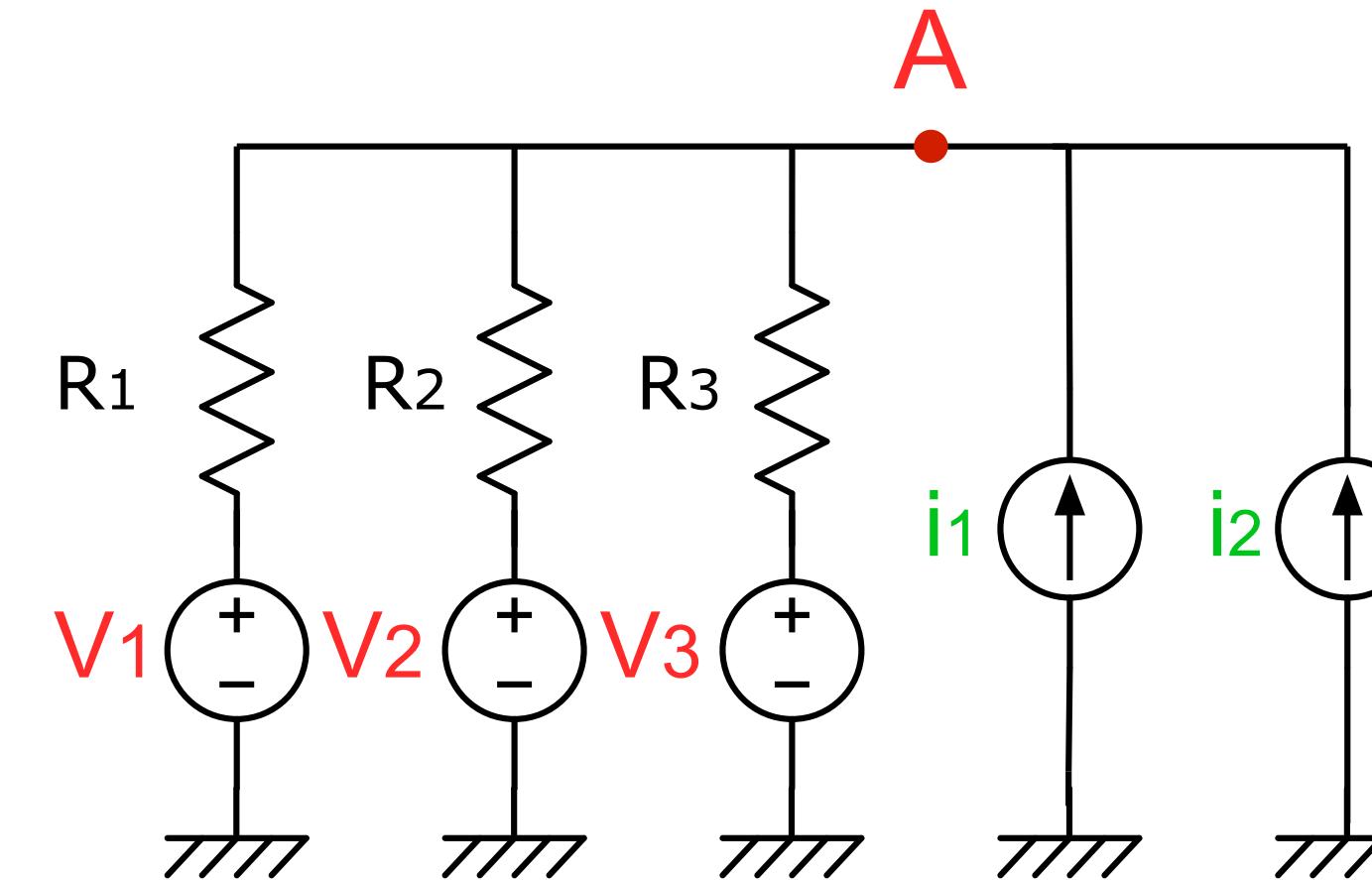
- On applique le principe de superposition, d'où la tension $V_B = V_{B1} + V_{B2}$

$$V_B = 1,09 + 36,36 = 37,5 \text{ V}$$

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Enoncé du théorème



Cette méthode permet de calculer instantanément le potentiel en un point connaissant toutes les valeurs des composants (tensions, intensités, résistances ou impédances)

$$V_A = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{V_k}{R_k} + \sum_{k=1}^P i_k}{\sum_{k=1}^N \frac{1}{R_k}}$$

Ici : $N = 3, P = 2$

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer la tension V_B .

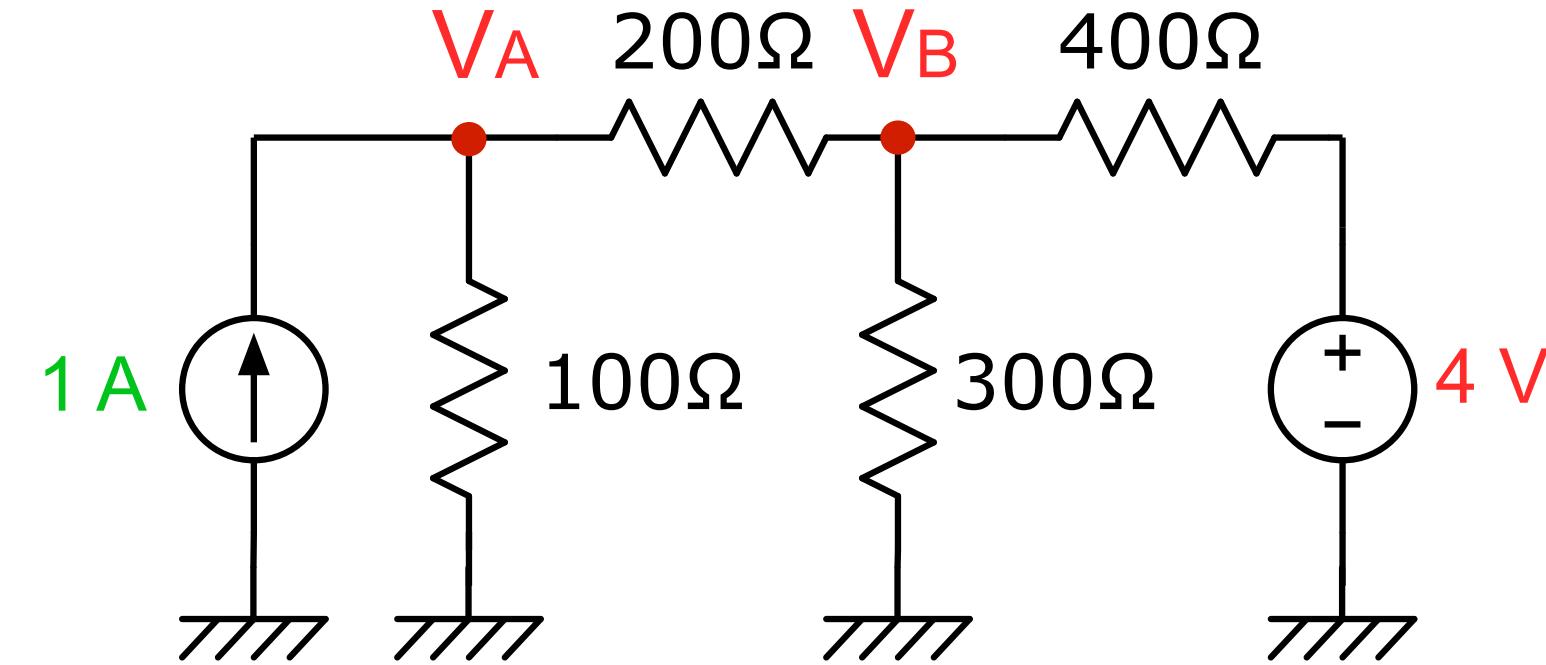
- On exprime V_A et V_B :

$$V_A = \frac{1 + \frac{0}{100} + \frac{V_B}{200}}{\frac{1}{100} + \frac{1}{200}}$$

$$V_A = \frac{200 + V_B}{2 + 1}$$

- On en déduit le système :

- On résout le système à la calculatrice:



$$V_B = \frac{\frac{V_A}{200} + \frac{0}{300} + \frac{4}{400}}{\frac{1}{200} + \frac{1}{300} + \frac{1}{400}}$$

$$V_B = \frac{6V_A + 12}{6 + 4 + 3}$$

$$\begin{cases} 3V_A - V_B = 200 \\ 6V_A - 13V_B = -12 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A = 79,2 \text{ V} \\ V_B = 37,5 \text{ V} \end{cases}$$

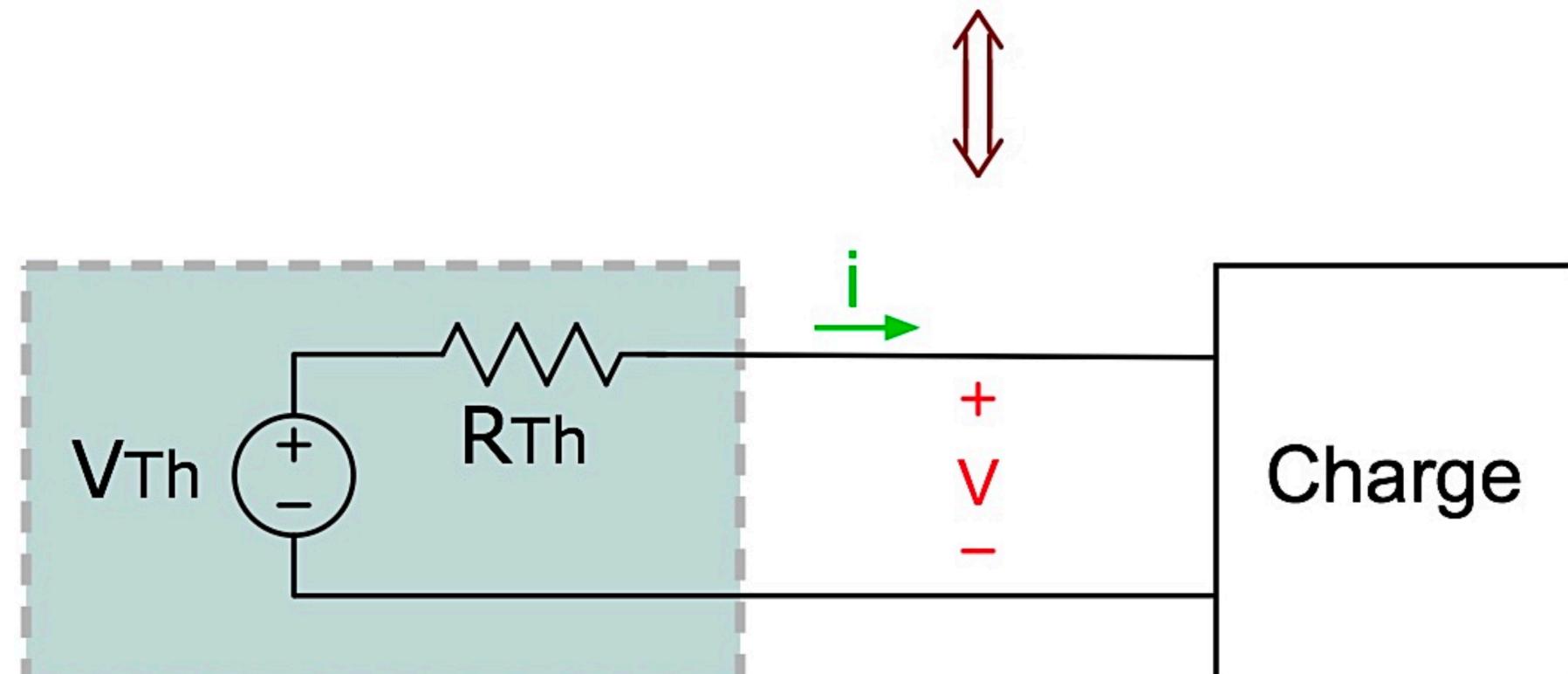
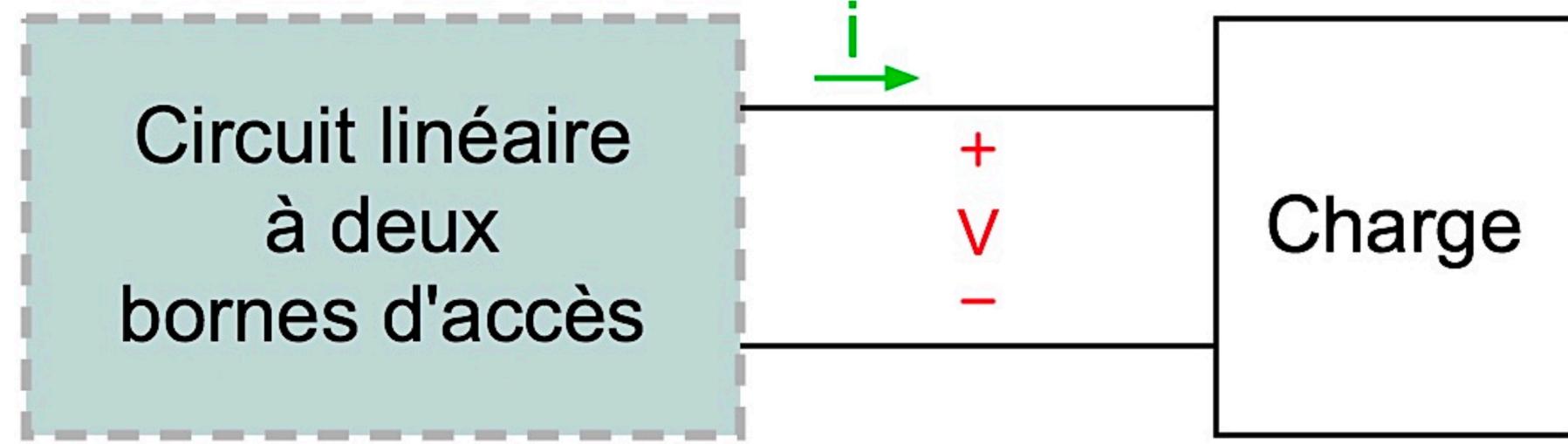
Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Enoncé du théorème

Tout circuit linéaire complexe (SANS LA CHARGE) peut être remplacé par un circuit équivalent composé d'une source de tension V_{Th} et d'une résistance en série R_{Th} , avec :

- R_{Th} la résistance mesurée au circuit linéaire lorsque toutes les sources indépendantes ont été neutralisées.
- V_{Th} la tension à vide aux bornes du circuit linéaire.



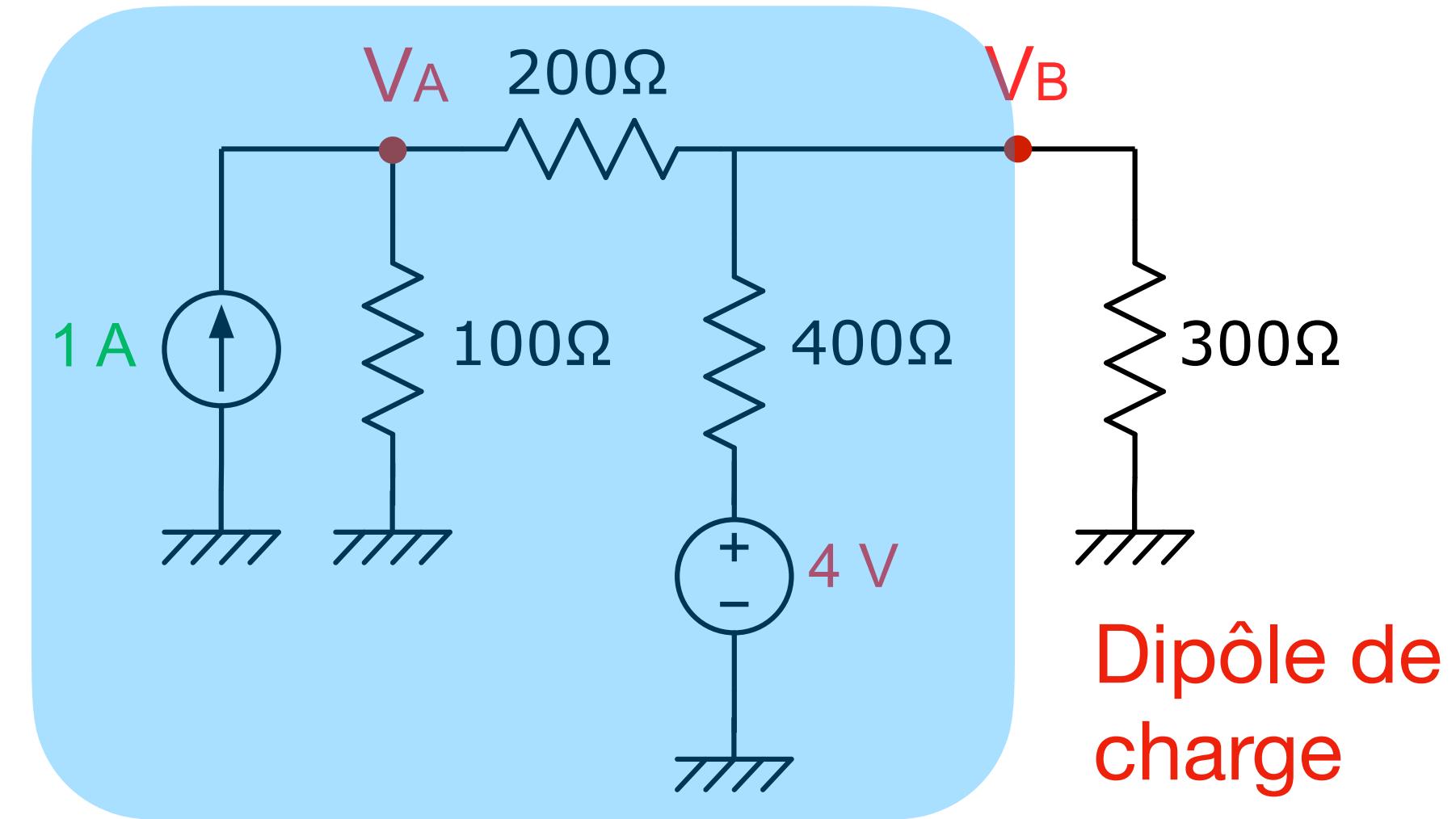
Générateur de Thevenin =
générateur de tension

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

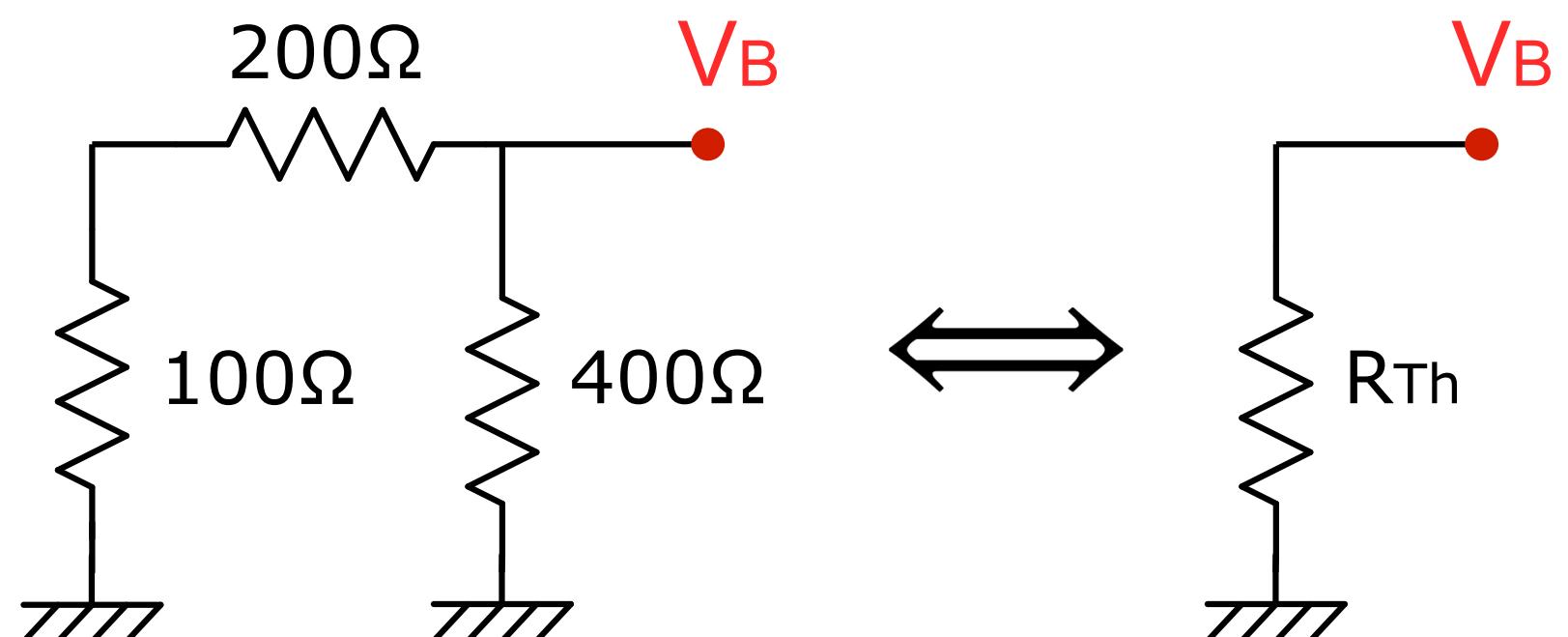
Exercice

Déterminer la tension V_B . Pour cela dans un premier temps , déterminer les éléments de Thevenin du circuit à gauche du point B



Expression de R_{Th}

On supprime le dipôle de charge et on neutralise toutes les sources indépendantes.



$$R_{Th} = \frac{(100 + 200) \times 400}{100 + 200 + 400}$$

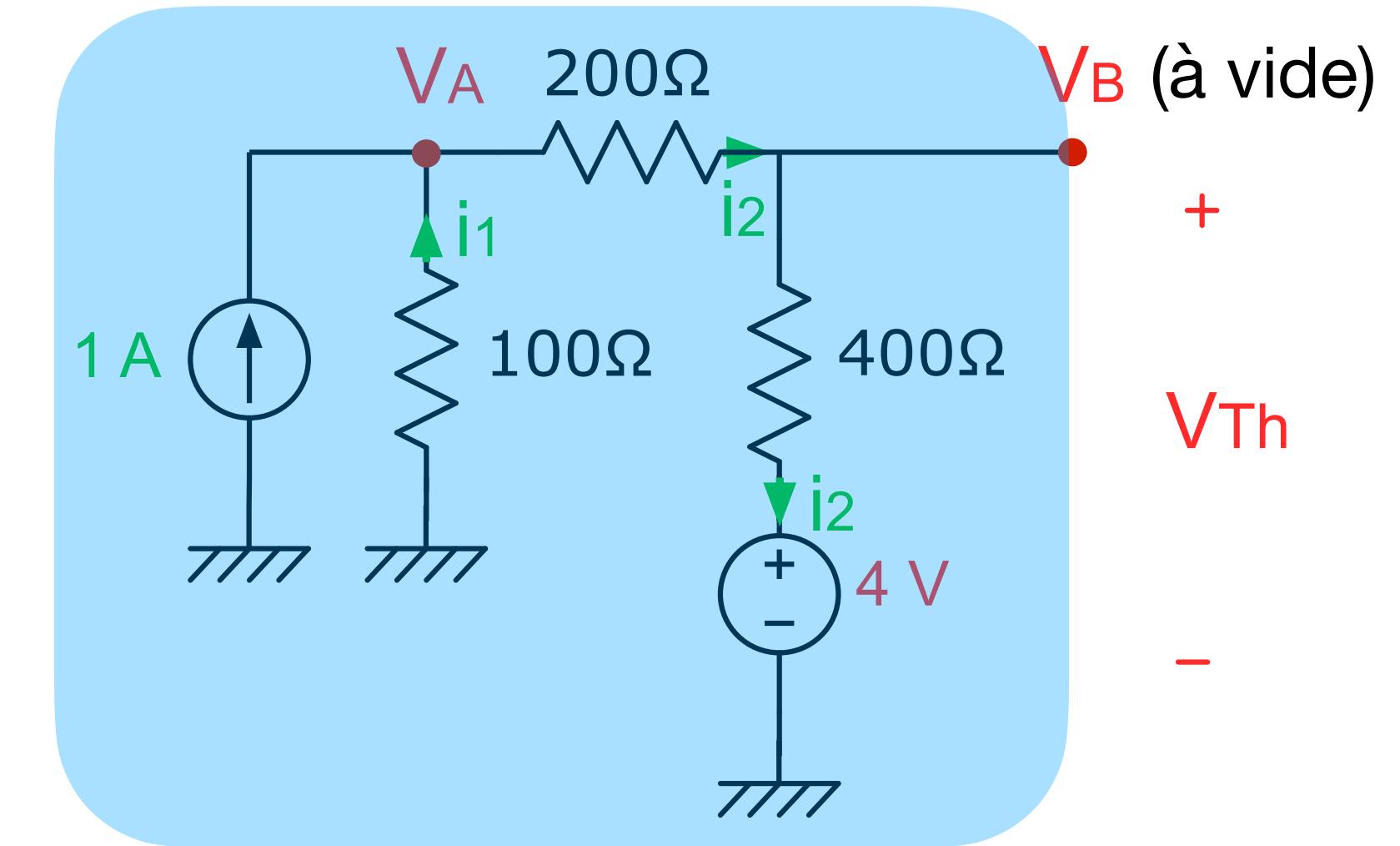
$$R_{Th} = 171,4\Omega$$

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer la tension V_B . Pour cela dans un premier temps , déterminer les éléments de Thevenin du circuit à gauche du point B



Expression de $V_{Th} = V_B$ (à vide)

On cherche un potentiel \Rightarrow La loi des nœuds au point A est bien adaptée

$$1 + i_1 = i_2 \quad \Rightarrow \quad 1 + \frac{0 - V_A}{100} = \frac{V_A - 4}{200 + 400} \quad \Rightarrow \quad V_A = 86,3 \text{ V}$$

$$\text{On en déduit } i_1 : \quad i_1 = \frac{0 - V_A}{100} = -0,863 \text{ A}$$

$$\text{D'où : } i_2 = 1 + i_1 = 1 - 0,863 = 0,137 \text{ A}$$

$$\text{Enfin : } i_2 = \frac{V_A - V_B}{200} \quad , \text{ on en déduit } V_B = V_A - 200i_2 = 86,3 - 200 \times 0,137 = 58,9 \text{ V}$$

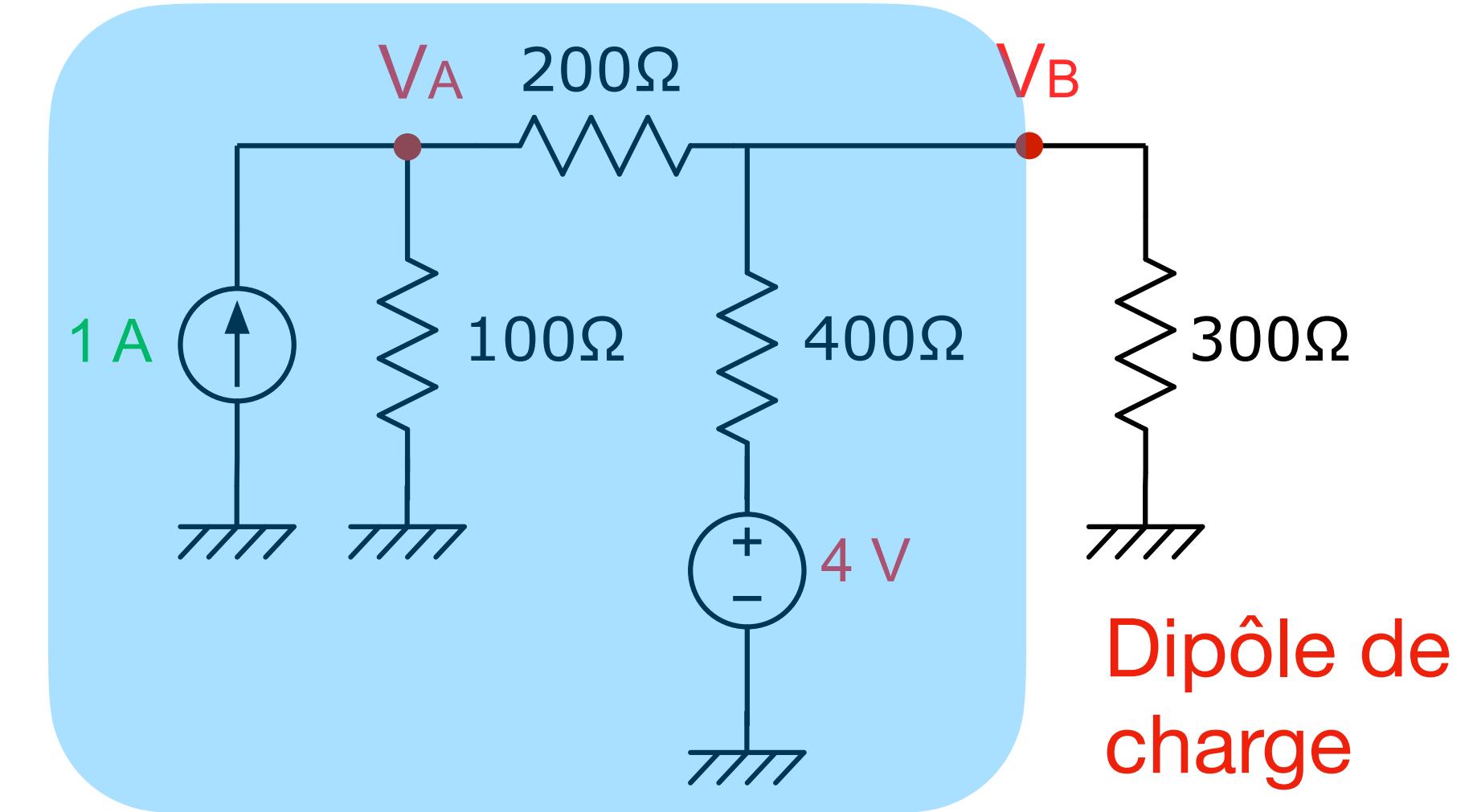
$V_{Th} = 58,9 \text{ V}$

Révisions ING1

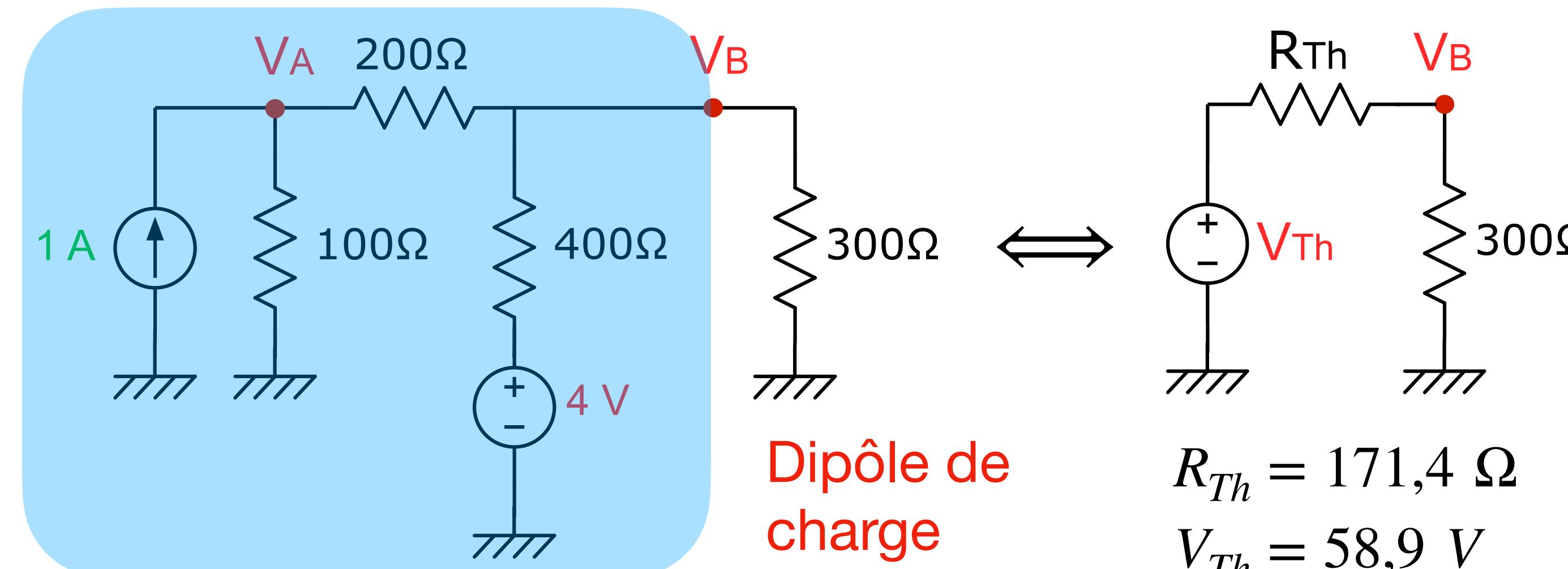
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer la tension V_B . Pour cela dans un premier temps , déterminer les éléments de Thevenin du circuit à gauche du point B



Calcul de V_B



Diviseur de tension :

$$V_B = \frac{300}{300 + R_{Th}} \times V_{Th}$$

$$V_B = \frac{300}{300 + 171,4} \times 58,9$$

$$V_B = 37,5 \text{ V}$$

$$R_{Th} = 171,4 \Omega$$

$$V_{Th} = 58,9 \text{ V}$$

Résultat maintes fois trouvé avec les autres méthodes.

Révisions ING1

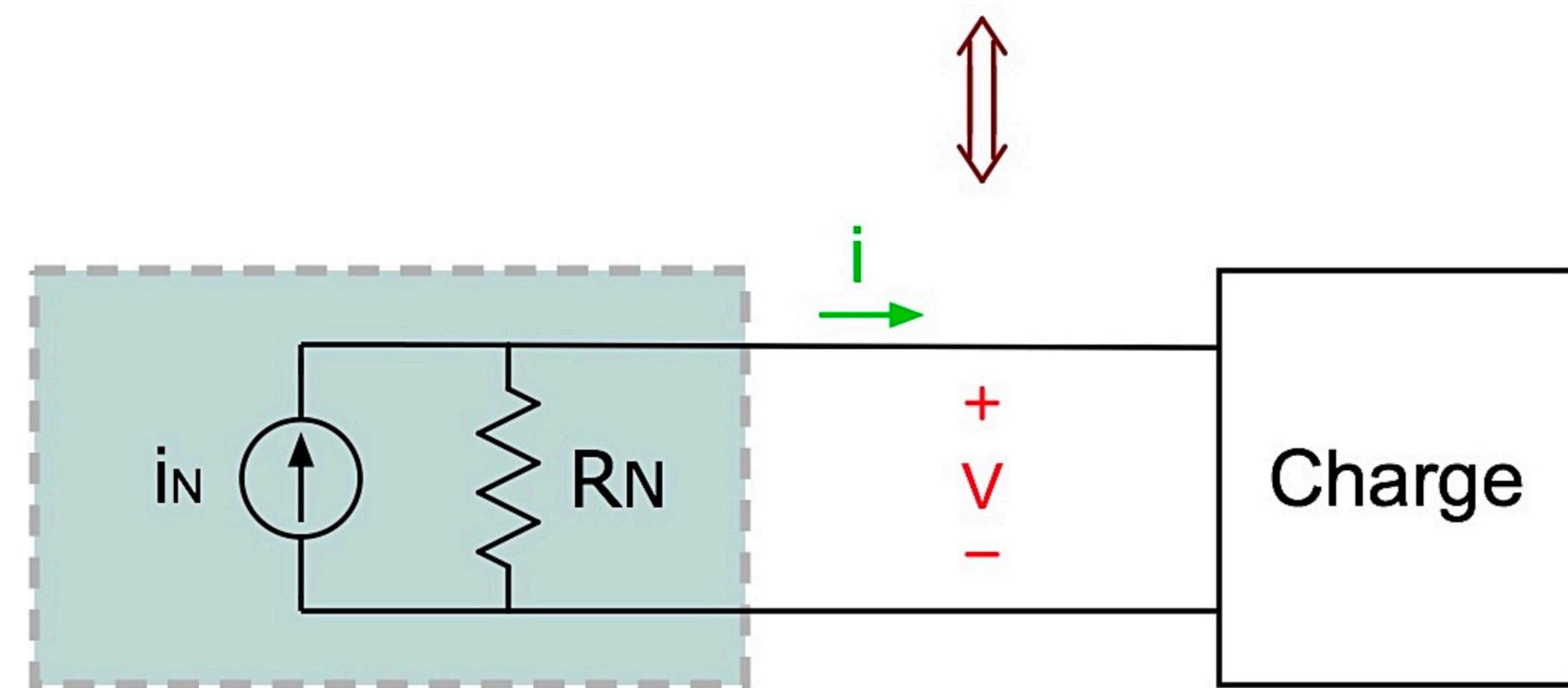
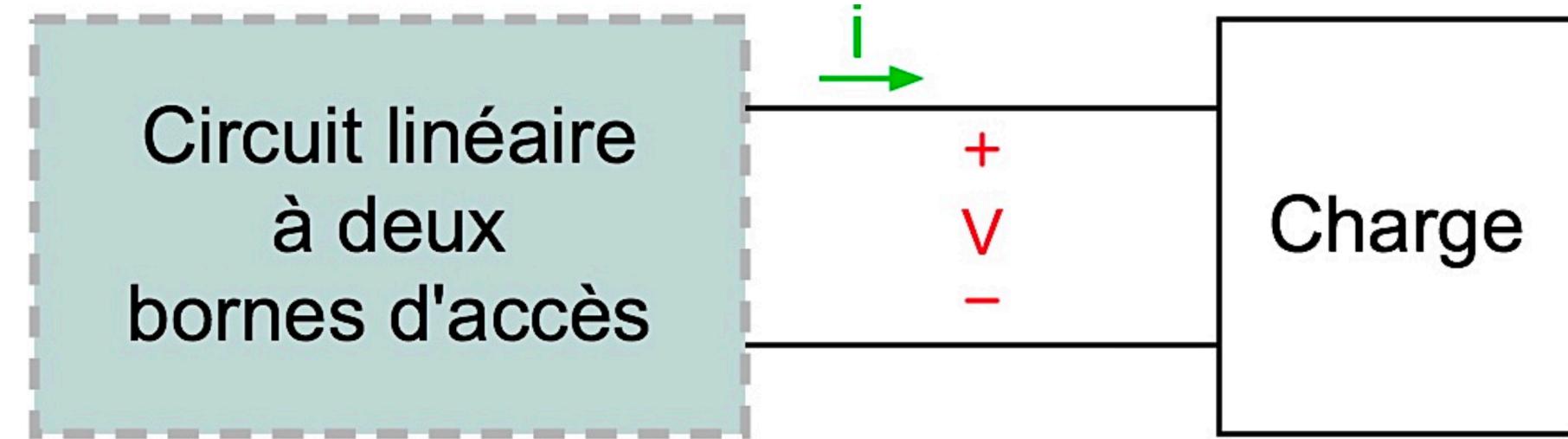
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Enoncé du théorème

Tout circuit linéaire à deux bornes d'entrée peut être remplacé par un circuit équivalent composé d'une source de courant i_N et d'un résistor en parallèle R_N , avec :

- $R_N = R_{Th}$
- i_N le courant de court-circuit entre les points A et B. Remarque : On peut calculer i_N autrement si les éléments du générateur de Thévenin ont été calculés précédemment en

$$\text{faisant : } i_N = \frac{V_{Th}}{R_N}$$

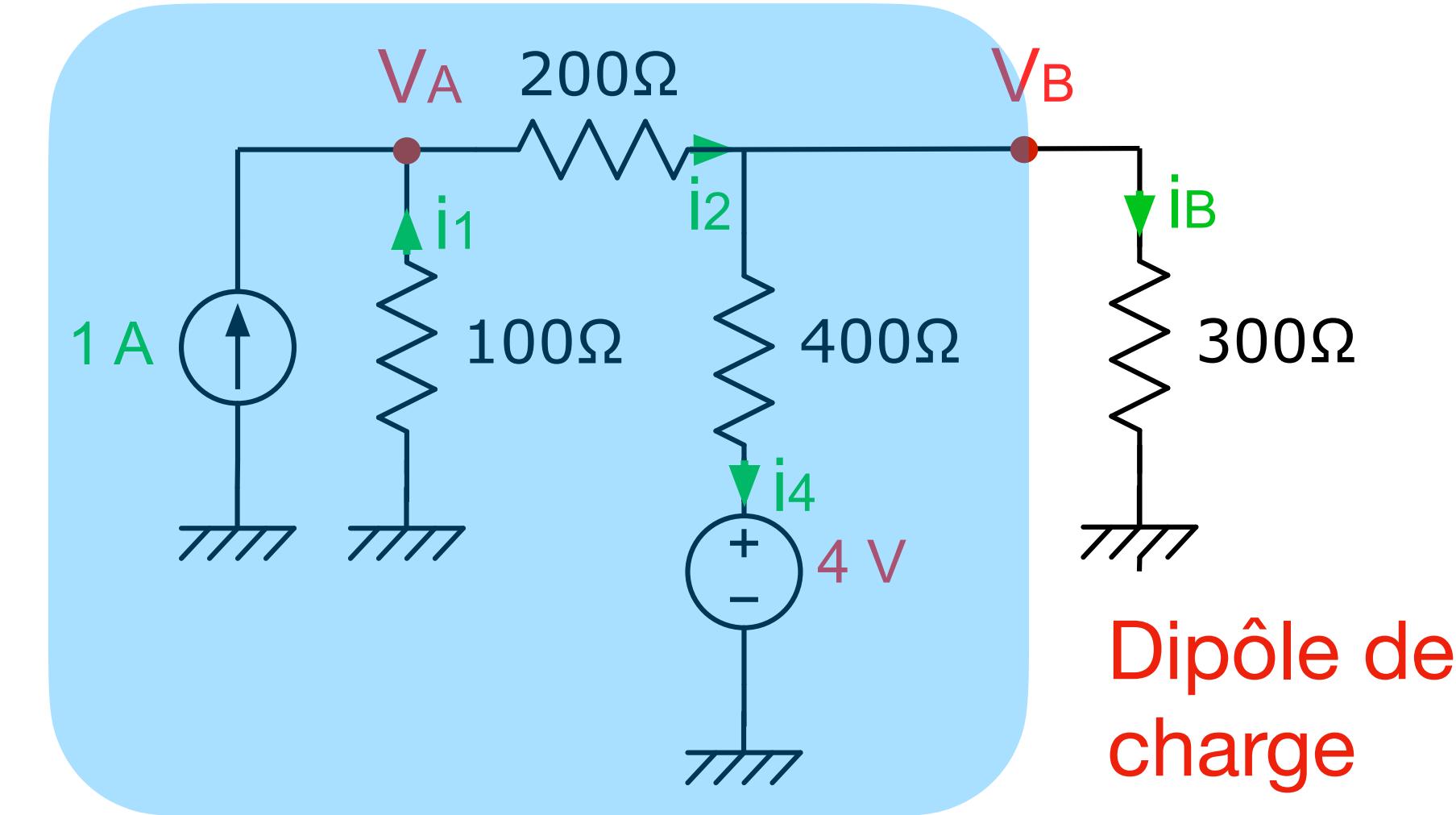


Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer le courant i_B , puis V_B . Pour cela dans un premier temps , déterminer les éléments de Norton du circuit à gauche du point B



Dipôle de charge

Expression de R_N

Comme vu dans l'énoncé du théorème : $R_N = R_{Th}$

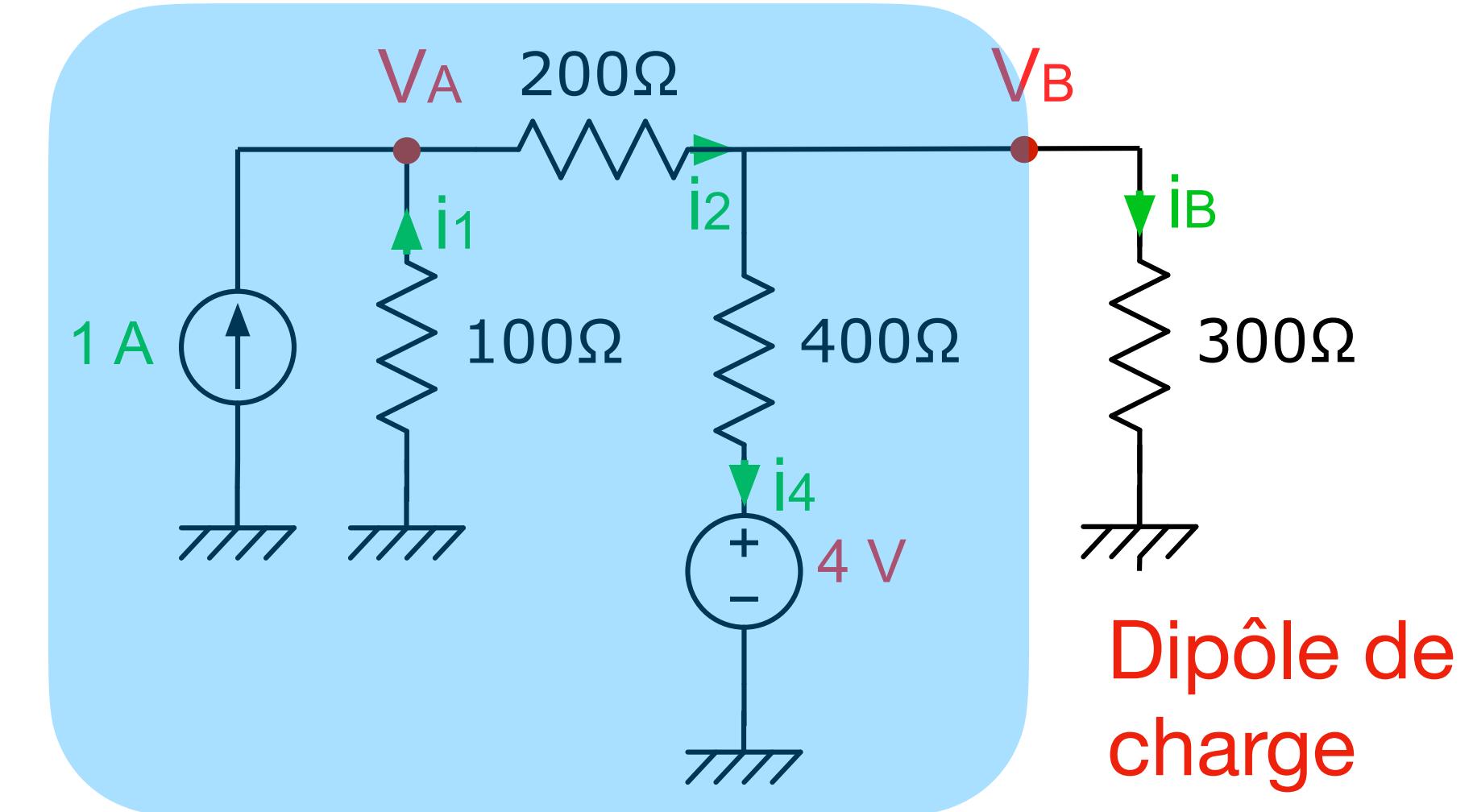
$$R_N = 171,4\Omega$$

Révisions ING1

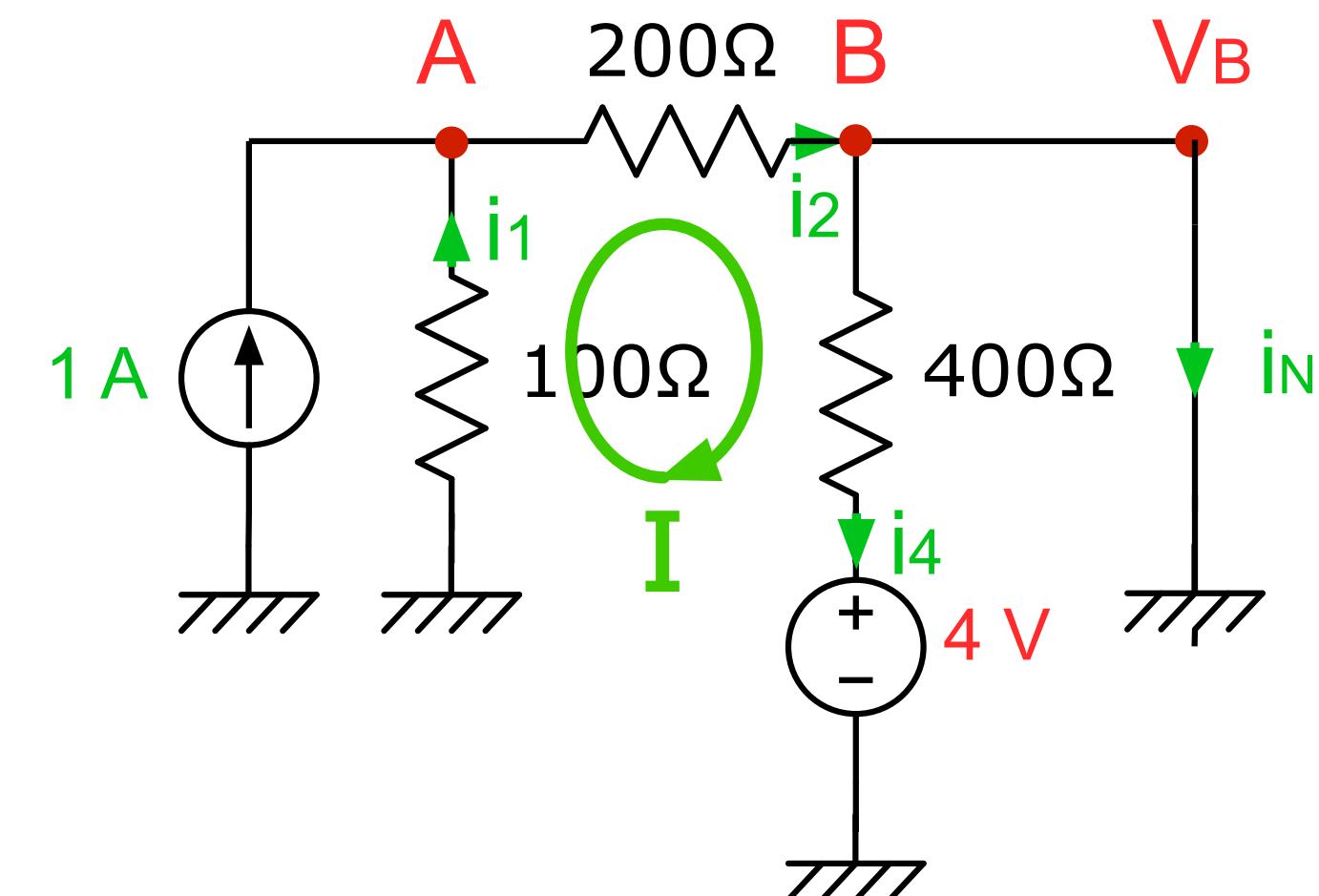
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer le courant i_B , puis V_B . Pour cela dans un premier temps, déterminer les éléments de Norton du circuit à gauche du point B



Expression de i_N



- 1ère étape : Recherche de $i_4 = \frac{V_B - 4}{400} = \frac{0 - 4}{400} = - 0,01 \text{ A}$
- 2de étape : Etablissement du système

$$\text{Noeud A : } 1 + i_1 = i_2$$

$$\text{Noeud B : } i_2 = i_4 + i_N = - 0,01 + i_N$$

$$\text{Maille I : } - 100i_1 - 200i_2 = 0 \quad \text{car B est à la masse.}$$

$$\begin{cases} i_1 - i_2 = - 1 \\ i_2 - i_N = - 0,01 \\ i_1 + 2i_2 = 0 \end{cases}$$

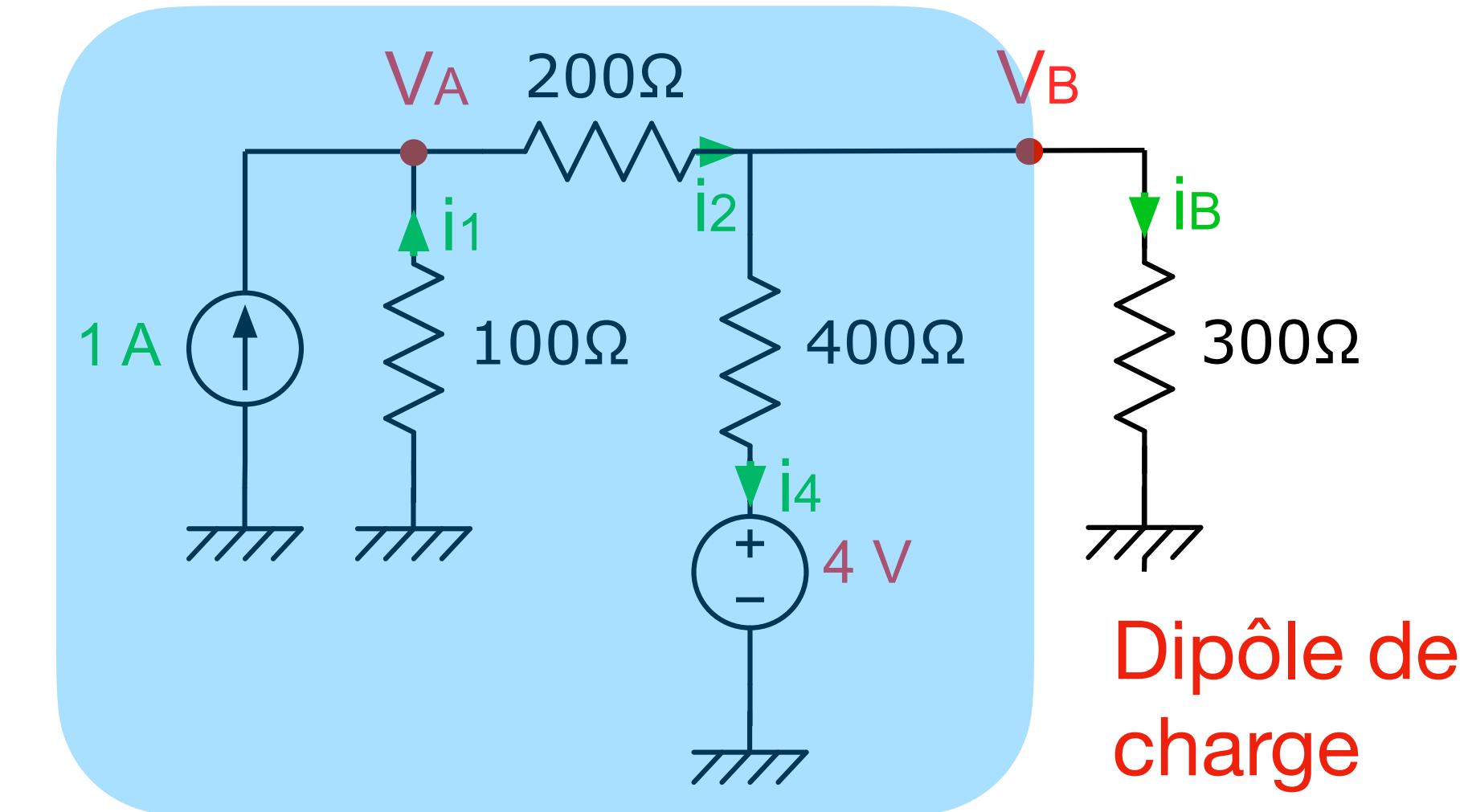
Dont la résolution fournit : $i_N = 0,343 \text{ A}$

Révisions ING1

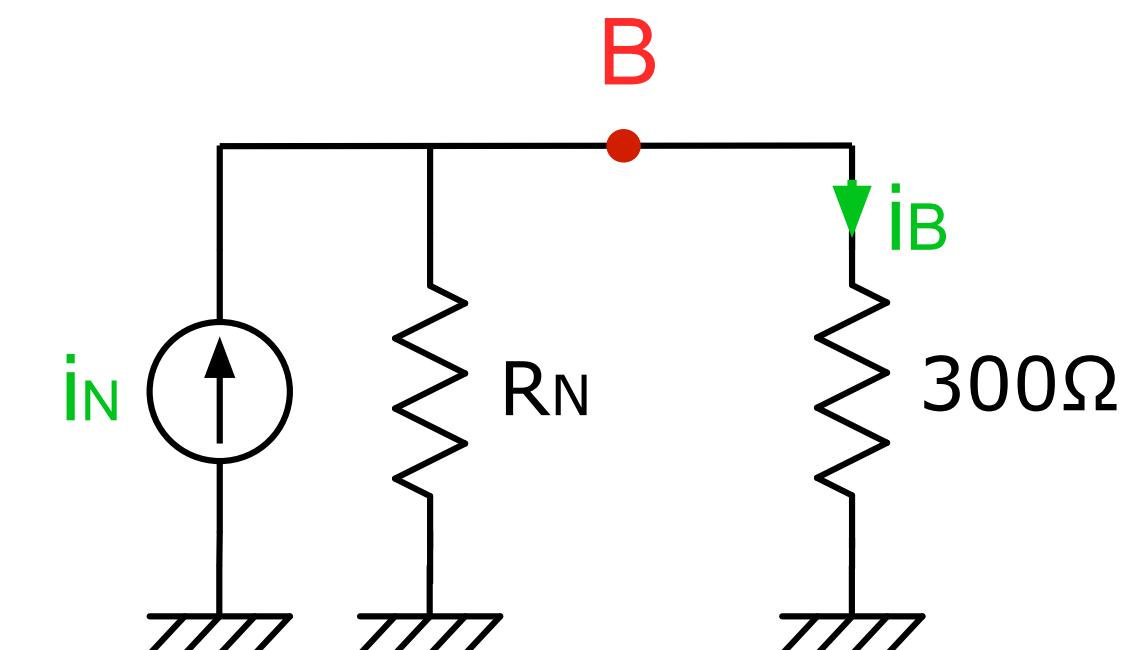
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Exercice

Déterminer le courant i_B , puis V_B . Pour cela dans un premier temps, déterminer les éléments de Norton du circuit à gauche du point B



Calcul de i_B et V_B



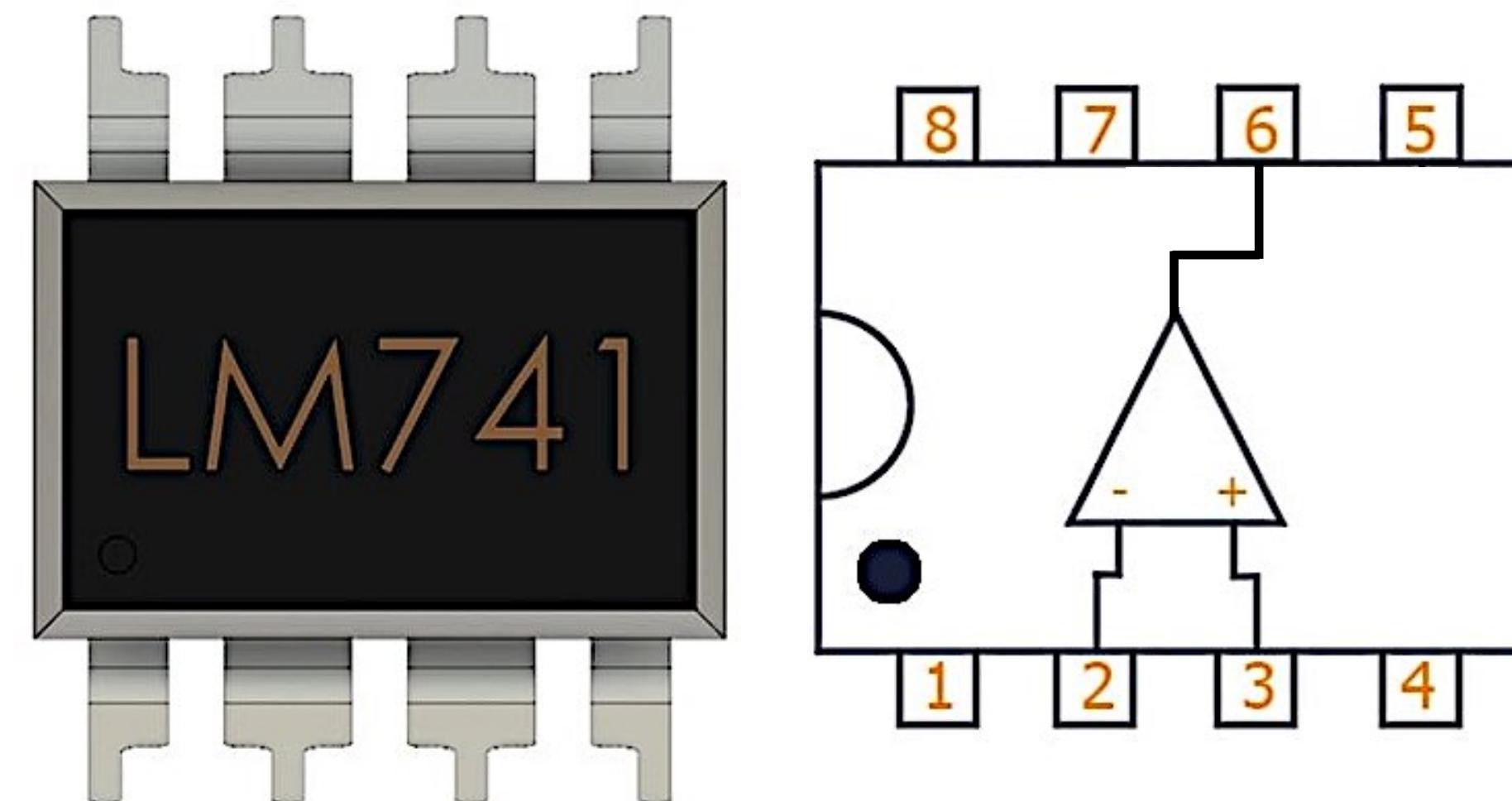
$$R_N = 171,4 \Omega$$

$$i_N = 0,343 A$$

- Diviseur de courant : $i_B = \frac{R_N}{R_N + 400} i_N$
 - $i_B = \frac{171,4}{171,4 + 400} \times 0,343 = 0,125 A$
 - La loi d'Ohm donne instantanément :
- $$V_B = 300i_B = 300 \times 0,125$$
- $$V_B = 37,4 V$$
- Trouvé précédemment

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

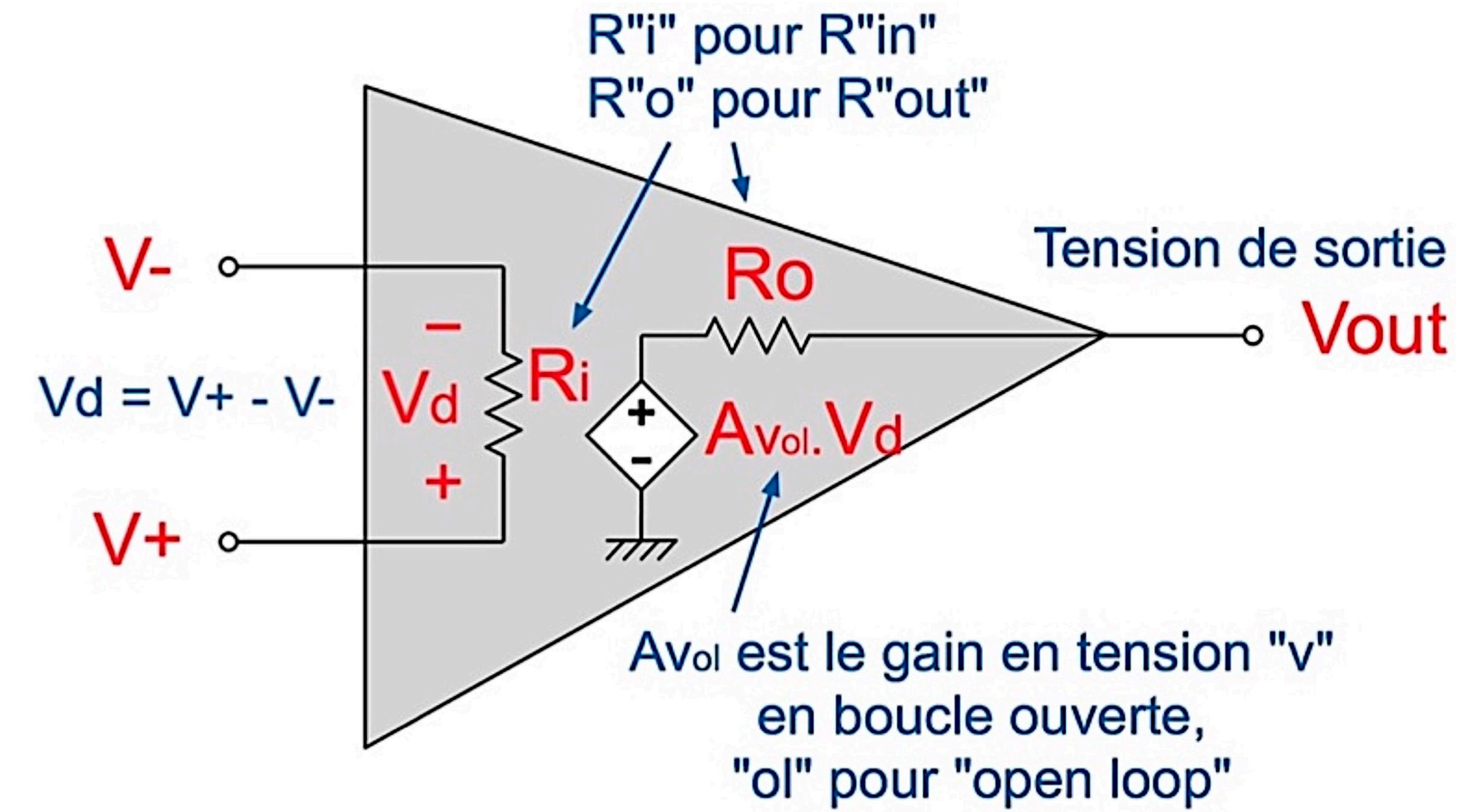
L'amplificateur opérationnel idéal



PINOUT LM741	
1. OFFSET NULL	5. OFFSET NULL
2. INVERTING INPUT	6. OUTPUT
3. NO INVERTING INPUT	7. V+
4. V-	8. NC

Révisions ING1

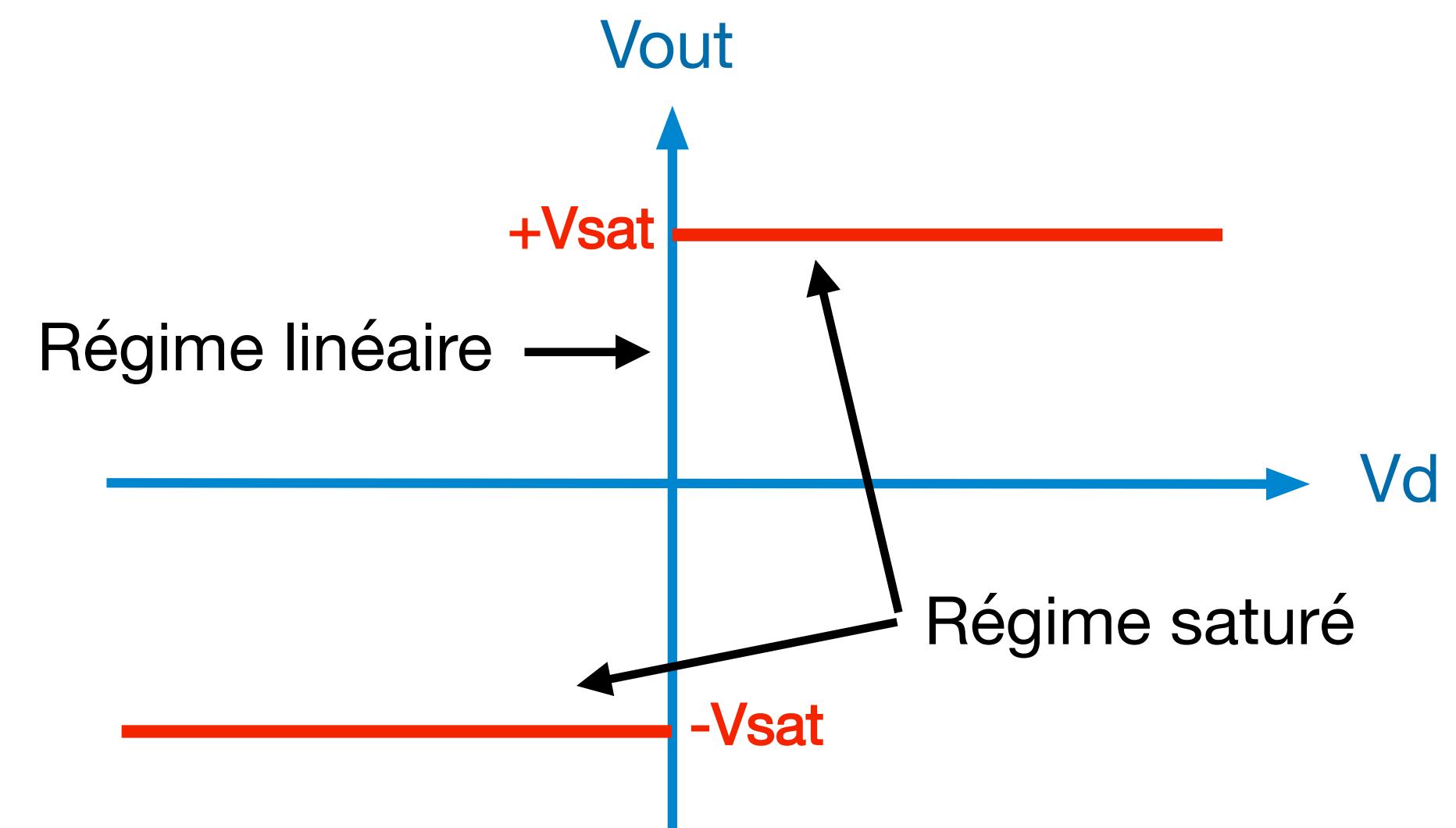
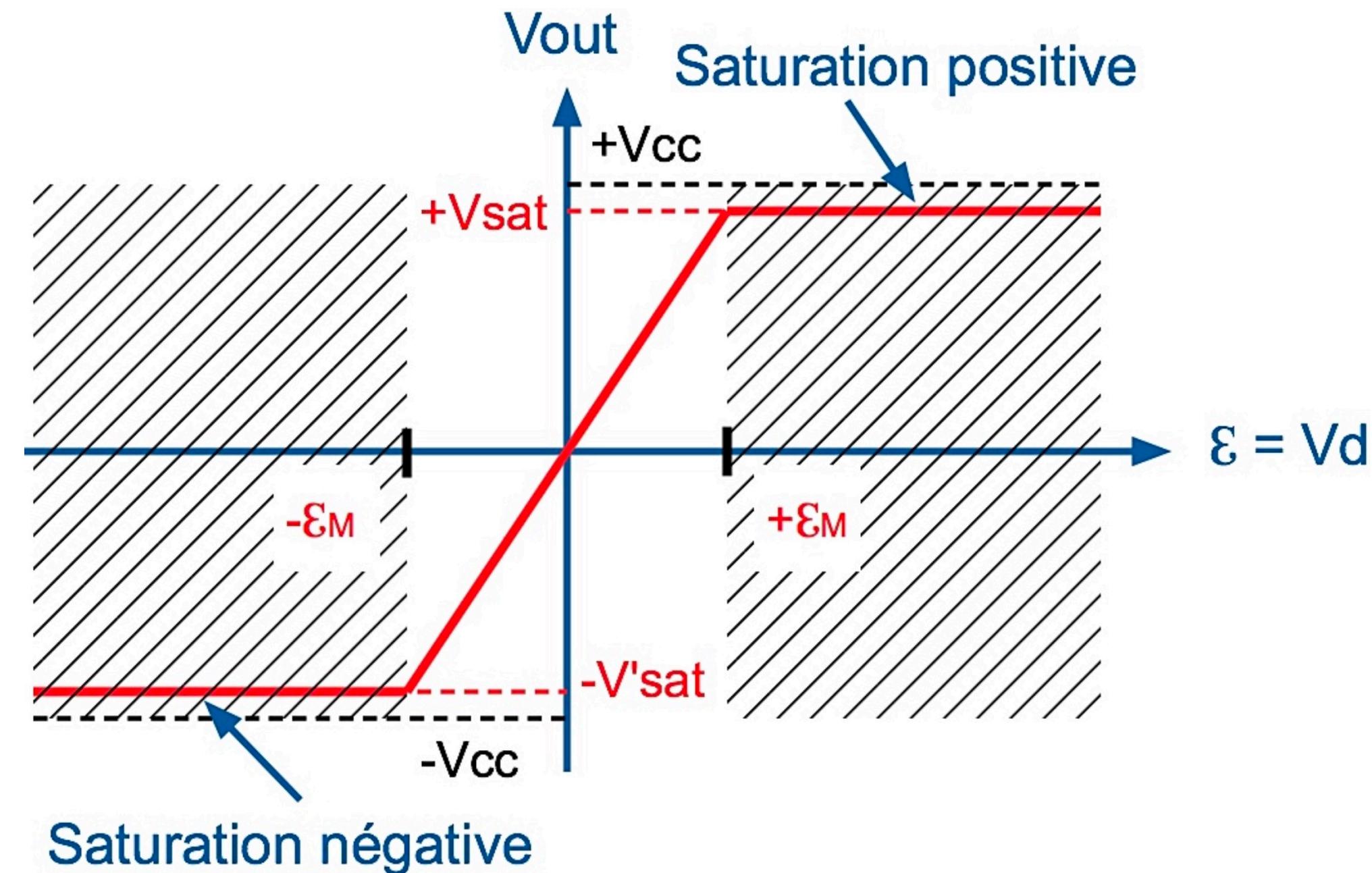
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux



- V_d = tension différentielle entre la borne non inverseuse et la borne inverseuse
- $A_{v,ol}$ = gain en tension en boucle ouverte (tend vers l'infini pour l'A.O. idéal)
- $A_{v,ol}V_d$ = source de tension commandée en tension
- R_i = résistance d'entrée (tend vers l'infini pour l'A.O. idéal)
- R_o = résistance de sortie (tend vers zéro pour l'A.O. idéal)

Révisions ING1

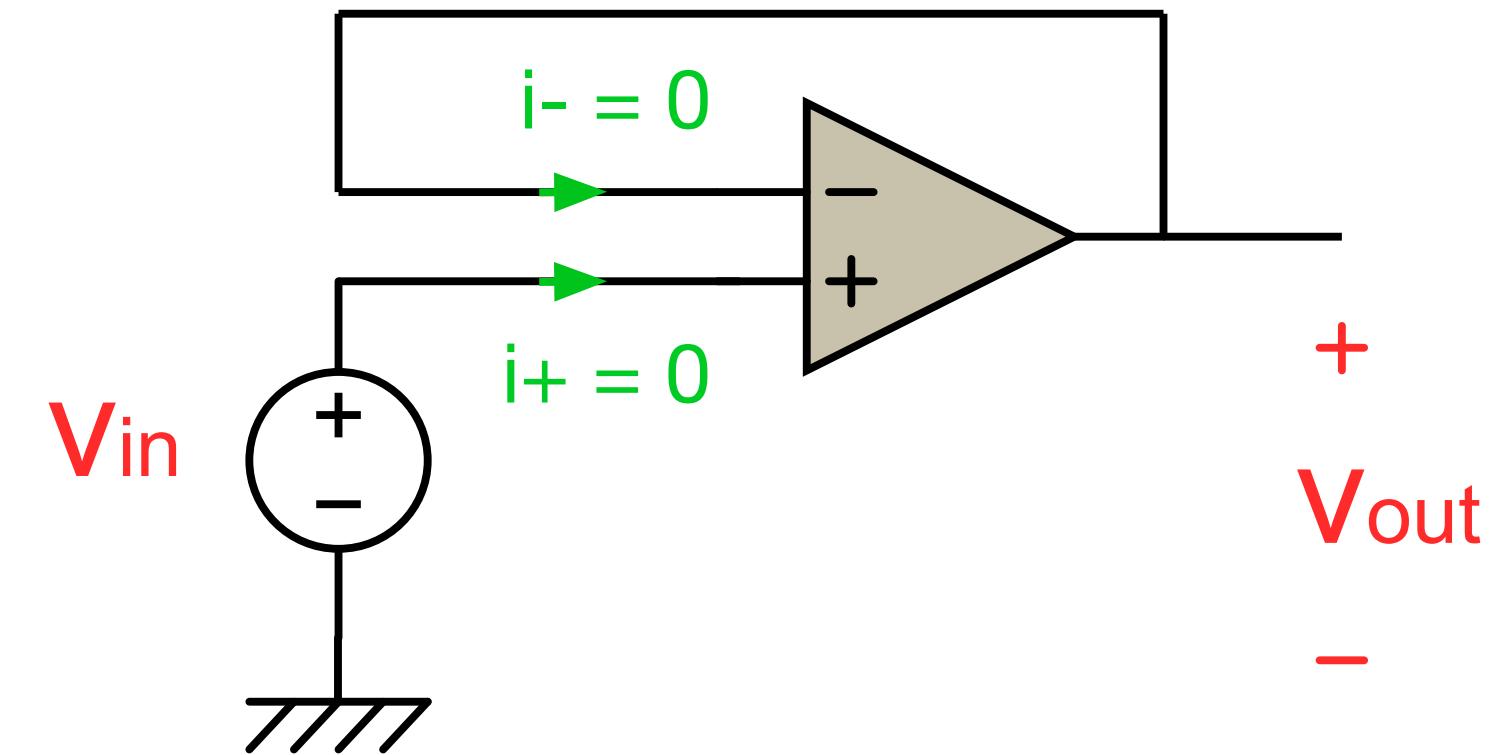
- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux



Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Montage suiveur



$$V_{out} = V_{in}$$

Intérêt du montage :

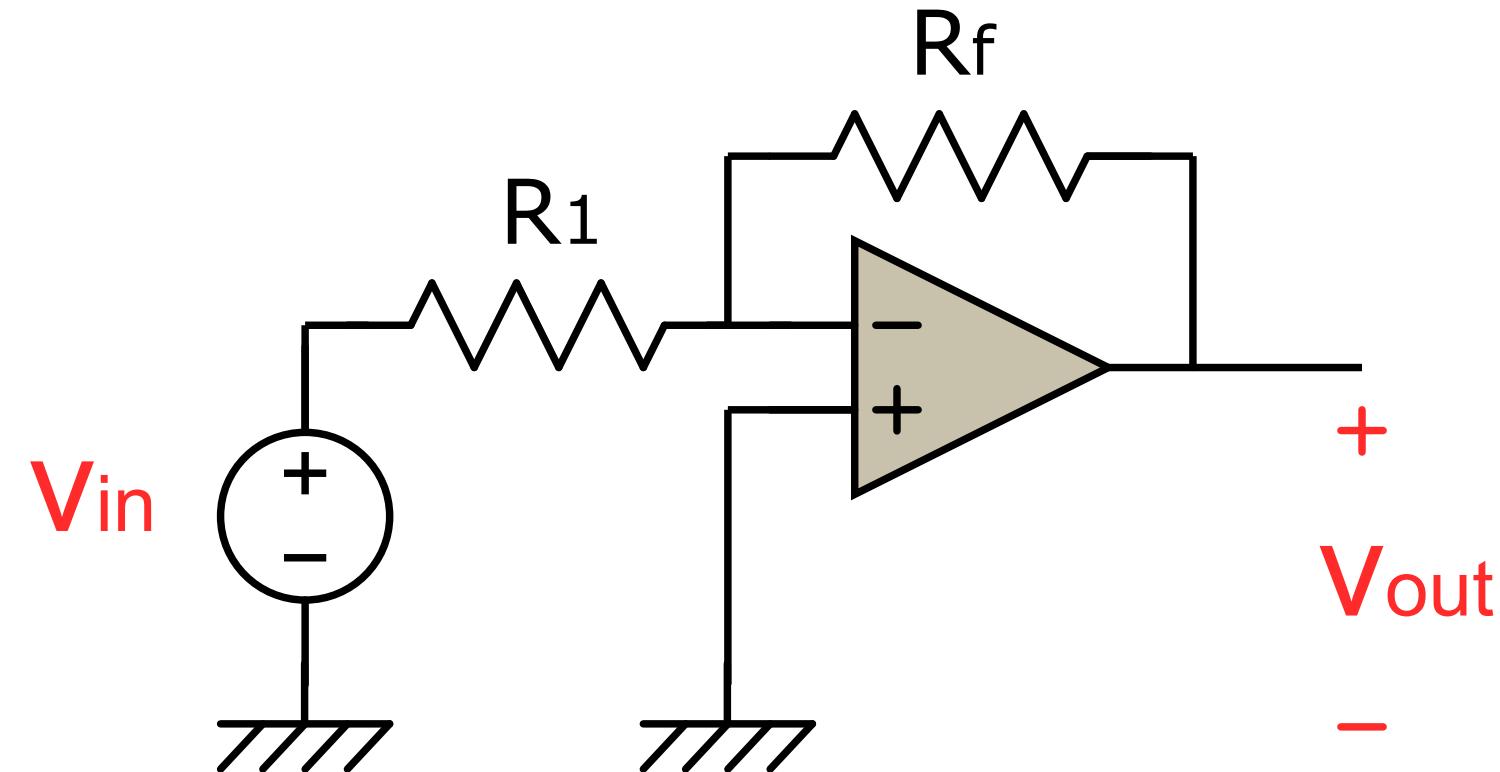
La résistance en entrée du montage est **infinie**.

Le **suiveur de tension** permet de prélever une tension sans la perturber, car il possède un **courant d'entrée nul**. Il est donc utilisé lorsqu'une sonde de tension est présente ou un capteur.

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Montage inverseur



$$V_{out} = -\frac{R_f}{R_1} V_{in}$$

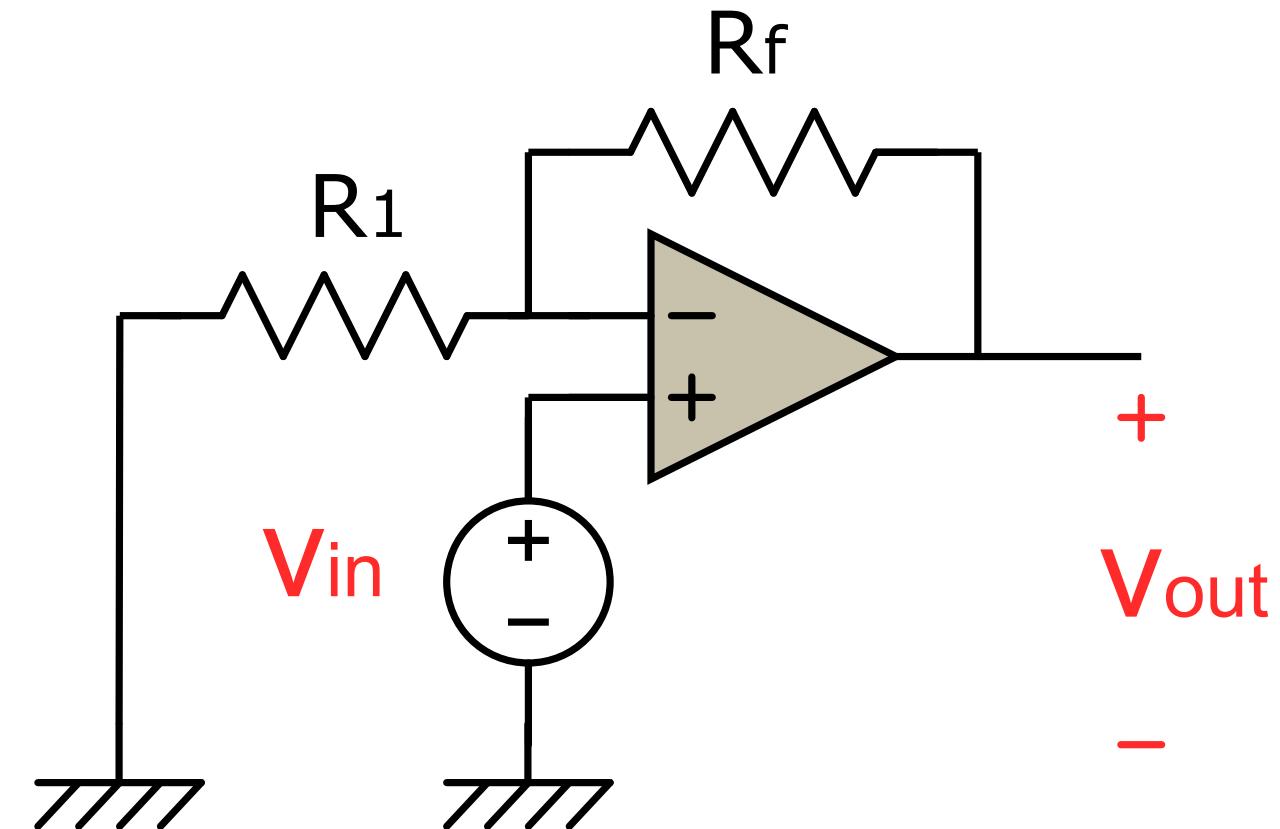
Intérêt du montage :

Inversion de la tension de sortie : Dans un montage inverseur, la tension de sortie est **inversée** par rapport à la tension d'entrée. Cela signifie que si la tension d'entrée augmente, la tension de sortie diminuera proportionnellement et vice versa, avec un gain $(-R_f/R_1)$ ajustable en modifiant les valeurs des résistances.

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

Montage non-inverseur



$$V_{out} = 1 + \frac{R_f}{R_1} V_{in}$$

Intérêt du montage :

- **Amplification sans inversion** : Dans un montage non-inverseur, la tension de sortie est **amplifiée** sans être inversée par rapport à la tension d'entrée. Cela signifie que si la tension d'entrée augmente, la tension de sortie augmente également proportionnellement.

Application courante :

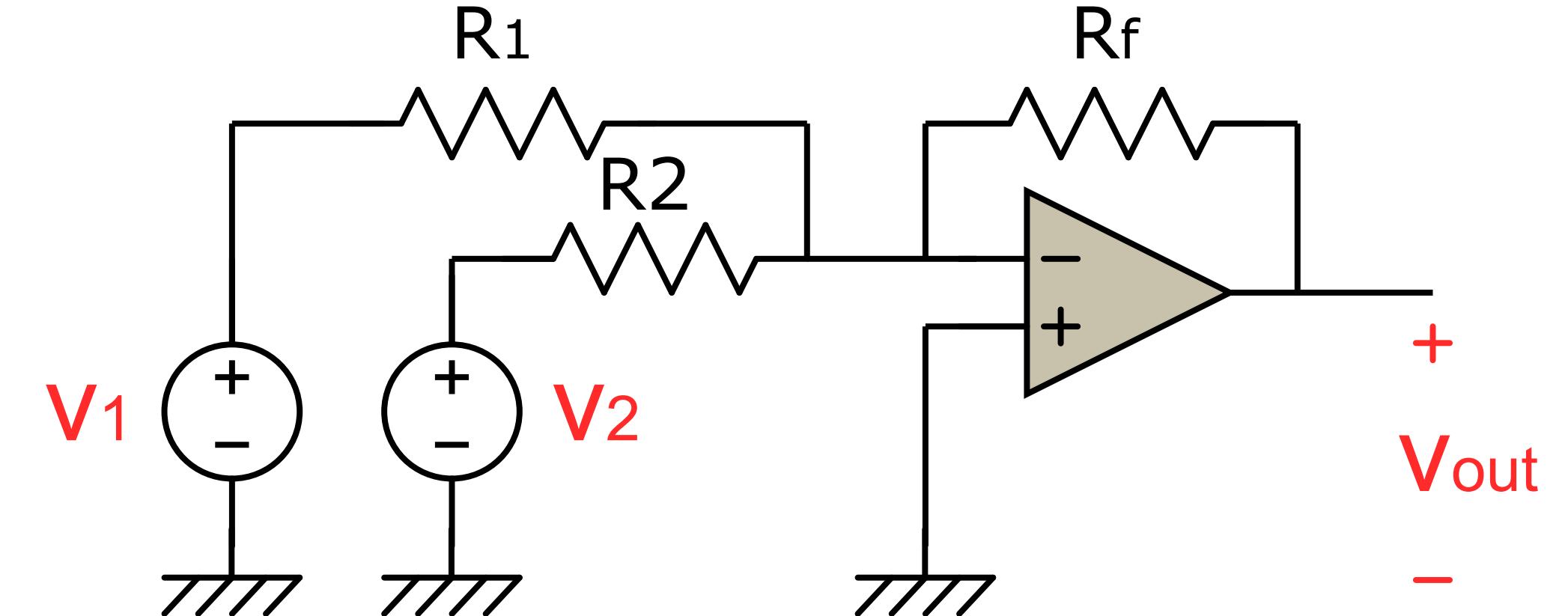
- Le montage non-inverseur est utilisé dans les systèmes audio, les amplificateurs de puissance, les filtres actifs, et d'autres applications où l'amplification sans inversion est nécessaire.

Révisions ING1

- I. Les sources
 - A. Toutes les sources
 - B. Transformation des sources
- II. Lois fondamentales
 - A. Loi d'Ohm
 - B. Lois de Kirchhoff
- III. Les diviseurs
- IV. Les méthodes d'analyse
 - A. Méthode des noeuds
 - B. Méthode des mailles
- V. Les grands théorèmes
 - A. Superposition
 - B. Millman
 - C. Thévenin
 - D. Norton
- VI. L'amplificateur opérationnel idéal
 - A. Caractéristique
 - B. Montages fondamentaux

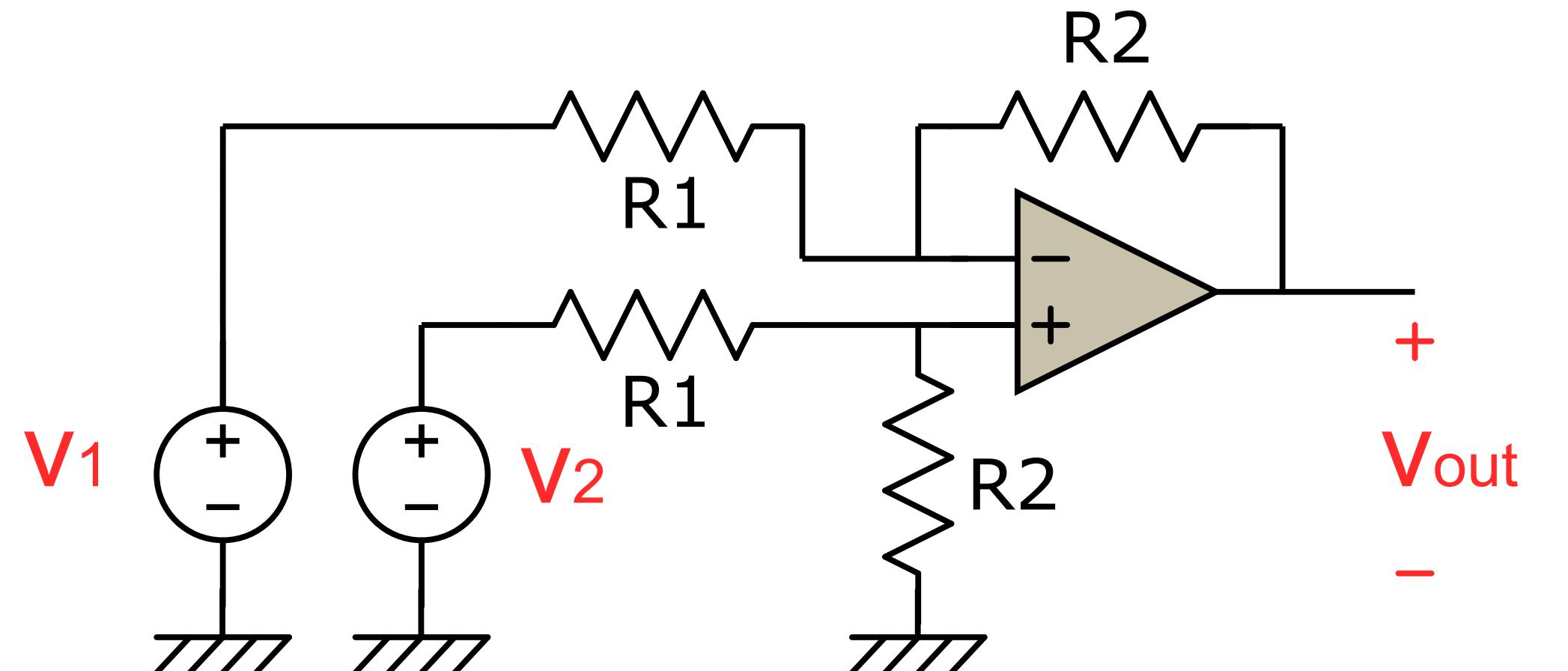
Montage additionneur

$$V_{out} = - R_f \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \right)$$



Montage soustracteur

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$



Révisions ING1

I. Les sources

- A. Toutes les sources
- B. Transformation des sources

II. Lois fondamentales

- A. Loi d'Ohm
- B. Lois de Kirchhoff

III. Les diviseurs

IV. Les méthodes d'analyse

- A. Méthode des noeuds
- B. Méthode des mailles

V. Les grands théorèmes

- A. Superposition
- B. Millman
- C. Thévenin
- D. Norton

VI. L'amplificateur opérationnel idéal

- A. Caractéristique
- B. Montages fondamentaux

Fin du cours