



## Licence « Sciences pour l'ingénieur »

### DS 2.3 - Énergétique et circuits électriques

#### TD 3 : Sources de tension et de courant

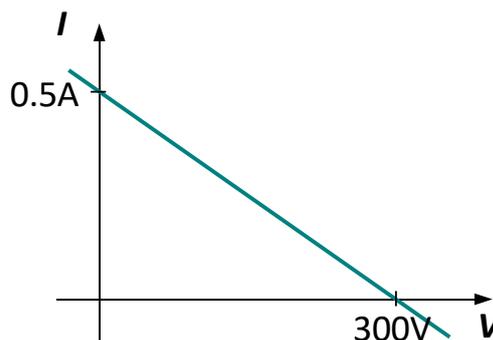
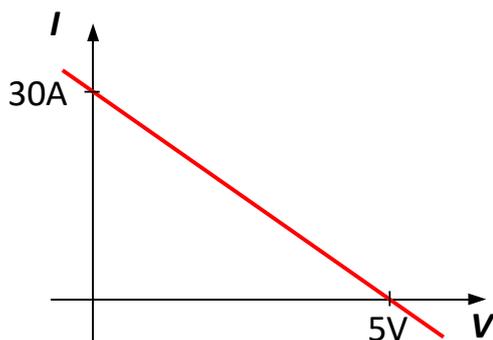
Franco FERRUCCI

[franco.ferrucci@upf.pf](mailto:franco.ferrucci@upf.pf)

**Exercice 3.1.** À partir des caractéristiques tension-courant fournies (voir graphiques), calculer les paramètres des deux modèles de source pour chaque caractéristique :

- Le modèle de source de tension réelle : tension idéale et résistance interne série
- Le modèle de source de courant réelle : courant idéal et résistance interne parallèle

Pour chaque courbe, les deux modèles doivent être développés ⚠.



**Exercice 3.2.** Une source de tension est testée afin de déterminer ses paramètres internes (tension idéale et résistance interne série).

Dans un premier temps, on connecte une source d'alimentation idéale de  $V=5V$  aux bornes de la source étudiée (les «+» avec le «+», et le «-» avec le «-»). On mesure alors un courant de  $1A$  entrant dans source testée.

Dans un second temps, on connecte une résistance de  $22\Omega$  aux bornes de la source. On mesure alors une tension de  $3V$ .

En supposant que la source étudiée peut être modélisée par une source idéale de tension en série avec une résistance interne, calculer la tension idéale et la résistance interne de cette source.

**Exercice 3.3.** Une source de tension délivre une tension de  $30 V$  à vide. En court-circuit, elle fournit un courant de  $20 A$ . Déduire les valeurs de la résistance interne et de la tension idéale de cette source.

### ⚡ Concept – Régulation de charge ⚡

Une source de tension idéale maintient toujours la même tension de sortie, indépendamment du courant débité.

En réalité, les sources possèdent **une résistance interne** qui provoque une chute de tension lorsque la charge augmente. La **régulation de charge** (ou **load regulation**) est un indicateur de cette variation, souvent exprimée en pourcentage :

$$\text{Régulation}_{\%} = \frac{V_{\text{à vide}} - V_{\text{pleine charge}}}{V_{\text{pleine charge}}} \times 100$$

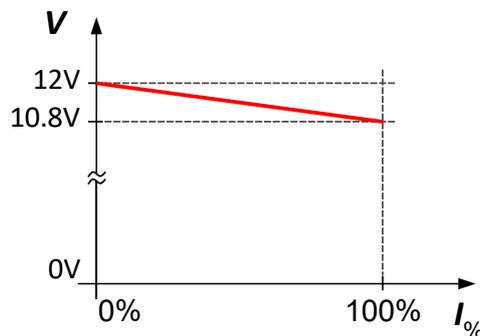
**Exercice 3.4.** Une source de tension fournit **12 V à vide** (aucune charge connectée). Son courant maximal est de **10 A**. On indique que sa régulation de charge est de **1 % à pleine charge**. Déduire la valeur de sa **résistance interne**.

**Exercice 3.5. Source de tension commerciale.** La figure suivante représente la caractéristique tension-courant d'une source de tension commerciale. ⚠ Attention : les axes sont inversés par rapport à la convention habituelle : la tension  $V$  est portée en ordonnée (axe vertical), tandis que le courant  $I$  est en abscisse (axe horizontal), exprimé en pourcentage du courant maximal.

Dans ce modèle commercial, le courant maximal  $I_{\text{max}}$  est de 10 A.

On suppose que cette source peut être modélisée par une source de tension idéale  $V_{\text{int}}$  en série avec une résistance interne  $R_{\text{int}}$ , dans les limites d'un courant compris entre 0 A et 10 A.

**Travail demandé :** calculer les valeurs de  $V_{\text{int}}$  et  $R_{\text{int}}$ , ainsi que la valeur de la **régulation de charge (%)**.



**Exercice 3.6.** On dispose de deux sources de tension continues, modélisées par une tension idéale en série avec une résistance interne :

- Source 1 :  $V_1=12,0 \text{ V}$ ,  $R_1=50 \text{ m}\Omega$
- Source 2 :  $V_2=5,0 \text{ V}$ ,  $R_2=200 \text{ m}\Omega$

$V_1$  et  $V_2$  correspondent aux tensions à vide (tensions internes). On les connecte **sans charge externe**, c'est-à-dire directement l'une à l'autre, dans les configurations suivantes :

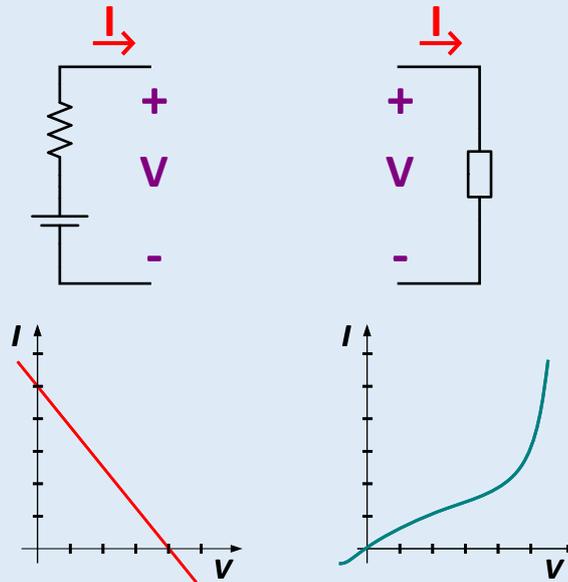
- les bornes positives ensemble, les bornes négatives ensemble (*association parallèle en convention normale*)
- la borne positive de l'une avec la borne négative de l'autre (*association "opposée" ou série inversée*)

**Question :** Dans chaque configuration, calculer le courant qui circule dans la boucle (et indiquer son sens) et la tension développée aux bornes des sources.

**Exercice 3.7.** Calculer la tension aux bornes et le courant circulant lorsque les deux sources de l'exercice 3.1 sont connectées en parallèle (+ avec + et - avec -).

## ⚡ Concept – Superposition graphique des caractéristiques tension-courant ⚡

Lorsqu'on connecte **deux composants** entre eux, par exemple une source et une charge, **chacun possède sa propre caractéristique tension-courant**, courbe  $V=f(I)$  ou  $I=g(V)$ .

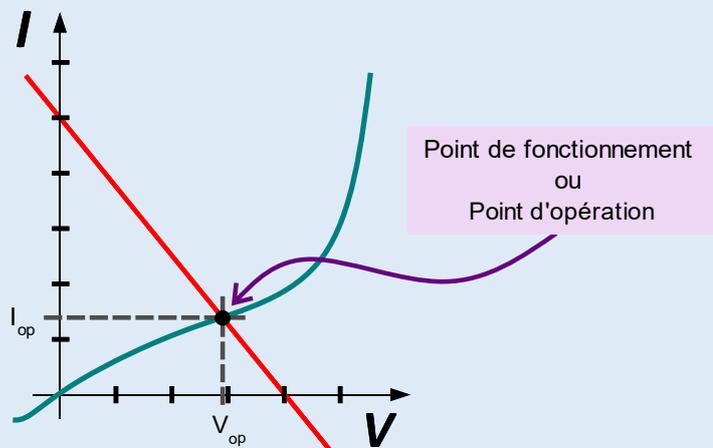


Sur le schéma du haut, on observe un montage simple où une source (à gauche) alimente une charge (à droite). La direction du courant  $I$  est indiquée, et on remarque que :

- La **source** est en **convention générateur** : le courant **sort de la borne positive**.
- La **charge** est en **convention récepteur** (ou passive) : le courant **entre par la borne positive**.

**Méthode graphique** : On peut alors déterminer le **point de fonctionnement** du circuit (ou **point d'opération**) en traçant les deux courbes caractéristiques dans un **même repère V-I**.

- L'**intersection** des deux courbes représente le point où les deux composants ont la **même tension** et le **même courant** :
- **C'est le point d'opération du circuit !**



Et si les tensions ou les courants n'ont **pas le même sens** dans les deux caractéristiques V-I ?

👉 **La solution est simple** : il suffit de "**mirroiter**" la courbe V-I de l'un des composants par rapport à l'axe I ou V, selon le cas :

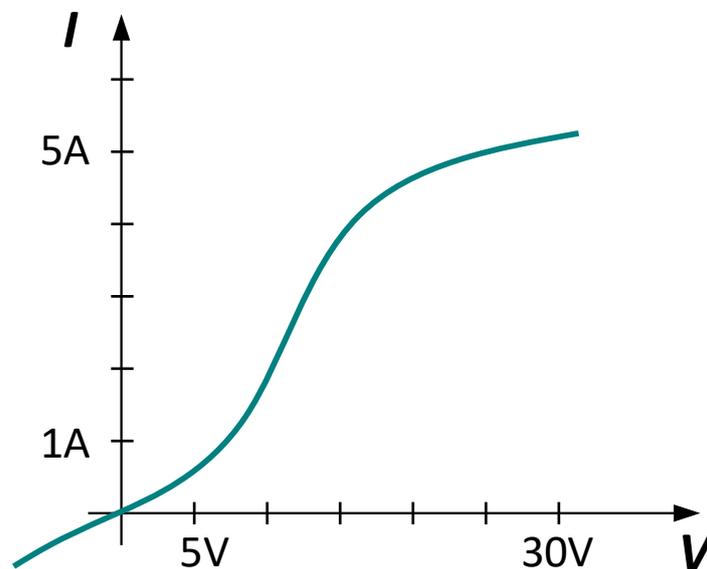
- Si les **courants sont opposés**, on **inverse l'axe vertical I**.
- Si les **tensions sont opposées**, on **inverse l'axe horizontal V**.

Cela permet de ramener les deux composants dans une convention cohérente, et la superposition graphique devient alors valide ⇒ **On retrouve de nouveau l'intersection des courbes comme le point d'opération du circuit** ✓.

**Exercice 3.8.** Une source de tension, caractérisée par  $V_{\text{int}}=25\text{V}$  et  $R_{\text{int}} = 5 \Omega$ , est connectée à une charge dont la caractéristique V-I est représentée ci-dessous.

Déterminer graphiquement le point de fonctionnement du circuit.

**Remarque** : la borne positive de la source est connectée à la borne positive de la charge.



**Exercice 3.9.** Deux sources de tension **identiques**, caractérisées par  $V_{\text{int}}=1,5\text{V}$  et  $R_{\text{int}}=1 \Omega$ , sont connectées :

- en **parallèle** (borne + avec borne +, et borne - avec borne -)
- en **anti-parallèle** (aussi appelée « série inversée »), c'est-à-dire borne + avec borne -.

Déterminer le **point de fonctionnement** pour chaque configuration **de manière graphique**. N'oubliez pas de mirroiter les axes si nécessaire !