

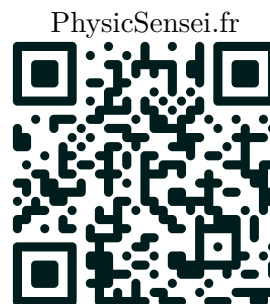
# Système électrique en régime continu

☰ Plan du cours		✍ Exercices
I	Convention en Physique	1
II	Les grandeurs électriques	2
	Tension électrique • Conducteur ohmique • Intensité électrique • Mesurer une tension, une intensité et une résistance	
	D.1 Mesure un courant . . . . .	3
	D.2 Mesurer une tension . . . . .	3
	D.3 Mesurer une résistance . . . . .	3
III	Lois de Kirchhoff	4
	Loi sur l'intensité • Loi sur la tension • Loi d'Ohm et résistances équivalentes	
	C.1 Convention générateur et convention récepteur . . . . .	5
	C.2 Loi d'Ohm pour un conducteur ohmique . . . . .	5
	C.3 Résistance équivalente . . . . .	5
IV	Pont diviseur de tension	6
	Un système quadripôle • Savoir reconnaître un pont diviseur de tension • Etude du pont diviseur de tension	
V	Puissance, énergie et comportement des dipôles	8
	Qu'est ce qu'une puissance ? Une énergie ? • Signal constant, puissance et conventions	
	B.1 Générateur en série avec un conducteur ohmique . . . . .	9
	B.2 Conventions générateur et récepteur . . . . .	9
VI	Modélisation du comportement générateur d'une batterie électrique	10
	Les générateurs idéaux • Capacité d'un batterie électrique	

🏠 Voir fiche TD

🏠 Voir Activité et Application

🌐 Tous les cours en ligne !



L'alimentation en sortie des batterie est de type "continue". Elle est toujours la même au cours du temps. La plupart des systèmes électroniques d'aujourd'hui utilise donc une tension d'alimentation et une intensité continues pour fonctionner.

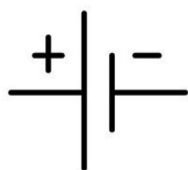
Comment fonctionnent ces systèmes en régime continu ?

## I Convention en Physique

Pour des signaux qui ne varient pas au cours du temps, on utilise des lettres MAJUSCULES pour les étudier. Pour des signaux qui varient au cours du temps, on utilise plutôt des lettres minuscules.

### ✓ Exemple

Soit une tension continue (constante) de 12,0 Volts délivrée par une pile.



On va l'écrire de la sorte :  $U = 9V$ .

Soit une tension alternative générée par une dynamo, ou un générateur de courant alternatif.



Nous allons l'écrire alors :  $u(t)$ . La variable ( $t$ ) indique alors que le signal varie au cours du temps.

## II Les grandeurs électriques

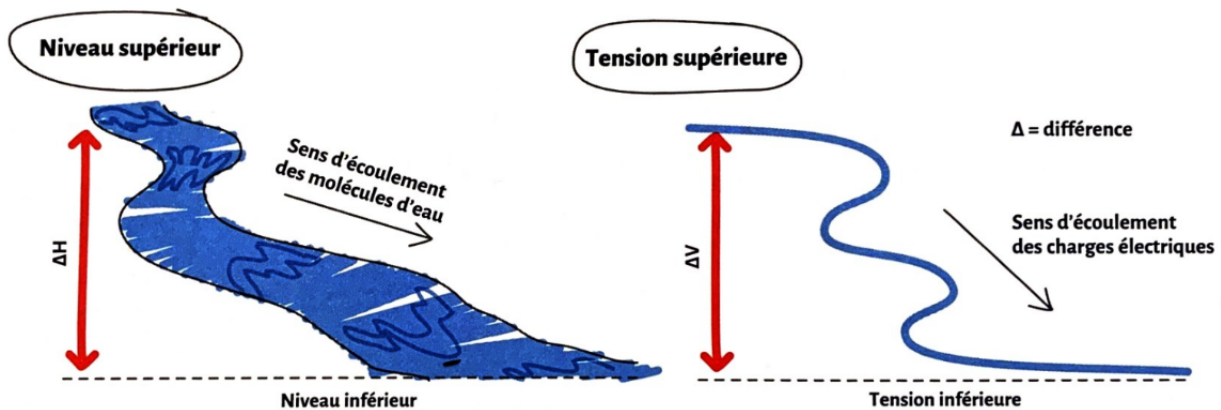
### A Tension électrique

#### Définition

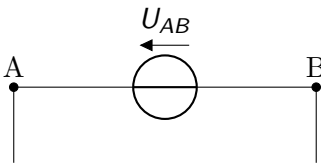
#### Tension électrique

Une tension électrique correspond à une différence de potentiel électrique entre deux points différents d'un système électrique. Son unité est le Volt, de symbole V.

C'est la différence de potentiel qui permet la circulation des porteurs de charge. Nous pouvons l'imager ainsi :



#### Remarque



Ci contre vous trouvez le symbole d'un générateur de tension. Si des lettres sont attribuées à deux points du circuit, la point de la flèche de tension désigne la première lettre de cette tension.

Dans l'exemple ci-contre, la tension est donc notée  $U_{AB}$ .

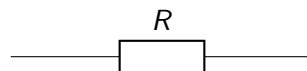
Dans l'exemple ce-dessus, le circuit est ouvert. Les électrons, ne peuvent pas se déplacer entre les deux zones A et B. Ce n'est pas pour autant que cette tension est nulle.

### B Conducteur ohmique

#### Définition

#### Les conducteurs ohmiques

Un conducteur ohmique (ou résistance) est caractérisé par sa résistance électrique, notée  $R$ . Il s'agit d'un composant qui a la capacité de "freiner" les électrons qui circulent dans le circuit. Son unité est le Ohm noté  $\Omega$ . Le symbole d'une résistance est :



#### Remarque

Un fil conducteur utilisé pour brancher différents dipôles électriques entre eux. Il possède une résistance linéique. C'est à dire que sa résistance augmente avec la longueur du fil. Pour éviter les pertes puissances, nous privilégierons les fils de petites tailles.

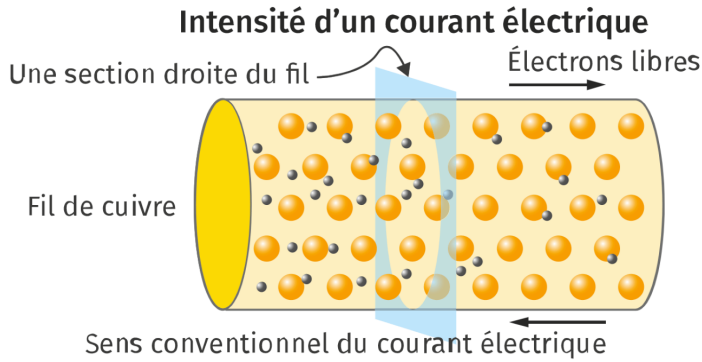
**C** Intensité électrique

**Définition**

**Le courant électrique**

Le courant électrique caractérise le déplacement des électrons libres au sein d'un conducteur électrique. On parle alors d'intensité, notée  $I$ , dont l'unité est l'ampère (de symbole  $A$ ).

On peut l'interpréter comme un débit d'électrons à travers une surface.



On peut compter les électrons qui passent à travers la section du fil pendant un certain temps en utilisant la formule :

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

- $\Delta q$  la charge électrique en Coulomb (C).
- $\Delta t$  le temps en seconde (s).

Plus le nombre de charge traversant la section sur un temps fixe est élevé, plus l'intensité du courant électrique est forte.

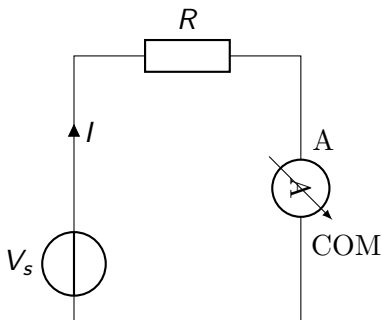
**Propriété**

Par convention, on schématise cette intensité électrique, par une flèche « sur » le fil du circuit, allant toujours de la borne positive à la borne négative du générateur (sens opposé au déplacement des électrons).

**D** Mesurer une tension, une intensité et une résistance

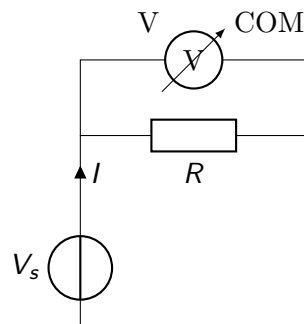
D.1 Mesure un courant

Pour mesurer une intensité électrique, nous utilisons un ampèremètre, branché en série.



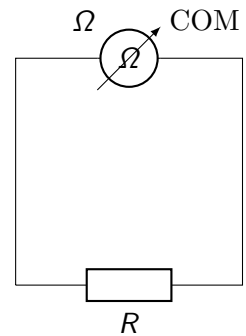
D.2 Mesurer une tension

Pour mesurer une tension électrique, nous utilisons un voltmètre branché en dérivation.



D.3 Mesurer une résistance

Pour mesurer une résistance, nous utilisons un Ohmmètre. La résistance est hors circuit quand on la mesure. Le sens de branchement n'a pas d'importance.



### III Lois de Kirchhoff

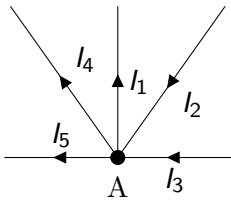
#### A Loi sur l'intensité

##### Définition

##### Loi des nœuds

La loi des nœuds stipule que la somme des courants entrants dans un nœud est égale à la somme des courants sortants. Pour un nœud  $A$  avec cinq courants  $I_1, I_2, I_3, I_4$  et  $I_5$ , la loi des nœuds s'écrit :

$$\sum I_{\text{entrant}} = \sum I_{\text{sortant}}$$



Si nous considérons que  $I_2$  et  $I_3$  sont des courants entrants, et que  $I_1, I_4$  et  $I_5$  sont des courants sortants, alors la loi des nœuds peut être écrite de manière explicite comme :

$$I_2 + I_3 = I_1 + I_4 + I_5$$

En notation algébrique (convention portefeuille), en considérant les signes (courants entrants positifs et courants sortants négatifs), cela devient :

$$-I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

##### Remarque

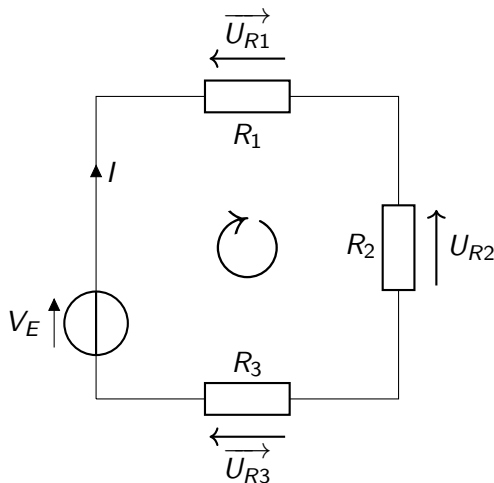
Le courant dans un circuit en série est le même partout.

#### B Loi sur la tension

##### Définition

##### Loi des mailles

La loi des mailles stipule que la somme des tensions dans une boucle fermée est égale à zéro.



Pour une maille avec trois résistances  $R_1, R_2, R_3$  et une source de tension  $E$ , la loi des mailles s'écrit :

$$\sum U = 0$$

Si nous considérons les tensions à travers chaque composant, alors la loi des mailles peut être écrite de manière explicite comme :

$$E - U_{R_1} - U_{R_2} - U_{R_3} = 0$$

##### Remarque

La tension aux bornes d'un fil est nulle.

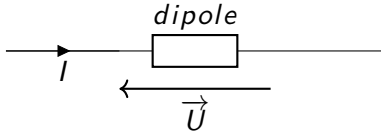
## C Loi d'Ohm et résistances équivalentes

### C.1 Convention générateur et convention récepteur

En électronique, nous plaçons des flèches pour indiquer le sens du courant qui sont fixes. Elle partent toujours de la borne + à la borne - du générateur. Concernant les flèches de tension, l'orientation est complètement arbitraire ! On peut choisir n'importe quel sens, à condition de respecter deux conventions :

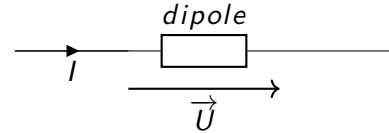
#### Convention récepteur

La flèche représentant la tension  $U$  est dans le sens opposé à la flèche représentant l'intensité  $I$ .



#### Convention générateur

La flèche représentant la tension  $U$  est dans le même sens à la flèche représentant l'intensité  $I$ .



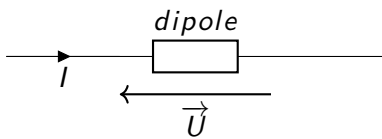
### C.2 Loi d'Ohm pour un conducteur ohmique

#### ☰ Définition

#### La loi d'Ohm

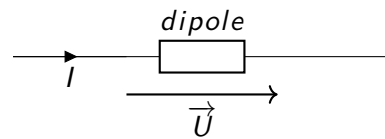
La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité qui le traverse.

#### Convention récepteur



$$U = R \times I$$

#### Convention générateur



$$U = -R \times I$$

$U$  : tension aux bornes du conducteur ohmique, en volt (de symbole V)

$I$  : intensité traversant le conducteur ohmique, en ampère (de symbole A)

$R$  : résistance du conducteur ohmique, en ohm (de symbole  $\Omega$ )

Nous savons donc maintenant nous préoccuper de l'étude d'un dipôle (en l'occurrence un conducteur ohmique).  
Que se passe-t-il lorsque nous branchons plusieurs dipôles en série ou en parallèles ?

### C.3 Résistance équivalente

Nous allons maintenant considérer l'ensemble de plusieurs résistances comme un unique dipôle, dont les propriétés seront légèrement différentes. Ce nouveau dipôle est appelé résistance équivalente, et il représente l'association de plusieurs conducteurs ohmiques.

L'association de résistances permet de calculer une résistance équivalente ( $R_{eq}$ ) représentant l'effet combiné de plusieurs résistances individuelles.

 Propriété

### Association en Série

Dans une association de résistances en série, plusieurs résistances sont connectées l'une après l'autre, de sorte que le courant qui traverse chacune d'entre elles est le même.



La résistance équivalente  $R_{eq}$  pour des résistances en série est la somme des valeurs individuelles des résistances :

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

 Propriété


### Association en Parallèle

Dans une association de résistances en parallèle, les extrémités de toutes les résistances sont connectées entre elles.



La résistance équivalente  $R_{eq}$  pour des résistances en parallèle est calculée en utilisant la formule inverse de la somme des inverses des résistances individuelles :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

 Remarque

Les associations en série augmentent la résistance totale, tandis que les associations en parallèle la diminuent.

## IV Pont diviseur de tension

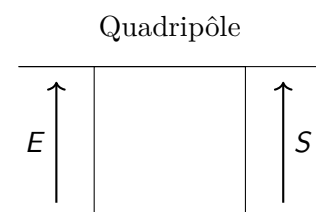
### A Un système quadripôle

 Définition

#### Un quadripôle

Un quadripôle est un système comportant quatre bornes de liaisons avec l'extérieur.

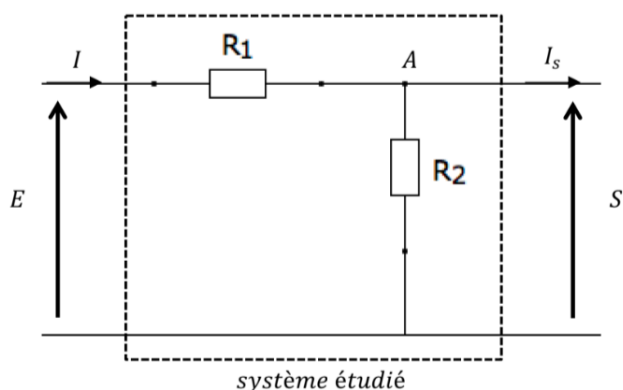
- deux bornes reliées au signal d'entrée.
- deux bornes fournissant un signal de sortie.


 Exemple

Un transformateur de tension (chargeur de téléphone), un filtre passe-bas, un câble Ethernet, l'espace situé entre une antenne émettrice et une antenne réceptrice sont tous des quadripôles.

## B Savoir reconnaître un pont diviseur de tension

Voici le circuit que l'on va étudier.



Le système est constitué de deux conducteurs ohmiques dont les résistances respectives sont  $R_1$  et  $R_2$ .  
La tension  $E$  est la tension aux bornes de  $R_1$  et  $R_2$ .  
La tension  $S$  est la tension aux bornes de  $R_2$ .

### Remarque

En mesurant l'intensité dans les différentes branches, nous remarquons qu'elle est identique dans la branche de  $R_1$  et dans la branche de  $R_2$ . Ces conducteurs ohmiques sont donc branchés en série.

## C Etude du pont diviseur de tension

### Formule

#### Formule du pont diviseur de tension

La formule littérale qui permet de calculer la tension en sortie du quadripôle est :

$$S = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times E$$

### Application

✍ Afin de pouvoir choisir et piloter les tensions dans un circuit, il est nécessaire de justifier le choix des valeurs de résistances dans un pont diviseur. Vous devez donc être capable d'isoler des variables dans cette équation.

Une animation est disponible en ligne.

**Q1** Donner la formule littérale pour  $R_2$ .

Partons de l'équation initiale :

$$S = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times E$$

1. Multiplions les deux côtés de l'équation par  $(R_1 + R_2)$  :

$$S \times (R_1 + R_2) = R_2 \times E$$

2. Distribuons  $S$  à l'intérieur des parenthèses :

$$SR_1 + SR_2 = R_2E$$

3. Regroupons les termes contenant  $R_2$  d'un côté de l'équation :

$$SR_1 = R_2E - SR_2$$

4. Factorisons  $R_2$  du côté droit de l'équation :

$$SR_1 = R_2(E - S)$$

5. Divisons les deux côtés de l'équation par  $(E - S)$  pour isoler  $R_2$  :

$$R_2 = \frac{SR_1}{E - S}$$

Nous avons maintenant isolé  $R_2$  :

$$R_2 = \frac{SR_1}{E - S}$$

## V Puissance, énergie et comportement des dipôles

### A Qu'est ce qu'une puissance ? Une énergie ?

#### ☰ Définition

#### Energie

L'énergie est la capacité à effectuer un travail ou à provoquer un changement. Elle se mesure en joules (J) ou en kilowattheures (kW · h).

$$E = P \times \Delta t$$

$E$  est l'énergie en joules (J) ou en kilowattheures (kW · h),  
 $P$  est la puissance en watts (W),  
 $t$  est le temps en heures (h).

#### ☰ Définition

#### Puissance

La puissance est la quantité d'énergie transférée ou convertie par unité de temps. Elle se mesure en watts (W).

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$E$  est l'énergie en joules (J) ou en kilowattheures (kW · h),  
 $P$  est la puissance en watts (W),  
 $t$  est le temps en heures (h).

#### ✓ Exemple

Considérons un appareil à raclette de puissance  $P = 600 \text{ W}$ . Si cet appareil fonctionne pendant 2 heures, nous pouvons calculer l'énergie consommée.

- Puissance de l'appareil :  $P = 600 \text{ W}$
- Durée de fonctionnement :  $\Delta t = 2 \text{ h}$

En utilisant la formule de l'énergie :

$$E = P \times \Delta t$$

Substituons les valeurs :

$$E = 600 \text{ W} \times 2 \text{ h} = 1200 \text{ W} \cdot \text{h}$$

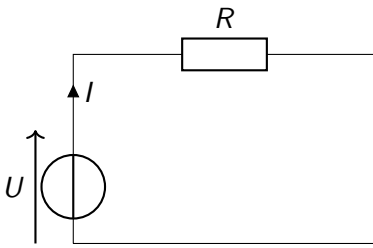
Nous pouvons également convertir l'énergie en kilowattheures :

$$1200 \text{ W} \cdot \text{h} = 1.2 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

Donc, l'appareil à raclette consomme  $1.2 \text{ kW} \cdot \text{h}$  d'énergie lorsqu'il fonctionne pendant 2 heures.

## B Signal constant, puissance et conventions

### B.1 Générateur en série avec un conducteur ohmique



Le conducteur ohmique est parcouru par un courant électrique : il y a alors une conversion d'énergie.

Le signal électrique fournit de l'énergie électrique au conducteur ohmique, qui la transforme en énergie thermique (chaleur). L'énergie électrique du signal varie au cours du temps :  $\Delta E \neq 0$

### X<sup>1</sup> Formule

#### Puissance électrique en régime continu

En régime continu, on définit la puissance électrique de ce signal, notée  $P$ , dont l'unité est le watt, de symbole  $W$  :

$$P = U \times I$$

$U$  : tension aux bornes du système, en volt  $I$  : intensité traversant le système, en ampère

### B.2 Conventions générateur et récepteur

En convention récepteur, on parlera de Puissance Reçue.

Si  $P_{\text{reçu}} > 0$ , le dipôle reçoit une puissance extérieure.

Si  $P_{\text{reçu}} < 0$ , le dipôle fournit une puissance à l'extérieur.

#### Remarque

Dans le cas d'un récepteur, on peut utiliser la convention "portefeuille".

Si la puissance reçue est positive, cela signifie que le dipôle reçoit de la puissance. De manière analogue, lorsque vous recevez un virement sur votre compte bancaire, le montant reçu est positif sur votre compte.

En convention générateur, on parlera de Puissance Fournie.

Si  $P_{\text{fournie}} > 0$ , le dipôle fournit une puissance à l'extérieur.

Si  $P_{\text{fournie}} < 0$ , le dipôle reçoit une puissance de l'extérieur.

#### Remarque

Dans le cas d'un générateur, on peut utiliser la convention "entreprise".

Si la puissance fournie par le dipôle est positive, cela signifie que le dipôle fournit de la puissance. De manière analogue, si une entreprise produit des biens, elle fournit des produits sur le marché.

### Propriété

#### Pour simplifier

Pour ne pas s'embêter avec les problèmes de signes dans nos calculs, il est pertinent (mais pas obligatoire) d'adopter la convention correspondant au comportement du dipôle.

Convention récepteur d'un conducteur ohmique	Convention générateur d'un conducteur ohmique
$P_{\text{reçue}} = U \cdot I$ Formule de la puissance	$P_{\text{fournie}} = U \cdot I$ Formule de la puissance
Loi d'Ohm $U = R \cdot I$	Loi d'Ohm $U = R \cdot I$
Signe de la puissance $P_{\text{reçue}} > 0 \Rightarrow$ le dipôle reçoit de la puissance $P_{\text{reçue}} < 0 \Rightarrow$ le dipôle fournit de la puissance	Signe de la puissance $P_{\text{fournie}} > 0 \Rightarrow$ le dipôle fournit de la puissance $P_{\text{fournie}} < 0 \Rightarrow$ le dipôle reçoit de la puissance

**Remarque**

Qu'importe la convention adoptée, un conducteur ohmique possède toujours un comportement de récepteur. Il convertit l'énergie électrique en chaleur. On parle alors d'effet Joules. La convention récepteur est donc la plus adaptée pour faire l'étude des conducteurs ohmiques.

## VI Modélisation du comportement générateur d'une batterie électrique

### A Les générateurs idéaux

Schéma d'un générateur de tension idéal

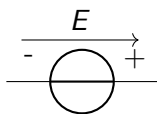
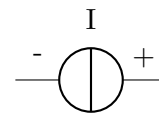


Schéma d'un générateur d'intensité idéal



### B Capacité d'une batterie électrique

**Définition**

#### Capacité d'une batterie

La capacité d'une batterie (ou accumulateur) est la quantité maximale de charges électriques emmagasinée par le dispositif. Elle est notée  $C$  et son unité dans le Système International est  $A \cdot s$  (Ampère.seconde) :

$$C = I \times \Delta t$$

$I$  : intensité constante délivrée par l'accumulateur, en ampère (de symbole  $A$ )  $\Delta t$  : durée de fonctionnement de la batterie ou « autonomie » de la batterie, en seconde (de symbole  $s$ )

**Remarque**

Les constructeurs indiquent souvent la capacité d'une batterie en  $A \cdot \text{heure}$ , il faut donc se plier à l'exercice de conversion pour rester dans les unités du système international.

$$V_{\text{out}} = \frac{R}{R + R} \times V_{\text{in}}$$

$$V_{\text{out}} = \frac{Z_c}{R + Z_c} \times V_{\text{in}}$$