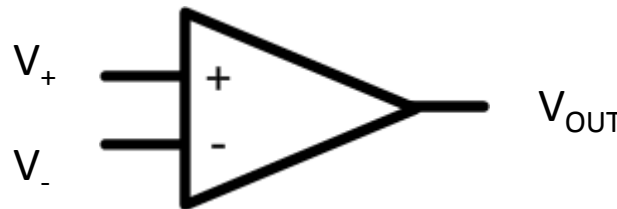


Électronique

Amplificateurs opérationnels et
exercices de conception pour diodes

Amplificateurs opérationnels

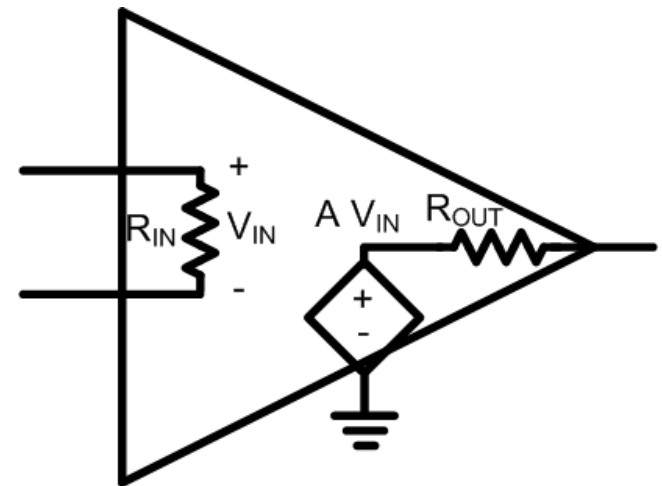
- Un amplificateur opérationnel a 3 pattes



- La sortie est égale à la différence $V_+ - V_-$ multiplié par un gain
- Petite différence donne grosse tension à la sortie
 - La différence est alors “amplifiée”

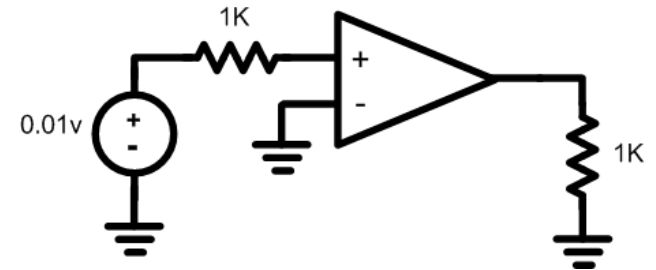
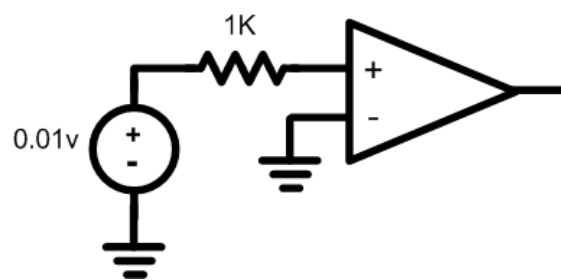
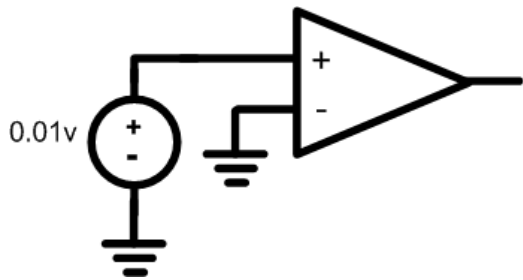
Amplificateurs opérationnels

- Ce qu'il y a à l'intérieur d'un amplificateur dépasse le cadre de ce cours
 - On prend un modèle simplifié
- Résistance R_{IN} aux bornes de laquelle se trouve V_{IN}
 - C'est V_{IN} qui se fait amplifier par A
 - Il y a une chute de tension à la sortie causée par R_{OUT}

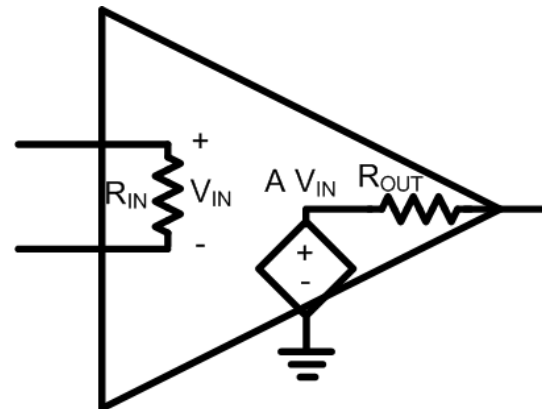


Amplificateurs opérationnels

- Sachant que $A=100$, $R_{IN}=100K$ et $R_{OUT}=100$, trouvez V_{OUT}

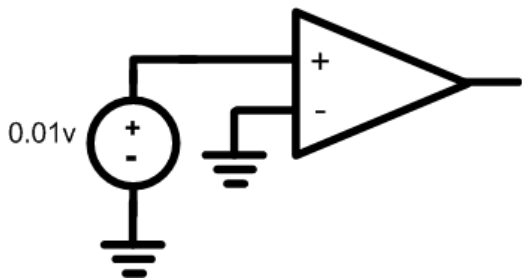


RAPPEL:

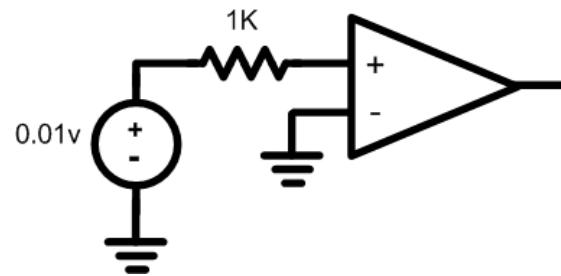


Amplificateurs opérationnels

- Sachant que $A=100$, $R_{IN}=100K$ et $R_{OUT}=100$, trouvez V_{OUT}



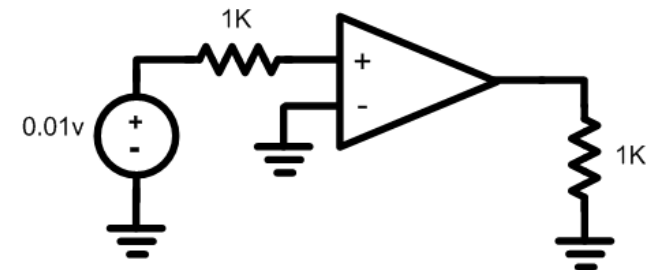
$$V_{out} = (0.01 - 0)100 = 1V$$



$$V_{in} = \left(\frac{100K}{100K + 1K} \right) 0.01$$

$$V_{out} = 100 \cdot (0.01 - 0) \cdot \left(\frac{100K}{100K + 1K} \right)$$

$$= 0.99$$



$$V_{in} = \left(\frac{100K}{100K + 1K} \right) \cdot 0.01$$

$$AV_{in} = 100 \cdot 0.01 \left(\frac{100K}{100K + 1K} \right)$$

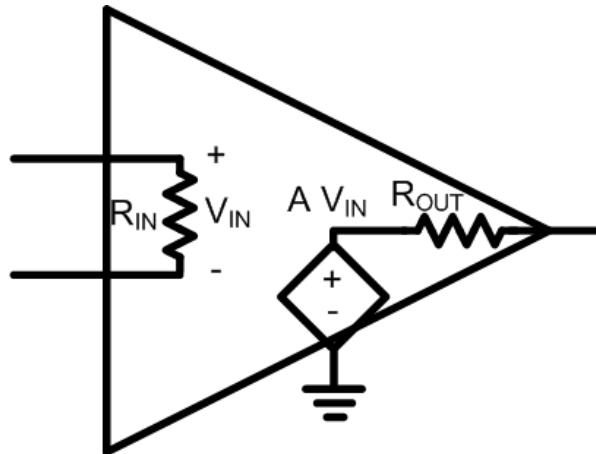
$$V_{out} = AV_{in} \cdot \left(\frac{1K}{100 + 1K} \right) = 100 \cdot 0.01 \left(\frac{100K}{100K + 1K} \right) \left(\frac{1K}{100 + 1K} \right)$$

$$= 0.9$$

On a des pertes en entrée et des pertes à la sortie

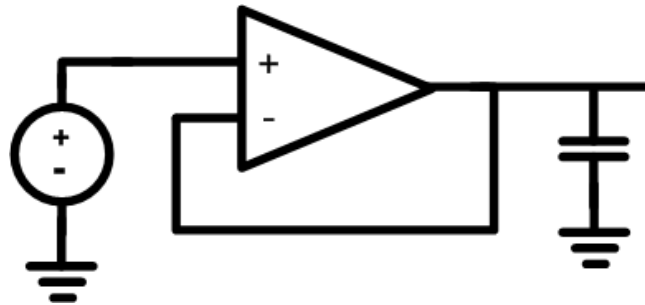
Amplificateurs opérationnels

- Pour limiter ces pertes, on voudrait avoir certaines valeurs de R_{IN} et R_{OUT}
 - R_{IN} infini (aucun courant entre dans V_+ ni dans V_-)
 - $R_{OUT} = 0$
- Idéalement, on veut aussi que A soit infini



Rétroaction négative

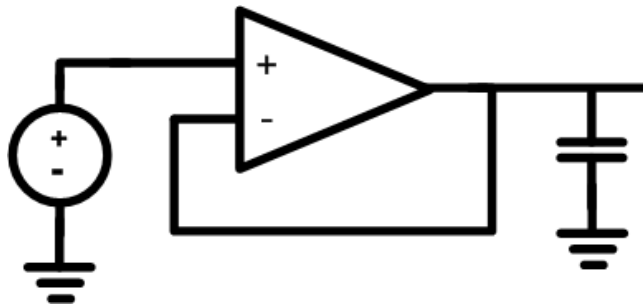
- Revenons au modèle presque idéal
 - On va dire que la résistance de sortie est PROCHE de 0 pour que la capacité ait un effet...



- Qu'arriverait-il si la source était de 0.1v?
 - Condition initiale au condensateur 0v

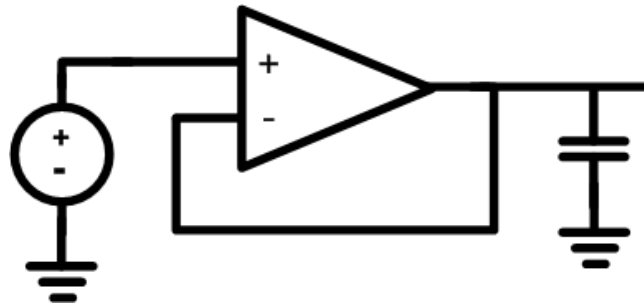
Rétroaction négative

- La sortie commencerait par vouloir générer infini:
 - La tension monterait tranquillement à 0.01v
 - V_- devient maintenant 0.01v
 - $A(V_+ - V_-)$ veut encore donner infini
 - Ça monte tranquillement jusqu'à 0.1v
- Qu'arrive-t-il à 0.1v?



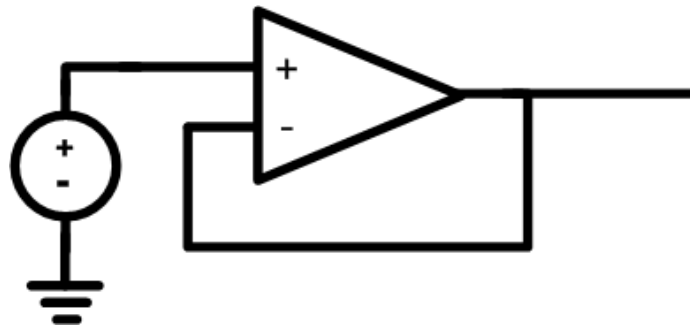
Rétroaction négative

- Quand la sortie est 0.1v, $(V_+ - V_-) = 0$
- Avec un gain infini, la sortie est indéterminée
 - Mais on sait que c'est 0.1v!
- Pourquoi est-ce que ça ne DÉPASSE pas 0.1v?
 - Si ça dépassait, la sortie serait MOINS l'infini
 - Ça ferait DESCENDRE la sortie jusqu'à 0.1v



Rétroaction négative

- Donc, cette configuration met à la sortie ce qu'il y a à l'entrée
 - C'est un "buffer" ou un tampon
 - C'est utile lorsque le circuit à l'entrée doit avoir une grande résistance et la sortie veut une petite résistance



Rétroaction négative

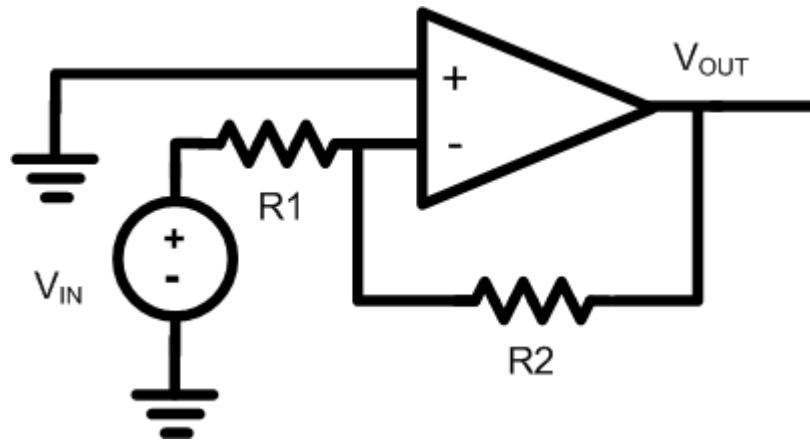
- Note importante: la SEULE façon de ne PAS avoir une sortie (+/-) infinie c'est quand $V_+ = V_-$
- La rétroaction négative va toujours vouloir faire que $V_+ = V_-$
 - Il faut que la sortie REVIENNE à l'entrée NÉGATIVE
 - Ça peut passer par d'autres composantes, ce n'est pas grave
- DONC: Quand il y a rétroaction négative, $V_+ = V_-$

Règle d'analyse

- Analyse rapide:
 - On considère amplificateur idéal R_{IN} infini, $R_{OUT}=0$ et gain A infini
 - Si rétroaction négative: $V_+ = V_-$
 - Aucun courant n'entre dans l'amplificateur
 - On écrit les équations et on résoud
 - Typiquement, on veut V_{OUT} ou V_{OUT}/V_{IN}

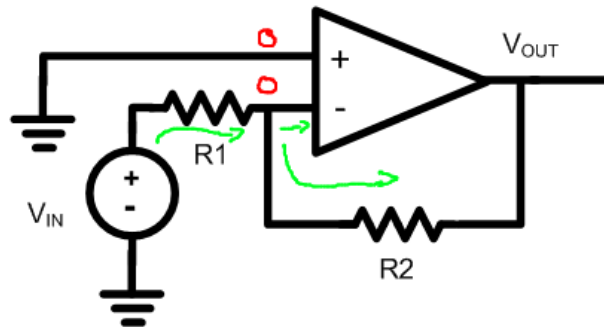
Exemple

- Trouvez V_{OUT} en termes de V_{IN} , R_1 et R_2 .



Exemple

- Il y a une connexion de la sortie vers V_- :
 - Rétroaction négative: $V_+ = V_- = 0$



- Équation au noeud V_- :

$$\frac{V_{IN} - 0}{R1} = \frac{0 - V_{OUT}}{R2}$$

Aucun courant n'entre dans l'amplificateur

Exemple

- On ré-écrit l'équation:

$$\frac{V_{IN} - 0}{R1} = \frac{0 - V_{OUT}}{R2}$$

- On manipule pour obtenir

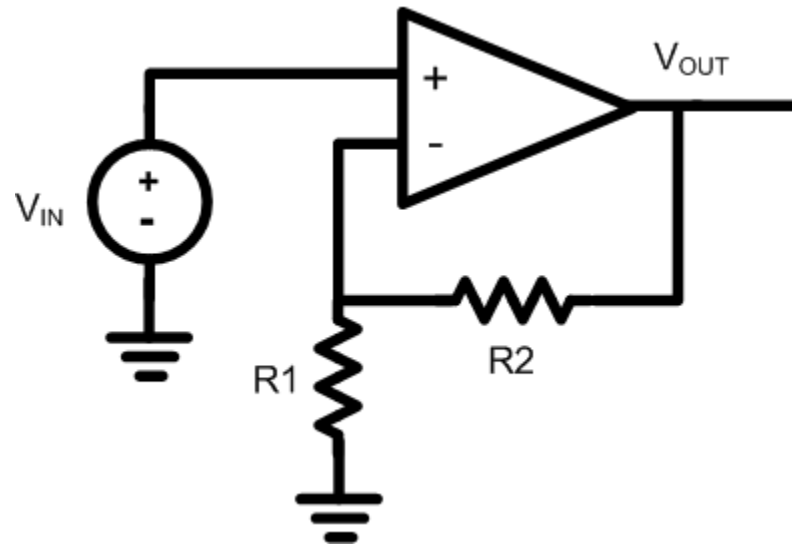
$$V_{OUT} = -V_{IN} \left(\frac{R2}{R1} \right)$$

Le gain est déterminé par les résistances

La sortie est inversée par rapport à l'entrée

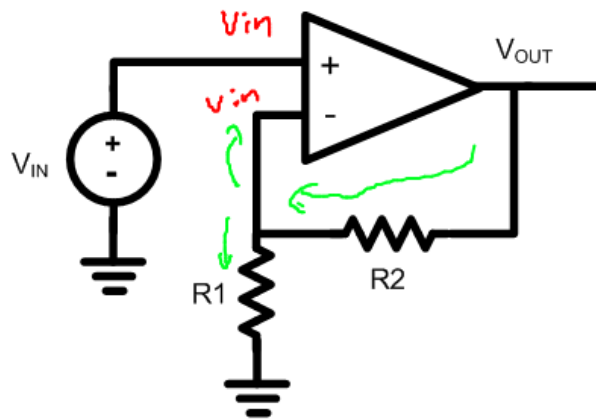
Exemple (seul)

- Trouvez V_{OUT} en termes de V_{IN} , R_1 et R_2 .



Exemple (seul)

- Il y a une connexion de la sortie vers V_- :
 - Rétroaction négative: $V_+ = V_- = 0$



- Équation au noeud V_- :

$$\frac{V_{OUT} - V_{IN}}{R2} = \frac{V_{IN}}{R1}$$

Exemple (seul)

- On ré-écrit l'équation:

$$\frac{V_{OUT} - V_{IN}}{R2} = \frac{V_{IN}}{R1}$$

- On amène V_{IN} à droite et on factorise:

$$\frac{V_{OUT}}{R2} = V_{IN} \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \right)$$

- V_{OUT} devient_:

$$V_{OUT} = V_{IN} \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right)$$

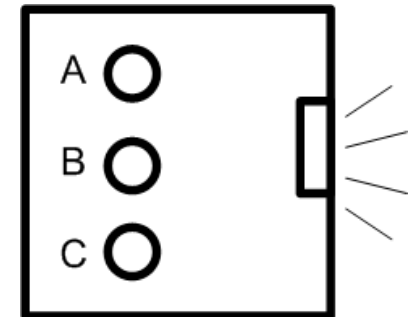
Le gain est déterminé par les résistances
La sortie n'est pas inversée par rapport à l'entrée

Exercice #1

- On veut connecter une LED à un système existant
 - Lorsque le système génère 0v on veut que la LED allume
 - Lorsque le système génère 5v on veut que la LED s'éteigne
- Lorsque la LED s'allume, nous avons besoin d'un courant de 10mA
 - Hypothèse: La LED a un V_B de 1.2v

Exercice #2

- Concevez un circuit qui a:
 - 3 boutons en entrée
 - 1 LED à la sortie
- Lorsqu'on presse sur A:
 - LED allume à faible intensité
- Lorsqu'on presse sur B:
 - LED allume à moyenne intensité
- Lorsqu'on presse sur C:
 - LED allume à haute intensité



Exercice #2

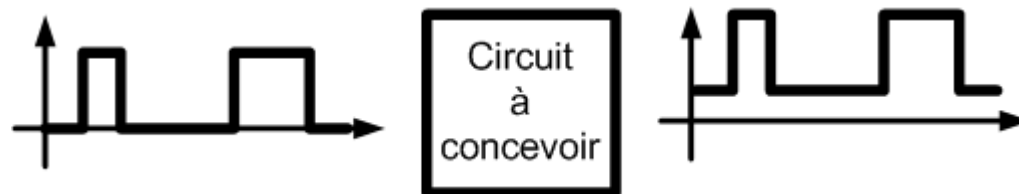
- Données:
 - La source est de 5v
 - V_B de la LED est de 1v
 - Intensité faible: 5mA
 - Intensité moyenne 20mA
 - Haute intensité 100mA

Exercice #3

- Dessinez un circuit qui limite la tension en entrée
 - La tension minimale devrait être de -1v
 - La tension maximale devrait être de 4v
- Le V_B des diodes est de 0.7v

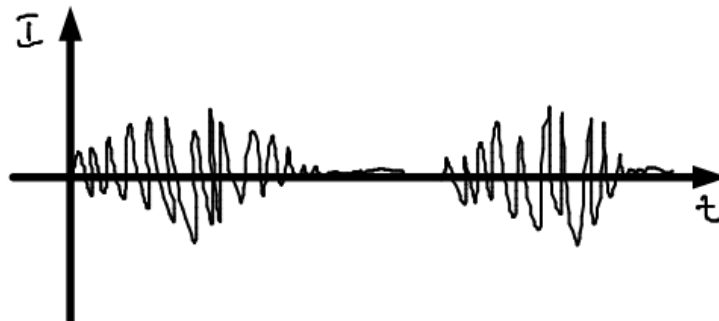
Exercice #4

- Nous aimerions interfacer 2 circuits:
 - Un système de 1.8v qui envoie un signal numérique à un système de 5v
 - Pour que le système de 5v détecte 1, il faut que le signal soit plus que 3v
 - Pour que le système de 5v détecte 0, il faut que le signal soit moins que 2v
- Concevez un circuit qui permet d'effectuer cette tâche



Exercice #5

- Un matériau piezo électrique a une propriété intéressante:
 - Quand on le stimule électriquement, il se déforme mécaniquement
 - Quand on le déforme mécaniquement, il produit un signal électrique
- On aimerait stocker cette énergie dans un condensateur



Exercice #5

- Est-ce que je peux simplement connecter un condensateur à ses bornes? (non!)
 - Pourquoi?
- Proposez un circuit pour emmagasiner des charges dans un condensateur
 - Donc: en continuant à déformer la couche piézo électrique, ça continuerait à faire augmenter la tension dans le condensateur (jusqu'à une limite)