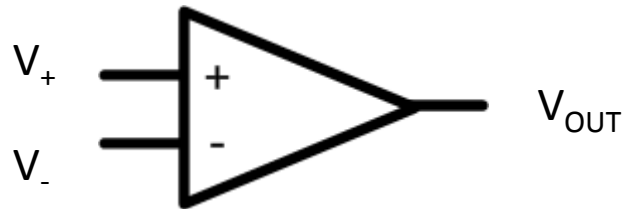


# Electronique 1

Amplificateurs operationnels et  
exercices de conception pour diodes

# Amplificateurs operationnels

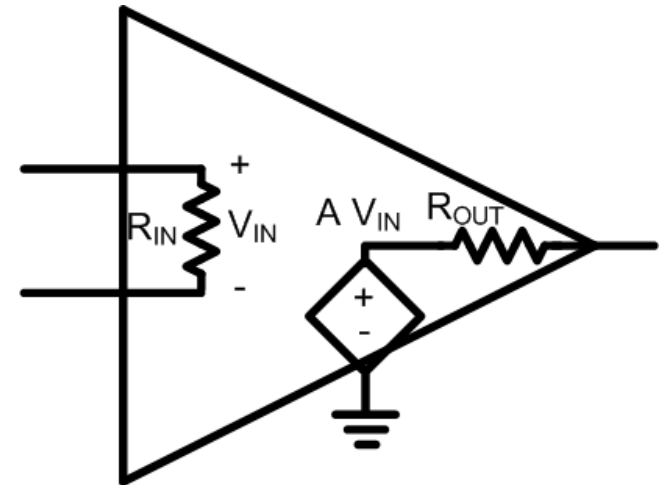
- Un amplificateur operationnel a 3 pattes



- La sortie est egale a la difference  $V_+ - V_-$  multiplie par un gain
- Petite difference donne grosse tension a la sortie
  - La difference est alors “amplifiee”

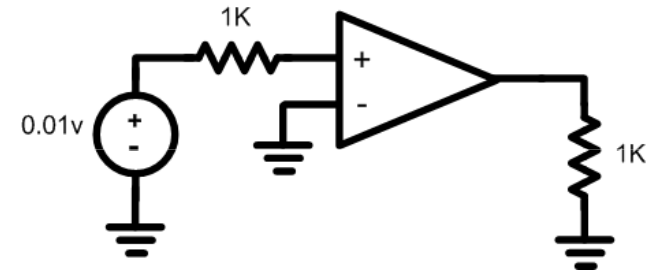
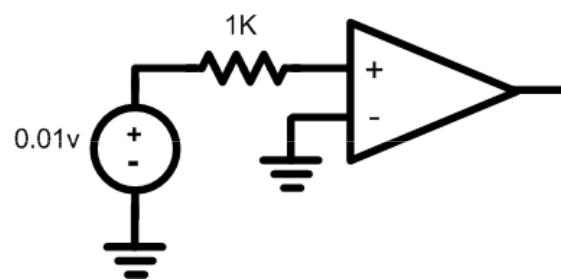
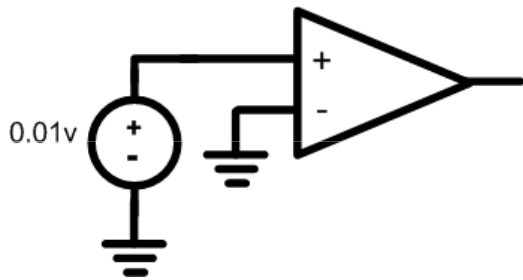
# Amplificateurs operationnels

- Ce qu'il y a a l'interieur d'un amplificateur depasse le cadre de ce cours
  - On prend un modele simplifie
- Resistance  $R_{IN}$  aux bornes de laquelle se trouve  $V_{IN}$ 
  - C'est  $V_{IN}$  qui se fait amplifie par  $A$
  - Il y a une chute de tension a la sortie causee par  $R_{OUT}$

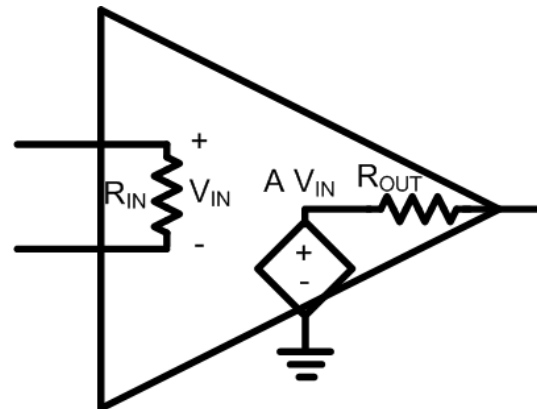


# Amplificateurs operationnels

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

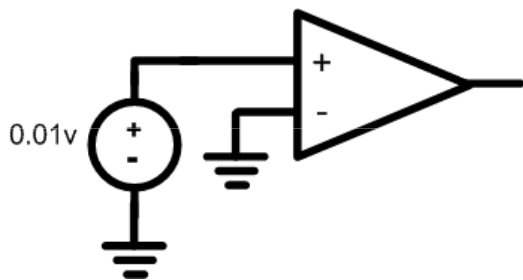


RAPPEL:

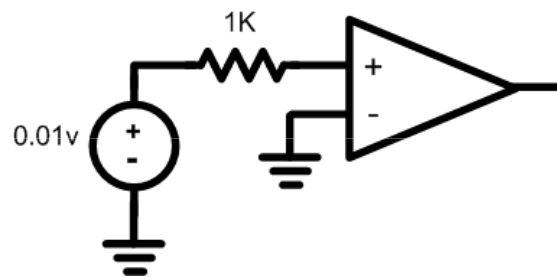


# Amplificateurs operationnels

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



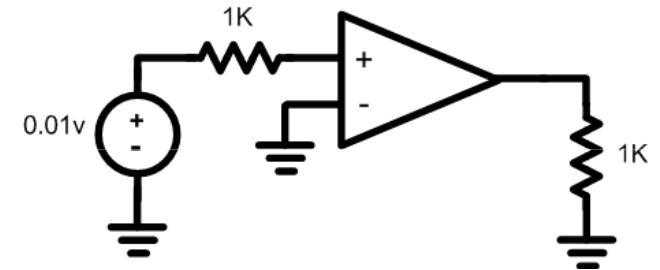
$$V_{out} = (0.01 - 0) \cdot 100 = 1V$$



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

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

$$= 0.99$$



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

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

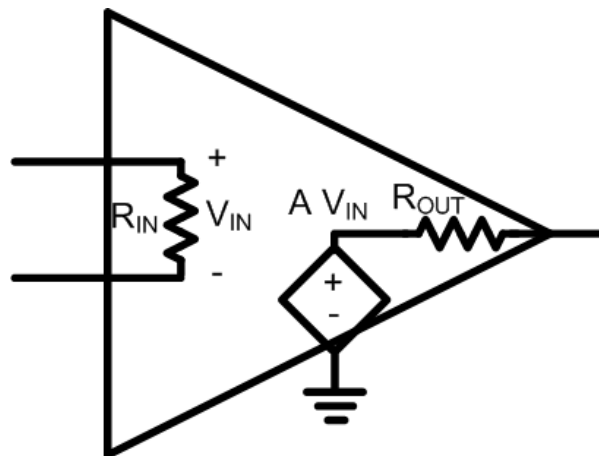
$$V_{out} = AV_{in} \cdot \left( \frac{1K}{100 + 1K} \right) = 100 \cdot 0.01 \cdot \left( \frac{100K}{100K + 1K} \right) \cdot \left( \frac{1K}{100 + 1K} \right)$$

$$= 0.9$$

On a des pertes en entree et des pertes a la sortie

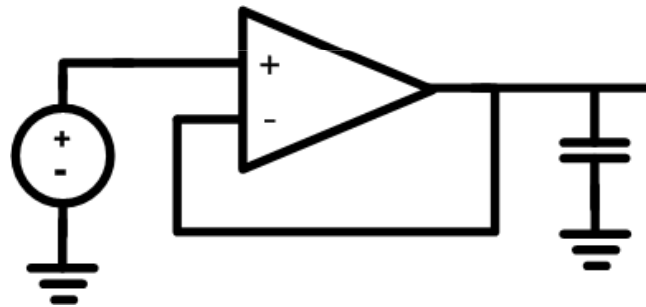
# Amplificateurs operationnels

- 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  $V_-$ )
  - $R_{OUT} = 0$
- Idealement, on veut aussi que  $A$  soit infini



# Retroaction negative

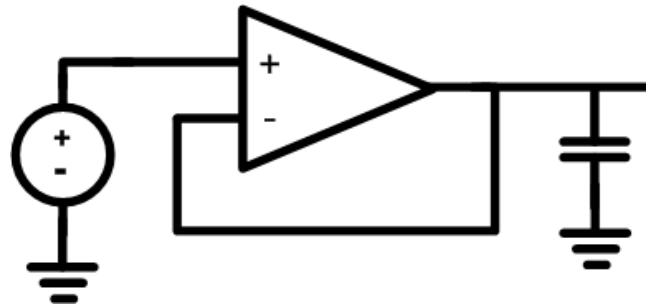
- Revenons au modele presque ideal
  - On va dire que la resistance de sortie est PROCHE de 0 pour que la capacite ait un effet...



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

# Retroaction negative

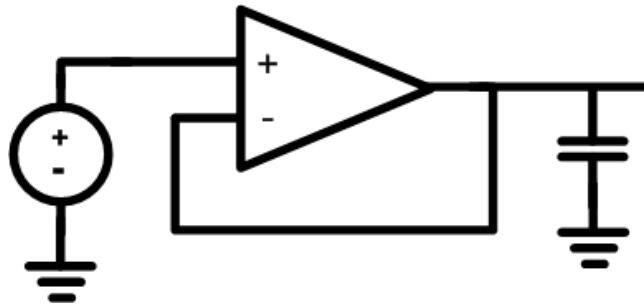
- La sortie commencerait par vouloir generer infini:
  - La tension monterait tranquillement a 0.01v
  - $V_-$  devient maintenant 0.01v
  - $A(V_+ - V_-)$  veut encore donner infini
  - Ca monte tranquillement jusqu'a 0.1v
- Qu'arrive-t-il a 0.1v?





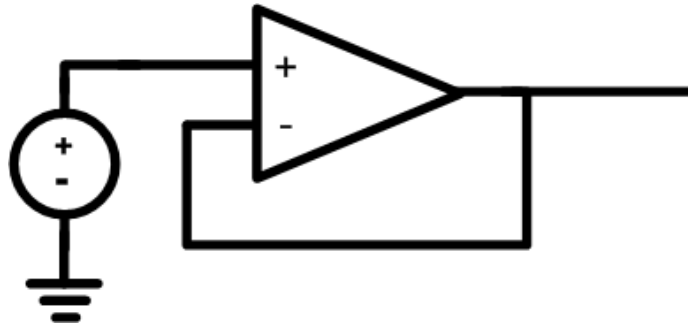
# Retroaction negative

- Quand la sortie est 0.1v,  $(V_+ - V_-) = 0$
- Avec un gain infini, la sortie est indeterminee
  - Mais on sait que c'est 0.1v!
- Pourquoi est-ce que ca ne **DEPASSE** pas 0.1v?
  - Si ca dépassait, la sortie serait **MOINS** l'infini
  - Ca ferait **DESCENDRE** la sortie jusqu'a 0.1v



# Retroaction negative

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



# Retroaction negative

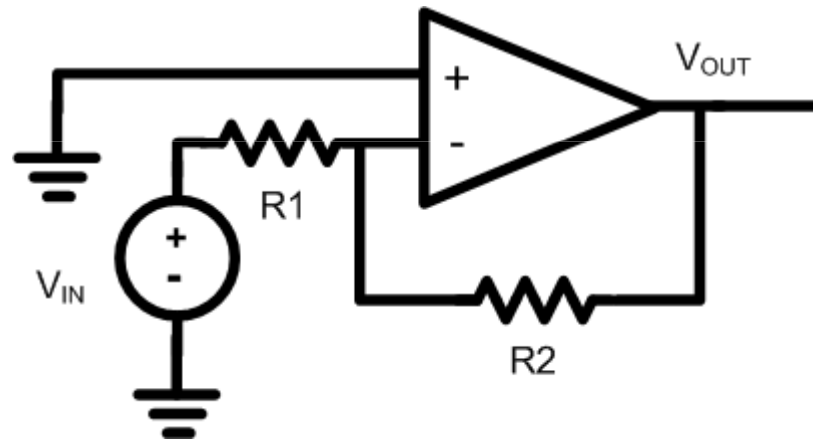
- Note importante: la SEULE facon de ne PAS avoir une sortie (+/-) infinie c'est quand  $V_+ = V_-$
- La retroaction negative va toujours vouloir faire que  $V_+ = V_-$ 
  - Il faut que la sortie REVIENNE a l'entree NEGATIVE
  - Ca peut passer par d'autres composantes, ce n'est pas grave
- DONC: Quand il y a retroaction negative,  $V_+ = V_-$

# Regle d'analyse

- Analyse rapide:
  - On considere amplificateur ideal  $R_{IN}$  infini,  $R_{OUT}=0$  et gain  $A$  infini
  - Si retroaction negative:  $V_+=V_-$
  - Aucun courant n'entre dans l'amplificateur
  - On ecrit les equations et on resoud
  - Typiquement, on veut  $V_{OUT}$  ou  $V_{OUT}/V_{IN}$

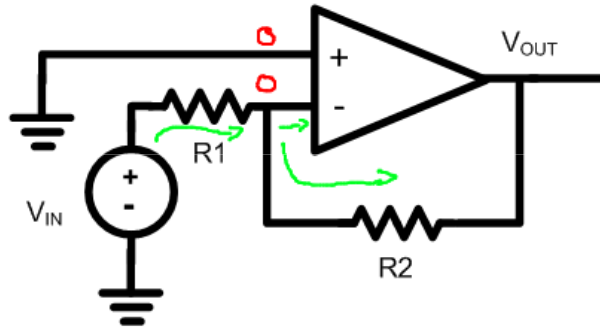
# Exemple

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



# Exemple

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



- Equation au noeud  $V_-$ :

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

Aucun courant n'entre dans l'amplificateur

# Exemple

- On re-ecrit l'équation:

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

- On manipule pour obtenir

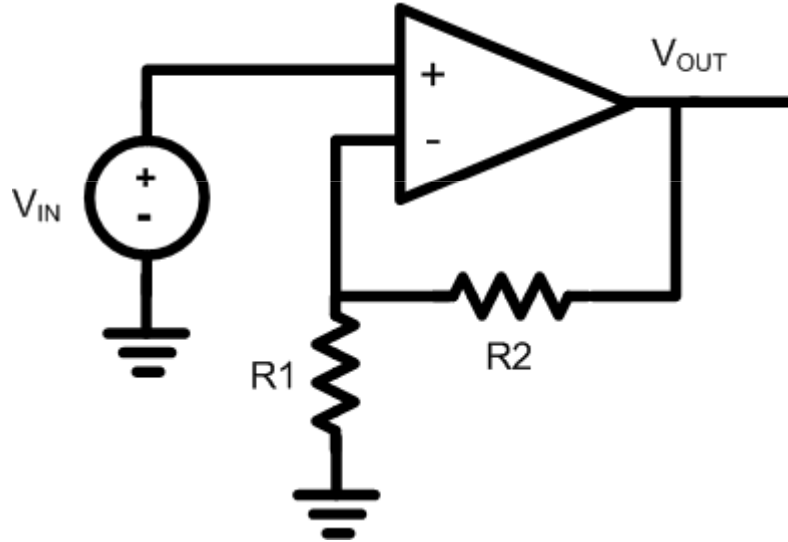
$$V_{OUT} = -V_{IN} \left( \frac{R2}{R1} \right)$$

Le gain est determine par les resistances

La sortie est inversee par rapport a l'entree

# Exemple (seul)

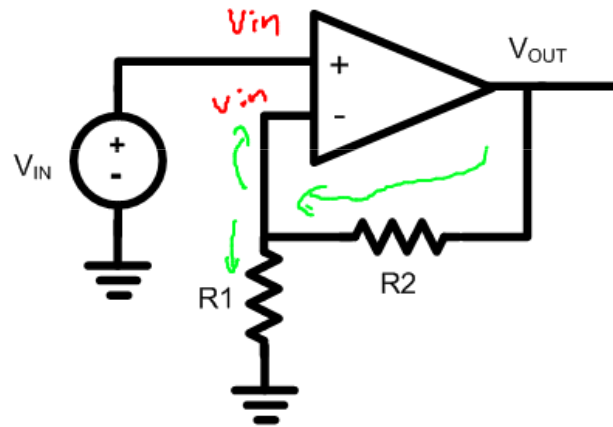
- Trouvez  $V_{OUT}$  en termes de  $V_{IN}$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .





# Exemple (seul)

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



- Equation au noeud  $V_-$ :

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

# Exemple (seul)

- On re-ecrit l'équation:

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

- On amene  $V_{IN}$  a 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 determine par les resistances

La sortie n'est pas inversee par rapport a l'entree

# Exercice #1

- On aimerait avoir un circuit qui:
  - Allume la LED a faible intensite quand on pese sur le bouton A
  - Allume la LED a intensite moyenne quand on pese sur le bouton B
  - Allume la LED a haute intensite quand on pese sur le bouton C
- Donnees:
  - La source est de 5v.  $V_B$  de la LED est de 1v.
  - Intensite: faible 5mA, moyenne 20mA, haute 100mA

# Exercice #2

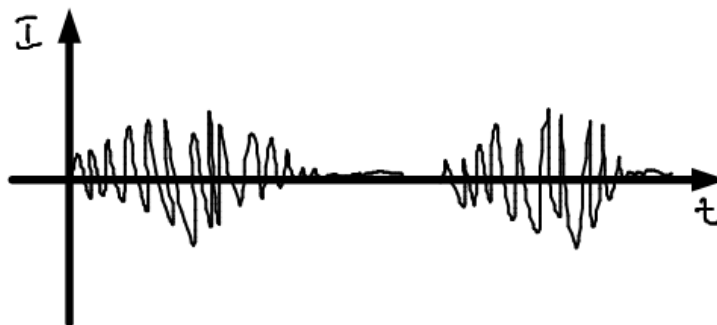
- Dessinez le circuit pour une photodiode
- Pour etre plus sensible, on voudrait une alimentation d'au moins 15v
  - Cependant, notre source est de 9v
  - On a en notre possession un LM555 (source d'onde carree) des condensateurs et des diodes
- Dessinez le nouveau circuit

# Exercice #3

- Vous avez besoin de connecter 3 LEDs a un systeme existant qui a 3 sorties
  - Ce systeme genere 0v lorsqu'il veut qu'une LED allume
  - Il genere 5v lorsqu'il veut que la LED s'eteigne
- Faites les connexions pour que le systeme fonctionne comme il le faut

# Exercice #4

- 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 #4

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

# Exercice #5

- On veut concevoir un systeme de detection d'infrarouge
  - Il doit recevoir de signal infrarouge faible
  - Il doit allumer une LED de couleur a forte intensite