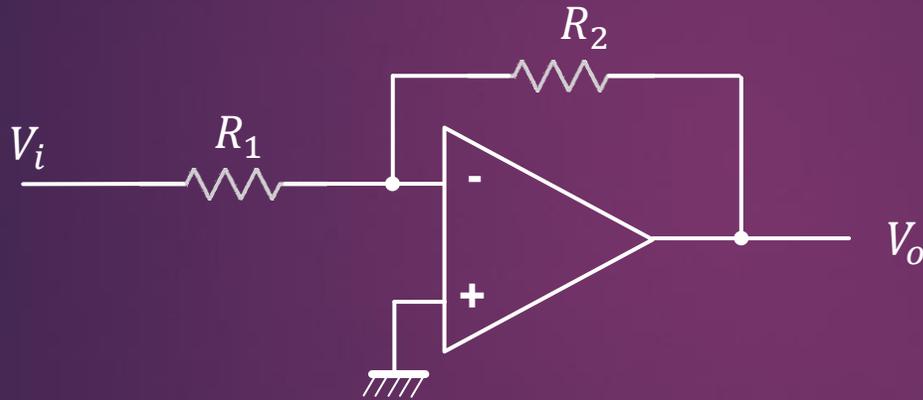


Projet d'électronique

F. SENNY & D. CAPPELLE



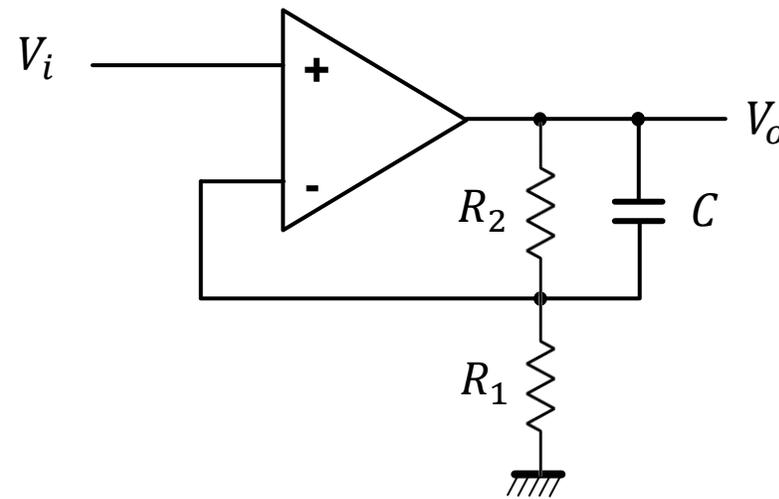
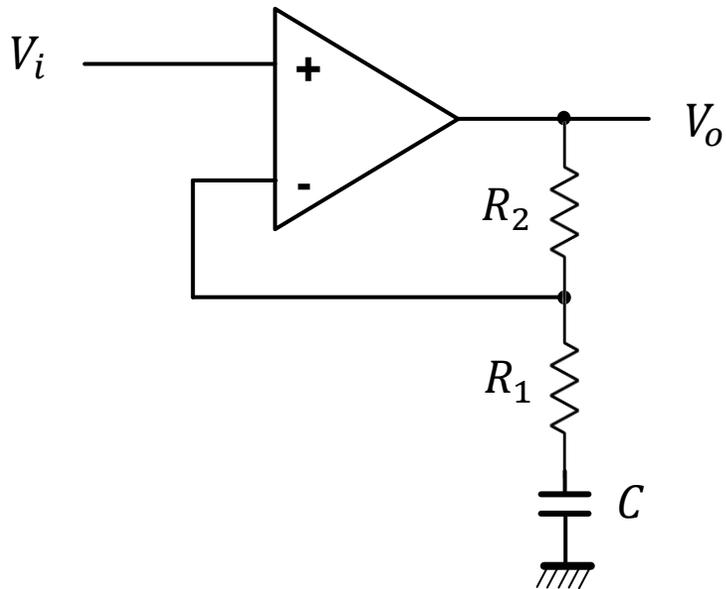
Offset d'un montage AOp

Sommaire

- ▶ Solution d'exercices proposés S03
- ▶ Offset ?
- ▶ Les différentes composantes de l'offset, et exemple chiffré

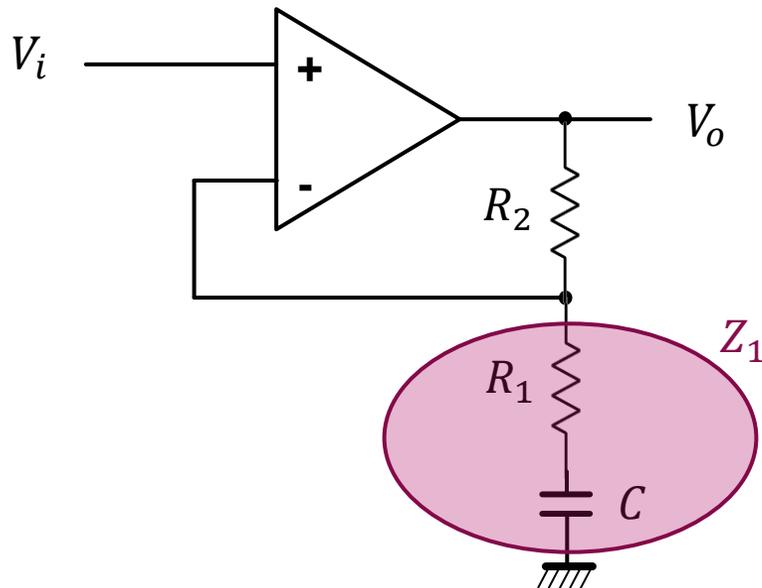
Solution exercice proposé

Calculez la fonction de transfert et esquissez le diagramme de Bode des montages suivants. Puis ajoutez l'effet de limite en fréquence. Considérez $C=1\mu\text{F}$, $R_1=1\text{k}$, avec $R_2 = 1\text{k}$, 10k puis 100k .



Solution exercice proposé

Calculez la fonction de transfert et esquissez le diagramme de Bode des montages suivants. Puis ajoutez l'effet de limite en fréquence (TL071). Considérez $C=1\mu\text{F}$, $R_1=1\text{k}$, avec $R_2=1\text{k}$, 10k puis 100k .



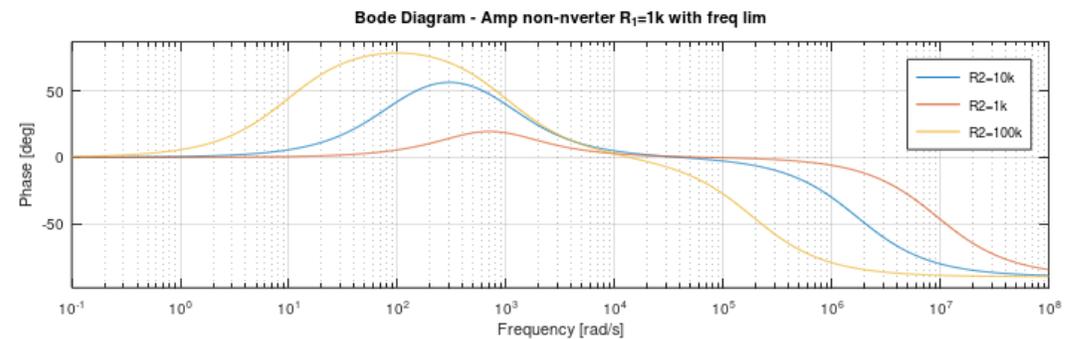
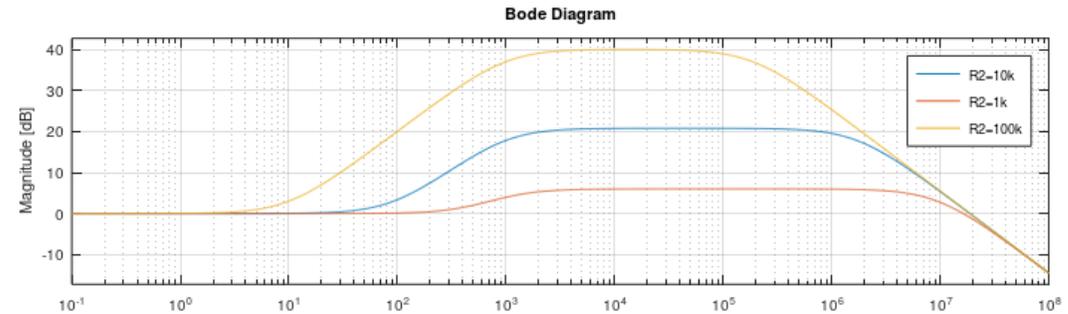
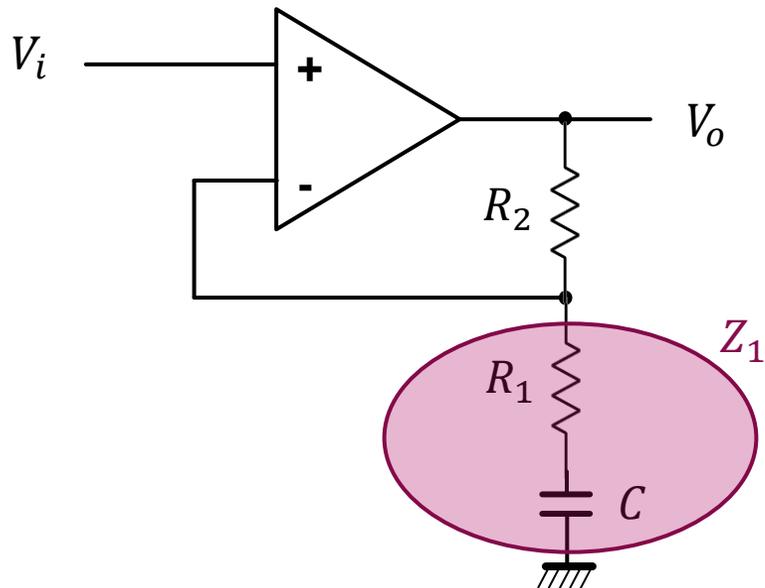
$$\text{Avec } Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C} = \frac{1+j\omega R_1 C}{j\omega C}$$

$$\text{On a } T(\omega) = \frac{Z_2+Z_1}{Z_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \frac{j\omega R_1 C}{1+j\omega R_1 C} \rightarrow T_{reelle}(\omega) = T(\omega) \frac{1}{1+\frac{j\omega}{\omega_{CH}}}$$

$$\text{Avec } \omega_{CH} = 2\pi f_{CH} \rightarrow f_{CH} = B f_{TA} = \frac{R_1}{R_1+R_2} 3\text{MHz}$$

Solution exercice proposé

Calculez la fonction de transfert et esquissez le diagramme de Bode des montages suivants. Puis ajoutez l'effet de limite en fréquence (TL071). Considérez $C=1\mu\text{F}$, $R_1=1\text{k}$, avec $R_2=1\text{k}$, 10k puis 100k .



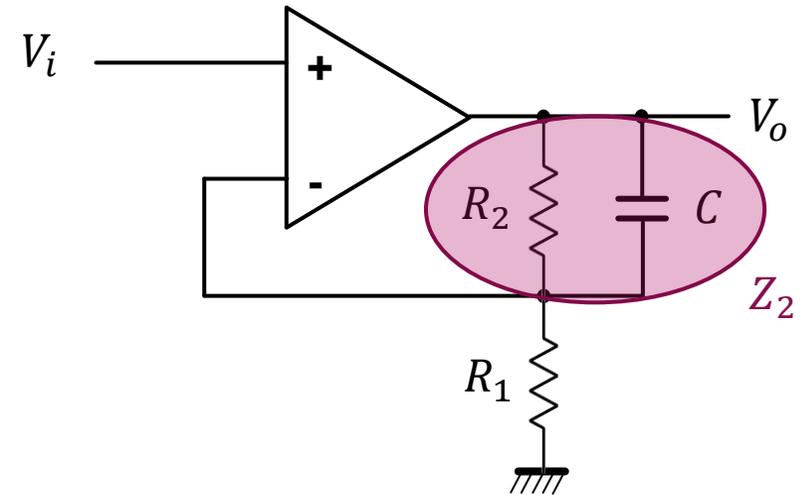
Solution exercice proposé

Calculez la fonction de transfert et esquissez le diagramme de Bode des montages suivants. Puis ajoutez l'effet de limite en fréquence. Considérez $C=1\mu\text{F}$, $R_1=1\text{k}$, avec $R_2 = 1\text{k}$, 10k puis 100k .

$$\text{Avec } Z_2 = R_2 // \frac{1}{j\omega C} = \frac{R_2}{j\omega R_2 C + 1}$$
$$\text{On a } T(\omega) = \frac{Z_2 + Z_1}{Z_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + j\omega R_2 C} \rightarrow T_{reelle}(\omega) = T(\omega) \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega_{cH}}}$$

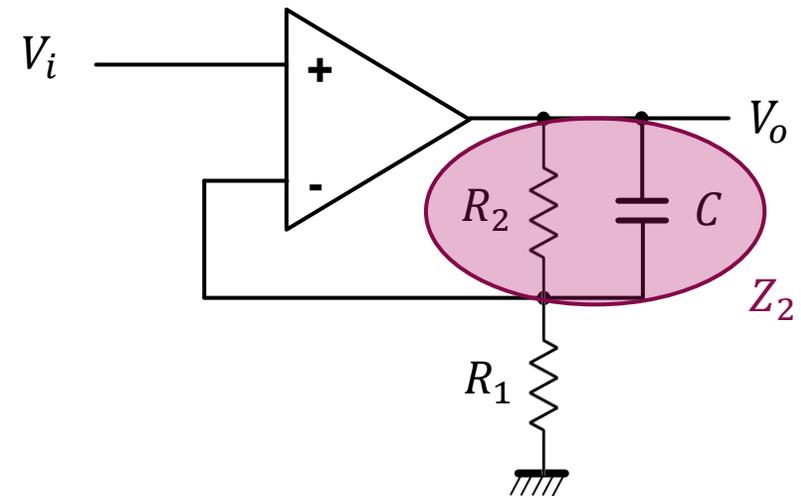
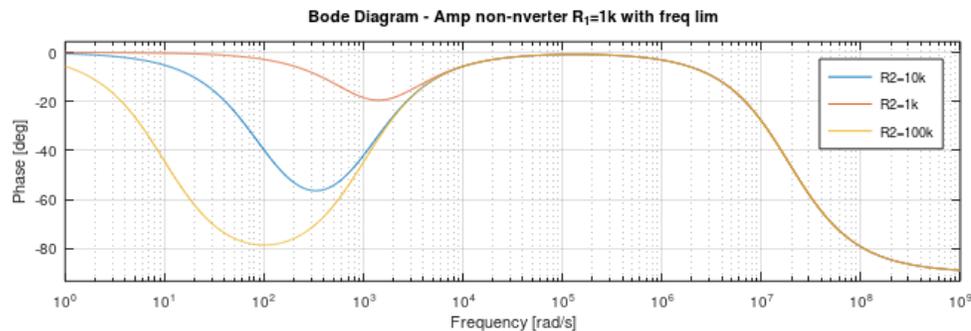
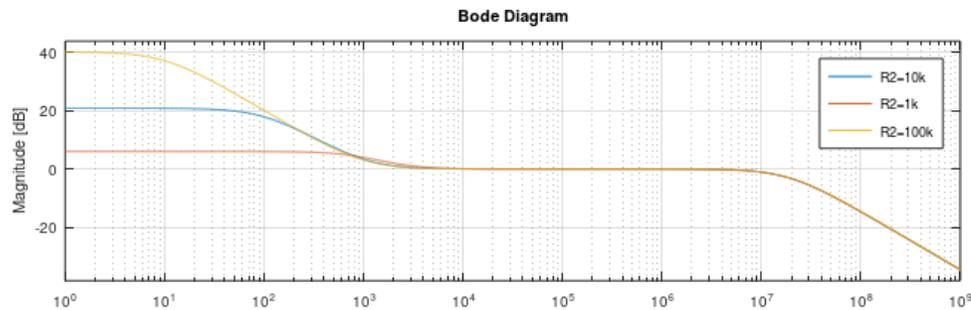
$$\text{Avec } \omega_{cH} = 2\pi f_{cH} \rightarrow f_{cH} = B f_{TA} = 3\text{MHz}$$

En effet, $B = 1$, car C court-circuite R_2 en HF et on retombe sur un suiveur



Solution exercice proposé

Calculez la fonction de transfert et esquissez le diagramme de Bode des montages suivants. Puis ajoutez l'effet de limite en fréquence. Considérez $C=1\mu\text{F}$, $R_1=1\text{k}$, avec $R_2 = 1\text{k}$, 10k puis 100k .

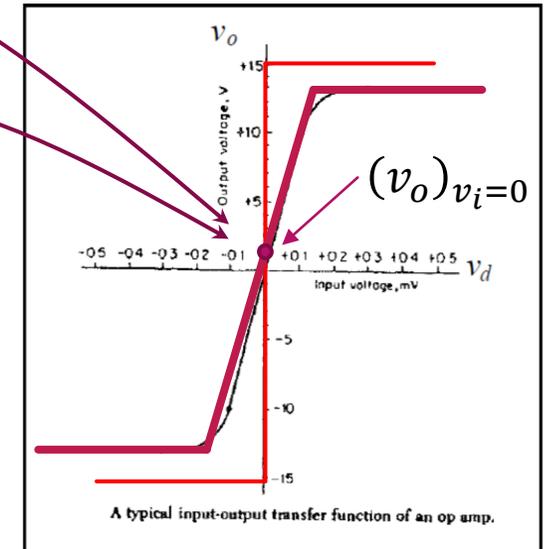
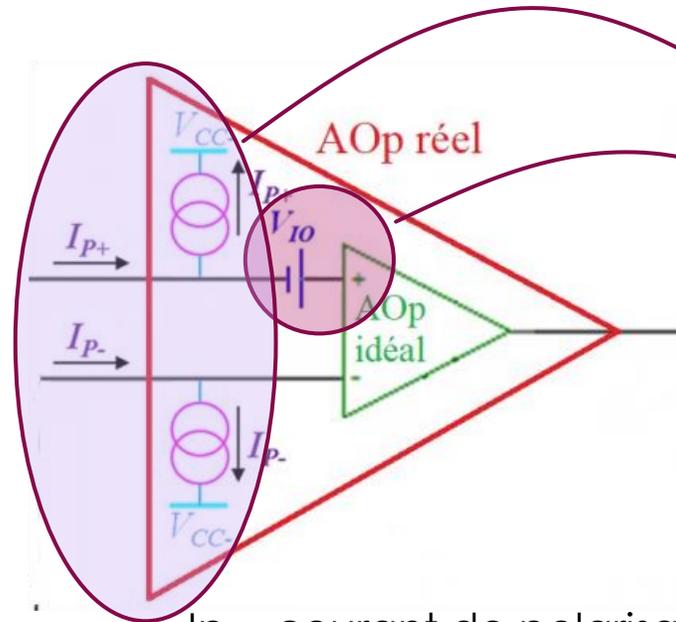
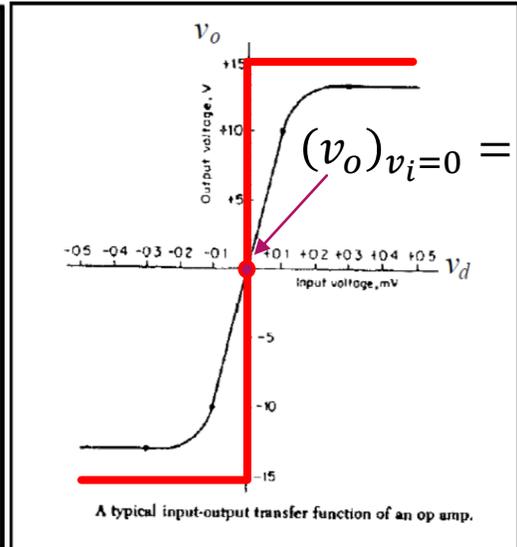
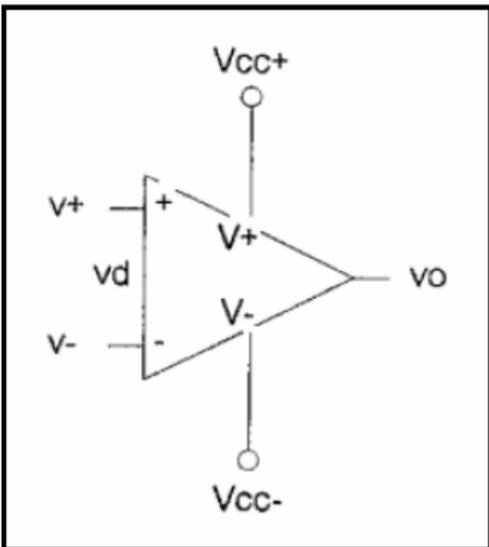


Offset ? Parasites internes en DC ...

[voir [document sur HELMo-Learn](#)]

Dans le cas idéal, un Aop est tel que $I_{p-} = I_{p+} = 0$, $V_+ = V_-$.

En réalité, $I_{p-} \neq I_{p+} \neq 0$, $V_+ \neq V_-$, donc il s'ensuit **une sortie non-nulle à $V_i = 0$** .



I_p = courant de polarisation
 V_{io} = offset en entrée

Offset ? Parasites internes en DC effet influencé par le montage

[voir [document sur HELMo-Learn](#)]

L'offset en sortie est conditionné par

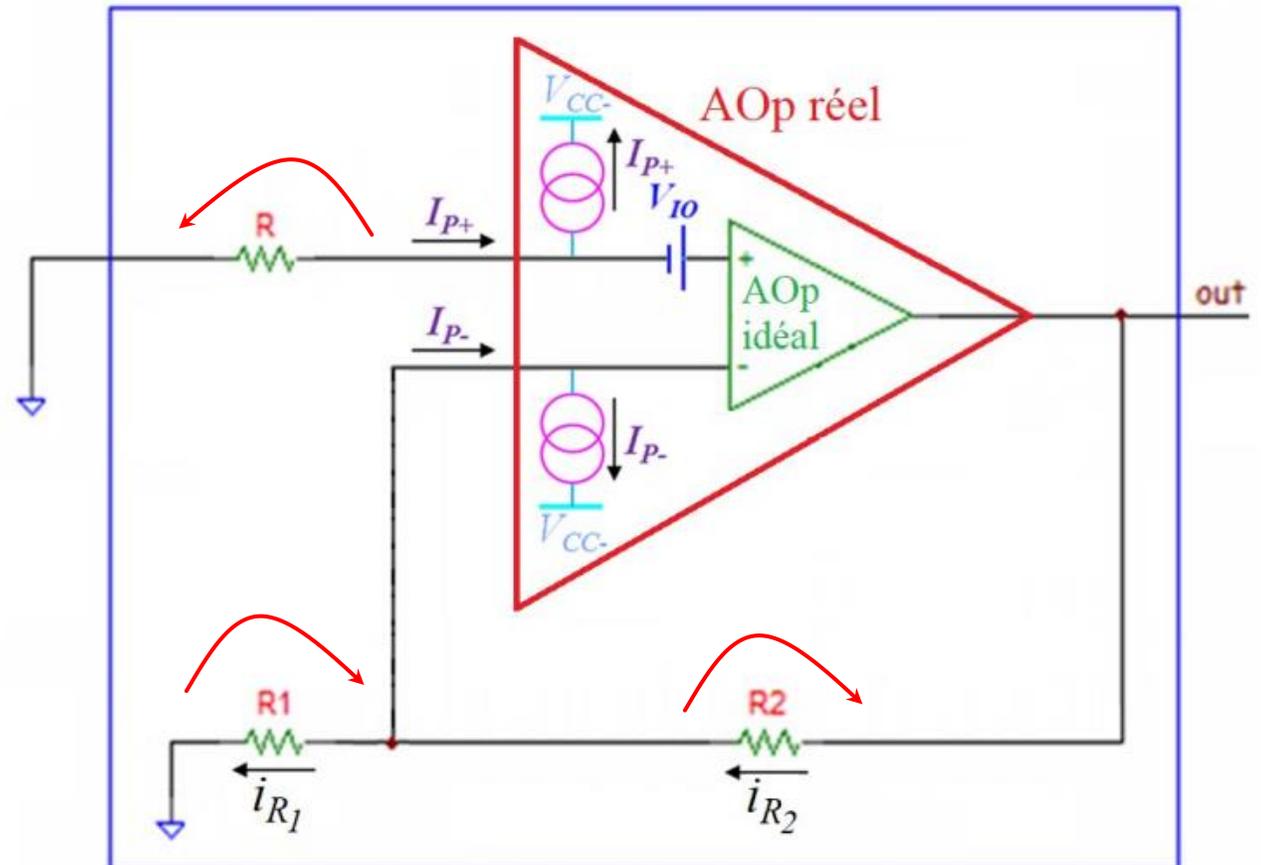
- l'Aop (datasheet : V_{io} et I_{bias} & $I_{IO} \rightarrow I_{p-}, I_{p+}$)

$$I_{p+} = I_{bias} + \frac{I_{io}}{2} \text{ et } I_{p-} = I_{bias} - \frac{I_{io}}{2}$$

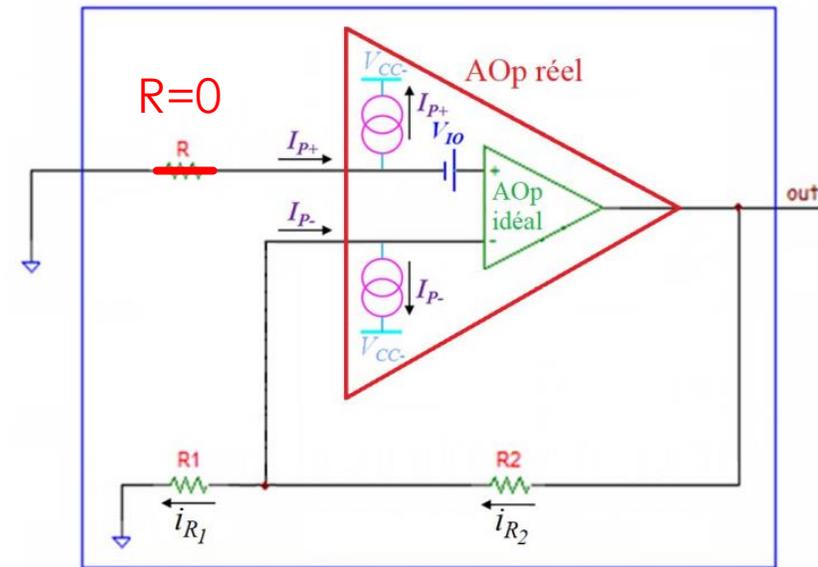
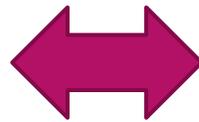
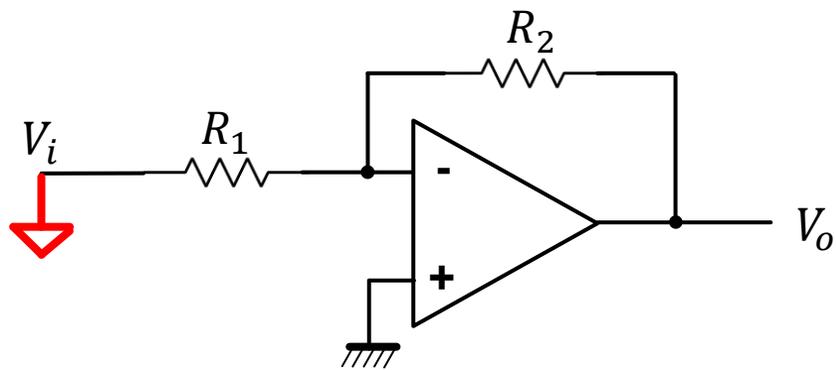
- le montage et les résistances

Analyse DC par supersposition à $\mathbf{V}_i = \mathbf{0}$

$$\begin{aligned} v_{o,offset} &= (v_{o,offset_Vio})_{I_{p+}=I_{p-}=0} \\ &+ (v_{o,offset_Ip-})_{I_{p+}=V_{io}=0} \\ &+ (v_{o,offset_Ip+})_{V_{io}=I_{p-}=0} \end{aligned}$$



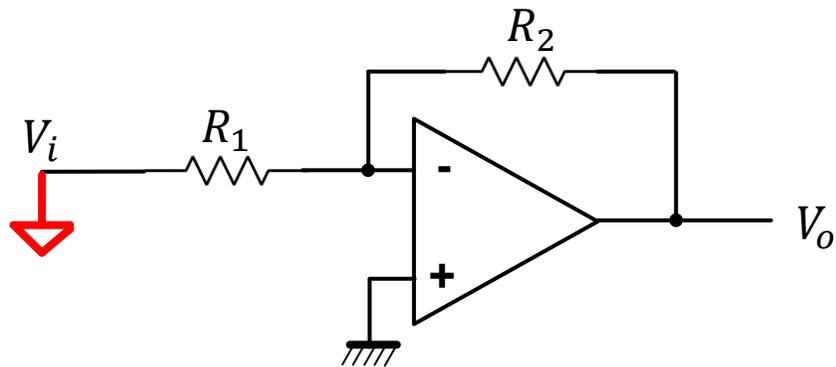
Exemple de calcul de l'offset – son expression



$$v_{o,offset} = (v_{o,offset_Vio})_{I_{p+}=I_{p-}=0} + (v_{o,offset_Ip-})_{I_{p+}=V_{io}=0} + (v_{o,offset_Ip+})_{V_{io}=I_{p-}=0}$$

... au tableau ☺ ...

Exemple de calcul de l'offset – son expression



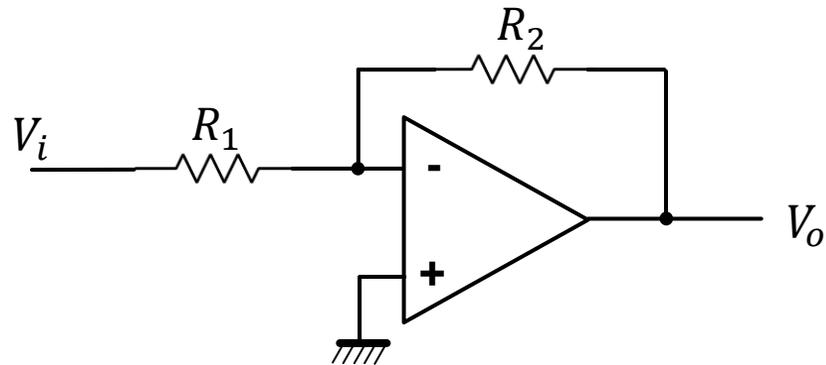
$$\begin{aligned} v_{o,offset} &= \\ &= (v_{o,offset_Vio})_{I_{p+}=I_{p-}=0} = +V_{io} \frac{R_1 + R_2}{R_1} \\ &+ (v_{o,offset_Ip-})_{I_{p+}=V_{io}=0} = I_{p-} R_2 \\ &+ (v_{o,offset_Ip+})_{V_{io}=I_{p-}=0} = 0 \end{aligned}$$

... au tableau ☺ ...

Exemple de calcul d'offset – en chiffre

Si on considère une entrée $V_i = 10\text{mV}$, qu'on veut $V_o = 100\text{mV}$
 Nous avons le choix entre 2 Aop : TL071 et OP07

Quelles résistances et quel Aop choisir ?



Voffset	R1=1k, R2=10k (G=10)	R1=100k, R2=1M (G=10)
TL071 $I_b \sim 65\text{pA}$ (200pA) $I_{io} \sim 5\text{pA}$ (100pA) $V_{io} \sim 3\text{mV}$ (10mV)	$V_{\text{off},v_{io}} = 110\text{mV}$ $V_{\text{off},I_{p-}} = 1.5\mu\text{V}$ $V_{\text{off,tot}} \sim 110\text{mV}$	$V_{\text{off},v_{io}} = 110\text{mV}$ $V_{\text{off},I_{p-}} = 150\mu\text{V}$ $V_{\text{off,tot}} \sim 110\text{mV}$
OP07 $I_b \sim 1.2\text{nA}$ (4nA) $I_{io} \sim 0.5\text{nA}$ (3.8nA) $V_{io} \sim 30\mu\text{V}$ (75μV)	$V_{\text{off},v_{io}} = 825\mu\text{V}$ $V_{\text{off},I_{p-}} = 21\mu\text{V}$ $V_{\text{off,tot}} \sim 846\mu\text{V}$	$V_{\text{off},v_{io}} = 825\mu\text{V}$ $V_{\text{off},I_{p-}} = 2.1\text{mV}$ $V_{\text{off,tot}} \sim 2.9\text{mV}$

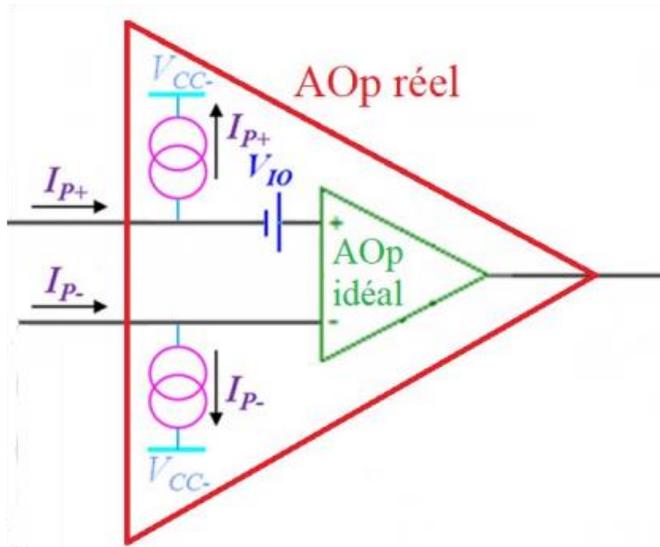
NB : prendre le cas le plus défavorable, donc les valeurs max de I_b , I_{io} et V_{io}

Synthèse - Offset

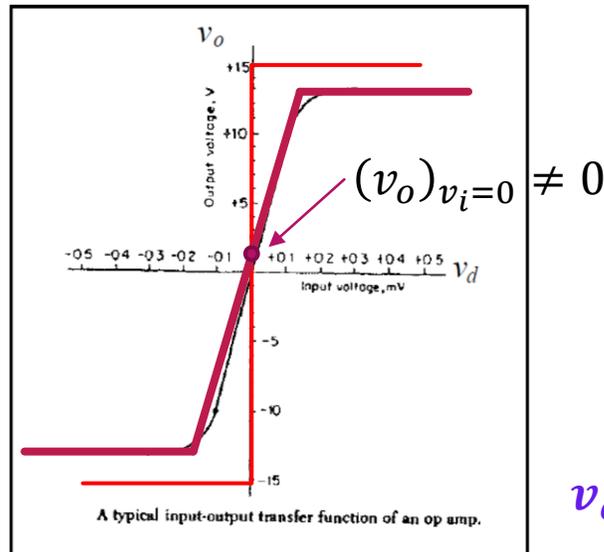
[voir [document sur HELMo-Learn](#)]

Dans le cas idéal, un Aop est tel que $I_{p-} = I_{p+} = 0$, $V_+ = V_-$.

En réalité, $I_{p-} \neq I_{p+} \neq 0$, $V_+ \neq V_-$, donc il s'ensuit **une sortie non-nulle à $V_i = 0$** .



I_p = courant de polarisation
 V_{io} = offset en entrée



[voir [document sur HELMo-Learn](#)]

L'offset en sortie est conditionné par

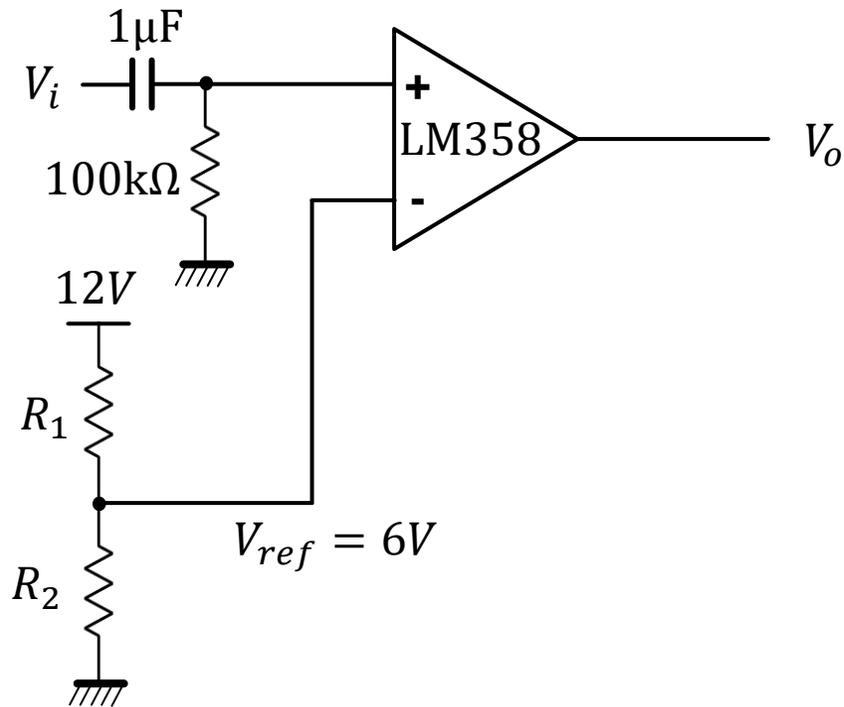
- l'Aop (datasheet : V_{io} et I_{bias} & $I_{IO} \rightarrow I_{p-}, I_{p+}$)

$$I_{p+} = I_{bias} + \frac{I_{io}}{2} \text{ et } I_{p-} = I_{bias} - \frac{I_{io}}{2}$$

- le montage et les résistances
- Analyse DC** par supersposition à $V_i = 0$

$$v_{o,offset} = (v_{o,offset_Vio})_{I_{p+}=I_{p-}=0} + (v_{o,offset_I_{p-}})_{I_{p+}=V_{io}=0} + (v_{o,offset_I_{p+}})_{V_{io}=I_{p-}=0}$$

Exercice résolu - Dimensionnement résistance d'un comparateur

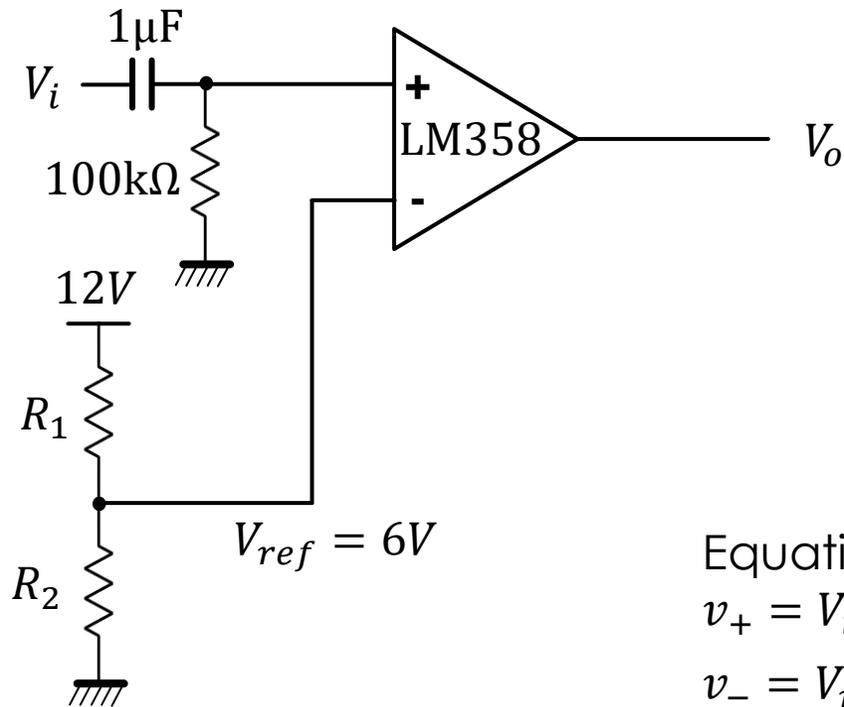


Nous souhaitons réaliser via ce comparateur un système alertant l'utilisateur si le signal V_i dépasse une valeur critique.

Si nous souhaitons que la comparaison soit précise à 10 mV près, quelles sont les valeurs de résistance à ne pas dépasser (dimensionnement par l'offset)?

Le filtre RC sur V_i ne sert qu'à retirer les composantes DC, peut-on alors simplement retirer la résistance ?

Dimensionnement résistance d'un comparateur



Si nous souhaitons que la comparaison soit précise à 10 mV près, quels sont les valeurs de résistance à ne pas dépasser (dimensionnement par l'offset)?

- LM358 :
- $V_{io} = 3 \text{ mV}$
 - $I_{ib} = 35 \text{ nA}$
 - $I_{io} = 4 \text{ nA}$

Equation d'offset :

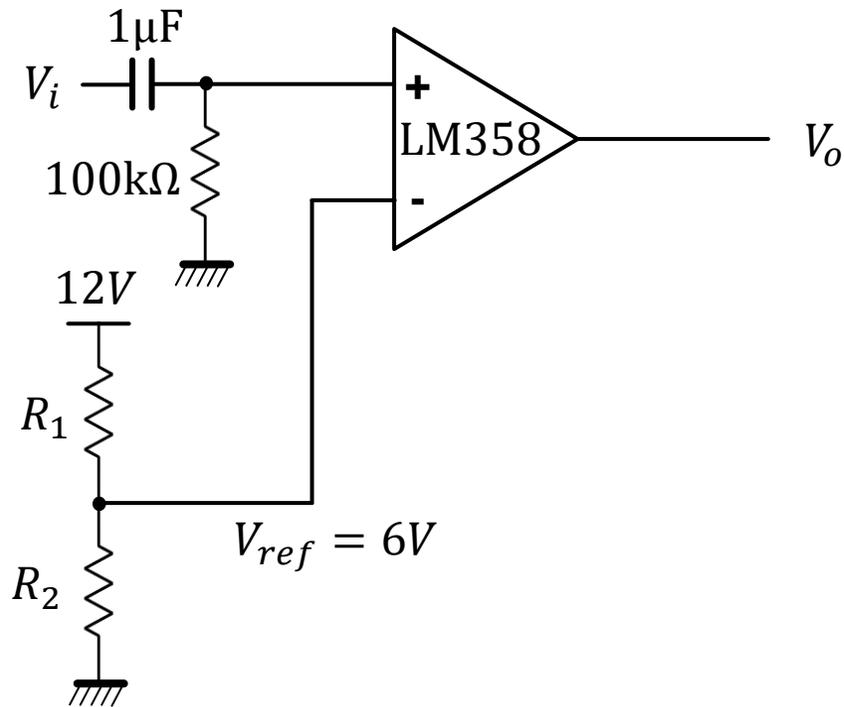
$$v_+ = V_{iAC} + V_{IO} + R I_{p+}$$

$$v_- = V_{ref} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_{p-}$$

$$\Delta v = V_{IO} + R I_{p+} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_{p-} < 0,01$$

$$\rightarrow \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} < 100 \cdot 10^3$$

Dimensionnement résistance d'un comparateur



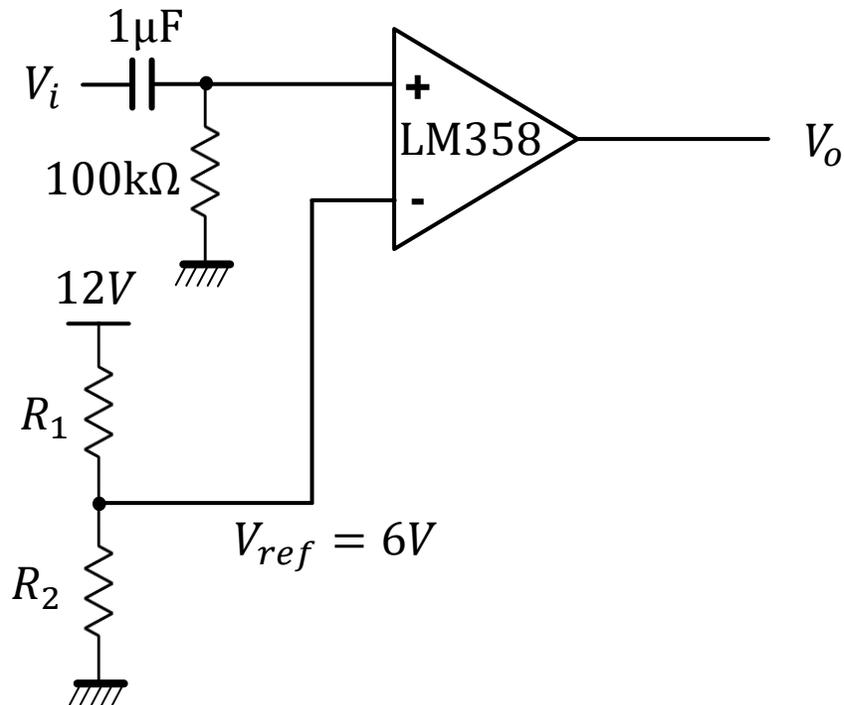
Si nous souhaitons que la comparaison soit précise à 10 mV près, quels sont les valeurs de résistance à ne pas dépasser (dimensionnement par l'offset)?

$$R_1 = R_2 \text{ puisque } V_{ref} = \frac{1}{2} 12$$

Ainsi :

$$\rightarrow \frac{R_1}{2} < 100 \cdot 10^3 \text{ donc } R_1 = R_2 \leq 200 \text{ k}\Omega$$

Dimensionnement résistance d'un comparateur



Nous souhaitons réaliser via ce comparateur un système alertant l'utilisateur si le signal V_i dépasse une valeur critique.

Le filtre RC sur V_i ne sert qu'à retirer les composantes DC, peut-on alors simplement retirer la résistance ?

Effectivement une liaison capacitive pure ne retirera que l'offset et laissera passer toute fréquence.

Cependant une liaison capacitive pure ne laissera pas passer les courants continus également. L'Aop n'aura donc pas son courant I_{p+} et cela le fera dysfonctionner...

Exercices non résolus

Calculez l'offset de ces 2 montages en considérant $C=1\mu\text{F}$, $R_1=1\text{k}$, avec $R_2 = 1\text{k}$, 10k puis 100k . Vous distinguerez le cas où l'Aop choisi est un TL071 ou un OP07.

