

## Intérêt de l'utilisation de potentiomètres de réglage de volume

Le montage de base de l'étage « préamplificateur + mélangeur » est représenté ci-contre.

Par application du théorème de Superposition, à chaque source d'entrée est associée une fonction de transfert qui lui est propre car :

$$v_o = v_{o_{v_1}} + v_{o_{v_2}} + v_{o_{v_3}} = T_1 \cdot v_1 + T_2 \cdot v_2 + T_3 \cdot v_3$$

Dans ce montage, le gain « vu » par chaque

$$\text{entrée est : } G_i = T_i = \frac{v_{o_{v_i}}}{v_i} = -\frac{R_4}{R_i}$$

Par conséquent, si la résistance  $R_4$  convient parfaitement pour réaliser le réglage de volume général (« Master »), il n'en est pas de même pour le réglage des volumes individuels (nécessaires à la fonction de « mixage ») car l'utilisateur doit pouvoir régler chaque gain individuellement entre 0 et  $G_{i_{max}}$ , ce qui ne sera pas du tout efficace avec le montage représenté ci-dessus.

En effet, un premier défaut apparaît directement : le réglage du gain  $G_i$  à l'aide de la résistance  $R_i$  évolue en  $1/R_i$ , soit selon la courbe d'une hyperbole équilatère !

Le deuxième défaut apparaît lorsque l'on désire supprimer une des entrées car, dans ce cas, il faudrait une résistance  $R_i$  d'une valeur infinie, ce qui est évidemment impossible. On pourrait toutefois admettre qu'un gain de 0,01, par exemple, serait suffisamment faible que pour pouvoir être assimilable à 0 (négligeable), et il faudrait alors des résistances  $R_i$  de valeur maximale  $R_{i_{MAX}} = 100 \cdot R_{4_{MAX}}$ , et chaque résistance  $R_i$  devrait donc être constituée d'un rhéostat d'une valeur de  $100 \cdot R_{4_{MAX}}$ .

Le troisième défaut apparaît lorsque l'on désire régler un gain dans une plage utile à l'utilisation d'un signal, par exemple  $G_i = 1..10..100$ . En effet, la résistance  $R_i$  devrait alors avoir une valeur de l'ordre

$$\text{de } R_i = \frac{R_4}{100} \dots \frac{R_4}{10} \dots R_4, \text{ et la résistance } R_i \text{ ne correspondrait alors qu'à moins de 1\% de la course du}$$

rhéostat, ce qui rendrait le réglage impossible d'un point de vue mécanique !

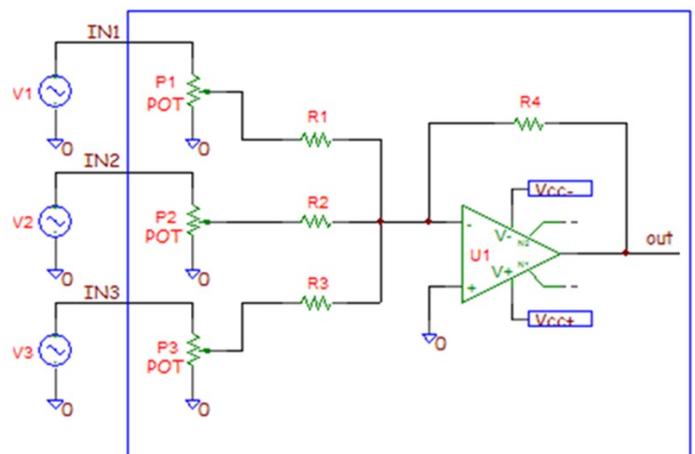
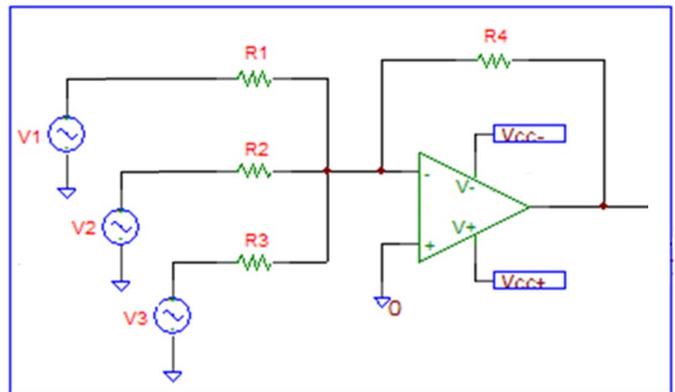
Ce dernier défaut rend ainsi totalement inutilisable la solution donnée dans le schéma ci-dessus.

Montrez qu'avec la solution utilisant des potentiomètres d'entrées, on obtient la relation suivante pour le gain « vu » par chaque entrée :

$$G_i = \frac{v_{o_{v_i}}}{v_i} = -\frac{k_i \cdot R_4}{R_i + k_i \cdot (1 - k_i) \cdot R_{pot}}$$

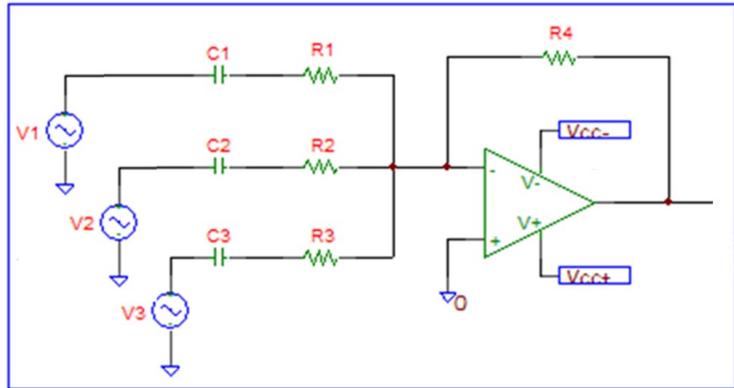
$$\approx -\frac{k_i \cdot R_4}{R_i} \quad \text{si } R_i \gg \frac{R_{pot}}{4}$$

L'intérêt du recours aux potentiomètres d'entrées apparaît clairement, puisque cette fois le gain varie linéairement de 0 à  $G_{i_{MAX}}$



## Intérêt de l'utilisation de condensateurs de couplage

Les sources d'entrées sont susceptibles de contenir une composante DC (point de repos de sortie) et les amplis ops eux-mêmes engendrent un offset (DC) à leur sortie. Or, dans le cas d'un ampli « audio », ces composantes DC ne peuvent être amplifiées <sup>[1]</sup>, ce qui justifie le recours aux condensateurs de couplage.



Montrez que l'on obtient maintenant la relation suivante pour le gain « vu » par chaque entrée :

$$\overline{G}_i = \frac{\overline{V_{o_{v_i}}}}{\overline{V_1}} = -\frac{k_i \cdot R_4}{R_i} \cdot \frac{1}{1 - j \cdot \frac{f_{c_L}}{f}} \quad \text{avec : } f_{c_L} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_i \cdot C_i}$$

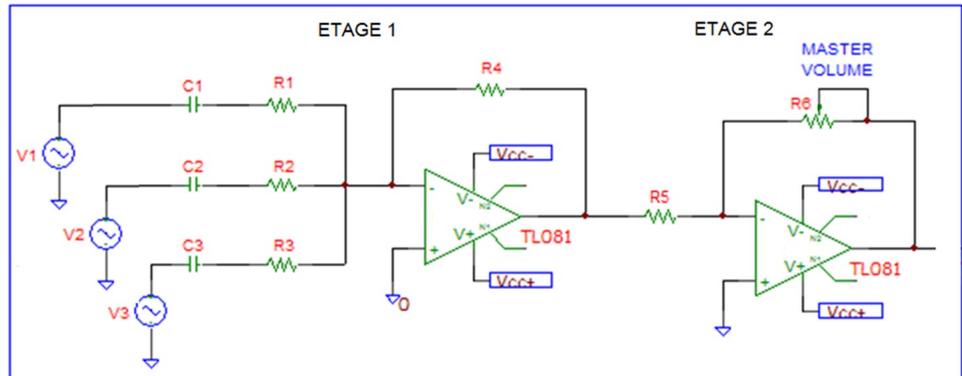
<sup>1</sup> Dans le cas d'un système « audio », seules les fréquences de 16Hz à 20kHz ont un intérêt et le DC n'en fait donc pas partie. En outre, une composante DC réduit la dynamique possible des signaux variables (atteinte prématurée de la saturation) et, de manière analogue, l'application d'une composante DC à un haut-parleur en réduit la dynamique mécanique (déplacement du point de repos mécanique et donc saturation mécanique prématurée).

## Intérêt et dimensionnement d'un ampli multiétages

On montrera que le gain en « HF » d'un étage est donné par :  $\bar{G} = \bar{T} \approx \frac{G_{BP}}{1 + j \cdot \frac{f}{f_{c_H}}}$  avec :  $f_{c_H} \approx B \cdot f_{T_A}$

Le taux de réaction  $B$  étant inversement proportionnel au gain en « Bande passante » du montage [2], la « Bande passante » est d'autant plus réduite que le gain en « Bande passante » est élevé ! [3] ... Ce qui justifie le recours à plusieurs étages

d'amplification [4].  
Le produit « Gain-Bande passante » dépend évidemment de la répartition des gains de ces différents étages et le meilleur compromis [5] est obtenu lorsque les différents étages ont une même « fréquence de coupure ».



Puisque  $G = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \cdot \dots$  (le gain global est la multiplication des gains partiels)

la chute de gain globale est la somme des chutes de gains partielles :  $\frac{\Delta G}{G} = \frac{\Delta G_1}{G_1} + \frac{\Delta G_2}{G_2} + \frac{\Delta G_3}{G_3} + \dots$

Pour un étage  $i$ , on montre que :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Chute de gain de l'étage } i : e_i \approx 0,45 \cdot k_i^2 \\ k_i = \frac{f_{lim}}{f_{c_{T_i}}} \\ f_{c_{T_i}} = B_i \cdot f_{T_{A_i}} \end{array} \right.$$

avec :  $f_{lim}$  : fréquence à laquelle la chute de gain globale a atteint sa valeur maximale permise

$f_{c_{T_i}}$  : fréquence de coupure à -3 dB de l'étage  $i$

$f_{T_{A_i}}$  : fréquence de transition de l'ampli op de l'étage  $i$

$B_i$  : taux de réaction de l'étage  $i$

<sup>2</sup> C'est le cas pour un montage de type « non-inverseur » ( $\frac{1}{B} = G_{BP}$ ), mais approché dans le cas d'un montage de type « inverseur » ( $\frac{1}{B} = G_{BP} + 1$ )

<sup>3</sup> Comme  $f_{c_H} \approx B \cdot f_{T_A}$ , on a :  $f_{c_H} \cdot \frac{1}{B} \approx f_{T_A} = C^{ste}$ , soit :  $f_{c_H} \cdot G_{BP} = C^{ste}$  ( $\frac{1}{B} = G_{BP} + 1$  dans le cas d'un montage de type « inverseur »)

<sup>4</sup> Les différents étages, ayant un gain plus faible, auront une plus grande « Bande passante ». Même si les chutes de gain se cumulent, comme le gain global est la multiplication des gains partiels, la « Bande passante » de l'ensemble augmentera fortement.

<sup>5</sup> ... c.à.d. la plus grande valeur possible du produit « Gain – Bande passante ». Mais, pour réduire l'influence des parasites, il est possible que l'on préférera un gain plus élevé pour le premier étage, afin de rendre plus « vite » le signal utile plus important vis-à-vis des parasites.