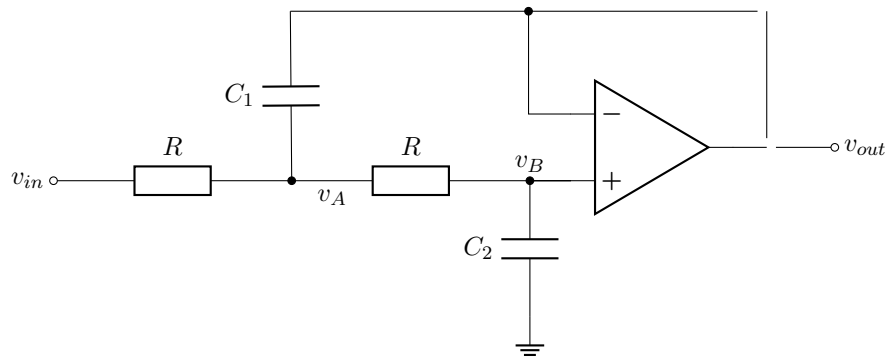


## Étude d'un filtre passe bas du second ordre

Le montage de Sallen-Key permettant de réaliser un filtre passe bas du second ordre (avec une amplification statique égale à 1) est le suivant :



### Étude du schéma

1. Que vaut  $v_A$  en fonction de  $v_{in}$ ,  $v_B$ ,  $v_{out}$ ,  $R$  et  $C_1$  ?
2. Que vaut  $v_B$  en fonction de  $v_{out}$ , puis en fonction de  $v_A$  ?
3. Montrer que :

$$v_A = \frac{v_{out}(1 + jRC_1\omega) + v_{in}}{2 + jRC_1\omega}$$

4. Montrer que :

$$v_{out} = \frac{v_A}{1 + jRC_2\omega}$$

5. À l'aide des expressions précédentes montrer que la fonction de transfert  $H(j\omega)$  du montage est :

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + 2RC_2j\omega + R^2C_1C_2(j\omega)^2}$$

6. La fonction de transfert canonique (normalisée) d'un filtre passe bas du second ordre est :

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + 2m\frac{j\omega}{\omega_0} + \left(\frac{j\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

avec  $m$  le facteur d'amortissement et  $\omega_0$  la pulsation propre. Par identification, exprimer  $m$  et  $\omega_0$  en fonction de  $R$ ,  $C_1$  et  $C_2$ .

### Étude de la fonction de transfert

1. On s'intéresse au gain de  $H$ .
  - (a) exprimer le gain de  $H$  en décibel.
  - (b) que vaut le gain en dB lorsque  $f \rightarrow 0$  ?
  - (c) que vaut le gain en dB lorsque  $f \rightarrow +\infty$  ?
  - (d) que vaut le gain en dB lorsque  $f = f_0$  ?
  - (e) pour  $f > f_0$ , que vaut la pente du gain en décibels par décade ?
2. On s'intéresse à la phase de  $H$ .
  - (a) exprimer la phase de  $H$  en degrés.
  - (b) que vaut la phase en degrés lorsque  $f \rightarrow 0$  ?
  - (c) que vaut la phase en degrés lorsque  $f \rightarrow +\infty$  ?
  - (d) que vaut la phase en degrés lorsque  $f = f_0$  ?

## Application

On souhaite fixer la valeur de  $\omega_0$  à  $10^4 \text{ rad.s}^{-1}$ . Les valeurs des composants mis à disposition sont les suivantes :

Pour  $R$  : 1,8 k $\Omega$  2,2 k $\Omega$  22 k $\Omega$

Pour  $C_1$  et  $C_2$  : 1 nF 22 nF 33 nF 47 nF 68 nF

Trouver les valeurs de  $R$ ,  $C_1$  et  $C_2$  qui permettent de régler au plus près les valeurs du tableau suivant, puis compléter celui-ci.

Valeurs souhaitées			Valeurs normalisées			Valeurs exactes		
$\omega_0 \text{ (rad.s}^{-1}\text{)}$	$f_0 \text{ (Hz)}$	m	$R \text{ (k}\Omega\text{)}$	$C_1 \text{ (nF)}$	$C_2 \text{ (nF)}$	$\omega_0 \text{ (rad.s}^{-1}\text{)}$	$f_0 \text{ (Hz)}$	m
$10^4$		0,2						
		0,7						
		1,2						

## Tracé du diagramme de Bode

1. Tracer sur la figure suivante le diagramme de Bode asymptotique et réel du filtre étudié pour  $m = 0,2$ ,  $m = 0,7$  et  $m = 1,2$ .

