

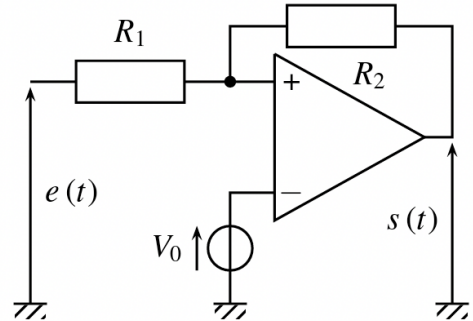
Chap 2. Rétroactions

TD pour aller plus loin

Exercice 1: Oscillateur à cycle décalé

V_0 est une tension **constante**. On posera $\alpha = R_1/R_2$.

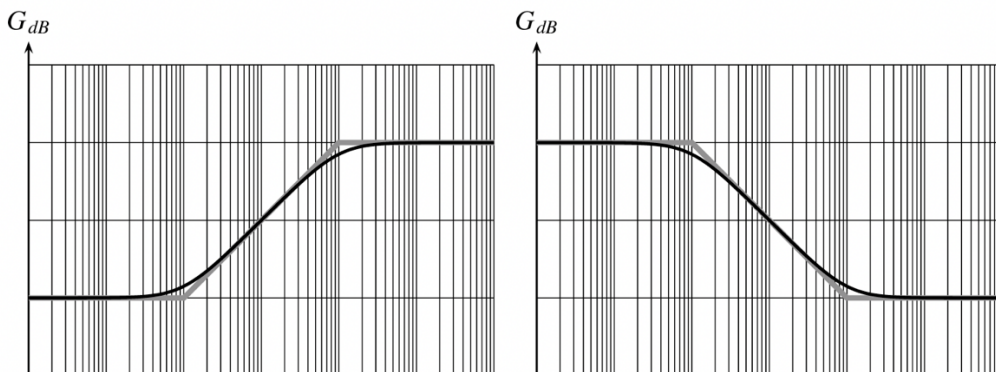
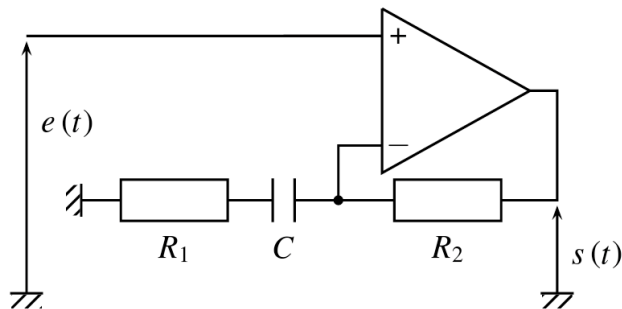
- 1) Tracer le cycle d'hystérésis $s(e)$ du montage ci-contre.
- 2) On boucle ce montage à hystérésis par un intégrateur pur de transmittance $\frac{E}{S} = -\frac{1}{\tau p}$, avec ($\tau > 0$). Proposer un montage très simple à amplificateur opérationnel qui réalise cette fonction intégratrice.
- 3) Tracer les formes d'ondes de $e(t)$ et $s(t)$. Préciser l'amplitude et la période des signaux.
- 4) Attendu que la tension e est la sortie d'un amplificateur opérationnel, préciser les limites de variation de V_0 .



Exercice 2 : Filtre accentuateur

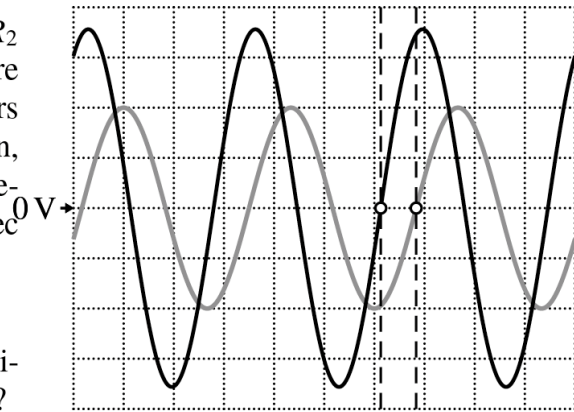
On considère le circuit ci-dessous, pour lequel $R_1 C = 10^{-3}$ s et $(R_1 + R_2) C = 10^{-1}$ s.

- 1) Pourquoi le système est-il stable ?
- 2) Établir la fonction de transfert sous la forme $H(p) = \frac{1 + \tau_0 p}{1 + \tau_1 p}$, où τ_0 et τ_1 sont à exprimer en fonction de R_1 , R_2 et C .
- 3) On propose page suivante deux tracés de gain en décibel. Préciser celui qui correspond au filtre étudié; les différentes pentes; les valeurs sur les axes; conclure quant au nom de « filtre accentuateur ». Quelle sont les valeurs de la phase dans chaque domaine asymptotique ?



4) On alimente le circuit avec $e(t) = E_0 + E_1 \cos(2\pi f_e t)$, où $E_0 = E_1 = 1 \text{ V}$ et $f_e = 1,6 \text{ kHz}$. Que vaut la sortie $s(t)$ en régime établi ?

5) Lors du câblage du circuit, la valeur de R_2 n'a pas été exactement respectée, c'est-à-dire $(R_1 + R_2)C \approx 10^{-1} \text{ s}$, alors que les valeurs de R_1 et C sont bien celles de l'introduction, $R_1 C = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ s}$. On observe expérimentalement à l'oscilloscope les signaux ci-contre, avec $e(t)$ (en gris) et $s(t)$ (en noir).



CH1 50mV CH2 500mV 10ms

voie 1 freq	voie 1 C-C
30.0 Hz	200 mV
voie 2 C-C	curseurs Δt
3.56 V	7.0 ms

6) On tient dorénavant compte des défauts de l'amplificateur opérationnel, qui est modélisé par un passe-bas du premier ordre, de constante de temps 10 ms.

a. Rappeler la fonction de transfert de l'amplificateur opérationnel, avec les valeurs numériques des constantes qui y apparaissent.

b. Montrer que la fonction de transfert du circuit se factorise sous la forme (on rappelle que $R_1 C = 10^{-3} \text{ s}$ et $R_2 C \approx 10^{-1} \text{ s}$) :

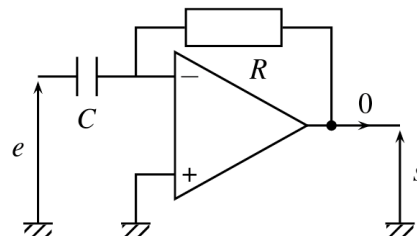
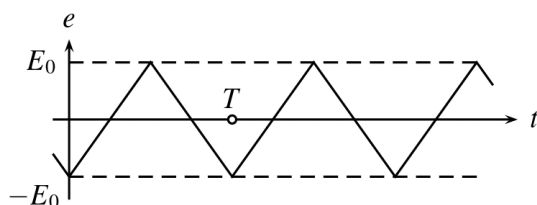
$$H(p) = \frac{1 + \tau_0 p}{(1 + \tau_1 p)(1 + \theta p)},$$

où θ dépend de R_1 , R_2 , C et des caractéristiques internes de l'amplificateur opérationnel.

c. Expliquer pourquoi la tension de sortie n'est alors pas discontinue lorsque l'entrée passe de 0 à E_0 en $t = 0$.

d. Quelle est la valeur de $\frac{ds}{dt}(0^+)$? Conclusion ?

Exercice 3 : Dérivateur réel



1) Établir la fonction de transfert du montage dans le cas d'un amplificateur opérationnel réel.

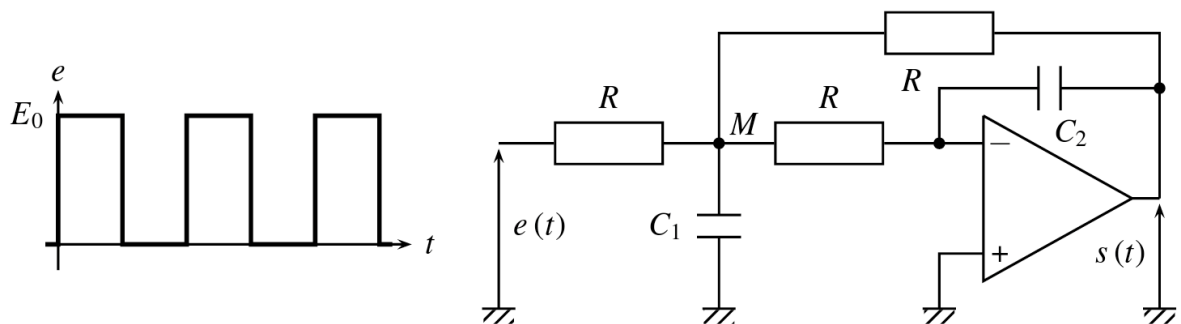
2) On observe que la réponse au signal d'entrée triangulaire ci-dessous est adoucie par rapport aux prévisions obtenues avec un amplificateur opérationnel idéal : pas de pente infinie et s'y rajoute parfois une composante alternative de pulsation ω_0 .

a. Expliquer la suppression des pentes infinies.

b. Proposer un ordre de grandeur pour ω_0 et une condition sur T pour que cette composante soit observée.

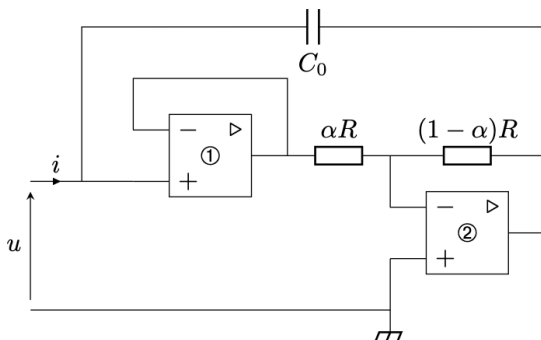
Exercice 4 : Filtrage d'un signal en créneau

- 1) La fonction de transfert du montage ci-dessous est $H(p) = -\frac{1}{1 + 3RC_2p + R^2C_1C_2p^2}$. De quel type de filtre s'agit-il ? Préciser ses éléments caractéristiques (pulsation propre ω_0 , facteur d'amortissement ξ , gain statique H_0).
- 2) On parle d'ajustage fonctionnel quand on peut régler les valeurs des paramètres caractéristiques du filtre, en particulier ω_0 et ξ . Expliquer comment on peut choisir les valeurs de ces deux coefficients, indépendamment l'une de l'autre.
- 3) Le diagramme de Bode du filtre fait intervenir deux segments rectilignes, tant pour le gain que pour la phase. Que valent les deux pentes ? les deux phases ? Dans quel domaine de pulsation la fonction de transfert est-elle confondue avec ces segments rectilignes ?
- 4) On alimente le montage avec un signal d'entrée en créneaux, de période $T_e = 2,5 \cdot 10^{-5}$ s :



Comment choisir la valeur R de la résistance pour que la sortie soit un signal constant, dans le cas où $C_1 = 22$ nF et $C_2 = 330$ nF ? Que vaut alors la sortie ?

Exercice 4 : capacité réglable



Les deux ALI du montage ci-contre fonctionnent en régime linéaire. Montrer que ce montage équivaut à un condensateur de capacité C que l'on exprimera en fonction de C_0 et α . Quel est son intérêt ?