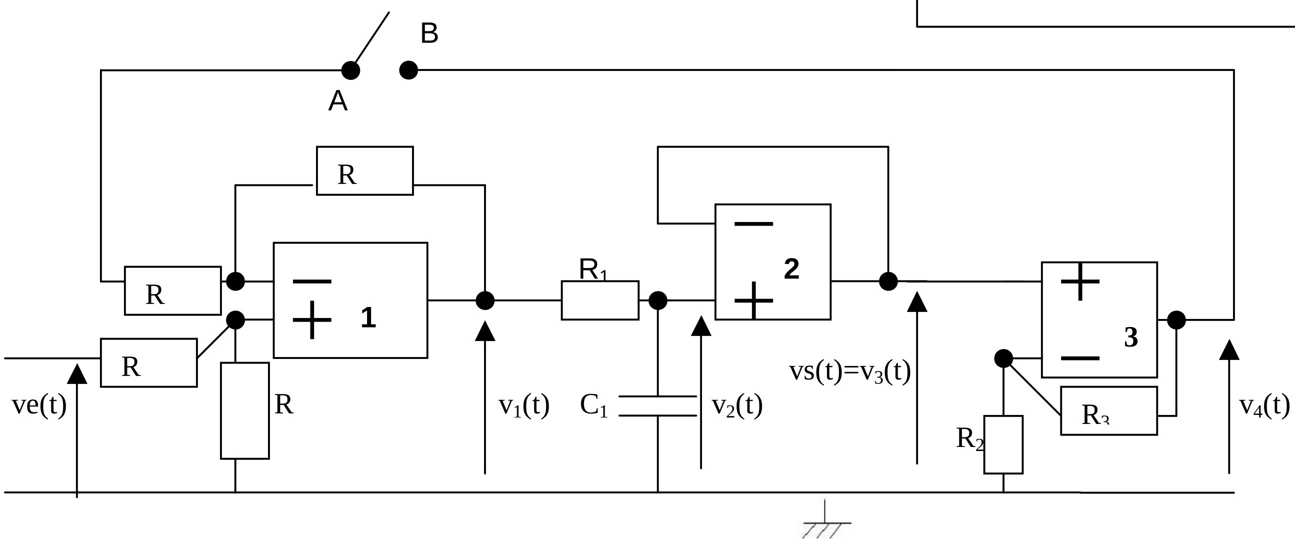
TP n°10:propriétés de l'asservissement sur un système du premier ordre.

Buts du TP : le but de ce dixième TP de seconde année est l'étude d'un montage à amplificateurs opérationnels du premier ordre en boucle ouverte et en boucle fermée à l'aide de la réponse indicielle et harmonique en vue d'en tirer des propriétés générales des circuits de ce type.

1°) - schéma du montage.

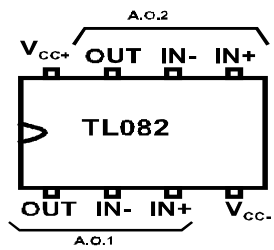
On considère le montage comportant les trois AO ci-dessous :

Valeurs des composants :
C=10nF , R =10 kΩ,
R_1 = 1.5 kΩ , R_2 = 470 Ω
R_3 = 1 kΩ.



Le point A peut être relié soit à la masse (en boucle ouverte) ou au point B (boucle fermée)

Rappel du branchement du TL082 :

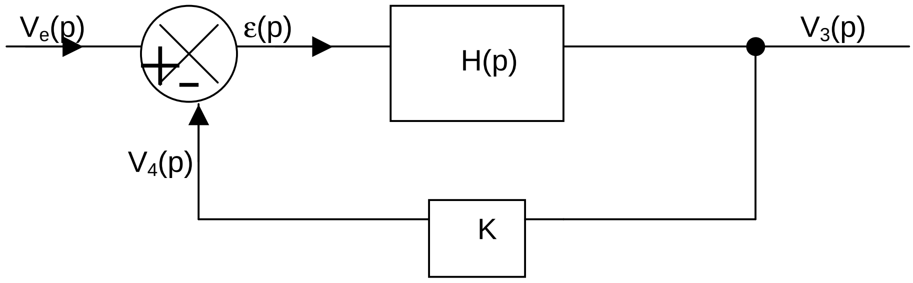


2°) - mise en équation du système complet.

On note V(p) la transformée de Laplace du signal analogique v(t).

- donner la relation entre $V_e(p)$, $V_1(p)$ et $V_4(p)$: comment s'appelle le montage comportant l'AO1 ?
- donner la relation entre $V_1(p)$ et $V_2(p)$.
- donner la relation entre $V_2(p)$ et $V_3(p)$: quel est le rôle de l'AO2 ?.
- donner la relation entre $V_3(p)$ et $V_4(p)$.

Mettre l'asservissement proposé sous la forme classique :



Identifier H(p), ε(p) et K en fonction des grandeurs du circuit.

Montrer en particulier que H(p) peut se mettre sous la forme $H(p) = \dfrac{1}{1 + \tau \,.\, p}$

Exprimer τ en fonction de R_1 et C_1 .
Montrer que la forme de H(p) est caractéristique d'un circuit du premier ordre.

3°) - étude du système en boucle ouverte.

On branche le point A à la masse : pourquoi peut-on alors dire que le système est en boucle ouverte ?

- donner la relation entre Vs(p) et ε(p) et montrer que : $V_s(p) = H(p) \,.\, V_e(p)$.
- en déduire que, dans le domaine temporel, les grandeurs $v_e(t)$ et $v_s(t)$ sont reliées par l'équation différentielle : $\boxed{\tau.\frac{\partial vs}{\partial t}+vs=ve}$ (on rappelle que la transformée inverse de Laplace de p.Vs(p) est $\frac{\partial vs}{\partial t}$)
- si $v_e(t)$ est un échelon d'amplitude E, que vaut le temps de réponse à 5% du circuit (noté $t_{r5\%}$)?.
- si $v_e(t)$ est sinusoïdale d'amplitude E et de fréquence f, montrer que l'amplitude de la sortie vs(t) vaut :

$$\boxed{S_{max} = E_{max} \,.\, \frac{1}{\sqrt{1+(\tau.\omega)^2}}}$$

- donner le type de filtre réalisé.
- que vaut la fréquence de coupure de ce filtre f_c en fonction de τ ?

4°) - étude du système en boucle fermée.

On branche le point A au point B : le système est en boucle fermée.

- Donner la relation entre ε(p), Ve(p) et $V_4(p)$.
- Donner la relation entre ε(p), H(p) et Vs(p).
- Donner la relation entre $V_4(p)$, K et Vs(p)

Déduire de ces trois relations que: $V_s(p) = H'(p) \,.\, V_e(p)$.
Exprimer H'(p) en fonction de H(p) et de K puis montrer que H'(p) peut se mettre sous la forme :

$$\boxed{H'(p)=\frac{K'}{1+\tau'.p}}$$

Exprimer K' en fonction de K et τ' en fonction de K et τ.

- en déduire que, dans le domaine temporel, les grandeurs $v_e(t)$ et $v_s(t)$ sont reliées par l'équation différentielle : $\boxed{\tau' . \frac{\partial vs}{\partial t} + vs = K' . ve}$
- si $v_e(t)$ est un échelon d'amplitude E, quelle est la valeur finale de $v_s(t)$ et que vaut le temps de réponse à 5% du circuit (noté $t'_{r5\%}$)?

- si $v_e(t)$ est sinusoïdale d'amplitude E et de fréquence f, montrer que l'amplitude de la sortie S vaut :

$$\boxed{S_{max} = E_{max} . \frac{K'}{\sqrt{1+(\tau' . \omega)^2}}}$$

- donner le type de filtre réalisé.
- que vaut la fréquence de coupure de ce filtre f_c' en fonction de τ' ?
- donner la relation entre $t_{r5\%}$ et $t'_{r5\%}$ puis celle entre f_c et f_c'.

5°) - manipulations.

Câbler le montage proposé avec les valeurs de composants données.

<u>étude en BO</u> : mettre le point A à la masse
Prendre pour $v_e(t)$ un signal échelon d'amplitude 5 V et de fréquence f = 6 kHz.
Mesurer le temps de réponse à 5% $t_{r5\%}$ du système (donner la méthode utilisée)

Prendre pour $v_e(t)$ un signal sinusoïdal d'amplitude 5 V et de fréquence f.
Tracer sur une feuille de papier semi-logarithmique le diagramme de Bode en amplitude du filtre.
Vérifier la nature du filtre trouvée par la théorie et trouver la fréquence de coupure $f_{c.}$

<u>étude en BF</u> : mettre le signal de retour (point B) sur A.
Prendre pour $v_e(t)$ un signal échelon d'amplitude 5 V et de fréquence f = 2 kHz.
Mesurer le temps de réponse à 5% $t'_{r5\%}$ du système .

Prendre pour $v_e(t)$ un signal sinusoïdal d'amplitude 5 V et de fréquence f.
Tracer sur la même feuille de papier semi-logarithmique que précédemment le diagramme de Bode en amplitude du filtre en boucle fermée.
Vérifier la nature du filtre trouvée par la théorie et mesurer la fréquence de coupure $f_{c.}'$

Résumer les mesures dans le tableau ci-dessous et calculer les deux rapports ($t'_{r5\%}$ / $t_{r5\%}$) et (f_c'/ f_c)

	BO	BF
$t_{r5\%}$		
f_c		