LP 22 Rétroact° & Oscillat°s

INTRO : Rétroact° climatiq & fonte du pergélisol / permafrost

(I) Rétroact° & stabilité

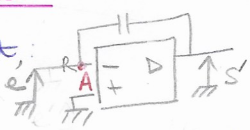
1) Rétroact° sq un amplificat° linéaire intégré (ALI)

On appelle boucle de rétroact° un dispositif par lequel le signal de sortie d'un système affecte le signal d'entrée. Le syst est alors dit bouclé.

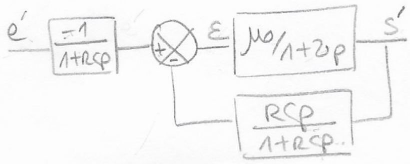
On relie la borne de sortie de l'ALI par un / plusieurs dipôle.s à l'une des bornes d'entrée. Selon la borne choisie, le système fonctionne en régime linéaire ou saturé.

On dit qu'un syst (SLCI) est stable si qd on le perturbe, il revient à son état d'équilibre. Pour un syst d'ordre 1 ou 2 de fct° de transfert $H(p) = \frac{A(p)}{B(p)}$ où A, B polynômes, il y a stabilité si les coeffts de B(p) sont de m̂ signe.

2) Intégrateur inverseur

On étudie le syst suivant :  en considérant le modèle de l'ALI réel.

Théorème de Millman en A : $V_- = \frac{s'Cp + e'/R}{\frac{1}{R} + Cp}$ et $\varepsilon = -V_-$ et $s' = \frac{\mu_0}{1+\tau p}\varepsilon$



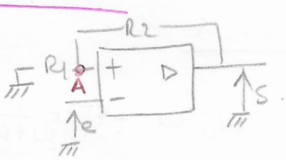
On a $\frac{s'}{e'} = \frac{\mu_0}{1+(\tau+RC(1+\mu_0))p + \tau RCp^2}$ syst stable en rég linéaire

Les ALI ayant une rétroact° sq ⊖ fonctionnent en rég linéaire.

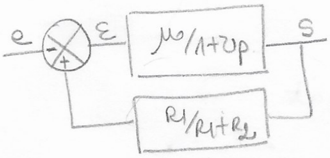
Avec le modèle de l'ALI idéal, on a $\varepsilon = 0 = V_-$ d'où

$\frac{s'}{e'} = -\frac{1}{RCp} \Leftrightarrow e'(t) = -RC\frac{ds'}{dt}$

3) Comparat° à hystérésis inverseur

On étudie le syst suivant :  en considérant le modèle de l'ALI réel.

Théorème de Millman en A : $V_+ = \frac{s/R_2}{1/R_1 + 1/R_2}$ et $\varepsilon = V_+ - e$ et $s = \frac{\mu_0}{1+\tau p}\varepsilon$

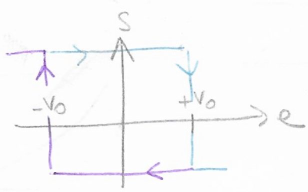


On a $\frac{s}{e} = \frac{-\mu_0}{1 - \frac{\mu_0 R_1}{R_1+R_2} + \tau p}$ système instable en régime linéaire car $\mu_0 \sim 10^5 \gg 1$, $\tau > 0$

Les ALI ayant une rétroact° sq ⊕ sont instables en rég linéaire et fonctionnent dc en rég saturé

Avec le modèle de l'ALI idéal ; en rég saturé :

2 possibilités :
- $\varepsilon > 0$ et $s = +V_{sat} \Rightarrow e < \frac{R_1 V_{sat}}{R_1+R_2}$ (*)
- $\varepsilon < 0$ et $s = -V_{sat} \Rightarrow e > -\frac{R_1 V_{sat}}{R_1+R_2}$ (*)



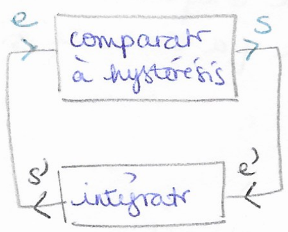
II Oscillateur à relaxation

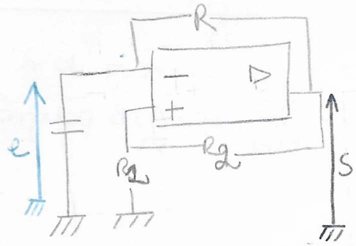
1) Définitions

Un oscillateur est un syst contenant un élément actif & q présente un comportement instable en régime linéaire. Il fonctionne en rég libre ($e=0$) et il y a une boucle de rétroaction entre la sortie du montage et l'entrée.

Un oscillateur à relaxation génère des oscillations obtenues / augmentation continue d'une contrainte, puis relâchement de celle-ci

2) Structure





3) Instabilité du montage

Fct° de transfert & diagram

4) Calcul de la période

On a $e = s'$ et $s = e'$. et $\frac{s'}{e'} = \frac{1}{1+jRC\omega}$

$e(t)$ varie entre $-V_0 = -\frac{R_1}{R_1+R_2} V_{sat}$ et $V_0 = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{sat}$ & on suppose $s(t=0) = -V_{sat}$ (basculement)

* $t>0$: $\frac{de}{dt} + \frac{e}{RC} = -\frac{V_{sat}}{RC} \Rightarrow e(t) = Ke^{-t/RC} - V_{sat}$

$e(t=0^+) = +V_0$ donc $e(t) = (V_0 + V_{sat})e^{-t/RC} - V_{sat}$

$e(t)$ décroît jusqu'à atteindre $-V_0$ en t_1 où $e(t_1) = -V_0 \Leftrightarrow (V_0 + V_{sat})e^{-t_1/RC} - V_{sat} = -V_0$

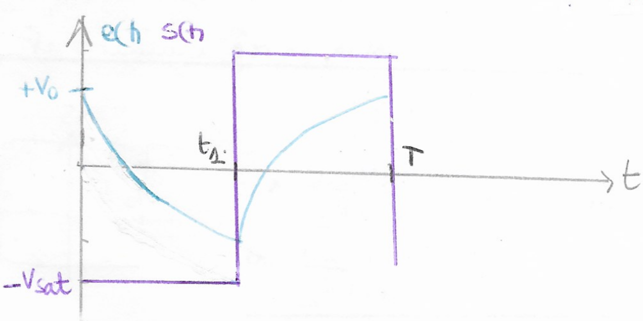
$$\Rightarrow \boxed{t_1 = RC \ln\left(\frac{V_0 + V_{sat}}{V_{sat} - V_0}\right)}$$

* $t>t_1$: $s(t) = +V_{sat}$ et $\frac{de}{dt} + \frac{e}{RC} = \frac{V_{sat}}{RC} \Rightarrow e(t) = Ke^{-t/RC} + V_{sat}$

$e(t=t_1^+) = -V_0$ dc $e(t) = -(V_0 + V_{sat})e^{\frac{t_1 - t}{RC}} + V_{sat}$

$e(t)$ augmente jusqu'à atteindre V_0 en T où $e(T) = V_0 \Leftrightarrow -(V_0 + V_{sat})e^{\frac{+t_1 - T}{RC}} + V_{sat} = V_0$

$$\Rightarrow \boxed{T = 2RC \ln\left(\frac{V_0 + V_{sat}}{-V_0 + V_{sat}}\right)}$$



Peut servir de générateur de signaux

5) Vase de Tantale

Animat° : val^rs de débit
0,5 l/s   0,32 l/s.
0,7 l/s.

Autre oscillat^r à relaxat°.

Théorème de Bernoulli pr écoulent quasi stat d'un fluide incompressible parfait :

$$\frac{P_0}{\rho} + \frac{1}{2}\cancel{V_A^2} + g z_A = \frac{P_0}{\rho} + \frac{1}{2}V_B^2 \Rightarrow V_B \simeq \sqrt{2gz_A} \text{ et } \boxed{D_V = s\sqrt{2gz_A}}$$

négligeable car réservoir très grd

Débit d'amorçage : $D_{V_a} = s\sqrt{2gz_{max}}$ → $D > s\sqrt{2gz_{max}}$: $z \nearrow$
→ $D < s\sqrt{2gz_{max}}$: $z \searrow$

si $D < s\sqrt{2gz_{min}}$: oscillat°s de relaxat°

Période des oscillat°s : $\Delta t_{remplissage} = \frac{S(z_{max} - z_{min})}{D}$

vidange : $\underbrace{S\frac{dz_A}{dt}}_{\text{varo du vol d'eau ds le réservoir / unité de tps}} = D - s\sqrt{2gz_A} \Rightarrow \int_{z_{min}}^{z_{max}} \frac{S\,dz}{D - s\sqrt{2gz}} = \Delta t_{vidange}$

Ccl° : Oscillat^rs quasi-sinusoïdaux