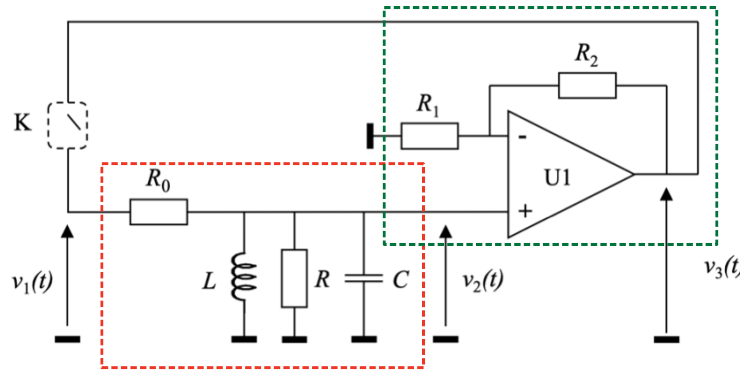


TDE3

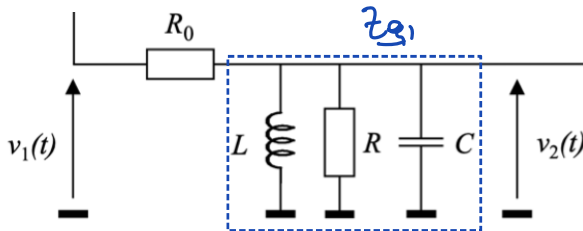
SF1 - alternatif



bloc ampli
H_B

bloc passe-bande
H_A

Pour le passe-bande:



$$\underline{Z_{eq1}} : \frac{1}{\underline{Z_{eq1}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C$$

$$= \frac{j\omega L + R - \omega^2 LRC}{Rj\omega L}$$

$$\underline{Z_{eq1}} = \frac{Rj\omega L}{j\omega L + R - \omega^2 LRC}$$

Pour le pont diviseur de tension:

$$\underline{v_2} = \underline{v_1} \times \frac{\underline{Z_{eq1}}}{R_0 + \underline{Z_{eq1}}} = \frac{\frac{Rj\omega L}{j\omega L + R - \omega^2 LRC}}{R_0 + \frac{Rj\omega L}{j\omega L + R - \omega^2 LRC}} \underline{v_1}$$

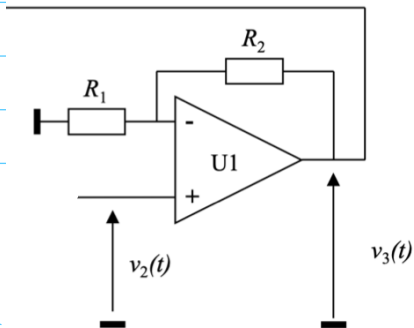
$$\underline{H_A} = \frac{Rj\omega L}{R_0(j\omega L + R - \omega^2 LRC) + Rj\omega L}$$

$$= \frac{Rj\omega L}{RR_0 + (R+R_0)j\omega L - \omega^2 LRC} = \frac{R/(R+R_0)}{1 + \frac{R R_0}{(R+R_0)j\omega L} + j\omega \frac{R L C}{R+R_0}}$$

$$= \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)} \quad \text{avec } H_0 = \frac{R}{R+R_0}$$

$$\text{or } \begin{cases} \frac{Q}{\omega_0} = \frac{R R_0 C}{R + R_0} \\ \omega_0 Q = \frac{R R_0}{(R + R_0) L} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \\ Q^2 = \left(\frac{R R_0}{R + R_0} \right)^2 \times \frac{C}{L} \end{cases}$$

Pour l'amplificateur:



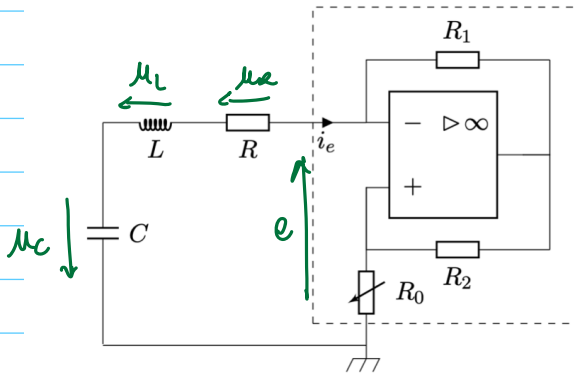
Cours!

$$\underline{v_3} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \underline{v_2}$$

$$\underline{H_B} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

SF2

Pour la loi des mailles: $e + u_R + u_L + u_C = 0$



$$\text{càd } L \frac{di_e}{dt} + R i_e - R_1 i_e + u_C = 0$$

$$\text{or } i_e = C \frac{du_C}{dt}$$

Donc

$$LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + (R - R_1) C \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

des oscillations naissent si le système est instable, donc si $R_1 > R$

Exercice 2 - Démarrage d'un multivibrateur astable compact

1) À $t=0$, l'énoncé dit que ε est positif. On est donc en saturation haute

et $v_s = +V_{sat}$.

On a $v_s = v_3 + i_{R_3} R_3 = v_3 + R_3 i_{R_3}$

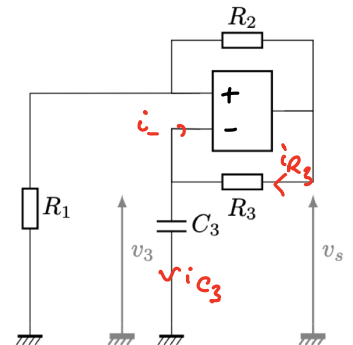
Ayant $i_- = 0$, on a $i_{R_3} = i_{C_3} = C_3 \frac{dv_3}{dt}$

On a donc

$$+V_{sat} = v_3 + R_3 C_3 \frac{dv_3}{dt}$$

On a donc $v_3(t) = 1 e^{-t/\tau} + V_{sat}$ avec $\tau = R_3 C_3$

ayant $v_3(0) = 0$, on a $v_3(t) = V_{sat} (1 - e^{-t/\tau})$



2) On a $\varepsilon = v_+ - v_-$

or la loi des nœuds en E^+ donne $\frac{v_s - v_+}{R_2} + \frac{0 - v_+}{R_1} = 0$

et $v_+ = \frac{v_s}{R_2} \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = v_s \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

Tant que l'Au est en saturation haute : $v_+ = V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$$v_- = V_{sat} (1 - e^{-t/\tau})$$

Donc $\varepsilon = V_{sat} \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - 1 + e^{-t/\tau} \right) = V_{sat} \left(\frac{-R_2}{R_1 + R_2} + e^{-t/\tau} \right)$

On voit que $\varepsilon \xrightarrow[t \rightarrow \infty]{} -\frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{sat} < 0$.

ε était continue, il existe t_1 tq $\varepsilon(t) = 0$. L'Alu bascule alors en saturation basse.

Déterminons t_1 :

$$\varepsilon(t) = V_{sat} \left(\alpha - 1 + e^{-t/\tau} \right) = 0$$

$$\text{ie } e^{-t_1/\tau} = 1 - \alpha$$

$$\text{ie } -\frac{t_1}{\tau} = \ln(1 - \alpha)$$

$$t_1 = \tau \ln \left(\frac{1}{1 - \alpha} \right)$$

3) À t_1 , l'Alu bascule en saturation basse. On a donc

$$-V_{sat} = v_3 + R_3 C_3 \frac{dv_3}{dt} \quad \text{et} \quad v_+ = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -V_{sat} \alpha$$

Ce qui donne $v_3(t') = 1 e^{-t'/\tau} - V_{sat}$

$$\begin{aligned} \text{et } v_3(t'=0) &= v_3(t=t_1^-) = V_{sat} (1 - e^{-t_1/\tau}) = V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \\ &= 1 - V_{sat} &= V_{sat} \alpha \end{aligned}$$

Donc $1 = V_{sat} (1 + \alpha)$

$$\text{et } v_3(t) = V_{sat} (1 + \alpha) e^{-t'/\tau} - V_{sat}$$

4) On a $\varepsilon = v_+ - v_3 = -V_{sat} \alpha - V_{sat} (1 + \alpha) e^{-t'/\tau} + V_{sat}$

$$= V_{sat} \left((1 - \alpha) - \underbrace{(1 + \alpha) e^{-t'/\tau}}_{\rightarrow 0} \right)$$

$\rightarrow > 0$ il y aura donc bascule

Déterminons $t'_2 = t_2 - t_1$, quand il y a bascule:

$$e(t'_2) = 0 = V_{sat} \left((1-\alpha) - (1+\alpha) e^{-t'_2/\tau} \right)$$

$$\text{ce } 1-\alpha = (1+\alpha) e^{-t'_2/\tau}$$

$$\text{ie } -\frac{t'_2}{\tau} = \ln\left(\frac{1-\alpha}{1+\alpha}\right)$$

$$\boxed{t'_2 = \tau \ln\left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha}\right)}$$

5) Pour $t > t_2$ on est en saturation haute.

$$\text{On a alors à nouveau } +V_{sat} = v_3 + R_3 C_3 \frac{dv_3}{dt}$$

Mais avec une nouvelle condition initiale:

$$\text{Si } t'' = t - t_2, \text{ on a } v_3(t''=0) = -\alpha V_{sat}$$

$$\text{Donc } v_3(t'') = -(1+\alpha) V_{sat} e^{-t''/\tau} + V_{sat}$$

$$\begin{aligned} \text{On a alors } e(t'') &= +\alpha V_{sat} + (1+\alpha) V_{sat} e^{-t''/\tau} - V_{sat} \\ &= \underbrace{(\alpha-1)}_{<0} V_{sat} + \underbrace{(1+\alpha) V_{sat} e^{-t''/\tau}}_{\xrightarrow[t'' \rightarrow \infty]{} 0} \end{aligned}$$

Donc e va s'annuler à t_3 . On sera alors exactement dans la même situation qu'à t_1 . Le système étant régi par les m. éqn, il aura le même comportement. On aura donc un comportement périodique.

6) Il faut déterminer t_3 :

$$(\alpha-1) V_{sat} + (1+\alpha) V_{sat} e^{-t_3/\tau} = 0$$

$$\text{ce } e^{-t_3/\tau} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \quad \text{ce } t'_3 = \tau \ln\left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha}\right)$$

donc $t_3 = t_3'' + t_2 = \tau \ln \left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right) + t_2$

On a par ailleurs $T = t_3 - t_1$ (de t_1 à t_2 saturé basse
de t_2 à t_3 saturé haute)

$$= \underbrace{t_3 - t_2} + \underbrace{t_2 - t_1}$$

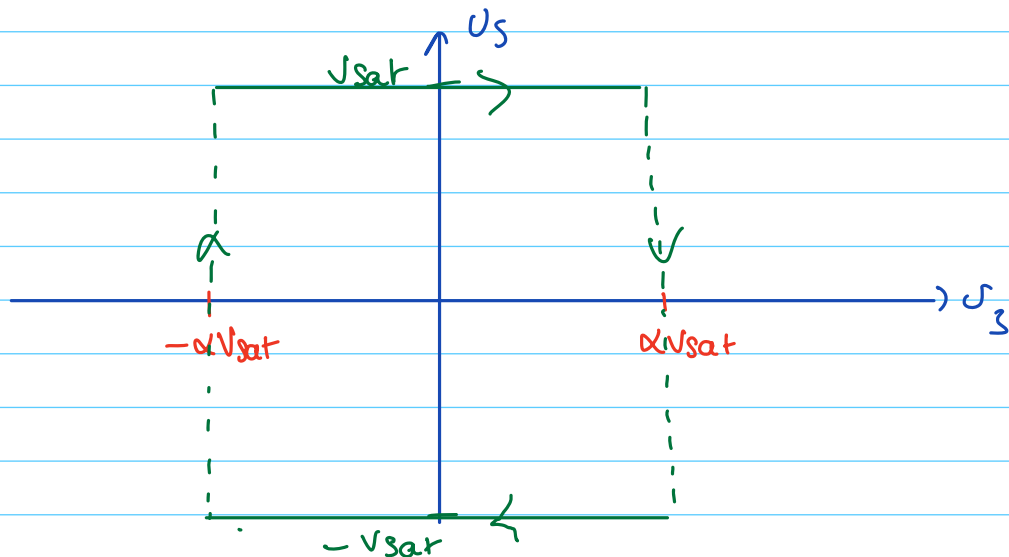
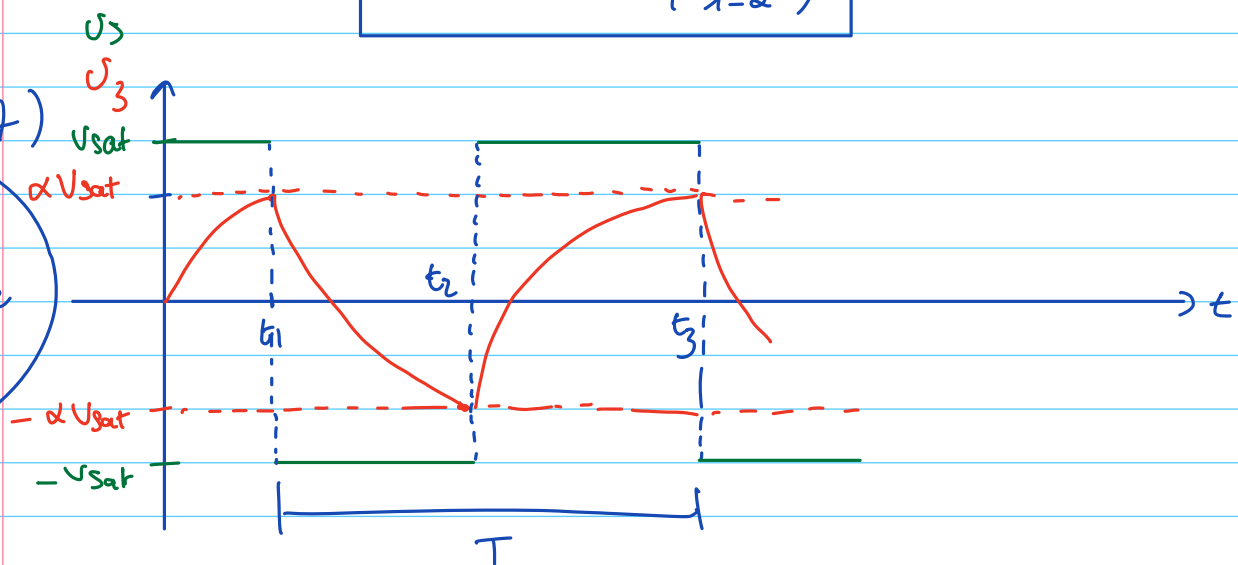
$$= \tau \ln \left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right) + t_2'$$

$$= \tau \ln \left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right) + \tau \ln \left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right)$$

$$T = 2\tau \ln \left(\frac{1+\alpha}{1-\alpha} \right)$$

7)

pas
demandé
mais utile
à comprendre



Exercice 3 - Oscillateur sinus - connu

- 1) Les Aci ont une rétroaction négative: on peut donc supposer qu'ils fonctionnent en régime linéaire. On prendra par ailleurs en gain infini sur l'Aci 1:

On a $\underline{V}_3 = \underline{V}_+$

$$\frac{0 - \underline{V}_-}{R_1} + \frac{\underline{V}_+ - \underline{V}_-}{1/j\omega C_1} = 0 \quad \text{et} \quad \underline{V}_- (1 + j\omega R_1 C_1) = \underline{V}_+ j\omega R_1 C_1$$
$$\underline{V}_3 = \underline{V}_+ \frac{j\omega R_1 C_1}{1 + j\omega R_1 C_1}$$

On en déduit

$$\underline{H}_1 = \frac{\underline{V}_1}{\underline{V}_3} = \frac{1 + j\omega \tau_1}{j\omega \tau_1}$$

Par ailleurs, sur l'Aci 2:

$$\left\{ \begin{array}{l} \underline{V}_+ = 0 \\ \frac{\underline{V}_3 - \underline{V}_-}{R_2} + \frac{\underline{V}_2 - \underline{V}_-}{1/j\omega C_2} = 0 \end{array} \right. \quad \text{et} \quad \underline{V}_- = \underline{V}_+$$

Donc $\underline{V}_1 + \underline{V}_2 j\omega R_2 C_2 = 0$

$$\underline{H}_2 = \frac{\underline{V}_2}{\underline{V}_1} = -\frac{1}{j\omega \tau_2}$$

Enfin $\frac{0 - \underline{V}_3}{1/j\omega C_3} + \frac{\underline{V}_2 - \underline{V}_3}{R_3} = 0 \quad \underline{V}_3 (1 + j\omega R_3 C_3) = \underline{V}_2$

Donc $\underline{H}_3 = \frac{\underline{V}_3}{\underline{V}_2} = \frac{1}{1 + j\omega \tau_3}$

2) Il y a des oscillations pures si le critère de Barkhausen est vérifié:

$$\underline{H}_1 \times \underline{H}_2 \times \underline{H}_3 = 1$$

$$\frac{1+j\omega\tau_1}{j\omega\tau_1} \times \frac{-1}{j\omega\tau_2} \times \frac{1}{1+j\omega\tau_3} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{1+j\omega\tau_1}{-\omega^2\tau_1\tau_2 - j\omega^3\tau_1\tau_2\tau_3} = 1$$

$$\Leftrightarrow 1+j\omega\tau_1 = \omega^2\tau_1\tau_2 + j\omega^3\tau_1\tau_2\tau_3$$

Par identification des parties réelles et imaginaires:

$$\begin{cases} 1 = \omega^2\tau_1\tau_2 \\ \cancel{j\omega\tau_1} = \cancel{j\omega^3\tau_1\tau_2\tau_3} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \omega = \frac{1}{\sqrt{\tau_1\tau_2}} \\ 1 = \frac{1}{\tau_1\tau_2} \times \tau_2\tau_3 \end{cases}$$

Enfin : $\boxed{\omega = \frac{1}{\sqrt{\tau_1\tau_2}} \text{ et } \tau_1 = \tau_3}$

et $\boxed{\omega = \frac{1}{\sqrt{R_1C_1R_2C_2}} \text{ or } R_1C_1 = R_3C_3}$

3) $\underline{H}_2 = \frac{V_2}{V_1} = -\frac{1}{j\omega\tau_2}$. On a $\arg(\underline{H}_2) = \frac{\pi}{2}$

Ainsi, si une tension est un sinus, l'autre sera un cosinus (et inversement).

Exercice 4 - Oscillateur astable 1-21

1) On oriente le condensateur en convention récepteur

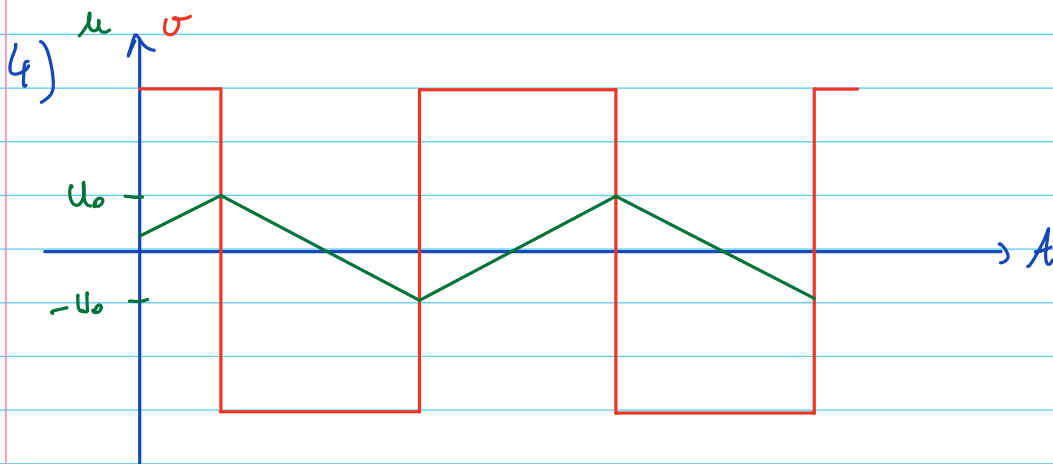
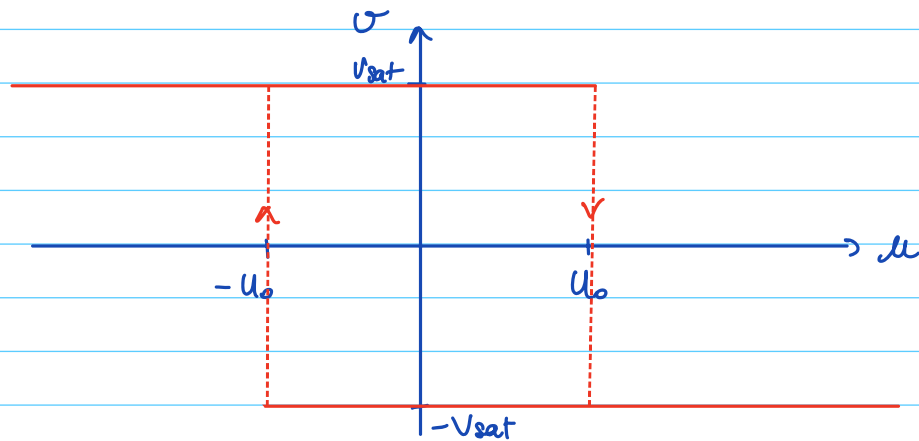
$$\text{On a } 2I_0 = I_0 + i_c \quad \text{ic} = I_0$$

Pour ailleurs $\frac{du}{dt} = \frac{I_0}{C}$ d'où $u(t) = \frac{I_0}{C} t + \text{cte}$

2) LdN: $0 = I_0 + i_c$ donc $i_c = -I_0$

$$u(t) = -\frac{I_0}{C} t + \text{cte}'$$

3) Le comparateur à hystérésis est inversé, on a donc:



5) Il faut trouver la durée de chacune des étapes de l'oscillation

* Supposons que l'Alu passe en saturation haute à $t=0$

$$\left. \begin{array}{l} \text{On a } u(0^+) = -U_0 \\ \text{or } u(t) = \frac{I_0}{C} t + \text{cste} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{sat. haute} \rightarrow \text{pos}^\circ 2 \\ \underline{u(t) = \frac{I_0}{C} t - U_0} \end{array}$$

L'Alu bascule en saturation basse à t_1 tq
 $u(t_1) = U_0$

$$\text{ie } \frac{I_0}{C} t_1 - U_0 = U_0 \Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{2U_0 C}{I_0}}$$

* Supposons maintenant $t > t_1$: l'Alu est en saturation basse

$$u(t) = -\frac{I_0}{C} t + \text{cste}' \quad \text{or } u(t_1) = U_0$$

$$\text{Donc } \text{cste}' = U_0 + \frac{I_0}{C} t_1$$

$$\text{ie } u(t) = -\frac{I_0}{C} (t - t_1) + U_0$$

On a de nouveau une bascule de l'Alu pour $u(t) = -U_0$

$$\text{ie } u(t_2) = -\frac{I_0}{C} (t_2 - t_1) + U_0 = -U_0$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2U_0 C}{I_0}$$

$$\text{Au final, la période est } \boxed{t_2 = \frac{4U_0 C}{I_0}}$$

$$\text{Pour avoir } T = 1 \text{ ms, il faut } U_0 = \frac{T I_0}{4C} = \underline{25 \text{ V}}$$

Exercice 5 - Oscillateur à contrôle automatique du gain (éléments de correction)

$$1) \underline{\sigma}_+ = \frac{1}{1 + \frac{(1+j\omega\tau)^2}{j\omega\tau}} \quad \text{et} \quad \underline{\sigma}_- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \underline{1}$$

$$\text{En RL: } (j\omega)^2 \tau^2 \underline{s} + j\omega\tau \left(2 - \frac{R_2}{R_1}\right) \underline{s} + \underline{s} = 0$$

$$\text{ie } \tau^2 \frac{d^2 s}{dt^2} + \tau \left(2 - \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{ds}{dt} + s = 0$$

$$2) R_1 = \frac{R_2}{2}$$

$$3) T_{eq} = T_0 + \frac{1}{\alpha} \left(\frac{R_2}{2R_0} - 1 \right)$$

$$4) i = \frac{1}{R_1 + R_2} s$$

si s a une amplitude trop faible, i est faible, donc l'effet joule aussi. Ainsi $T < T_{eq}$, donc $R_1 < \frac{R_2}{2} \rightarrow$ instable
 $\rightarrow$ l'amplitude de s augmente

5) Inversement, si s est trop gd, $R_1 > \frac{R_2}{2} \rightarrow$ stable
 $\rightarrow$ l'amplitude de s diminue

6) la lampe stabilise les oscillations

R_2 impose la T_{eq} du filament. Il faut la choisir de façon à ce que l'fil ne sature pas avant que T_{eq} soit atteinte.