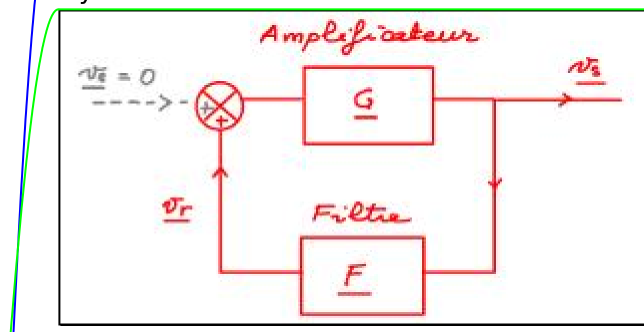
Oscillateurs

Oscillateurs quasi-sinusoïdaux

Oscillateurs quasi-sinusoïdaux : système délivrant une grandeur d'aspect sinusoïdal, dont le spectre peut contenir d'autres harmoniques de faibles amplitudes.

Système bouclé d'entrée nulle



Association d'un amplificateur et d'un filtre

$$\underline{v_s} = \underline{G} \cdot (\underline{v_e} + \underline{v_r})$$
$$\underline{v_r} = \underline{F} \cdot \underline{v_s}$$

Relation entrée-sortie

$$\underline{v_s} = \frac{\underline{G}}{1 - \underline{G} \cdot \underline{F}} \underline{v_e}$$

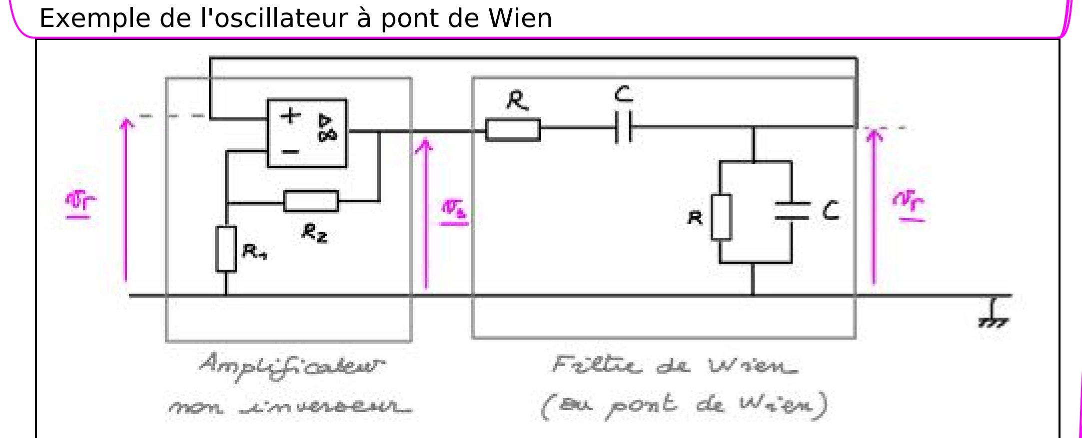
Critère de Barkhausen pour l'existence d'un signal

$$\boxed{\underline{G} \cdot \underline{F} = 1}$$

ou :

$$\boxed{\begin{array}{l} \arg(\underline{G} \cdot \underline{F}) = 0 \\ |\underline{G} \cdot \underline{F}| = 1 \end{array}}$$

Exemple de l'oscillateur à pont de Wien



Amplificateur non inverseur

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

Filtre de Wien (passe-bande)

$$\underline{F} = H_0 \frac{jx/Q}{1 - x^2 + jx/Q}$$

avec $x = \dfrac{\omega}{\omega_0}$, $\omega_0 = \dfrac{1}{RC}$ et $Q = \dfrac{1}{3}$

Application du critère de Barkhausen

$$\underline{G} \cdot \underline{F} = \frac{1}{3 + j(\omega/\omega_0 - \omega_0/\omega)} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 1$$

ou :

$\arg(\underline{G} \cdot \underline{F}) = 0$ soit $\boxed{\omega = \omega_0}$

$|\underline{G} \cdot \underline{F}| = 1$ soit $\boxed{R_2 = 2R_1}$

Équation différentielle

$$\underline{v_s} = \underline{G} \cdot \underline{F}\, \underline{v_s}$$
$$\frac{\mathrm{d}^2 v_s}{\mathrm{d}t^2} + 2\alpha \frac{\mathrm{d}v_s}{\mathrm{d}t} + \omega_0^2\, v_s = 0$$

avec $2\alpha = \dfrac{\omega_0}{Q}\left(1 - H_0\left(1 + \dfrac{R_2}{R_1}\right)\right)$

Les éventuelles oscillations qui démarrent sont amorties rapidement si

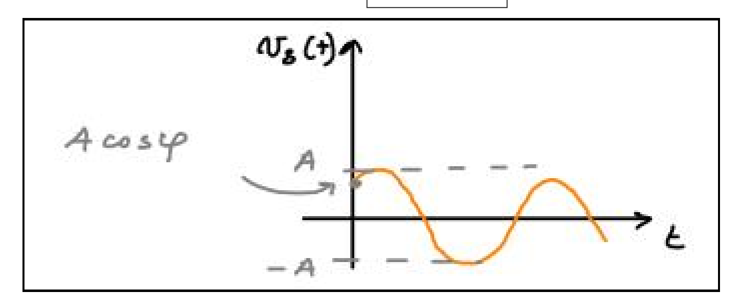
$2\alpha > 0$ soit $R_2 < 2R_1$

Les oscillations peuvent démarrer sur du bruit (amplification) si

$2\alpha < 0$ soit $R_2 > 2R_1$

Les oscillations sont **sinusoïdales** si

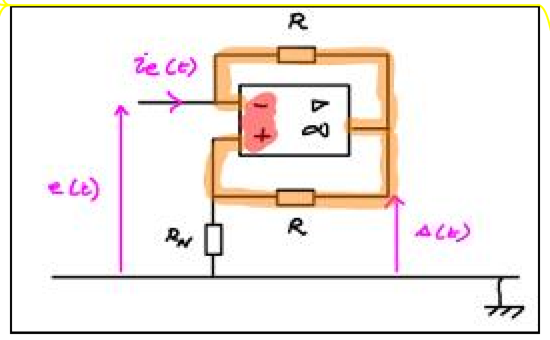
$2\alpha = 0$ soit $\boxed{R_2 = 2R_1}$



En pratique, on se place légèrement au dessus de la valeur limite. Après démarrage des oscillations, lorsque la tension atteint la tension de saturation de l'ALI, cet état, instable, permet aux oscillations de se poursuivre. **La stabilisation de l'amplitude des oscillations est due aux non linéarités du système.**

Exemple du circuit oscillant à résistance négative

Montage à résistance négative



Régime linéaire

$e = -R_N\, i_e$

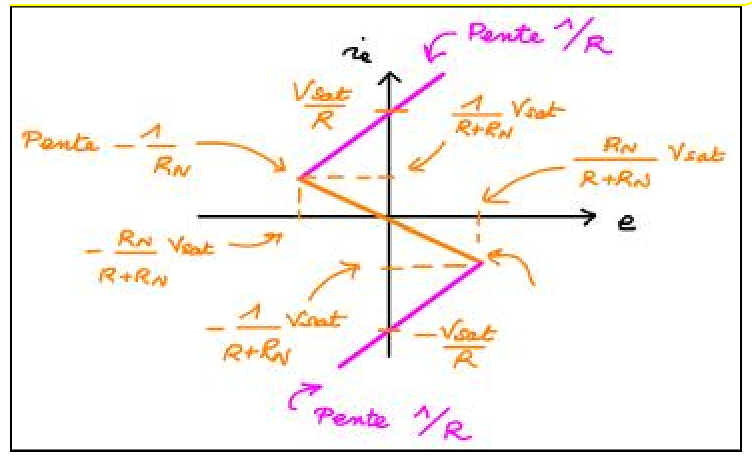
Existe pour une tension de sortie qui ne sature pas l'ALI

$$|s| \leqslant V_{\text{sat}}$$
soit :
$$|e| \leqslant \frac{R_N}{R + R_N} V_{\text{sat}} \text{ et } |i_e| \leqslant \frac{1}{R + R_N} V_{\text{sat}}$$

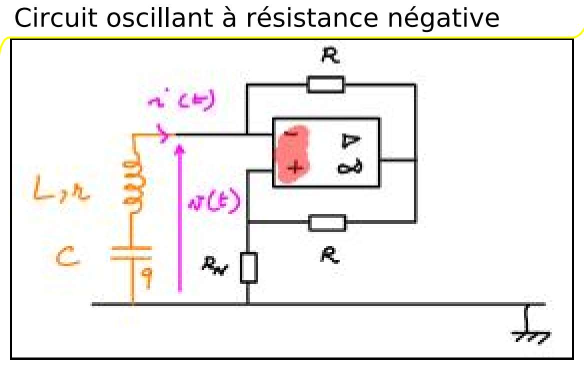
Régime saturé

$e = R\, i_e \pm V_{\text{sat}}$

Caractéristique



Circuit oscillant à résistance négative



Équation différentielle

$$\frac{\mathrm{d}^2 q}{\mathrm{d}t^2} + (r - R_N)\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} + \frac{q}{C} = 0$$

Les éventuelles oscillations qui démarrent sont amorties rapidement si

$R_N < r$

Les oscillations peuvent démarrer sur du bruit (amplification) si

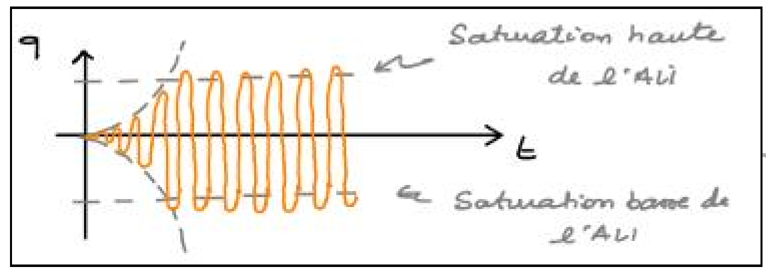
$R_N > r$

Les oscillations sont **sinusoïdales** si

$$\boxed{R_N = r}$$

Cas du régime saturé (ALI saturé)

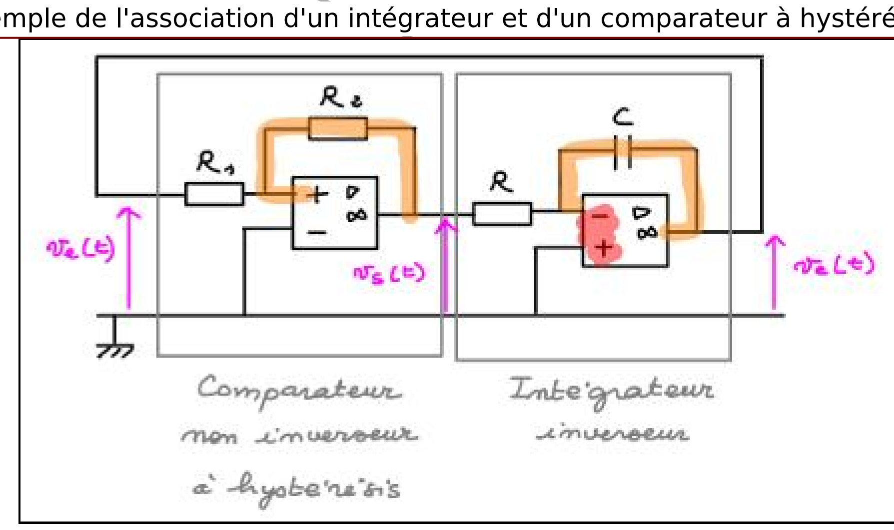
$$\frac{\mathrm{d}^2 q}{\mathrm{d}t^2} + (r + R)\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} + \frac{q}{C} = \pm V_{\text{sat}}$$



Oscillateurs de relaxation

Oscillateurs de relaxation : système délivrant une grandeur qui bascule périodiquement entre deux états bien définis.

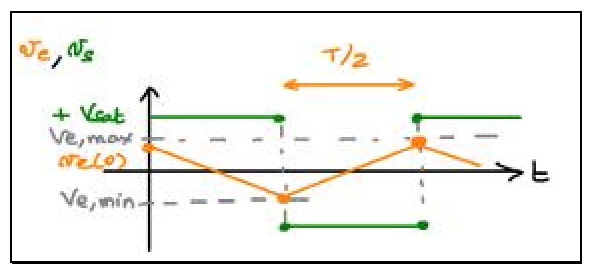
Exemple de l'association d'un intégrateur et d'un comparateur à hystérésis



Analyse du comportement

Si $v_s = +V_{\text{sat}}$ (tant que $\epsilon > 0$) : $v_e = -\dfrac{1}{RC}V_{\text{sat}}\, t + v_e(0)$

Si $v_s = -V_{\text{sat}}$ (dès lors que $\epsilon < 0$) : $v_e = \dfrac{1}{RC}V_{\text{sat}}\, t + v_e(0)$

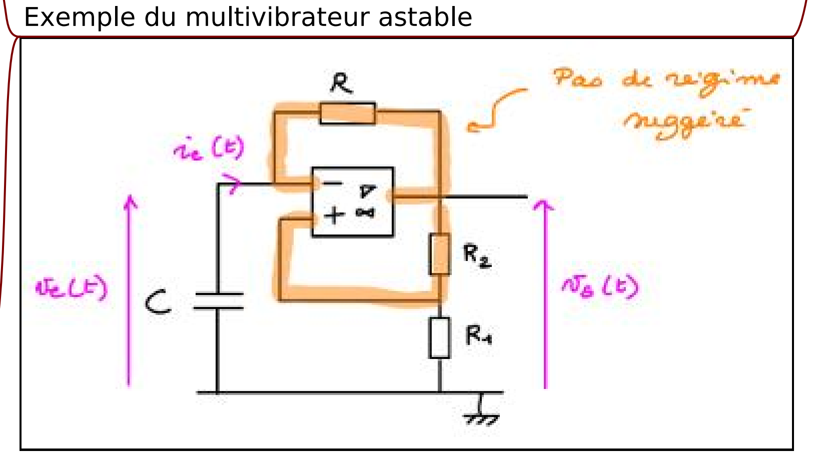


Détermination de la période (avec les pentes)

$$T = 4RC\frac{R}{R_2}$$

On obtient l'association d'un signal triangulaire et d'un signal créneau.

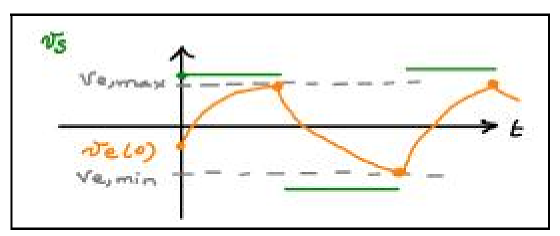
Exemple du multivibrateur astable



Analyse du comportement

Si $v_s = +V_{\text{sat}}$ (tant que $\epsilon > 0$) : $v_e = V_{\text{sat}} + Ri_e = V_{\text{sat}} - RC\dfrac{\mathrm{d}v_e}{\mathrm{d}t}$

Si $v_s = -V_{\text{sat}}$ (dès lors que $\epsilon < 0$) : $v_e = -V_{\text{sat}} + Ri_e = -V_{\text{sat}} - RC\dfrac{\mathrm{d}v_e}{\mathrm{d}t}$



Détermination de la période (avec les conditions aux limites)

$$T = 2RC \ln\left(\frac{1 + \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}}{1 - \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}}\right)$$