

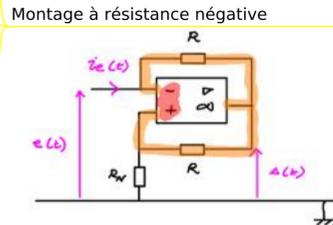
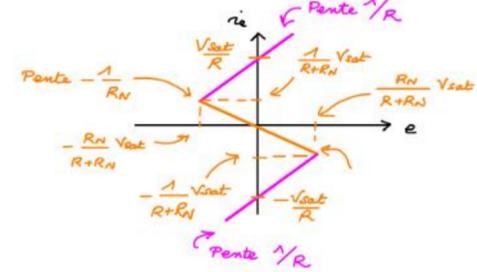
Existe pour une tension de sortie qui ne sature pas l'ALI

Régime linéaire  
 $|s| \leq V_{sat}$   
 soit :  
 $|e| \leq \frac{R_N}{R+R_N} V_{sat}$  et  $|i_e| \leq \frac{1}{R+R_N} V_{sat}$

Régime saturé  
 $e = -R_N i_e$

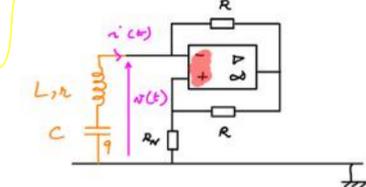
Régime saturé  
 $e = R i_e \pm V_{sat}$

Caractéristique



Exemple du circuit oscillant à résistance négative

Circuit oscillant à résistance négative



Équation différentielle

$$\frac{d^2 v}{dt^2} + \frac{r - R_N}{L} \frac{dv}{dt} + \frac{v}{LC} = \pm \frac{V_{sat}}{LC}$$

Les éventuelles oscillations qui démarrent sont amorties rapidement si

$$R_N < r$$

Les oscillations peuvent démarrer sur du bruit (amplification) si

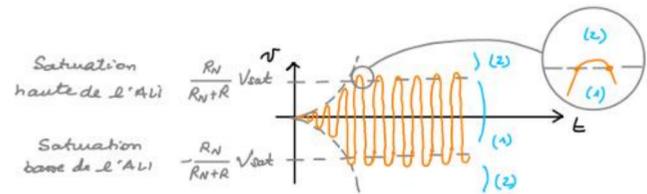
$$R_N > r$$

Les oscillations sont **sinusoïdales** si

$$R_N = r$$

Cas du régime saturé (ALI saturé)

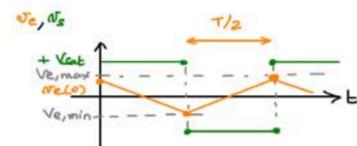
$$\frac{d^2 v}{dt^2} + \frac{r + R}{L} \frac{dv}{dt} + \frac{v}{LC} = \pm \frac{V_{sat}}{LC}$$



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

Analyse du comportement

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



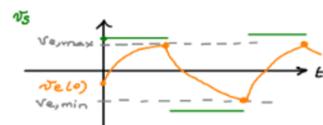
Détermination de la période (avec les pentes)

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

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

Analyse du comportement

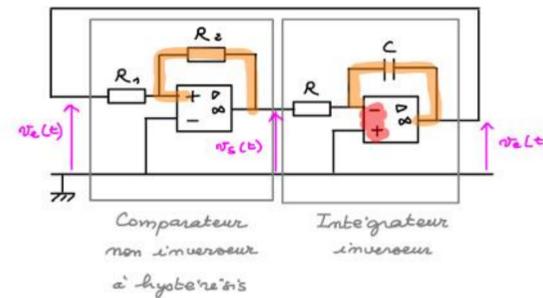
Si  $v_s = +V_{sat}$  (tant que  $\epsilon > 0$ ) :  $v_e = V_{sat} + R i_e = V_{sat} - RC \frac{dv_e}{dt}$   
 Si  $v_s = -V_{sat}$  (dès lors que  $\epsilon < 0$ ) :  $v_e = -V_{sat} + R i_e = -V_{sat} - RC \frac{dv_e}{dt}$



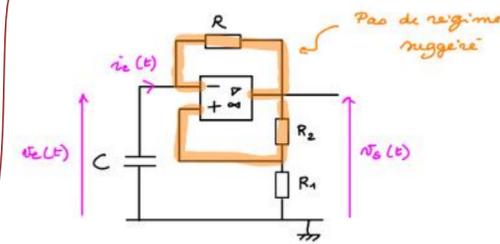
Détermination de la période (avec les conditions aux limites)

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

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



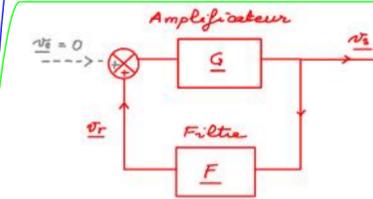
Exemple du multivibrateur astable



Oscillateurs

**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

$$v_s = G \cdot (v_e + v_r)$$

$$v_r = F \cdot v_s$$

Relation entrée-sortie

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

Critère de Barkhausen pour l'existence d'un signal

$$G \cdot F = 1$$

ou :

$$\arg(G \cdot F) = 0$$

$$|G \cdot F| = 1$$

Amplificateur non inverseur

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

Filtre de Wien (passe-bande)

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

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

Application du critère de Barkhausen

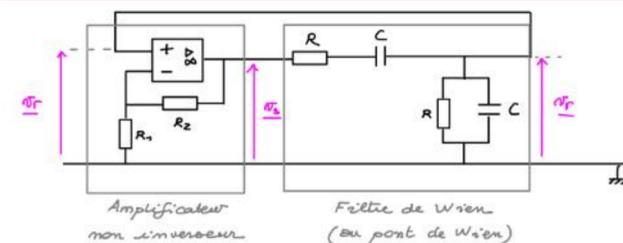
$$G \cdot F = \frac{1}{3 + j(\omega/\omega_0 - \omega_0/\omega)} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = 1$$

ou :

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

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

Exemple de l'oscillateur à pont de Wien



Équation différentielle

$$v_s = G \cdot F \cdot v_s$$

$$\frac{d^2 v_s}{dt^2} + 2\alpha \frac{dv_s}{dt} + \omega_0^2 v_s = 0$$

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

Les éventuelles oscillations qui démarrent sont amorties rapidement si

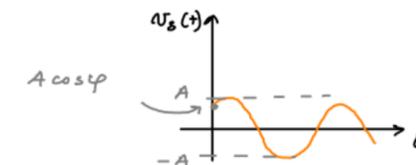
$$2\alpha > 0 \text{ soit } R_2 < 2R_1$$

Les oscillations peuvent démarrer sur du bruit (amplification) si

$$2\alpha < 0 \text{ soit } R_2 > 2R_1$$

Les oscillations sont **sinusoïdales** si

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



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.**