

## Chapitre 6 : oscillateurs sinusoïdaux.

Sommaire :

ch6 a) principe de fonctionnement : critère de Barkhausen.

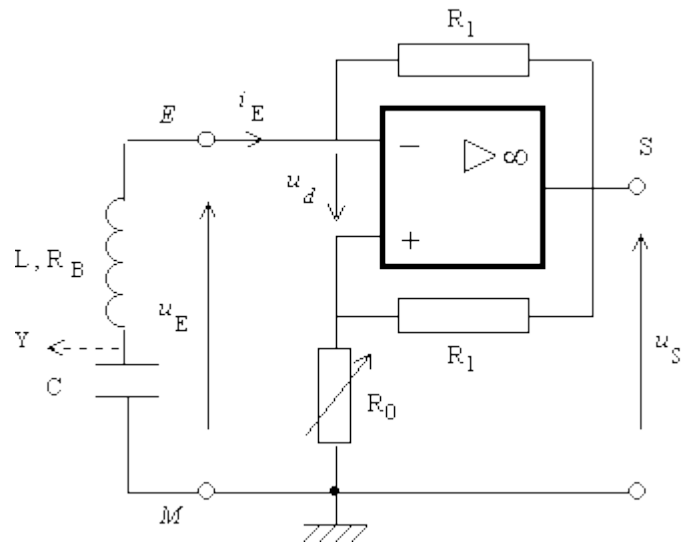
ch6 b) exemple de l'oscillateur à pont de Wien.

ch6 c) exemples d'oscillateurs à résonance LC.

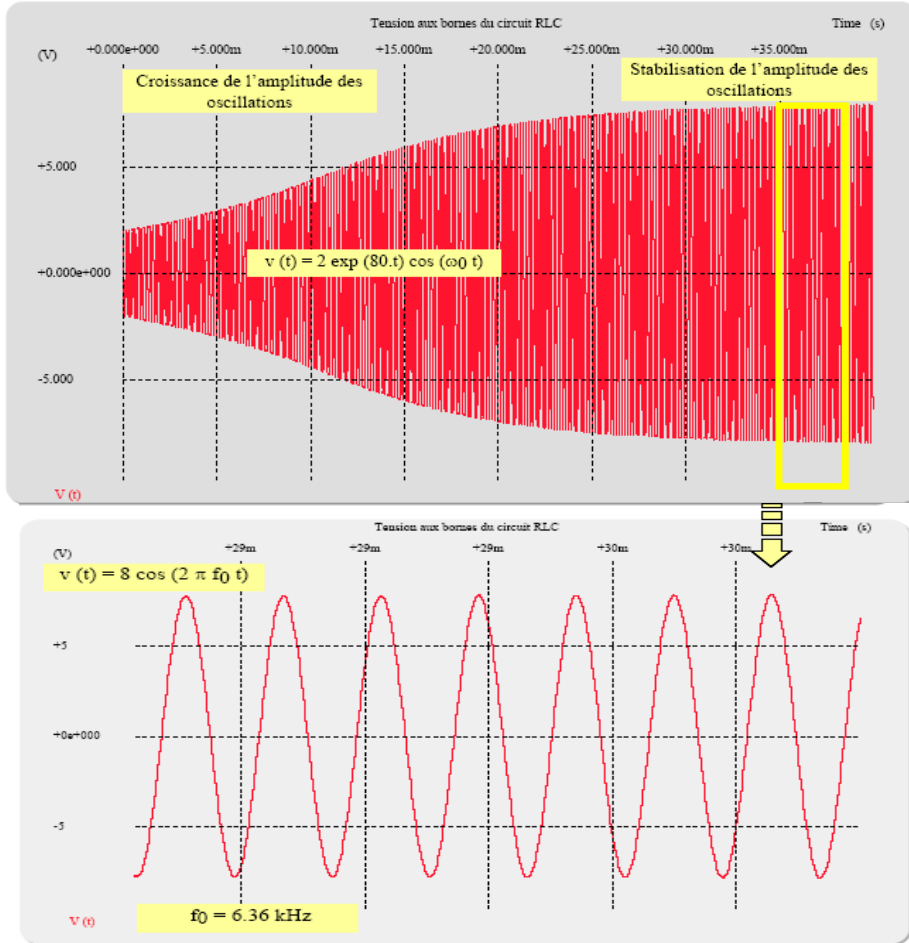
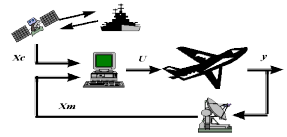
ch6 d) contrôle de l'amplitude des oscillations.

### Chapitre 6 a) : principe de fonctionnement des oscillateurs sinusoïdaux.

#### 1) Utilisation d'une résistance négative.

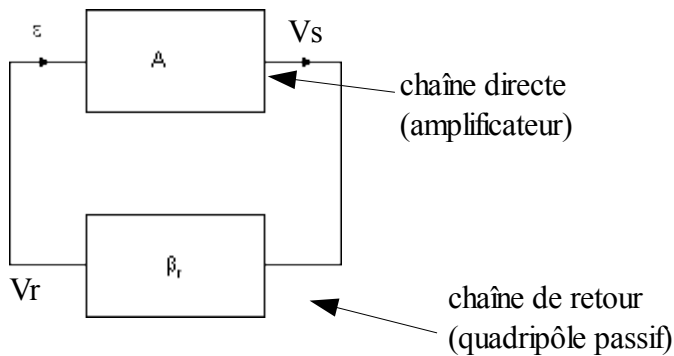


Lorsque  $R_0 = R_B$ , le circuit est équivalent à :

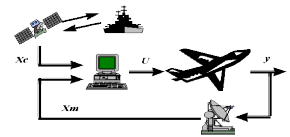


## 2) système bouclé : conditions d'oscillation (critère de Barkhausen).

On utilise un système bouclé dans lequel on s'arrange pour imposer une instabilité.

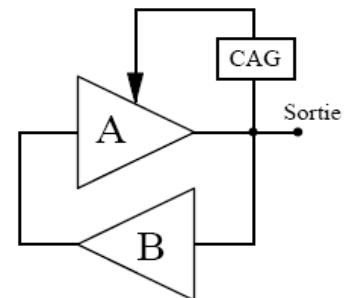


Critère de Barkhausen :



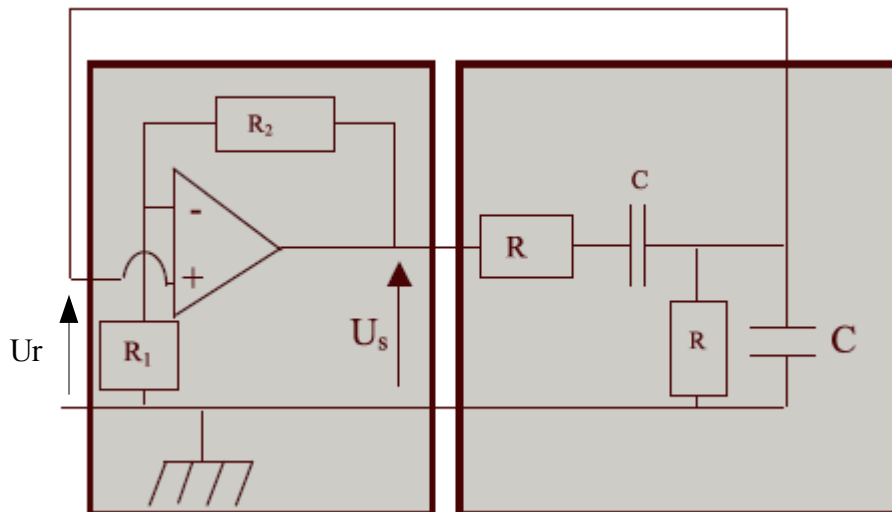
**Remarques :**

- la relation  $T = A.\beta = 1$  est une relation complexe qui nous donnera deux relations :
  - une relation donnera la condition de démarrage des oscillations.
  - l'autre relation donnera la fréquence des oscillations.
- pour le démarrage des oscillations, on prendra :  $|A.\beta|$  légèrement supérieur à 1.
- rien n'est dit dans le critère de Barkhausen sur l'amplitude des oscillations : quand l'amplitude augmente, l'amplificateur sort de son domaine de linéarité donc :
  - soit on compte sur la caractéristique non-linéaire de l'amplificateur pour limiter les oscillations (écrêtage).
  - soit on prévoit un circuit de contrôle de gain qui diminue l'amplification aux fortes amplitudes des oscillations. (circuit de contrôle automatique du gain)



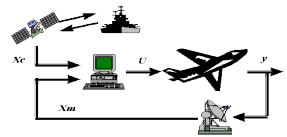
**Chapitre 6 b) : exemple de l'oscillateur à pont de Wien.**

**1) montage et identification des chaînes :**



Transmittance de l'amplificateur :  $A = (U_s / U_r) =$

Transmittance de la chaîne de réaction :  $\beta = (U_r / U_s) =$

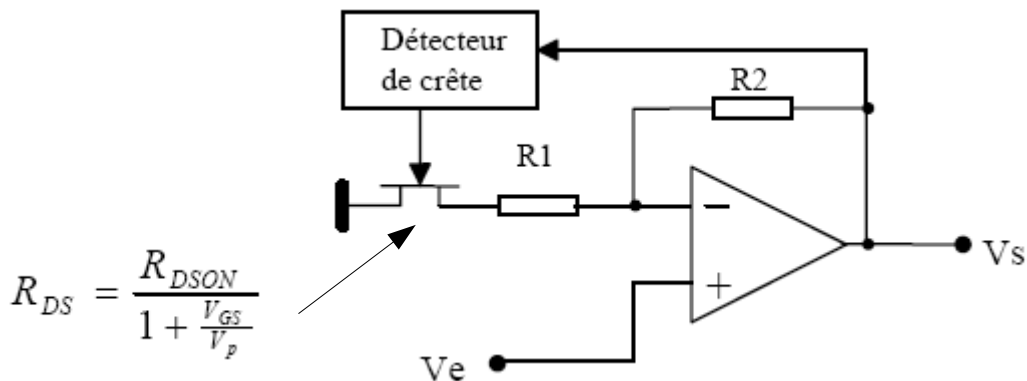


## 2) conditions d'oscillations :

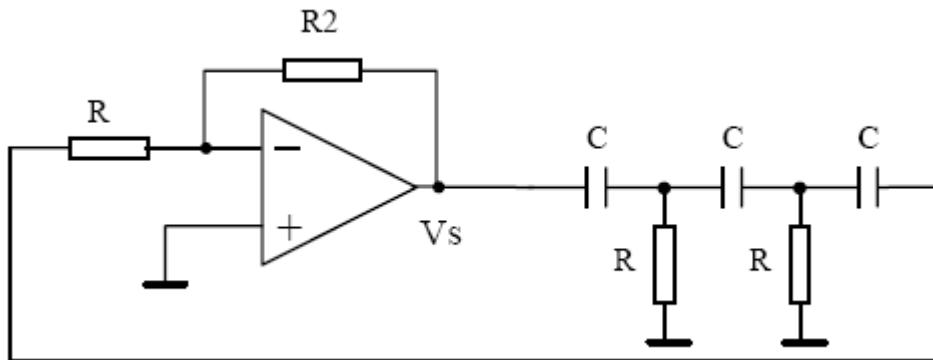
Condition sur la partie réelle :

Condition sur la partie imaginaire :

Stabilisation de l'amplitude des oscillations par CAG pour cet oscillateur :

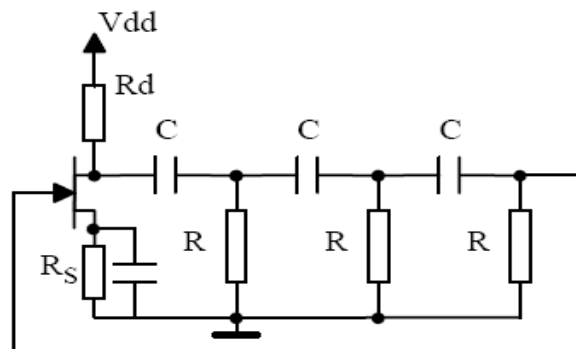


## 3) oscillateur à déphasage :

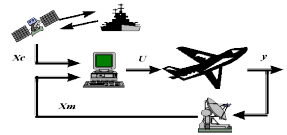


Traité en exo :  $\underline{A} = \frac{-R2}{R}$  et  $\underline{\beta} = \frac{(j.RC.\omega)^3}{1+5.j.RC.\omega+6.(j.RC.\omega)^2+(j.RC.\omega)^3}$

Autre exemple :

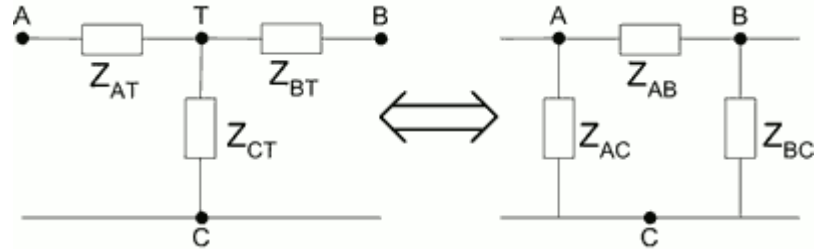
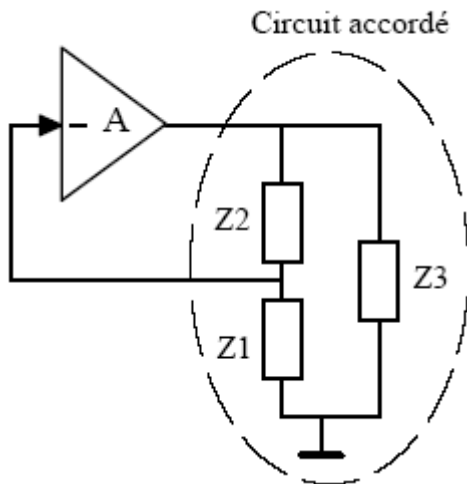


Problème des oscillateurs RC :



**Chapitre 6 c) : oscillateurs à circuit accordé LC.**

**1) forme générale et principe d'un oscillateur LC :**



$$Z_{AT} = \frac{Z_{AB} \cdot Z_{AC}}{Z_{AB} + Z_{BC} + Z_{AC}}$$

Formules de passage d'une cellule en d'un circuit en  $\pi$  à un circuit en T.

On en déduit :

- la transmittance de la boucle de réaction :  $\underline{\beta} = (\underline{U}_r / \underline{U}_s) =$
- l'impédance d'entrée de la boucle de réaction :  $\underline{Z}_e =$
- la transmittance de l'amplificateur :  $A = -A_0 \cdot \frac{\underline{Z}_e}{\underline{Z}_e + R_s} =$

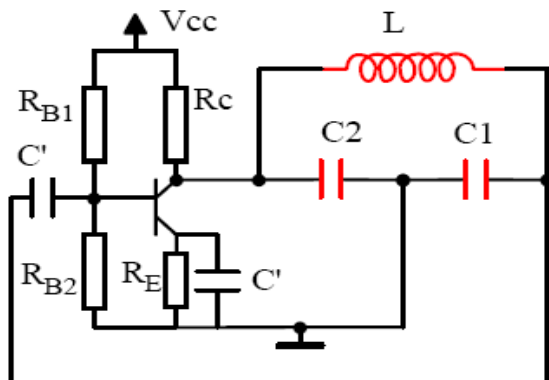
La condition de Barkhausen s'écrit alors :

$$\text{soit : } -A_0 \cdot \underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3 = R_s \cdot (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3) + \underline{Z}_3 \cdot (\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2)$$

Deux types de circuit d'accord sont alors possibles,

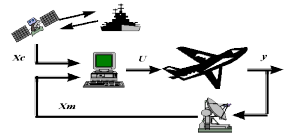
- >  $\underline{Z}_1$  et  $\underline{Z}_2$  sont des capacités et  $\underline{Z}_3$  une inductance, on obtient un oscillateur Colpitts.
- >  $\underline{Z}_1$  et  $\underline{Z}_2$  sont des inductances et  $\underline{Z}_3$  une capacité, on obtient un oscillateur de Hartley.

**2) exemple de l'oscillateur de Colpitts à émetteur commun :**



$$\underline{Z}_1 = (1/j.C2.\omega) \quad \underline{Z}_2 = j.L.\omega \quad \text{et} \quad \underline{Z}_3 = (1/j.C1.\omega)$$

$$A_0 : \text{gain à vide} = \frac{+\beta \cdot R_C}{h_{11}}$$



Condition de Barkhausen : -  $A_0 \cdot \underline{Z1} \cdot \underline{Z3} = R_s \cdot (\underline{Z1} + \underline{Z2} + \underline{Z3}) + \underline{Z3} \cdot (\underline{Z1} + \underline{Z2})$

Ceci nous amène à deux conditions :

→ sur la partie imaginaire :

Condition de fréquence :

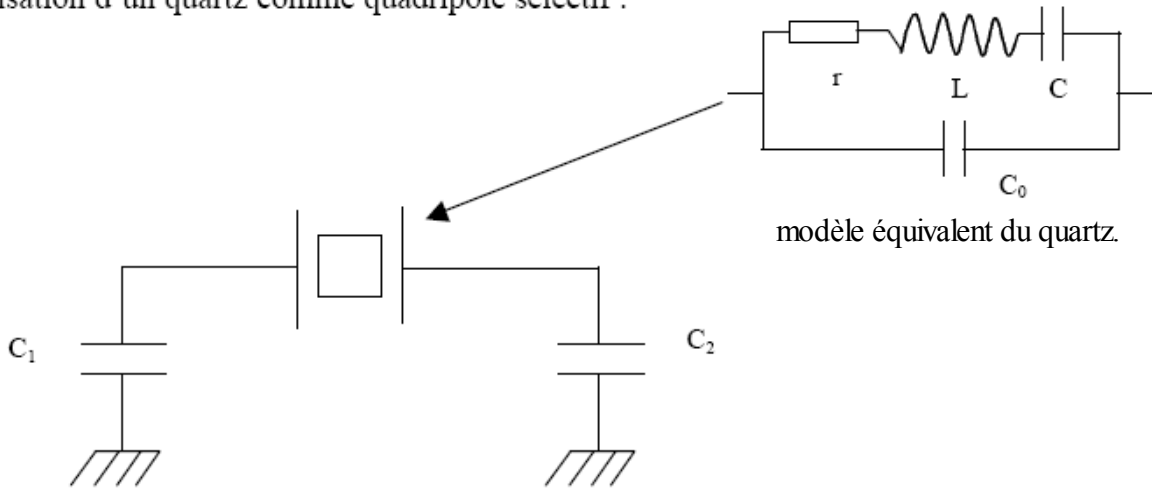
→ sur la partie réelle :

Condition d'amplification :

3) oscillateur à quartz :

La structure est la même que précédemment avec :

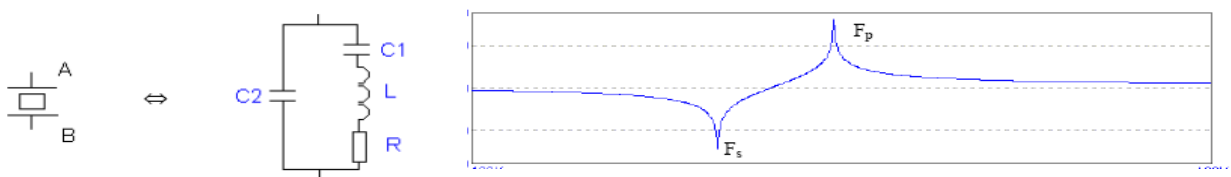
Utilisation d'un quartz comme quadripôle sélectif :

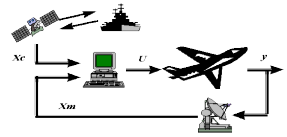


Le quartz présente la particularité d'être piézo-électrique : si on applique une force de compression sur ses faces, on constate l'apparition de charges électriques.

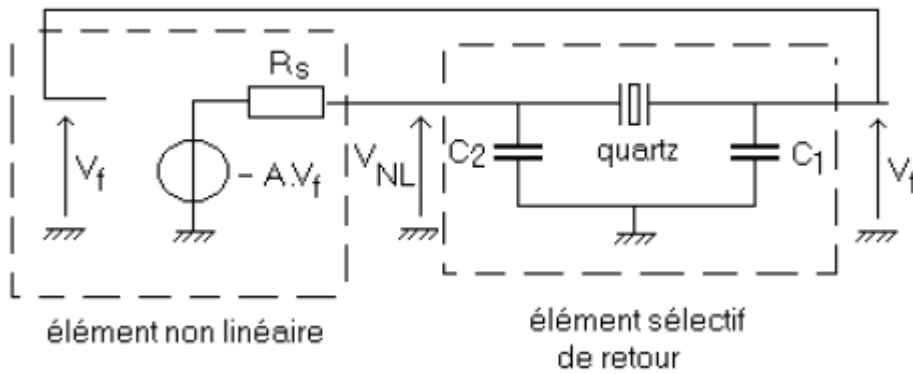
Mais l'effet piézo-électrique ne s'arrête pas là, il est réversible, c'est-à-dire qu'en appliquant une tension électrique sur la lamelle de quartz, on observe une déformation mécanique.

Le quartz a un comportement électrique qui ressemble à celui d'un circuit RLC avec la fréquence propre de résonance qui est liée, entre autres, aux dimensions physiques de la lamelle de quartz. De plus, le facteur de qualité est beaucoup plus grand et les pertes plus petites.



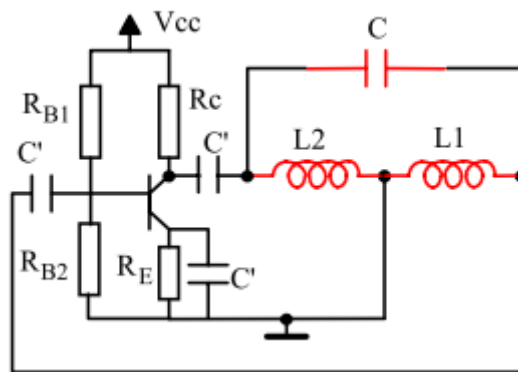


Exemple de montage oscillateur utilisant un quartz (oscillateur de Pierce) :

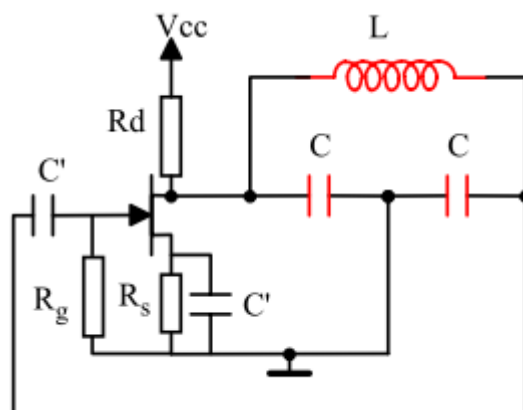


L'étude est la même que dans le paragraphe précédent (voir [complément](#) sur les quartz).

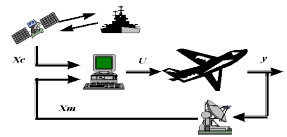
Autres montages : exemples :



oscillateur Hartley émetteur commun.



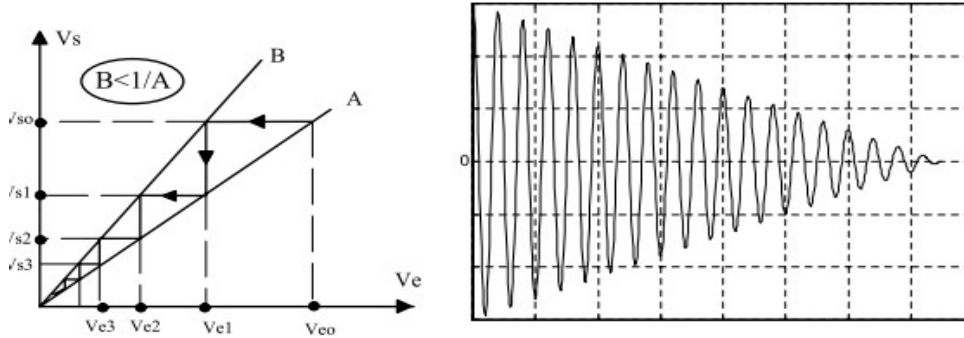
oscillateur Collpits source commune.



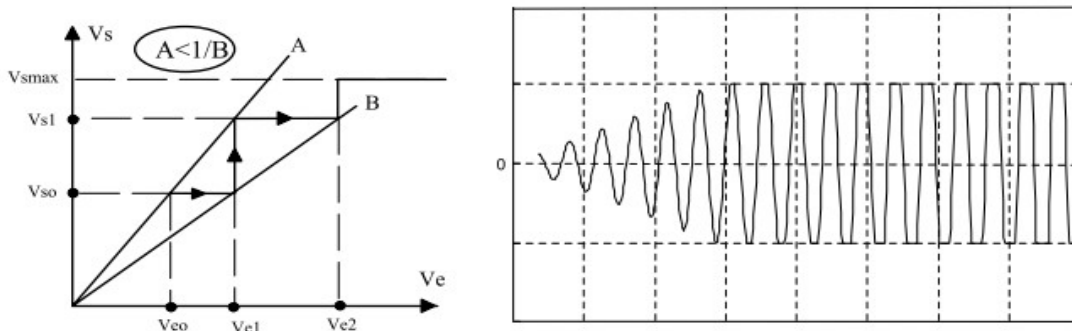
**Chapitre 6 d) : contrôle de l'amplitude des oscillations.**

Dans la pratique, il est difficile de réaliser avec exactitude la relation  $A \cdot B = 1$ . Ceci à cause de la dérive des caractéristiques des composants avec la température et le vieillissement. Même si on arrive à réaliser l'égalité, deux cas peuvent se présenter à cause de la dérive,

- Au bout d'un certain temps, on se retrouve avec  $A \cdot B < 1$  :



- Au bout d'un certain temps, on se retrouve avec  $A \cdot B > 1$  :



On utilise alors un composant non-linéaire, de caractéristique :

Exemple : thermistance, diode ou transistor à effet de champ :

