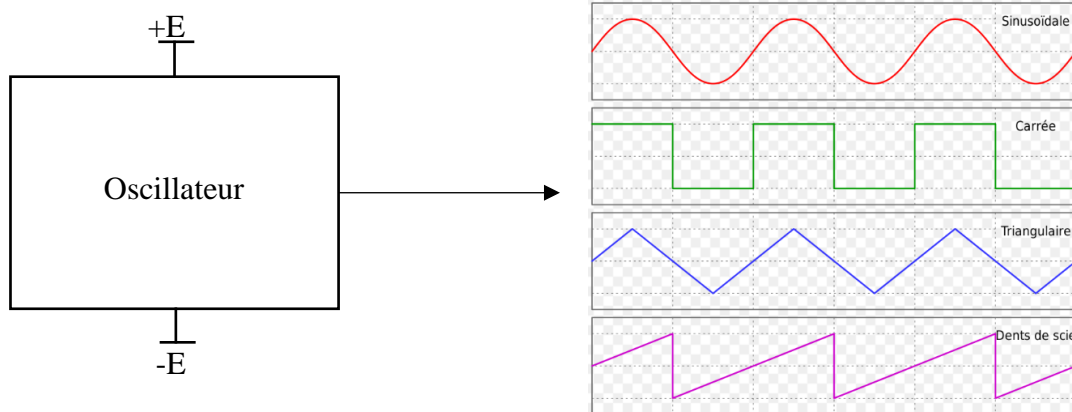


## 2.1. Les oscillateurs RLC, les oscillateurs à quartz et VCO (Voltage Controlled Oscillator)

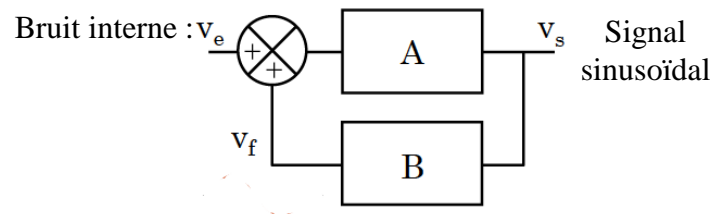
### 2.1.1. Définition :

Un oscillateur électronique est un circuit, alimenté par une simple ou double alimentation, dont la fonction est de produire un signal électrique périodique, de forme sinusoïdale, carrée, en dents de scie, ou quelconque.



### 2.1.2. Principe de l'oscillateur:

Généralement, un oscillateur est constitué d'un amplificateur A qui utilise une boucle de retour B (filtres RC ou RLC) positive.

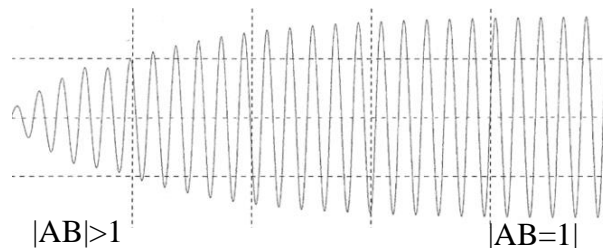


La sortie est donnée par :  $\frac{v_s}{v_e} = \frac{A}{1-AB}$

Conditions d'oscillations de BARKHAUSEN:  $AB=1 \Rightarrow \begin{cases} |AB| = 1 \\ \arg(A) + \arg(B) = 0 \end{cases}$

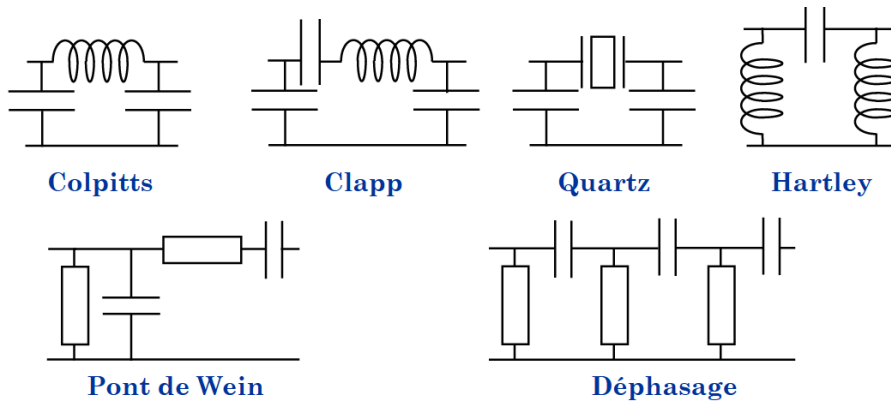
Pratiquement :

- Au démarrage de l'oscillateur on a  $AB > 1$  (oscillations divergentes) pour amplifier le bruit.
- Au régime permanent on a :  $AB = 1$  (oscillations entretenues).

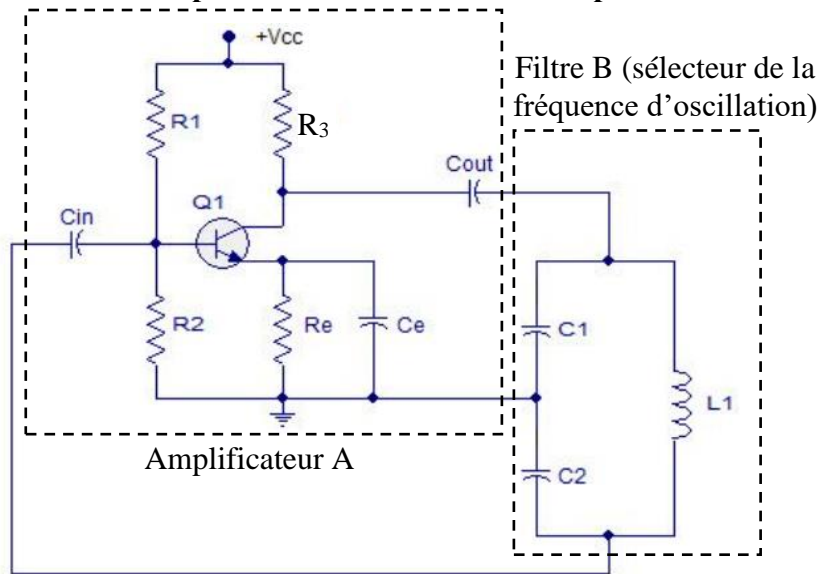


### 2.1.3. Les types d'oscillateur:

Dans un oscillateur, l'amplificateur A peut être réalisé avec un transistor, un amplificateur opérationnel (AOP) ou une porte logique. Le filtre B détermine le nom de l'oscillateur :

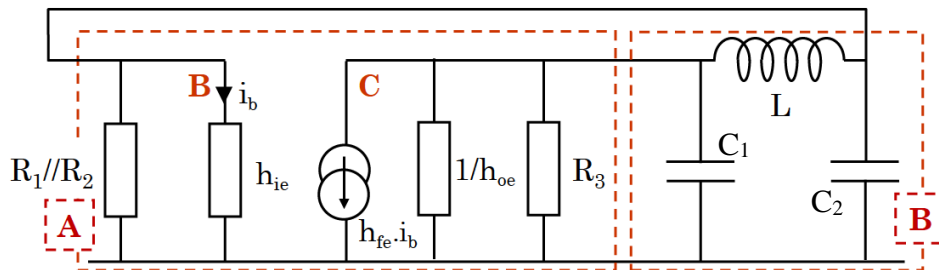


**a- Exemple d'un oscillateur Colpitts à base d'un transistor bipolaire**



Le circuit ci-dessus est analysé de la manière suivante :

- Analyse DC :  
L'amplificateur A est un amplificateur classe A, c'est-à-dire que le point de repos est choisi au milieu de la droite de charge statique.
- Analyse petits signaux :  
Le schéma est remplacé par son schéma équivalent petits signaux :



On peut décrire ce circuit en fonction de  $i_b$  (ou autre grandeur) comme suit :

$Z \times i_b = 0$  où  $Z$  est un nombre complexe.

Pour garantir l'oscillation il faut que :  $i_b \neq 0 \Rightarrow Z = 0 \Rightarrow \begin{cases} Re\{Z\} = 0 \\ Im\{Z\} = 0 \end{cases}$

Après calcul est quelques approximations on obtient :

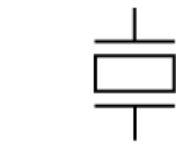
La fréquence d'oscillation :  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ . Avec :  $C_1 = C$  et  $C_2 = nC$ .

La condition d'oscillation :  $R_B > 4 \frac{h_{ie}}{h_{fe}^2}$  (au démarrage d'oscillation).

**b- Exemple d'un oscillateur Pierce à quartz :**

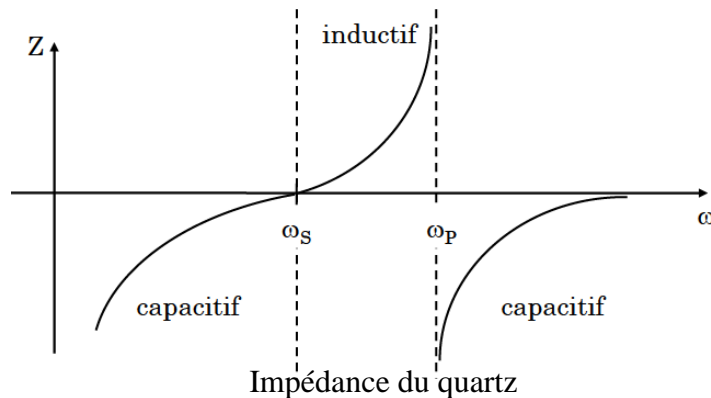
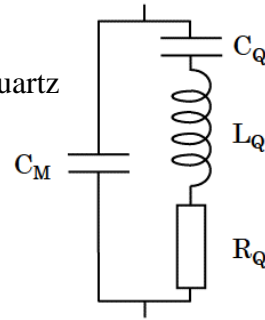
**b-1- Définition du quartz :**

Le quartz est un élément électrique dont le symbole est le schéma équivalent sont donnée ci-dessous.



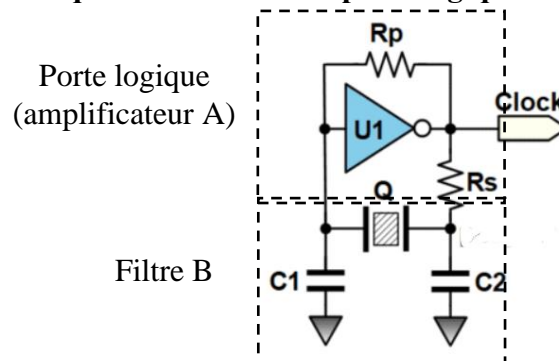
Symbole du quartz

Le schéma électrique du quartz



Les fréquences  $f_s$  et  $f_p$  sont très proches.

**b-2- Oscillateur Pierce à quartz à base d'une porte logique**



La fréquence de l'oscillateur est déterminée par la fréquence du quartz.

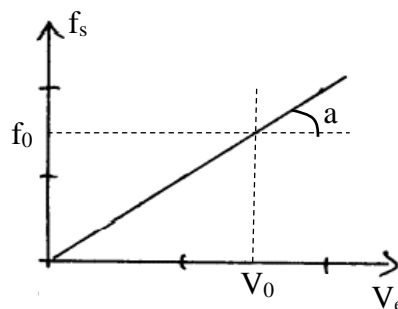
**c- Oscillateur commandé en tension (VCO : Voltage Controlled Oscillator) :**

**c-1- Définition :**

Un VCO est un oscillateur dont la fréquence  $f_s$  est une fonction linéaire de la tension de commande  $V_e$  :

$$f_s = f_0 + a(V_e - V_0)$$

La fréquence  $f_0$  est appelée fréquence du VCO libre.



### c-2- Exemple d'un VCO à Varicap:

- **Varicap:** La diode varicap possède une capacité variable lorsqu'elle est polarisée en inverse.

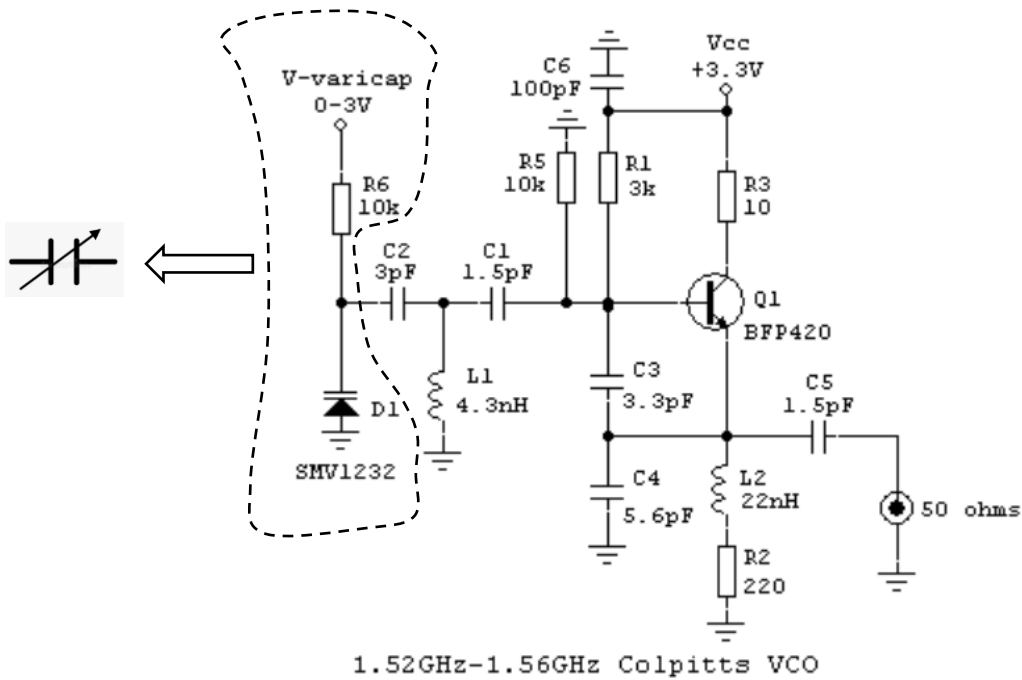


La capacité de déplétion de la diode varie avec la tension utilisée ce que nous permet de l'utiliser comme un condensateur variable commandé en tension. La capacité de déplétion est donnée par la formule :

$$C = \frac{C_0}{\left[1 + \frac{V}{V_0}\right]^n}$$

C0 et V0 sont des constantes.

- **VCO à varicap :**



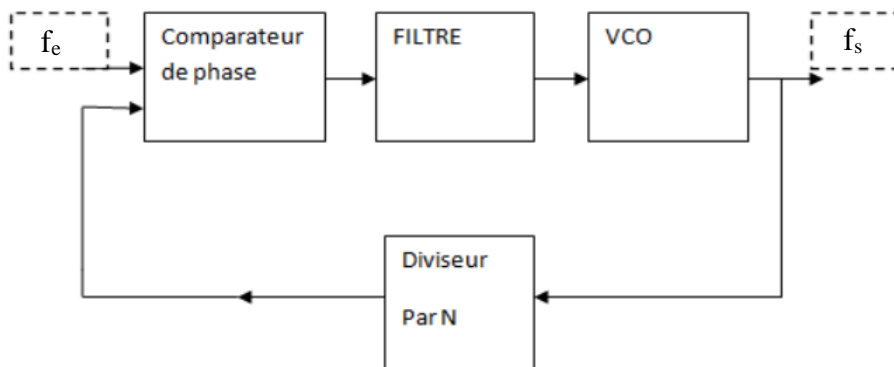
Ref :

[https://www.qsl.net/va3iul/High\\_Frequency\\_VCO\\_Design\\_and\\_Schematics/High\\_Frequency\\_VCO\\_Design\\_and\\_Schematics.htm](https://www.qsl.net/va3iul/High_Frequency_VCO_Design_and_Schematics/High_Frequency_VCO_Design_and_Schematics.htm)

## 2.2. Boucle à verrouillage de phase (PLL : Phase-Locked Loop)

### 2.2.1. Définition :

Une boucle à verrouillage de phase est un système bouclé dans lequel la grandeur asservie est la phase d'un signal alternatif.



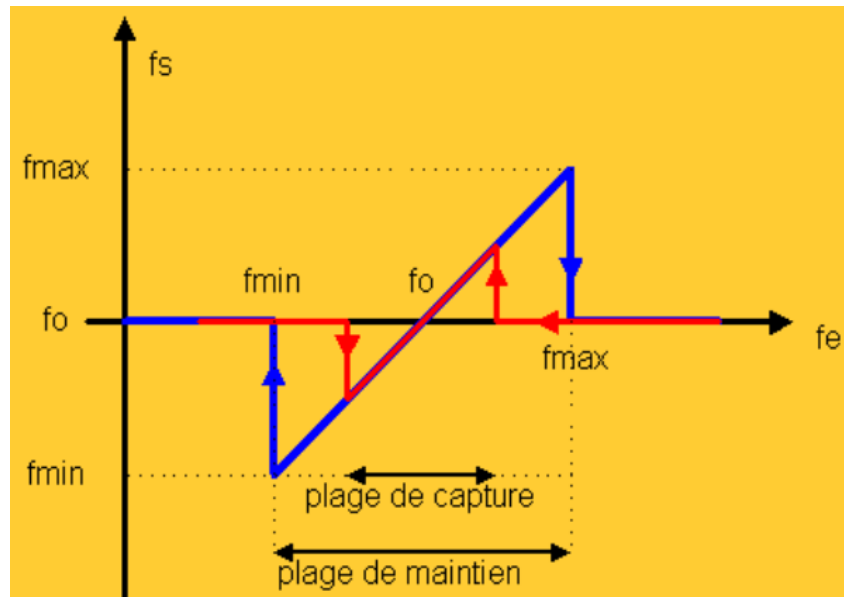
Relation entre fréquence d'entrée et fréquence de sortie :  $f_s = N \times f_e$

Les éléments constitutifs de ce circuit sont :

- un comparateur de phase,
- un filtre passe-bas,
- un oscillateur contrôlé en tension (ou VCO : Voltage Controlled Oscillateur).

La PLL passe d'un état non verrouillé ( $f_s$ =la fréquence libre  $f_0$ ) à un état verrouillé ( $f_s=Nf_e$ ), pour deux fréquences bien particulières (plage de capture).

La PLL passe d'un état verrouillé ( $f_s=Nf_e$ ) à un état non verrouillé ( $f_s=f_0$ ) pour deux fréquences bien particulières (plage de maintien).



### 2.2.2. Applications de la PLL

- Filtre réjecteur de bruit
- Démodulation de fréquence
- Synthétiseur de fréquence