TD Communication Analogique

Dr. Yassamina BOUCHENAK KHELLADI

Université Tlemcen ABOU BEKR BEL KAID

Faculté de Technologie

Département de Télécommunications

Email : yassamina.bouchenakkhelladi@univtlemcen.dz

1.0

février 2024

Table des matières

I Objectifs Partie1

A l'issu de ce travail vous serez capable de :

1. Définir un oscillateur.
2. Différencier entre un oscillateur sinusoïdal et un oscillateur à relaxation.
3. Comprendre le principe de fonctionnement d'un oscillateur à réaction.
4. Appliquer les notions acquis pour résoudre les exercices proposer.

II Les Oscillateurs Sinusoïdaux

Dans quelques applications électroniques*, un élément instable qui permet de produire un signal périodique à des fréquences bien précises est très utile, cet élément s'appelle oscillateur.

Un oscillateur est un ensemble de dispositifs électronique qui permet d'avoir un signal alternatif à partir de la tension continue des sources qui a pour rôle la polarisation de ces composants actifs.

Dans le système électronique, l'oscillateur est une source de référence de tension, de temps ou de fréquence.

Ainsi sont utilisées : l'horloge d'un ordinateur, la base de temps d'un oscilloscope...etc. Selon le type des signaux fournis, les oscillateurs se divisent

en deux catégories :

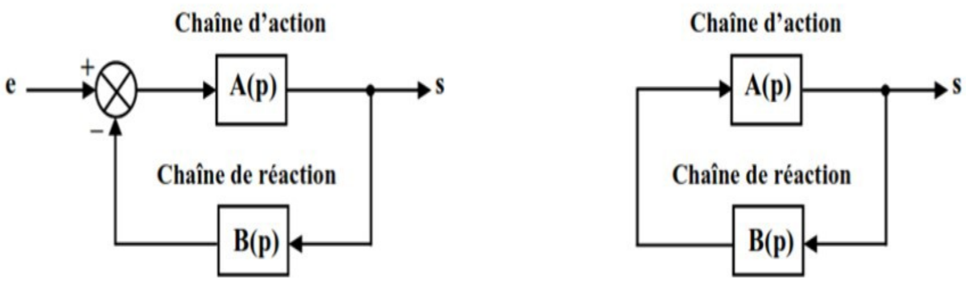
- Les oscillateurs sinusoïdaux (ou harmoniques) qui produisent un signal quasi-sinusoïdal.
- Les oscillateurs à relaxation qui donnent un signal non sinusoïdal (créneaux, dents de scie...etc).

1. Oscillateurs à réactions

Principe

En considère un oscillateur comme un système bouclé (boucle fermée) composé de :

- Une chaîne directe (d'action) qui a la fonction de transfert A(p).
- Une chaîne de retour (de réaction) de transmittance B(p).
- Un comparateur qui a pour but de calculer la différence entre le signal d'entré et la partie du signal de sortie réinjectée à l'entrée.



Système bouclé

La fonction de transfert s'écrit :

$$T(p)=\frac{S(P)}{E(p)}=\frac{A(p)}{1+A(p)B(p)}\Rightarrow A(p)E(p)=S(p)[1+A(p)B(p)]$$

Lorsque le signal d'entrée e(t) est nul, on peut écrire que : [1+A(p)B(p)] S(p)= 0

Et pour avoir S(p)≠ 0 il faut et il suffit que : [1+A(p)B(p)]= 0 => (A(p)B(p))=-1

D'où le critère de BARKHAUSEN ou condition d'auto-oscillation.

$$A(j\omega)B(j\omega)=-1\Rightarrow\Re[A(j\omega)B(j\omega)]=-1\Leftrightarrow\|A(j\omega)B(j\omega)\|=1$$

$$\Rightarrow\Im[A(j\omega)B(j\omega)]=0\Leftrightarrow Arg[A(j\omega)B(j\omega)]=\pi+2K\pi$$

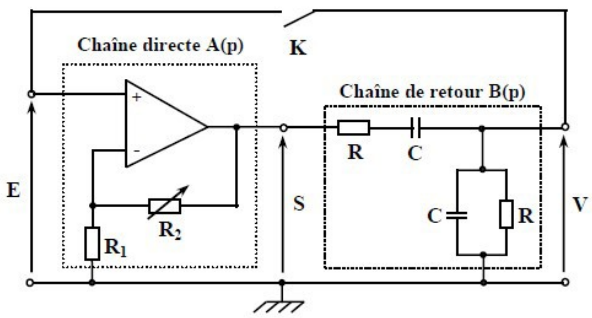
✎ *Remarque*

- L'amplitude des oscillateurs et limitée par la saturation des composants*.
- Dans la pratique la condition d'oscillation est obtenue pour A(jω) B(jω) légèrement supérieur à 1.

2. SERIE TD N01

Exercice 1 :

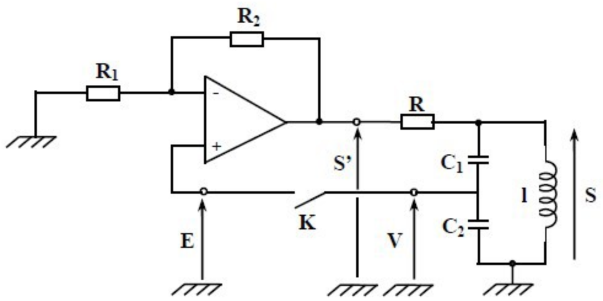
Soit le montage de la figure suivante :



1. Quel est le type de cet oscillateur ?
2. Calculer le gain de la chaine directe et de la chaine de retour.
3. Donner la condition d'oscillation pour que l'oscillateur fonctionne correctement.

Exercice 2 :

Soit l'oscillateur Clopitts suivant :



1. Déterminer la chaine directe et la chaine de retour.
2. Calculer le gain de la chaine directe et de la chaine de retour.
3. Donner la condition d'oscillation pour que l'oscillateur fonctionne correctement.

3. SOULUTION SERIE TD N01

Solution exercice 1:

1. Cet oscillateur est un oscillateur à pont de Wien
2. Chaine direct A(p)

$$A(p)=\frac{S(p)}{E(p)}$$

On considère que l'amplificateur est idéal, R1 et R2 se trouve en série donc on applique le diviseur de tension

$$V^- = \frac{R_1}{R_1+R_2}S \qquad on\ a\ V^- = V^+ et\ V^+ = E$$

$$Donc\ V^- = E \ \Rightarrow\ E = \frac{R_1}{R_1+R_2}S \Rightarrow$$

$$A(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\boxed{A(p) = 1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

Chaine de retour B(P)

$$B(p)=\frac{V(p)}{S(p)}$$

Diviseur de tension

$$V = \frac{Z_p}{Z_p + Z_s} S$$

$$\frac{V}{S} = \frac{Z_p}{Z_p + Z_s}$$

$$Z_p(R /\!/ C) = \frac{\frac{R}{jc\omega}}{R + \frac{1}{jc\omega}} \; avec\; p = j\omega$$

$$Z_p = \frac{R}{Rjc\omega + 1} = \frac{R}{Rcp + 1}$$

$$Z_s(R + C) = R + \frac{1}{jc\omega} = \frac{1 + Rcp}{cp}$$

$$\boxed{B(p) = \frac{Rcp}{1 + 3Rcp + (Rcp)^2}}$$

Condition d'oscillation (condition de Barkhausen) pour cela on ferme l'interrupteur K => V=E

$A(p)\, B(p) = V(p) = 1$

$$\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{Rcp}{1 + 3Rcp + (Rcp)^2} = 1$$

$$\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = \frac{1}{Rcp} + 3 + Rcp$$

Par identification la partie réel =3

$$1 + \frac{R_2}{R_1} = 3 \Rightarrow R_2 = 2\,R_1 \; en\; pratique\; R_2 \geq 2\,R_1$$

$$La\; partie\; imaginaire = 0 \Rightarrow \frac{1}{Rcp} + Rcp = 0$$

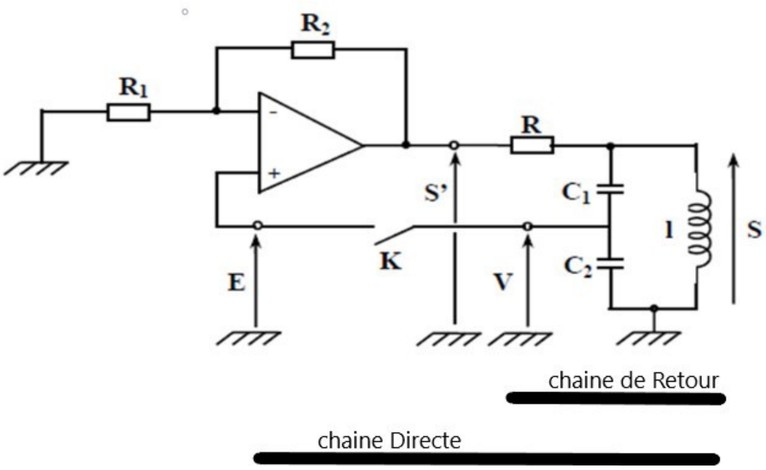
$$Avec\; p = j\omega\; et\; \frac{1}{j} = \text{-}j\; donc\; \text{-}\frac{j}{Rc\omega} + jRc\omega = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{Rc}$$

Donc la condition sur la fréquence :

$$f = \frac{1}{2\pi R c}$$

Solution exercice 2:

1. La chaine directe et la chaine de retour :



2. Le gain de la chaine directe et de la chaine de retour.

Le gain de la chaine directe :

$$A(p) = \frac{S}{E} = \left(\frac{S}{S'}\right)\left(\frac{S'}{E}\right)$$

$\frac{S'}{E}$ *(il suffit d'utiliser millman)*

$$V^- = \frac{\frac{0}{R_1} + \frac{S'}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = V^+ = E$$

(Par ce qu'on a une contre réaction négative ε =0)

$$\frac{\frac{S'}{R_2}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}} = E \Rightarrow \frac{S'}{E} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$\frac{S}{S'}$ *(Diviseur de tension)*

$$S = \frac{Z}{Z+R}S'$$

$$Z(L \mathbin{/\!/} Z_{ce}) = \frac{L_p \frac{1}{C_e p}}{L_p + \frac{1}{C_e p}} = \frac{Lp}{1 + LC_e p^2}$$

$$Avec\ C_e = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}\ association\ de\ 2\ condensateur\ en\ série$$

$$A(p) = \frac{S}{E} = \left(\frac{S'}{E}\right)\left(\frac{S}{S'}\right) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\left(\frac{Z}{Z+R}\right) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\frac{\frac{Lp}{1+LC_e p^2}}{\frac{Lp}{1+LC_e p^2} + R}$$

$$\boxed{A(p) = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)\frac{1}{1 + R(C_e p + \frac{1}{Lp})}}$$

Le gain de la chaine de retour :

La chaine de retour c'est lorsqu'on injecte une partie de la sortie à l'entrée

$$B(p) = \frac{V(p)}{S(p)}$$

Le potentiel V c'est entre la capacité C2

Le potentiel S c'est à la sortie

K interrupteur ouvert donc le même courant qui passe par C1 et C2 donc on a ces deux capacité en série =>

on peut utiliser le diviseur de tension

$$V = \frac{Z_{C_2}}{Z_{C_2} + Z_{C_1}}S \Rightarrow \frac{V}{S} = \frac{\frac{1}{C_2 p}}{\frac{1}{C_2 p} + \frac{1}{C_1 p}} = \frac{C_1 p}{C_1 p + C_2 p}$$

On a déja établit que :

$$C_e = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

donc il suffit de multiplié par C2 pour trouver Ce

$$\frac{V}{S}=\frac{C_e}{C_2}$$

Donc $\boxed{B(p)=\frac{C_e}{C_2}}$

Condition d'auto-oscillation : C'est lorsqu'on ferme l'interrupteur K => V(p) = E(p) => A(p) . B(p)= 1

V(p) = E(p)=> A(p) . B(p)= 1

$$\frac{C_e}{C_2}\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{1}{1+R(C_e+\frac{1}{Lp})}=1$$

Donc maintenant comme pour tout oscillateur on doit séparer la partie réelle de la partie imaginaire

$$\begin{aligned}\frac{C_e}{C_2}\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)&=1+R\left(C_ep+\frac{1}{Lp}\right)\\&=1+RC_ej\omega+\frac{R}{Lj\omega}\\&=1+jR(C_e\omega-\frac{1}{L\omega})\end{aligned}$$

$$\frac{C_e}{C_2}\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)=1\ \Rightarrow\ \frac{R_2}{R_1}=\frac{C_2}{C_1}\ En\,pratique\ \frac{R_2}{R_1}\geq\frac{C_2}{C_1}$$

$$C_e\,\omega-\frac{1}{L\omega}=0\ \Rightarrow\ \omega=\frac{1}{\sqrt{LC_e}}\ donc\ f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC_e}}$$

Voici ces deux vidéos qui expliquent le fonctionnement des oscillateurs :

Cf. "Les Oscillateurs Part 1"

Cf. "Les oscillateur part 2"

4. Exercice : 1

[solution n°1 p.12]

Un oscillateur est un ensemble de dispositifs électronique qui permet d'avoir un signal alternatif à partir de la tension continue des sources :

- ○ Vrai
- ○ Faux

5. Exercice : 2

[solution n°2 p.12]

Dans le système électronique, l'oscillateur est une source de référence de :

- ☐ Tension
- ☐ Courant
- ☐ Temps
- ☐ Fréquences

6. Exercice : 3

[solution n°3 p.12]

Un oscillateur à relaxation, il donne :

- ○ Un signal quasi-sinusoïdal
- ○ Un signal non sinusoïdal

Solutions des exercices

> **Solution** n°1

Exercice p. 11

Un oscillateur est un ensemble de dispositifs électronique qui permet d'avoir un signal alternatif à partir de la tension continue des sources :

- (x) Vrai
- ( ) Faux

> **Solution** n°2

Exercice p. 11

Dans le système électronique, l'oscillateur est une source de référence de :

- [x] Tension
- [ ] Courant
- [x] Temps
- [x] Fréquences

> **Solution** n°3

Exercice p. 11

Un oscillateur à relaxation, il donne :

- ( ) Un signal quasi-sinusoïdal
- (x) Un signal non sinusoïdal

Références

COMMUNICATION ANALOGIQUE
POLYCOPIÉ DE COURS
L3 TÉLÉCOMMUNICATIONS
2020/2021
COURS DE :
Mr. BETTAHAR
3 UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY MOHAMED BOUDIAF - ORAN

Webographie

https://www.technologuepro.com/cours-electronique-analogique-2/chapitre-3-les-oscillateurs-sinusoidaux.pdf