

# LP 21 - RÉTROACTION ET OSCILLATIONS.

ALBERT Romain

*On n'est jamais si bien asservi que par soi-même.*  
GILBERT CESBRON

## Niveau : L2

## Commentaires du jury

**2011, 2012 :** Le jury n'attend pas une présentation abstraite et très générale de la notion de système bouclé. Il estime indispensable de s'appuyer sur au moins un exemple concret et détaillé avec soin.

**2010, 2009 :** L'étude est clarifiée si elle s'appuie dès le départ sur un exemple concret. Les notions de système linéaire et de fonction de transfert doivent être précisément définies.

**2007 :** [...] Le lien entre les réponses temporelle et fréquentielle est un aspect important.

## Bibliographie

- ♣ *Électronique, PSI. Les Nouveaux précis Bréal., P.* → Essentiel sur la partie oscillateur, utilisé également pour les temps de réponse.
- ♣ *Electronique., Duffait* → Utilisation pour l'asservissement de position.
- ♣ *Automatique - Systèmes linéaires, non linéaires, temps continu, temps discret, représentation d'état : Cours et exercices corrigés., Y. Granjon* → Toute la théorie sur les systèmes bouclés et l'asservissement.

## Prérequis

[label=>]Électrocinétique, Transformée de Laplace et de Fourier, Diagramme de Bode et de Nyquist.

## Expériences

[label=♣]Amplificateur non inverseur, Asservissement de position, Oscillateur à pont de Wien.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Utilisation de la rétroaction</b>	<b>2</b>
1.1	L'amplificateur non inverseur . . . . .	2
1.2	Asservissement en position . . . . .	3
1.3	Performance des asservissements . . . . .	5
1.4	Critère de stabilité . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Système instable : apparition d'oscillations</b>	<b>6</b>
2.1	Oscillation à pont de Wien . . . . .	6
2.2	Critère de Barkhausen . . . . .	7

## Introduction

La rétroaction est au cœur de notre quotidien. Lorsque nous souhaitons nous emparer d'un objet, nous observons notre geste et le modifions en fonction de ces observations. Nous avons donc un système agissant, notre système moteur, et un système de rétroaction, notre système visuel. De manière similaire, lorsque nous souhaitons rouler à vitesse constante nous faisons spontanément un système asservi grâce à la rétroaction. Notre système moteur par l'intermédiaire de notre pied puis de la pédale d'accélérateur et du système moteur du véhicule va lui imposer une vitesse, nous avons la chaîne de transmission directe. À l'aide d'un capteur de vitesse, de l'affichage sur le tableau de bord et de notre système visuel, nous sommes alors capable de modifier, de rétroagir sur notre pied pour ajuster notre vitesse à celle voulue. Cette chaîne de retour nous permet donc d'asservir la vitesse de notre véhicule à l'aide de cette chaîne de retour, de rétroaction.

Nous nous concentrerons dans un premier temps sur la formalisation et les performances attendues de l'asservissement de systèmes physiques dans le cadre d'une rétroaction. Ensuite nous verrons comment cette rétroaction peut être la source d'oscillation dans le cadre de systèmes instables.

## 1 Utilisation de la rétroaction

### 1.1 L'amplificateur non inverseur

➤ Précis d'électronique et Duffait

Lorsque nous avons abordé l'électronique et les amplificateurs opérationnels, nous avons admis qu'il fallait une contre réaction sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur pour qu'il soit dans un régime linéaire. Par ailleurs nous avons admis un certain nombre de résultats sans pour autant les justifier.

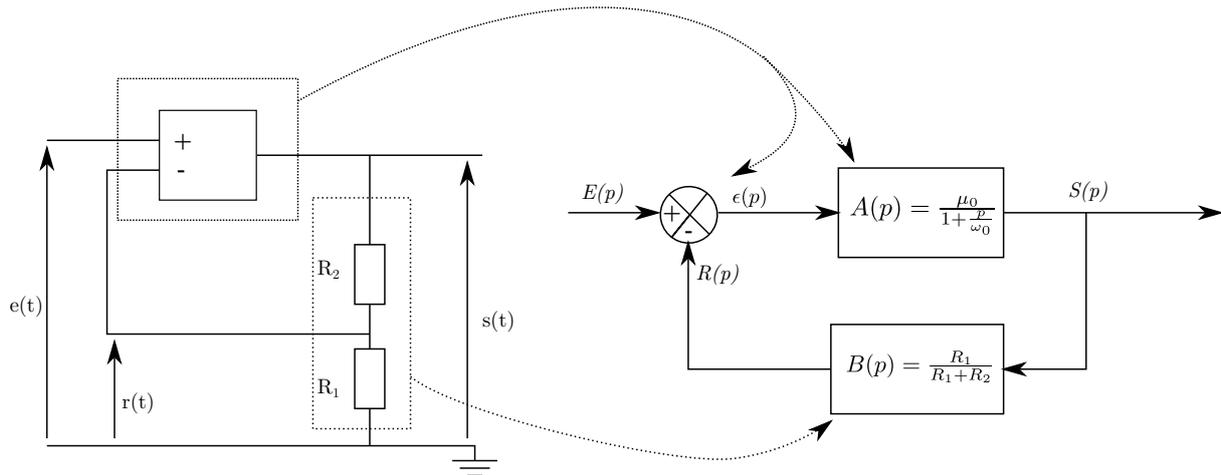


FIGURE 1 – Schéma électrique d'un amplificateur non inverseur à amplificateur opérationnel. La modélisation en schéma bloc est mise en regard sur la gauche.

Le schéma d'un amplificateur non inverseur est rappelé à la figure 1 ; le gain de ce type d'amplificateur est  $G = 1 + R_2/R_1$  dans le régime linéaire de l'amplificateur opérationnel. Pour l'étudier plus en avant, nous allons le décomposer en plusieurs parties au sein d'un schéma bloc. L'amplificateur opérationnel est en fait un amplificateur différentiel de fort gain à basse fréquence, le caractère différentiel se traduit par le comparateur tandis que le gain est ici représenté par la fonction de transfert  $A(p)$  : typiquement  $\mu_0 \sim 10^5$  et  $\omega_{AO} \sim 100$ . La dernière partie est le pont diviseur de tension, représenté par la fonction de transfert  $B(p)$ . C'est cette partie qui vient faire une rétroaction sur le comparateur qui va modifier radicalement le comportement de l'ensemble.

Dans le cadre des systèmes bouclés, il y a généralement deux fonctions de transferts de définies. La fonction de transfert en boucle ouverte est définie par :

$$H_{BO}(p) = \frac{R(p)}{\epsilon(p)} = A(p)B(p) \quad (1)$$

C'est la fonction de transfert que l'on aurait si on supprimait le comparateur et que l'on s'intéressait au bout de la boucle. L'autre fonction de transfert est la fonction de transfert en boucle fermée, c'est la fonction de transfert en présence de la rétroaction que l'on a calculé jusqu'à maintenant :

$$H(p) = \frac{S(p)}{E(p)} \quad (2)$$

Ces deux fonctions de transfert sont reliées simplement :

$$S(p) = A(p)\epsilon(p) \quad R(p) = B(p)S(p) \quad \epsilon(p) = E(p) - R(p) \quad (3)$$

soit :

$$S(p) = A(p)[E(p) - B(p)S(p)] \quad (4)$$

D'où la fonction de transfert en boucle fermée :

$$H(p) = \frac{A(p)}{1 + A(p)B(p)} = \frac{A(p)}{1 + H_{BO}(p)} \quad (5)$$

Dans le cadre de l'amplificateur non inverseur, on obtient après une légère réécriture :

$$H(p) = \frac{H_0}{1 + \frac{p}{\omega_0}} \quad \text{avec} \quad H_0 = \frac{\mu_0}{1 + \frac{\mu_0 R_1}{R_1 + R_2}} \quad \text{et} \quad \omega_0 = \omega_{AO} \left( 1 + \frac{\mu_0 R_1}{R_1 + R_2} \right) \quad (6)$$

ou dans l'espace de Fourier :

$$H(j\omega) = \frac{H_0}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} \quad (7)$$

De là on peut tirer plusieurs caractéristiques de la rétroaction : si  $\mu_0 \gg 1 + \frac{R_2}{R_1}$ ,  $H_0$  se simplifie et devient :

$$H_0 = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (8)$$

c'est-à-dire que pour  $\omega \ll \omega_0$ , la fonction de transfert ne dépend plus des caractéristiques de l'amplificateur opérationnel mais uniquement de la boucle de rétroaction. Ceci est extrêmement important dans la mesure où on s'affranchit des variations possibles de ces caractéristiques. Ce résultat est plus général, c'est-à-dire que si l'on se place dans un cas où  $A(p)B(p) \gg 1$ , la fonction de transfert en boucle fermée va être très simplifiée et devenir :

$$H(p) = \frac{1}{B(p)} \quad (9)$$

Une autre caractéristique, mais uniquement des systèmes du premier ordre, est la constance du produit gain bande, qui peut également être montré expérimentalement :

$$H_0\omega_0 = \frac{\mu_0}{1 + \frac{\mu_0 R_1}{R_1 + R_2}} \omega_{AO} \left( 1 + \frac{\mu_0 R_1}{R_1 + R_2} \right) = \mu_0 \omega_{AO} \quad (10)$$

Typiquement ce produit gain-bande passante va valoir de l'ordre de 10 MHz pour un AO tel que le TL81. Cette caractéristique nous limite dans les possibilités d'amplification : si on veut un gain fort, la bande passante sera forcément limitée.

### Produit-gain bande passante constante

On trace le diagramme de bode d'un amplificateur non inverseur pour différents gains. On observe que les différentes courbes de gain vont se rejoindre pour les fréquences au-delà des fréquences de coupure liées à la compensation des amplificateurs opérationnels.

Les amplificateurs non inverseurs sont des systèmes du premier ordre. La plupart des systèmes sont plus complexes, et nous allons maintenant aborder un système du second ordre qui va nous permettre de discuter d'autres phénomènes.

## 1.2 Asservissement en position

➤ Duffait

L'asservissement en position d'un moteur à courant continu va nous permettre d'aborder la formalisation de systèmes plus complexes, et qui possèdent donc une physique plus riche.

Le schéma de l'asservissement est présenté à la figure 2. Ce schéma est ensuite présent sous forme de schéma bloc, et nous allons décrire chacun de ces blocs pour comprendre comment la traduction a été faite. Le premier bloc contenant uniquement un facteur de conversion  $k$  n'est pas présent sur le schéma électrique : en effet, pour simplifier la mise en évidence des différents phénomènes, nous utilisons un GBF pour générer directement la consigne  $v_e(t)$ .

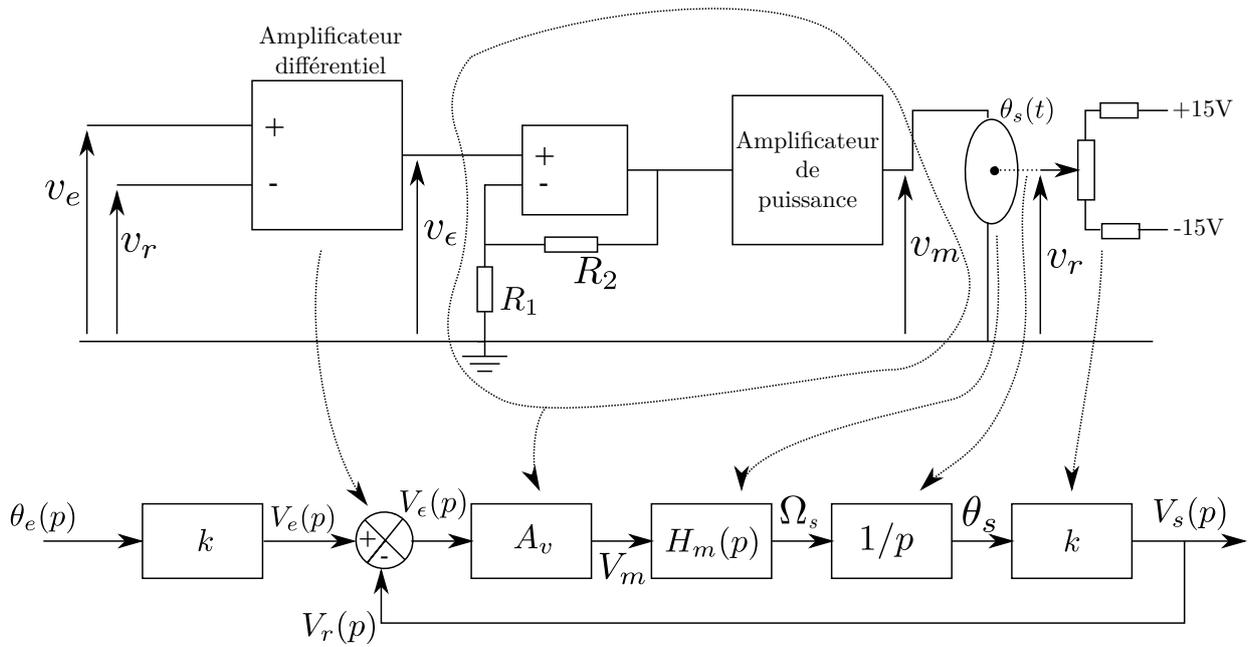


FIGURE 2 – Schéma de l’asservissement en position d’un moteur à courant continu, les parties sont transcrites dans un schéma bloc. La fonction de transfert  $H_m(p)$  est décrite dans l’équation 11.

Ensuite, l’amplificateur différentiel qui possède un gain fixe se traduit dans le comparateur. Il rentrera en compte également dans le bloc  $A_v$  qui va être un gain (variable grâce à l’amplificateur opérationnel) prenant en compte l’AO et l’amplificateur de puissance. Il est à noter que l’amplificateur de puissance est essentiel dans ce cas, dans la mesure où le moteur peut absorber 4 A, ce qu’un AO ne peut fournir. Ensuite il y a le moteur à courant continu ; c’est un système qui peut être décrit en première approximation comme étant du premier ordre. Sa fonction de transfert est :

$$H_m(p) = \frac{\Omega_s}{V_m} = \frac{A_m}{1 + \frac{p}{\omega_m}} \tag{11}$$

où  $\omega_m$  et  $A_m$  sont des paramètres qui dépendent des caractéristiques mécanique et électrique du moteur. Puis, il y a un bloc  $1/p$  : celui-ci est dû au fait que le moteur impose une vitesse de rotation à l’axe et non un angle. Dans la mesure où la vitesse de rotation est directement la dérivée de l’angle de l’axe, la transformée de Laplace fait apparaître ce terme  $1/p$ . Le dernier bloc est un bloc de conversion qui traduit la conversion de la position angulaire en une tension à l’aide d’un potentiomètre. Notons bien que cette mise en schéma bloc n’est possible que parce qu’il n’y a pas de problème d’adaptation d’impédance entre leurs différentes parties.

**Asservissement en position d’un moteur**

On commence par modifier le montage en réutilisant l’amplificateur non inverseur de la partie précédente. D’un point de vue expérimental, il vaut mieux utiliser les amplificateurs différentiels spécialisés plutôt que d’en faire un avec un AO. Par ailleurs, il vaut mieux utiliser l’amplificateur de puissance qui dispose d’un courant de sortie de 4A, les autres ayant tendance à être en saturation très rapidement. Il faut d’ailleurs être capable de se détacher du montage du Duffait dans cette partie, car il utilise deux AO en amplificateur inverseur alors qu’ici les amplificateurs sont non inverseurs.

On commence par montrer l’asservissement en lui-même. Ensuite, on va utiliser le montage dans la suite pour illustrer l’impact des différents paramètres sur le système.

Maintenant que nous avons décrit le système et mis en évidence son fonctionnement expérimental, il reste à finir la mise en équation. Ainsi la fonction de transfert en boucle ouverte est :

$$H_{BO}(p) = \frac{V_r}{V_e} = kA_v H_m(p) \frac{1}{p} = \frac{kA_v A_m}{p \left(1 + \frac{p}{\omega_m}\right)} = \frac{B_m}{p \left(1 + \frac{p}{\omega_m}\right)} \tag{12}$$

Si on reprend les notations de la partie précédente :  $H_{BO}(p) = A(p)$  et  $B(p) = 1$  d’où :

$$H(p) = \frac{V_s}{V_e} = \frac{H_{BO}(p)}{1 + H_{BO}(p)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{H_{BO}(p)}} \tag{13}$$

c'est-à-dire :

$$H(p) = \frac{B_m}{p \left(1 + \frac{p}{\omega_m}\right) + B_m} = \frac{B_m \omega_m}{B_m \omega_m + p \omega_m + p^2} = \frac{\omega_0^2}{\omega_0^2 + 2m\omega_0 p + p^2} \quad (14)$$

où on a  $\omega_0 = \sqrt{B_m \omega_m} \sim \sqrt{Av}$  qui est la pulsation propre du système et  $m = \frac{\omega_m}{2\omega_0} \sim \frac{1}{\sqrt{Av}}$  qui est le coefficient réduit d'amortissement.

En faisant varier le gain dans la boucle, on observe bien les changements du coefficient d'amortissement. Le temps d'amortissement augmente lorsque le gain augmente. On peut également observer le changement de pulsation du régime pseudo-périodique, mais l'interprétation est plus compliquée.

↓ *Si on peut observer l'impact du gain dans la boucle directe, nous n'avons pas encore discuter des critères selon lesquels nous allons juger la performance de cet asservissement.*

### 1.3 Performance des asservissements

↗ Automatique de Ganjon

Pour juger de la performance d'un asservissement, nous utilisons généralement plusieurs critères :

- Le critère qui nous vient généralement est un critère de précision. En effet, si l'on utilise une rétroaction, c'est souvent pour l'améliorer. On peut l'aborder d'un point de vue expérimental : si l'on tente de modifier l'angle de l'axe du moteur, il nous oppose une certaine résistance. Si on augmente le gain de la boucle, on observe que la résistance qui nous est opposée augmente également. En pratique, on est ici en train de tester l'erreur statique, c'est-à-dire que l'on impose une perturbation constante à un système ayant une consigne constante, et on peut montrer mathématiquement que l'erreur est d'autant plus faible que le gain est fort comme nous l'avons intuité expérimentalement. Il est à remarquer que le critère de précision statique n'est pas le seul pertinent, mais le seul raisonnablement évocable dans le temps limité de cette leçon.
- Un autre critère très important est le temps de réponse du système asservi. Le critère généralement utilisé est le temps de réponse à 5%. C'est le temps qu'il faut au système pour être confiné entre 0.95 et 1.05 de la valeur de consigne. Ce temps de réponse à 5% dépend de l'amortissement dans la fonction de transfert en boucle fermée comme on peut le voir à la figure 3. Les différents paliers correspondant au régime pseudo-périodique, où le cas optimal est obtenu dans le cas où la première oscillation frôle la limite. Notons que pour  $m > 1$ , il n'y a plus d'oscillations et que le temps de réponse est bien supérieur à l'optimum. En pratique on ne cherchera pas forcément à optimiser le temps de réponse du système, parfois le dépassement n'est pas admissible, par exemple dans le cadre d'usinage.
- Par ailleurs, le temps de montée est parfois plus important. Il est généralement défini comme étant le temps qu'il faut au système pour passer de 0.1 à 0.9 de la valeur de consigne. Lorsque la valeur de consigne va être amenée à changer, ce temps de montée est parfois plus pertinent que le temps de réponse à 5%.

↓ *Ces différents critères permettent de caractériser les performances d'un asservissement, et on peut déjà voir que la précision statique nécessite un gain élevé, alors que le temps de réponse à 5% nécessite qu'il soit limité à une valeur optimale. Par ailleurs, si on augmente le gain, on constate que le nombre d'oscillations augmente, et il reste un critère dont on n'a pas encore discuté et qui est essentiel : la stabilité du système.*

### 1.4 Critère de stabilité

↗ Automatique de Ganjon

Dans cette partie, nous n'allons pas discuter du cas général de la stabilité des systèmes linéaires bouclés. En effet, le cas général nécessite des connaissances en analyse complexe qui ne sont pas exigibles. La stabilité d'un système avec une rétroaction se discute à partir du comportement en boucle ouverte. Ainsi, nous nous limiterons à considérer des cas où la fonction de transfert en boucle ouverte  $H_{BO}(p)$  ne possède pas de pôle à partie réelle positive, c'est-à-dire de point où la fonction n'est pas définie. Dans ces cas là, la stabilité peut être déterminée par le critère du revers :

Le système est stable en boucle fermée, si la courbe décrite par  $H_{BO}(p)$  dans le diagramme de Nyquist laisse le point  $(-1, 0)$  à sa gauche lorsqu'elle est décrite dans le sens des  $\omega$  croissant.

Il est important ici de rappeler par un schéma ce qu'est le diagramme de Nyquist et comment l'obtenir. C'est la courbe paramétrée par  $\omega : (Re(H_{BO}(j\omega)); Im(H_{BO}(j\omega)))$

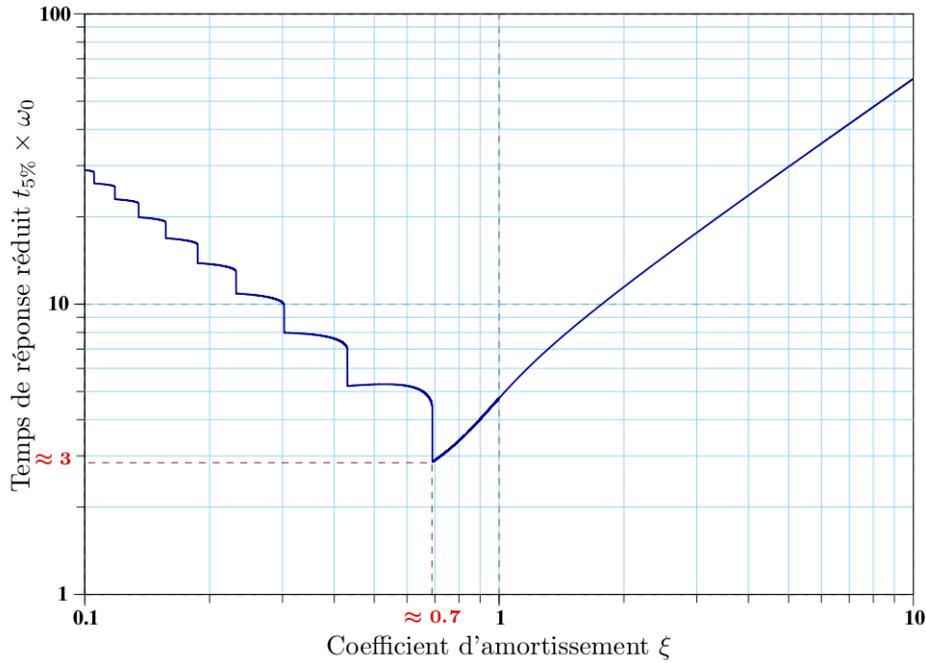


FIGURE 3 – Temps de réponse à 5%  $\tau_r$  en fonction de l’amortissement  $\xi = m$ .

Il est à noter que l’on distingue deux types de marge : la marge de phase, et la marge de gain. Ces deux critères de marge sont à illustrer sur un schéma pour bien comprendre leur importance.

En reprenant le moteur asservi en position, on observe bien une instabilité qui apparaît lorsque l’on augmente le gain. Notre moteur va même se mettre à tourner sur lui-même si on augmente trop le gain. Malheureusement, l’instabilité auquel nous sommes confrontés n’est pas liée au critère de Nyquist. Le capteur de position n’est que linéaire par morceau et possède une discontinuité lors du passage d’un tour (à illustrer expérimentalement). Cette non linéarité provoque l’instabilité que l’on observe généralement.

↓ *Même si le moteur ne rentre pas dans ce critère, de nombreux systèmes exploitent cette instabilité pour créer des oscillations. C’est ce que nous allons maintenant présenter dans cette seconde partie.*

## 2 Système instable : apparition d’oscillations

### 2.1 Oscillation à pont de Wien

➤ Précis Bréal d’électronique et Duffait Elec

Pour étudier les oscillations dans un circuit à contre-réaction, nous allons nous concentrer sur un système simple : l’oscillateur à pont de Wien qui est représenté à la figure 4. Cet oscillateur est constitué d’un simple amplificateur non inverseur et d’un filtre passe bande à pont de Wien de faible facteur de qualité. La première chose à observer est que la rétroaction se fait sur l’entrée non inverseuse de l’amplificateur opérationnel : nous sommes donc dans le cadre d’une rétroaction positive. En conséquence, le critère de Nyquist est modifié : pour l’apparition d’instabilité, la courbe dans le diagramme de Nyquist doit passer à gauche du point (1,0).

Pour étudier la stabilité du système, nous étudions donc le système en boucle ouverte. Comme nous allons tracer le diagramme de Nyquist, nous nous plaçons dans l’espace de Fourier pour cette étude. La fonction de transfert en boucle ouverte s’écrit :

$$H_{BO}(j\omega) = \frac{V_r}{V_e} = A(j\omega)B(j\omega) = \frac{\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) B_0}{1 + jQ\left(x - \frac{1}{x}\right)} \quad \text{avec} \quad \omega_0 = \frac{1}{RC} \quad x = \frac{\omega}{\omega_0} \quad B_0 = \frac{1}{3} \quad Q = \frac{1}{3} \quad (15)$$

On a déjà étudié ce type de filtre en électrocinétique en traçant le diagramme de Bode du filtre. À partir de ce diagramme de Bode, nous pouvons tracer le diagramme de Nyquist. En faisant varier le gain de l’amplificateur non inverseur, on fait varier la position de la courbe du gain, ce qui va se traduire dans le diagramme de Nyquist par une diminution de la marge de gain jusqu’à l’apparition d’oscillations pour un gain égal à 3.

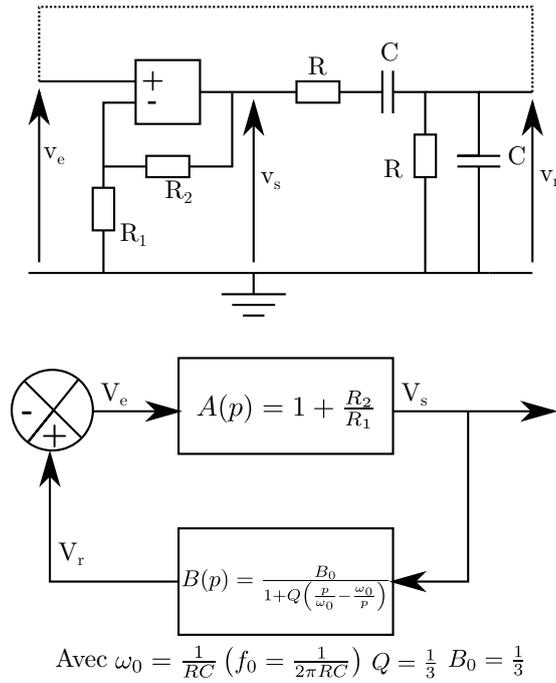


FIGURE 4 – Schéma électrique de l’oscillateur à pont de Wien ainsi que le diagramme par bloc associé.

**Oscillateur à pont de Wien** On fait un simple oscillateur à pont de Wien ; on observe l’apparition d’oscillations lorsque le gain dépasse 3. On discute de la fréquence des oscillations et on vérifie que l’on obtient la valeur que l’on attendait.

↓ *Le critère de Nyquist nous a permis de prédire le gain à partir duquel le système devenait instable, mais il ne nous dit rien sur les caractéristiques de l’instabilité, c’est-à-dire sa fréquence et son amplitude d’oscillation.*

## 2.2 Critère de Barkhausen

✦ Précis Bréal d’électronique et Duffait Elec

La condition de Barkhausen peut se comprendre à partir de la fonction de transfert en boucle ouverte : pour que des oscillations stable existe, il faut que :

$$V_e(p) = A(p)B(p)V_e(p) \tag{16}$$

c’est-à-dire qu’il faut que l’oscillation reste identique à chaque tour de boucle. Dit différemment, le signal ne peut être stable que dans le cas où il reste identique en phase et en amplitude sur un tour de boucle. Ce qui se traduit mathématiquement dans l’espace de Fourier par :

$$A(j\omega)B(j\omega) = 1 \tag{17}$$

Dans le cas où  $A(j\omega)B(j\omega) > 1$ , les oscillations vont augmenter exponentiellement en amplitude comme on peut le constater expérimentalement.

Ce critère possède deux parties : un accord de phase et un d’amplitude. Dans la mesure où nous avons un amplificateur non inverseur, il provoque un déphasage nul ; pour que des oscillations stables existent, il faut donc que l’oscillation soit à la fréquence de résonance du filtre. Ce critère peut également se comprendre en disant que les oscillations doivent être en phases dans le système bouclé, comme pour une cavité Fabry-Pérot. Le critère d’amplitude nous donne lui le gain qu’il faudrait pour que les oscillations soient stables, c’est-à-dire un gain de 3.

Il est impossible avec une résistance de se placer exactement à un gain de 3. C’est pourquoi on observe l’apparition de saturation : les non-linéarités de l’AO vont empêcher le signal de croître et fixer donc son amplitude, provoquant ainsi un enrichissement spectral. Cependant, en utilisant astucieusement un élément non linéaire, on peut se placer très précisément sur le critère de Barkhausen.

Une manière historique de faire est d’utiliser une ampoule à incandescence. La résistance d’une ampoule augmente lorsqu’elle chauffe, c’est-à-dire lorsque la tension augmente à ses bornes. En la plaçant à la place de  $R_1$ , on peut ainsi faire en sorte de stabiliser l’oscillation. Lorsque l’amplitude est faible, la résistance est faible et le gain fort, l’amplitude

va donc augmenter. Si l'amplitude augmente trop, la résistance augmente et le gain diminue ce qui fait que l'amplitude diminue. L'amplitude de l'oscillation va donc être stabilisée. Pour l'anecdote, c'est la méthode qui a été utilisée pour réaliser le premier oscillateur audio de HP.

**Oscillateur à pont de Wien stabilisé** On stabilise le pont de Wien avec une grosse ampoule -> on a tracé la résistance en fonction de l'amplitude en préparation : on prédit l'amplitude d'oscillation à l'aide du critère. *Il m'a été impossible de réaliser cette manipulation le jour de l'oral car je n'avais pas fait envoyer la bonne ampoule à incandescence. NOTEZ précisément le matériel que vous utilisez pendant vos séances de préparation.*

### Dernière sous-partie

Pendant ma préparation, j'avais prévu une partie sur les oscillateurs à relaxation. Ce sont des oscillateurs non linéaires qui sont très utilisés ; ils utilisent une rétroaction mais n'obéissent pas aux critères de Barkhausen. Je n'ai pas eu le temps de la présenter car il me restait seulement 5 minutes. Il est essentiel de sauter la fin de sa leçon pour pouvoir réaliser sa conclusion calmement si le temps vous manque. Il est donc également nécessaire de ne rien prévoir d'essentiel vers la fin d'une leçon.

## Conclusion

Pour conclure, la physique des asservissements linéaires est très riche et les différents critères de performance que nous avons évoqué peuvent paraître impossible à remplir de manière simultanés ; les correcteurs que nous n'avons pas étudié ici peuvent proposer des solutions à ces problèmes.

Par ailleurs, les oscillateurs linéaires ne sont pas les seuls, et il existe une vaste classe d'oscillateurs non linéaires, dont les oscillateurs à relaxation qui sont très utilisés. De manière générale, l'utilisation de phénomènes non linéaires permet d'améliorer significativement la performance de la plupart des systèmes étudiés, au prix d'une complexité plus importante.

## Quelques conseils en bonus

Vous trouverez en BU agrég mes plans ainsi que ceux de l'année dernière et des années précédentes. Je ne saurais que vous encouragez à la prudence dans votre reprise de ces plans quand bien même leurs créateurs auraient obtenu d'excellentes notes, pour plusieurs raisons :

- Le jury souhaite voir des plans originaux, il est donc toujours bon de chercher à se distinguer mais sans pour autant chercher l'originalité à tout prix, les choix qui ont été fait les années précédentes n'ont que rarement été fait par hasard... Il est cependant pour moi important de chercher à faire des plans différents pour les leçons que vous présenterez pendant l'année car ce sera la seule occasion que vous aurez pour expérimenter sans risque.
- Ne placez surtout pas une leçon au-delà de vos compétences. Non seulement , d'après le témoignage du jury, c'est très visible, mais en plus il en ressort souvent des erreurs pendant cette même leçon. Vouloir faire donc une leçon qui est au-delà de ses connaissances finit généralement très mal. Par ailleurs si votre leçon est bonne, le jury poussera plus loin pour voir l'étendue de vos connaissances, il n'est donc pas nécessaire de vouloir lui en mettre plein la vue pendant la leçon.
- Certaines leçons ne peuvent pas être raisonnablement préparées dans le temps imparti à la préparation : mon plan pour la leçon sur les modes de transferts thermiques ne peut pas être préparé en moins de 4 heures de mon avis même. Par ailleurs, certaines leçons ne peuvent être réalisées devant le jury en 50 minutes, je n'ai fini ni ma leçon de physique, ni ma leçon de chimie le jour J. Enfin, il faut avoir conscience que nous n'avons pas tous le même rythme de parole et qu'il faut adapter le volume de sa leçon à son rythme. Vouloir trop en faire est souvent la cause de catastrophes.

Le but d'une leçon d'agrég n'est pas d'aligner des compétences en physique mais avant tout de construire une leçon. L'aspect artificiel du concours (élève comprenant du premier coup notamment...) ne doit pas faire oublier que l'aspect pédagogique au travers de la contextualisation est absolument essentiel. De mon entretien avec le jury, il en ressort que la manière de motiver ma leçon a été extrêmement appréciée et rarement correctement fait par les candidats. Les expériences dans ce cadre sont très appréciées mais il faut correctement les doser par rapport à vos capacités expérimentales. Vous pouvez leur donner une place importante dans votre leçon mais il vous faudra alors être capable de les exploiter rapidement et de les expliquer pendant que vous les manipulez. Être multitâche est quelque chose de très apprécié par le jury mais n'est pas exigé.