

MP27 - Systèmes bouclés

May 25, 2019

Contents

1	Asservissement en position du moteur à courant continu :	3
1.1	Présentation :	3
1.2	Préparation : branchement du moteur	4
1.3	Stabilité	5
1.4	Changement d'ordre	6
1.5	Précision	7
1.5.1	Qualitatif mais très important !!! Une limite du modèle :	8
1.6	Rapidité	8
1.6.1	Expérience :	9
2	Oscillateur à pont de Wien	9
2.1	Présentation :	9
2.2	Préparation : diagramme de Bode/Nyquist	11
2.3	in-Stabilité	11
2.4	Résistance critique	12
3	Annexe :	13
3.1	Croissance des oscillations	13
3.2	Questions possibles :	13

- 2014, 2015, 2016 Ce montage concerne la physique des asservissements et/ou celle des oscillateurs auto-entretenus. Une maîtrise minimale des montages élémentaires est requise. Un oscillateur à quartz serait le bienvenu, compte tenu de son fort facteur de qualité.
- 2011, 2012 Les notions de stabilité, de temps de réponse et de précision sont essentielles dans ce montage.
- 2010 Le rôle de la phase dans le critère de Barkhausen pour la détermination de la fréquence d'oscillation est rarement compris.
- 2009 L'utilisation de boîtes noires présentant des défauts introduits exprès pour qu'on les corrige par asservissement ne fait qu'illustrer l'incapacité des candidats à aborder des problèmes pratiques réels. Le monde moderne regorge pourtant de systèmes asservis. De nombreux candidats ignorent l'importance des retards de phase dans l'étude de la stabilité des systèmes.
- 2008 Les conditions d'oscillation auto-entretenues doivent être maîtrisées.

- 2007 La connaissance du comportement en fréquence des quadripôles est nécessaire pour discuter les propriétés d'un système bouclé. Le tracé d'un diagramme de Bode peut faciliter la présentation.
- 1999 La mise en évidence du caractère imparfaitement sinusoïdal des oscillations, obtenues par exemple à l'aide d'un dispositif à résistance négative est rarement faite ; on pourra utiliser un analyseur de spectre ou visualiser la tension aux bornes de la bobine plutôt qu'aux armatures du condensateur : l'intensité instantanée contient en effet des harmoniques que la dérivation renforce et que l'intégration atténue par rapport au fondamental. Une réflexion sur l'amplitude obtenue s'impose également.

Références :

- Électronique, PSI. Les Nouveaux précis Bréal., P. Brenders Essentiel sur la partie oscillateur, utilisé également pour les temps de réponse.
- Électronique, Duffait pour l'asservissement en position
- Électronique expérimentale **Krob** pour l'oscillateur à pont de Wien
- La leçon sur les systèmes bouclés. **LP22**

Voir LP22 Rétroaction oscillations pour les fonctions de transfert et les calculs.

Ce montage nécessite beaucoup d'efficacité durant la préparation. Préparation : Je conseille d'abord de faire les deux montages sur la paillasse. Puis prendre une heure sur chaque montage pour faire les différents diagrammes de Bode/Nyquist (mêmes mesures). Ne pas hésiter à demander aux techniciens de faire des diagrammes de Bode sur une manip quand on monte l'autre et qu'on la teste. Puis, regarder la tête des données pour voir si il faut refaire des points. Enfin, faire un fichier avec les incertitudes des temps de réponse.

Je pense que ça suffirait de traiter bien le moteur comme ici puis de simplement montrer la naissance des oscillations dans l'oscillateur de Wien.

Bon courage !

Introduction

Dans ce montage on va voir deux types de systèmes asservis : l'un stable, le moteur à courant continu asservi en position (Ascenseur) puis un instable : l'oscillateur de Wien.

1 Asservissement en position du moteur à courant continu

:

1.1 Présentation :

On se place dans l'approximation des régimes linéaires : On néglige donc les frottements solides et on travaille dans les régimes linéaires des OA (hors saturation)

Le schéma de l'asservissement est présenté à la figure (1) ainsi que le schéma bloc.

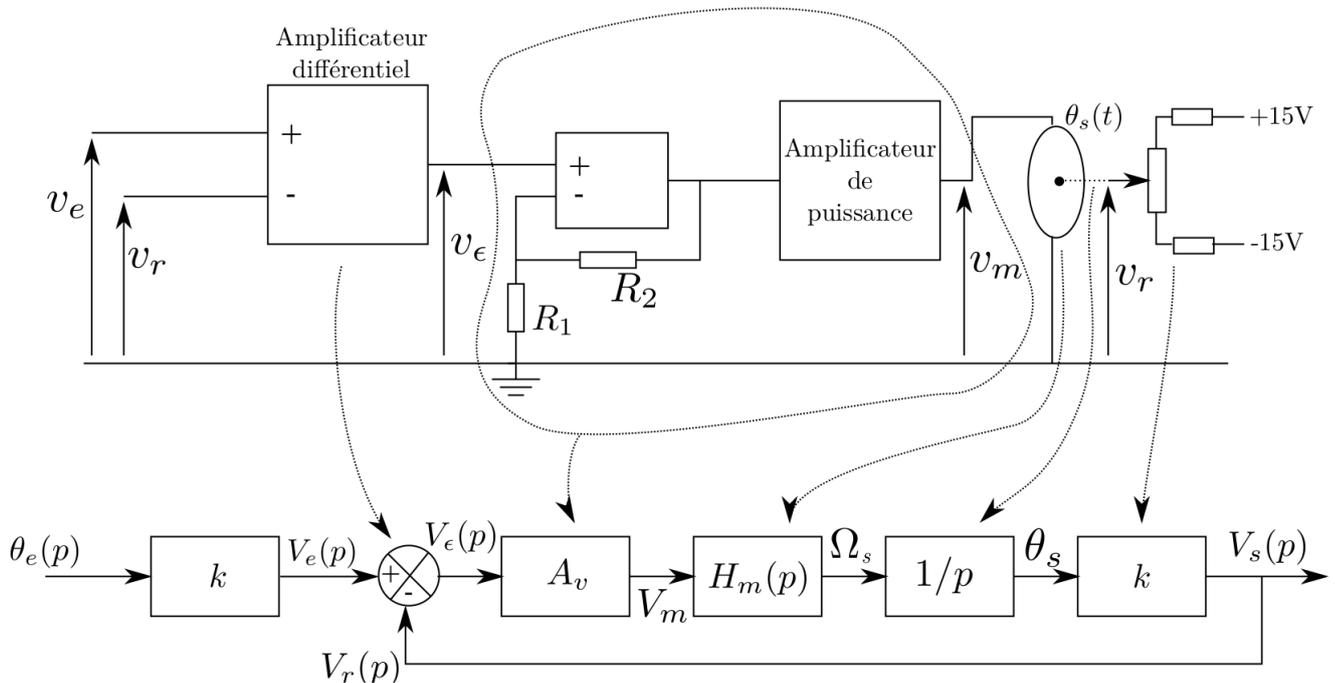


Figure 1: Schéma de l'asservissement en position d'un moteur à courant continu. Tiré du poly de ALBERT Romain

- 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 $V_e(t)$.
- 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 ordre¹. Sa fonction de transfert est :

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

¹La caractéristique d'une machine à courant continu est $e = Ri + k\Omega$ avec e la tension qu'on lui applique, Ω sa vitesse de rotation, R sa résistance interne et i l'intensité qui le traverse.

où ω_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.

Description du système bouclé Pour résumer, la tension d'entrée v_e se voit soustraire $v_r = v_{out}$, qui est proportionnelle à la position de la vis. La tension en sortie du soustracteur $v_e - v_r$ commande ensuite la vitesse de rotation du moteur. On comprend donc que pour la position pour laquelle le potentiomètre renvoie $v_r = v_e$, on commandera une vitesse nulle pour le moteur :

si la vis est sur cette position, elle y reste. Si maintenant on s'en écarte d'un angle négatif, alors v_r diminue et on se retrouve avec $v_r < v_e$. Par conséquent on commande en sortie de soustracteur une vitesse positive, qui ramène la vis vers sa position d'équilibre.

On peut faire le même raisonnement pour un angle positif, et on se rend compte qu'on est bien en train d'asservir en position la machine à courant continu. On peut dès lors observer que, sur une tension continue, le moteur répond plus ou moins fortement à un écart à la consigne. La "résistance" qu'oppose la vis lorsqu'on appuie dessus avec notre doigt change quand R_2 varie. On reviendra plus en détail sur l'influence de R_2 sur l'asservissement.

1.2 Préparation : branchement du moteur

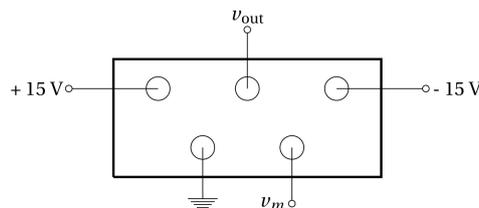
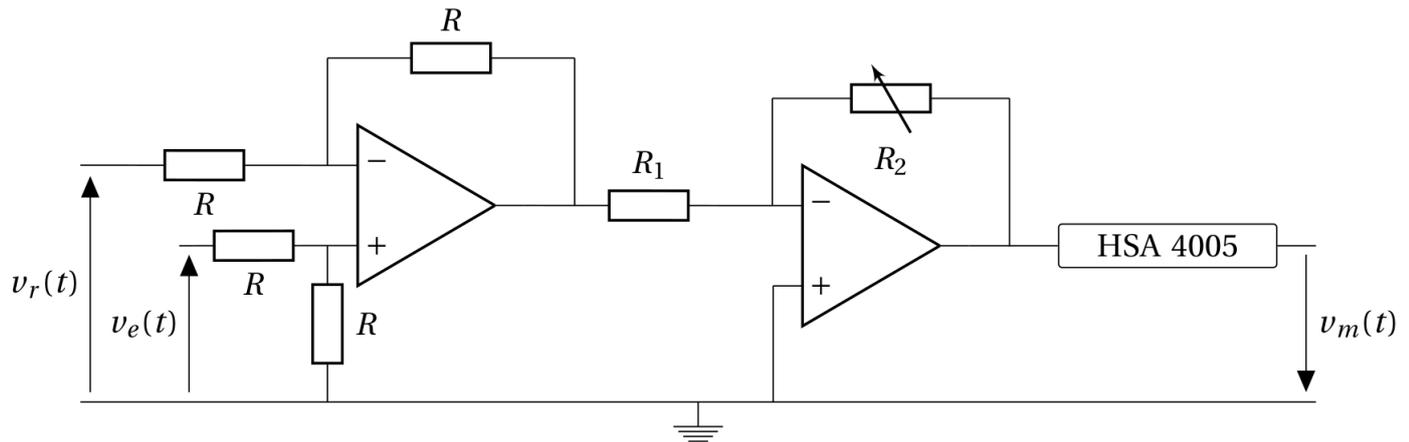


Figure 2: Branchement du moteur. : figure extraite du poly de **Jérémy Ferrand**

Expérience :

Le schéma est identique à celui de Duffait en remplaçant le dernier AO par un **amplificateur de puissance HSA**. Sélectionner "Input A", régler le gain sur $\times 10$ (c'est le minimum), Z in sur 600Ω et **BIAS sur OFF**. Prendre $R = 100 k\Omega$, $R_1 = 10 k\Omega$, et utiliser une boîte à décade^a pour $R_2 = 5 k\Omega$.

Brancher v_m sur le moteur. Pour cela, relier la sortie Output de l'amplificateur à la masse du moteur, et la masse de l'amplificateur sur l'entrée v_m du moteur afin d'avoir un gain de -10 pour l'amplificateur. Mettre v_r à la masse pour l'instant, et appliquer avec un GBF une tension $1 V$ continue sur v_e . Le moteur doit tourner.

Figure 3: figure extraite du poly de **Jérémy Ferrand**

Avec une alimentation $+15V / -15V$ Jeulin P54.12, alimenter le potentiomètre en $+15V / -15V$.

ATTENTION, la masse de l'alimentation doit être reliée à celles des AO, mais pas à celle du boîtier du moteur (pour éviter un court-circuit).

Par pont diviseur de tension, on a alors v_{out} compris entre $+5V / -5V$ (à cause des deux résistances de part et d'autre du potentiomètre). Relier v_r et v_{out} . Mettre en entrée une tension continue $1V$. Observer que la position de la vis est maintenant asservie (elle ne tourne plus).

^aLes valeurs magiques sont :

$R_2 = 1 k\Omega$ régime a-periodique

$R_2 = 5 k\Omega$ régime pseudo-periodique

! A retenir :

Ainsi monté, le moteur est en boucle fermée.

La sortie de la boucle ouverte est v_{out} sur le Schéma électrique c'est à dire ce qui sort du tachymètre.

Pour boucler, il suffit de relier v_r et v_{out}

La fonction de transfert en boucle ouverte est :

$$\mathbf{FTBO} = \frac{v_{out}}{v_e} \quad (2)$$

Celle en boucle fermée est :

$$\mathbf{FTBF} = \frac{v_{out} = v_r}{v_e} \quad (3)$$

quand v_r est relié à v_{out} !!!

1.3 Stabilité

Duffait p. 337

Je propose de faire plein de points en préparation et en rajouter un seul durant l'oral

On s'intéresse à l'étude de la fonction de transfert en boucle ouverte **FTBO** :

$$\mathbf{FTBO} = \frac{v_{out}}{v_e} \quad (4)$$

Expérience :

- Débrancher le fil qui relie v_{out} et v_r
- Au GBF, envoyer pour v_e un sinus 1 V, de fréquence f . afficher à l'oscilloscope v_e et v_{out} . Mesurer le gain

$$G = \frac{|v_{out}|}{|v_e|} \quad (5)$$

ainsi que le déphasage ϕ entre les deux signaux.

- Recommencer pour différentes fréquences^a
- Optionnel : On peut alors tracer le diagramme de Bode de la **FTBO** du système. C'est normalement un filtre passe bas du premier ordre (la fréquence de coupure est la fréquence où la différence de phase vaut $\pi/4$)

^aPour pouvoir bien vérifier le critère de Nyquist, il nous faudra prendre plein de points quand le déphasage est grand.

Mais comme on s'intéresse à la stabilité, on va plutôt tracer le diagramme de Nyquist : $G \sin(\phi)$ en fonction de $G \cos(\phi)$. Commenter alors sa forme.

Le critère de stabilité de Nyquist est :

Un système stable en boucle ouverte est instable en boucle fermée si lors de l'étude harmonique de la fonction de transfert en boucle ouverte, celle-ci entoure au moins une fois le point -1 dans le diagramme de Nyquist.

Normalement, comme le **FTBO** est d'ordre 1, le système doit être stable.

Incertitudes :

- Sur v_e : Lecture à l'oscillo A vous de les estimer.
- Sur v_{out} : idem

1.4 Changement d'ordre

Je propose de faire plein de points en préparation et en rajouter un seul durant l'oral

Pour le système bouclé, on s'attend à un système d'ordre 2. On s'attend à :

$$\mathbf{FTBF} = \frac{1}{1 + 2mj \frac{\omega}{\omega_c} - \frac{\omega^2}{\omega_c^2}} \quad (6)$$

Expérience :

- Boucler le circuit en reliant v_{out} et v_r
- Faire le diagramme de Bode du système bouclé en mesurant : le gain

$$G' = \frac{|v_{out}|}{|v_e|} \quad (7)$$

ainsi que le déphasage ϕ' entre les deux signaux.

- Modéliser la courbe obtenue et choisissant le modèle filtre passe bas d'ordre 2 sur Regressi avec comme paramètre d'ajustement m et ω_c .

Donner les valeurs de ω_c , de R_2 et de m^2

Tr

On a vu que le fait de boucler le système en a changé l'ordre et on a mis en évidence ses caractéristiques.

Bien sûr, comme on va le voir, m et ω_c dépendent de R_2 . On pourrait montrer^a que

$$m \propto \frac{1}{\sqrt{R_m}} \quad (8)$$

Mais on a d'autres choses à faire.

^aVoir Duffait relation XIII-17 p.331.

Incertitudes :

- Sur v_e : Lecture à l'oscillo A vous de les estimer.
- Sur v_{out} : idem
- Sur R_2 , boîte à décade : on utilisera un Ohmmètre. Il faudra sortir R_2 du circuit cependant. Du coup, on prend les traditionnels 1% + dernier digit.

De toutes façons, on gardera les incertitudes du fit pour m et ω_c

1.5 Précision

Comme on vient de le dire, la valeur de R_2 nous permet de choisir le régime dans lequel on se place car il permet de modifier m .

La **précision**³ d'un système asservi caractérise la **fidélité avec laquelle il peut répondre à la consigne**.

²Le facteur de qualité est $Q = \frac{\omega_c}{2m}$

³Sur l'asservissement en position du moteur, il n'y a pas d'erreur intrinsèque en raison de la présence d'un intégrateur dans le modèle (caché dans le potentiomètre de la chaîne de retour). Le système est donc précis.

Pour pouvoir apprécier la précision du système, il faudrait d'abord faire un étalonnage du tachymètre et du moteur. Mais je ne vois pas bien comment le faire de manière absolue.

On peut mentionner que le montage doit être précis car il comporte un intégrateur $1/p$ à cause du tachymètre qui mesure la position et pas la vitesse.

1.5.1 Qualitatif mais très important !!! Une limite du modèle :

Expérience :

- À faible R_2 (prendre 88Ω par exemple), et
- alimenter le **système bouclé** par $v_e = 2 V$ continu
- déplacer la vis avec le doigt. La vis ne revient pas à la position de la consigne

Attention, si R_2 est faible, on peut bouger la vis au doigt et elle ne revient pas. Ici, ce sont les frottements solides qui empêchent la vis de revenir. Le gain est trop petit, donc la réponse face à l'erreur à la consigne est trop faible devant les frottements pour la mettre en mouvement. Notons que les **frottements solides ne sont pas pris en compte dans le modèle linéaire**, cette absence de précision n'est donc pas en contradiction avec la présence de l'intégrateur.

Expérience :

À fort R_2 (prendre 788Ω par exemple), essayer de déplacer la vis avec le doigt. La vis ne peut pas être déplacée.

Tr

On vient de constater que notre modèle linéaire pouvait être pris en défaut par l'existence de frottements solides.

À nouveau, on constate qu'augmenter R_2 permet de résoudre ce problème.

Remarque : On évoque souvent le compromis « précision-stabilité » pour les systèmes asservis. Il se trouve en effet qu'un trop grand gain déstabilise le système linéaire qu'on étudie, dans le sens où il peut apparaître des oscillations spontanées au sein de celui-ci (cf LP22 (la fin)). **MAIS ATTENTION !** Ici, on peut observer que le système se met en rotation (et n'est donc plus asservi) à grand gain mais c'est à cause d'un mauvais signal de retour envoyé par le capteur potentiométrique. Cela n'a donc rien à voir l'instabilité linéaire qui fait les oscillateurs. Le problème du potentiomètre fait que celle-ci n'est pas observable sur notre expérience.

1.6 Rapidité

Duffait p.338

1.6.1 Expérience :

Il y a plusieurs façons de définir un temps de réponse⁴ pour l'asservissement.

On peut prendre le temps de montée t_m : c'est le temps nécessaire au système pour passer de 10% à 90% de la valeur de consigne.

Mais attention, on voit qu'il y a un dépassement D par rapport à la valeur du créneau :

$$D = \frac{v_{1e\ max} - v_{\infty}}{v_{\infty}} \quad (9)$$

où $v_{1e\ r\ max}$ est la tension du premier maximum du signal de réponse et v_{∞} est la valeur obtenue après l'amortissement.⁵

Un bon asservissement devrait a priori avoir des temps de réponse courts mais aussi un faible dépassement.

Expérience :

Pour différentes valeurs de R_2 , fournir v_e un créneau entre 0 et 1V.
Mesurer alors t_m et D grâce à latys-pro^a (ou un oscilloscope).

Recommencer pour plusieurs valeurs de R_2 (de 1 kΩ à 10 kΩ).

^aFaire les mesures extrêmes en préparation pour régler au mieux les calibres et le temps d'acquisition...

Tracer D et t_m en fonction de R_2 . D croît en fonction de R_2 alors que t_m décroît en fonction de R_2 . Proposer alors un compromis.

Incertitudes :

- Sur t_m : Lecture à latys-pro. A vous de les estimer.
- Sur D :
 - incertitude sur v_{∞} (équart entre deux points sur la courbe Latys-pro)
 - incertitude sur $v_{1e\ max}$ (a estimer en fonction du bruit)

$$u(D) = D \times \sqrt{2 \times \left(\frac{u(v_{\infty})}{v_{\infty}}\right)^2 + \left(\frac{u(v_{1e\ max})}{v_{1e\ max}}\right)^2} \quad (10)$$

2 Oscillateur à pont de Wien

Krob p. 131

2.1 Présentation :

Ce montage peut se décomposer sous la forme d'une chaîne directe et d'une contre-réaction/chaîne de retour :

⁴On peut aussi regarder le temps de réponse $t_r^{5\%}$ à 5% au bout duquel la valeur reste comprise entre 95% et 105% de la valeur de consigne. Il tient compte en fait des deux effets que l'on va ici mettre en avant.

⁵Ici, il s'agit de la valeur du créneau puisque notre système est précis.

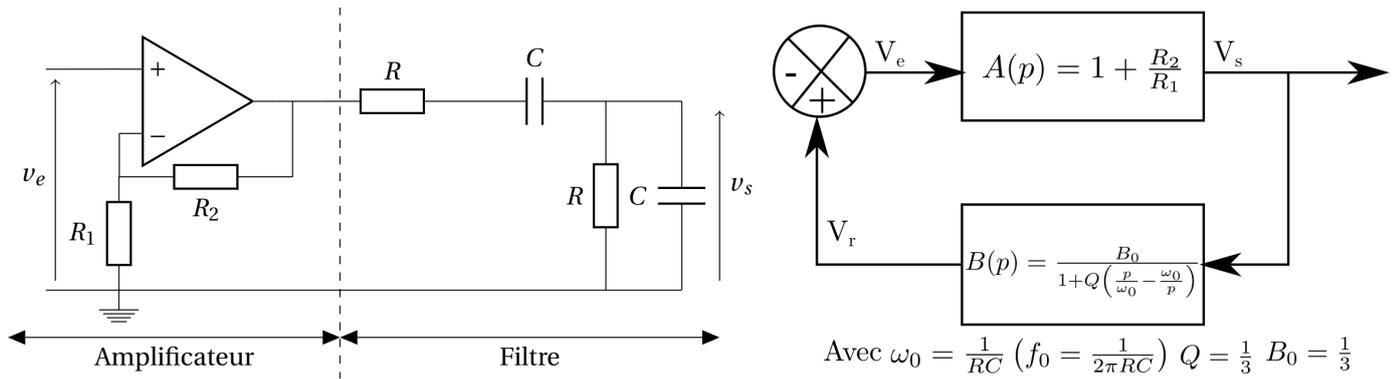


Figure 4: Tiré des polys de ALBERT Romain et Jeremy Ferrand

- la chaîne directe un filtre passe-bande d'ordre 2 (RC série RC parallèle) de fonction de transfert

$$B = \frac{j\omega RC}{1 + 3j\omega RC + (j\omega RC)^2} \quad (11)$$

- la contre-réaction est est un amplificateur non-inverseur de fonction de transfert :

$$A = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad (12)$$

Ici, on effectue notre étude en boucle ouverte; c'est à dire que V_r n'est pas relié au + du comparateur. On regarde donc la FTBO.

Le filtre obtenu est un filtre passe-bande de facteur de qualité $Q = \frac{1}{3}$.

Le critère de Barkhausen impose (entre autre) que le gain du montage globale sur un cycle doit être de 1 (ou supérieur puisque dans ce cas là il y aura saturation par les éléments non-linéaires). Or puisque le facteur de qualité du filtre est de $\frac{1}{3}$ alors le gain de l'amplificateur doit être de 3; d'où :

$$1 + \frac{R_2}{R_1} = 3 \quad \text{donc :} \quad R_2 = 2R_1 \quad (13)$$

- * Pour R_2 inférieure à $2R_1$, le gain de la fonction de transfert est toujours être inférieur à 1.
- * Pour $R_2 > 2R_1$, à la résonance, le gain est légèrement supérieur à 1 dans une petite bande de fréquence. Le critère de Nyquist n'est alors pas vérifié. les oscillations peuvent apparaître.

Le bruit électronique va être amplifié par la chaîne directe, puis filtré par la chaîne de retour.

Si la résistance R_2 est suffisamment grande, certaines fréquences seront amplifiés après être passées par l'amplificateur et le filtre. Ces fréquences sont celles qui sont les moins atténuées par le filtre, c'est-à-dire celles qui se situent autour de la fréquence propre du filtre passe bande.

Si le gain de l'amplificateur est à peine plus grand que l'atténuation minimale du filtre, seule

la fréquence du filtre sera amplifiée, les autres étant atténuées. On crée donc un signal (quasi-) sinusoïdal. Après plusieurs passages dans le système bouclé, le signal à la fréquence du filtre passe bande sera de grande amplitude.

Toutefois, cette amplitude est limitée par les effets non-linéaires de l'amplificateur opérationnel, et dépend du système utilisé pour amplifier. C'est pourquoi on sature par exemple à 5V et pas 15V.

2.2 Préparation : diagramme de Bode/Nyquist

Je propose de faire un point devant le Jury et puis le fit.

Expérience :

On prendra $R_1 = 1k\Omega$, R_2 variable (boîte à décade), $R = 1k\Omega$ et $C = 1\mu F$.

- Envoyer en entrée v_e une tension sinusoïdale de quelques volts.
- Relever la tension de la rétroaction v_r et son déphasage par rapport à l'entrée pour différentes fréquences entre $1Hz$ et $100kHz$.
Réaliser cela pour $R_2 = 1,9k\Omega$ (donc légèrement inférieure à $2R_1$), puis pour $R_2 = 2,1k\Omega$ (donc légèrement supérieure à $2R_1$).
- Devant le Jury, faire un point et **tracer le diagramme de Bode de la boucle ouverte en gain et en module et le caractériser (ordre, fréquence de coupure ($f_c = \omega_c/2\pi$, facteur de qualité $Q = 1/3$:**

$$\text{FTBO} = \underbrace{\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}_A \frac{1}{\underbrace{\frac{1}{Q} + \left(\frac{\omega}{\omega_c} - \frac{\omega_c}{\omega}\right)}_{B : \text{pont}}} \quad (14)$$

C'est un filtre passe bande. Mais dont le gain à la résonance peut être supérieur à 1 pour $R_2 > 2R_1$

2.3 in-Stabilité

Faire un point du diagramme de Bode et **tracer le diagramme de Nyquist** : $|G| \sin\phi$ en fonction de $|G| \cos\phi$. Normalement, la FTBO entoure le point (-1,0). (A la résonance, on s'est en fait arrangé pour avoir un gain supérieur à 1 !

- Pour $R_2 < 2R_1$: la courbe n'entoure pas le point (1,0), le système est stable et les oscillations ne sont pas auto-entretenues.
- Pour $R_2 > 2R_1$: la courbe entoure le point (1,0), le système est instable et les oscillations sont auto-entretenues.

On vient de trouver une condition d'oscillation, connue sous le nom de **critère de Barkhausen**, stipulant que :

$$A(j\omega) \times B(j\omega) = 1 \quad (15)$$

Cette condition doit être vérifiée en module et en argument. On peut maintenant boucler le circuit en enlevant l'alimentation et en bouclant la sortie du pont de Wien à l'entrée de l'AO. On voit apparaître un signal quasi-sinusoïdal en sortie, on peut mesurer sa fréquence et la comparer avec 159 Hz , la fréquence de résonance du filtre (avec les valeurs prises normalement):

Expérience :

Dans le cas où R_2 est légèrement supérieure à $2R_1$, enlever le générateur et brancher la sortie du filtre v_s sur l'entrée v_e . Le système est alors bouclé. On observe l'apparition d'oscillations^a. Déterminer la fréquence des oscillations à l'aide de l'oscilloscope ou d'un fréquencemètre. On doit trouver la même fréquence d'oscillation que la fréquence propre du filtre passe-bande.

^aSi l'on n'observe pas d'oscillations, on peut encore augmenter la valeur de R_2 , en particulier si on utilise des boîtes à décades. En effet les incertitudes sur ces types de composants peuvent être importantes (de l'ordre de 5%). Penser à les sortir du circuit pour mesurer leur résistance à l'ohmmètre.

Comparer à 159 Hz

2.4 Résistance critique

Expérience :

Pour $R_2 < 2k\Omega$, constater que les oscillations peinent à s'établir, puis augmenter R_2 jusqu'à ce qu'elles se maintiennent.

Déterminer un encadrement à l'ohm près de la valeur de la résistance critique qui correspond à la condition d'oscillation. Mesurer les valeurs de R_c^+ et R_c^- à l'ohmmètre **en les sortant du circuit** et en faisant une mesure à l'Ohmmètre.

En déduire $R_c = (R_c^+ + R_c^-)/2$.

Incertitudes

- Sur R_c^+ à l'ohm près (car boîte à décade) + incertitude sur l'ohmmètre...
- Sur R_c^- idem

L'incertitude sur R_c s'obtient en prenant l'intervalle maximal sur $R_c^+ - R_c^-$ en tenant compte de leur incertitude⁶

On s'attend à trouver $R_c = 2288\Omega$ pour $R_1 = 1k\Omega$ et $C = 1\mu\text{F}$.

Comparer à la valeur attendue $R_c = 2R_1$ (la valeur attendue a, elle, aussi une incertitude qui provient de la mesure de R_1 à l'ohmmètre).

⁶Par exemple :

$$R_c^+ = 10 \pm 1\text{ k}\Omega \text{ et } R_c^- = 20 \pm 1\text{ k}\Omega$$

$$\text{On prend : } R_c = 15 \pm 5.1\text{ k}\Omega$$

Conclusion :

On a pu voir les deux types de rétroactions⁷ :

- Rétroaction positive pour laquelle le système est rendu volontairement instable permettant la naissance d'oscillation auto-entretenu
- Rétroaction négative pour laquelle le système peut être asservi

Comme nous avons pu le dire, les systèmes bouclés sont très présent dans la vie quotidienne (voiture, électroménagers, montres) d'où l'intérêt particulier de les avoir étudiés aujourd'hui. Nous avons pu voir que pour les systèmes asservis le choix des paramètres étaient importants selon l'utilisation (rapidité-précision). En réalité il est possible de les corriger en utilisant des correcteurs et d'améliorer les caractéristique du système asservi⁸ .

3 Annexe :

3.1 Croissance des oscillations

On peut étudier leur croissance. Voir Brenders p.244, Krob p.131

3.2 Questions possibles :

Merci à Vincenzo.

- Dans un système avec un A.O., on peut atteindre n'importe quel gain ? Pourquoi ? (non, l'A.O. limite le système)
- Diagramme de Nyquist : pourquoi au-delà du point (0,1), c'est instable ?
- Acquisition sour LatisPro : pourquoi lisser la courbe ? (bon, pas très utile ici, vu qu'on ne dérive pas le signal) Comment LatisPro fait ça ? (utilisation d'une fenêtre glissante ou convolution avec une gaussienne -cette dernière est mieux si on doit dériver derrière)
- D'où viennent les oscillations qui apparaissent dans le système ?
- Comment faire varier la fréquence de ces oscillations ?
- Est-ce qu'il y a d'autres systèmes où la fréquence propre se contrôle plus facilement qu'échangeant des composants ? (oui, oscillateur commandé en tension)
- Commentaires sur l'oscillateur à quartz ? (facteur de qualité élevé, sa fréquence propre ne varie pas avec la température entre 5 et 80 C°, ce qui en fait une référence utilisable pour les montres)

⁷On dit que la réaction est négative lorsque $AB > 0$ auquel cas le signal à la fin de la boucle de retour est inférieur à celui entrant dans la boucle de retour. Il y a stabilisation.

A l'inverse, si $AB < 0$, alors le signal en fin de boucle de retour est plus grand que celui qui y rentre. Le système est instable. Il y a réaction positive.

⁸Granjon p.148

- Machine à courant continu : l'ampli de puissance est-il nécessaire ? Par quoi peut-on le remplacer ?
(on peut faire à la place un montage push-pull, à construire soi-même parce que celui de la collection ne marche pas très bien)
- Comment marche le potentiomètre de sortie ?
(Je crois que c'est une résistance sur laquelle on fait simplement glisser le fil en fonction de l'angle. Ainsi, la résistance totale dépend de l'angle)
- Dans l'asservissement en position, quelles sont les grandeurs qu'on peut mesurer ? Dessiner l'allure de courbes pour une réponse rapide et une réponse lente.
- Autre exemple d'asservissement que celui en position ? (vitesse) Des exemples de la vie courante dans les 2 cas ?
(régulateur de vitesse. Pour la position : ascenseurs, segway)
- Comment améliorer la chaîne de retour d'un asservissement ?
(mettre un correcteur, un intégrateur par exemple)
- Exemples d'utilisation des oscillateurs ?
(montres à quartz, mais aussi traitement du signal : modulation, démodulation, etc)