Compte rendu automatique

Adam SINKOVICS, Mahdi MOUNZER, Jimmy NIYONKURU

2023-2024

Description et but du TP

Lors des scéances de TP en automatique, il nous est demandé d'identifier deux systemes inconnues, chacun mesurable sur des sorties differentes d'une boite. Le but est d'identifier, modéliser les systemes, puis les asservir. Nous avons effectué ces études sur la boite numéro 10.

Pour étudier ces systemes, on utilise un générateur a basse fréquences, une oscilloscope et une alimentation afin d'alimenter la boite.

Étude

1.1 Réponse harmonique

Lorsque le systeme étudié est *linéaire*, on observe en sortie un signale sinusoidale pour une entrée de signale sinusoidale. Il est donc possible d'écrire la *fonction de transfert* du systeme étudié, qui décrit les caractéristiques du signale de sortie par rapport a celui d'entrée. La fonction de transfert est une fonction complexe dont le module représente *l'amplification dans la bande passante* du systeme, c'est-a-dire pour une entrée constant dans le temps par combien le systeme amplifie-t-il le signale d'entrée (ou le mot "amplifie" ne signifie pas forcément une augmentation de la valeur du signale), et dont l'argument représente le *déphasage* du signale de sortie par rapport a l'entrée, c'est a dire par combien (mesuré en radians) est la sortie en retard ou en avance par rapport a l'entrée.

1.1.1 Théorie

Si on souhaite étudier, en tracant les diagrammes de Bode ou de Black, tels systemes, il est important de d'abord déterminer la nature du systeme. Pour ce déterminer, on soumets le systeme a des fréquences de grandeur différentes et on compare les sorties. Si le systeme blah blah blah

1.1.2 Pratique

Systeme 1

Apres avoir branché la premiere sortie de la boite sur la générateur et l'oscilloscope, on a déterminer que notre systeme est de type passe-bas, puisque pour des fréquences faibles, l'amplification variait peu, mais en augmentant la fréquence de l'entrée l'amplification mesurée sur la sortie diminuait. Pour tracer le diagramme de Bode et de Black, on mesure d'abord la fréquence de coupure a $-3dB$. Pour faire cela on soumets le systeme a une entrée de fréquence faible ($f_e < 1Hz$) et une mesure l'amplitude de la sortie, qu'on divise par l'amplitude de l'entrée pour obtenir l'amplification dans la bande passante A de notre systeme. Il est également possible, vu qu'on sait que le systeme est un filtre de type passe-bas, qu'on le soumets a un échelon (avec le générateur on délivre un signale carré de faible fréquence), et on mesure l'amplitude de la sortie en *régime permanent* c'est-a-dire lorsque la variation de l'amplitude de la réponse est faible. Ceci est garanti par le fait que le systeme soit linéaire. La régime permanent est visible sur la figure 1.1 dans une *demi-période* du signale de la sortie lorsque la courbe devient horizontale.

Ici on a mesuré $A = 1.8$

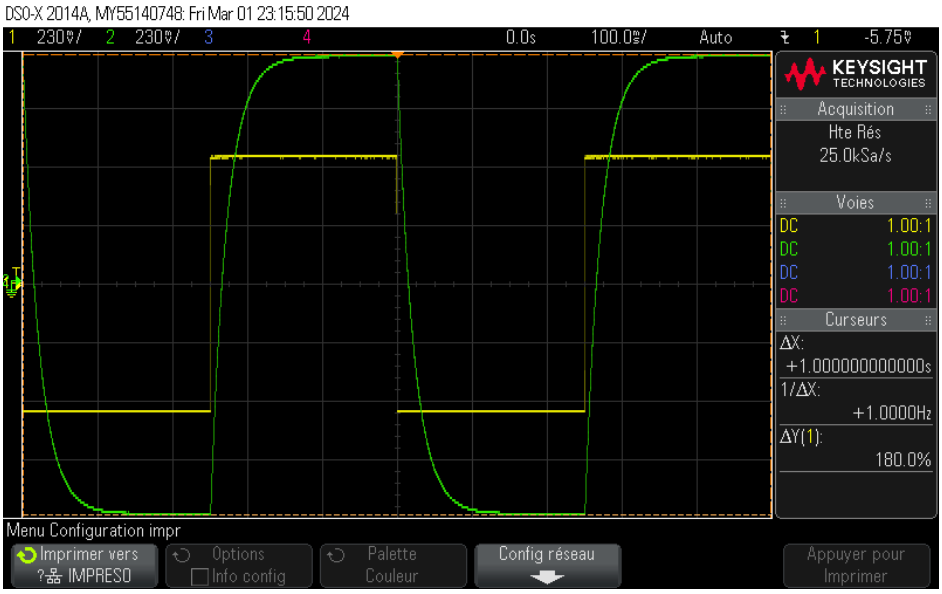


Figure 1.1: Image de l'oscilloscope lors la mesure de A pour le premiere systeme

Une fois A connue, sachant que la fréquence de coupure a $-3dB$ f_{-3dB} représente

$$20 \cdot log(|A|) - 3dB = 20 \cdot log\left(|A|\right) + 20 \cdot log\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 20 \cdot log\left(\frac{|A|}{\sqrt{2}}\right)$$

on sait qu'on cherche une fréquence pour laquelle l'amplitude de la sortie est $S_{-3dB} \simeq 0.7 \cdot A$, autrement dit 70% de l'amplitude dans la bande passante. En connaissant f_{-3dB} on peut commencer a mesurer l'amplification (le rapport sortie / entrée) et le déphasage de notre systeme, pour des valeur écarté sur l'échelle logarithmique, mais plus sérré autour la fréquence f_{-3dB}.

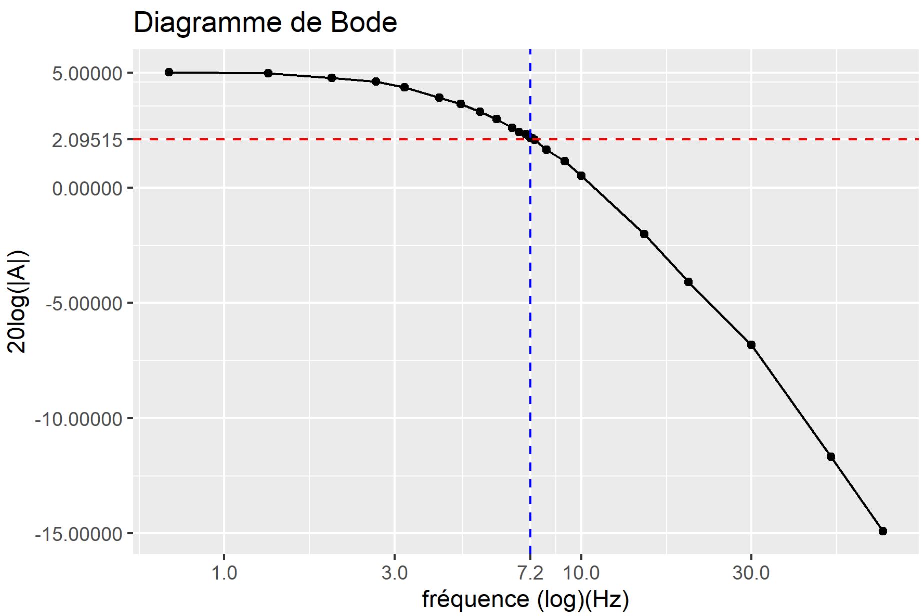


Figure 1.2: Diagramme de Bode pour le premiere systeme

Il est important de noter ici le fait que sur le graphique on a l'impression que l'intersection des deux droites n'est pas exactement sur la courbe. Il est vrai qu'une valeur de $7.4Hz$

correspondrais mieux sur le graphe pour f_{-3dB} mais expérimentalement on a mesuré un déphasage de $-45\,\deg$ a une fréquence de $7.2Hz$, c'est pour cela qu'on a décidé de guarder cette valeur.

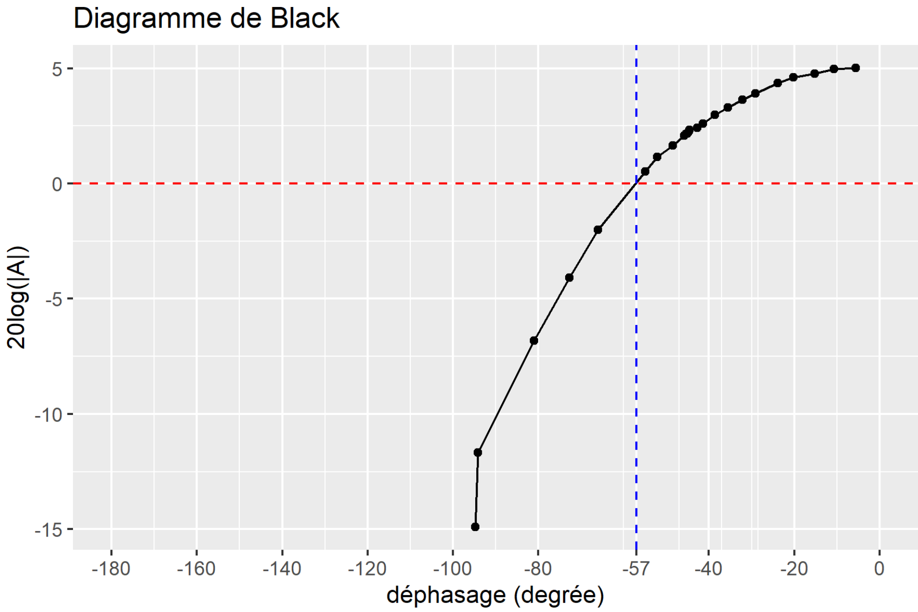


Figure 1.3: Diagramme de Black pour le premiere systeme

Il est possible de déterminer la marge de phase en calculant graphiquement depuis la figure 1.3, la difference entre -180 et le point d'intersection de la courbe avec l'axe des abscisses. Dans notre cas:

$$M_{ph} = -57 - (-180) = 123$$

La marge de phase est orienté selon les valeurs de l'abscisse croissantes.

Systeme 2

1.2 Réponse indicielle

Dans cette deuxieme partie on va s'interesser a l'identification des systemes, c'est a dire trouver une fonction de transfert, qui décrit au plus proche notre systeme. Il est demandé de tracer la *caractéristique statique* de notre systeme, qui est la courbe qui représente la sortie en fonction de l'entrée. Lorsque notre systeme est linéaire, la caractéristique statique est une droite de pente A, l'amplification. En réalité étant donné que le domaine linéaire de la caractéristique statique est toujours limité (par exemple par la tension de saturation des amplificateurs opérationnelles), c'est a dire que la droite n'a pas en tant que limite en $\pm\infty$ l'infini, deux points de cassures, a partir desquelles la pente devient nulle.

1.2.1 Système du première ordre

Pour les systemes de premiere ordre de type passe-bas, on peut décrire le systeme dans le domaine de Laplace par la fonction

$$F_1(p) = \frac{A}{1 + \tau p}$$

ou A représente l'amplification dans la bande passante (pour les passe-bas c'est aussi l'amplification statique, dans ce cas sans unité) et τ le constant de temps. Il est ici possible de déterminer l'amplification A en soumettant notre systeme a une entrée de type échelon de fréquence $f << 10Hz$. Ceci en realité est faite en mettant un signale carré de fréquence faible. Pour mesurer τ il suffit de mesurer le temps de réponse a 5 pourcent c'est a dire le temps a partir duquel la réponse est autour de sa valeur en régime permanent en ne plus dépassant ±5% de cette valeur. On peut bien visualiser le régime permanent et transitoire au meme temps, si on choisit une fréquence telle que le temps de réponse a 5% est égale a la moitié de la demi-période de notre signale d'entrée:

$$\frac{T_E}{4} = t_{5\%}$$

ou T_E est la période du signale d'entrée.

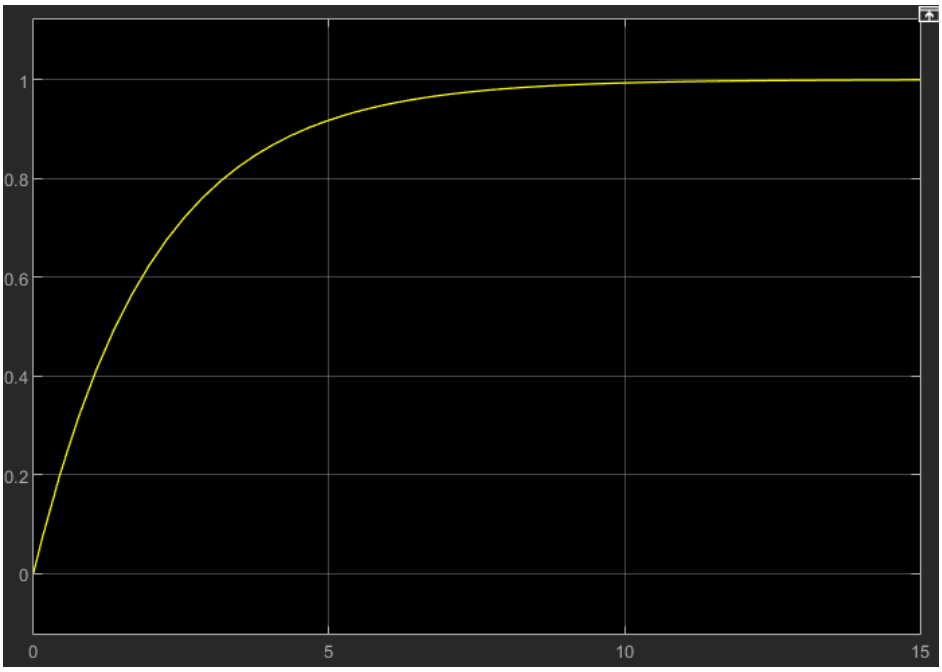


Figure 1.4: Réponse d'un système à première ordre

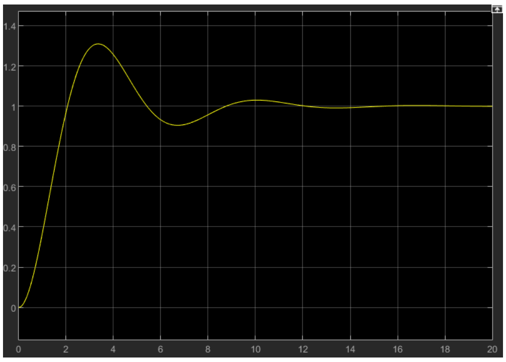
Lorsqu'on souhaite de mesurer ces caractéristiques avec un entrée harmonique (sinusoidale) on peut soumettre le systeme a un signale sinusoidale de fréquence basse, et on mesure le rapport des valeurs maximums des allures des sortie par rapport a l'entrée. Pour trouver τ on peut mesurer la fréquence de coupure a $-3dB$ en sachant que $f_{-3dB} = 2\pi\omega_0$ donc

$$\omega_0 = \frac{f_{-3dB}}{2\pi}$$

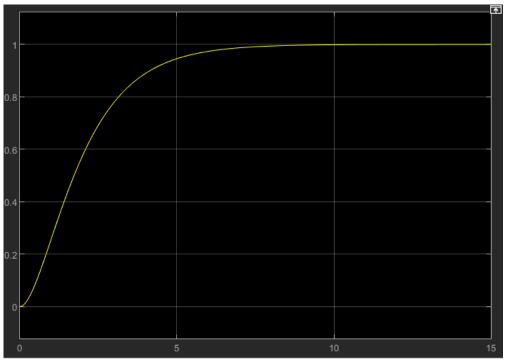
Il est maintenant facile a déterminer τ en connaissant la relation

$$\tau = \frac{1}{\omega_0}$$

ou ω_0 est la pulsation de cassure a $-3dB$ et aussi la pulsation de coupure vu qu'il s'agit d'un systeme du premiere ordre. Voir la figure 1.4 pour voir l'allure de la réponse d'un tel système.



(a) $0 < m < 1$



(b) $m > 1$

Figure 1.5: Réponse d'un système a 2nd ordre

1.2.2 Système du second ordre

Les systèmes du second ordre de type passe-bas peuvent être décrit dans le domaine de Laplace par la fonction

$$F_2(p) = \frac{A}{1 + 2m\frac{p}{\omega_0} + \left(\frac{p}{\omega_0}\right)^2}$$

ou A est l'amplification dans la bande passante (pour les passe bas l'amplification statique aussi), m est le *coefficient d'amortissement* et ω_0 est la pulsation de cassure de la fonction de transfert. Lorsque le coefficient d'amortissement est inférieur à la réponse du système présente des *dépassements*, c'est a dire que la réponse prend des valeurs supérieurs à la valeur en régime permanent.