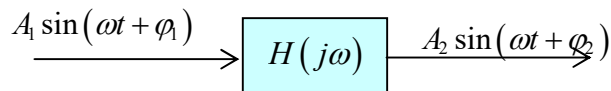


Fiche 5: Diagramme de Bode

Pourquoi le lieu de Bode?

L'étude fréquentielle ou harmonique d'un système consiste à lui appliquer une fonction sinusoïdale ($A_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$) et suivre la sortie du système qui est généralement une fonction sinusoïdale ($A_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$).



Les deux informations essentielles dans cette étude sont l'amplitude A_2 ou bien le gain $\frac{A_2}{A_1}$ et la phase φ_2 ou bien le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$.

Représenter l'évolution du gain ou du déphasage en fonction de la pulsation $\omega = 2\pi f$ ou bien en fonction de la fréquence f en utilisant une échelle décimale est impossible. Pour cela, l'utilisation d'une échelle logarithmique est la solution.

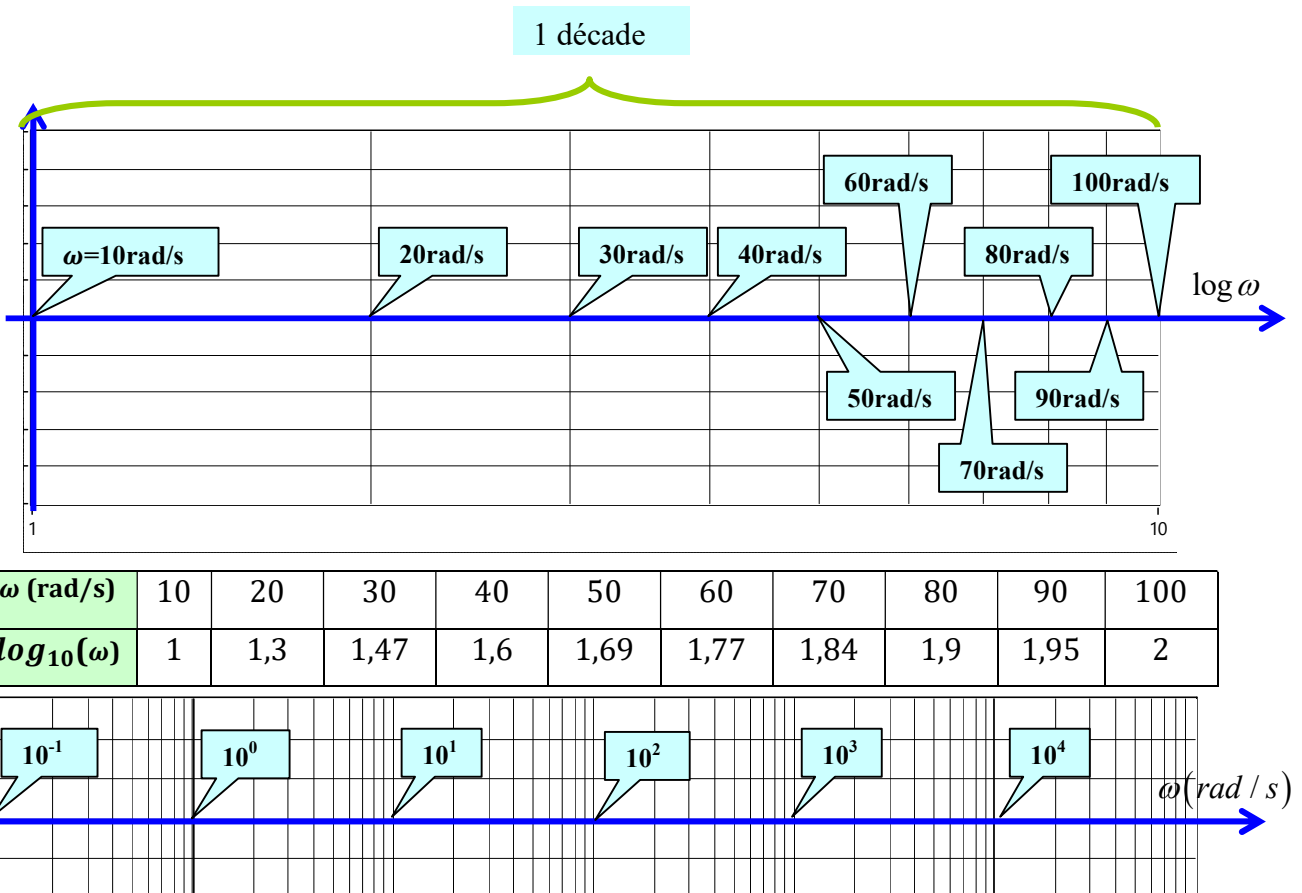


Diagramme de Bode :

a- Le GAIN

Cette représentation est déterminée en représentant le gain ($GdB = 20 \log |H(j\omega)|$) en fonction de $\log(\omega)$. Dans le cas où on dispose d'une échelle logarithmique pour l'axe des abscisses, on porte sur cette axe ω à la place de $\log(\omega)$.

Méthode :

1. Remplacer dans l'expression de la fonction de transfert « p » par « j ω »
2. Calculer $|H(j\omega)|$ pour déduire ($GdB = 20 \log |H(j\omega)|$)
3. Tracer les asymptotes correspondant à : $\begin{cases} \omega \rightarrow 0 \\ \omega \rightarrow \infty \end{cases}$
4. Tracer la courbe ($GdB = 20 \log |H(j\omega)| = f(\log(\omega))$) en s'aidant des asymptotes précédemment tracées. Si nécessaire, affiner la représentation en calculant les coordonnées de quelques points.

b -La phase

- 2 Cette représentation est déterminée en représentant la phase ($\varphi = \arg H(j\omega)$) en fonction de $\log(\omega)$

Méthode :

1. Remplacer dans l'expression de la fonction de transfert « p » par « j ω »
2. Calculer $\tan \varphi$ à l'aide de la relation : $\tan \{ \arg(a + jb) \} = \frac{b}{a}$
3. Trouver l'intervalle dans lequel varie l'angle φ . Pour cela, on étudie le signe de $\cos \varphi$ et de $\sin \varphi$, en effet :

$$\begin{cases} \cos(\arg(a + jb)) = \frac{a}{\sqrt{(a^2 + b^2)}} \Rightarrow \text{signe}(\cos \varphi) = \text{signe}(a) \\ \sin(\arg(a + jb)) = \frac{b}{\sqrt{(a^2 + b^2)}} \Rightarrow \text{signe}(\sin \varphi) = \text{signe}(b) \end{cases}$$

4. Déterminer les variations de la fonction $\tan \varphi$ en s'aidant des asymptotes correspondant à :

$$\begin{cases} \omega \rightarrow 0 \\ \omega \rightarrow \infty \end{cases}$$



5. Tracer la courbe ($\varphi = \arg H(j\omega)$)**Remarques :**

- 1) Dans le cas où la fonction de transfert s'écrit sous la forme d'un produit : $H(j\omega) = A(j\omega)B(j\omega)$, on a alors, $20\log|H(j\omega)| = 20\log|A(j\omega)| + 20\log|B(j\omega)|$ et $\arg H(j\omega) = \arg A(j\omega) + \arg B(j\omega)$, on peut déduire alors le diagramme de BODE de $H(j\omega)$ à partir des deux fonctions de transfert $A(j\omega)$ et $B(j\omega)$.
- 2) Dans le cas où la fonction de transfert s'écrit sous la forme d'un produit : $H(j\omega) = KA(j\omega)$, $K \in \mathfrak{R}$, Le diagramme de BODE : le gain, est trouvé en représentant celui de $A(j\omega)$ et en faisant une translation de $20\log K$. Pour le diagramme de BODE : la phase, le diagramme reste inchangé.

Méthode pratique pour les tracés asymptotique des lieux de Bode :**Règle 1 :**

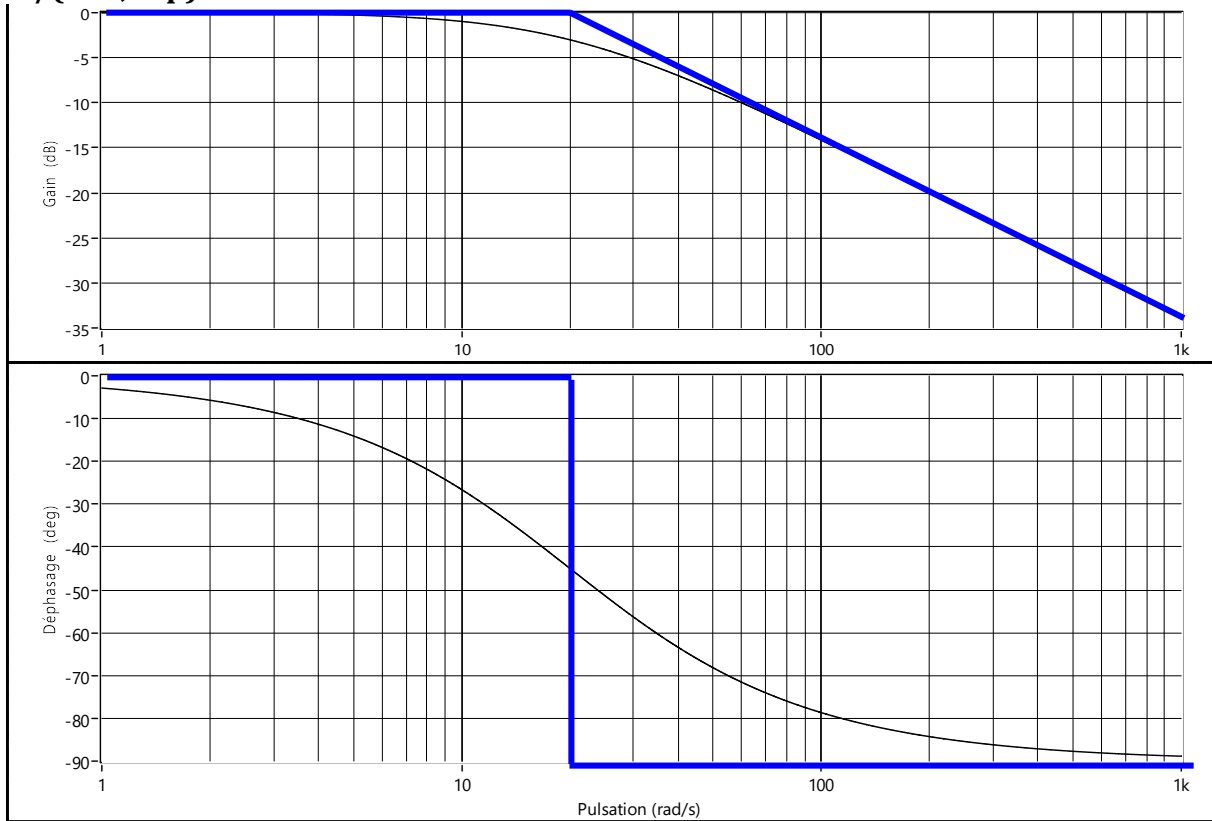
En présence d'un pôle réel soit p_i , quand ω croît le tracé asymptotique du gain subit une variation de pente de -20dB par décade dès que l'on rencontre $|p_i|$. En même temps le tracé asymptotique de phase décroît de 90° si le pôle est négatif et croît de la même quantité dans le cas contraire.

Règle 2 :

En présence d'un zéro réel soit z_i , quand ω croît le tracé asymptotique du gain subit une variation de pente de +20dB par décade dès que l'on rencontre $|z_i|$. En même temps le tracé asymptotique de phase croît de 90° si le zéro est négatif et décroît de la même quantité dans le cas contraire.

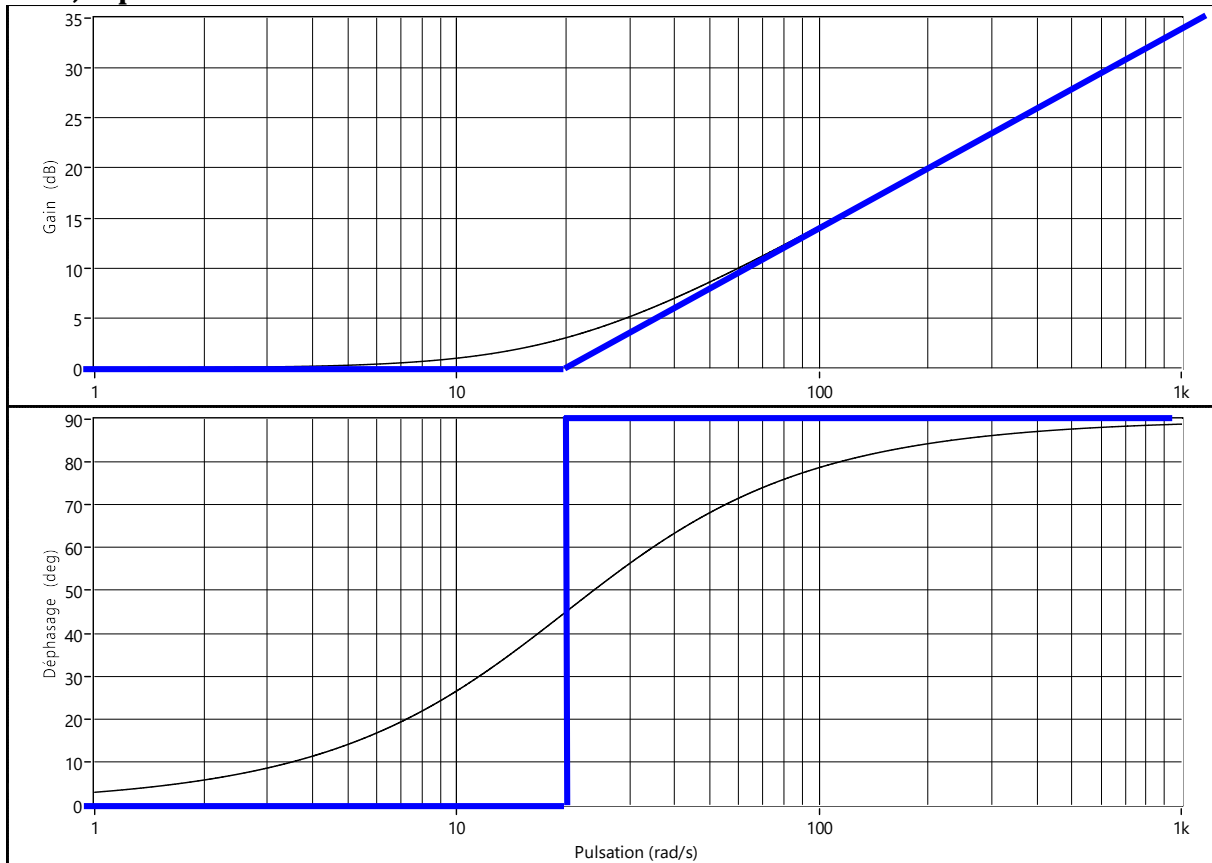


$H(p)=1/(1+0,05p)$

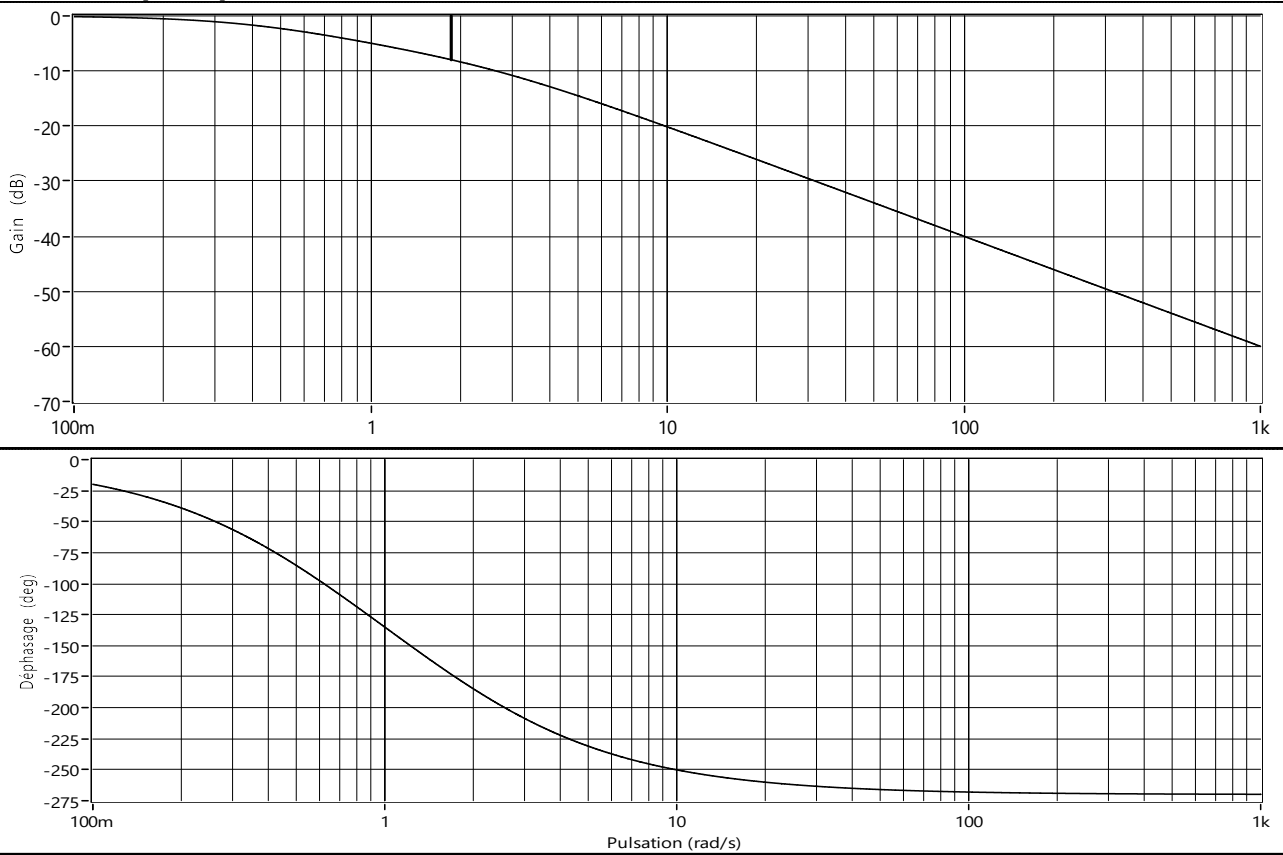


4

$H(p)=1+0,05p$

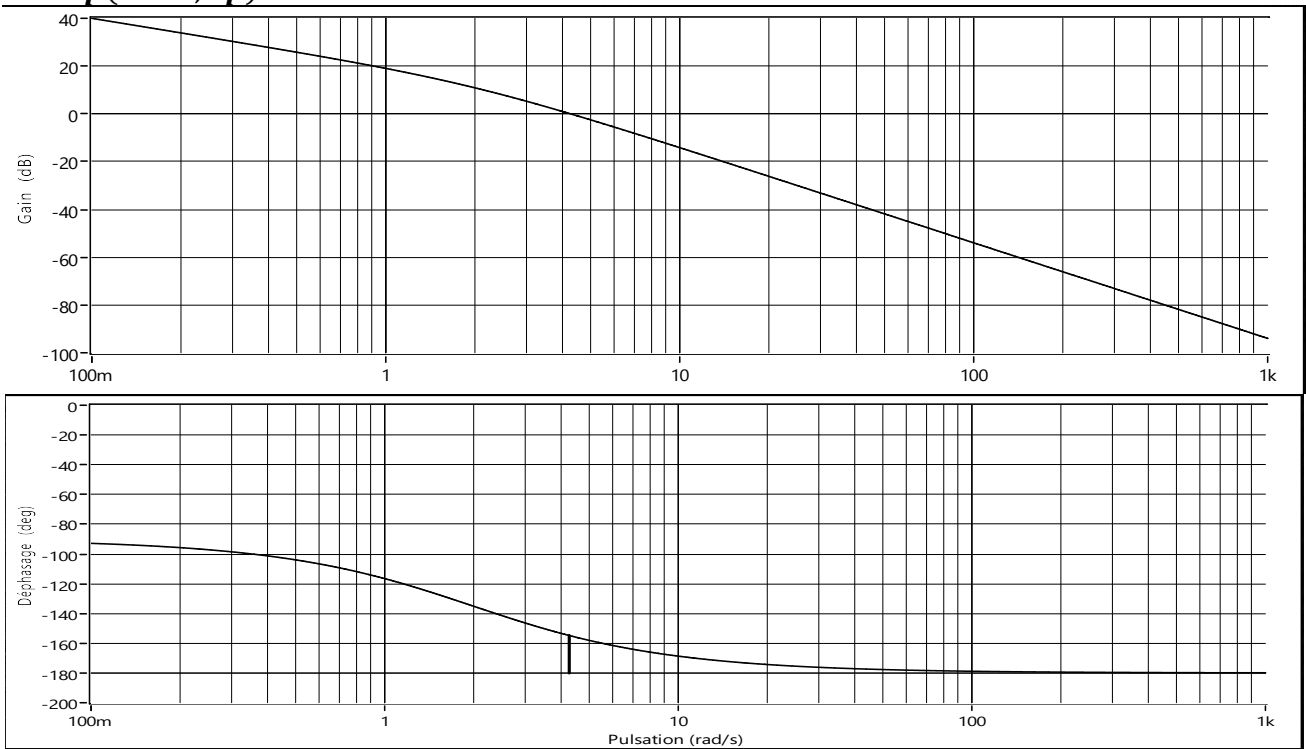


$$H(p) = \frac{1-p}{(1+0,5p)(1+2p)}$$



5

$$H(p) = \frac{10}{p(1+0,5p)}$$



Fin fiche 5

