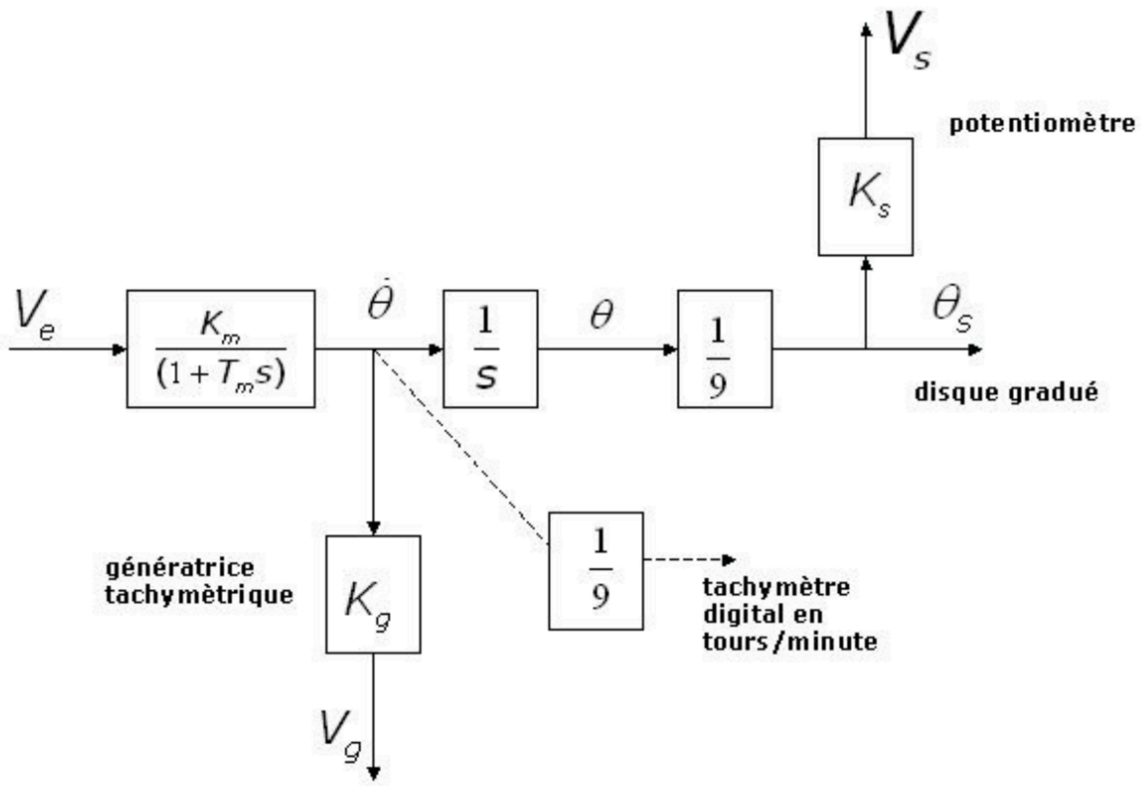
TP1 - Modélisation d'un moteur à courant continu

Introduction

Le but de cette manipulation est de modéliser un système électromécanique à partir d'une analyse fréquentielle, ainsi qu'à partir d'une analyse temporelle.

Identification des paramètres Ks et Kg

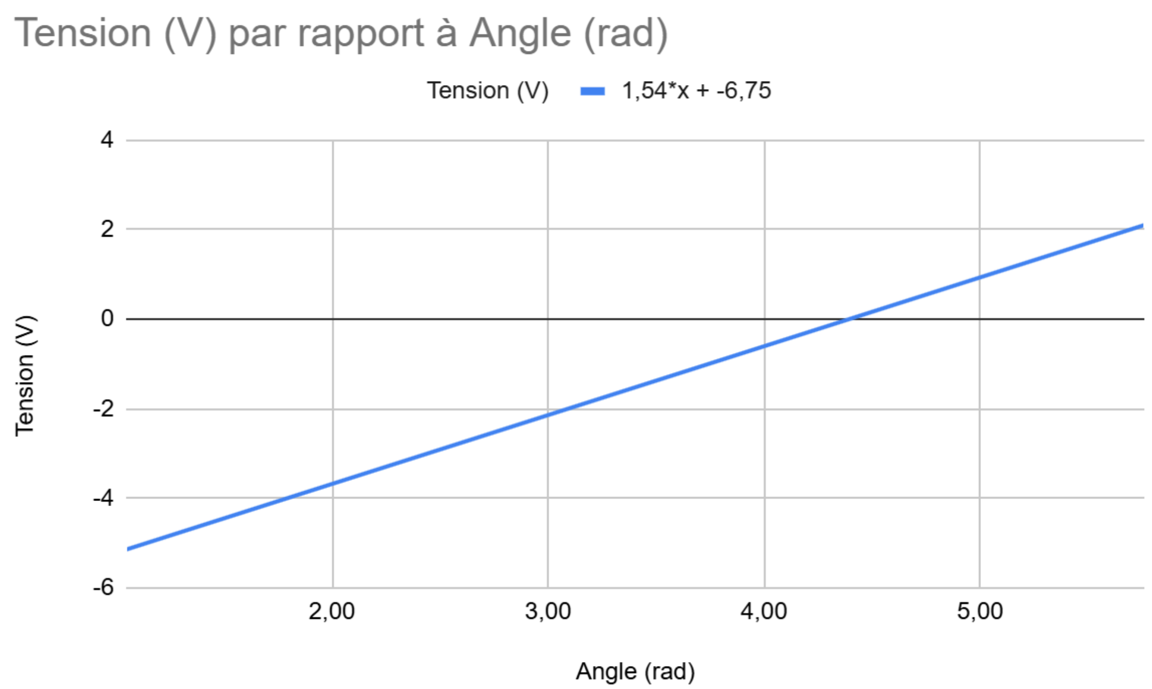
Soit le système suivant :



Louayi BENAMOR et Joshua Touboul-Rosette
3AE FISA

Identification de Ks

Pour identifier le gain du potentiomètre Ks, on fait varier l’angle theta s , et on mesure la tension de sortie Vs.
Le relevé expérimental de Vs en fonction de theta s est :



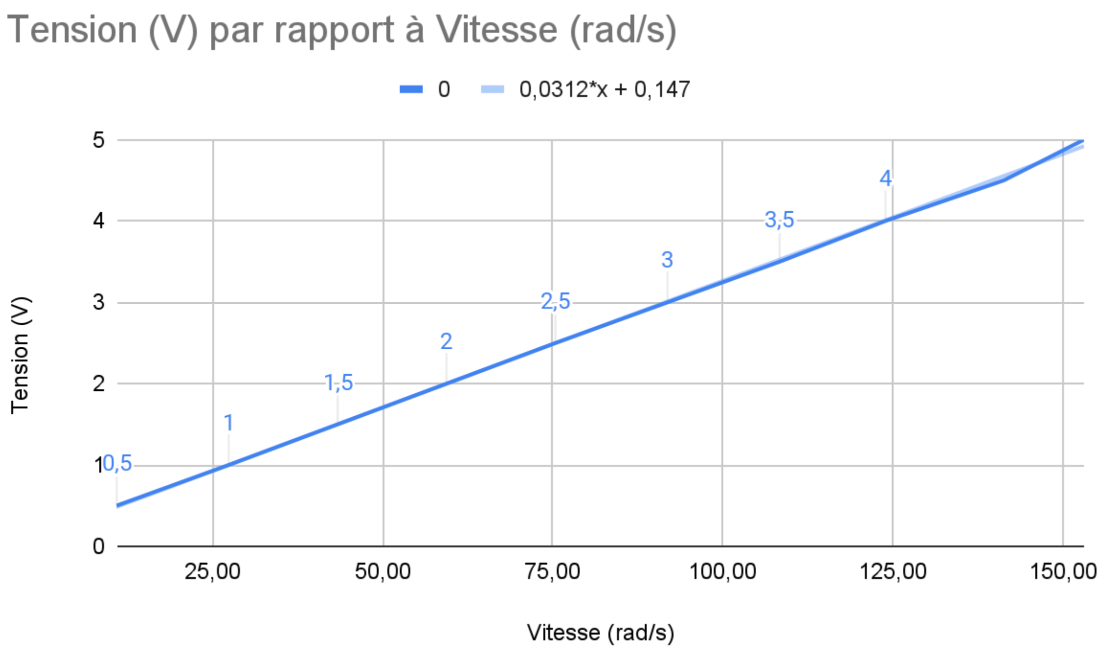
En traçant la courbe de tendance, on obtient une droite y(t) = ax+b, avec Ks = a = 1,54V/rad. Le coefficient b est certainement dû à des imprécisions dans le relevé de la mesure de l’angle auquel nous avons pris nos mesures.

Louayi BENAMOR et Joshua Touboul-Rosette
3AE FISA

1. Identification de Kg

Pour trouver le paramètre Kg, nous faisons varier la vitesse du moteur, et nous mesurons la vitesse angulaire de sortie **Vg** en sortie de la génératrice tachymétrique**.**

Nous mesurons :



En traçant la courbe de tendance, on obtient une droite y(t) = ax+b, avec Kg = a = 0.0312V*s/rad.

Louayi BENAMOR et Joshua Touboul-Rosette
3AE FISA

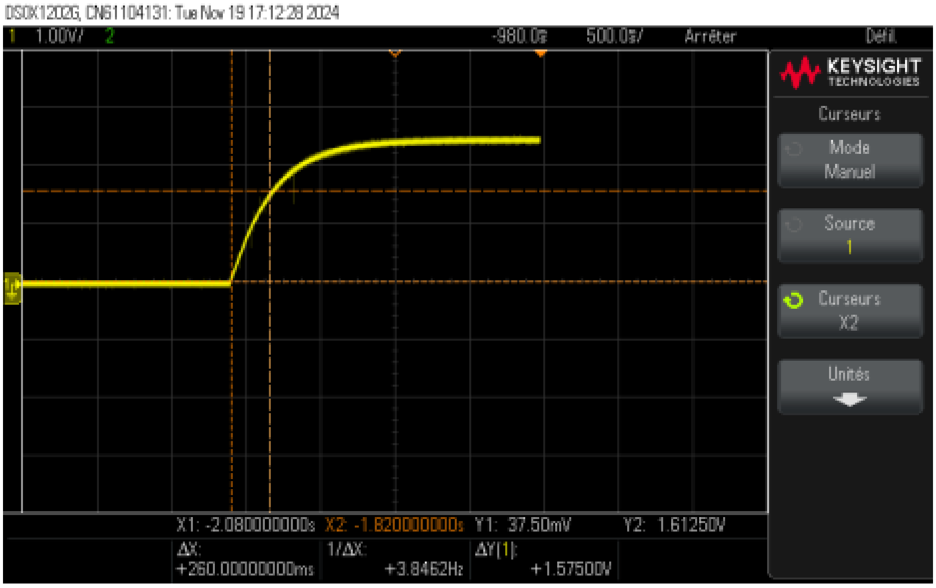
Identification du moteur dans le domaine temporel

Identification de Km et Tm

Une identification fréquentielle entre la tension Ve et la tension Vs est impossible car nous avons la présence d'un pôle en 0.
On fait donc une identification fréquentielle en vitesse entre la tension d'induit Ve et la tension Vg.

Avec Vg/Ve = (Kg*Ke)/(1+Tm*s).

Pour trouver le paramètre Km, on trace la réponse indicielle à un échelon de 3V.
On identifie le paramètre Vg (amplitude de la réponse indicielle) = 2.5V



On cherche les paramètres Km et Tm de cette fonction de transfert :

$$\dot{\theta} = \frac{K_m}{1 + T_m s} \Leftrightarrow \dot{\theta}(t) = V_e \cdot K_m \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}}\right)$$

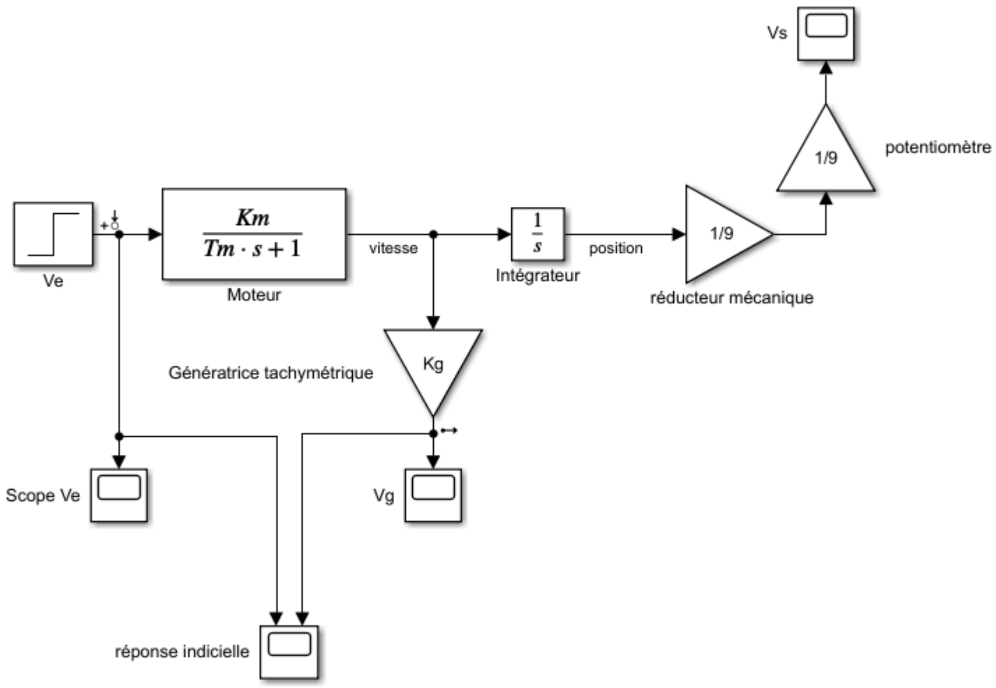
$$quand\ t \to +\infty,\ \dot{\theta}(t) = V_e \cdot K_m$$

$$à\ \dot{\theta} = 0.63 \cdot V_e \cdot K_m\ on\ relève\ T_m$$

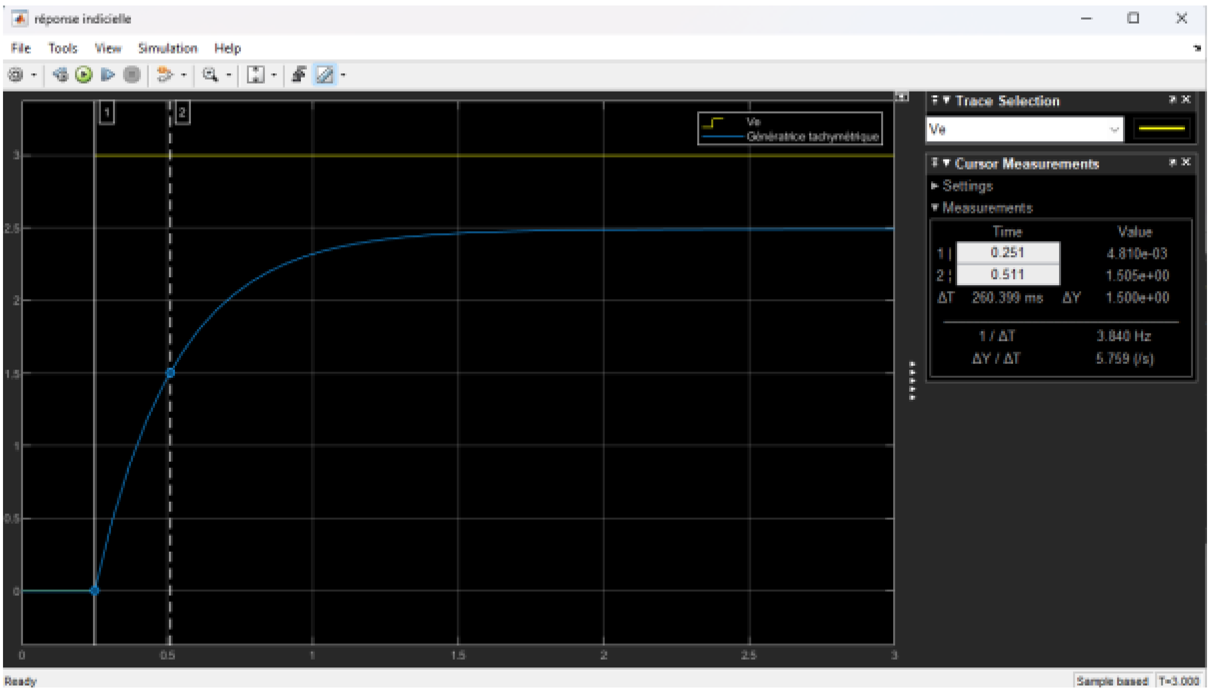
On relève la tension en sortie de la génératrice tachymétrique : V_g = 2.5V.
La tension V_s équivalente à la vitesse du moteur est : Vs = Vg/Kg
On calcule alors le gain K_m de la fonction de transfert:
Km = Vs/Ve = 26.6 rad/s/V..

Pour trouver Tm, on place un curseur à t=τ, ce qui correspond au temps auquel on atteint 63% de la valeur finale. On mesure Tm = 0.26s.

Vérifions sur MATLAB Simulink la validité du résultat obtenu, on refait le schéma présenté en début de TP :



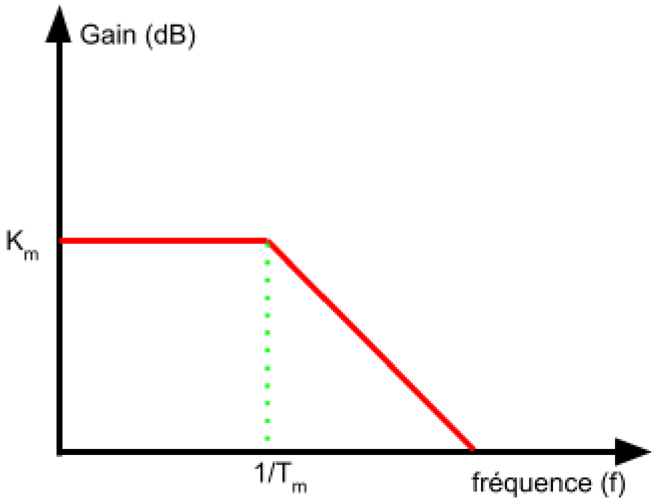
On observe la réponse indicielle :



Le temps de réponse et le gain statique en simulation sont très similaires aux résultats expérimentaux.

Analyse en domaine fréquentiel

Le tracé de Bode asymptotique de la fonction $G(s) = \dfrac{K_m}{(1+T_m s)}$ est :



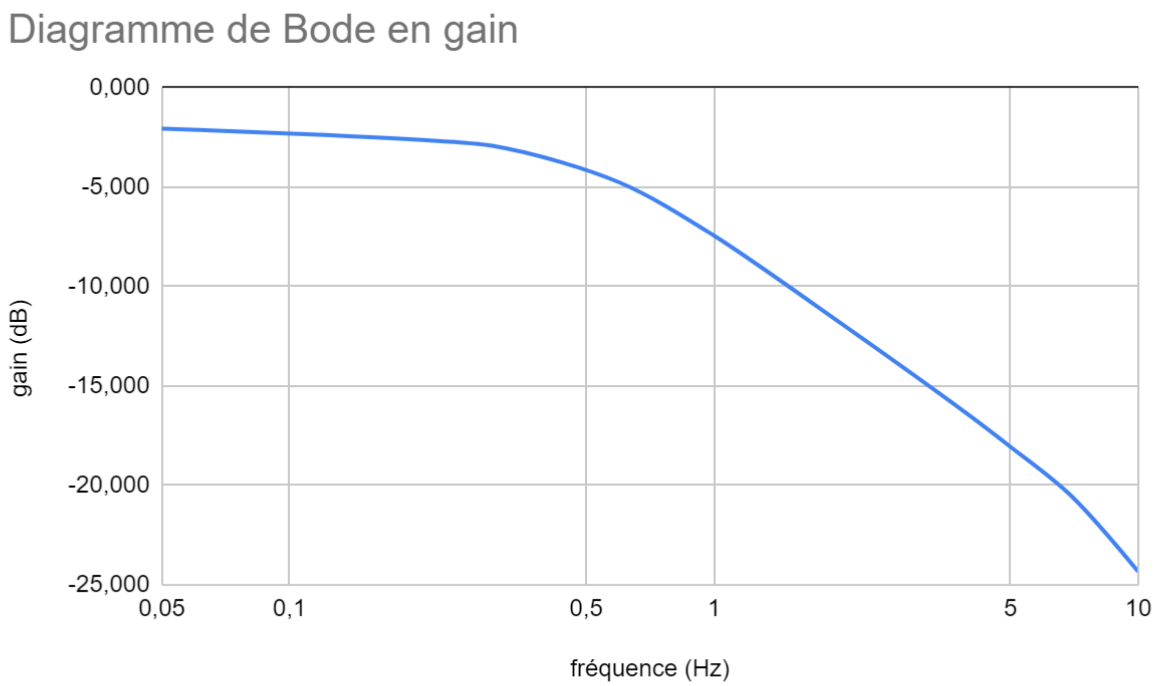
1. **Peut-on procéder directement à l'analyse fréquentielle entre la tension d'induit V_e et la position de l'arbre moteur θ? Expliquer pourquoi?**

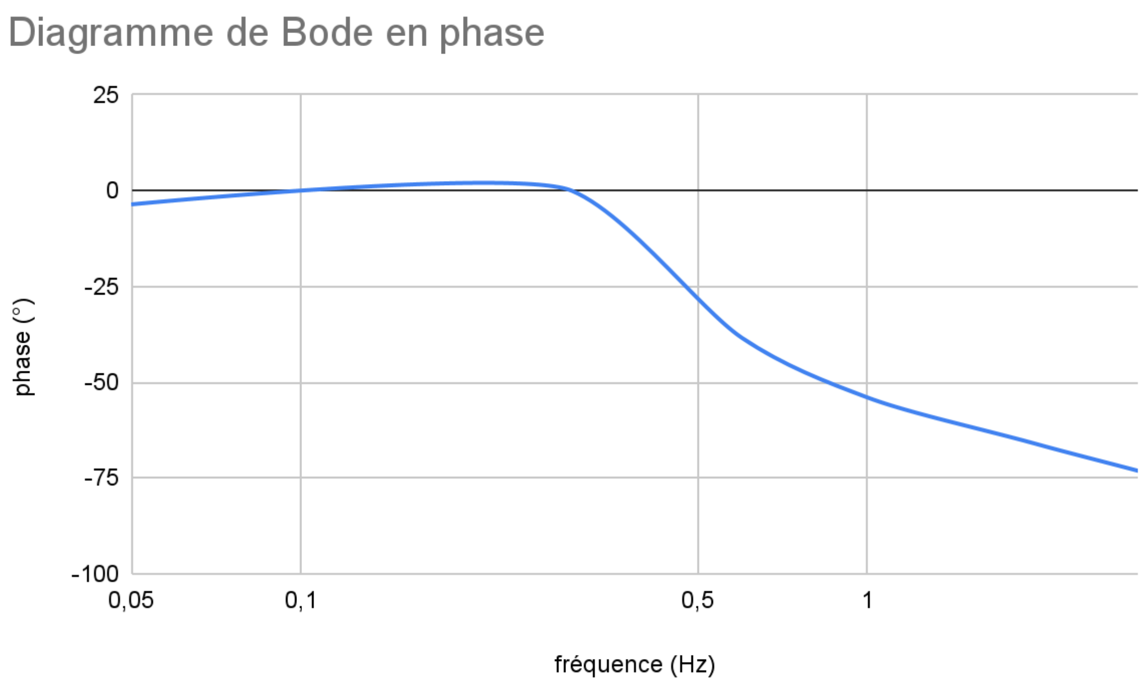
   On ne peut pas procéder directement à l'analyse fréquentielle entre la tension d'induit et la position de l'arbre moteur car on devrait intégrer la vitesse en sortie du moteur pour récupérer la position θ, le système est instable donc il est d'avantage plus dur de l'analyser fréquentiellement.

2. **Entre quelles grandeurs doit-on effectuer l'analyse fréquentielle ? Préciser les grandeurs mesurables sur la platine que vous utiliserez.**

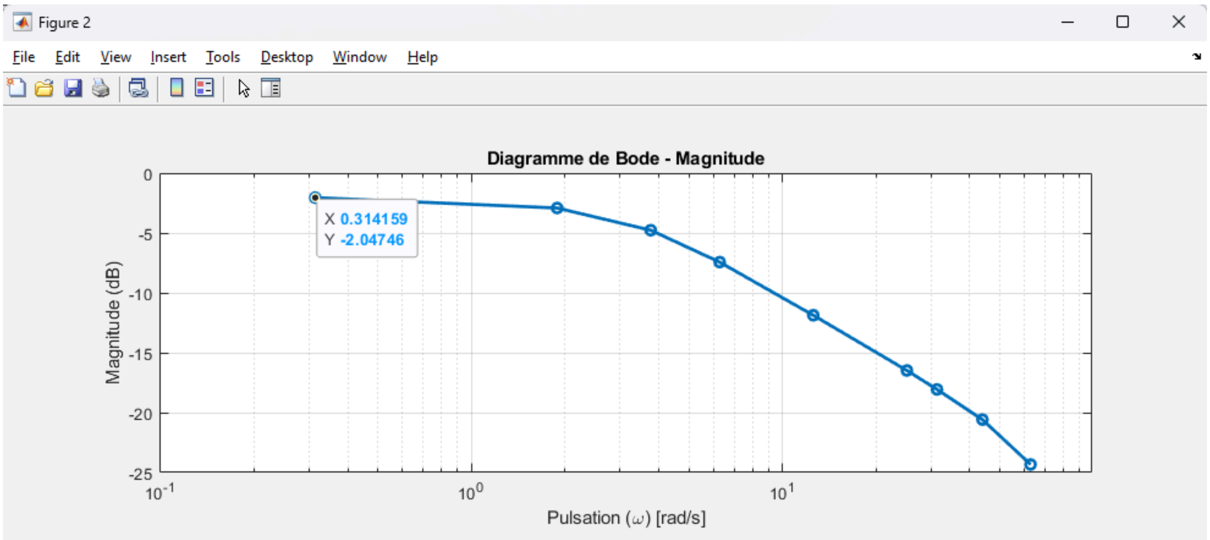
   On doit effectuer l'analyse fréquentielle des tensions Vg et Ve, afin d'étudier la vitesse de l'arbre moteur en sortie.

3. **Pour des fréquences allant de 0,05 Hz à 10 Hz et une tension d'entrée de Ve = 2 volts, relever la courbe de réponse en fréquence du système : appliquer une entrée sinusoïdale d'amplitude 2 volts, et pour chaque fréquence, relever le gain et le déphasage du signal de sortie par rapport au signal d'entrée.**





4. Tracer sous Matlab les courbes de réponse en fréquence pour la fonction de transfert ˙θ(s)/Ve(s) dans le plan de Black et dans le plan de Bode. On utilisera les fonctions (semilogx, grid, title, xlabel, ylabel...)



5. Déduire les paramètres Km et Tm.

D'après le diagramme de Bode, on a :

$$Gain\ statique\ = -2.04\ dB$$

$$pulsation\ de\ coupure\ = 3.60\ rad/s$$

$$Gain\ linéaire\ = 10^{-\frac{1.62}{20}} = 0.79\ \ or\ Gain\ linéaire\ = Km \cdot Kg$$

$$Km = \frac{0.79}{0.0312} = 25.32$$

$$Tm = \frac{1}{3.60} \Rightarrow 0.27\ s$$

Conclusion

En comparant les paramètres identifiés dans les sections précédentes, nous proposons la modélisation suivante pour le moteur. La fonction de transfert du système est exprimée par

$$G(s) = \frac{K_m}{s(1 + T_m s)}$$

où le gain Km a été déterminé expérimentalement à 26,6 et la constante de temps Tm à 0,26 seconde.
Cette fonction traduit le comportement dynamique du moteur, reliant la tension d'entrée Ve à la position angulaire theta en sortie. Les gains ont également été identifiés, avec Ks=1.54 pour le potentiomètre et Kg=0.0312 pour la génératrice tachymétrique.

Cette modélisation est cohérente avec les analyses temporelles et fréquentielles effectuées. Ce modèle peut désormais être utilisé pour simuler le comportement du système, tester différentes lois de commande et assurer un contrôle précis en exploitation.