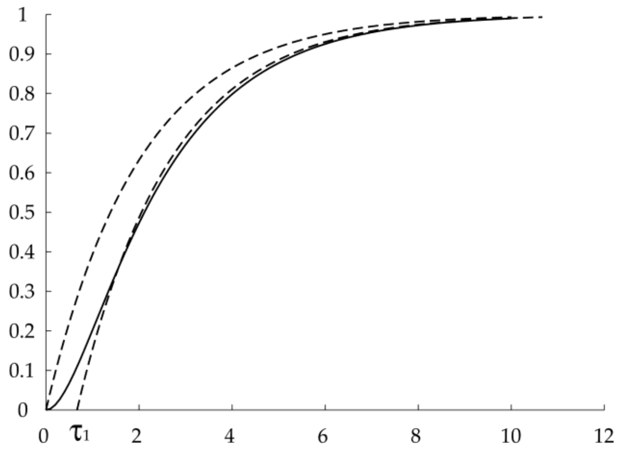
TD – Etude d'un procédé robotisé de dépose de composite en fibres de carbone

POINT METHODE :

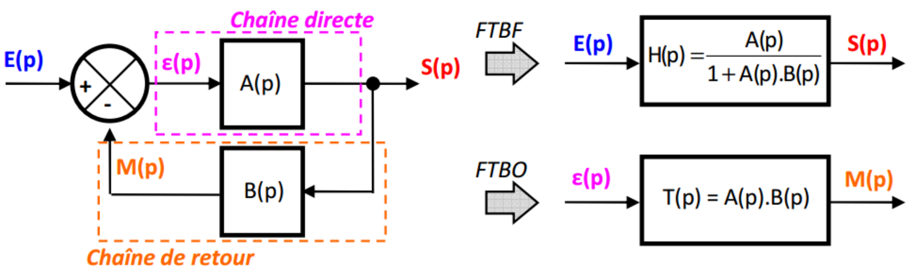
- Réponse temporelle d'un 2nd ordre assimilé à un 1er ordre dominant (**Q2**) :

  Si $p_1 \gg p_2$, alors le pôle p_2 (inverse de la constante de temps τ_2) est dit dominant.

$$\boldsymbol{s(t) \cong Ke_0\left(1 - e^{-\frac{t-\tau_1}{\tau_2}}\right)u(t)}$$



- FTBF/FTBO (**Q3/Q5/Q8**) :



- Détermination graphique des coefficients d'un premier ordre (**Q7**) :

  $K = \frac{s_\infty}{e_0}$

  $\tau \rightarrow t_{5\%} \simeq 3.\tau$

  ou

  $\tau \rightarrow Abscisse\ du\ point\ d'intersection\ entre\ la\ tangent\ à\ l'origine\ et\ l'asymptote\ s_\infty$

- Détermination de l'écart en BF en fonction de la classe de la BO et de l'entrée (**Q8/Q11**) :

X(p)	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
	ε	ε	ε	ε
$\frac{A}{p}$	$\frac{A}{K_{BO}+1}$	0	0	0
$\frac{A}{p^2}$	∞	$\frac{A}{K_{BO}}$	0	0
$\frac{A}{p^3}$	∞	∞	$\frac{A}{K_{BO}}$	0

- Tracé de BODE (**Q9**) :

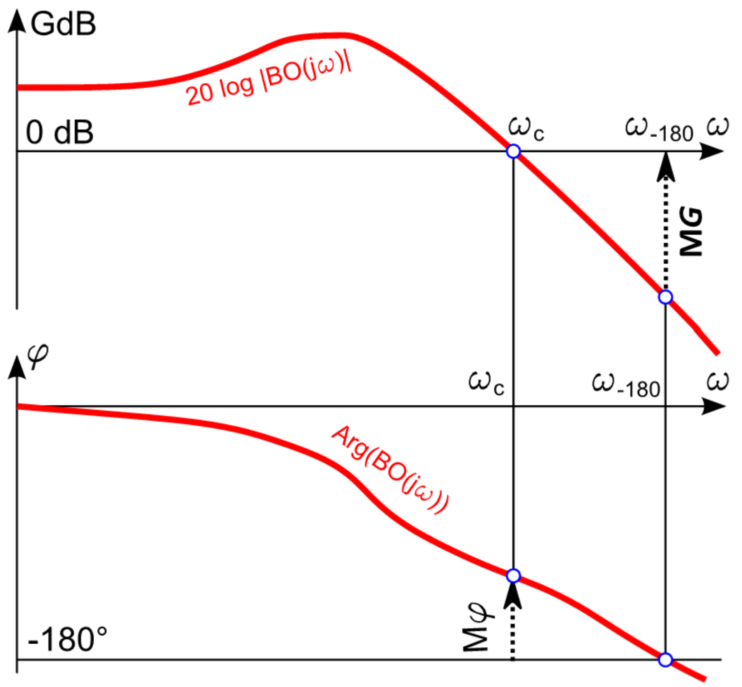
<u>Méthodologie de tracé</u>

Pour réaliser le tracé d'un diagramme de Bode, il faut procéder dans l'ordre selon les 5 étapes suivantes :

- Déterminer l'expression du gain en décibels et de la phase en degrés de la fonction de transfert considérée.
- Déterminer la direction des asymptotes quand ω tend vers 0 et quand ω tend vers + ∞ pour le gain et la phase.
- Déterminer le lieu de l'intersection des asymptotes pour le gain (ω = 1/τ).
- Réaliser le tracé des asymptotes sur le diagramme.
- Réaliser le tracé réel approximatif en s'aidant des asymptotes.

Pour un diagramme d'ordre 2 avec z > 1 on superpose deux diagrammes d'ordre 1.
On peut donc aussi se référer à cette méthode sauf si z < 1.

- Marge de Phase / Marge de Gain (**Q10**) :



ELEMENTS DE CORRECTION :

Q1 :

$$\boxed{M(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{\dfrac{K}{K^2 + R.a}}{1 + \dfrac{L.a + J_{eq}.R}{K^2 + R.a}.p + \dfrac{L.J_{eq}}{K^2 + R.a}.p^2}}$$

$$\boxed{M(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{3,77}{1 + 1,31.10^{-2}.p + 1,75.10^{-5}.p^2}}$$

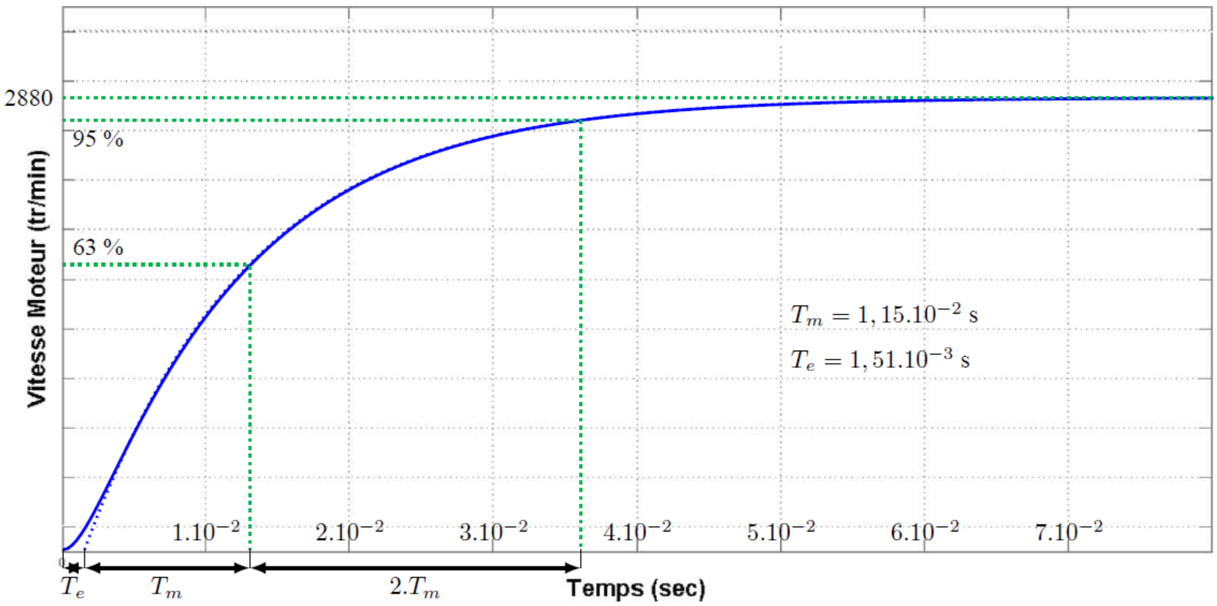
$$\boxed{M(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{K_m}{(1 + T_e.p).(1 + T_m.p)}}$$

$$\boxed{K_m = \frac{0,22}{0,22^2 + 2,5.4\,10^{-3}} = 3,77\ \text{rad.s}^{-1}/\text{V}}$$

$$\boxed{T_e = 1,51.10^{-3}\,\text{s}}$$

$$\boxed{T_m = 1,15.10^{-2}\,\text{s}}$$

Q2 :



Q3 :

$$\boxed{G(p)=\frac{K_G\,.\left(1+T_G\,.\,p\right)}{\left(1+T_e\,.\,p\right).\left(1+T_m\,.\,p\right)}}\text{ avec }\boxed{K_G=\frac{K_m.a}{K}=\frac{a}{K^2+R\,.\,a}}\text{ et }\boxed{T_G=\frac{J_{eq}}{a}}$$

A.N. : $\boxed{K_G=\frac{3{,}77\,.\,4\,.10^{-3}}{0{,}22}=6{,}8\,.10^{-2}\ \mathrm{A.V^{-1}}}$; $\boxed{T_G=\frac{3\,.10^{-4}}{4\,.10^{-3}}=\frac{3\,.10^{-4}}{4\,.10^{-3}}=7{,}5\,.10^{-2}\ \mathrm{s}}$

Q4 :

Au démarrage du moteur, il existe un pic de courant dont l'amplitude est importante (25 A) et supérieure à l'intensité maximale que peut supporter le moteur (20 A).

Ce pic d'intensité est normal, car au début, la sortie du comparateur est de 80 V (la vitesse de rotation du moteur est nulle) et comme le système électrique est très rapide par rapport au système mécanique, l'intensité montre très rapidement (en valeur asymptotique, elle serait de : $\frac{80}{2,5}=32\ A$).

Q5 :

$$\boxed{H_{IBO}(p)=\frac{K_I\,.\,K_G\,.\,h}{T_I\,.\,p}\cdot\frac{\left(1+T_G\,.\,p\right).\left(1+T_I\,.\,p\right)}{\left(1+T_e\,.\,p\right).\left(1+T_m\,.\,p\right)}}$$

Q6 :

$$\boxed{T_I=T_e=1{,}51\,.10^{-3}\mathrm{s}}$$

$$\boxed{H_{IBO}(p)=\frac{K_I\,.\,K_G\,.\,h}{T_e\,.\,p}\cdot\frac{1+T_G\,.\,p}{1+T_m\,.\,p}}$$

Q7 :

$$\boxed{K_I=0{,}5}$$

$$\boxed{T_{IBF}=5\ \mathrm{ms}}$$

$$\boxed{K_{IBF}=1}$$

Q8 :

$$\boxed{H_{\Omega BOCor}(p) = \frac{K_{PI} . K_{IBF} . K . K_{\Omega}}{a . T_{PI} . p} . \frac{1 + T_{PI} . p}{(1 + T_{IBF} . p) . \left(1 + \frac{J_{eq}}{a} . p\right)}}$$

Etude du pôle dominant → $\boxed{T_{PI} = \frac{J_{eq}}{a}}$

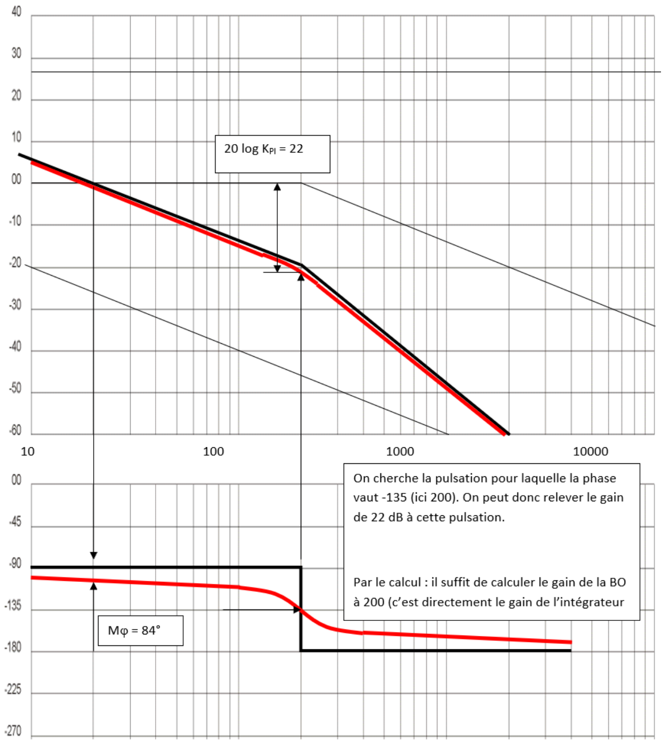
$$\boxed{H^{1}_{\Omega BOCor}(p) = \frac{\frac{K_{PI} . K_{IBF} . K . K_{\Omega}}{J_{eq}}}{p . (1 + T_{IBF} . p)}}$$

Il s'agit d'une fonction du 2eme ordre et de classe 1.

FTBO → 2nd ordre → phase est donc toujours supérieure à -180° → marge de phase est donc positive et la marge de gain est infinie (car $\omega_{-180°}$ n'existe pas).

FTBO → classe 1 → Ecart statique nul → Précision OK

Q9 :



$M\varphi = 84$ ° (à ω = 20 rad/s)

$MG\ infinie$ (ou non définie) car $\omega_{-180°}$ n'existe pas.

Q10 :

On doit faire remonter le gain de +22 dB → $\boxed{K_{PI} \leq 12{,}58}$

Q11 :

$\boxed{\varepsilon_s = 0}$

Les marges de stabilité sont respectées, l'erreur statique est respectée, le critère en temps de réponse n'est pas respecté, mais nous n'en sommes pas très loin.