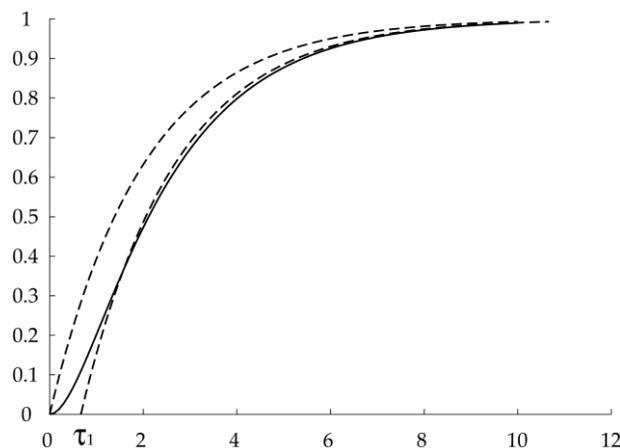


## TD – Etude d’un procédé robotisé de dépose de composite en fibres de carbone

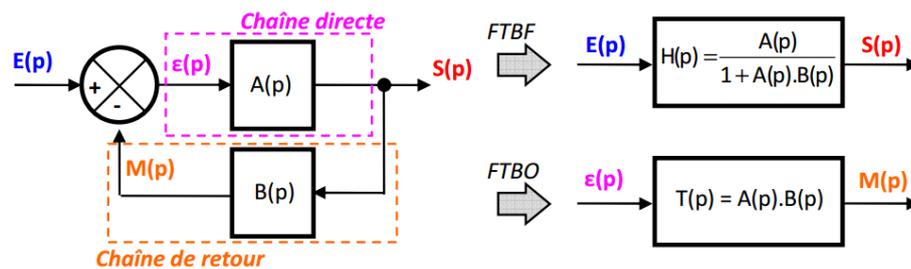
### POINT METHODE :

- Réponse temporelle d’un 2<sup>nd</sup> ordre assimilé à un 1<sup>er</sup> ordre dominant (**Q2**) :  
Si  $p_1 \gg p_2$ , alors le pôle  $p_2$  (inverse de la constante de temps  $\tau_2$ ) est dit dominant.

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



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



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

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

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

ou

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

- Détermination de l'erreur 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
	$\epsilon$	$\epsilon$	$\epsilon$	$\epsilon$
$\frac{A}{p}$	$\frac{A}{K_{BO} + 1}$	0	0	0
$\frac{A}{p^2}$	$\infty$	$\frac{A}{K_{BO}}$	0	0
$\frac{A}{p^3}$	$\infty$	$\infty$	$\frac{A}{K_{BO}}$	0

- Tracé de BODE (Q9) :

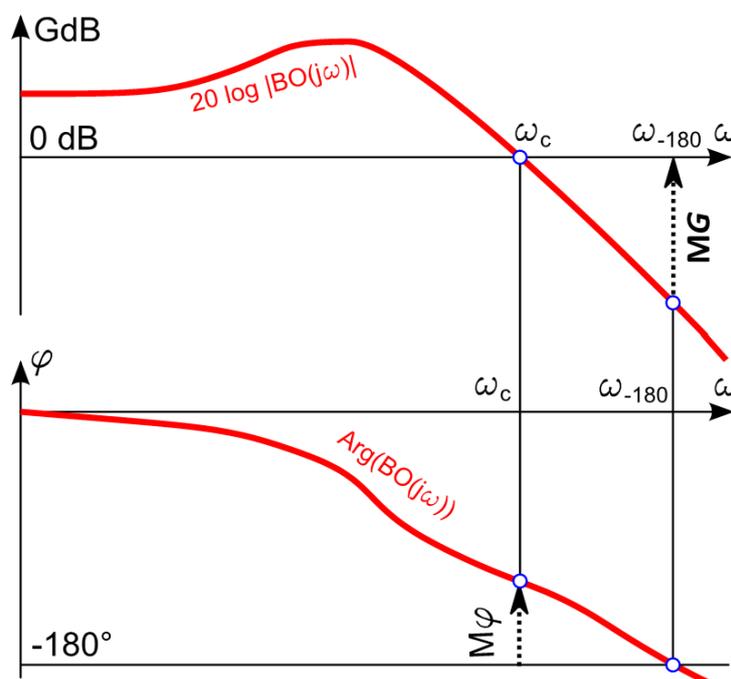
**Méthodologie de tracé**

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  $\omega$  tend vers 0 et quand  $\omega$  tend vers  $+\infty$  pour le gain et la phase.
- Déterminer le lieu de l'intersection des asymptotes pour le gain ( $\omega = 1/\tau$ ).
- 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 :**

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

$$M(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{3,77}{1 + 1,31 \cdot 10^{-2} \cdot p + 1,75 \cdot 10^{-5} \cdot p^2}$$

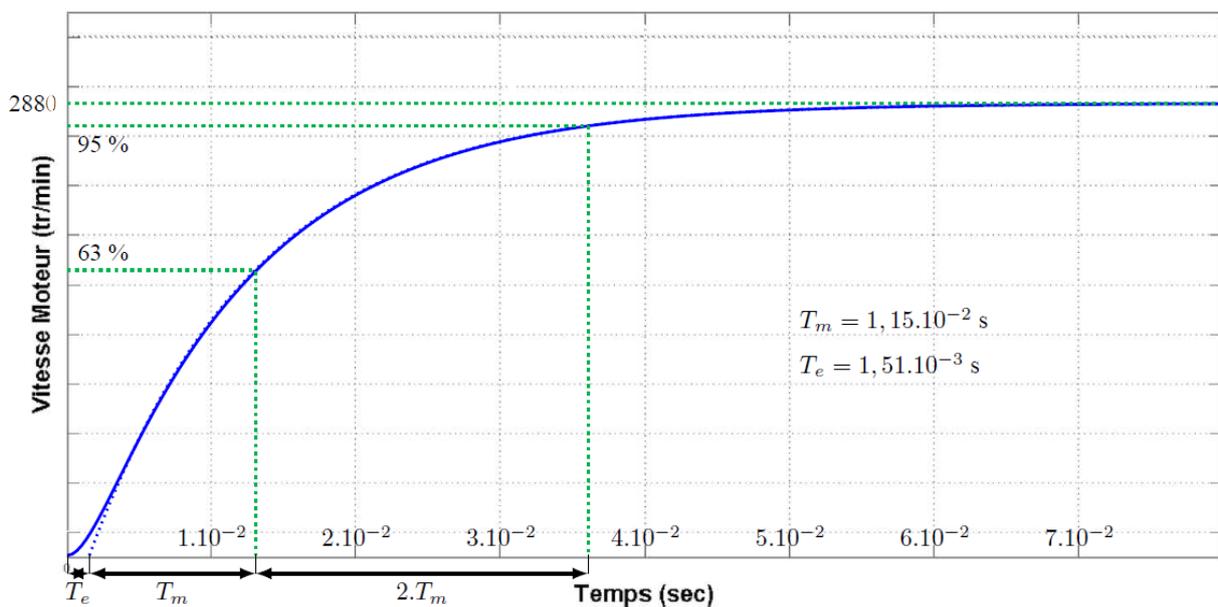
$$M(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{K_m}{(1 + T_e \cdot p) \cdot (1 + T_m \cdot p)}$$

$$K_m = \frac{0,22}{0,22^2 + 2,5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 3,77 \text{ rad.s}^{-1}/\text{V}$$

$$T_e = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$T_m = 1,15 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

**Q2 :**



**Q3 :**

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

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

**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 normale, 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 monte très rapidement (en valeur asymptotique, elle serait de :  $\frac{80}{2,5} = 32 \text{ A}$ ).

**Q5 :**

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

**Q6 :**

$$T_I = T_e = 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

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

**Q7 :**

$$K_I = 0,5$$

$$T_{IBF} = 5 \text{ ms}$$

$$K_{IBF} = 1$$

**Q8 :**

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

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

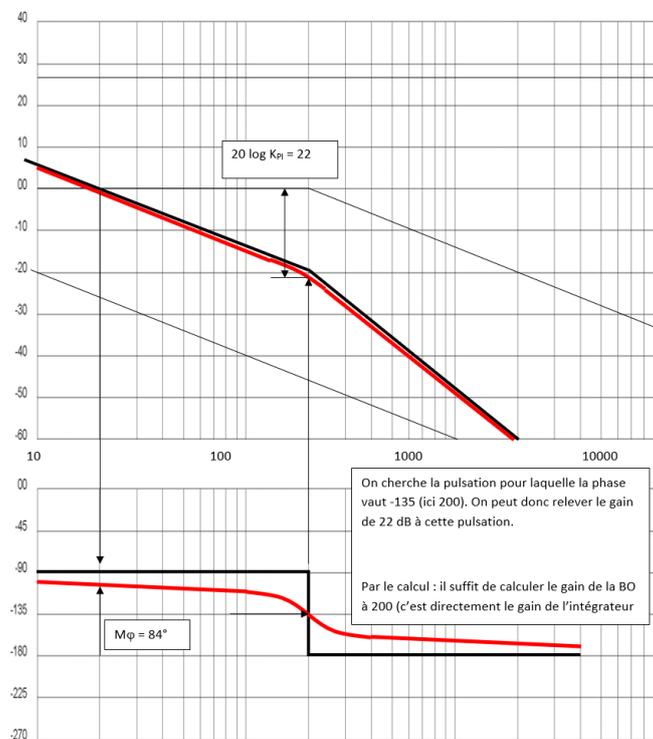
$$H^1_{\Omega\text{BOCor}}(p) = \frac{K_{PI} \cdot K_{IBF} \cdot K \cdot K_{\Omega}}{p \cdot (1 + T_{IBF} \cdot p)}$$

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

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

FTBO  $\rightarrow$  classe 1  $\rightarrow$  Ecart statique nul  $\rightarrow$  Précision OK

**Q9 :**



$M\phi = 84^\circ$  (à  $\omega = 20$  rad/s)

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

**Q10 :**

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

**Q11 :**

$$\varepsilon_s = 0$$

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.