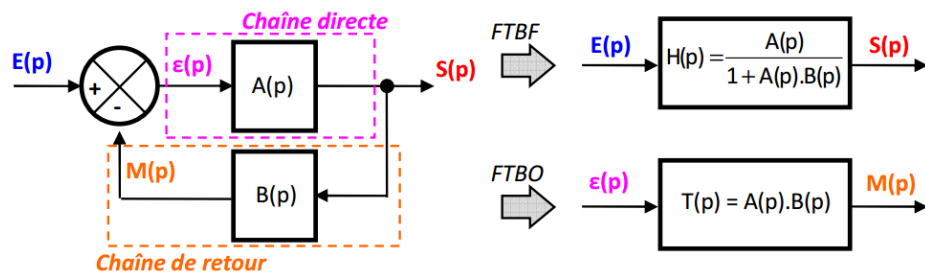


TD – Etude du téléphérique Vanoise Express

POINT METHODE :

- FTBF/FTBO (Q2/Q10) :



- Principe de superposition (Q2) :

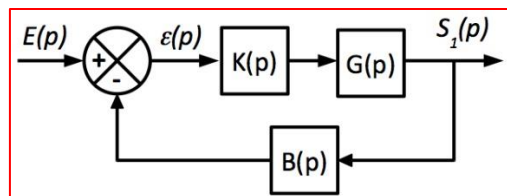
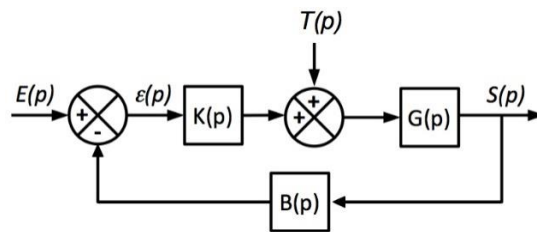


Schéma-bloc où $T(p) = 0$

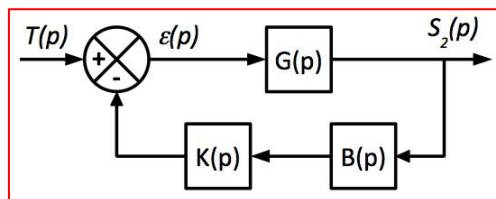


Schéma-bloc où $E(p) = 0$

- Détermination graphique des coefficients d'un premier ordre (Q3) :

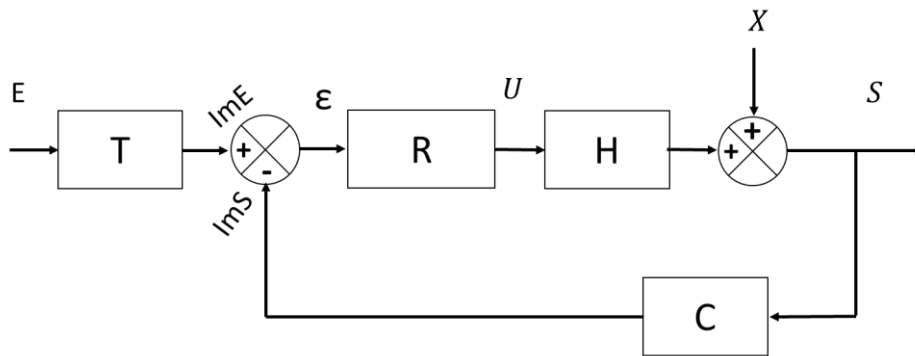
$$K = \frac{s_\infty}{e_0}$$

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

ou

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

- Relation Transducteur / Capteur (Q5) :



Si [Sortie Processus = Consigne] alors il faut [Image Sortie = Image Consigne].

Dans le cas fréquent où $T(p)$ et $C(p)$ sont assimilés à des gains purs : $C = T$

- Détermination de l'erreur en BF en fonction de la classe de la BO et de l'entrée (Q7/Q8/Q9/Q13) :

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 (Q11) :

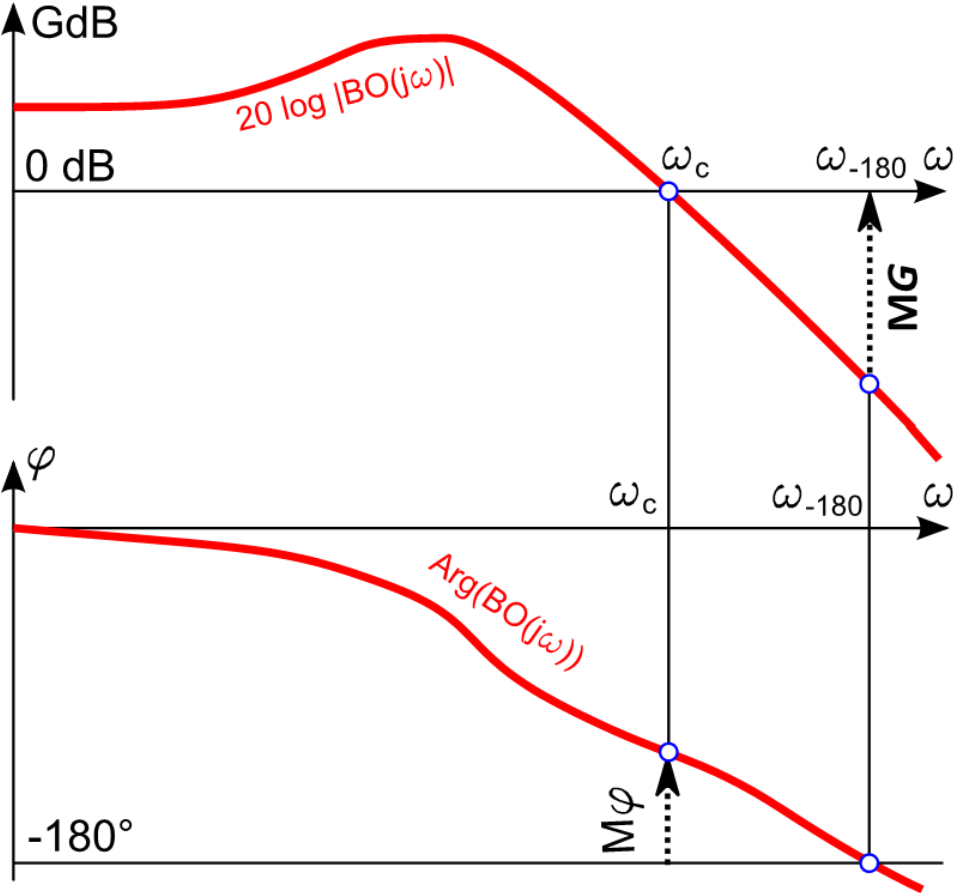
Méthodologie de tracé

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 ω tend vers 0 et quand ω 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 (Q12) :



ELEMENTS DE CORRECTION :**Q1 :**

$$G_1(p) = \frac{1}{R + Lp} \quad G_2(p) = k_T \quad G_3(p) = \frac{1}{f + Jp} \quad G_4(p) = k_E$$

Q2 :

$$F_1(p) = \frac{2G_1(p).G_2(p).G_3(p)}{1 + 2G_1(p).G_2(p).G_3(p).G_4(p)}$$

$$F_2(p) = \frac{G_3(p)}{1 + 2G_1(p).G_2(p).G_3(p).G_4(p)}$$

Q3 :Modèles d'identification : fonctions du 1^{er} ordreJustifications : tangente à l'origine non nulle + allure exponentielle décroissante

$$F_1(p) = \frac{0.1725}{1 + 0.47 \cdot p} \quad F_2(p) = \frac{5.8 \cdot 10^{-4}}{1 + 0.47 \cdot p}$$

Q4 :

$$B = \frac{K_1}{K_2} = 297,4 \text{ N.m/V}$$

$$D = K_2 = 5,8 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s.N.m}$$

$$T = \tau_2 = 0,47 \text{ s}$$

Q5 :

$$E = \frac{D}{2} \cdot k \quad E = 0.1m$$

$$F = \frac{\mu}{E} \quad F = 7.16V \cdot s/m$$

Q6 :

La fonction de transfert en boucle ouverte est du 1^{er} ordre → système bouclé stable

Q7 :

$$\text{Tableau des écarts} \rightarrow \varepsilon'_s = \frac{V_0}{1 + C_0 \cdot A' \cdot B \cdot G} \quad \varepsilon'_s = 4.286 \text{ m/s}$$

Q8 :

$$\varepsilon''_s = \frac{Cr_0 \cdot G}{1 + C_0 \cdot A' \cdot B \cdot G}$$

$$Cr_0 = -7270 \text{ N.m} \rightarrow \varepsilon''_s = -0.156 \text{ m/s}$$

$$Cr_0 = +7460 \text{ N.m} \rightarrow \varepsilon''_s = +0.160 \text{ m/s}$$

Q9 :

$$\text{Descente des « Arcs » : } \varepsilon'_s = 4.13 \text{ m/s}$$

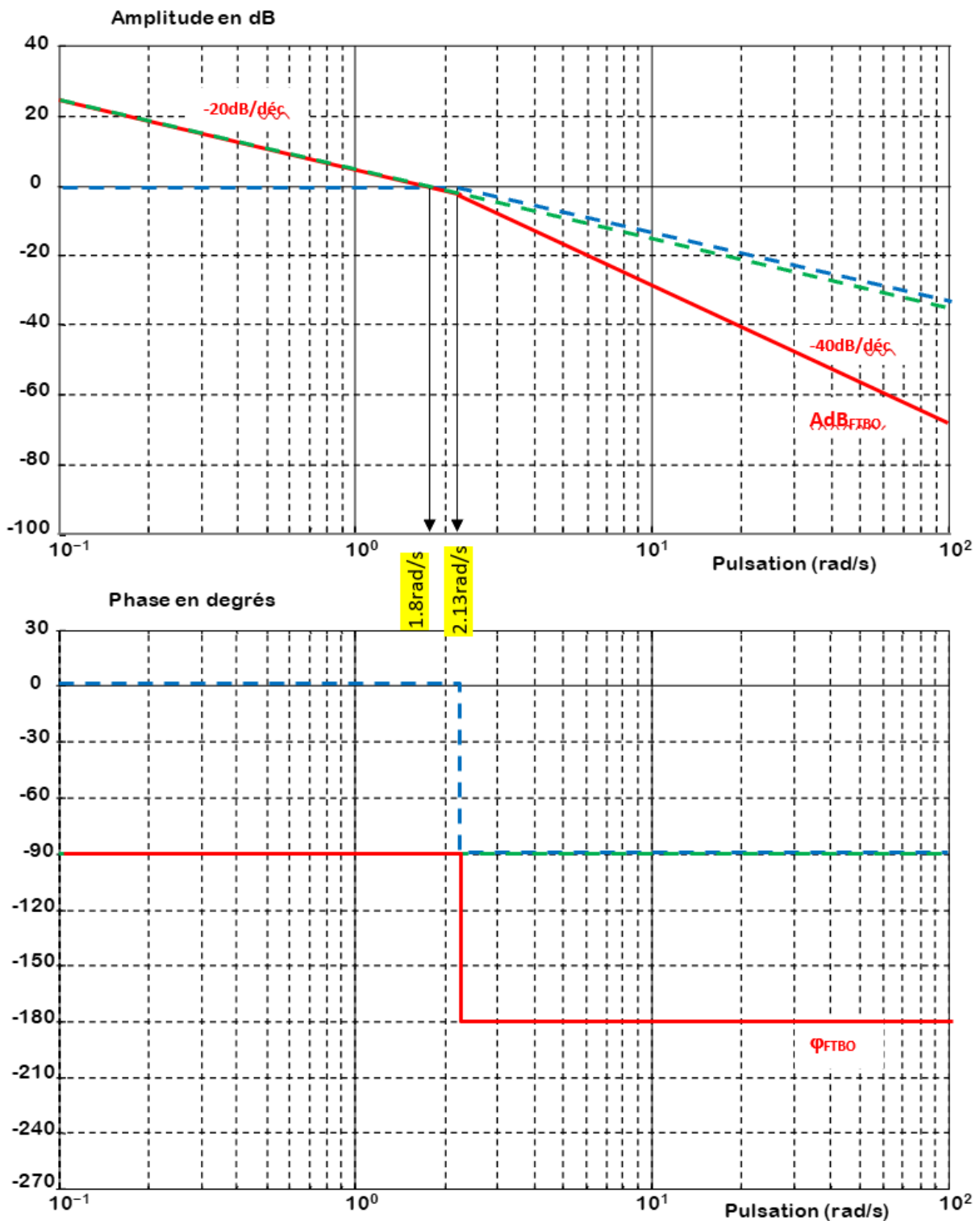
$$\text{Montée vers « La Plagne » : } \varepsilon'_s = 4.46 \text{ m/s}$$

Le critère « **Ecart statique** en vitesse en présence d'une perturbation échelon » n'est pas vérifié car pour annuler cette erreur statique il faudrait un **gain C₀ infini**

Q10 :

$$FTBO(p) = \frac{C_i \cdot A' \cdot B \cdot G}{p \cdot (1 + T \cdot p)} \quad FTBO(p) = \frac{1.8}{p \cdot (1 + 0.47 \cdot p)}$$

Q11 :



Q12 :

$$M\phi \geq 45^\circ \rightarrow \omega_{\text{dB}} \geq 2,13 \text{ rad/s} \text{ donc } \frac{C_i A'_{\text{B.G}}}{\sqrt{2}} \leq 2,13 \text{ rad/s} \rightarrow C_i \leq 1,67$$

Tant que C_i n'est pas trop petit, le critère de « Pulsation de coupure en boucle ouverte » sera respectée.

Q13 :

$$\varepsilon'_s = 0$$

$$\varepsilon''_s = 0$$

$$\varepsilon_s = 0$$

L'écart statique est **nul** donc le critère est vérifié.

Q14 :

Tableau des écarts $\rightarrow \varepsilon_v = \frac{1}{C_i \cdot A' \cdot B \cdot G}$

L'erreur de traînage devant être nulle, C_i doit tendre vers **l'infini**, ce qui est **irréaliste**.