Production électrique et régulation

1. On a ici : $$FTBO(p) = K_{ri} \cdot \underbrace{\frac{\Delta P_m(p)}{\Delta P_{ca}(p)}}_{= HP(p)} \cdot \frac{f_o}{P_{ot} \cdot T_a \cdot p}$$

$$= K_{ri} \cdot \frac{1 + T_i \cdot p}{1 + 2 \cdot T_i \cdot p + T_i \cdot \tau_w \cdot p^2} \cdot \frac{f_o}{P_{ot} \cdot T_a \cdot p}$$

La FTBO est de classe 1 donc le système sera précis pour une entrée en échelon. On aura donc :

$$\lim_{t \to +\infty} \Delta f_c(t) - \Delta f(t) = 0$$

2. 3. Il n'y a pas d'intégration en amont des perturbations donc le système sera sensible à ces perturbations.

Calculons : $$\lim_{t \to +\infty} \Delta f_c(t) - \Delta f(t) = \lim_{p \to 0^+} p \cdot (\Delta F_c(p) - \Delta F(p))$$

Avec : $$\Delta F(p) = FTBF(p) \cdot \underbrace{\Delta F_c(p)}_{= \frac{\Delta f_c^0}{p}} + \underbrace{\frac{HP(p) \cdot \frac{f_o}{P_{ot} \cdot T_a \cdot p}}{1 + HP(p) \cdot \frac{f_o}{P_{ot} \cdot T_a \cdot p} \cdot K_{ri}}}_{= H_{P_c}(p)} \cdot \underbrace{\Delta P_c(p)}_{= \frac{\Delta P_c^0}{p}}$$

$$- \underbrace{\frac{\frac{f_o}{P_{ot} \cdot T_a \cdot p}}{1 + HP(p) \cdot \frac{f_o}{P_{ot} \cdot T_a \cdot p} \cdot K_{ri}}}_{= H_{P_{cnt}}(p)} \cdot \underbrace{\Delta P_{cnt}(p)}_{= \frac{\Delta P_{cnt}^0}{p}}$$

Donc : $$\lim_{t \to +\infty} \Delta f_c(t) - \Delta f(t) = \overbrace{\lim_{p \to 0^+} (1 - FTBF(p)) \cdot \Delta f_c^0}^{= 0 \ (q^\circ 1)} - \lim_{p \to 0^+} H_{P_c}(p) \cdot \Delta P_c^0 - \lim_{p \to 0^+} H_{P_{cnt}}(p) \cdot \Delta P_{cnt}^0$$

D'où : $$\lim_{t \to +\infty} \Delta f_c(t) - \Delta f(t) = -\frac{1}{K_{ri}} \cdot \Delta P_c^0 + \frac{1}{K_{ri}} \cdot \Delta P_{cnt}^0 = \frac{\Delta P_{cnt}^0 - \Delta P_c^0}{K_{ri}}$$

4. $$-\Delta f = -\lim_{t \to +\infty} \underbrace{\Delta f_c(t)}_{= 0} - \Delta f(t) = \frac{\Delta P_c^0 - \Delta P_{cnt}^0}{K_{ri}} = \lambda \cdot f_o \cdot \frac{\Delta P_c^0 - \Delta P_{cnt}^0}{P_{ot}}$$

"Statisme" de 4 %

Il faut donc :

$$\boxed{K_{ri} = \frac{P_{ot}}{\lambda \cdot f_o} \simeq 1,3 \cdot 10^8 \ W/Hz}$$

5. Je calcule les coefficients de la FTBO :

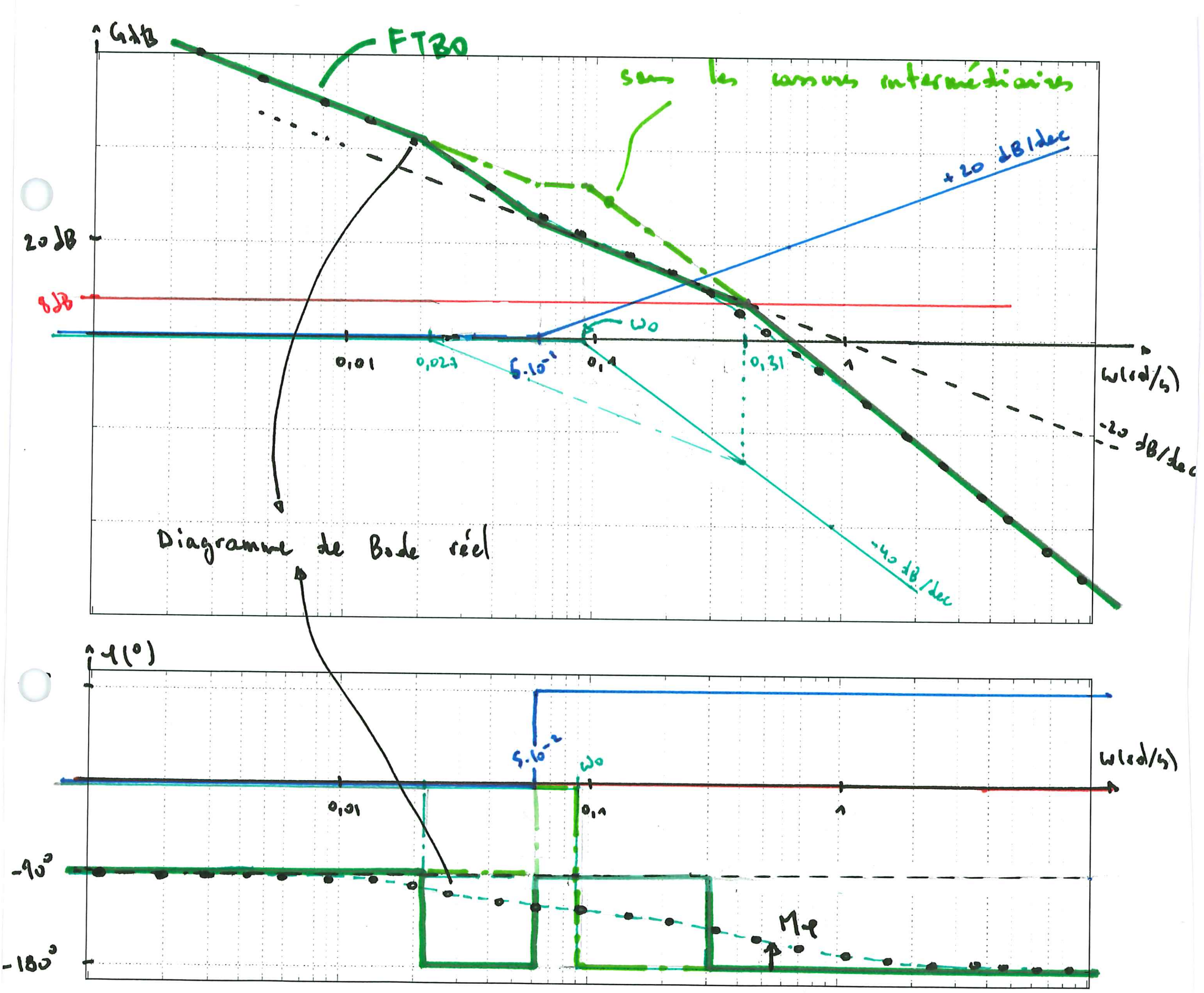
$$FTBO(p) = \underline{2,5} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{[1 + 20 \cdot p]}{[1 + 40 \cdot p + 120 \cdot p^2]}$$

$20 \cdot \log(2,5) \simeq 8$ dB

$\frac{1}{20} \simeq 5 \cdot 10^{-2}$ rad/s

$\omega_0 \simeq 9,1 \cdot 10^{-2}$ rad/s

$\xi \simeq 1,82$ $\mapsto$ pas de résonance (et deux cassures "intermédiaires" en 0,31 rad/s et 0,027 rad/s)



Je relève sur le diagramme de Bode :

$M\varphi \simeq 20°$

$M_G = +\infty$

Le cahier des charges demande $M\varphi > 20°$ et $M_G > 10$ dB. On peut considérer que les marges de stabilité sont respectées.

5 bis • On sait que $M_G = +\infty$, cette marge est donc respectée.

• Je cherche ω tel que $G_{dB} = 0 \iff |FTBO(j\cdot\omega)| = 1$

Avec : $$FTBO(j\cdot\omega) = K \cdot \frac{1}{j\cdot\omega} \cdot \frac{1 + T\cdot j\cdot\omega}{1 + \frac{2\cdot\xi}{\omega_0}\cdot j\cdot\omega - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

La résolution de $|FTBO(j\cdot\omega)| = 1$ à la calculatrice donne : $\omega_{0dB} = 0,8$ rad/s

La calculatrice donne ensuite directement : $\arg(FTBO(j\cdot\omega_{0dB})) \simeq -155°$

On en déduit donc $M_\varphi \simeq 25°$

6 Si on utilise un correcteur $\frac{K_{ri}}{p}$, on a :

$$FTBO(p) = \frac{K_{ri}}{p} \cdot \frac{1 + T_i\cdot p}{1 + 2\cdot T_i\cdot p + T_i\cdot \tau\cdot p^2} \cdot \frac{f_0}{R_f\cdot T_a\cdot p}$$

• La FTBO est de classe 2 donc le système reste précis pour une entrée en échelon.

• Il y a une intégration en amont des perturbations donc le système sera maintenant insensible à des perturbations en échelon.

• Avec deux intégrations dans la FTBO, on aura $\arg(FTBO(j\cdot\omega)) < -180°$ et donc l'asservissement deviendra instable. Cette solution n'est donc pas retenue.