Poursuite / Régulation ?

Toujours la FTBF en poursuite

si stable => stable en Régul

(même dénominateur)

Critère sur la FTBF

on calcule le polynome caractéristique de la FTBF $D(p) = 1 + FTBO$

pas de marges

1 Stabilité en BF

Critère sur la FTBO

FTBF a pour dénominateur $1 + FTBO$

Critère du Revers

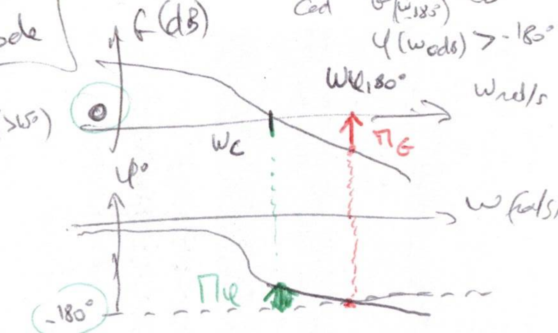
(Critère de Nyquist)

=> Marges de stabilité

$M_G > 0$

$M_\varphi > 0$ (>45°)

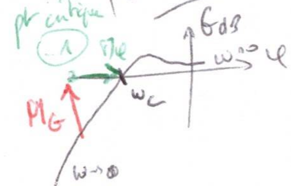
Bode



cod $\varphi(\omega_{c180°})$

$\varphi(\omega_{0dB}) > -180°$

Black (φ, G)



Analyse des pôles

$D(p) = (p - p_1)(\dots)(p - p_n)$

Stable ssi
- pôles réels < 0 (tous)
- pôles complexes avec $Re < 0$

Critère de Routh $D(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3 \dots$

1) si certains $a_i \leq 0$ => instable

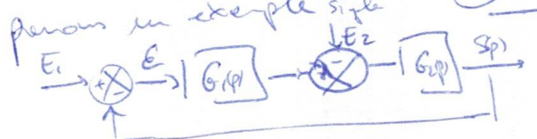
2) si tous les $a_i > 0$ on vérifie $a_1 a_2 > a_0 \cdot a_3$

pour ordre > 3 ... tableau de Routh !

évaluer et prédire les performances des SLCI

2. Précision

prenons un exemple simple



$$\varepsilon(p) = \frac{1}{1+FTBO} E_1 + \frac{G_2(p)}{1+FTBO} E_2$$

les erreurs se somment (superposition)

Régulation

$$e = \lim_{p \to 0} p \cdot \frac{G_2(p) \cdot E_2(p)}{1 + FTBO} \quad \left(E_2 = \frac{a}{p^q}\right)$$

pour $q = 1$ (échelon) il faut un intégrateur ~~avant~~ avant la perturbation pour avoir une erreur nulle en régul

Poursuite

th valeur finale

$$\boxed{e = \lim_{p \to 0} p \cdot \frac{E_1(p)}{1 + FTBO}}$$

avec $E_1(p) = \frac{a}{p^q}$

FTBO (classe, forme)	classe 0 ($\alpha = 0$) $H(p) = K_{BO} \frac{N}{D}$	classe 1 ($\alpha = 1$) $H_{BO} = \frac{K_{BO}}{p} \frac{N}{D}$	classe 2 ($\alpha = 2$) $H_{BO} = \frac{K_{BO}}{p^2} \frac{N}{D}$
Erreur statique (q=1) position	$e_s = \frac{a}{1 + K_{BO}}$	$e_s = 0$	$e_s = 0$
Erreur traînage (q=2) vitesse	$e_v = +\infty$	$e_v = \frac{a}{K_{BO}}$	$e_v = 0$
Erreur accélération (q=3)	$e_a = +\infty$	$e_a = +\infty$	$e_a = \frac{a}{K_{BO}}$

3 Rapidité

Aspect temporel ($t_{5\%}$)

Aspect Fréquentiel : Bande passante en BF

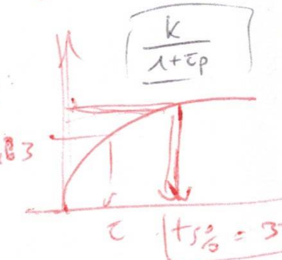
BP ↗ => Rapidité ↗

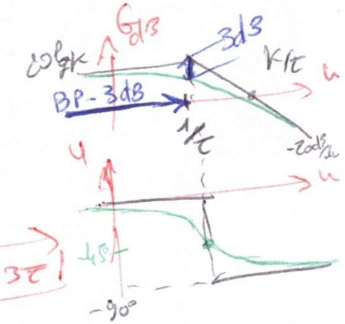
$\omega_{BP-3dB} \approx \omega_c(BF)$ [illegible]

$\approx \omega_c(BO)$

$\approx \omega_0(BF)$

1er ordre : $\frac{K}{1 + \tau p}$





2e ordre $\frac{K}{1 + \frac{2z}{\omega_0} p + \frac{1}{\omega_0^2} p^2}$

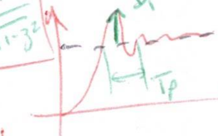
temps de réponse réduit

$\boxed{t_{5\%} \cdot \omega_0}$

5 pour $z = 1$

3 pour $z = 0{,}7$

sinon abaque



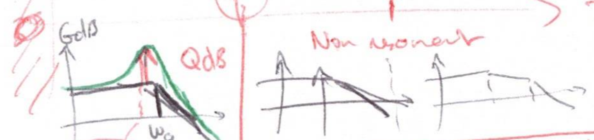
$$\boxed{T_p = \frac{2\pi}{\omega_0\sqrt{1-z^2}}}$$

$$\boxed{D_1 = e^{\frac{-\pi z}{\sqrt{1-z^2}}}}$$

ou abaque

0,7 oscillant amorti | 1 Non oscillant amorti > z

Non résonant



$$\boxed{\omega_r = \omega_0\sqrt{1 - 2z^2}}$$

et

$$\boxed{Q = 20 \log\left(\frac{1}{2z\sqrt{1-z^2}}\right)}$$

dém.

$$e = \lim_{p \to 0} p \cdot E_2(p) \cdot \frac{G_2(p)}{1 + FTBO}$$

$$FTBO = \frac{K_{B0}}{p^{\alpha_0}} \frac{N(p)}{D(p)}$$

$$G_2(p) = \frac{K_2}{p^{\alpha_2}} \frac{N_2}{D_2}$$

Forme canonique $\frac{N}{D} \xrightarrow[p \to 0]{} 1$ qd $p \to 0$

Donc pour $E_2(p)$ échelon

$$e = \lim_{p \to 0} \cancel{p} \cdot \frac{a}{\cancel{p}} \frac{K_2 \cdot p^{\alpha_0}}{p^{\alpha_2 + \alpha_0} + K_2 K_{B0}}$$

si $\alpha_0 = \alpha_2 = 0$ $\quad e = \frac{\cancel{K_2} a}{\cancel{K_2} K_{B0}}$

si $\alpha_0 \geq 1$ et donc $\alpha_2 + \alpha_0 \neq 0$ $\quad \boxed{e = 0}$