

Un système linéaire a comme fonction de transfert $H_i(p)$ en boucle ouverte mis sous forme canonique :

$$H_1(p) = \frac{12}{p} \quad H_2(p) = \frac{1 + 0,2 p}{1 + 0,01 p} \quad H_3(p) = \frac{125}{p (1 + 0.004 p)}$$

Pour les trois cas :

Rechercher les caractéristiques de la FT : **gain statique** et **constante de temps** s'il y a lieu.

Réponse harmonique :

- ❑ Ecrire littéralement l'expression du module, du module en db et de la phase.
- ❑ Déterminer les équations des asymptotes de la courbe du module dans le plan de BODE.
- ❑ Déterminer la pente des asymptotes.
- ❑ Sur un papier semi-log , tracer ces asymptotes.
- ❑ (Vous pourrez imprimer des feuilles de papier semi-log sur le site ou sur <http://www.sciences-indus-cpge.apinc.org/Papier-semi-log>).
- ❑ Calculer la valeur du module en dB de la réponse harmonique au point d'intersection des asymptotes, en 1 rd/s pour $H_1(p)$.
- ❑ Déterminer la phase en $1/\tau$, $0,1/\tau$, $0,01/\tau$, $10/\tau$, $100/\tau$; en 0,1, 1 et 10 rd/s pour $H_1(p)$.
- ❑ Tracer alors le diagramme de BODE.
- ❑ A partir de points relevés sur le diagramme de BODE, tracer le diagramme de BLACK.

Aide :

Vous pourrez vous aider du logiciel ECHELON sur le site :

Un mode d'emploi est en ligne sous world.

Pour $H_2(p)$, il faut choisir l'option transmittance complète.

Pour $H_3(p)$, il faut mettre le dénominateur en polynôme pour entrer les valeurs.

Tracé de la fonction de transfert $H_1(p) = \frac{K}{p} = \frac{12}{p}$ $K=12$ gain statique

Réponse harmonique (séquentielle)

$$H_1(j\omega) = \frac{12}{j\omega}$$

Module: $|H_1(j\omega)|_{dB} = 20 \log K - 20 \log \omega$

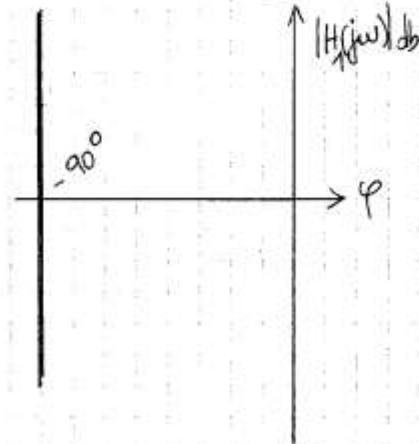
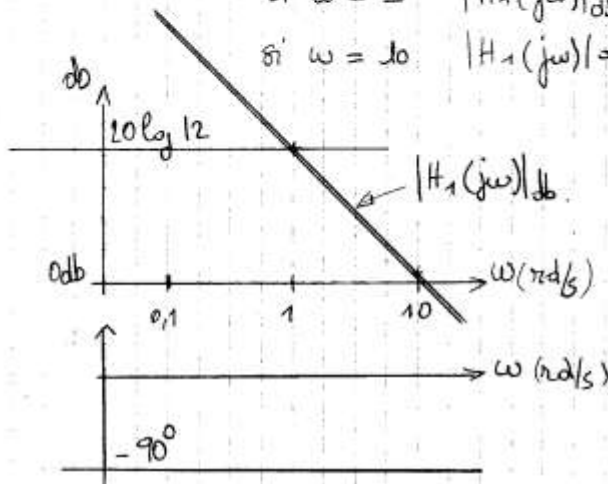
Argument: $\arg(H_1(j\omega)) = -\arctan \infty = -90^\circ$

Module:

si $\omega \rightarrow 0$ $|H_1(j\omega)|_{dB} \rightarrow \infty$

si $\omega = 1$ $|H_1(j\omega)|_{dB} = 20 \log K = 20 \log 12$

si $\omega = 10$ $|H_1(j\omega)|_{dB} = 20 \log K - 20 = 20 \log 12 - 20$



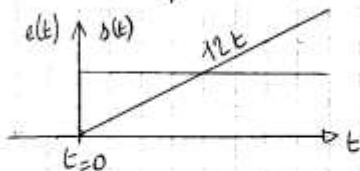
Réponses Temporelles

$$S(p) = H_1(p) E(p)$$

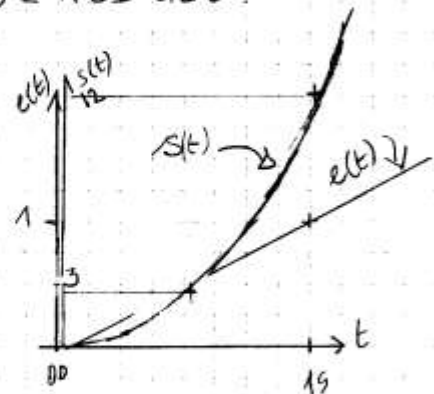
$$E(p) = \frac{1}{p} \text{ (échelon)}$$

$$S(p) = \frac{K}{p^2} = \frac{12}{p^2}$$

$$A(t) = Kt = 12t$$



$$E(p) = \frac{1}{p^2}, S(p) = \frac{K}{p^3}, s(t) = Kt^2$$



Tracé de la fonction de transfert : $H_2(p) = \frac{1 + \tau_1 p}{1 + \tau_2 p}$ avec $\tau_2 < \tau_1$.

Réponse harmonique (fréquentielle)

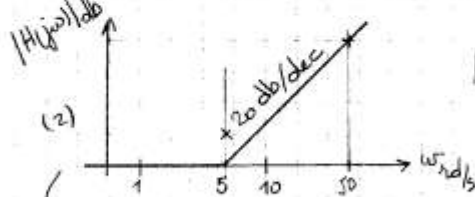
Module : $|H_2(j\omega)|_{db} = 20 \log \sqrt{1 + (\tau_1 \omega)^2} - 20 \log \sqrt{1 + (\tau_2 \omega)^2}$

Argument : $\arg(H(j\omega)) = \arctan \tau_1 \omega - \arctan \tau_2 \omega$.

Equation des asymptotes dans BODE : $\omega_{1c} = 1/\tau_1 < \omega_{2c} = 1/\tau_2$

si $\omega < 0.1 \cdot \omega_{1c}$ alors $|H_2(j\omega)|_{db} \approx 0$ ($\tau_1 \omega)^2 \ll 1$

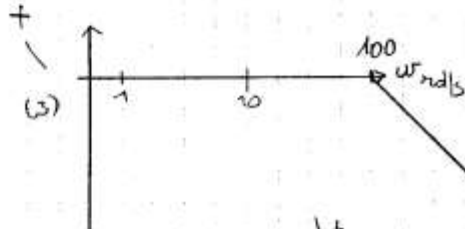
(1) On s'aperçoit que $|H_2(j\omega)|_{db} = |1 + \tau_1 j\omega|_{db} + |1 + \tau_2 j\omega|_{db}$.



$|1 + 0.2 j\omega|_{db} = 20 \log \sqrt{1 + (\tau_1 \omega)^2}$

$\omega < 0.1 \cdot \frac{1}{\tau_1} \rightarrow | |_{db} = 0$

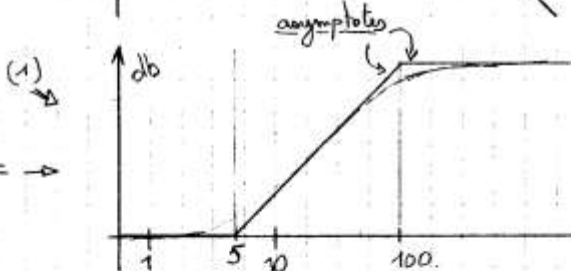
$\omega = 10/\tau_1 \rightarrow | |_{db} = 20$



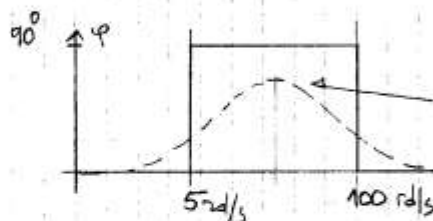
$|1 + 0.01 j\omega|_{db} = -20 \log \sqrt{1 + (\tau_2 \omega)^2}$

$\omega < 0.1 \cdot \frac{1}{\tau_2} \rightarrow |H|_{db} = 0$

$\omega = 10/\tau_2 \rightarrow | |_{db} = -20$



En 5 rad/s le gain en db augmente
en 100 rad/s il devient constant.



On procède de la même façon pour
la phase.

par calcul on peut rechercher

φ_{max} et $\omega(\varphi_{max})$ (vous sur les
correcteurs).

Vérifier sur échelon la forme de cette
réponse.

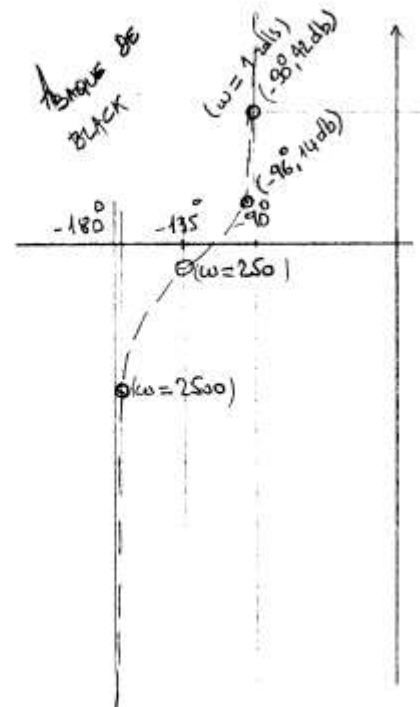
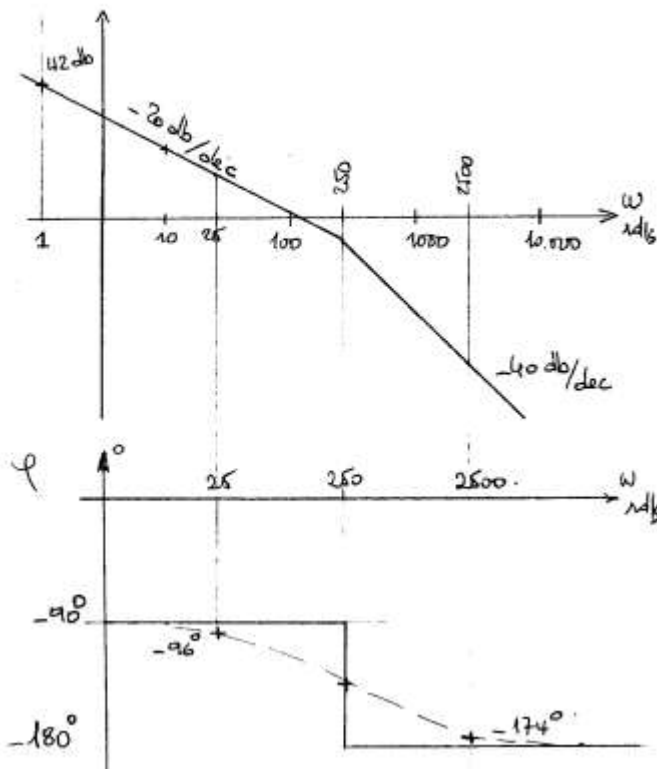
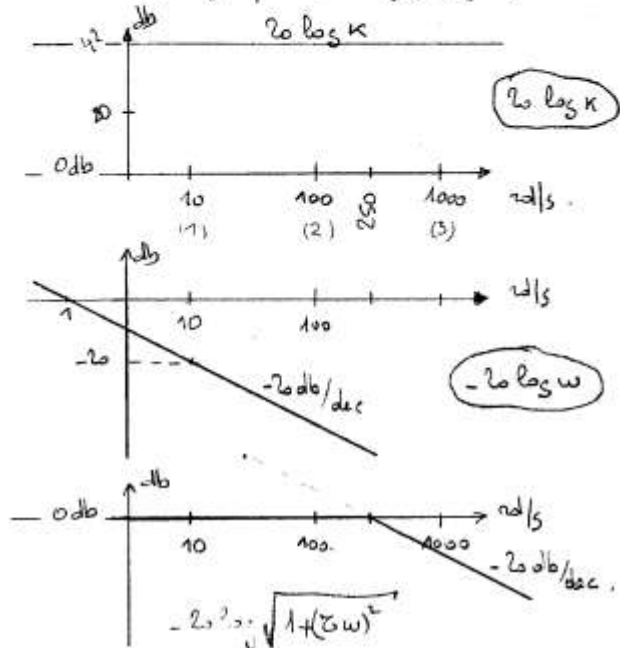
Ne pas oublier de demander une transmittance complète dans les options.

Tracé de la fonction de transfert $H_3(p) = \frac{125}{p(1+0,004p)} = \frac{K}{p(1+\tau p)}$

Réponse harmonique (fréquentielle)

Module: $|H_3(j\omega)|_{db} = 20 \log K - 20 \log \omega - 20 \log \sqrt{1+(\tau\omega)^2}$

Argument: $\arg(H_3(j\omega)) = -90 - \arctan \tau\omega$



Objectif : tracer le diagramme asymptotique de BODE ET BLACK