

**AUTOMATIQUE**  
**ANALYSE ET COMMANDE DES SYSTÈMES LINÉAIRES**  
**CONTINUS ET ÉCHANTILLONNÉS**  
(Notes de cours et TD autorisées)

– *Les 5 exercices sont indépendants* –

Exercice N° 1 :

On considère un processus continu de fonction de transfert :

$$G(p) = \frac{1}{p(p+1)(p+5)}$$

Étudier la stabilité de ce système lorsqu'il est inséré dans une boucle fermée avec un régulateur proportionnel de gain  $K$ .

Exercice N° 2 :

La figure 1 représente un système de régulation de niveau d'un bac de stockage (le niveau est noté  $L$ ). La pompe permet de fixer un débit de soutirage  $Q_s$ . C'est un signal  $Z$  envoyé à la pompe qui permet de faire varier  $Q_s$ . Le débit d'entrée  $Q_e$  est maîtrisé par une vanne de type NF.

Au point nominal de fonctionnement, les fonctions de transfert suivantes ont été identifiées :

$$\frac{L^*(p)}{Q_e^*(p)} = \frac{1}{25p} \qquad \frac{L^*(p)}{Z^*(p)} = \frac{-1}{25p}$$

Les fonctions de transfert de la vanne et du capteur-transmetteur sont négligées.  
La fonction de transfert du régulateur est notée  $R(p)$ .

- 2.1) De quel type doit être le sens d'action du régulateur? Justifier votre réponse.
- 2.2) Représenter le schéma-blocs du système en boucle fermée.

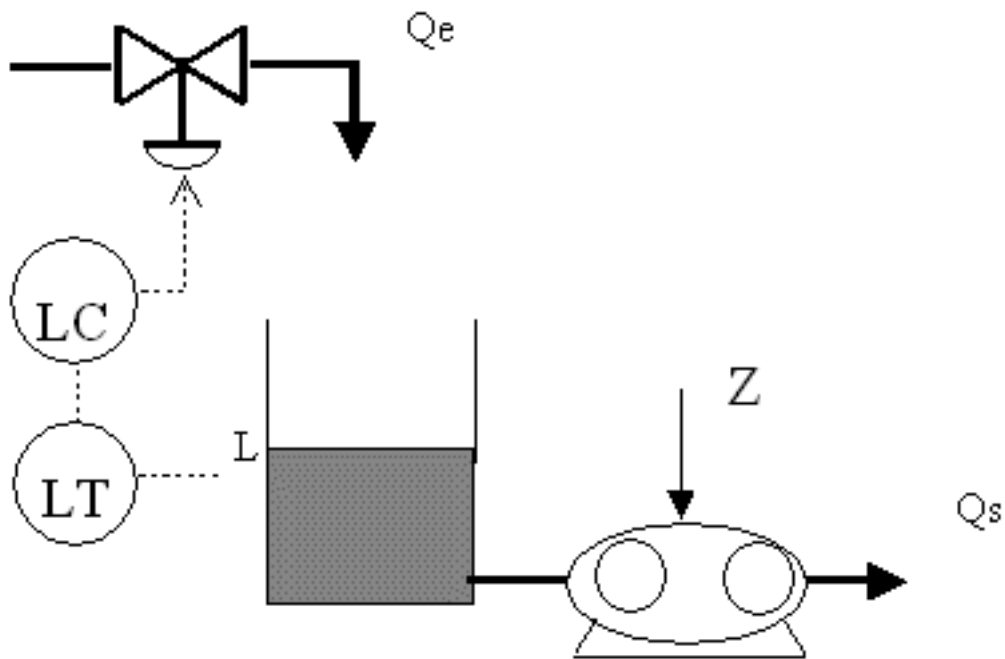


FIG. 1 – Un système de régulation de niveau

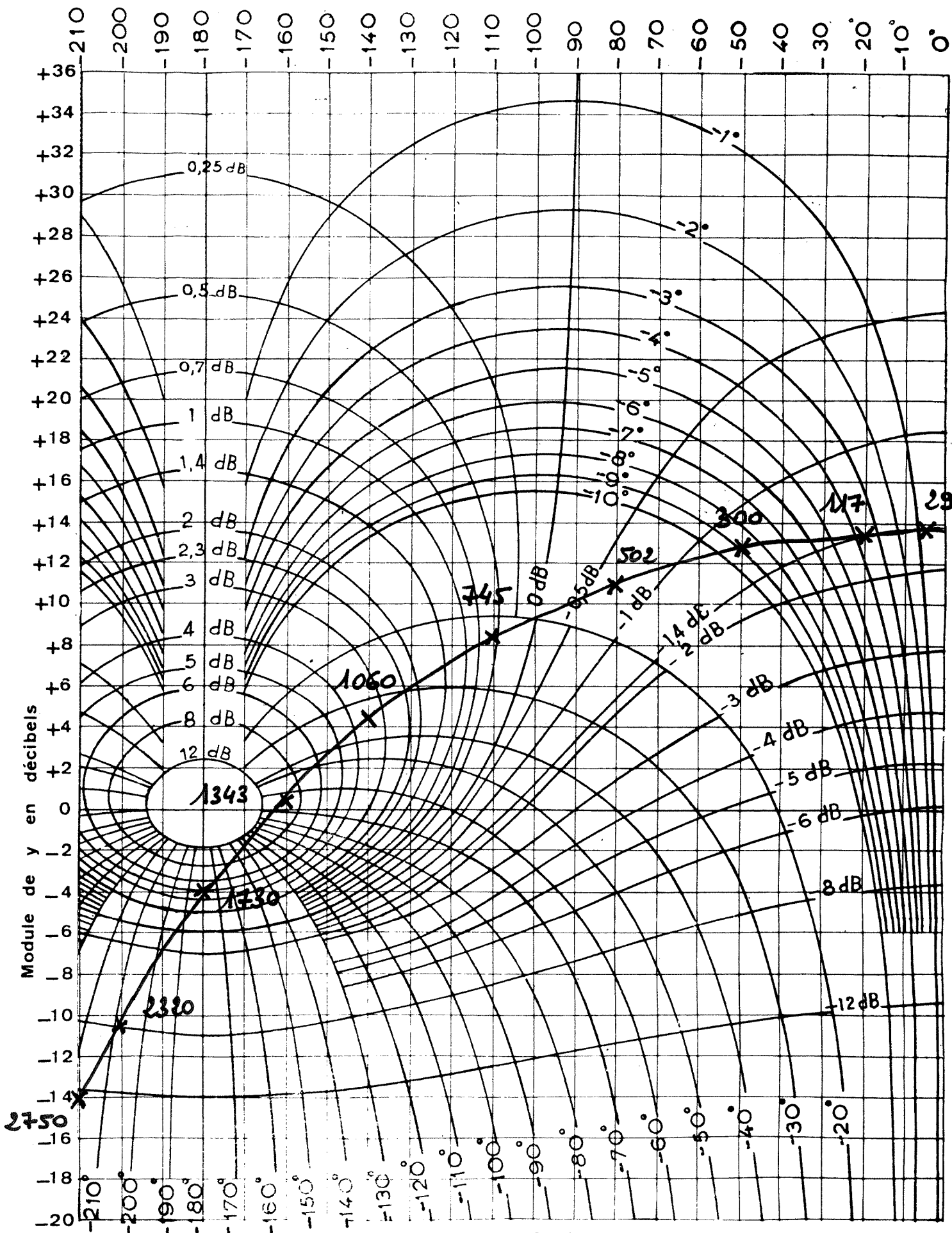
- 2.3) Calculer la FTBF d'asservissement.
- 2.4) Calculer la FTBF de régulation.
- 2.5) Pour un régulateur de type proportionnel (gain noté  $K_r$ ), calculer l'écart statique :
  - a) dans le cas d'un échelon unitaire sur la consigne.
  - b) dans le cas d'un échelon unitaire sur le signal  $Z$ .
- 2.6) Conclure sur les performances du système.  
Proposer des améliorations si nécessaire.

Exercice N° 3 :

Des mesures expérimentales ont permis de tracer le lieu de transfert dans le plan de Black fourni page suivante.

*Les réponses à chacune des questions suivantes devront être justifiées.*

- 3.1) Donner le gain statique du système en boucle fermée.



### ABAQUE DE BLACK

D'APRES GILLE, DECAULNE, PELEGRIN Théorie et calcul des asservissements linéaires

- 3.2) Donner sa marge de phase.
- 3.3) Donner sa marge de gain.
- 3.4) Donner sa fréquence de coupure à -6 dB.
- 3.5) Conclure.

Exercice N° 4 :

On considère un process continu de fonction de transfert :

$$G(p) = \frac{1}{1 + 0,4p}$$

On réalise une commande numérique de ce système suivant le schéma de la figure 2.

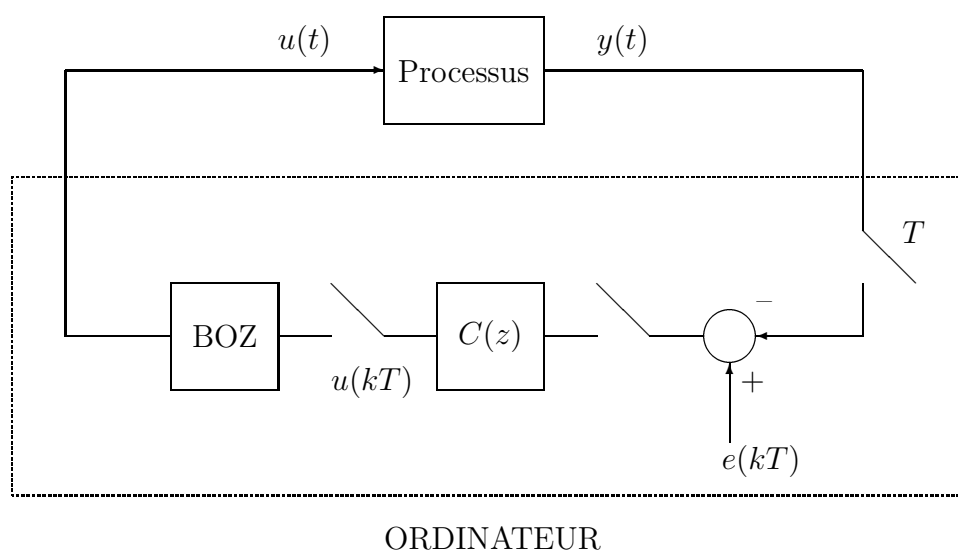


FIG. 2 – *Processus continu dans une boucle numérique d'asservissement*

On choisit un correcteur numérique de fonction de transfert :

$$C(z) = \frac{z - 0,2}{z - 1}$$

On choisit une fréquence d'échantillonnage de 2,5 Hz.

- 4.1) Calculer la fonction de transfert numérique  $\frac{Y(z)}{E(z)}$  en boucle fermée (FTBF).  
Donner son gain statique (justifier le résultat).

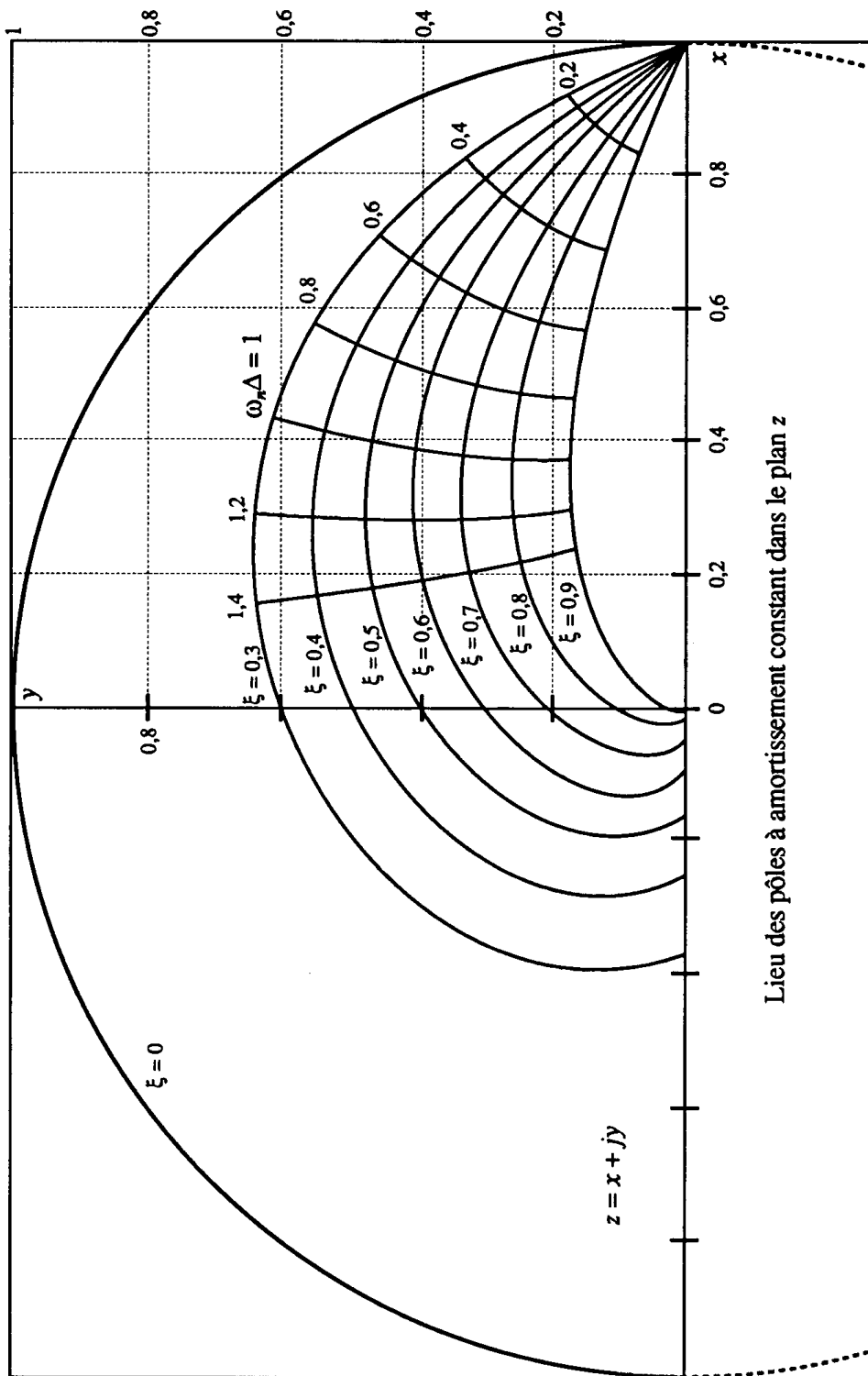
- 4.2) Après avoir remarqué que la FTBF correspond à un deuxième ordre numérique, utiliser les abaques fournies en annexe pour déterminer :
- le dépassement en réponse à un échelon,
  - l'instant du premier dépassement.

Exercice N° 5 :

On considère un processus numérique décrit par l'équation récurrente :

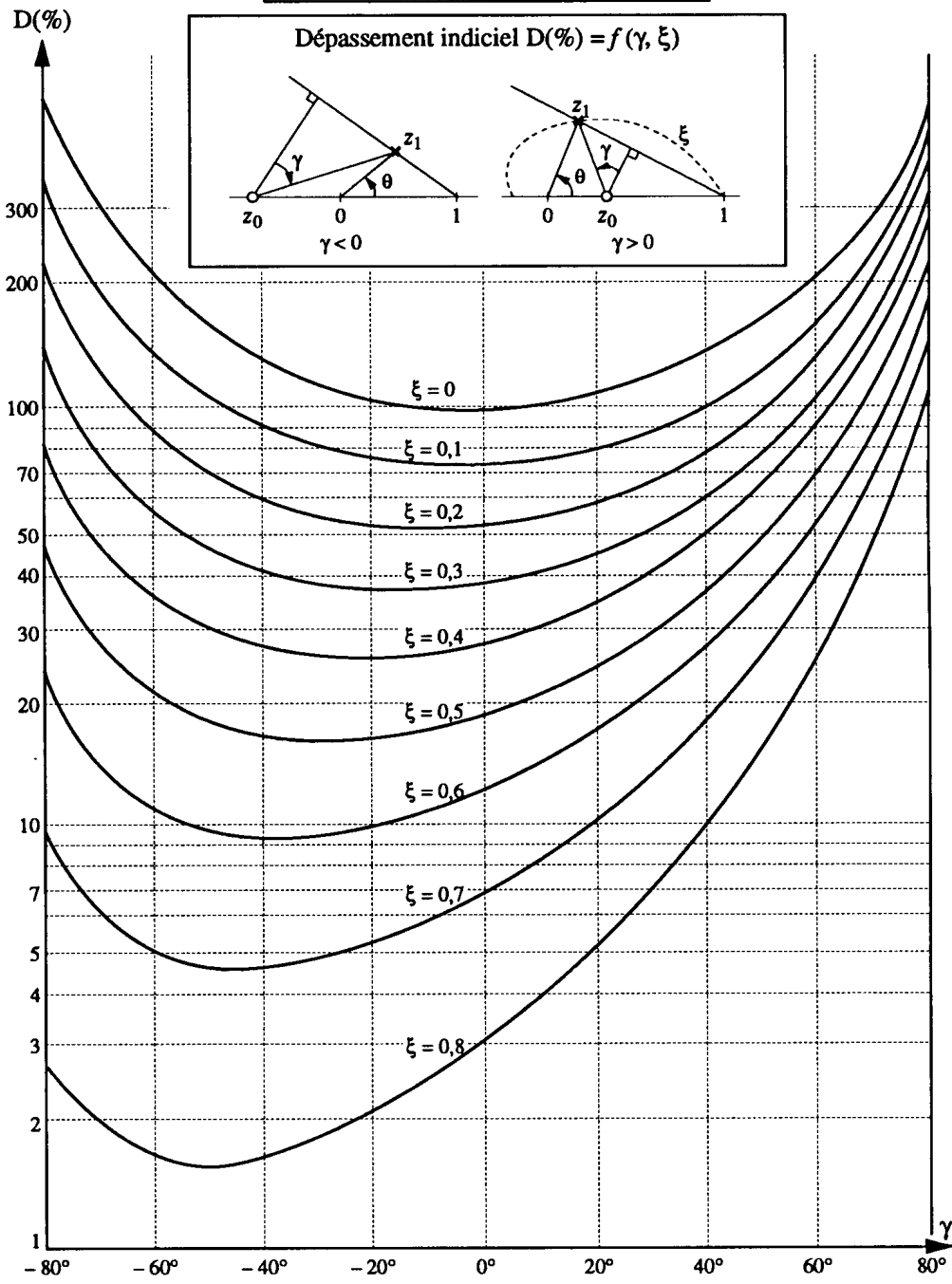
$$y(k + 2) = 0,7 y(k + 1) - 0,1 y(k) + 0,3 u(k + 1) + 0,15 u(k)$$

- Calculer sa fonction de transfert en  $z$ .
- Donner son gain statique.



Lieu des pôles à amortissement constant dans le plan  $z$

$$H(z) = \frac{z - z_0}{(z - z_1)(z - z_1^*)}$$



$$H(z) = \frac{z - z_0}{(z - z_1)(z - z_1^*)}$$

