

TD 2 : STRUCTURE ET PERFORMANCES EN POURSUITE D'UN SYSTÈME ASSERVI

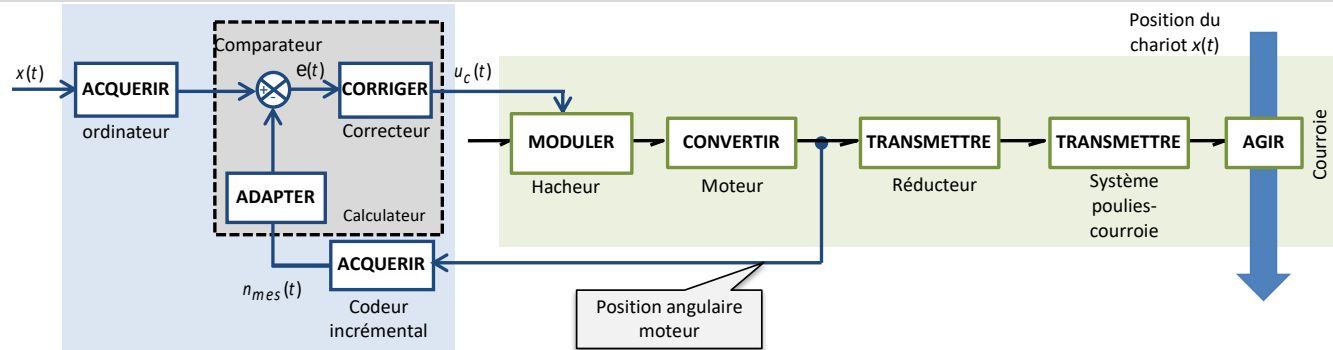
CORRIGÉ
C 01-02

Exercice 2.1 : PONT-ROULANT

Q1 : Compléter le schéma de la structure fonctionnelle de l'asservissement. Positionner sur le schéma les variables temporelles définies. Indiquer les fonctions réalisées par l'unité de commande.

Exercice 2.1 : PONT-ROULANT

Q1 : Compléter le schéma de la structure fonctionnelle de l'asservissement. Positionner sur le schéma les variables temporelles définies. Indiquer les fonctions réalisées par l'unité de commande.

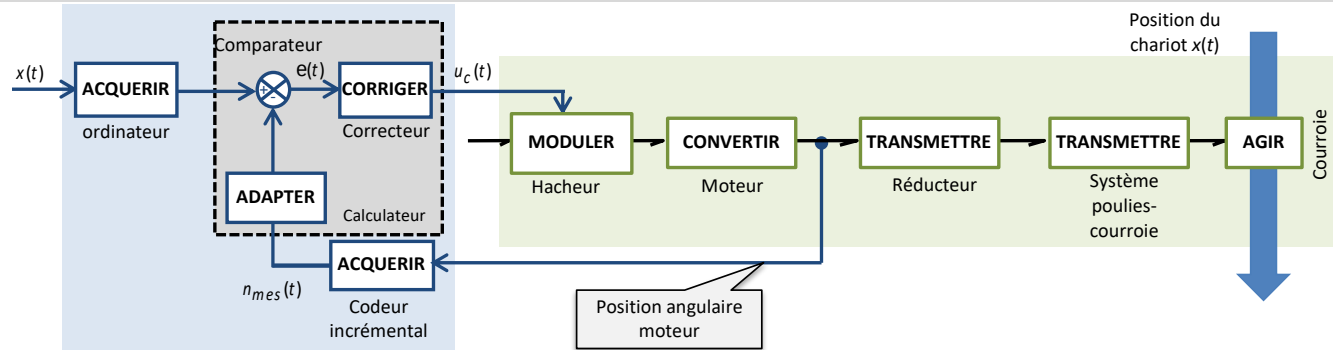


Q2 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 1.

...

Exercice 2.1 : PONT-ROULANT

Q1 : Compléter le schéma de la structure fonctionnelle de l'asservissement. Positionner sur le schéma les variables temporelles définies. Indiquer les fonctions réalisées par l'unité de commande.



Q2 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 1.

La réponse ne présente pas de valeur finale. Le système est **instable**.

Rapidité et précision ne sont pas évaluable.

Q3 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de **l'essai 2**.

STABILITE :

...

Q3 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de **l'essai 2**.

STABILITE :

La réponse présente une valeur finale : le système est **stable**. La réponse ne présente **pas de dépassement**.

RAPIDITE :

...

Q3 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 2.

STABILITE :

La réponse présente une valeur finale : le système est **stable**. La réponse ne présente **pas de dépassement**.

RAPIDITE :

L'erreur en régime permanent n'est pas nulle. L'erreur initiale est nulle.

Valeur finale : $x(+\infty) = 32,8$ cm

Variation finale : $\Delta x(+\infty) = 32,8 - 30 = 2,8$ cm

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) \pm 0,05\Delta x(+\infty) = 32,8 \pm 0,14$ cm = $[32,66 ; 32,94]$ cm

Instant de rentré dans le tube : $t_r = 1,7$ s . Instant de l'échelon : $t_0 = 1$ s

D'où un temps de réponse : $t_{r5\%} = 1,7 - 1 = 0,7$ s

PRECISION :

...

Q3 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 2.

STABILITE :

La réponse présente une valeur finale : le système est stable. La réponse ne présente **pas de dépassement**.

RAPIDITE :

Valeur finale : $x(+\infty) = 32,8 \text{ cm}$

Variation finale : $\Delta x(+\infty) = 32,8 - 30 = 2,8 \text{ cm}$

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) \pm 0,05\Delta x(+\infty) = 32,8 \pm 0,14 \text{ cm} = [32,66 ; 32,94] \text{ cm}$

Instant de rentré dans le tube : $t_r = 1,7 \text{ s}$. Instant de l'échelon : $t_0 = 1 \text{ s}$

D'où un temps de réponse : $t_{r5\%} = 1,7 - 1 = 0,7 \text{ s}$

PRECISION :

Erreur en régime permanent non nulle.

$$\Delta x_c(+\infty) = 33 - 30 = 3 \text{ cm}$$

D'où une erreur statique : $e_{statique} = \Delta x_c(+\infty) - \Delta x(+\infty) = 3 - 2,8 = 0,2 \text{ cm}$ $= e_r(+\infty)$

Q4 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de **l'essai 3**.

STABILITE :

...

Q4 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 3.

STABILITE :

La réponse présente une valeur finale : le système est **stable**. La réponse présente **deux dépassements**.

Valeur finale : $x(+\infty) = 33$ cm

Variation finale : $\Delta x(+\infty) = 33 - 30 = 3$ cm

Premier dépassement : $D_1 = x(t_1) - x(+\infty) = 33,2 - 33 = 0,2$ cm, soit $D_{1\%} = \frac{0,2}{3} \approx 6,7\%$

RAPIDITE :

...

Q4 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 3.

STABILITE :

La réponse présente une valeur finale : le système est **stable**. La réponse présente **deux dépassements**.

Valeur finale : $x(+\infty) = 33$ cm

Variation finale : $\Delta x(+\infty) = 33 - 30 = 3$ cm

Premier dépassement : $D_1 = x(t_1) - x(+\infty) = 33,2 - 33 = 0,2$ cm, soit $D_{1\%} = \frac{0,2}{3} \approx 6,7\%$

RAPIDITE :

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) \pm 0,05\Delta x(+\infty) = 33 \pm 0,15$ cm = $[32,85 ; 33,15]$ cm

Instant de rentré dans le tube : $t_r = 1,48$ s

Instant de l'échelon : $t_0 = 1$ s

D'où un temps de réponse : $t_{r5\%} = 1,48 - 1 \approx 0,5$ s

PRECISION :

...

Q4 : Évaluer les performances de stabilité, rapidité et précision de l'essai 3.

STABILITE :

La réponse présente une valeur finale : le système est **stable**. La réponse présente **deux dépassements**.

Valeur finale : $x(+\infty) = 33 \text{ cm}$

Variation finale : $\Delta x(+\infty) = 33 - 30 = 3 \text{ cm}$

Premier dépassement : $D_1 = x(t_1) - x(+\infty) = 33,2 - 33 = 0,2 \text{ cm}$, soit $D_{1\%} = \frac{0,2}{3} \approx 6,7\%$

RAPIDITE :

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) \pm 0,05\Delta x(+\infty) = 33 \pm 0,15 \text{ cm} = [32,85 ; 33,15] \text{ cm}$

Instant de rentré dans le tube : $t_r = 1,48 \text{ s}$

Instant de l'échelon : $t_0 = 1 \text{ s}$

D'où un temps de réponse : $t_{r5\%} = 1,48 - 1 \approx 0,5 \text{ s}$

PRECISION :

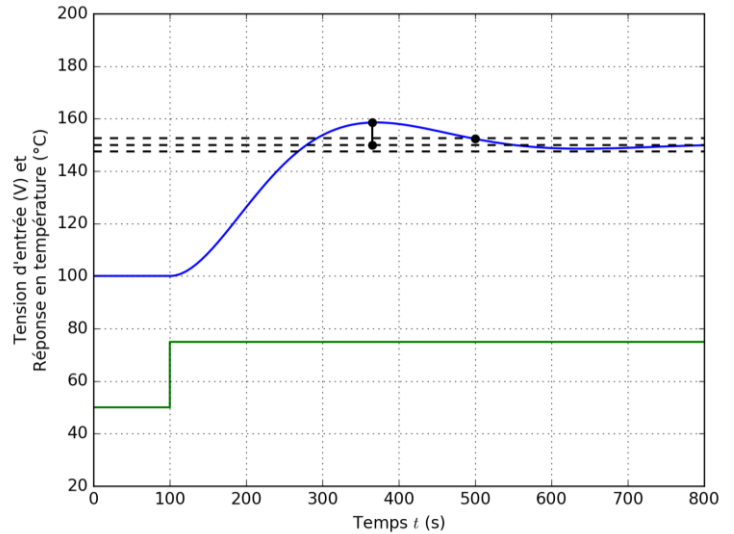
Pas d'erreur en régime permanent.

Erreur statique : $e_{stat} = \Delta x_c(+\infty) - \Delta x(+\infty) = 3 - 3 = 0 \text{ cm}$

Exercice 2.2 : FOUR ÉLECTRIQUE

Q1 : Évaluer la performance de stabilité de ce système.

...



Exercice 2.2 : FOUR ÉLECTRIQUE

Q1 : Évaluer la performance de stabilité de ce système.

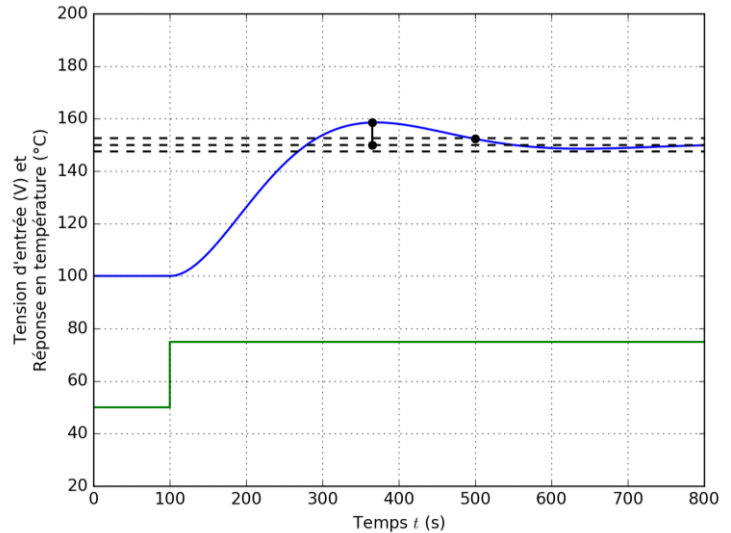
Stable avec 1 dépassement.

$$\Delta T(+\infty) = 150 - 100 = 50^\circ\text{C}.$$

Si t_1 correspond à l'instant du premier dépassement, alors

$$D_1 = |T(t_1) - T(+\infty)| = |159 - 150| = 9^\circ\text{C}.$$

$$D_{1\%} = \left| \frac{D_1}{\Delta T(+\infty)} \right| = \frac{9}{50} = 0,18 = \boxed{18\%}$$



Q2 : Évaluer la performance de rapidité de ce système.

...

Q3 : Évaluer la performance de rapidité de ce système.

$$T(+\infty) = 150^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T(+\infty) = 150 - 100 = 50^{\circ}\text{C}$$

Tube à 5% compris entre $T(+\infty) - 0,05 \Delta T(+\infty)$ et $T(+\infty) + 0,05 \Delta T(+\infty)$, soit entre $147,5^{\circ}\text{C}$ et $152,5^{\circ}\text{C}$.

Le point correspond à la 2^{ème} entrée dans le tube, soit pour $t = 500$ s.

On en déduit : $t_{r5\%} = 500 - t_0 = 400$ s.

Q4 : Évaluer la performance de précision de ce système.

...

Q2 : Évaluer la performance de rapidité de ce système.

$$T(+\infty) = 150^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T(+\infty) = 150 - 100 = 50^{\circ}\text{C}$$

Tube à 5% compris entre $T(+\infty) - 0,05 \Delta T(+\infty)$ et $T(+\infty) + 0,05 \Delta T(+\infty)$, soit entre $147,5^{\circ}\text{C}$ et $152,5^{\circ}\text{C}$.

Le point correspond à la 2^{ème} entrée dans le tube, soit pour $t = 500$ s.

On en déduit : $t_{r5\%} = 500 - t_0 = 400$ s.

Q3 : Évaluer la performance de précision de ce système.

L'entrée et la sortie ne sont **pas de même nature**. Le système n'est **pas asservi**. **On ne peut donc pas évaluer la précision.**

Exercice 2.3 : **IMPRIMANTE**

Q1 : Le système est-il un système asservi ? Si oui, quelle grandeur est asservie ? Quels phénomènes physiques peuvent perturber le fonctionnement du système ?

....

Exercice 2.3 : IMPRIMANTE

Q1 : Le système est-il un système asservi ? Si oui, quelle grandeur est asservie ? Quels phénomènes physiques peuvent perturber le fonctionnement du système ?

Le système doit asservir la position de la tête d'impression, associée au paramètre de position $x(t)$.

Il comprend un capteur délivrant une image proportionnelle à la position du chariot et un comparateur intégré au calculateur. Les grandeurs d'entrée et de sortie sont de même nature.

Il s'agit d'un système asservi (de type suiveur).

Le fonctionnement est perturbé par

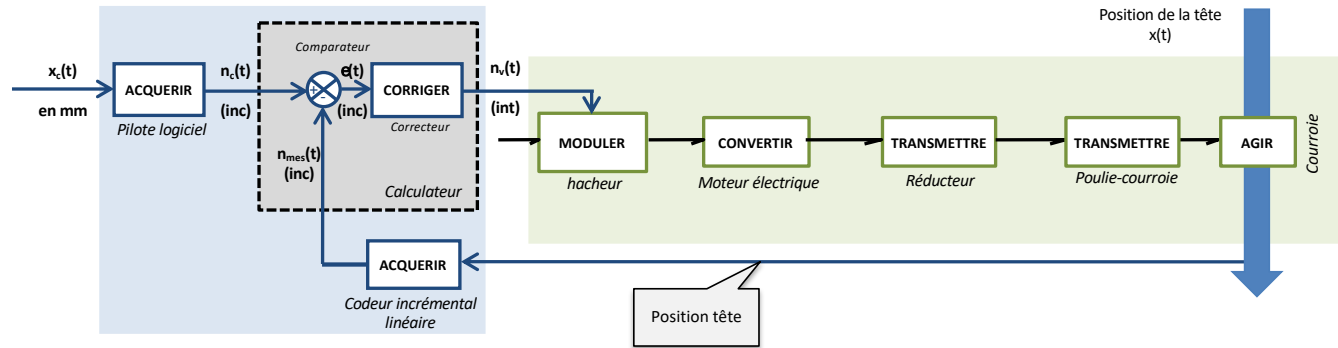
- l'inertie des composants et les actions mécaniques induites par les phénomènes dynamiques ;
- les efforts résistants aux mouvements (frottements) variables en fonction de la position.

Dans ce système, il n'y a pas de perturbation fonctionnelle importante, comme un effort qui s'opposerait au mouvement dans certaines situations, ou une masse déplacée importante. Cependant, il existe des inconnues comme les frottements qui peuvent varier.

Q2 : Compléter le schéma de la structure fonctionnelle de l'asservissement. Entourer les fonctions réalisées par l'unité de commande.

...

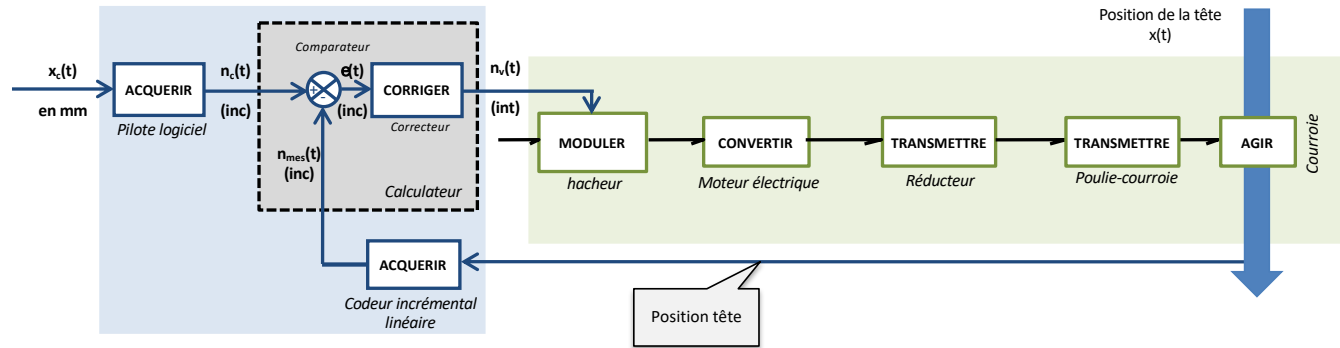
Q3 : Compléter le schéma de la structure fonctionnelle de l'asservissement. Entourer les fonctions réalisées par l'unité de commande.



Q4 : Quel composant des chaînes de puissance et d'information n'est pas pris en compte dans la structure de l'asservissement ? À quelle hypothèse cela correspond ?

...

Q2 : Compléter le schéma de la structure fonctionnelle de l'asservissement. Entourer les fonctions réalisées par l'unité de commande.



Q3 : Quel composant des chaînes de puissance et d'information n'est pas pris en compte dans la structure de l'asservissement ? À quelle hypothèse cela correspond ?

Le transformateur n'est pas dans la description de l'asservissement.

On suppose qu'il peut fournir toute la puissance nécessaire au variateur.

Q4 : Déterminer les performances de stabilité (valeur finale et premier dépassement), rapidité et précision du test 1.

...

Q4 : Déterminer les performances de stabilité (valeur finale et premier dépassement), rapidité et précision du test 1.

Il existe une valeur finale et des dépassements.

Erreur en régime permanent non nulle. Erreur initiale nulle.

STABILITE :

...

Q4 : Déterminer les performances de stabilité (valeur finale et premier dépassement), rapidité et précision du test 1.

Il existe une valeur finale et des dépassements.

Erreur en régime permanent non nulle. Erreur initiale nulle.

STABILITE :

Le système est **stable** et $x(+\infty) = 29$ mm.

Soit une variation finale $\Delta x(+\infty) = x(+\infty) - x_0 = 29 - 10 = 19$ mm.

Le premier dépassement vaut $D_1 \approx |32,5 - 29| = 3,5$ mm.

Le **premier dépassement relatif** est $D_{1\%} = \left| \frac{3,5}{\Delta x(+\infty)} \right| \approx 0,18 = 18\%$.

RAPIDITE

...

Q4 : Déterminer les performances de stabilité (valeur finale et premier dépassement), rapidité et précision du test 1.

Il existe une valeur finale et des dépassements.

Erreur en régime permanent non nulle. Erreur initiale nulle.

STABILITE :

Le système est stable et $x(+\infty) = 29$ mm.

Soit une variation finale $\Delta x(+\infty) = x(+\infty) - x_0 = 29 - 10 = 19$ mm.

Le premier dépassement vaut $D_1 \approx |32,5 - 29| = 3,5$ mm.

Le premier dépassement relatif est $D_{1\%} = \left| \frac{3,5}{\Delta x(+\infty)} \right| \approx 0,18 = 18\%$.

RAPIDITE

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) + 0,05 \times \Delta x(+\infty) \approx 30$ mm et $x(+\infty) - 0,05 \times \Delta x(+\infty) \approx 28$ mm.

D'où un temps de réponse à 5% $t_{r5\%} = 1,8 - t_{init} = 1,3$ s.

PRECISION

...

Q4 : Déterminer les performances de stabilité (valeur finale et premier dépassement), rapidité et précision du test 1.

Il existe une valeur finale et des dépassements.

Erreur en régime permanent non nulle. Erreur initiale nulle.

STABILITE :

Le système est stable et $x(+\infty) = 29$ mm.

Soit une variation finale $\Delta x(+\infty) = x(+\infty) - x_0 = 29 - 10 = 19$ mm.

Le premier dépassement vaut $D_1 \approx |32,5 - 29| = 3,5$ mm.

Le premier dépassement relatif est $D_{1\%} = \left| \frac{3,5}{\Delta x(+\infty)} \right| \approx 0,18 = 18\%$.

RAPIDITE

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) + 0,05 \times \Delta x(+\infty) \approx 30$ mm et $x(+\infty) - 0,05 \times \Delta x(+\infty) \approx 28$ mm.

D'où un temps de réponse à 5% $t_{r5\%} = 1,8 - t_{init} = 1,3$ s.

PRECISION

Erreur en régime permanent de 1 mm.

L'erreur statique est $e_{statique} = \Delta x_c(+\infty) - \Delta x(+\infty) = 1$ mm

Q5 : Déterminer les performances de stabilité, rapidité et précision du test 2.

....

(réponses de toute la question page suivante)

Q5 : Déterminer les performances de stabilité, rapidité et précision du test 2.

Il existe une valeur finale, pas de dépassements.

Les erreurs initiales et en régime permanent sont non nulles.

Le système est **stable, sans dépassement** et $x(+\infty) = 19$ mm.

La variation finale vaut $\Delta x(+\infty) = x(+\infty) - x_0 = 19 - 29 = -10$ mm .

Les limites du tube à 5% sont : $x(+\infty) + 0,05 \times \Delta x(+\infty) \approx 18,5$ mm

$x(+\infty) - 0,05 \times \Delta x(+\infty) \approx 19,5$ mm.

D'où un temps de réponse à 5% $t_{r5\%} \approx 1,5 - t_{init} = 1$ s.

L'erreur statique vaut $e_{stat} = \Delta x_c(+\infty) - \Delta x(+\infty) = 0$ mm. **L'erreur statique est nulle.**

Mais l'erreur en **régime permanent n'est pas nulle** et vaut $e_r(+\infty) = x_c(+\infty) - x(+\infty) = 1$ mm .

Cette erreur provient probablement du comportement vis-à-vis des perturbations, en particulier des efforts résistants liés aux frottements.

Q6 : Conclure par rapport aux exigences

...

Q6 : Conclure par rapport aux exigences

Avec le 2^{ème} réglage, les performances de stabilité et de précision sont respectées. L'exigence de rapidité aussi, en limite du domaine acceptable. Il reste cependant une erreur en régime permanent (1mm) qui doit être compensée.

Q7 : Le résultat d'un 3^{ème} test est présenté ci-dessous. Quelle performance permet-il d'évaluer ? Déterminer sa valeur.

...

Q6 : Conclure par rapport aux exigences

Avec le 2^{ème} réglage, les performances de stabilité et de précision sont respectées. L'exigence de rapidité aussi, en limite du domaine acceptable. Il reste cependant une erreur en régime permanent (1mm) qui doit être compensée.

Q7 : Le résultat d'un 3^{ème} test est présenté ci-dessous. Quelle performance permet-il d'évaluer ? Déterminer sa valeur.

La durée de la rampe est suffisamment importante pour que l'erreur, en dehors du bruit de mesure, soit constante. Il est possible d'évaluer l'erreur de trainage, erreur de poursuite pour une entrée en rampe, proche de 5 mm.

| 5 mm est une valeur beaucoup trop importante pour ce type de système. Le correcteur doit être modifié.