

Schéma-bloc fonctionnel d'un vérin électrique asservi en position

L'étude porte sur un vérin électrique asservi en position qui équipe un simulateur de vol.

Un vérin électrique est un actionneur qui permet la conversion de l'énergie électrique entrante en une énergie mécanique de translation sur la tige de sortie.

La rotation de la vis (3) est obtenue à partir du motoréducteur (moteur (1) et réducteur (2)). Le moteur est un moteur à courant continu alimenté par une carte de puissance et le réducteur permet d'adapter la vitesse de rotation telle sorte que la vitesse de rotation de la vis ω_v soit 20 fois plus petite que la vitesse de rotation du moteur ω_m ($\omega_m = 20 \cdot \omega_v$).

La rotation de la vis (3) est transformée en un mouvement de translation grâce à l'écrou (7), ce qui permet d'obtenir, compte tenu de l'architecture du système, un mouvement de translation. On donne la loi entre le paramètre de translation de sortie x_s de l'écrou et le paramètre de rotation de la vis : $x_s = \theta_v \cdot \text{pas} / (2\pi)$.

Le capteur (5) prélève la vitesse de rotation de la vis par l'intermédiaire d'un système roue/vis sans fin de rapport de réduction $\theta_v / \theta_{\text{capt}} = 25$.

Q.1. Compléter le schéma-bloc fonctionnel simplifié de ce système et préciser les unités sous pour chaque grandeur d'entrée et de sortie.

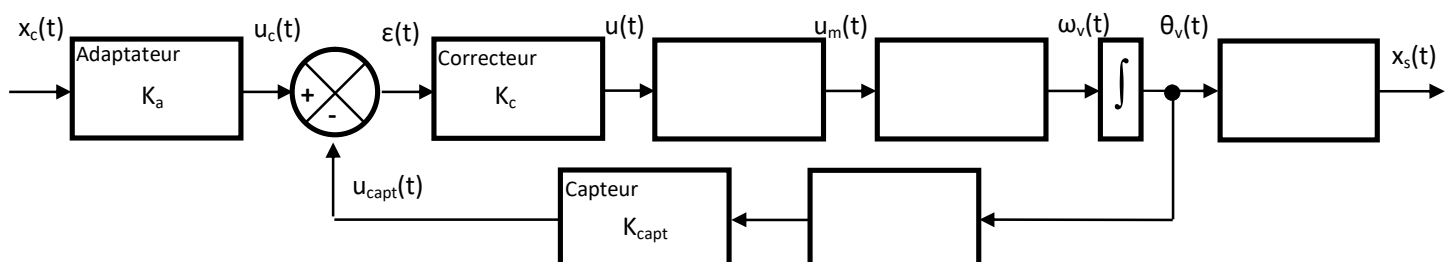
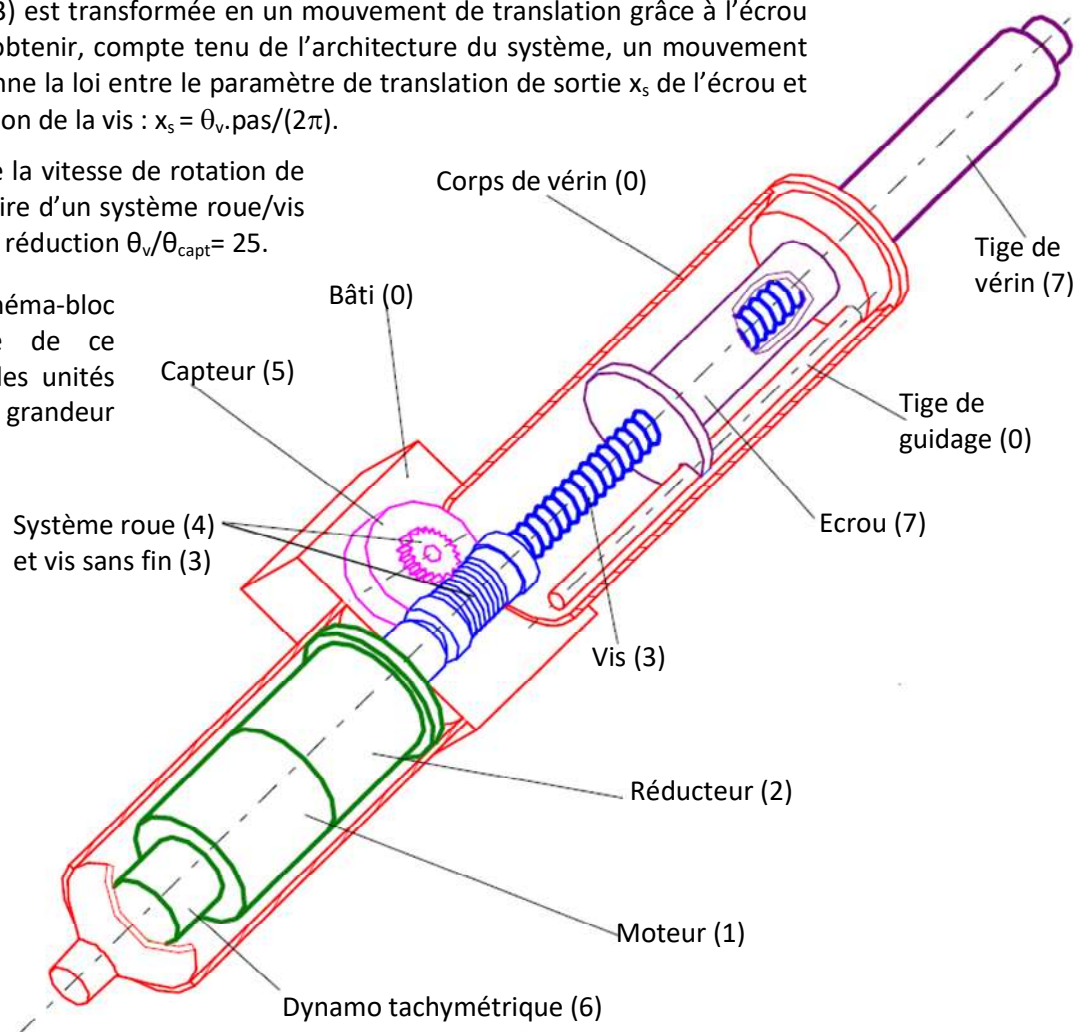


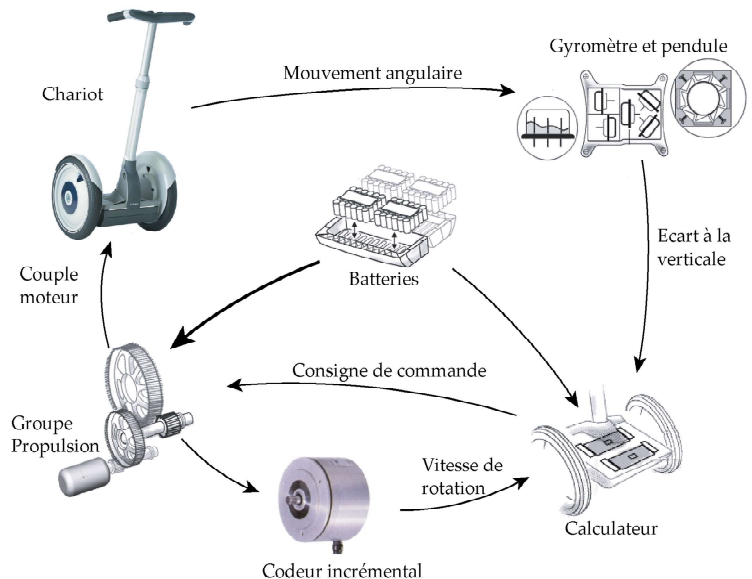
Schéma-bloc fonctionnel d'un véhicule auto-balancé SEGWAY®

(D'après Concours Centrale Supélec PSI)

Le support de l'étude est le véhicule auto balancé Segway®. Il s'agit d'un moyen de transport motorisé qui permet de se déplacer en ville.

En termes de prestations, il est moins rapide qu'une voiture ou qu'un scooter, plus maniable, plus écologique (*selon les rédacteurs du sujet*), moins encombrant et nettement plus moderne... (*mais tout aussi inutile en ville ^^*).

La conduite du Segway® se fait par inclinaison du corps vers l'avant ou vers l'arrière, afin d'accélérer ou freiner le mouvement (comme pour la marche à pied dans laquelle le piéton s'incline vers l'avant pour débiter le mouvement). Les virages à droite et à gauche sont quant à eux commandés par la rotation de la poignée directionnelle située sur la droite du guidon.



La spécificité de ce véhicule est d'avoir deux roues qui ont le même axe de rotation, avec son centre de gravité situé au dessus de l'axe commun des roues, si bien qu'on se demande comment rester à l'équilibre une fois monté sur la plate-forme. Tout comme le cerveau permet à l'homme de tenir debout sans tomber grâce à l'oreille interne, le système comporte un dispositif d'asservissement d'inclinaison, maintenant la plate forme du véhicule à l'horizontale ou encore la barre d'appui, supposée orthogonale à cette plate forme, à la verticale. Le Segway® comporte à cet effet des capteurs et des microprocesseurs transmettant des consignes aux deux moteurs électriques équipant les deux roues.

La chaîne d'action permettant de réguler l'inclinaison du SEGWAY® est réalisée par :

- un ensemble **amplificateur et motoréducteur** qui permet de délivrer un couple C_m (caractérise une action mécanique ayant tendance à entraîner un solide en rotation, unité Newton.mètre) : $C_m(t) = K_m \cdot u(t)$ avec $u(t)$ tension de commande
- l'ensemble **chariot et conducteur**. Les équations de comportement dynamique peuvent se mettre sous la forme : $a \cdot \frac{d^2 \phi(t)}{dt^2} = b \cdot C_m(t) + c \cdot \phi(t)$ avec $\phi(t) = \psi(t) + \alpha(t)$ où $\alpha(t)$ est l'inclinaison du conducteur par rapport à la barre d'appui.

La partie commande est constituée :

- d'un **comparateur** qui élabore le signal écart $\varepsilon(t) = \psi_c(t) - \psi(t)$ où $\psi(t)$ est l'inclinaison du plateau du chariot par rapport à la verticale et $\psi_c(t)$ est la position angulaire de consigne
- d'un **correcteur** qui adapte l'écart pour commander le système avec la tension $w(t)$

Afin de stabiliser le système, la grandeur de commande du motoréducteur $u(t)$ est élaborée à partir de :

- la mesure de la vitesse angulaire par un **gyromètre** qui fournit la tension $u_v(t)$ telle que :

$$u_v(t) = K_v \cdot \frac{d\psi(t)}{dt}$$

- la mesure de la position angulaire par un **pendule** qui fournit la tension $u_p(t)$ telle que :

$$u_p(t) = K_p \cdot \psi(t)$$

Q.1. Compléter le schéma-bloc fonctionnel de ce système.

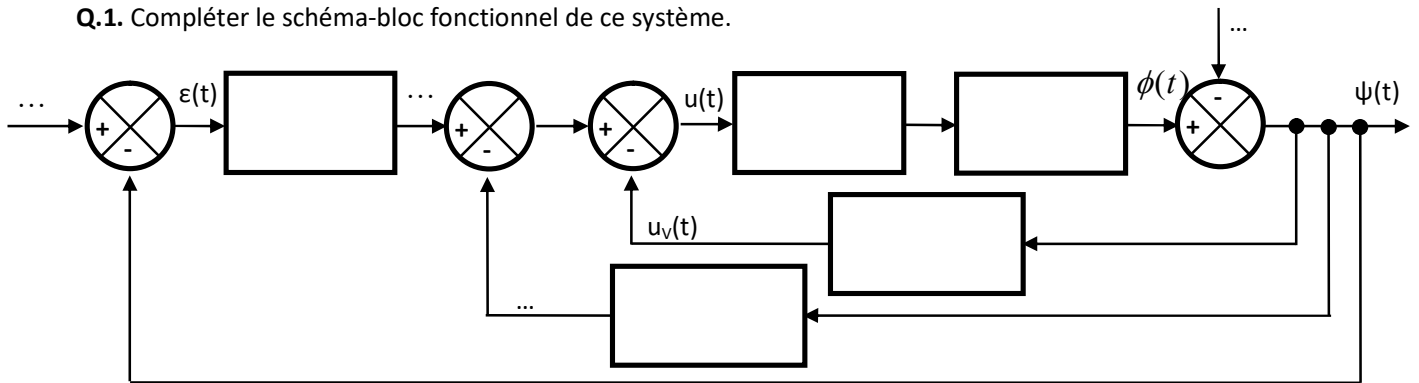
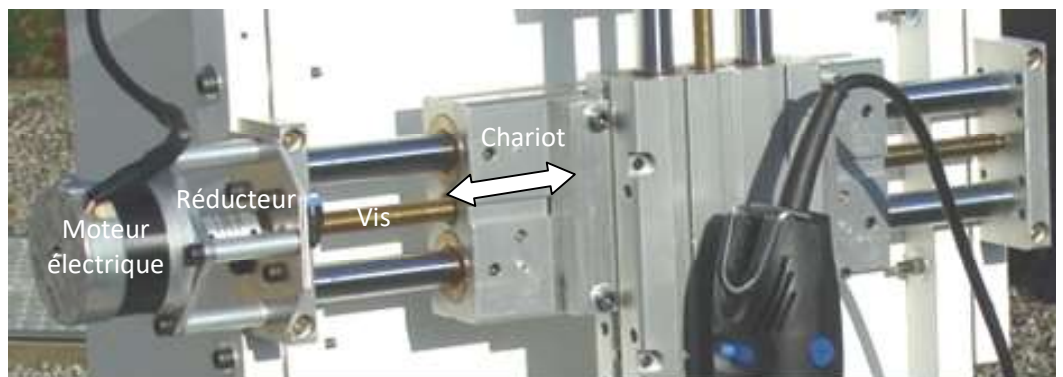


Schéma-bloc fonctionnel d'un axe asservi de machine outil

L'étude porte sur un axe linéaire asservi que l'on peut retrouver sur des machines outils à commande numérique.

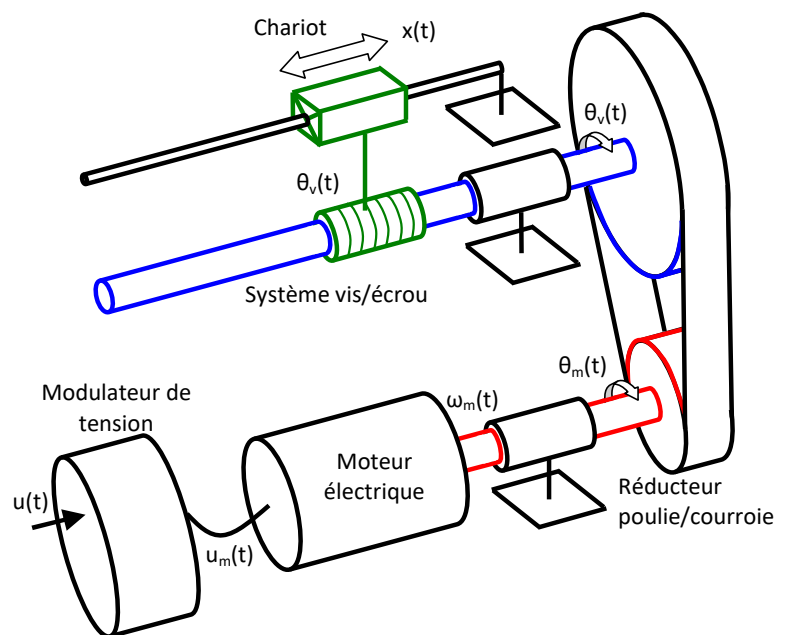


Modélisation de la boucle ouverte

La boucle ouverte du système est constitué d'un modulateur de tension, d'un moteur électrique, d'un réducteur (système poulie courroie) et d'un système vis écrou qui permet de mettre en mouvement le chariot.

Le modulateur délivre une tension de commande $u_m(t)$ au moteur à partir d'une tension en entrée $u(t)$. Le moteur met en mouvement à une vitesse $\omega_m(t)$ l'arbre moteur. Le réducteur de rapport de réduction r permet d'obtenir une vitesse de rotation plus faible $\omega_v(t)$. Le système vis écrou permet de transformer le mouvement de rotation continue de la vis en un mouvement de translation continue du chariot. On note $x(t)$ la position du chariot.

On donne $r = \frac{\omega_v(t)}{\omega_m(t)} = \frac{\theta_v(t)}{\theta_m(t)}$ où $\theta_v(t)$ correspond à la position angulaire de la vis et $\theta_m(t)$ à la position angulaire de l'arbre moteur.

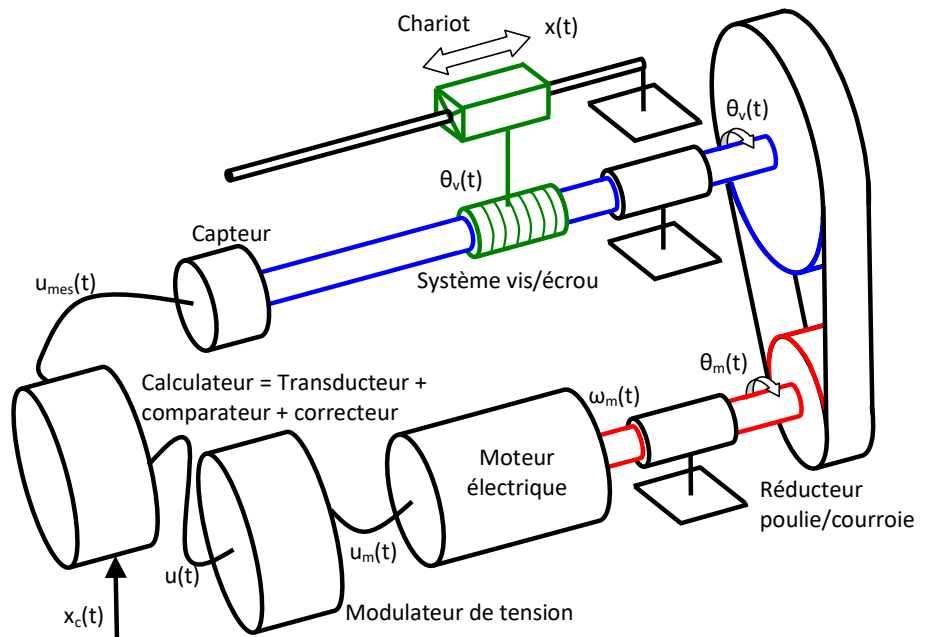


Q.1. Tracer le schéma-bloc fonctionnel de ce système et définir les données de sortie de chaque bloc.

Modélisation de la boucle fermée

On rajoute au système précédent un capteur et un calculateur. Le calculateur met forme dans un premier temps la consigne d'entrée $x_c(t)$ qui devient une image en tension $u_c(t)$.

Le capteur mesure l'angle de rotation de la vis et en informe le calculateur avec la grandeur $u_{mes}(t)$ image en tension de $x(t)$. Le calculateur compare ensuite cette mesure avec la grandeur de consigne de position mise en forme $u_c(t)$ par le transducteur et élabore un écart $\varepsilon(t)$ en tension, fonction de la différence $u_c(t) - u_{mes}(t)$. Le correcteur élabore un signal de commande $u(t)$ pour le modulateur.

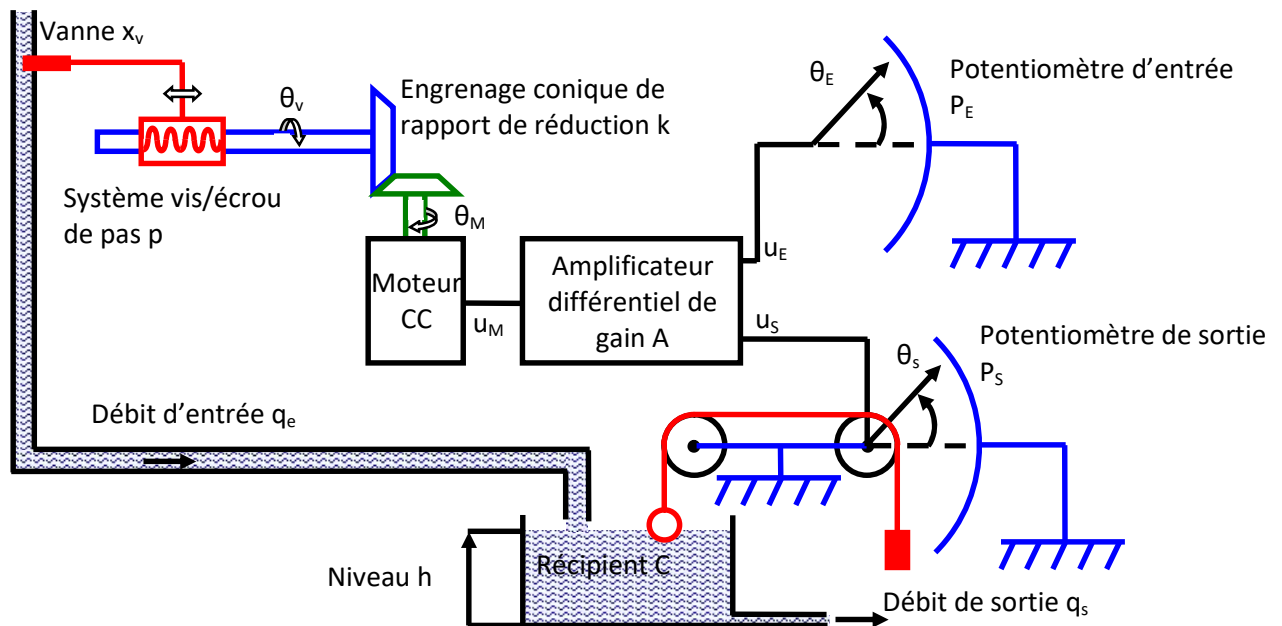


Q.2. Tracer le nouveau schéma-bloc fonctionnel de ce système et définir les données de sortie de chaque bloc.

(Attention aux grandeurs comparées dans le sommateur : on doit comparer l'image en tension de $x_c(t)$ à l'image en tension de $x(t)$: on donne la relation $x(t) = \theta_v(t) \cdot \text{pas} / (2 \cdot \pi)$).

Q.3. Pourquoi le bouclage du système apporte une amélioration de ses performances ?

Schéma-bloc fonctionnel d'un asservissement de niveau



Le système représenté ci-dessus est destiné à asservir le niveau h d'un liquide contenu dans un récipient C pour un angle de référence θ_E réglé par un opérateur. Le niveau h est transformé en un angle θ_s au moyen d'un flotteur agissant sur le curseur d'un potentiomètre P_s ($\theta_s / h = K_\theta = 1 \text{ rad/m}$). Les deux potentiomètres P_E et P_s , identiques, transforment les angles d'entrée et de sortie en tensions électriques dont la différence est amplifiée par un amplificateur de gain A . La tension de sortie de l'amplificateur u_M est appliquée à l'induit d'un moteur à courant continu dont l'inducteur est alimenté par une tension constante. Ce moteur agit par l'intermédiaire d'un réducteur et d'un système vis/écrou, sur une vanne linéaire qui commande le débit q_e du liquide entrant dans le récipient C . Le débit de sortie q_s est supposé proportionnel au niveau h du liquide.

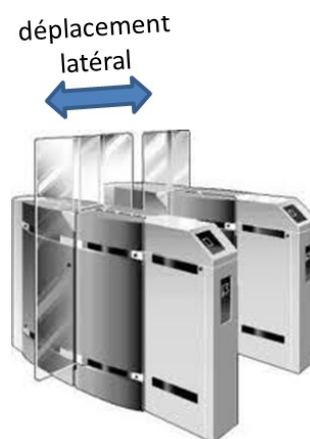
Q.1. Représenter le schéma-bloc fonctionnel du système asservi.

Analyse des performances de portes rétractables

Différents tests de réglage sont réalisés sur un système de portes rétractables permettant de filtrer et sécuriser l'accès à la ligne B du métro station Jean Jaurès.

Pour chacun d'entre eux, l'évolution de la distance parcourue latéralement par la porte par rapport à la position de départ (0 m) est mesurée en fonction du temps (en seconde).

Pour chacun de ces essais, la consigne de déplacement latéral imposée est de 1 m. Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.



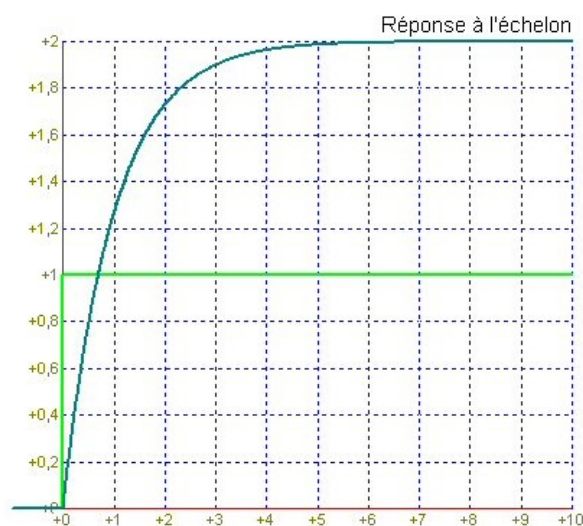
Réglage N°1

Erreur statique :

Temps de réponse à 5% :

1^{er} dépassement absolu :

1^{er} dépassement relatif :



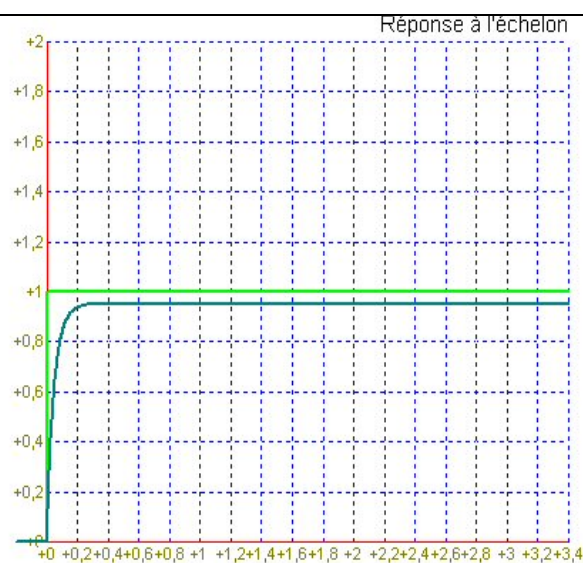
Réglage N°2

Erreur statique :

Temps de réponse à 5% :

1^{er} dépassement absolu :

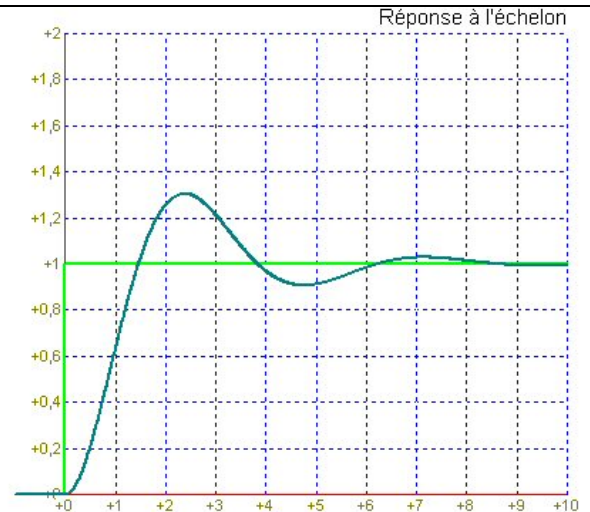
1^{er} dépassement relatif :



Réglage N°3

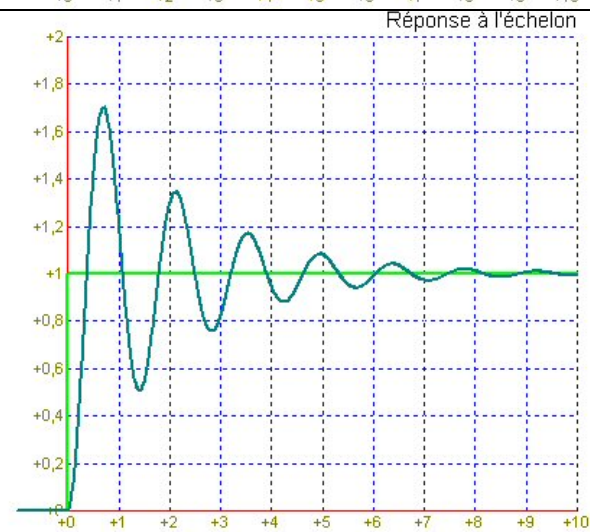
Erreur statique :

Temps de réponse à 5% :

1^{er} dépassement absolu :1^{er} dépassement relatif :**Réglage N°4**

Erreur statique :

Temps de réponse à 5% :

1^{er} dépassement absolu :1^{er} dépassement relatif :

Q.1 Evaluer, dans chacun des cas et en utilisant les critères proposés, les performances du système de portes rétractables.

Q.2. Donner le réglage qui permet d'avoir le système le plus précis. Donner aussi celui qui permet d'avoir le système le plus rapide.