

Les parties **1** et **2** peuvent être traitées séparément.

Régulation de température vanne 3 voies

Objectif : un liquide circulant dans une canalisation à débit Q_s constant doit être maintenu à température constante θ_s

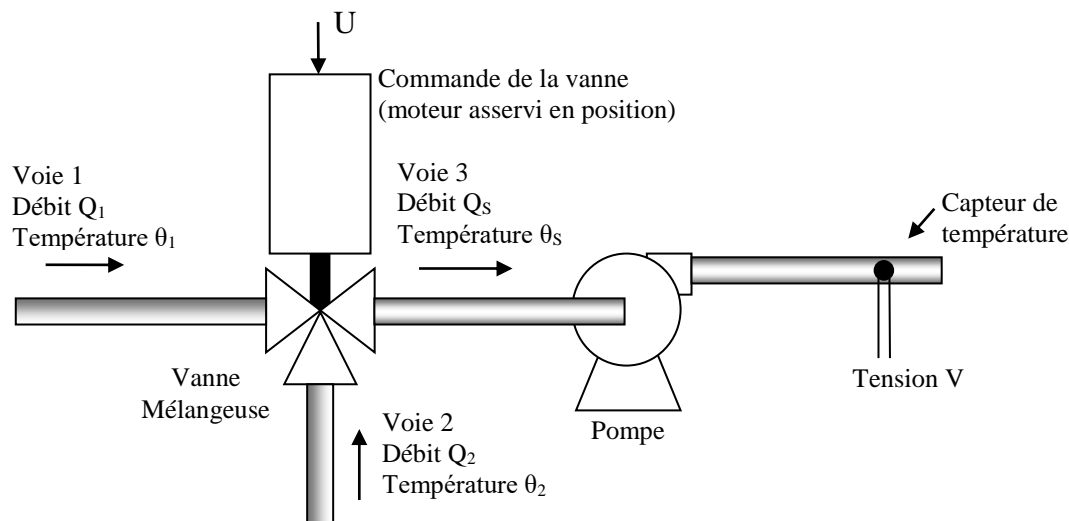
Pour obtenir ce résultat, on dispose (figure donnée ci-dessous) d'une vanne mélangeuse à trois voies commandée par un moteur asservi en position. Grâce à la vanne on mélange de l'eau chaude provenant d'une chaudière (température constante θ_2) et de l'eau froide provenant d'un système de réfrigération (température constante θ_1). La tension de consigne U de l'asservissement de position est comprise entre 0 et 10 volts.

Pour une commande $U = 0$, la voie **2** est fermée, la voie **1** est ouverte.

Pour une commande $U = 10$ Volts, la voie **2** est ouverte, la voie **1** est fermée.

Pour une commande U variant de 0 à 10 Volts la voie **2** s'ouvre progressivement, pendant que la voie **1** se ferme.

Une pompe permet de maintenir le débit Q_s constant dans la voie **3**. La température θ_s est mesurée par un capteur qui fournit une information en tension V .



1) Etude de la boucle de température : cas N°1

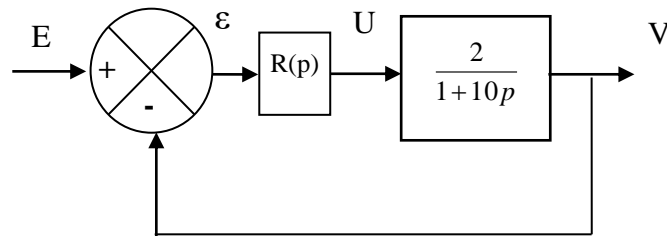
1.1) En boucle ouverte, on effectue une analyse indiciaire autour du point moyen de fonctionnement en appliquant une tension U sous forme d'échelon de position de faible amplitude (100 mVolts). Le

résultat de cette analyse nous permet de déduire la fonction de transfert : $\frac{V}{U} = \frac{K}{1 + \tau p}$ avec : $K = 2$

et $\tau = 10$ secondes (V et U sont les variations des deux tensions autour du point de fonctionnement).

Donner l'allure de la tension V qui a permis d'aboutir à ce résultat (expliquer ce tracé).

1.2) La boucle de régulation est donnée sur le schéma suivant, la consigne en tension E étant constante pour assurer une tension V , image de la température, constante :



Un régulateur de fonction de transfert $R(p)$ permettra de modifier le comportement de la boucle.

Calculer la fonction de transfert en boucle fermée $\frac{V}{E}(p)$ (en fonction de G) dans les deux cas suivants : $R = G$ puis $R(p) = G \frac{1+10p}{10p}$. Préciser le type de chacun des deux régulateurs proposés.

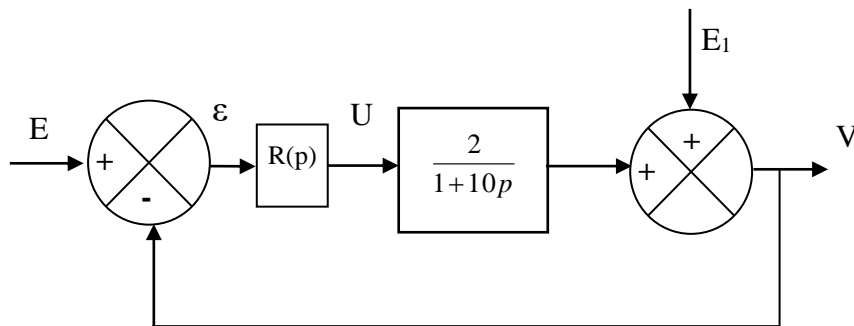
1.3) On suppose que

- la température de la source froide θ_1 (voie 1) est constante pendant une certaine durée (non précisée)

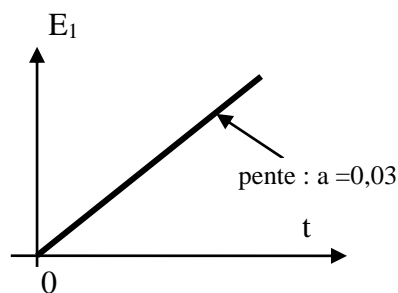
- à partir de l'instant $t = 0$, choisi comme origine, θ_1 augmente linéairement.

On représente l'effet de cette variation sur V par une perturbation notée E_1 avec :

$E_1 = 0$ si θ_1 est constante et $E_1 = \frac{a}{p^2}$ si θ_1 augmente.



La perturbation E_1 a l'allure suivante :



Pour analyser l'effet de cette perturbation seule, **on pose : $E = 0$ pour les questions suivantes** :

a) En boucle ouverte, tracer l'allure de la tension V en réponse à E_1

b) En boucle fermée, calculer la fonction de transfert : $\frac{V}{E_1}(p)$ pour : $R(p) = G \frac{1+10p}{10p}$

Calculer $V(p)$ pour : $E_1 = \frac{0,03}{p^2}$ (rampe de pente "0,03").

En déduire l'expression de $V(t)$. Tracer $V(t)$ pour $G = 10$.

Le régulateur proposé est-il efficace pour éliminer l'effet de cette perturbation ?

Comment modifier le gain G pour améliorer cette efficacité ?

2) Etude de la boucle de température : cas N°2

En boucle ouverte, le résultat d'une identification nous permet de déterminer la fonction de

transfert : $\frac{V}{U} = \frac{K}{(1 + \tau p)(1 + \tau' p)}$ avec : $K = 2$, $\tau = 10$ s, $\tau' = 1$ s (V et U sont les variations des deux tensions autour du point de fonctionnement).

Dans les questions suivantes on n'introduira pas le terme perturbateur E_1 .

2.1) Le système bouclé se présente sous la même forme que précédemment. Avec un régulateur proportionnel de gain $G = 20$, tracer l'allure asymptotique des lieux de Bode de la boucle **ouverte**

$$\frac{V}{E}.$$

Quelle est la valeur de la pulsation correspondant à un gain de 0dB ?

A cette pulsation, calculer l'argument de la boucle ouverte. En déduire la valeur de la marge de phase M_ϕ .

A partir de cette valeur de marge de phase trouvée, quelle doit être l'allure transitoire de la réponse indicielle de la boucle fermée ?

Quelle est la valeur de l'erreur de position en boucle fermée (on suppose que sur la consigne est appliqué un échelon unitaire de position) ?

2.2) On propose un régulateur de la forme : $R(p) = 2,5 \cdot \left(\frac{1 + 10p}{10p} \right).$

Tracer les lieux de Bode asymptotiques de la boucle ouverte corrigée.

Quelle est la valeur de la pulsation correspondant à un gain de 0dB ?

A cette pulsation, calculer l'argument de la boucle ouverte. En déduire la valeur de la marge de phase M_ϕ .

Quelle est la valeur de l'erreur de position en boucle fermée ?