

Exercice A Système Hydrotherm.

On se propose dans un premier temps de créer un modèle mathématique du système puis d'en faire une simulation.

On pose :

- $\theta(t)$ température interne de la cuve (supposée homogène)
- θ_{ex} température extérieure supposée constante et égale à 25°C
- $\Phi(t)$ flux thermique à travers la cuve (fuite thermique)
- $u(t)$ signal de commande (variant de 0 à 100%)
- $P(t)$ Puissance de chauffe, elle est proportionnelle à $u(t)$ et on a $P_{max}=2\text{kW}$ à 100 % de commande
- $cons(t)$ consigne : variant de 0 à 1 pour une plage de température allant de 0° ($cons=0$) à 100° ($cons=1$)
- R_{th} la résistance thermique séparant l'intérieur et l'extérieur de la cuve de valeur $0,1\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$
- m la masse d'eau contenue dans la cuve de valeur 20kg
- C la chaleur massique de l'eau (on prendra $C=4000\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$)
- la sonde de température donne 1 lorsque la température est de 100°C et 0 pour 0°C

1 Modélisation :

A partir des équations thermiques on peut montrer que :

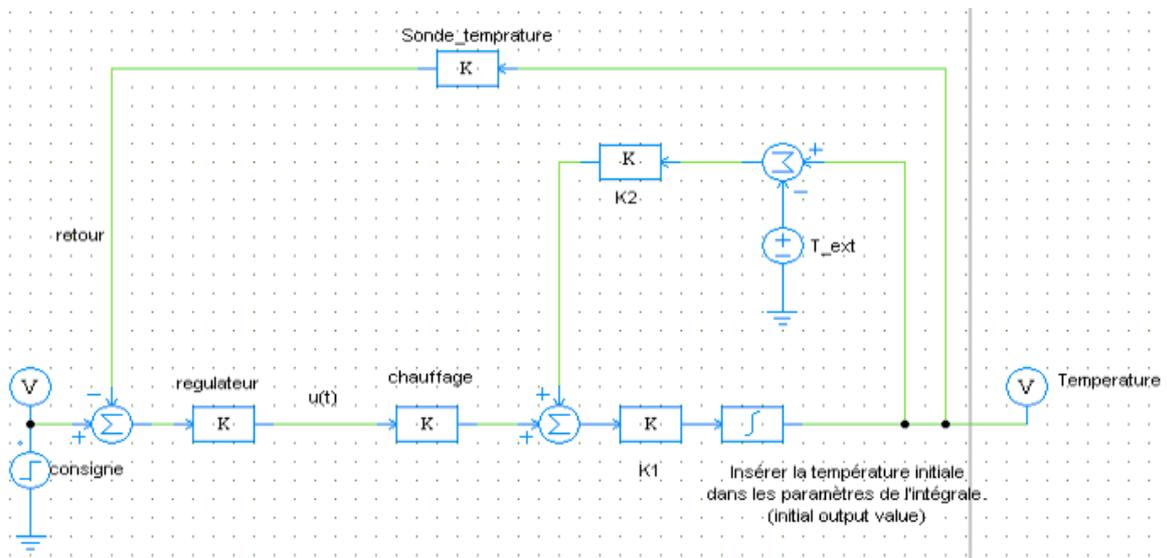
$$\Phi \cdot R_{th} = (\theta - \theta_{ex}) \quad \text{et} \quad P - \Phi = C \cdot m \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

On aura aussi

$$P = P_{max} \times u(t)$$

1.1 Transposer ces équations dans l'espace de Laplace

1.2 Vérifier l'exactitude du diagramme PSIM. Indiquez l'emplacement des différentes grandeur citée plus haut et corrigez les erreurs éventuelles.

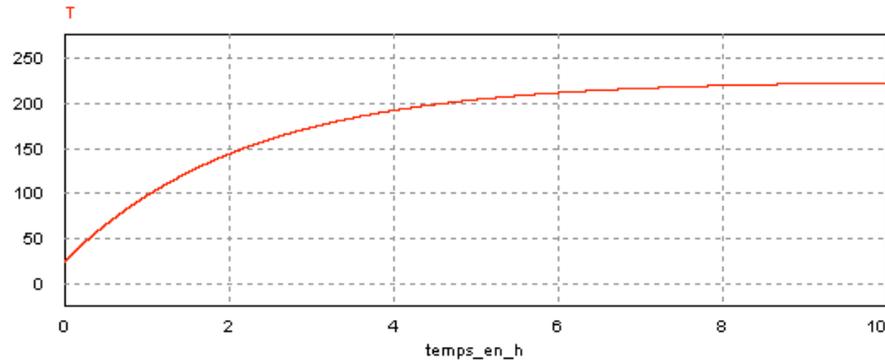


1.3 Indiquer, sur le diagramme PSIM, les valeurs des constantes de proportionnalité K1, k2,

regulateur, sonde_temperature et chauffage .

2 Fonctionnement en boucle ouverte

On fait subir un échelon de commande tel que $u(t)=0$ pour $t<0$ et $u(t)=1$ pour $t\geq 0$.



2.1 Que peut-on dire de la valeur finale ?

2.2 Quelle valeur faut-il donner à la commande pour obtenir 50°C à l'équilibre ? Quelle serait la durée de chauffe ?

2.3 Un fonctionnement en boucle ouverte est-il envisageable ? Citer plusieurs arguments justifiant votre réponse.

3 Fonctionnement en boucle fermée :

modification des modèles :

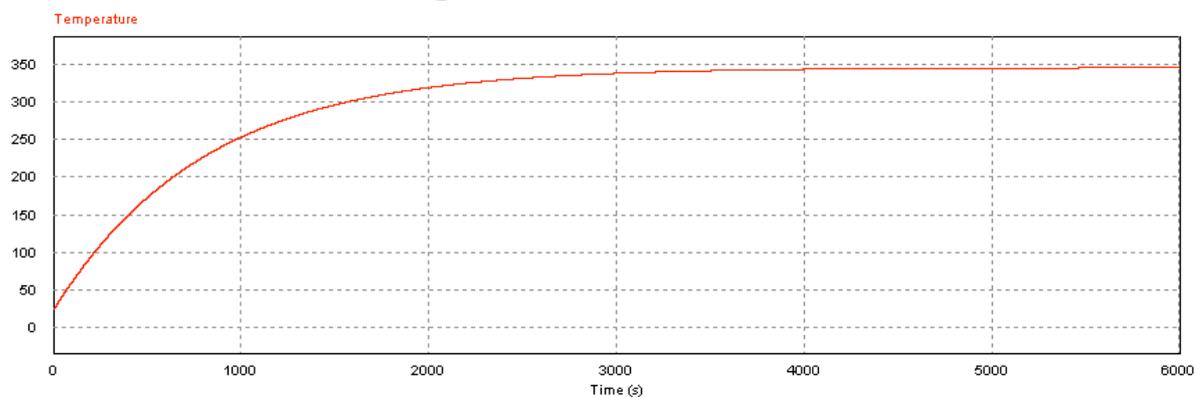
Afin de raccourcir les constante de temps, on modifie le modèle en ne comptant que 2kg d'eau.

Pour tenir compte des effets de la convection, on ajoute un retard de de 5s à la sortie du système de chauffe.

Comme le système de chauffage ne peut fonctionner qu'entre 0 et 100 %, on ajouter un limiteur à l'entrée.

3.1 Première observation

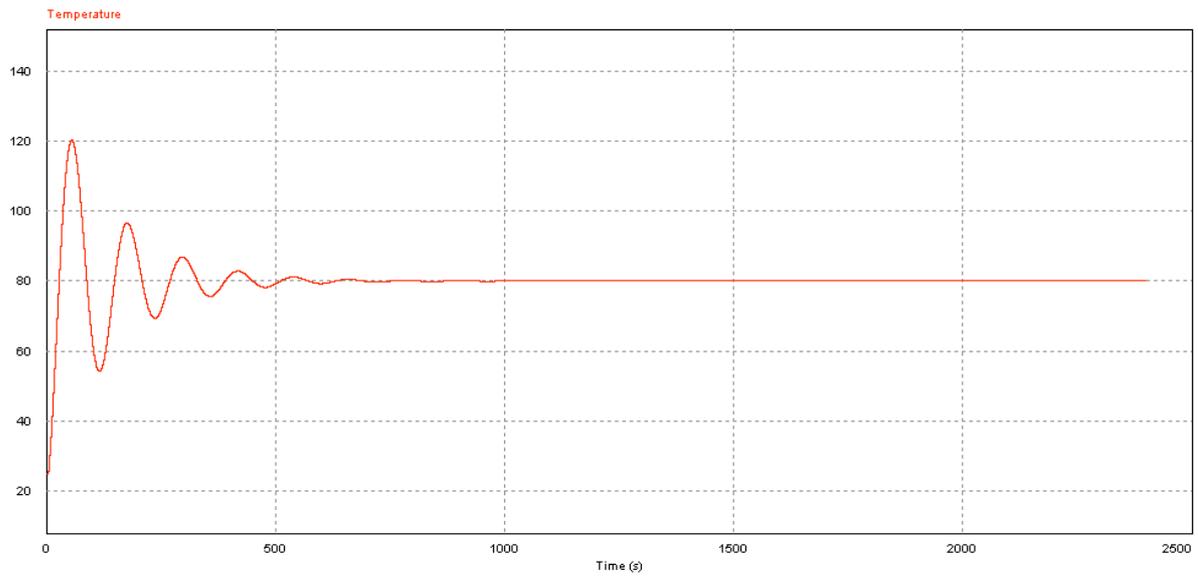
On est encore en boucle ouverte et le régulateur est neutralisé



En utilisant la méthode de broïda, déterminez les paramètres du régulateur PID

3.2 Deuxième observation

On passe maintenant en boucle fermée.

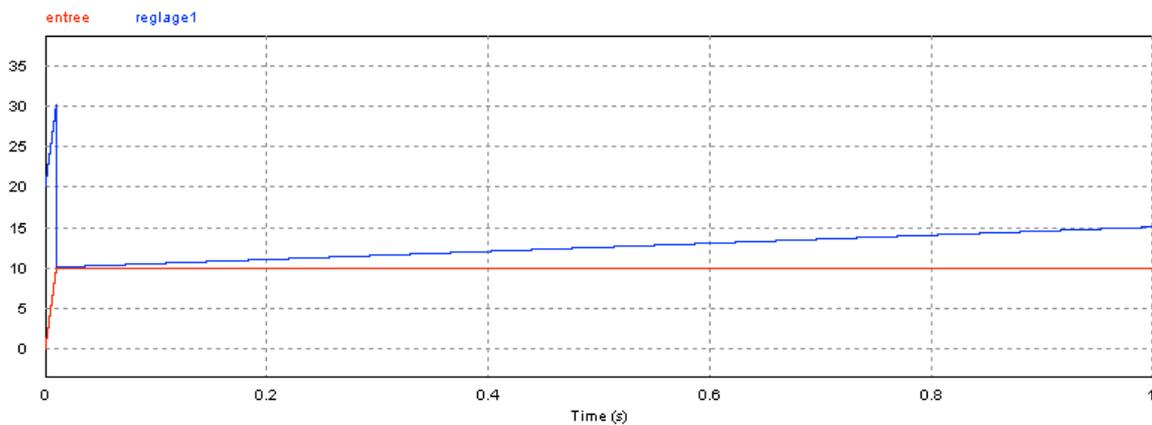
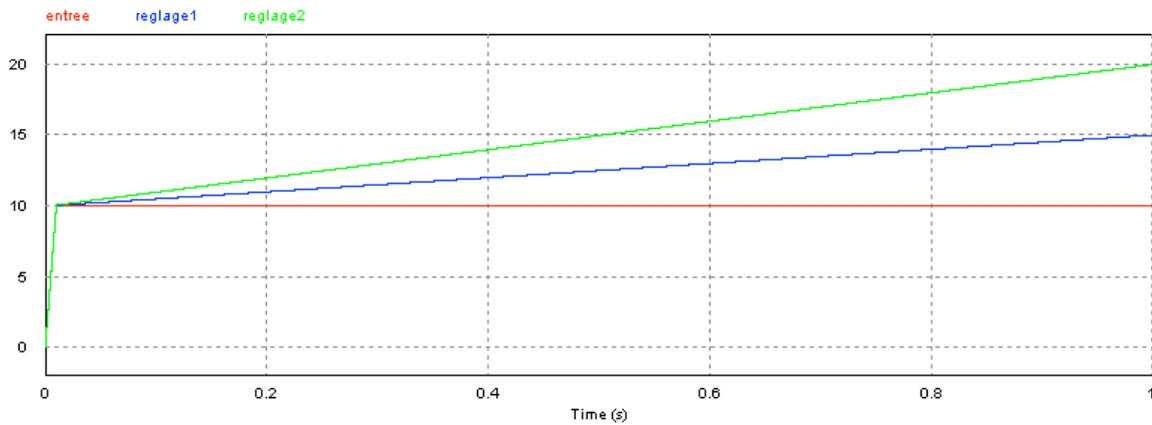
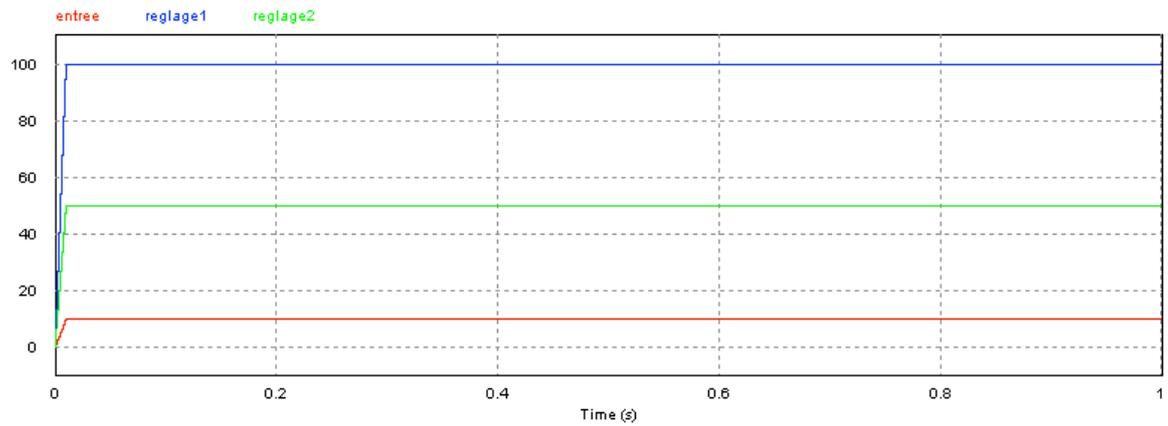


On simule le fonctionnement pour un échelon de consigne allant de 0,25 (25°C) à 0,8(80°C).
 Que peut on dire du temps de chauffe, de la précision du résultat et de la stabilité du système ?
 Cette simulation vous semble-elle réaliste, pourquoi ?

Exercice B Observation des effet d'un correcteur PID

1 .

On relève les courbes en fonction du temps de la sortie d'un régulateur PID soumis à un échelon de consigne.(l'échelon se produit à l'instant 0)

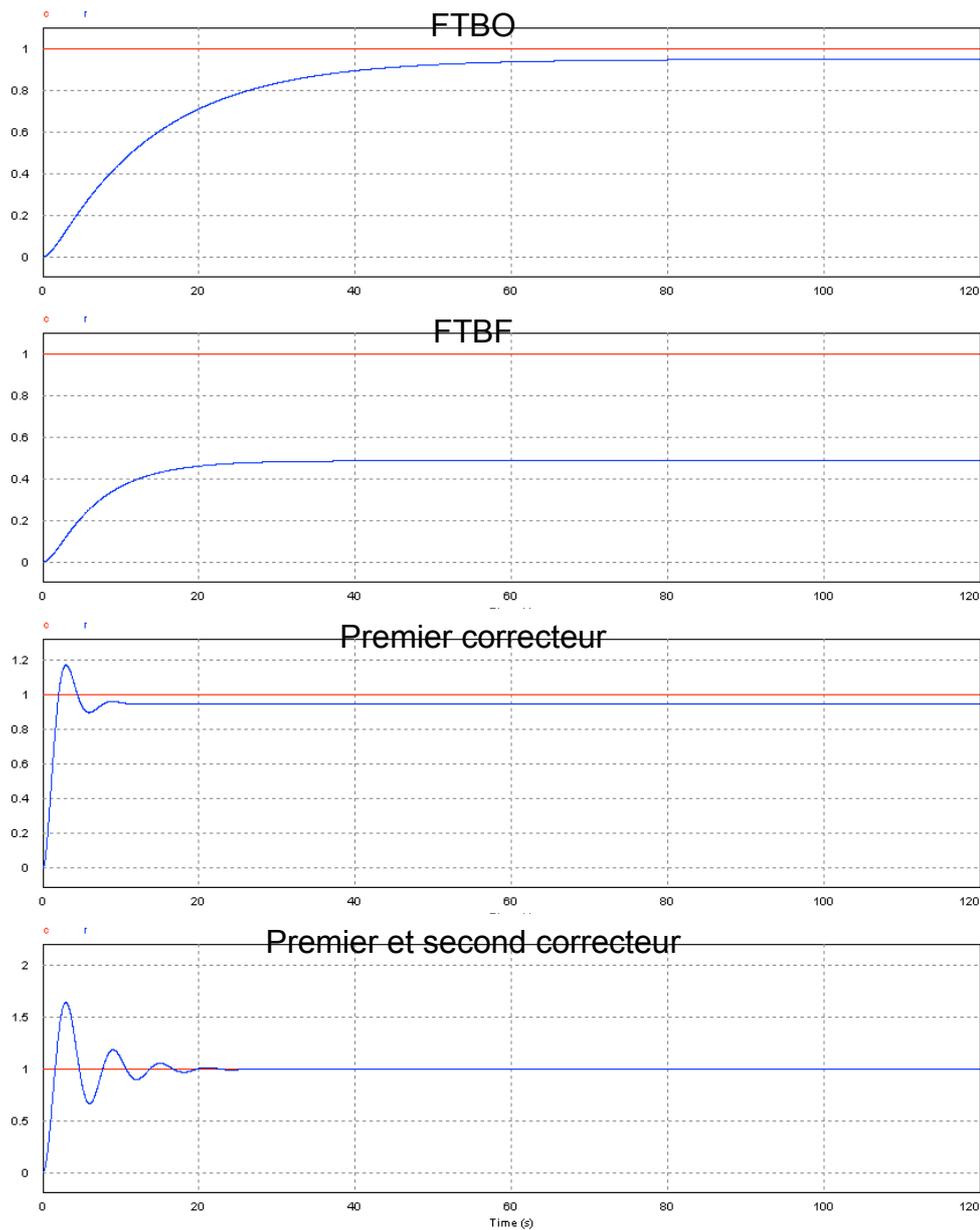


1.1 Donner le nom de ce paramètre.

1.2 Entre chacune des deux courbes dire si le paramètre observé a augmenter ou diminuer. On justifiera la réponse.

2 La courbe ci-contre montre la réponse au même échelon mais avec toutes les fonctions du correcteur activées. On constate deux zones distinctes. Dire à quelle fonction du correcteur elle sont liées. Pourquoi, à votre avis, la troisième fonction n'apparait elle pas ?

Exercice C Observation d'un asservissement de vitesse.



On donne les courbes de la réponse à un échelon d'un circuit d'asservissement de vitesse d'un moteur à courant continu.

- 1 Justifier les changements entre la réponse de la FTBO et celle de la FTBF.
- 2 Quelle est la nature du premier correcteur introduit ? Sur quelle observation basez vous votre réponse ?
- 3 Quelle est la nature du second correcteur introduit ? Sur quelle observation basez vous votre réponse ?
- 4 Suite à cette réponse, expliquez pourquoi un asservissement de position du moteur ne présente pas d'erreur statique.