ENSICAEN - Spécialité Electronique et Physique Appliquée 1A

Systèmes Asservis

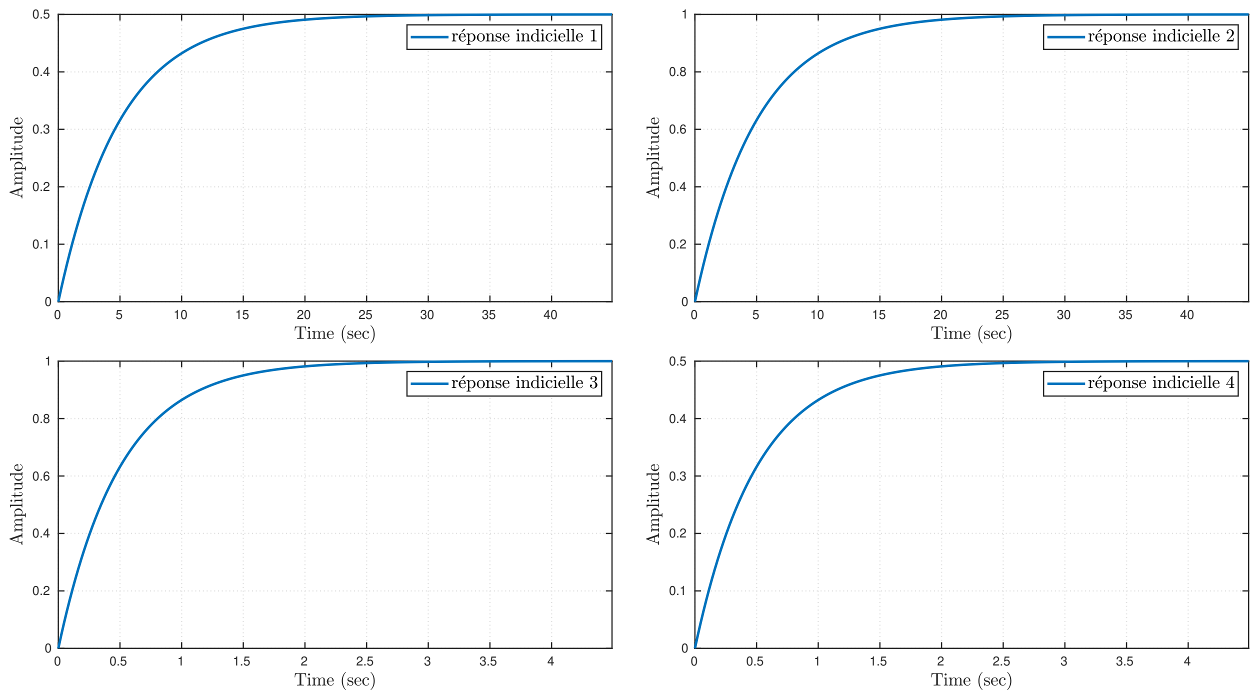
TD01

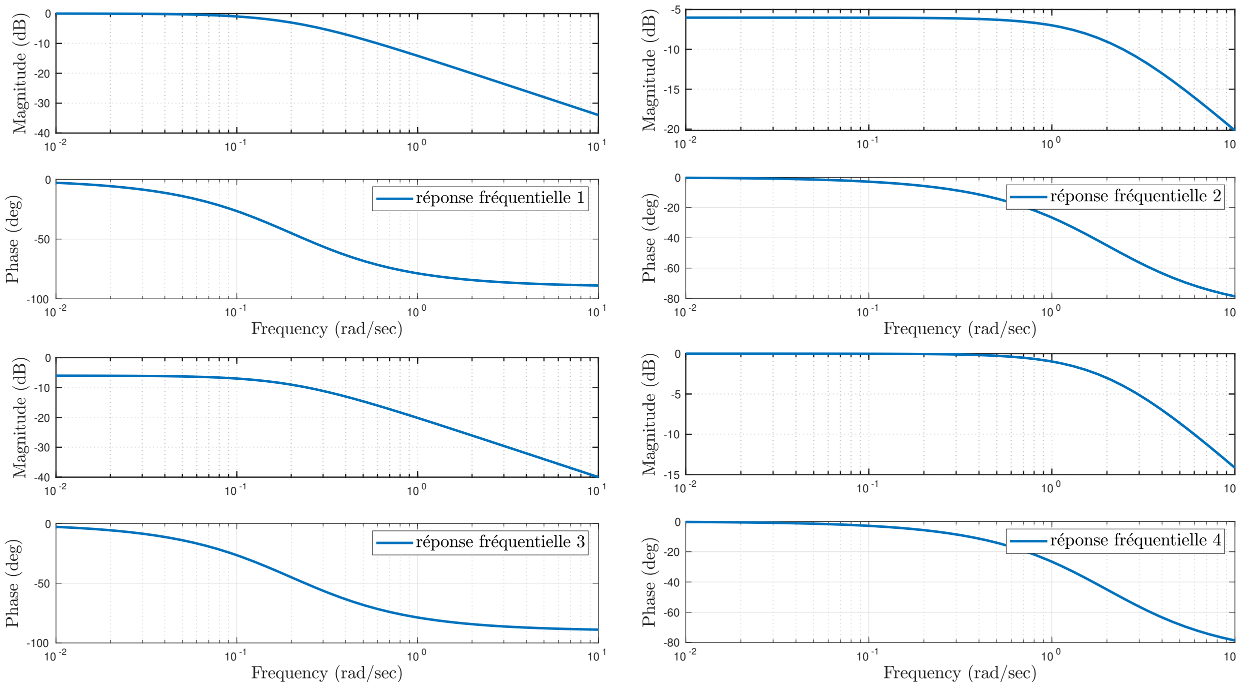
Les systèmes d'ordre 1

Exercice 1.

Faire correspondre les fonctions de transfert, les réponses indicielles à un échelon unitaire et les diagrammes de Bode. Une des fonctions de transfert n'est associée à aucune des réponses. Justifiez vos choix.

fonction 1	fonction 2	fonction 3	fonction 4	fonction 5
$F_1(p) = \frac{2}{10p+2}$	$F_2(p) = \frac{2}{p+2}$	$F_3(p) = \frac{-1}{-p-2}$	$F_4(p) = \frac{1}{10p-1}$	$F_5(p) = \frac{1}{10p+2}$





Représentation des systèmes par schéma-bloc

Exercice 2.

Un local dont la température est égale à θ, schématisé sur la figure 1 est en contact avec une source chaude (chauffage à la température θ_c) et une source froide (température de l'extérieur θ_f).

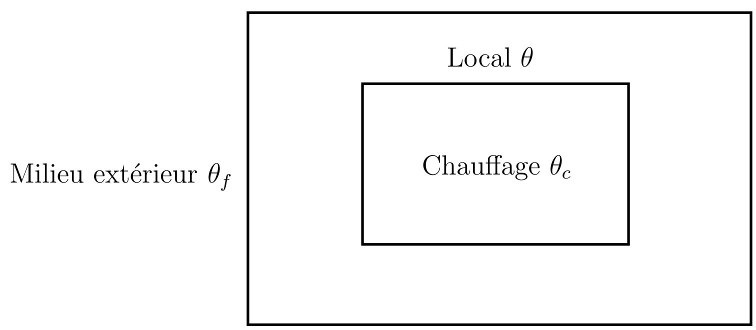


FIGURE 1 – Schéma général température

Si on note Q_c et Q_f l'énergie thermique transférée depuis la source chaude et de la source froide respectivement, on a

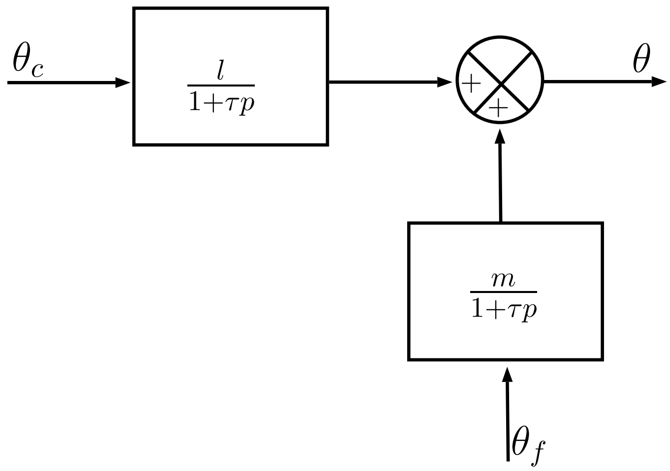
$$K\frac{d\theta}{dt} = \frac{dQ_c}{dt} + \frac{dQ_f}{dt}$$
$$\frac{dQ_c}{dt} = k_c(\theta_c - \theta)$$
$$\frac{dQ_f}{dt} = k_f(\theta_f - \theta)$$

où k_c et k_f sont des coefficients constants dépendant des transferts thermiques entre le local et le chauffage et entre le local et le milieu extérieur respectivement. Le coefficient K est la capacité calorifique du local qui est constant aux températures considérées.

Mise en équation

1.a) Sachant que pour $\theta_c = 70°$ et $\theta_f = -5°$, la température du local est égale à $\theta = 20°$, calculer le rapport k_c/k_f. Ce trio de température définit le point de fonctionnement du système.

1.b) En partant de la transformée de Laplace des équations différentielles régissant l'évolution de la température du local, montrer que que le système peut être représenté par le schéma-bloc suivant :



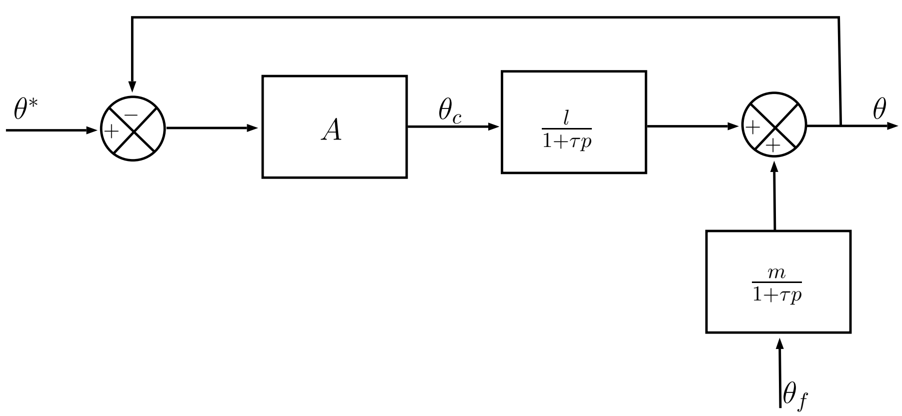
Donner les valeurs de l et m.

1.c) Indiquer une méthode permettant de mesurer τ, en supposant que θ_c est une variable de commande. Dans la suite on prendra $\tau = 5500s$.

1.d) En supposant θ à l'équilibre au point de fonctionnement, calculer la nouvelle température d'équilibre du local lorsque θ_f est un échelon d'amplitude $-6°$ qui s'ajoute au point de fonctionnement.

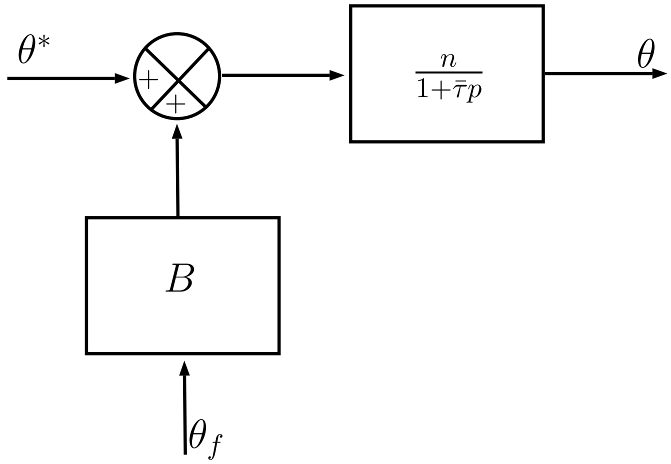
Asservissement

Ce système est asservi en utilisant un bouclage unitaire sous la forme suivante :



2.a) Donner les fonctions de transfert reliant le température du local θ à la température de consigne θ^* et à θ_f.

2.b) Réduire ce schéma-bloc pour le mettre sous la forme suivante :



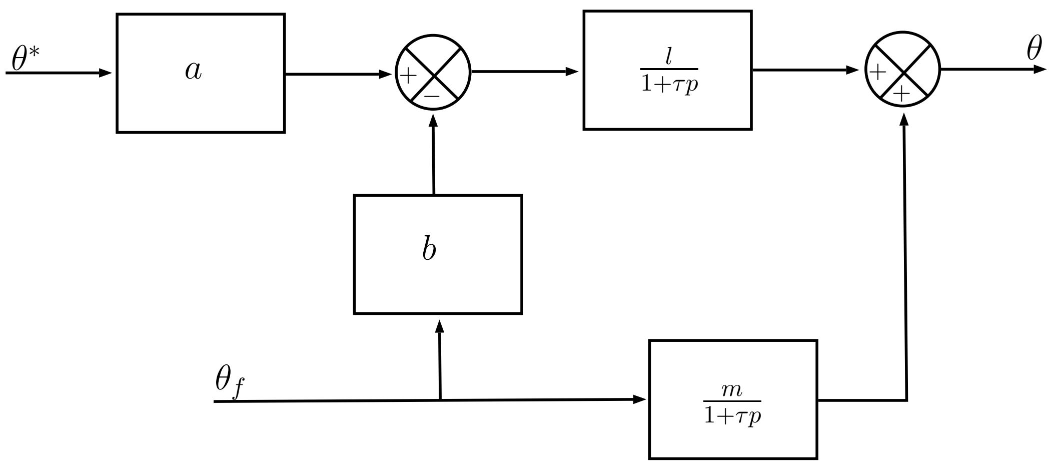
2.c) Donner les valeurs numériques de $B, n, \bar{\tau}$ pour $A = 30$.

2.d) Pour $\theta^* = 20°$, calculer les valeurs à l'équilibre de θ pour $\theta_{f1} = -5°$ et $\theta_{f2} = -11°$. Comparer avec le système en boucle ouverte de la question 1.b).

2.e) Calculer et tracer l'évolution de θ en supposant la variation de θ_f se fait en échelon.

Action feedforward

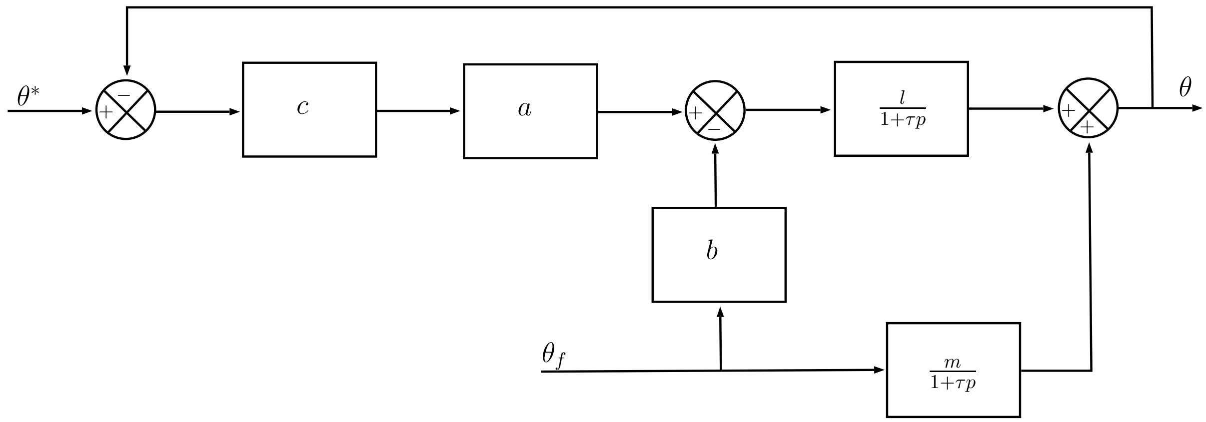
Un capteur de température est installé à l'extérieur du local et cette mesure est utilisée dans la boucle d'asservissement. Le système asservi devient :



3.a) Montrer que l'on peut choisir a et b de manière à rendre θ indépendant de θ_f et pour avoir $\theta = \theta^*$ à l'équilibre. Pour ce faire, on pourra simplifier le schéma-bloc avant de procéder à la détermination des coefficients a et b.

Bouclage

Le système précédent est maintenant bouclé avec un correcteur proportionnel $c = 30$:



4.a) Pour $\theta = 20°$, $\theta_{f1} = -5°$ et $\theta_{f2} = -11°$, calculer et tracer l'évolution de θ en supposant que la variation de θ_f se fait en échelon. Comparer avec les réponses précédentes.