

 LYCÉE GERMAINE TILLION BTS Electrotechnique	Lycée Germaine Tillion Montbéliard modélisation et dimensionnement d'un système de chauffage.	Hydrotherm 
TP 4.3		Essais de systèmes

Le sujet et ses annexes sont à télécharger sur <http://laurent.macherel.free.fr>

RESSOURCES

- documentation du système hydrotherm
- [Notice d'utilisation de l'application de mesure hydrotherm](#)
- annexe traitant des régimes transitoires
- Tutoriels PSIM : http://physiqueensti.free.fr/article.php3?id_article=37

SITUATION DE TRAVAIL

situation 1 : On effectue des relevés de régime transitoire afin de déterminer ses caractéristiques.

situation 2 : A partir des caractéristiques d'un système, on dimensionne le système de chauffage.

ACTIVITÉ 1 : MODÉLISATION DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE.

1 Prise de mesures :

Le système Hydrotherm doit fonctionner en mode thermostat avec la consigne au maximum (50°)

- 1.1 **Mettre en route le système de refroidissement avec son ventilateur au maximum.** A l'aide de l'application Hydrotherm, on effectue le relevé de la température de l'eau depuis un peu avant la mise en route du système de chauffage et jusqu'à son arrêt par le thermostat.
Pour l'exploitation des données, on relèvera la valeur de la puissance absorbée par le thermoplongeur (on vérifiera qu'elles restent constante au cours de toute la phase de chauffage).
Les données seront exportées sous forme de graphiques et d'un fichier au format .csv qui pourra être repris dans un tableur.
- 1.2 Une fois la température maximale atteinte, on fera un enregistrement du refroidissement de l'eau. Avant de lancer cette mesure, on attendra une ou deux minutes pour s'assurer que le refroidissement a bien commencé. Comme le refroidissement complet est très long, on n'enregistrera que les 30 premières minutes. (pendant ce temps, on pourra commencer l'exploitation de la première série de mesure).

2 Exploitation des mesures.

On admettra que les variations de la température $\theta(t)$ obéissent aux lois des transitoires du premier ordre.

- 2.1 Pour la montée en température, afin de commenter les mesures obtenues, on se posera les questions suivantes : quelle est la forme de la courbe obtenue, ressemble-t-elle à celle présentée dans la préparation. Peut-on connaître la valeur finale qui aurait été atteinte si le thermostat n'avait pas stoppé la chauffe (et si l'eau ne se mettait pas à bouillir à 100°). Par quelle équation peut-on représenter $\theta(t)$.
- 2.2 Pour le refroidissement, après avoir défini les températures initiales et finales, déterminer la constante de temps τ de ce transitoire.

3 Mise en équation du système et identification des valeurs.

On peut montrer que $\theta(t)$ la température du système est régie par l'équation :

$$\theta(t) + C \cdot m \cdot R_{Th} \cdot \theta'(t) = R_{Th} \cdot P + \theta_{ext}$$

avec

- $\theta(t)$ température interne de la cuve (supposée homogène)
- θ_{ex} température extérieure supposée constante et égale à 20°C
- P Puissance de chauffe
- R_{th} la résistance thermique séparant l'intérieur et l'extérieur de la cuve.
- m la masse d'eau contenue dans la cuve ($m=20\text{kg}$)
- C la chaleur massique de l'eau (on prendra $C=4000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$)

- 3.1 Par identification, donner les expressions de la constante de temps de ce système et

de la température finale. (on rappelle l'expression canonique d'un système du premier ordre : $f(t) + \tau \cdot \frac{df(t)}{dt} = \text{Valeur finale}$)

3.2 A l'aide des mesures, déterminez θ_{ex} et P . Calculer R_{th}

ACTIVITÉ 2 : SIMULATION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTÈME RÉEL.

L'application PSIM permet de modéliser des systèmes pour réaliser des simulations de fonctionnement des installations.

Si besoin, vous trouverez des tutoriels à l'adresse :

http://physiqueensti.free.fr/article.php3?id_article=37

1 Modélisation de la maquette

Le montage présenté dans le fichier hydrotherm.psimsch reproduit le fonctionnement de la maquette.

A partir des valeurs que vous avez définies en fin d'activité 1 déterminez $k_1 = \frac{1}{C \cdot m}$ et $K_2 = \frac{1}{R_{Th}}$.

- 1.1 Insérer ces paramètres et lancez une simulation.
- 1.2 Afin de valider le modèle numérique, comparez les résultats à ceux obtenus sur la maquette. Faites des corrections si nécessaire.
- 1.3 Commentez et expliquez ce que vous avez fait.

On rappelle que pour un refroidissement, la puissance de chauffe est nulle.

2 Modélisation du système réel

le système réel contient un volume équivalent à 450l d'eau (soit 22,5 fois plus)
les cuves ne sont pas en Plexiglas mais en acier et la surface d'échange avec l'extérieur est environ dix fois plus grande. On peut calculer que la résistance thermique avec l'extérieur est 250 fois plus faible (les fuites sont 250 fois plus grandes !)

- 2.1 En comparaison avec la maquette hydrotherm, déterminer les nouvelles valeurs des coefficients du modèle soit : $k_1 = \frac{1}{C \cdot m}$ et $K_2 = \frac{1}{R_{Th}}$
- 2.2 Déterminer la puissance nécessaire pour maintenir le bain à 50° et la durée du transitoire si le système de chauffe délivrait cette puissance.
- 2.3 Modifiez les paramètres nécessaires dans PSIM et vérifiez ces réponses
- 2.4 Par quelques essais trouvez la puissance qui permettra d'obtenir une montée en température d'environ une heure (passer de 20°C à 50°C)
- 2.5 Faites des essais pour différentes températures extérieures.
- 2.6 Conclure sur la nécessité du système de régulation, sur l'influence des différents paramètres et sur l'intérêt d'utiliser un logiciel de simulation.