

SHIRODHARA

Appui-Tête de relaxation

SHIRODHARA est un système appui-tête de relaxation grand public fonctionnant sur le principe d'un circuit d'eau tempérée, régulée en température et piloté par microcontrôleur. SHIRODHARA est un produit réel instrumenté issu du domaine du bien-être pour le grand public, au design soigné ; SHIRODHARA est au centre de la problématique analyse, modélisation, simulation système du programme d'enseignement.

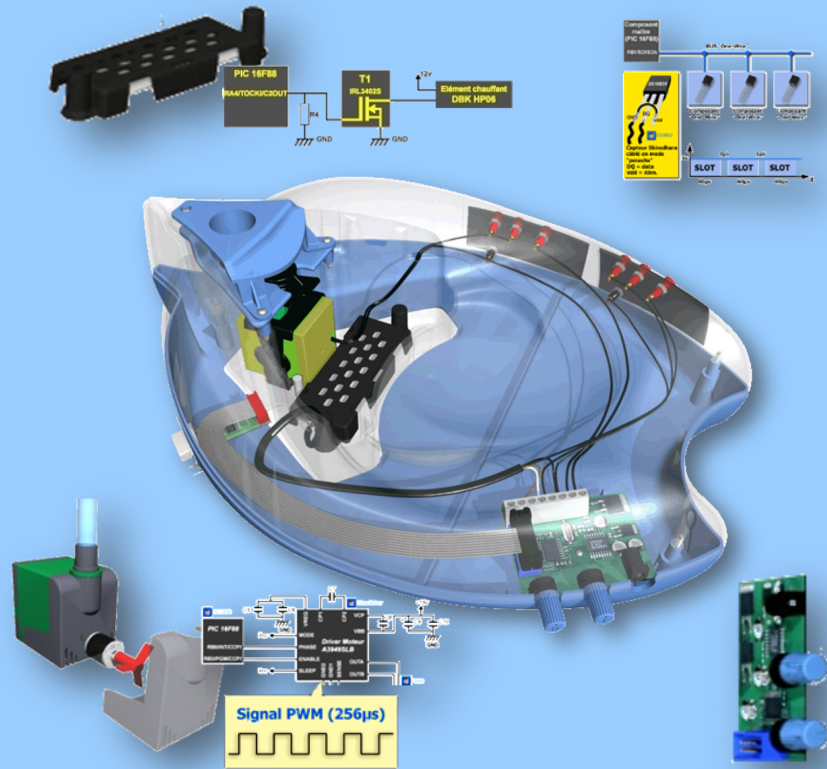
C'est un système ouvert entièrement reprogrammable.

Système réel instrumenté



CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

- Système de régulation d'eau en boucle fermée
- 1 Chaîne d'énergie : La pompe, pilotée en MLI
- 1 Chaîne d'énergie : Le chauffage, piloté en TOR ou MLI (régulation proportionnelle)
- 1 Chaîne d'information : Le capteur de Température sur Bus « OneWire (Transmission « HalfDuplex »)
- Carte électronique équipée d'un microcontrôleur PIC 16F88. Elle contrôle la pompe à eau et régule la température de l'eau en fonction de la consigne.
- Interface RS232 pour connexion avec un PC : Acquisition, paramétrage, et reprogrammation (via l'adaptateur fourni)



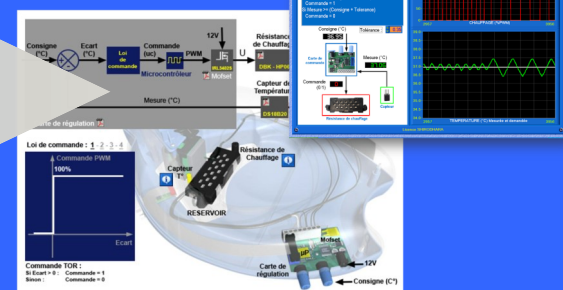
Du système réel



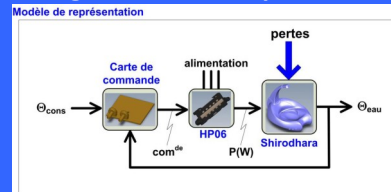
Au système instrumenté



Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



La régulation de température:



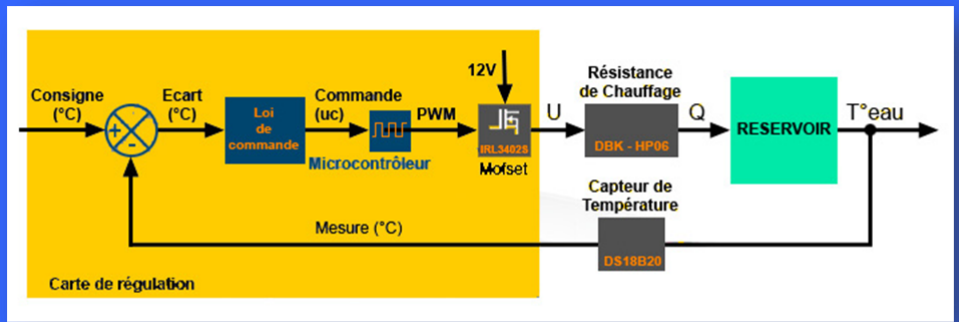
Modèles de connaissance « thermique »

$$\frac{d}{dt} \Theta_{\text{eau}}(t) = \frac{1}{M_{\text{eau}} \cdot C_p} [P_{\text{chauffage}}(t) - P_{\text{pertes}}(t)] \rightarrow \text{« cuve »}$$

$$P_{\text{chauffage}}(t) = k \cdot S \cdot [\Theta_{\text{conv}} - \Theta_{\text{eau}}(t)] \rightarrow \text{« DBK HP06 »}$$

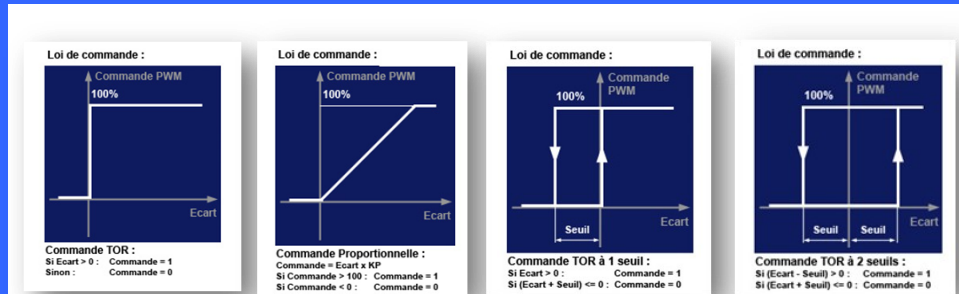
$$P_{\text{pertes}}(t) = \frac{\Theta_{\text{eau}}(t) - \Theta_{\text{ext}}}{K} \rightarrow \text{« pertes régulières »}$$

Schéma blocs de la régulation



Les lois de commande:

Quatre lois de commande non linéaires avec deux saturations sont disponibles :



LES LOGICIELS FOURNIS

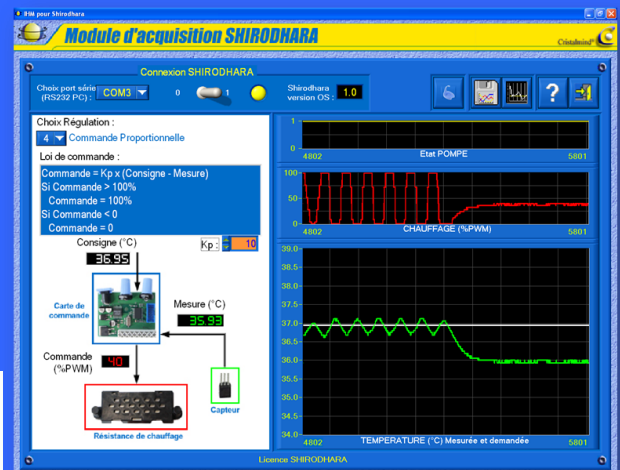
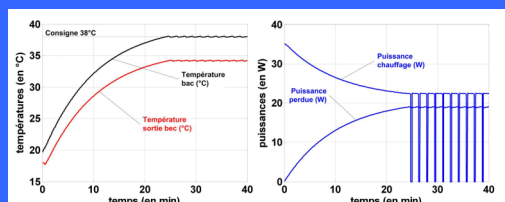


Un Environnement Multimédia intuitif:

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et documentations
- Synoptique complet de la chaîne de régulation de température (schéma-bloc), synoptique des lois de commande (3 TOR, 1 proportionnelle)
- Synoptiques complets des chaînes d'énergies avec schémas de principes et schémas structurels complets
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système

1 logiciel de pilotage et d'acquisition multi-postes :

- Connexion à la partie opérative par liaison série
- Accès aux réglages des paramètres de régulation, réglage du cycle de fonctionnement
- Mode de fonctionnement manuel : Forçage manuel des actionneurs, visualisation des informations capteurs
- Choix et paramétrage du type de régulation.
- Acquisition graphique et sauvegarde d'un cycle complet.



Valider un modèle par le résultat de la simulation numérique

ACTIVITES PEDAGOGIQUES en 1ère / Terminale :

Description et représentation :

- Identification des fonctions définies par l'expression du besoin ;
- Etude et caractérisation de leurs performances à partir de mesures.

Capteurs :

- Approche qualitative des capteurs, grandeur mesurée et grandeurs d'influence (parasitage, sensibilité, linéarité) ;
- Conditionnement et adaptation du capteur à la chaîne d'information, échantillonnage, blocage.
- Etude de la chaîne d'énergie : Conversion et distribution (Pilotage de l'élément chauffant en MLI)

Etude d'une régulation :

- Régulation de la t° de l'eau avec commande TOR ou proportionnelle

Approche comportementale: Modèle de comportement simulé :

- Principes généraux d'utilisation, Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux progiciels de simulation
- Identification des variables du modèle, simulation et comparaison des résultats obtenus au système

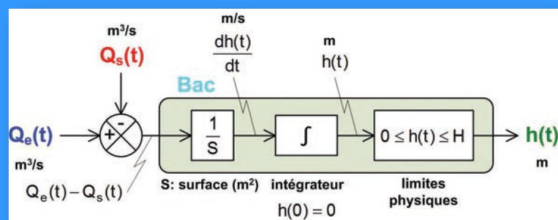
- un modèle Matlab Simulink à différents niveau de finesse est proposé avec des activités élèves associées.
- L'instrumentation permet une comparaison évolutive entre le système réel, ses modèles et le cahier des charges.

Projet :

- Modification de la commande par programmation du micro-contrôleur ;
- Implémentation d'un programme dans un « composant programmable » (PIC 18F).

MODELE DE COMPORTEMENT ET SIMULATION NUMERIQUE

La représentation temporelle



Pour être parfaitement complète et efficace, l'étude numérique est couplée à des résultats expérimentaux.

Le modèle primaire est considéré comme validé. La présence de blocs de conversion permet d'imposer en entrée un débit exprimé dans une unité usuelle (ici en litres par minute), ce qui pédagogiquement est très intéressant.

La condition initiale est respectée, et le bloc « saturation » limite correctement la hauteur d'eau $h(t)$ à la taille du bac. Enfin, au bout de 7,6 secondes d'une évolution linéaire, le bac est plein.

Le modèle de simulation

