

1 Présentation du montage

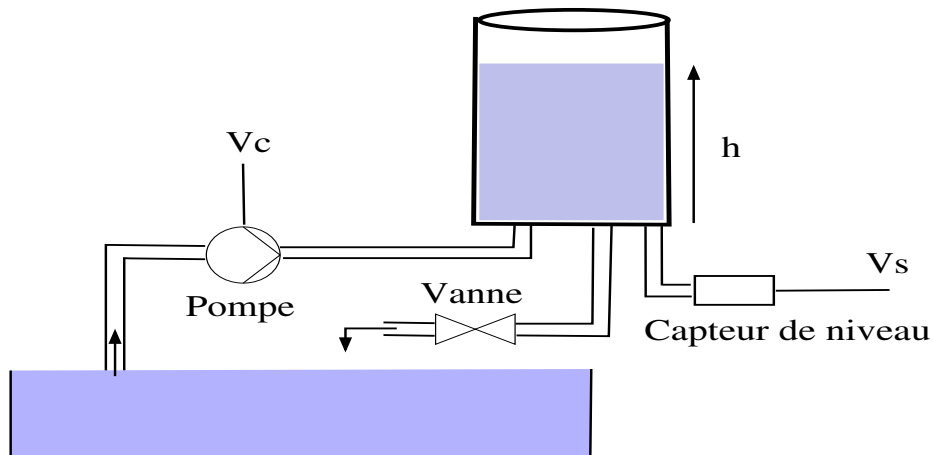
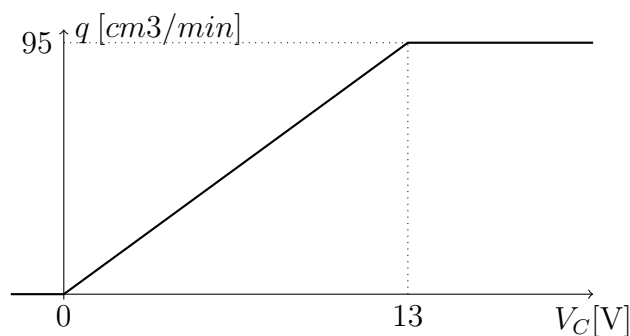


FIGURE 1 – Régulation de niveau

Le montage utilisé pour réaliser une régulation de niveau comprend les éléments suivants :

- Un cuve cylindrique de rayon $r = 2.5$ cm et de hauteur maximale $h_{max} = 20$ cm
- Dans un premier temps le modèle de la pompe correspond à la caractéristique débit/tension représentée sur la figure suivante :



Dans ce cas, pour simuler la pompe sous Xcos on utilise un bloc **SATURATION** que l'on trouve dans la rubrique **Fonctions discontinues**

- Un capteur de niveau (capteur de pression au fond de la cuve dont la caractéristique est représentée sur la figure suivante :

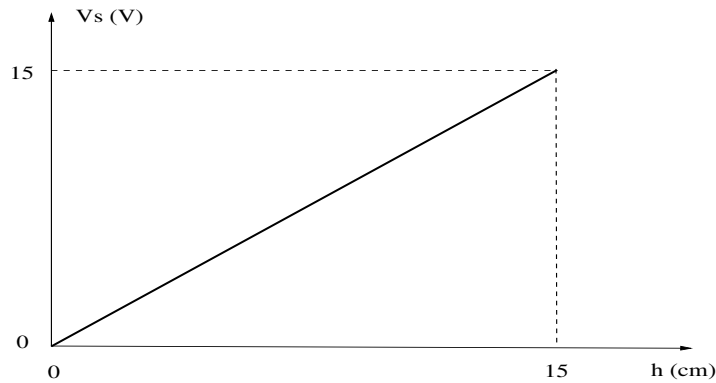


FIGURE 2 – Caractéristique du capteur de niveau

- Une vanne dont le débit de sortie dépend de son ouverture et de la pression en amont. On supposera que la vanne est soit ouverte soit fermée. Lorsqu'elle est ouverte son débit de sortie est noté $q_s(t)$.

2 Etude fonctionnelle

1. Compléter le montage suivant en faisant apparaître la vanne

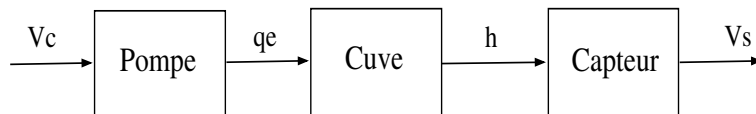


FIGURE 3 – Schéma fonctionnel

2. Dans le zone de fonctionnement linéaire de la pompe donner la relation liant $q_e(t)$ à $v_c(t)$. On notera la pente a .
3. Si la vanne est fermée donner la relation reliant $h(t)$ à $q_e(t)$.
4. Si la vanne est ouverte donner la relation reliant $h(t)$ à $q_e(t)$ et $q_s(t)$. Pourquoi peut-on dire que la cuve est un "intégrateur" ?
5. Montrer que lorsque la vanne est ouverte et que si on suppose $q_s(t)$ indépendant de $h(t)$ alors on peut représenter son effet sur la hauteur en utilisant le schéma suivant

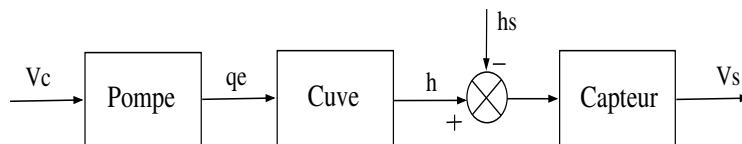


FIGURE 4 – Schéma vanne ouverte

- Donner l'expression de $h_s(t)$ en fonction de $q_s(t)$. Que devient cette expression lorsque $q_s(t)$ est constant ?

3 Etude en boucle ouverte

- La vanne est fermée, la cuve est initialement vide, et la pompe est arrêtée. $v_c(t)$ prend alors la valeur 8.5 V pour tout $t > 0$. Etudier l'évolution de la hauteur d'eau dans la cuve d'un point de vue théorique puis en simulation avec Xcos.

Vanne fermée, cuve initialement vide,

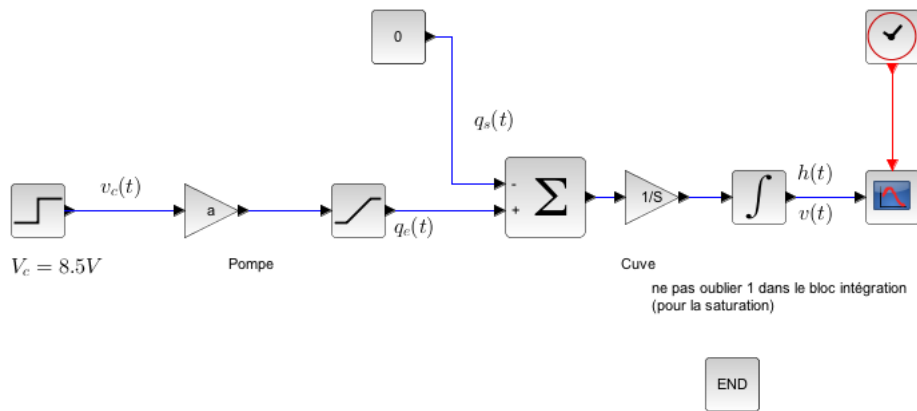


FIGURE 5 – Simulation

- La vanne est ouverte, $v_c(t) = 0V$ et $h(0) = 10$ cm. Supposons que le débit de sortie est constant $q_s(t) = 40 \text{ cm}^3/\text{min}$. Etudier alors l'évolution de la hauteur d'eau dans la cuve.
- La vanne est ouverte et $v_c(t) = 8.5$ V. Supposons que le débit de sortie est relié à la hauteur par la relation $q_s(t) = 15\sqrt{h(t)} \text{ cm}^3/\text{min}$. Donner la hauteur d'eau dans la cuve en régime permanent.
- Faire la simulation du cas précédent.

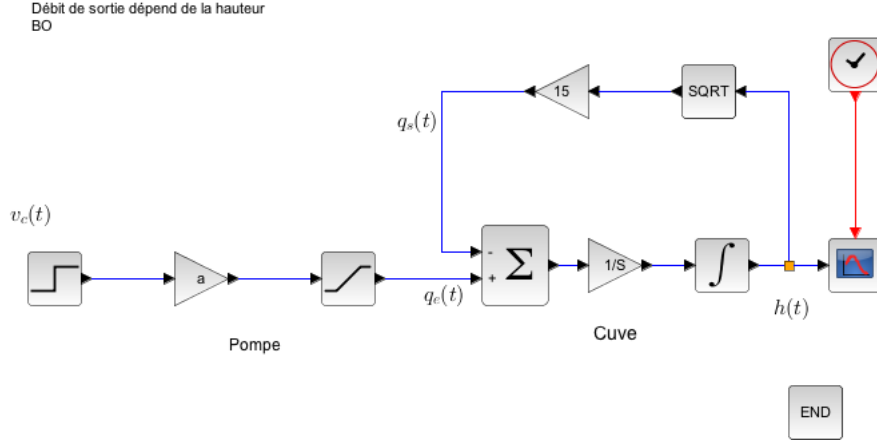


FIGURE 6 – Simulation

4 Etude en boucle fermée

Le montage en boucle fermée est représenté sur la figure suivante

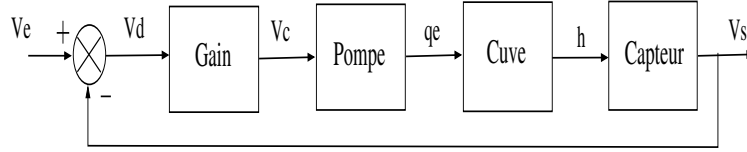


FIGURE 7 – Montage Boucle Fermée

- $v_d(t) = v_e(t) - v_s(t)$
- Gain : $v_c(t) = G v_d(t)$ où G est une valeur réglable. On fera les applications numériques avec $G = 1$ et $G = 10$.

La vanne étant fermée :

1. Comment doit-on choisir $v_e(t)$ pour avoir en régime permanent une hauteur d'eau de 10 cm dans la cuve .
2. Lorsque la pompe fonctionne dans sa partie linéaire, montrer que la relation entre $v_e(t)$ et $v_s(t)$ est

$$\tau \frac{dv_s(t)}{dt} + v_s(t) = v_e(t)$$

avec $\tau = \frac{S}{Ga}$

3. Supposons qu'à l'instant $t = 0$ correspondant à la mise en route, on a $h(0) = 0$ et $v_e(t)$ passe de 0 V à 10 V. Vérifier alors que l'on a

$$h(t) = 10(1 - \exp(-t/\tau))u_h(t)$$

4. Représenter graphiquement $v_s(t)$ (ou $h(t)$) et $v_d(t)$. A partir de quel moment la pompe s'arrête-t-elle de fonctionner ? Préciser les valeurs atteintes en régime permanent : pour la hauteur d'eau h_∞ et la tension d'erreur $v_{d\infty}$.

On a atteint le régime permanent étudié précédemment. On décide d'ouvrir la vanne. On supposera que le débit de sortie $q_s(t)$ passe de 0 à $10 \text{ cm}^3/\text{min}$ et qu'il reste ensuite constant.

1. Décrire qualitativement la réaction du montage après l'ouverture de la vanne.
2. Déterminer l'équation différentielle reliant la tension $v_s(t)$ à $v_e(t)$ et $q_s(t)$.
3. Déterminer l'expression de $v_s(t)$ lorsque $v_e(t) = 10u_h(t)$.
4. Expliquer pourquoi avec le montage précédent il est impossible de compenser exactement l'effet de l'ouverture de la vanne (on pourra calculer les hauteurs d'eau en régime permanent pour les deux valeurs du gain G).
5. Vérifier en simulation les résultats obtenus vanne ouverte et vanne fermée.

Diagramme du système en boucle fermée

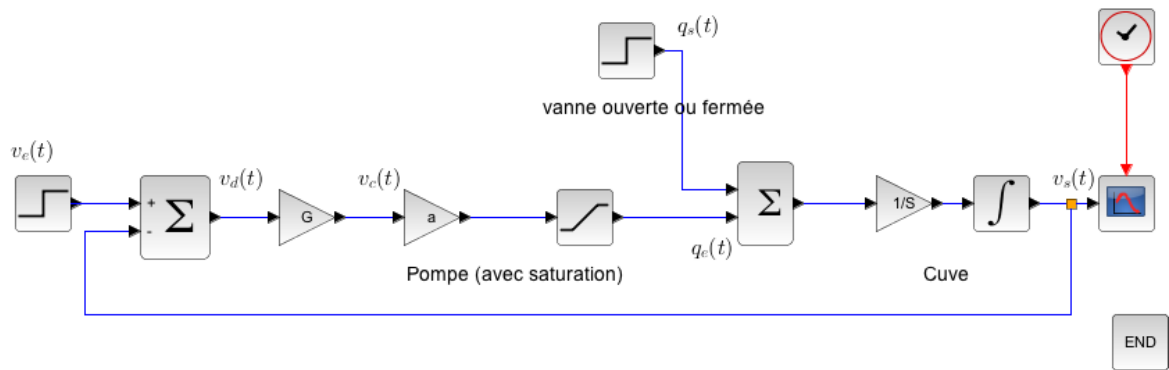


FIGURE 8 – Simulation