

Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Ecole Supérieure de Technologie de Fès
Département Génie des Procédés 2^{ème} année.
Filière : GP-Industries Chimiques

Examen de régulation industrielle (2013-2014) : Durée : 2 h

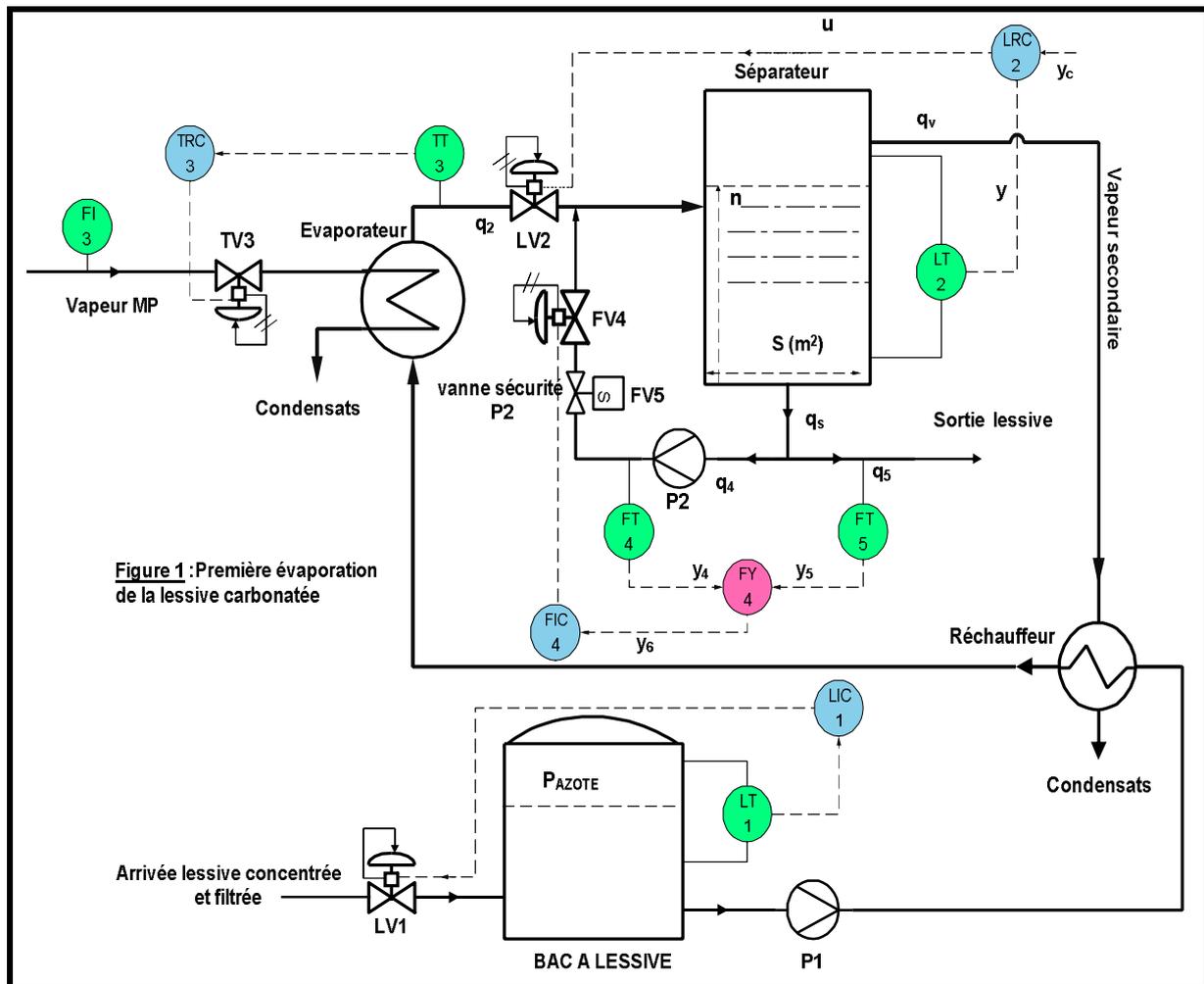
Les documents personnels sont autorisés (cours+TD)

Les téléphones et PC portables ne sont pas autorisés !

D'.Ing.M.Rabi : <http://www.est-usmba.ac.ma/Rabi>

Extrait de la fabrication de la lessive carbonatée

La figure 1 représente une partie d'un procédé de fabrication de la lessive carbonatée (K_2CO_3).



La lessive carbonatée filtrée (de concentration et pression constantes) qui provient d'une salle d'électrolyse, arrive dans un bac à lessive fermé et maintenu en légère surpression d'azote constante pour éviter tout risque d'oxydation du produit. Ce produit, par l'intermédiaire d'une pompe P1, est envoyé dans un réchauffeur avant de subir une première évaporation. La lessive parvient enfin dans séparateur où a lieu la concentration. La lessive sort du séparateur à une température de 125°C et la vapeur secondaire produite par l'évaporation issue du séparateur est réutilisée dans le réchauffeur. Une seconde pompe P2 permet le recyclage de la lessive afin de maintenir un débit minimum de 5kg/h à la sortie du séparateur afin d'éviter tout risqué de colmatage.

Les vannes automatiques sont de caractéristiques linéaires. Les vannes automatiques LV1, LV2 et TV3 sont NF et FV4 est NO.

Le niveau liquide dans le séparateur est maintenu constant à 1.5 m et la section du réservoir est $S = 3 \text{ m}^2$. Le débit nominal q_2 est de 11kg/h.

1- Pour satisfaire un cahier des charges garantissant le bon fonctionnement de cet atelier, les responsables de fabrication l'on équipé de certaines boucles de régulations. Lesquelles ?

2- On s'intéresse par la suite à la boucle LRC2 seulement. Quelles sont la grandeur réglée, réglante, la ou les perturbation(s) et la consigne de cette boucle ?

Le LT2 est un capteur passif, d'étendue d'échelle 0 à 2m, de signal 4-20 mA, muni d'une sécurité intrinsèque. La vanne LV2 NF est de débit maximum 20 kg/h. A-t-on eu raison de choisir une vanne NO pour la LV4 ? Justifier.

3-On dispose d'un régulateur mixte, 4-20 mA sur les canaux de mesure et de correction, le régulateur est incapable d'alimenter la boucle de mesure, ils est situé en salle de contrôle. On dispose de d'un enregistreurs 2 voies, situés en salle de contrôle, il fonctionne en en entrée 2-10 V, il est destiné à enregistrer les variations de la mesure et de la correction. On dispose ensuite de tous les convertisseurs et de tous les types d'alimentations nécessaires. Effectuer le câblage la boucle de régulation LRC2.

4-Application numérique :

4.1- Le LT2 mesure 1.6 m, quelle est l'intensité transmise au régulateur LRC2 ?

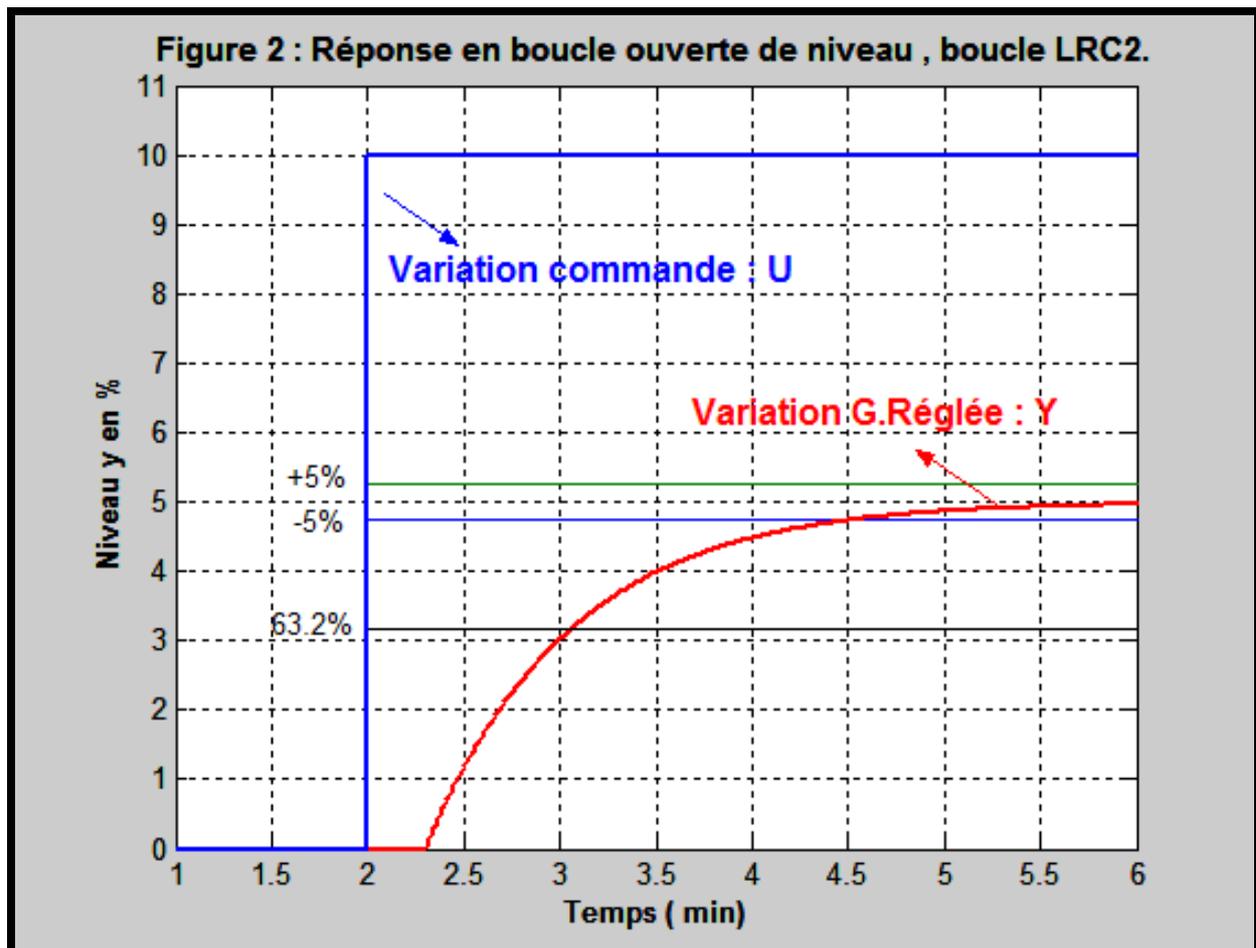
4.2- La LV2 laisse passer un débit de 12 kg/h, quelles sont : l'ouverture de la vanne, la valeur de la pression de commande et la valeur de la commande envoyée par le régulateur LRC2 ?

4.3 -Quelle sont la valeur centrale et le sens d'action de la boucle LRC2 ?

5-La consigne à programmer sur le LRC2 est de 75 %, le sens d'action est inverse, la valeur centrale est de 56%. Le régulateur est en automatique en mode Proportionnel seul avec un gain de 1. La régulation stabilise le niveau à 1.8m. Le débit d'entrée séparateur q_e a une valeur différente de sa valeur nominale suite à un changement d'une perturbation. Déterminer la nouvelle valeur du q_e ? Commenter ?

6- Pour la boucle de régulation de niveau (LRC2), la réponse de la grandeur réglée en boucle ouverte a été représentée sur la figure 2. On désigne par $y(t)$ et $u(t)$ respectivement la mesure de la grandeur réglée et de la commande en % (Figure 1). Le système est-il stable ? Déterminer graphiquement les paramètres

K , τ et T de la fonction de transfert réglante $H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{Ke^{-\tau s}}{(1+Ts)}$. En déduire le mode idéal de régulation et les paramètres du régulateur. Quel est le temps de réponse à 5% en boucle ouverte, noté $t_{5\%(BO)}$



7- L'analyse des performances de la régulation LRC2 programmée (après introduction des paramètres du régulateur calculés précédemment, on crée un échelon de 10% de la consigne) donne l'évolution des figures 3 et 4. Quelles sont les valeurs des critères de performances (D%, temps réponse à 5% en BF, l'erreur de position, Marge de gain et Marge de phase) ? De combien a-t-on accéléré le niveau en boucle fermée ? (Accélération = $t_{5\%(BO)} / t_{5\%(BF)}$).

II-Automatisme : Sécurité de bas débit de la pompe P2 :

Le débitmètre FT4 a une étendue de mesure de 0-5kg/h et le débitmètre FT5 une étendue de mesure de 0-10kg/h. L'équation du l'opérateur ou relais FY4 est de la forme : $y_6 = a.y_4 + a' + (b.y_5 + b')$ où y_4 , y_5 , et y_6 sont les signaux de mesure en %. Déterminer a , a' , b et b' sachant que y_6 représente le débit q_s en % avec une étendue de mesure de 0-15kg/h.

Pour la sécurité de la pompe P2, on installe une vanne TOR (NF), FV5 qui doit se fermer si le débit q_s dépasse 5kg/h. Trouver une loi de commande combinatoire simple pour gérer la sécurité de la pompe P2.

