

## ANALYSEUR SANGUIN

(CCINP TSI 2008)

### Contexte

La société BAYER fabrique et commercialise un ensemble de machines destinées à l'analyse sanguine. Une des gammes, comprenant l'analyseur ACS180 SE, utilise le principe de la chimiluminescence. Ces machines sont utilisées dans des laboratoires d'analyses médicales ou des centres hospitaliers. Le parc installé en Europe est important.

*Remarque : les numéros font référence à la Figure 1 et à l'annexe 1.*

Les échantillons sanguins et les réactifs sont déposés, respectivement, dans le plateau échantillons (7) et dans le plateau réactifs (6). Un des échantillons est prélevé et introduit dans une cuvette en (8). En fonction de l'analyse à effectuer, un système de trois seringues permet alors d'ajouter de 2 à 3 réactifs différents dans la cuvette en (15). Puis, deux solutions acide et base (Réactifs 1 et 2 contenus en (3)) seront placées dans la cuvette pour déclencher la réaction lumineuse à quantifier. La solution acide est placée dans la cuvette avant son introduction dans le luminomètre de précision en (17). Une fois transférée dans ce dernier, l'adjonction de la solution basique va déclencher la réaction chimique de retour à l'équilibre. Ce retour à l'équilibre se traduit par une émission lumineuse. Son intensité dépend de la composition sanguine initiale et des réactifs utilisés. Une analyse complète dure 15 minutes.

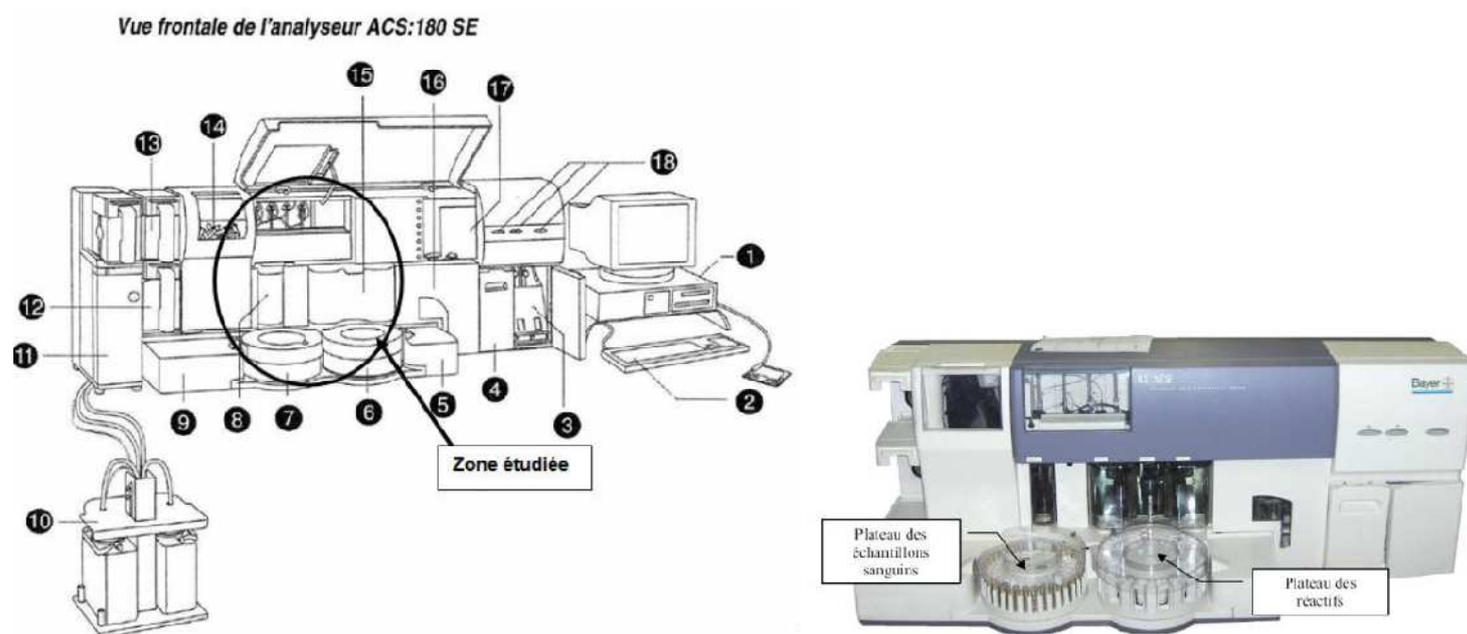


Figure 1 : analyseur sanguin

Le sous-système (Figure 2) permettant le prélèvement des échantillons sanguins et des produits est constitué par l'association de deux structures. La première, le bloc horizontal, génère le mouvement de translation horizontale et supporte la deuxième structure verticale à laquelle est fixée l'aiguille. L'énergie motrice est fournie par deux moteurs d'axes horizontaux  $\vec{x}$  et verticaux  $\vec{y}$  de couple nominal 0,3 N.m.

Le guidage horizontal est assuré par une glissière.

Le guidage vertical est réalisé par l'association en parallèle d'une liaison pivot glissant et d'une liaison ponctuelle.

Les déplacements sont obtenus grâce à une liaison hélicoïdale montée en parallèle avec chacun des guidages. La liaison hélicoïdale est à droite de pas  $h$ . Cet ensemble est positionné en  $x$  à  $\pm 0,25$  mm.

La noix est montée en liaison pivot sur le porte-noix, lui-même en liaison pivot sur le bloc support.

L'axe fileté  $\vec{x}$  est accouplé au moteur par un accouplement flexible à brides.

L'alimentation de l'ensemble de puissance est réalisée à partir d'une tension continue de 12 V.

### Problématique

L'aiguille de prélèvement doit être introduite précisément dans la cuvette, dans la zone de lavage et dans le tube à essai ou dans le flacon de réactif.

**Données :**

- aiguille de prélèvement :  $\varnothing$  1 mm
- cuvette : zone rectangulaire de 3 mm (en x) x 9 mm (en y)
- zone de lavage :  $\varnothing$  5 mm
- tube à essai :  $\varnothing$  5 mm
- flacon de réactif :  $\varnothing$  20 mm

**Remarque :** Seuls les éléments participant au déplacement suivant la direction des x seront étudiés.

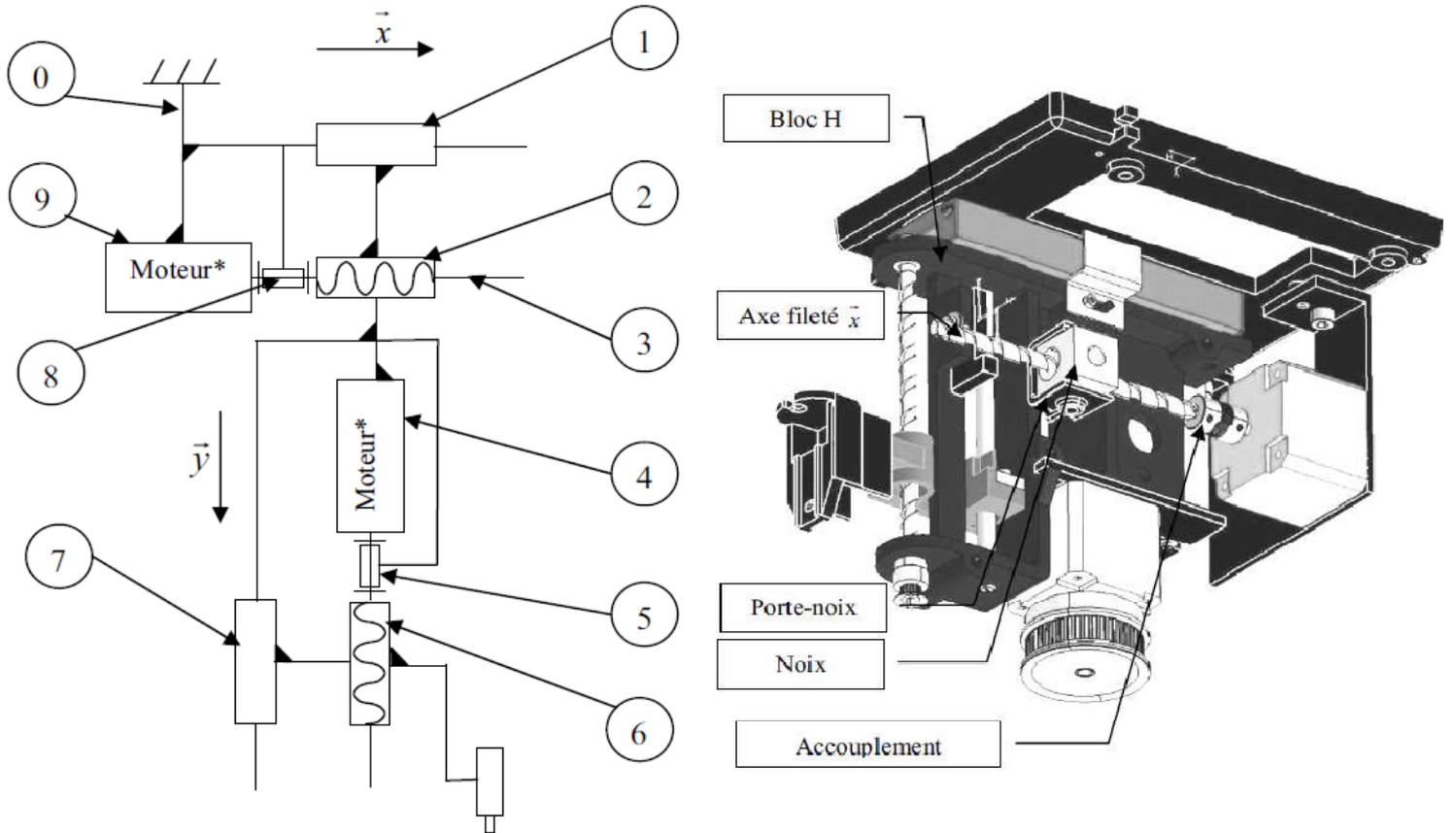


Figure 2 : modèle mécanique de déplacement

Pour assurer la précision de positionnement voulue, il est nécessaire d'ajouter un capteur de recopie de position. Ce dernier doit être capable de se déplacer sur une course au moins égale à 90 mm et fournir une information sous forme de tension analogique. Le schéma bloc de l'asservissement de position devient alors :

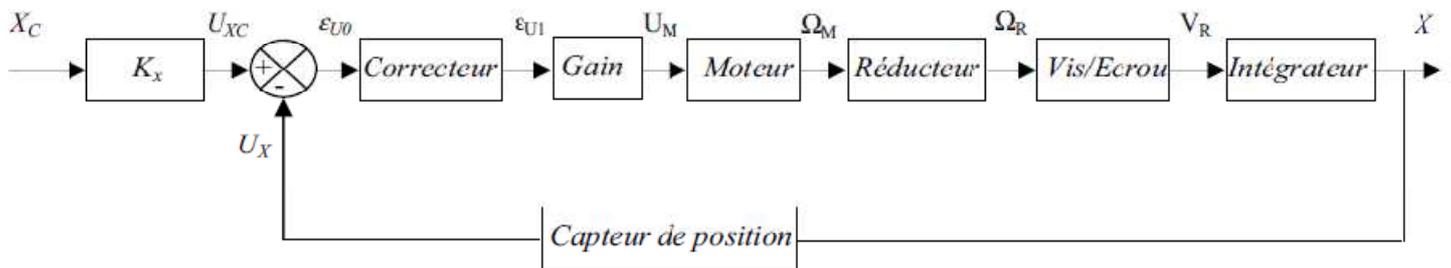


Figure 3 : schéma bloc de l'asservissement de position sur  $\vec{x}$

**Q1.** Le capteur installé est le PCQA21 –100 -10V-D8. Déterminer le gain du capteur  $K_{capt} = \frac{U_X(p)}{X(p)}$ . Préciser l'unité.

**Q2.** Déterminer l'expression analytique de l'écart  $\epsilon_{U0}$  en fonction de  $X_C$  et  $X$ .

Un système est bien asservi si l'écart est nul lorsque la réponse est égale à la consigne.

Q3. En déduire une relation entre  $K_x$  et  $K_{capt} = \frac{U_X(p)}{X(p)}$ .

Q4. Montrer alors que le schéma-bloc de l'asservissement peut se mettre sous la forme :

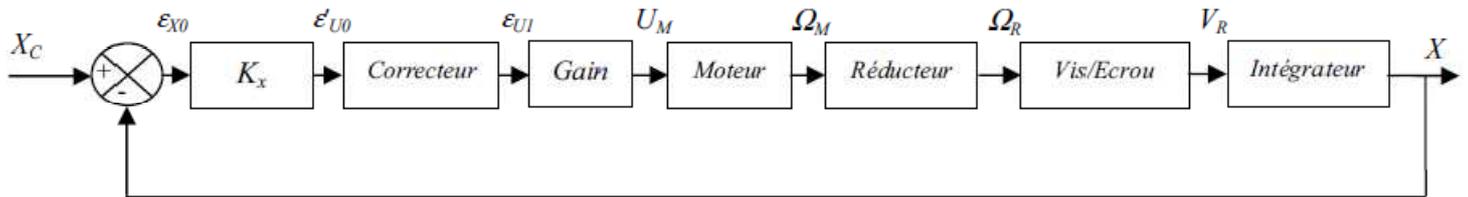
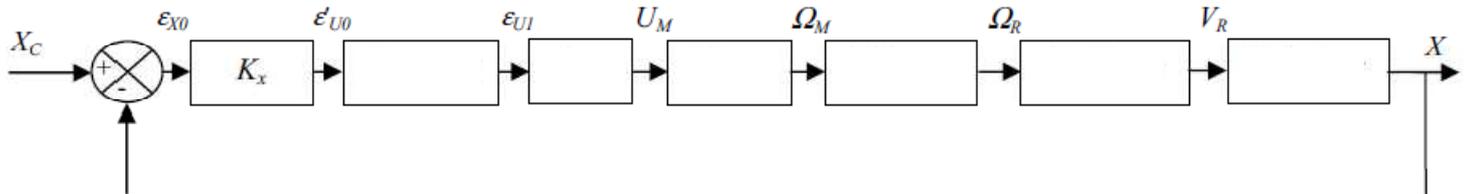


Figure 4 : asservissement en position

On pose :

- $r = \frac{1}{200}$ , le rapport de réduction du réducteur ;
- $K_C$ , le gain du correcteur proportionnel (à régler) ;
- $K_H = 4$ , le gain du hacheur ;
- $h = 24 \text{ mm/tr}$ , le pas de la liaison glissière hélicoïdale du système vis-écrou ;
- $K_m = 29.4 \text{ rad.s}^{-1}.V^{-1}$  et  $\tau = 0.3 \text{ s}$ , le gain statique et la constante de temps du moteur à courant continu.

Q5. Compléter le schéma-bloc avec les formes littérales des fonctions de transfert de chaque composant :



Q6. Déterminer l'expression littérale de la fonction de transfert en boucle fermée :  $H(p) = \frac{X(p)}{X_C(p)}$ .

Q7. Mettre  $H(p)$  sous forme canonique et déterminer les expressions des paramètres caractéristiques.

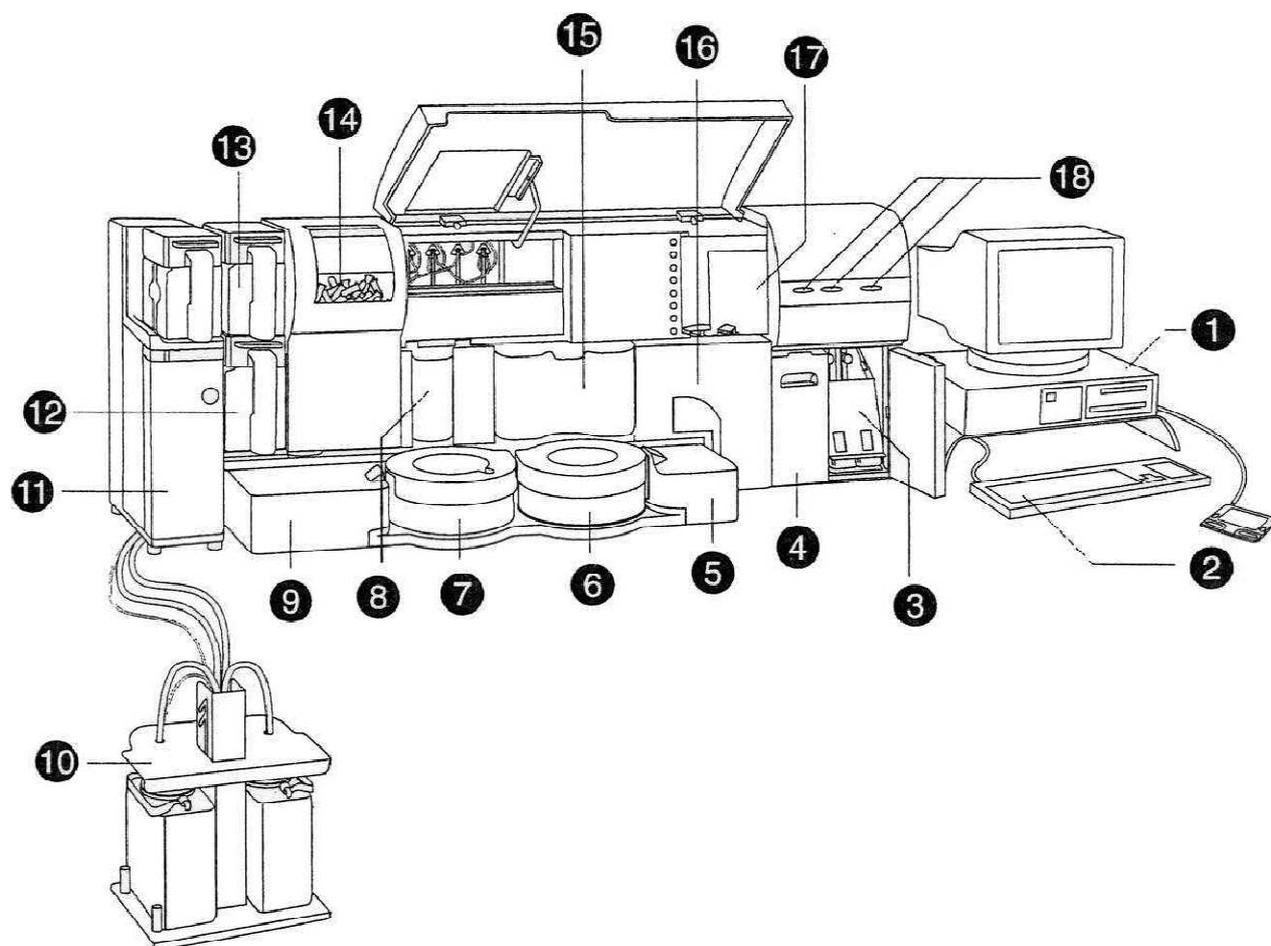
Q8. Déterminer l'expression du gain du correcteur  $K_C$  pour avoir l'asservissement le plus rapide possible.

Q9. Déterminer l'erreur statique pour une consigne en échelon  $X_C(p) = \frac{x_0}{p}$ .

Q10. Déterminer le temps de réponse à 5% de l'asservissement.

## ANNEXE 1

## Vue frontale de l'analyseur ACS:180 SE



- 1 Ordinateur et moniteur
- 2 Clavier
- 3 Capot des Réactifs 1 et 2
- 4 Poubelle des cuvettes
- 5 Capot du lecteur de codes à barres du plateau Réactifs
- 6 Plateau Réactifs
- 7 Plateau Echantillons
- 8 Capot de protection de la Sonde Echantillons
- 9 Capot du lecteur de codes à barres du plateau Echantillons
- 10 Support de l'EOM
- 11 Cabine EOM
- 12 Flacon des déchets liquides de l'ACS:180 SE
- 13 Flacon d'eau de l'ACS:180 SE
- 14 Réserve de chargement des cuvettes
- 15 Capot de protection des Sondes Réactifs
- 16 Sous-système d'aspiration et de lavage
- 17 Panneau d'accès au luminomètre et à la Sonde Déchets
- 18 Touches du Système

## ANNEXE 2 : capteur de position

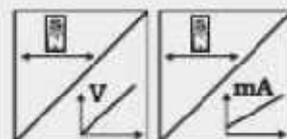
# PCQA21 POSICHRON<sup>®</sup> capteur de position

## Profilé carré avec sortie analogique



### POSICHRON<sup>®</sup> capteur de position en profilé

- Degré de protection IP67
- Etendue de mesure 0 ... 100 à 0 ... 5750 mm
- Mesure de position absolue
- Montage simple par brides de fixation
- Sans usure et sans maintenance
- Montable sur trois faces
- Sortie 0 ... 10 V
- Sortie 4 ... 20 mA



### Caractéristiques techniques

Etages de sortie	Tension: 0 ... 10 V (3 fils) Courant: 4 ... 20 mA (3 fils)
Résolution	Quasi-infinie
Fréquence d'échantillonnage	0,5 ... 2 kHz, dépendant de l'E.M.
Linearité	±0,1 mm pour étendue de mesure ≤500 mm ±0,02 % de l'E.M. pour étendue de mesure >500 mm
Matériau du boîtier	AlMgSi1
Degré de protection	IP67 (avec connecteur et câble)
Température de fonctionnement	-40 ... +85 °C
CEM, immunité aux interférences	EN61326: 1998, tableau A1
CEM, émissions d'interférences	EN55011 groupe 1 classe A
Résistance aux chocs	100 g/6 ms selon EN 60068-2-27
Résistance aux vibrations	15 g, 10...2000 Hz selon EN60068-2-6
Connexion	Connecteur 8 pôles selon norme DIN 45326 Sortie câble, longueur 3 m (standard)

### Référence commande PCQA21

#### Modèle

#### Etendue de mesure (en mm)

100 / 500 / 1000 / 1500 / 2000 / 2500 / 3000 / 4000 / 5000 / 5750

Autres longueurs sur demande

#### Etages de sortie

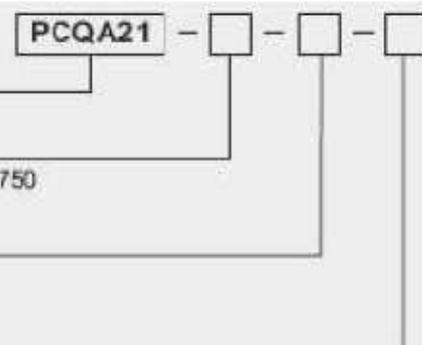
10V = Sortie 0 ... 10 V (3 fils)

420T = Sortie 4 ... 20 mA (3 fils)

#### Connexion

D8 = Connecteur 8 pôles selon norme DIN 45326

KAB3M = Sortie câble, longueur 3 m (standard)



## ANNEXE 3 : temps de réponse d'un ordre 2

