**ACTIVITE DE TRAVAIL DIRIGE n°2**

**CONCEPTION FONCTIONNELLE MATERIELLE ET LOGICIELLE DE LA CHAÎNE D’INFORMATION**

**ASSURANT LA MESURE DU VOLUME SANGUIN PRELEVE**

**Objectifs de l’activité de travail dirigé n°2**

Notre objectif va consister, durant cette activité de travail dirigé n°2, en considérant notre chaîne d’information en temps que chaîne de mesure, à :

* proposer, au moyen d’une procédure d’étalonnage, une amélioration des caractéristiques métrologiques de la chaîne d’information élaborée dans un premier temps à l’occasion de l’activité de travail dirigé n°1,
* concevoir en conséquence l’architecture fonctionnelle logicielle de la chaîne de mesure de volume sanguin prélevé.

**Aspects méthodologiques**

On demande, avant de venir en classe :

* de lire attentivement l’intégralité de l’énoncé du présent document,
* de lire et d’étudier le document ressource « Ch5 Le microcontrôleur : aspects logiciels ».

1. **La nécessité d’introduire une procédure d’étalonnage**

La chaîne d’information assurant la ***mesure*** du volume sanguin prélevé est spécifique, puisque non seulement, comme toute chaîne d’information, elle permet de traiter des grandeurs physiques (ici, un volume), mais elle a de plus pour objet d’en effectuer la ***mesure***; c’est pourquoi nous considèrerons désormais notre chaîne d’information en temps que ***chaîne de mesure***.

On a pu constater, à la fin de l’activité de travail dirigé n°1, notamment lorsque nous avons rempli le tableau associé au document réponse 6, que la chaîne de mesure était extrêmement sensible à la variation des caractéristiques mécaniques et électriques des composants qu’elle intègre, et que par conséquent, l’erreur maximale admissible annoncée page 25 du dossier (***précision 4ml***) ne pouvait pas être garantie dans les conditions envisagées jusqu’à maintenant.

La procédure -extrêmement classique- permettant de remédier au problème, consiste alors à ***étalonner*** (on dit aussi ***calibrer***) la chaîne de mesure.

L’***étalonnage*** ou ***calibration*** est une étape indispensable à tout système de mesure. En effet, un système est conçu pour satisfaire certaines contraintes physiques (en grandeur, en précision), et les solutions structurelles utilisent des composants électroniques et des pièces mécaniques ayant une certaine tolérance. Cela entraîne, pour une même spécification de système, des écarts entre deux systèmes produits de la même manière, pour peu que les composants soient issus de lots différents ou qu’il y ait des jeux différents dans les assemblages mécaniques.

C’est pourquoi il est indispensable de procéder à un ***étalonnage du système avant sa mise en vente*** (on appelle parfois cet étalonnage, le « ***réglage usine***»).

De plus, les composants électroniques vieillissent, les pièces mécaniques s’usent et les jeux augmentent, et leurs grandeurs caractéristiques évoluent en conséquence. Il est donc tout autant nécessaire de ***ré-étalonner périodiquement*** les chaines de mesure durant leur phase d’utilisation, pour prendre en compte cette évolution des grandeurs, afin que la mesure reste toujours la plus conforme et la plus précise possible.

C’est pourquoi nous allons maintenant expliciter la procédure d’étalonnage de l’automate Hemo-Mixer prévue par le constructeur.

La procédure d’étalonnage de la chaîne de mesure de volume sanguin à prélever, consiste à successivement :

1. positionner sur le plateau amovible, un poids de masse connue, que l’on appellera « masse étalon » et que l’on notera **mETAL**,
2. faire exécuter au dispositif de traitement (le microcontrôleur PIC), une fonction « étalonnage », consistant à successivement :
3. faire l’acquisition du nombre **NsETAL** délivré par le CAN
4. mesurer puis afficher (la masse du plateau amovible **mP** + la masse de son contenu **mETAL)**,
5. calculer puis mémoriser le coefficient

**Cas « idéal »**

Supposons, cas d’école, que l’ensemble des composants électroniques et des constituants mécaniques de la chaîne de mesure présentent des caractéristiques conformes aux valeurs théoriques attendues, telles que nous les avons définies au paragraphe 3 du TD n°1.

D’après ce que nous avons établi en réponse à la question 11 du TD n°1 (voir document réponse 5), et puisque les différents éléments constitutifs de chaîne de mesure sont « parfaits », nous pouvons :

* calculer la valeur de **NsETAL** obtenue pendant la phase d’étalonnage :
* prévoir l’indication qui sera portée sur l’afficheur : **mP + mETAL**.

1. Calculer la valeur de **NsETAL** correspondant au cas où l’on effectue l’étalonnage avec un poids de masse 1000 g, et sachant que la masse du plateau amovible standard, fourni par le constructeur, est de 50 g.
2. Calculer la valeur de KB correspondant à ce cas « idéal ».
3. Comparer la valeur de KA obtenue au paragraphe 3 du TD n°1 à la valeur de KB que l’on vient d’obtenir, et conclure.

**Cas réel**

On suppose maintenant, cas beaucoup plus réaliste, que les caractéristiques de certains composants électroniques ou mécaniques ont évolué, et ne correspondent plus aux valeurs théoriques attendues, et l’on décide par conséquent de procéder à un étalonnage de la chaîne de mesure.

1. Compléter les 6 premières colonnes du tableau proposé sur le document réponse 7, correspondant à la procédure d’étalonnage associée à six cas de figures distincts (les mêmes cas que ceux envisagés sur le document réponse 6).
2. **La mesure du volume sanguin prélevé, telle qu’effectuée par l’automate Hemo-Mixer**

La mesure du volume sanguin, telle qu’elle est effectuée par l’automate Hemo-Mixer, met à profit la possibilité d’étalonner la chaîne de mesure selon le procédé que nous venons de décrire.

A chaque procédure d’étalonnage, le µC calcule une nouvelle valeur de **KB** égale à , obtenue à partir d’une valeur de (**mP** + **mETAL**) parfaitement connue (étalon), ainsi que de la mesure de **NsETAL**.

La phase d’étalonnage est suivie d’une campagne de prélèvements au cours de laquelle, le µC prendra en compte la valeur de **KB** élaborée pendant la procédure d’étalonnage.

On retiendra donc, à titre de comparaison entre les deux procédés de mesure, que :

* est une grandeur ***constante*** purement ***théorique***, calculée à partir des ***valeurs nominales*** de VrefCAN, K1 et K2.
* est une grandeur ***variable expérimentale***, calculée à partir de la mesure de NsETAL, dont la valeur est établie à partir des ***valeurs réelles*** de VrefCAN, K1 et K2.

Le coefficient KB que nous venons d’envisager correspond précisément au coefficient d’étalonnage, que le constructeur nomme « **CALJAUG** » (voir page 25 du dossier technique).

1. Montrer que si l’on souhaite prélever ml de sang, il faudra commander le clampage de la tubulure lorsque le nombre Ns aura augmenté, par rapport à la valeur initiale qu’il avait juste avant le début du prélèvement, de la valeur, avec .
2. Compléter la colonne de droite du document réponse 7, comparer les valeurs obtenues avec celles obtenues dans la colonne « ΔNs nécessaire » du document réponse 6, et conclure quant à la pertinence du procédé de mesure du volume sanguin proposé par le constructeur.

Le technicien de laboratoire chargé de maintenance procèdera donc périodiquement, à l’aide de son ordinateur, à l’étalonnage des automates Hemo-Mixer.

1. Indiquer la fréquence avec laquelle il est conseillé d’étalonner les automates Hemo-Mixer. La procédure d’étalonnage préconisée par le constructeur est-elle conforme en tout point à celle que nous venons d’envisager ? Et si tel n’est pas le cas, est-ce un problème ?
2. **Le traitement de l’information opéré par le microcontrôleur PIC**

Nous allons maintenant nous intéresser au traitement effectué par le microcontrôleur PIC pendant la phase d’étalonnage de l’Hemo-Mixer, puis pendant la phase de prélèvement sanguin.

On propose, page suivante, les organigrammes de gestion de la chaîne de mesure de volume sanguin prélevé, considérés :

* pendant la phase d’étalonnage (organigramme de gauche),
* pendant la phase de prélèvement sanguin (organigramme de droite).



1. Proposer, après avoir pris connaissance du cours ressource « ***Ch.5 Le microcontrôleur : aspects logiciels*** », algorithme et algorigramme de chacune des 3 fonctions logicielles proposées.
2. **Synthèse**

L’étude de la chaîne d’information que nous venons de mener est certes incomplète, puisque nous ne nous sommes intéressés ni à la fonction « Restituer » permettant de visualiser le volume sanguin prélevé sur l’afficheur de l’Hemo-Mixer ainsi que sur l’écran de l’ordinateur, ni à la fonction « Communiquer » permettant, à l’aide de l’ordinateur, de procéder à l’étalonnage de l’Hemo-Mixer. Ces deux fonctions, réalisées technologiquement à l’aide de l’afficheur LCD positionné sur l’Hemo-Mixer, ainsi qu’à l’aide du « driver RS-232 » intégré à la carte électronique de gestion (voir page 25 du dossier technique), seront étudiées dans le cadre des enseignements technologiques de spécialité SIN, y-compris dans leur dimension structurelle.

Néanmoins, l’activité consistant, à partir de cours ressource ainsi que de dossiers techniques d’étude ou de maintenance, à appréhender le fonctionnement d’un système, afin d’être en mesure de caractériser les différentes fonctions matérielles et logicielles qu’il contient, correspond à une problématique scientifique et technologique à laquelle chacun, indépendamment de la spécialité choisie, doit pouvoir répondre.

C’est ainsi qu’au cours de ces deux activités de TD n°1 et 2, nous avons pu successivement :

* prendre connaissance du principe mis en œuvre permettant de mesurer un volume sanguin à partir de la masse de sang mesurée,
* retrouver, dans le dossier technique, les éléments formels apportés en classe (les quatre fonctions fondamentales d’une chaîne d’information « Acquérir – Conditionner », « Traiter – Sauvegarder », « Restituer » et «  Communiquer », ainsi que les sous-fonctions qui les composent),
* mettre en évidence la nécessité d’effectuer un tarage de l’Hemo-Mixer, et prévoir en conséquence les modifications à apporter à l’organisation fonctionnelle de la fonction « Acquérir – Conditionner »,
* mettre en évidence la nécessité d’effectuer un étalonnage de l’Hemo-Mixer, et prévoir en conséquence l’architecture logicielle de gestion de l’étalonnage,
* établir le processus conduisant à l’arrêt automatique du prélèvement lorsque le volume de sang prélevé coïncide avec le volume sanguin de consigne programmé par l’infirmière, et prévoir en conséquence l’architecture logicielle de gestion du prélèvement sanguin.

Ces deux TD seront suivis d’un troisième TD ainsi que d’une activité de travaux pratiques, à l’issue desquels nous pourrons justifier le choix du convertisseur analogique numérique opéré par le constructeur de l’Hemo-Mixer.