

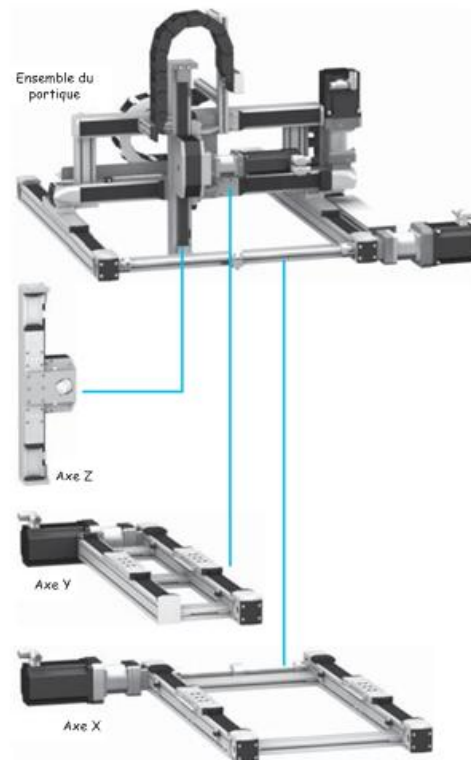
S2\_TP7

DC2 Modéliser et contrôler un système multi-physique  
DC5 Analyser et caractériser le mouvement dans les mécanismes

## CONTRÔLE X

Le système industriel dont est extrait Control'X est un robot portique 3 axes Lexium Max R du constructeur Schneider Electric. Ce robot portique est constitué :

- D'un axe portique double Lexium MAX S assurant un déplacement selon la direction X
- D'un axe portique double Lexium MAX H assurant un déplacement selon la direction Y.
- D'un axe Cantilever Lexium CAS 4 ou Lexium CAS 3 assurant un déplacement selon la direction Z.



Problématique

Suite à des retours clients concernant des problèmes de positionnement et de valeurs erronées concernant la mesure de l'effort perturbateur sur l'axe Contrôle X, vous êtes chargé de réaliser une étude pour trouver l'origine du problème. Afin de pouvoir effectuer des simulations, vous devrez trouver la fonction de transfert E/S de l'axe asservi en position puis la loi E/S cinématique de l'axe. Vous devez également vérifier la fiabilité du capteur d'effort et de sa chaîne d'acquisition.

Objectifs

- **faire** les hypothèses simplificatrices nécessaires et **proposer** un modèle d'étude adapté ;
- **choisir** un modèle adapté
- **identifier** un système à partir d'une courbe de réponse indicielle et donner un modèle de représentation
- **effectuer** des manipulations sur un système afin d'identifier son comportement
- **définir** un modèle de comportement cinématique pour un adaptateur classique
- **modéliser** un modèle de comportement cinématique

Activité 1

Détermination expérimentale d'un modèle E/S sous forme de fonction de transfert

Activité 2

Déterminer la loi d'E/S sur un mécanisme simple

Activité 3

Modélisation et influence de la chaîne d'acquisition

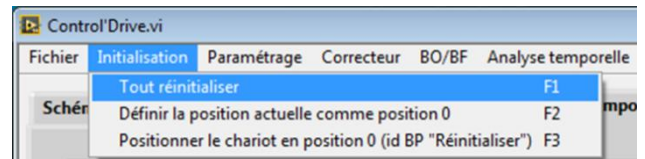
**Documents / Matériel**

- Fiche de mise en service
- Système Contrôle X - Logiciel Control'drive
- Imprimante
- Fiche ressource fonction de transfert

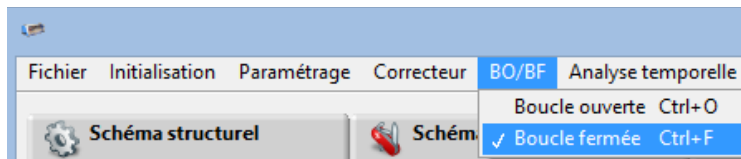
**Documents Réponses**

**Déroulement**

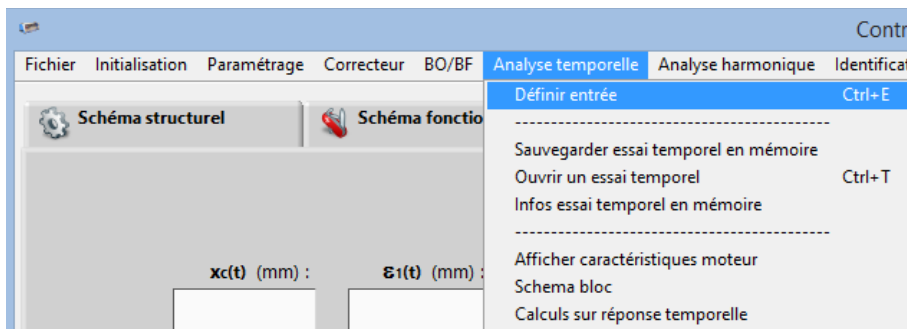
**D1.** Effectuer une réinitialisation en utilisant la fonction "Tout réinitialiser" du menu Initialisation.



**D2.** Passer la commande en boucle ouverte, puis commander à partir du schéma structurel un déplacement pendant 1s avec une tension de commande de 0,5V puis 1V puis 2V puis 4V. Commenter les déplacements obtenus en fonction de la tension de commande en expliquant correctement les phénomènes observés.



**D3.** Passer en Boucle fermée (BF) et régler le correcteur avec  $K=0,07$   $T_i=0$   $T_d=0$  dans le menu Correcteur. Lancer le mode Analyse Temporelle et effectuer un essai de consigne de déplacement de 200 mm pendant environ 1s.



Imprimer la courbe obtenue, et en déduire, grâce aux éléments de la fiche ressource, la fonction de transfert de l'ensemble en boucle fermée.

**D4.** Refaire l'essai pour un déplacement dans l'autre sens de 100 mm, déterminer si la fonction de transfert est identique et expliquer ce résultat.

**D5.** Modifier la valeur du correcteur proportionnel ( $K=2$ ) et refaire un essai de déplacement de 200 mm à partir de l'initialisation. Imprimer la courbe et trouver la nouvelle fonction de transfert, en vous aidant de la fiche ressource.

**D6.** Refaire un essai si  $K=4$ . Que constatez-vous ?

**D7.** Conclure sur les différents résultats obtenus et sur les problèmes observés par les utilisateurs concernant le positionnement.

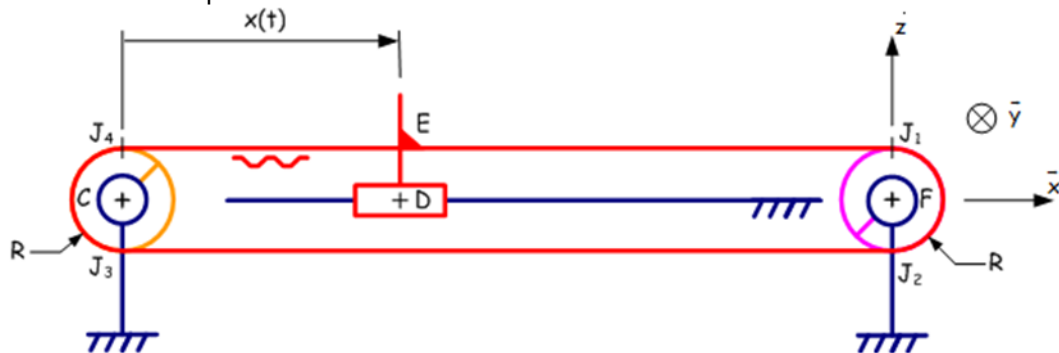
Documents / Matériel

- Fiche de mise en service
- Système Contrôle X - Logiciel Control'drive
- Documents techniques
- Documents ressources

Documents Réponses

Déroulement

On vous propose un modèle mécanique de la chaîne de transformation de mouvement sous forme de schéma cinématique.



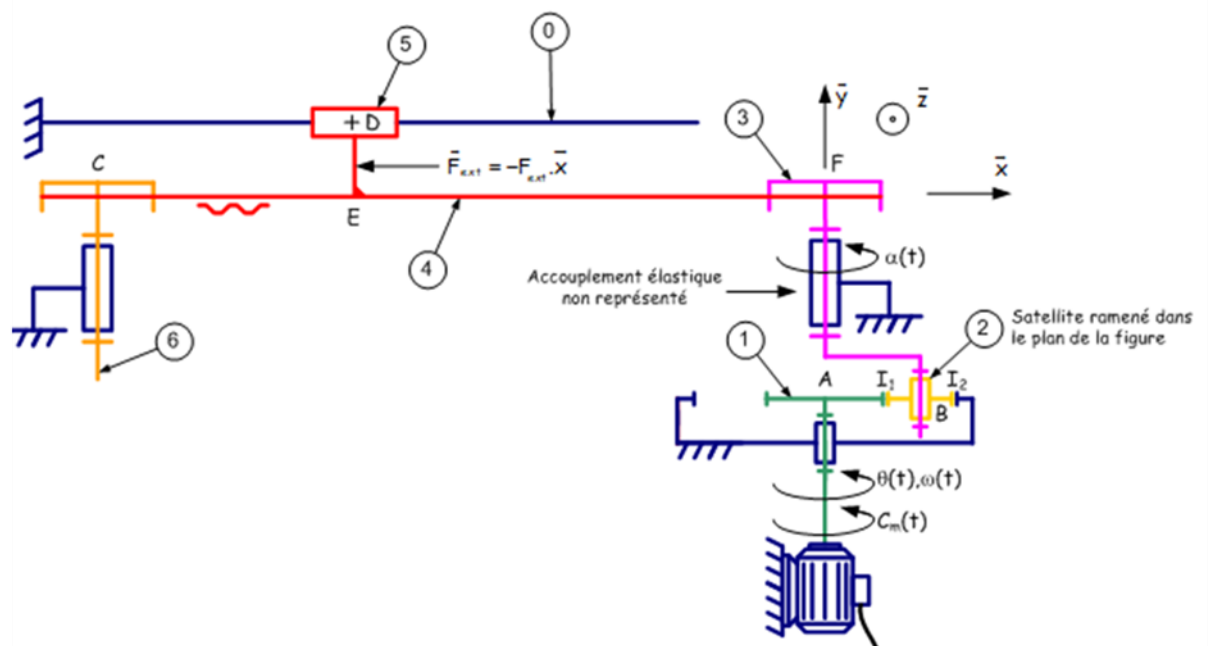
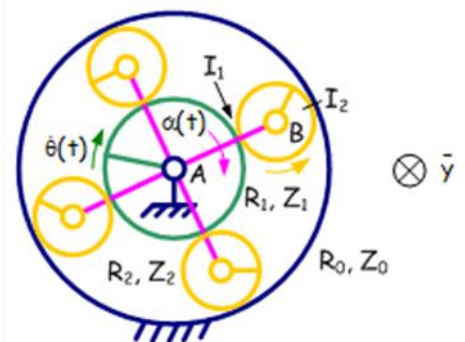
Paramétrage géométrique

$x = \overline{CD} \cdot \bar{x}$

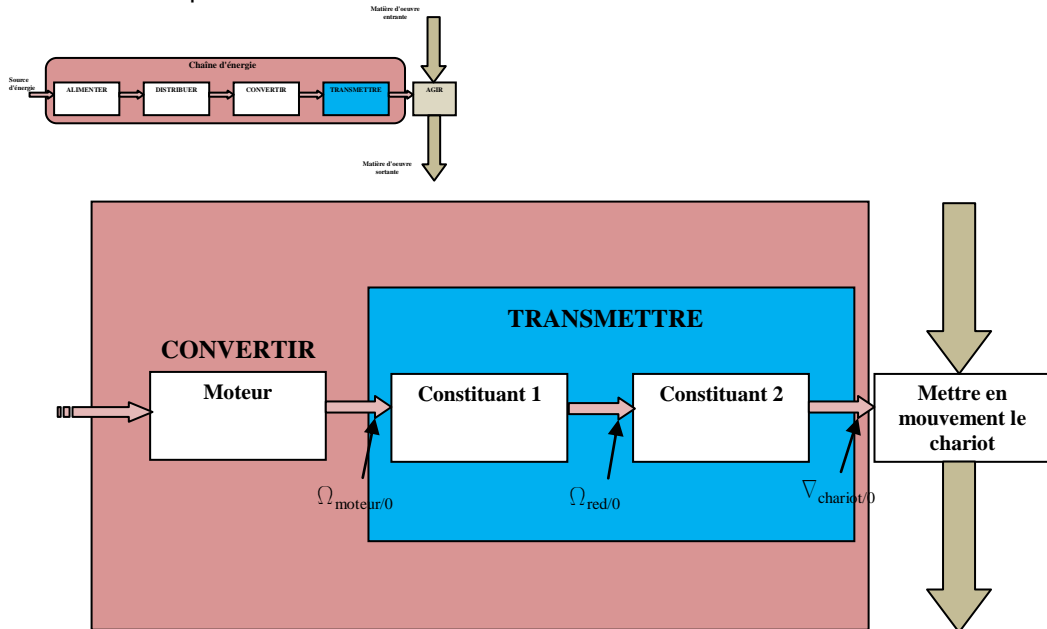
R : rayon primitif de la poulie crantée.  $R = 24.67 \text{ mm}$

i : rapport de réduction du réducteur (rapport entrée sur sortie :  $i = \frac{\dot{\theta}}{\dot{\alpha}} = 3$ )

$Z_1 = 42 \text{ dents}$ ,  $Z_2 = 21 \text{ dents}$   $Z_0 = 84 \text{ dents}$



**D8.** Réaliser sur feuille de copie le synoptique de la chaîne d'énergie en indiquant le nom des constituants permettant de transmettre et transformer le mouvement.



**Pour le constituant 1 :**

**D9.** Indiquer pour le constituant 1, à l'aide des documents ressources et documents techniques du système:

- sa fonction dans la chaîne d'énergie
- le type de grandeur à l'entrée et à la sortie (variable potentielle ou variable flux)
- la technologie choisie (type de réducteur simple / train épicycloïdal)
- le rapport de réduction

A l'aide du modèle mécanique proposé page précédente, vous allez analyser la constitution du réducteur.

**D10.** Indiquer le nombre d'étages de réduction.

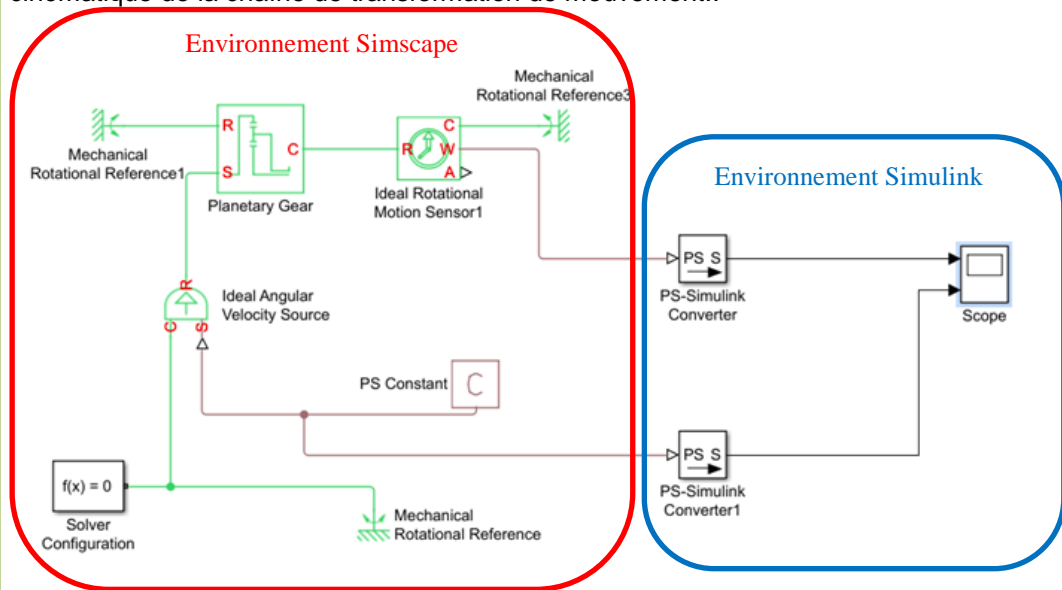
**D11.** Indiquer le rapport de transmission du réducteur.

**D12.** A l'aide du schéma cinématique du réducteur, définir le nom des différents éléments (0, 1, 2, 3)

**D13.** D'après le document ressource sur le réducteur à train épicycloïdale, indiquer de manière littérale en fonction de  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_0$ , le rapport de transmission du train épicycloïdal dans cette configuration et vérifier le rapport de transmission annoncé.

## Modélisation Simscape du réducteur à trains épicycloïdaux

Vous allez dans cette partie modéliser, à l'aide du logiciel multiphysique MATLAB, le comportement cinématique de la chaîne de transformation de mouvement..



On travail dans **Simscape**, environnement **multiphysique de Matlab**. On travail directement avec **les composants** et non pas avec le modèle de comportement mathématique associé aux composants.

- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Mechanical Sources** prendre une **source de vitesse angulaire**.
- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Rotational Elements** prendre une **masse mécanique de rotation**.
- ☞ Dans **Simscape/Physical Signals/Sources** prendre une source de type **signal physique constante**.
  - Paramétrer la source en lui donnant la valeur 100.
- ☞ Dans **Simscape/utilities** prendre un **solveur**.
- ☞ Dans **Simscape/Simdriveline/Gears** prendre un **transformateur de train epicycloïdal**.
  - Paramétrer le réducteur en indiquant un rapport de transmission de 84/42
- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Mechanical Sensors** prendre un capteur de **vitesse angulaire**.

Afin de visualiser les différents paramètres de vitesse nous devons mettre en place des "Scope" qui se situe dans l'environnement Simulink.

- ☞ Dans **Simulink/sinks** prendre un scope.
  - Paramétrer le scope pour avoir deux entrées.
- ☞ Afin de passer de l'environnement Simscape à l'environnement Simulink il nous faut des **"convertisseur"** à prendre dans **Simscape/utilities**.
- ☞ **Relier** entre les différents blocs entre eux et en insérer plusieurs du même type si nécessaire.
- ☞ **Lancer** la simulation et afficher les courbes afin de vérifier le rapport de réduction du train épicycloïdale.

### Pour le constituant 2:

**D14.** Pour le constituant 2, à l'aide du modèle mécanique proposé et documents techniques du système:

- sa fonction dans la chaîne d'énergie
- le type de grandeur à l'entrée et à la sortie (variable potentielle ou variable flux)
- ses caractéristiques permettant de déterminer sa loi entrée sortie cinématique (relation mathématiques entre les grandeurs cinématiques de sortie et les grandeurs cinématiques d'entrée).
- Exprimer de manière littérale la loi entrée sortie.
- Déterminer la valeur du diamètre du pignon à partir des documents techniques

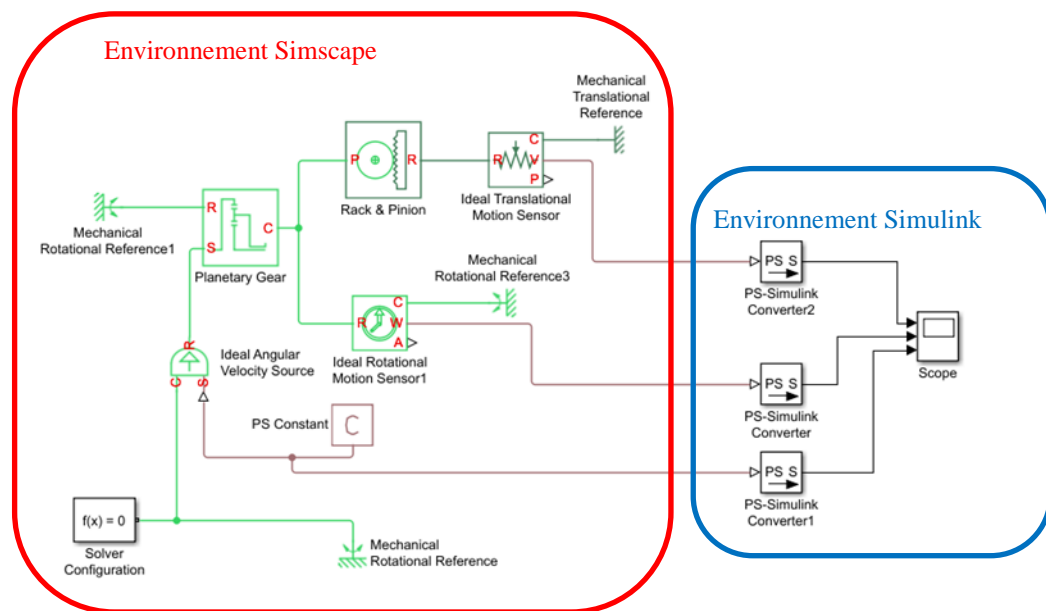
### Modélisation Simscape de la chaîne de transformation de mouvement

En reprenant le modèle élaboré au préalable, nous allons ajouter la partie transformation du mouvement de rotation en mouvement de translation.

- ☞ Ajouter un axe au Scope.

Afin de modéliser la transformation de mouvement (d'un point de vue cinématique) de rotation en translation, nous allons utiliser un adaptateur de type pignon-crémaillère.

- ☞ Dans **Simscape/SimDriveline/Gears/Rotational- Translational** prendre un **transformateur de type pignon-crémaillère**
  - Paramétrer le transformateur en indiquant le diamètre du pignon.
- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Mechanical Sensors** prendre un capteur de **vitesse linéaire**.
- ☞ Dans **Simscape/ Foundation library/ Mechanical/Translational Elements** prendre une **masse mécanique de translation**.



**D15.** Conclure quant à la loi entrée sortie sur le modèle complet.

**D16.** Réaliser un essais avec le système réel et conclure quant à la loi entrée-sortie du système complet de transformation de mouvement



Documents / Matériel

- Fiche de mise en service
- Système Contrôle X - Logiciel Control'drive
- Imprimante
- Matlab et fichiers associés

Documents Réponses

Déroulement

**D17.** Lister les capteurs disponibles sur ce système et donner la nature de l'information donnée par chacun d'eux. **Rappeler** dans quelle chaîne ces capteurs jouent un rôle.

**D18.** Donner pour le capteur de force :

- l'étendue nominale de mesure,
- la tension d'alimentation,
- la tension de sortie pour la plage de variation utile du capteur.

**D19.** La carte NI de conditionnement du signal issu du capteur de force doit ensuite fournir une tension entre -12 et +12V image de la force exercée. Que doit donc contenir cette carte de conditionnement ?

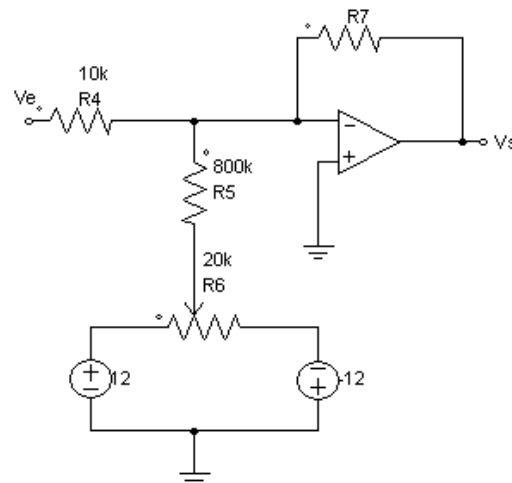
**D20.** En poussant sur le bras de déformation dans un sens puis dans l'autre, tester les valeurs relevées dans le logiciel sur le schéma structurel du Control'X. Commenter les valeurs obtenues.

Afin de répondre à la problématique, on désire tester un autre capteur de force de technologie différente pour vérifier si le Control'X présente les mêmes symptômes de dysfonctionnement que dans la situation actuelle lors d'essais dynamiques dans lesquels les efforts doivent être correctement mesurés.



Ce nouveau capteur délivre une tension variable  $V_e$  de 0 à 5V pour une force de -200N à 200N et est relié à une carte interface pour obtenir une tension  $V_s$  reliée à la carte NI (entrée analogique de -12 à +12V).

On note  $V_{ref}$  le potentiel du curseur de R6.



**D21.** Expliquer comment fixer  $V_{ref}$  à 0.

**D22.** Rechercher l'expression de  $V_s$  en fonction de  $V_e$  et de  $V_{ref}$ .

**D23.** Donner alors le rôle de ce montage et choisir les valeurs de réglage du potentiomètre (offset) et de R7 (gain d'amplification) dans le contexte de l'application Control'X.

**D24.** Charger le fichier Matlab intitulé "ControleXforce" correspondant à la chaîne d'acquisition du nouveau capteur de force. Régler les paramètres du nouveau capteur pour correspondre aux données ci-dessus. Puis régler le conditionnement pour atteindre les valeurs souhaitées de l'entrée analogique, puis adapter au système d'affichage. Vérifier la validité de l'affichage par rapport à la valeur réelle de force créée.

**D25.** Pour être lu par l'organe de traitement, la tension  $V_s$  du système Control'X doit ensuite être convertie en signal numérique. Le CAN utilisé est sur 16 bits. Déterminer le quantum de tension puis le quantum réel de force mesurable.