

# TP série 2 : Système MAXPID

## Réponse du système et chaîne d'information



CPGE ATS\*



---

\*Cédric Dufour, Joël Moutoussamy, Lycée Gustave Eiffel, Dijon

# 1 Activité commune (élève 1 et élève 3) : 1h00

## Problème 1: Exploitation d'un système

- mise en service ;
- paramétrer le système ;
- réaliser des mesures à l'aide de l'application logicielle ;
- réaliser des mesures à l'aide d'un oscilloscope.

## Compétences 1: Analyse expérimentale d'un système asservi

- identifier les constituants réalisant les fonctions élémentaires de la chaîne d'énergie et d'information ;
- repérer les flux d'entrée et de sortie de chaque constituant, leurs natures (électrique, mécanique, pneumatique, thermique ou hydraulique) et leurs sens de transfert ;
- régler les paramètres de fonctionnement d'un système ;
- respecter les protocoles expérimentaux.

## Question 1:

Répérer dans le schéma-blocs du DR1-A1 le nom du matériel associé à chaque bloc de l'asservissement de position de l'axe :

- contrôleur ;
- variateur de vitesse ;
- moteur ;
- capteur de position angulaire ;
- inertie ;
- transmission mécanique (vis, écrou, bras).

## Question 2:

Repérer dans le schéma-blocs du DR1-A1, les grandeurs suivantes :

- $\theta_{bc}$  : consigne de position du bras ;
- $\theta_b$  : position mesurée du bras ;
- $\varepsilon$  : erreur de l'asservissement de position ;
- $U_{cde}$  : tension de commande du variateur de vitesse
- $\Omega_m$  : vitesse angulaire du moteur ;
- $\theta_m$  : position angulaire de l'axe du moteur ;

**Question 3:**

Repérer dans le schéma-blocs du DR1-A1 situé à la fin de ce document, les caractéristiques suivantes :

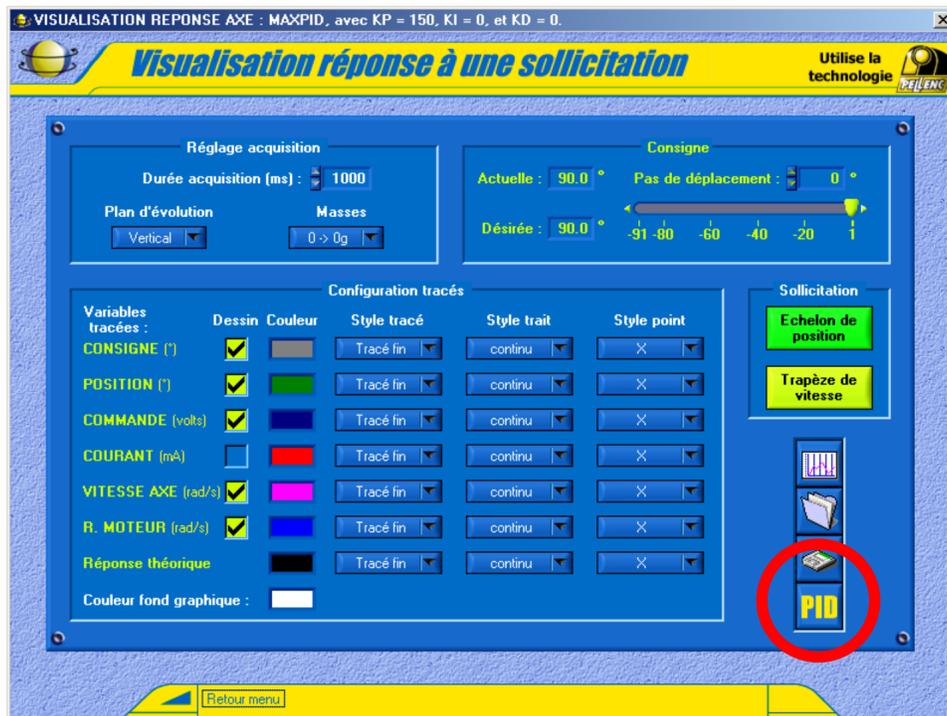
- gain de mise à l'échelle de l'entrée :  $K_a$  ;
- gain du codeur de position :  $K_c$  ;
- gain du convertisseur analogique-numérique (CAN) :  $K_{an}$
- gain du convertisseur numérique analogique (CNA) :  $K_{na}$  ;
- gain du variateur de vitesse :  $K_v$ .

**Question 4:**

Lancer le logiciel de contrôle du système, établir la connexion et étalonner le capteur en lisant la page 18 du pdf « manuel\_logiciel.pdf » .

**Question 5:**

Cliquer sur l'icône « PID » afin de paramétrer le correcteur position.

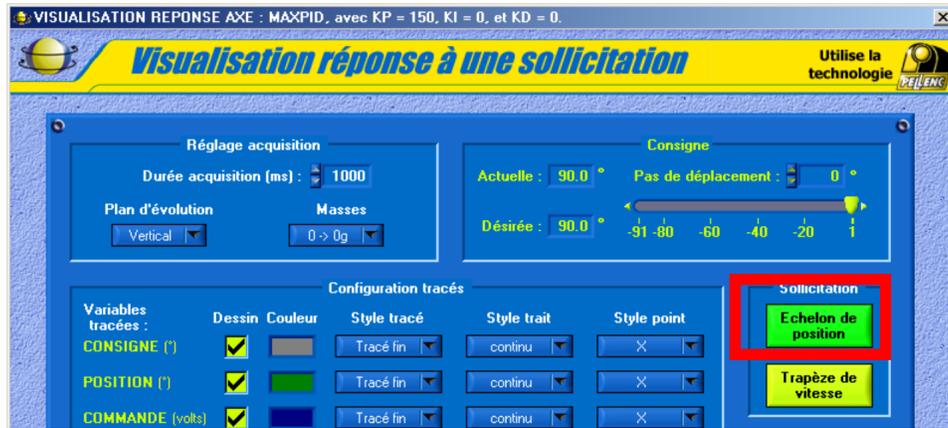
**Question 6:**

Dans le menu « PID Position », régler les paramètres comme suit : gain proportionnel  $KP = 50$ , gain intégral  $KI = 0$  et gain dérivé  $KD = 0$ .

Valider le paramétrage.

**Question 7:**

Cliquer sur l'icône « Echelon de position » afin d'appliquer une consigne de position égale à 45 degrés depuis la position 40 degrés.

**Question 8:**

Relever la réponse indicielle du système  $\theta_b(t)$  et imprimer ce relevé.

**Question 9:**

Ouvrir le fichier « maxpidSimulinkEleve1.slx » dans Matlab/Simulink.

Cliquer sur le bouton « Valider les paramètres » .

Exécuter ce dernier et imprimer la réponse simulée.

Comparer avec la réponse mesurée et conclure sur la qualité du modèle.

**Question 10:**

Proposer un protocole expérimental permettant de visualiser à l'oscilloscope, la réponse du système.

## 2 Activité 1 : élève 1, manipulation : 2h00

### Problème 2: Identification temporelle d'un système

- déterminer le gain statique ;
- le temps de réponse ;
- la constante de temps ;
- la pulsation propre ;
- le coefficient d'amortissement.

### Compétences 2: Réponse d'un système

- proposer une méthode d'identification, dans le domaine temporel ou fréquentiel, pour renseigner le modèle de comportement d'un système limité à l'ordre 2 ;
- mettre en œuvre une méthode d'identification, dans le domaine temporel ou fréquentiel, pour renseigner le modèle de comportement d'un système limité à l'ordre 2 ;
- choisir les entrées à imposer pour identifier un modèle de comportement ;
- prévoir l'allure de la réponse attendue.

### Question 11:

À partir de la courbe imprimée précédemment et du document ressource « Identification des systèmes asservis », déduire les éléments suivants :

- le type de la réponse ;
- le gain statique :  $H_0$  ;
- le temps de réponse :  $t_{r5\%}$  ;
- la constante de temps :  $\tau$  ;
- la pulsation propre  $\omega_0$  ;
- le coefficient d'amortissement :  $m$ .

### Question 12:

Modifier le correcteur de position comme suit  $KP = 255$ ,  $KI = 0$  et  $KD = 0$ .

Effectuer un essai avec une consigne de déplacement du type échelon de 45 degrés depuis la position 40 degrés.

Imprimer la réponse mesurée.

**Question 13:**

À partir de la courbe imprimée précédemment et du document ressource « Identification des systèmes asservis », déduire les éléments suivants :

- le type de la réponse ;
- le gain statique :  $H_0$  ;
- le temps de réponse :  $t_{r5\%}$  ;
- la constante de temps :  $\tau$  ;
- la pulsation propre  $\omega_0$  ;
- le coefficient d'amortissement :  $m$ .

**Question 14:**

Déterminer la valeur maximale du correcteur  $KP$  permettant d'obtenir une réponse hyper-amorti. Imprimer la courbe mesurée.

**Question 15:**

À partir de la courbe imprimée précédemment et du document ressource « Identification des systèmes asservis », déduire les éléments suivants :

- le type de la réponse ;
- le gain statique :  $H_0$  ;
- le temps de réponse :  $t_{r5\%}$  ;
- la constante de temps :  $\tau$  ;
- la pulsation propre  $\omega_0$  ;
- le coefficient d'amortissement :  $m$ .

Expliquer qualitativement la variation du coefficient d'amortissement avec le gain  $KP$ .

**Question 16:**

Depuis le fichier « maxpidSimulinkEleve1.slx » , régler le correcteur de position avec différentes valeurs de  $KP$  (0.1,1,10).

Exécuter ce fichier et visualiser la sortie du schéma-blocs.

Qualifier le type des réponses et comparer avec les réponses mesurées.

Conclure sur la qualité du modèle Matlab/Simulink.

**Question 17:**

Supprimer le retour capteur et expliquer la réponse simulée.

### 3 Activité 3 : élève 3, simulation : 2h00

#### Problème 3: Justifier les gains de la chaîne d'information

- facteur de conversion ou gain du capteur ;
- gain de mise à l'échelle ;
- résolution et plage du convertisseur analogique-numérique ;
- résolution et plage du convertisseur numérique-analogique.

#### Compétences 3: Capteur

- prévoir la quantification nécessaire à la précision souhaitée ;
- proposer et justifier le lieu de prise de mesures vis-à-vis de l'objectif à atteindre ;
- qualifier les caractéristiques d'entrée-sortie d'un capteur ou d'un détecteur ;
- justifier le choix d'un capteur, d'un détecteur ou d'un appareil de mesure vis-à-vis de la grandeur physique à mesurer ;
- paramétrer une chaîne d'acquisition en fonction des caractéristiques des capteurs, détecteurs et des résultats de mesures attendus ;
- respecter les protocoles expérimentaux ;

#### Question 18:

Lister les capteurs disponibles sur ce système et préciser pour chacun d'eux, la grandeur physique mesurée et le type de signal électrique en sortie.

#### Question 19:

Déterminer pour le capteur de position angulaire :

- la plage de mesure ;
- la tension d'alimentation ;
- le gain ou sensibilité ou facteur de conversion :  $K_C$  ;

#### Question 20:

Tracer la fonction de conversion du capteur.

#### Question 21:

Déterminer expérimentalement le gain du capteur.

**Question 22:**

Déterminer expérimentalement les valeurs limites en entrée du contrôleur et en déduire le nombre de bits des variables manipulées par ce dernier.

**Question 23:**

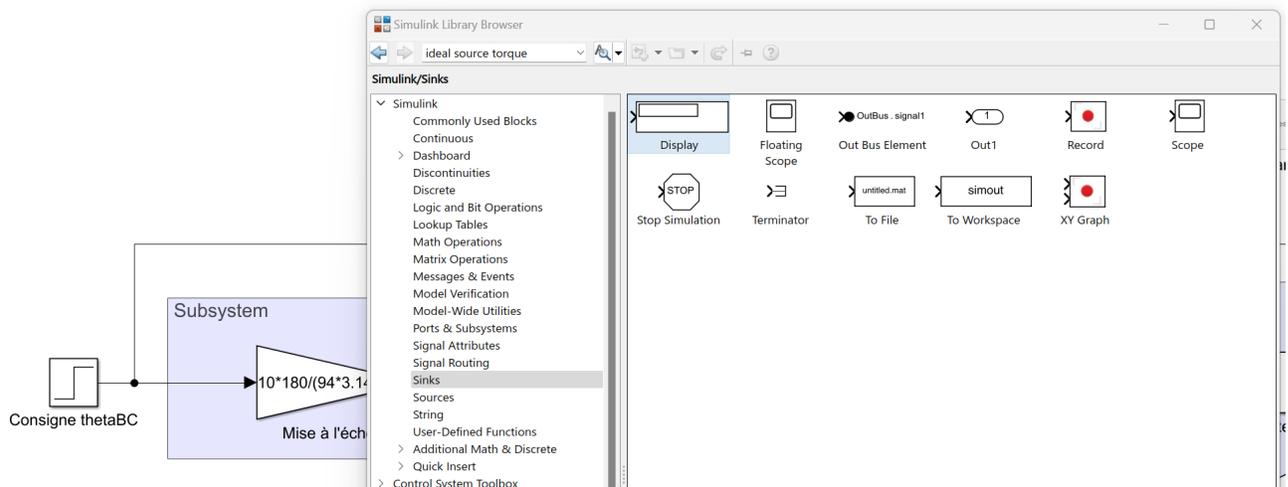
Déterminer expérimentalement les valeurs limites de tension de commande du variateur de vitesse et en déduire le nombre de bits du convertisseur analogique-numérique (CNA).

**Question 24:**

Déterminer expérimentalement, le cas échéant, avec la méthode de votre choix, le gain de mise à l'échelle de la consigne  $K_a$ .

**Question 25:**

Ouvrir le fichier « maxpidSimulinkEleve2.slx » dans Matlab/Simulink et ajouter des sondes de mesure du type « display » en cliquant sur l'icône « library browser » puis « sinks » , permettant de visualiser la valeur des grandeurs physiques.

**Question 26:**

Compléter le document réponse DR1-A3 pour une consigne égale à 45 degrés. Vérifier les résultats fournis par Matlab/Simulink.

# 4 DR1-A1

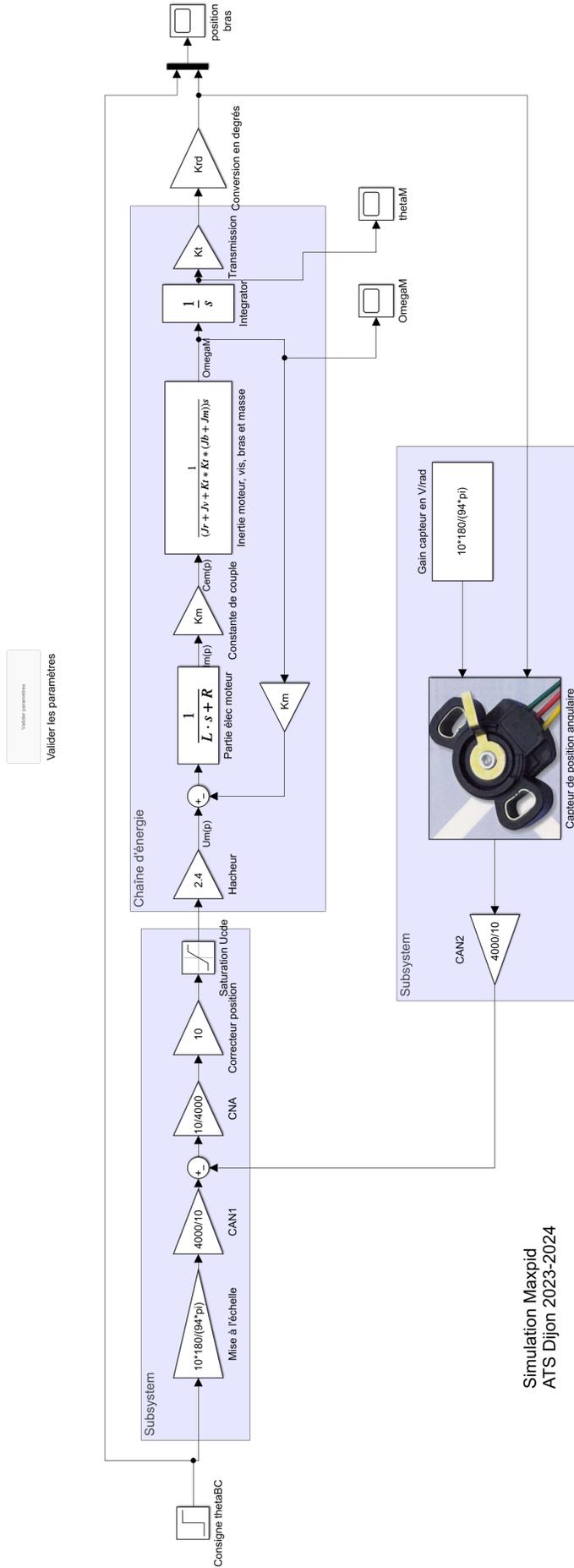


Figure 1 – Modèle Simulink

# 5 DR1-A3

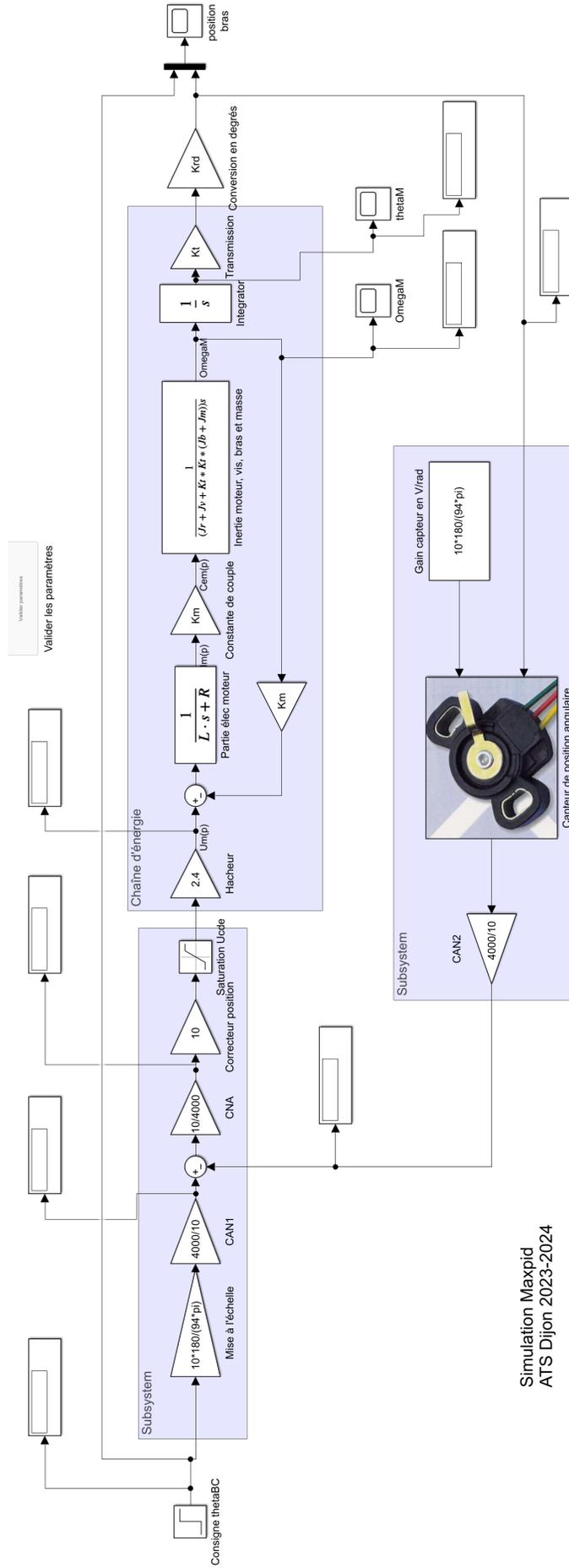


Figure 2 – Modèle Simulink : régime permanent