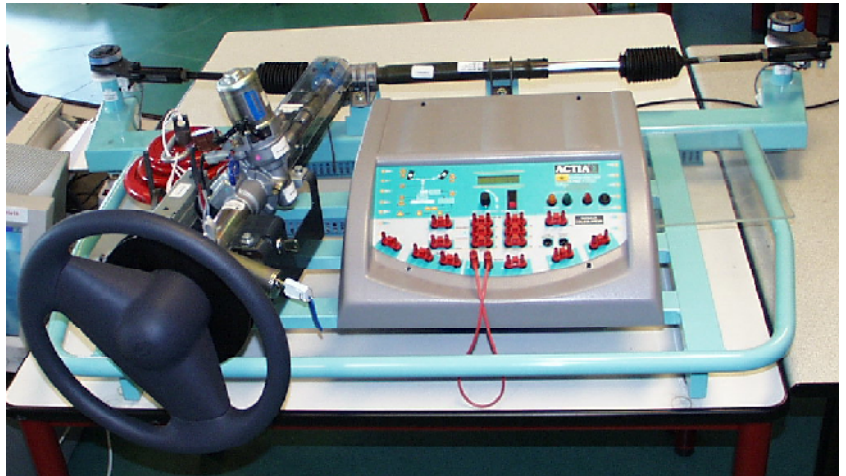


Modélisation du système d'assistance d'une direction

Problématique

Le système de Direction Assistée Électrique Variable (D.A.E.V.) a pour fonction d'assister la commande de direction de la Renault Twingo. En effet, dans un véhicule automobile, il est nécessaire de transmettre le mouvement de rotation du volant (lié à la colonne de direction) en rotation des roues pour permettre au véhicule de prendre un virage. Cette commande de direction des véhicules automobiles impose au conducteur de vaincre par l'intermédiaire du volant, la résistance au pivotement exercée par le sol sur les roues directrices. Pour limiter l'action exercée par le conducteur, un système d'assistance vient compléter la direction mécanique classique.




L'objectif du travail proposé est de mettre en place un modèle du système d'assistance de manière à tester différentes lois d'assistance et observer l'influence sur l'action exercée par le conducteur lors de la rotation du volant.

Organisation de la séance

A la fin de la séance, vous devez obtenir une courbe qui représente l'évolution du couple mesuré au volant exercé par le conducteur pour un mouvement donné du volant.

Les objectifs de la séance sont :


- Mettre en place un modèle du système à partir de son architecture
- Utiliser des modèles de connaissances pour déterminer les caractéristiques de certains constituants
- Réaliser quelques expérimentations et en déduire des modèles de comportement
- Lancer une simulation et valider le modèle puis l'utiliser pour répondre à la problématique.

Sur votre PC, lancer le logiciel Scilab puis dans le gestionnaire de Fichier cliquer sur  et se positionner dans le répertoire contenant le fichier « modele_SIMM_dae_vider.zcos ». Double-cliquer ensuite sur ce fichier, ce qui a pour effet de lancer le module Xcos, nouvelle fenêtre contenant le modèle multiphysique de la DAE.

Ce modèle contient l'ensemble des constituants de la DAE utiles vis à vis de la fonction d'assistance.

Chaque composant nécessite un paramétrage. La plupart des blocs sont déjà renseignés. Les seuls blocs non paramétrés sont ceux que vous déterminez dans le tp.

Pour renseigner les valeurs manquantes, il suffit de double-cliquer sur chaque bloc indiqué dans le texte et renseigner la valeur numérique correspondante.

Une fois que vous aurez répondu à toutes les questions du TP, il vous suffira de renseigner les valeurs numériques des constantes dans les blocs étudiés et lancer une simulation en cliquant sur le bouton .

Partie A - Expérimentations, modèles de comportement

Manipulation n° 1 : En mouvement

- Avant d'allumer la DAE, faire plusieurs tours du volant dans les deux sens en allant d'une butée à l'autre (sans les toucher). Attention : à l'arrivée sur les butées extrêmes, ne surtout pas forcer : le risque de destruction est réel !. Vérifier qu'il est difficile de tourner le volant sans assistance.

- Mettre le matériel sous tension (l'interrupteur, de couleur verte, est situé sur le côté droit du pupitre) ; si nécessaire, débloquer le volant en tournant la clé de contact située près du volant à la verticale (clé de voiture avec protection plastique);
- Assurer la liaison électrique entre le pupitre et la D.A.E.V. en tournant la seconde clé (clé métallique sans protection plastique) à la verticale. Avant de réaliser une mesure, faire plusieurs tours du volant dans les deux sens en allant d'une butée à l'autre (sans les toucher).
- Vérifier que l'interrupteur RÉGIME MOTEUR est en position 1 (la partie rouge de l'interrupteur doit être visible), ce qui a pour effet d'éteindre le voyant rouge D.A.E.V. Le voyant jaune EMBRAYAGE s'allume quand l'axe du moteur est embrayé ; le voyant vert MOTEUR s'allume quand le moto-réducteur est alimenté.
- Tourner le volant complètement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à la butée et le lâcher ensuite de façon à ce qu'il se place dans une position stable. Vous constatez qu'il est plus facile de tourner le volant !
- Régler la vitesse du véhicule désirée, à l'aide du potentiomètre sur le pupitre de la station, à 10 km/h (cela simule pour l'assistance un véhicule avançant à 10 km/h).
- Lancer le logiciel D.A.E.V. sur l'ordinateur. Dans le logiciel, cliquer sur le menu « Mesures ». Cliquer sur « Initialiser » dans le logiciel puis appuyer « fermement » sur le bouton DÉPART de MESURE sur le pupitre de la station (le départ est effectif, quand le message BOUTON DÉPART s'efface sur le pupitre).
- Attendre que le compteur affiche 9s puis, tourner le volant régulièrement (dans le sens des aiguilles d'une montre à vitesse constante) de manière à approcher l'autre butée, sans la toucher, en moins de 10s qui correspond à la durée de l'enregistrement. Attendre la fin de l'importation des résultats puis fermer la fenêtre.
- Tracer dans le logiciel (menu Courbes) l'évolution du couple exercé par le sol sur la colonne de direction (Cs) (résistance due aux roues) et le couple au volant en fonction du temps (Abscisses / Temps).

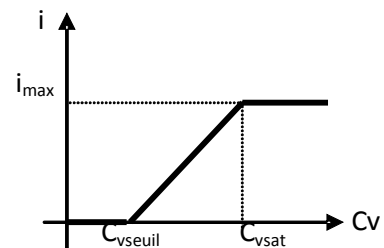
Sachant qu'un couple représente une action mécanique liée à une rotation, comparer le niveau du couple de sortie (imposé par les roues) et celui mesuré au niveau du volant (exercé par le conducteur). Conclure quant à l'intérêt de l'assistance.

Manipulation n° 2 : En butée

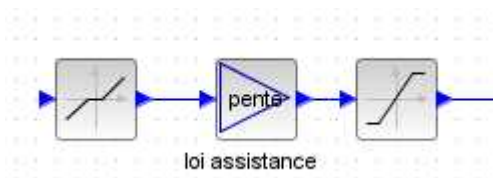
Tourner le volant pour l'amener en butée. Tourner le volant pour forcer contre la butée et maintenir l'action pour relever sur le voltmètre une tension du moteur constante et une intensité constante affichée sur l'écran du pupitre. Ne pas forcer trop longtemps.

Faire la même manipulation mais en lançant au préalable une mesure. Au bout de 6 s commencer à forcer et maintenir l'effort jusqu'à ce que la mesure se termine. Dans le logiciel, tracer l'évolution de l'intensité du moteur (ordonnée) en fonction du couple volant exercé par l'utilisateur (Cv en abscisse).

On approche la courbe obtenue par le signal suivant (succession d'un seuil et d'une saturation) (si votre courbe est dans l'autre sens, il faut refaire la manipulation en forçant sur l'autre butée !). Cette loi correspond à la loi d'assistance définie dans le calculateur.



Relever les valeurs des points caractéristiques de cette courbe C_{vseuil} , C_{vsat} et i_{max} et renseigner dans le schéma-bloc sous Xcos la loi d'assistance. Vous devez calculer la pente de la droite en fonction de i_{max} , C_{vseuil} et C_{vsat} pour renseigner le bloc central.



Partie B - Détermination de constantes par modèles de connaissance

Le mouvement de rotation du moteur est transmis en mouvement de rotation de la colonne de transmission par l'intermédiaire d'un réducteur roue/vis. Vous pouvez utiliser la mallette contenant le moto-réducteur pour observer le fonctionnement du réducteur et la figure en fin de document.

La roue possède 46 dents et la vis 2 filets.

En utilisant ces informations, déterminer le rapport de transmission $\eta = \frac{\omega_m}{\omega_r}$ avec ω_m la vitesse de rotation du moteur et ω_r celle de la roue liée à la colonne de direction. Renseigner ce paramètre dans le bloc



Le moteur utilisé pour l'assistance est mis en rotation lorsque le volant tourne. Il est régi par l'équation électrique suivante: $u(t) = R_m i(t) + L_m \frac{di(t)}{dt} + k \omega_m(t)$ où $u(t)$ est la tension aux bornes de celui-ci et $i(t)$

l'intensité le parcourant, tandis que $\omega_m(t)$ est la vitesse de rotation de l'axe moteur, R_m , L_m et k sont des constantes caractéristiques du moteur. Ces constantes sont généralement données dans la documentation constructeur. Nous allons en déterminer une par expérience.

Comment se simplifie cette équation dans la manipulation réalisée en phase de forçage en butée ? En déduire que la manipulation précédente et la connaissance de U et I permet de déterminer R_m . D'après l'équation précédente, pourquoi ne faut-il pas forcer trop longtemps en butée ? Renseigner la valeur de R_m dans le bloc du moteur



Pour déterminer k , il suffirait de tracer l'angle de la colonne et d'en déduire une estimation de la vitesse du moteur, puis utiliser le rapport de transmission et l'équation électrique du moteur en régime permanent.

Pour déterminer L_m , il faudrait tracer l'évolution du courant en régime transitoire. On prendra les valeurs données dans la documentation $L_m = 0.0007$ H et $k = 0,038$ Nm/A.

Partie C - Élaboration du schéma-bloc acausal de l'assistance

Le modèle ouvert dans Xcos contient l'ensemble des constituants de la direction assistée utiles vis à vis de la fonction Assister.

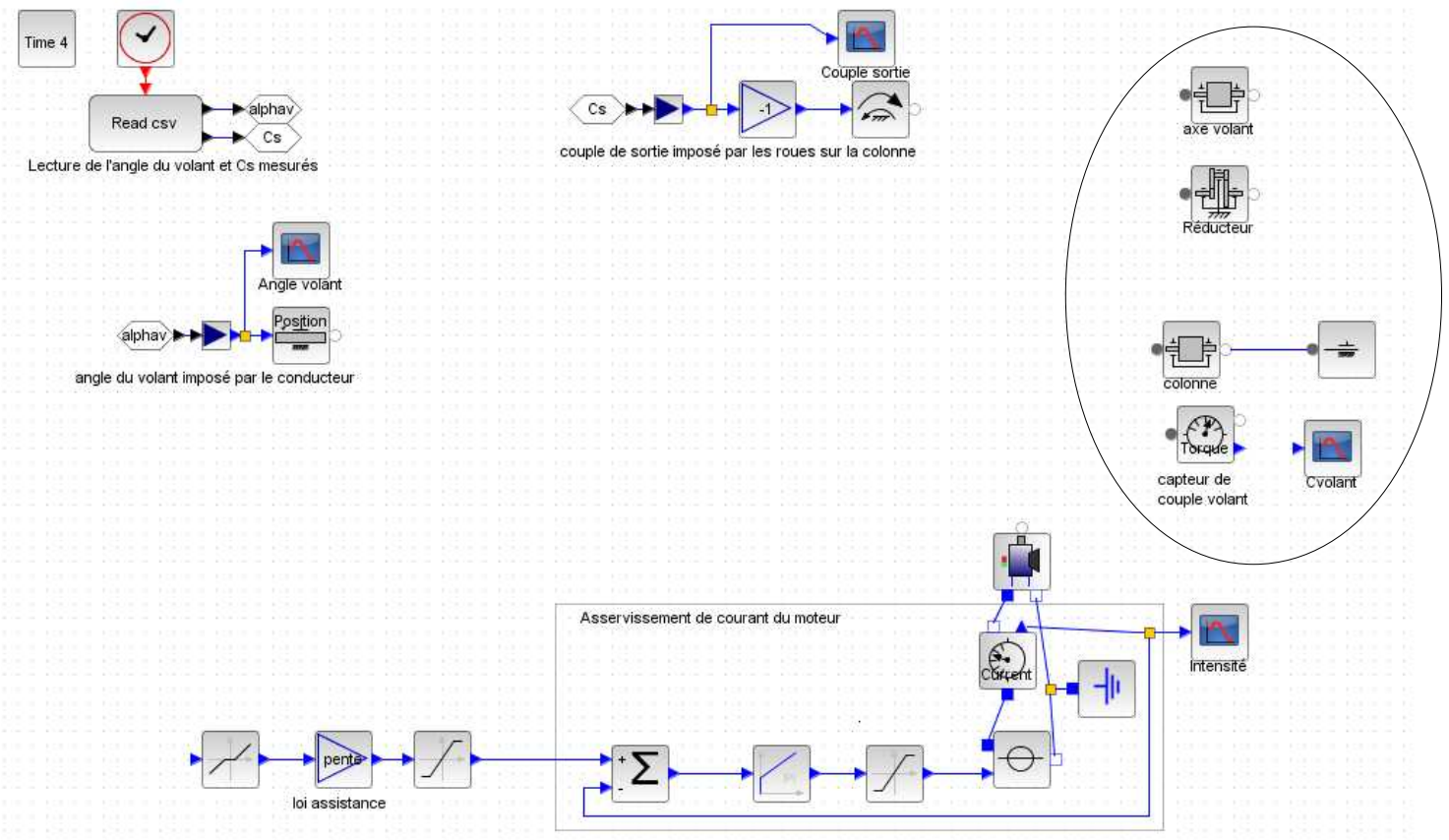
Dans cette partie, vous allez devoir mettre en place le schéma-bloc en reliant les blocs correctement.

Rappel : deux connecteurs n'ayant pas la même forme et pas la même couleur (peu importe s'ils sont pleins ou vides) ne peuvent pas être reliés ensemble (sous peine d'un message d'erreur incompréhensible !).

La désignation des différents blocs intervenant dans le modèle acausal de la DAEV est donnée directement dans le schéma-bloc.

Attention : si vous reliez mal les blocs entre eux, la simulation ne se fera pas (message d'erreur). Vérifiez également que les valeurs rentrées sont correctes (mettre des points pour entrer 3.1 par exemple).

En observant la DAE, la valise des constituants et à l'aide de l'annexe décrivant l'agencement des composants et le fonctionnement de la DAE, Déplacer, relier les blocs entre eux de manière cohérente (seuls les blocs à droite sont à positionnés).



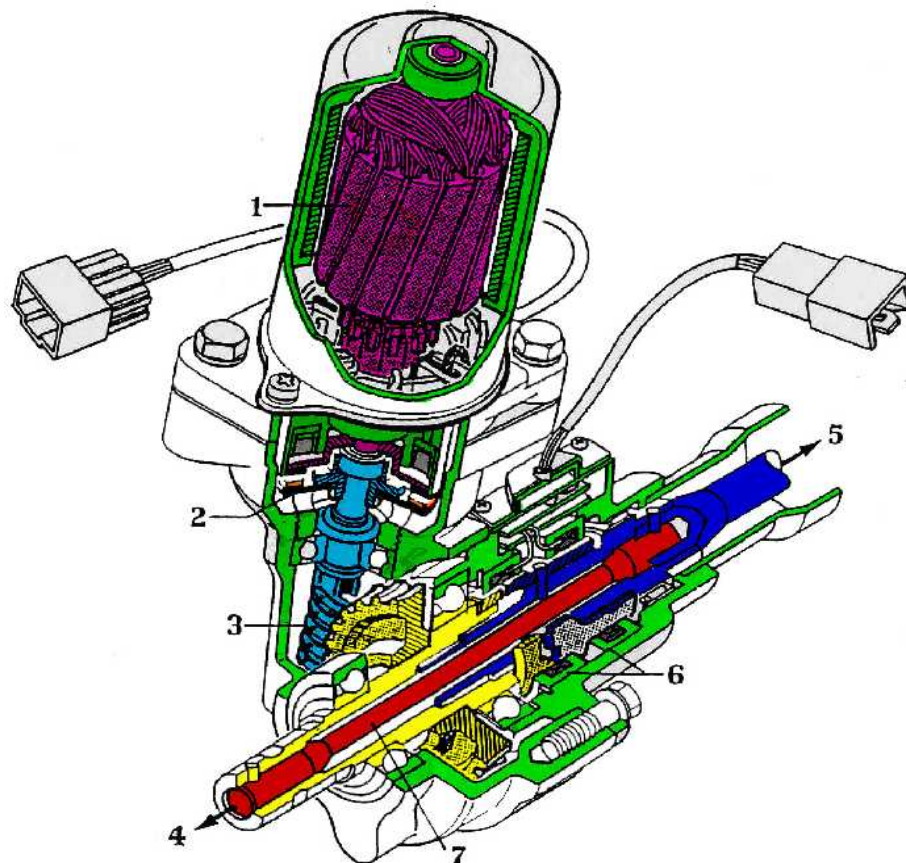
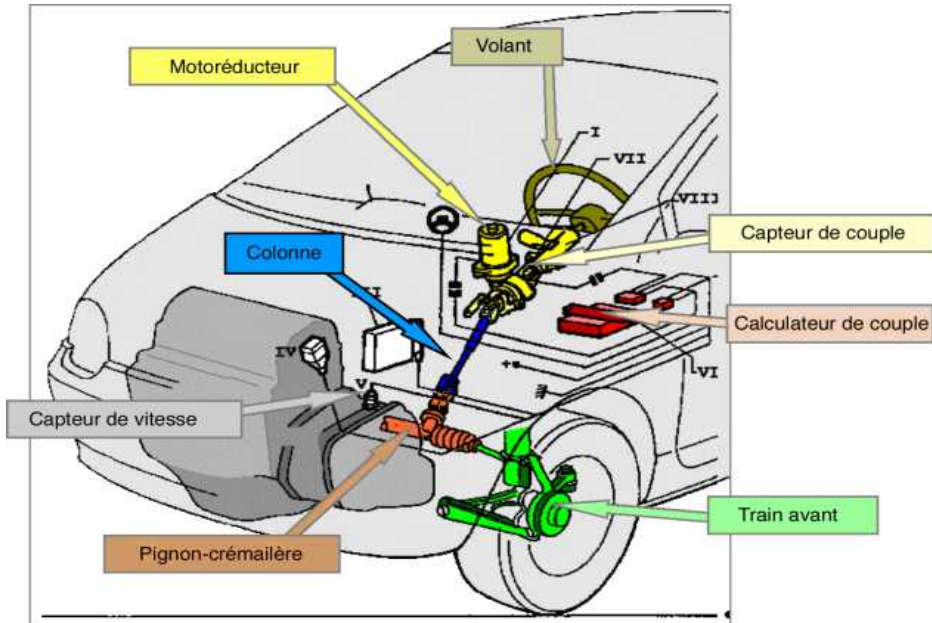
Pour mener la simulation, on utilise des lois déterminées expérimentalement pour l'angle volant (imposé par l'utilisateur) et le couple de sortie (imposé par le serrage des pivots de roues). Ces mesures sont importées et directement utilisées dans le modèle (alphav, Cs). Tous ces éléments ne doivent pas être déplacés.

Synthèse

Après avoir renseigné les différentes constantes dans le schéma-bloc complet et lancer une simulation, comparer la courbe de couple volant obtenue par simulation avec celle obtenue expérimentalement. Changer la valeur de i_{max} (la diviser par deux par exemple) pour voir l'influence sur le couple volant. Conclure sur l'influence de la loi d'assistance sur le comportement de l'assistance.

Description de la DAE

La DAE assiste les efforts de direction lorsque le conducteur actionne le volant. Le couple d'assistance est fourni à l'aide d'un moteur électrique et s'ajoute au couple volant appliqué par le conducteur. Quand le conducteur tourne le volant, il doit contrer la résistance des roues sur le sol qui est caractérisée par un couple sur la colonne de direction. Le conducteur exerce alors un couple au niveau du volant, celui-ci est transmis mécaniquement à la crémaillère en bout de colonne et électroniquement au calculateur par l'intermédiaire du capteur de couple. Le calculateur fournit ensuite au moteur électrique un courant d'alimentation en fonction du couple au volant (et de la vitesse du véhicule) selon une loi d'assistance définie par le constructeur. Un embrayage puis un réducteur roue-vis transmettent l'effort d'assistance du moteur électrique à la colonne.



- 1 : Rotor du moteur
- 2 : Embrayage
- 3 : Ensemble réducteur (roue et vis sans fin)
- 4 et 7 : colonne de direction
- 5 : arbre volant
- 6 : capteur du couple volant