

LE MODELAGE PARAMÉTRIQUE DES MÉCANISMES DE GUIDAGE D'AXE PAR L'UTILISATION DU PROGRAMME ADAMS

Cătălin ALEXANDRU

Université "Transilvania" de Braşov, calex@unitbv.ro

Abrégé: La demande de plus en plus croissante en voitures plus confortables impose de nos jours une nouvelle manière de l'analyse des mécanismes de guidage d'axe, avec l'élaboration des modèles qui sont plus près des vrais mécanismes sur la voiture. Dans ces circonstances, il est nécessaire d'employer les logiciels d'analyse de systèmes mécanique "multi corps" (MBS), qui automatiquement formulent et résolvent les équations de mouvement. Le papier actuel présente le modelage paramétrique des mécanismes de guidage d'axe des automobiles, par l'utilisation du programme ADAMS (MSC / MDI).

1. INTRODUCTION

Les logiciels d'analyse de systèmes mécanique "multi corps" (MBS – Multi Body System, en anglais) étaient lancés dans des versions commerciales dès les années 1970 mais dans la dernière décennie un nouveau type d'études ont été définis par leur utilisation: prototypage virtuel. Ceci consiste principalement en concevant un modèle détaillé et en l'employant dans une expérience virtuelle, d'une manière semblable avec le vrai cas, qui permet une évaluation à grande échelle du comportement de système. La précision fonctionnant est très haute, de sorte que le comportement de voiture puisse être prévu aux premières parties très. Ceci aide des ingénieurs à prendre des décisions rapides sur tous les changements de conception sans passer par le bâtiment cher de prototype et essai.

ADAMS (MSC / MDI) est un programme puissant pour l'analyse cinématique et dynamique des systèmes mécaniques multi corps. ADAMS est le logiciel mécanique le plus largement répandu de simulation du système du monde. Il permet à des utilisateurs de produire les prototypes virtuels, simulant normalement le comportement des systèmes mécaniques complexes sur leurs ordinateurs et analysant rapidement des variations multiples de conception jusqu'à ce qu'une conception optimale soit réalisée. Ceci réduit le nombre de prototypes physiques coûteux, améliore la qualité de conception, et réduit nettement le temps de développement de produit. Dans l'industrie automotrice, ADAMS aide des ingénieurs à établir les modèles virtuels du guidage entier - système de suspension, y compris les suspensions avant et arrière de la roue /axe et les dispositifs de direction. Les modèles sont alors exercés dans de diverses conditions de route dans l'ordinateur, exécutant chaque manoeuvre courent normalement sur une voie d'essai pour prévoir exactement manipuler des caractéristiques telles que le roulement de corps, la qualité de tour comprenant la vibration et les bosses, la sûreté de véhicule et les paramètres d'exécution.

Les étapes de processus de conception pour modeler des systèmes mécaniques en employant ADAMS sont: construction – modeler des pièces rigides, contraignez les pièces, créez les forces agissant sur les pièces; essai – effectuez la simulation, passez en revue l'animation, passez en revue les résultats numériques; validez - importez les données expérimentales, superposez les données expérimentales et virtuelles; raffinez - ajoutez le frottement, définissez les corps flexibles, mettez en application les fonctions de force, définissez les systèmes de commande; paramétrisez - ajoutez le paramétriques,

définissez les variables de conception; optimisez - réalisez les études manuelles, réalisez les études de sensibilité de conception, exécutez la conception des expériences, réalisez les études d'optimisation.

2. LE MODELAGE DES ÉLÉMENTS RIGIDES

Dans le mouvement relatif au corps de voiture, les essieux arrière des voitures sont guidés par des mécanismes spatiaux sur lesquelles un certain nombre de liens binaires sont interposés entre l'axe et le corps de voiture. Les rapports de liens au corps d'axe et de voiture sont établis par les joints flexibles (éléments de douille), avec six degrés de liberté (DOF – Degree Of Freedom) restreints élastiques. La représentation simplifiée de la douille comme joint sphérique sans élasticité (DOF=3) est habituellement employée.

Le modèle dynamique de la suspension d'axe (fig. 1) est caractérisée comme un système mécanique contraint, multi corps, spatial, dans lequel des corps rigides sont reliés par les joints conformes et forcent des éléments tels que les ressorts non linéaires, des amortisseurs. Le système de suspension est modélé et analysé dans un système du même rang global XYZ (GCS - Global Coordinate System), que c'est un système à inertie.

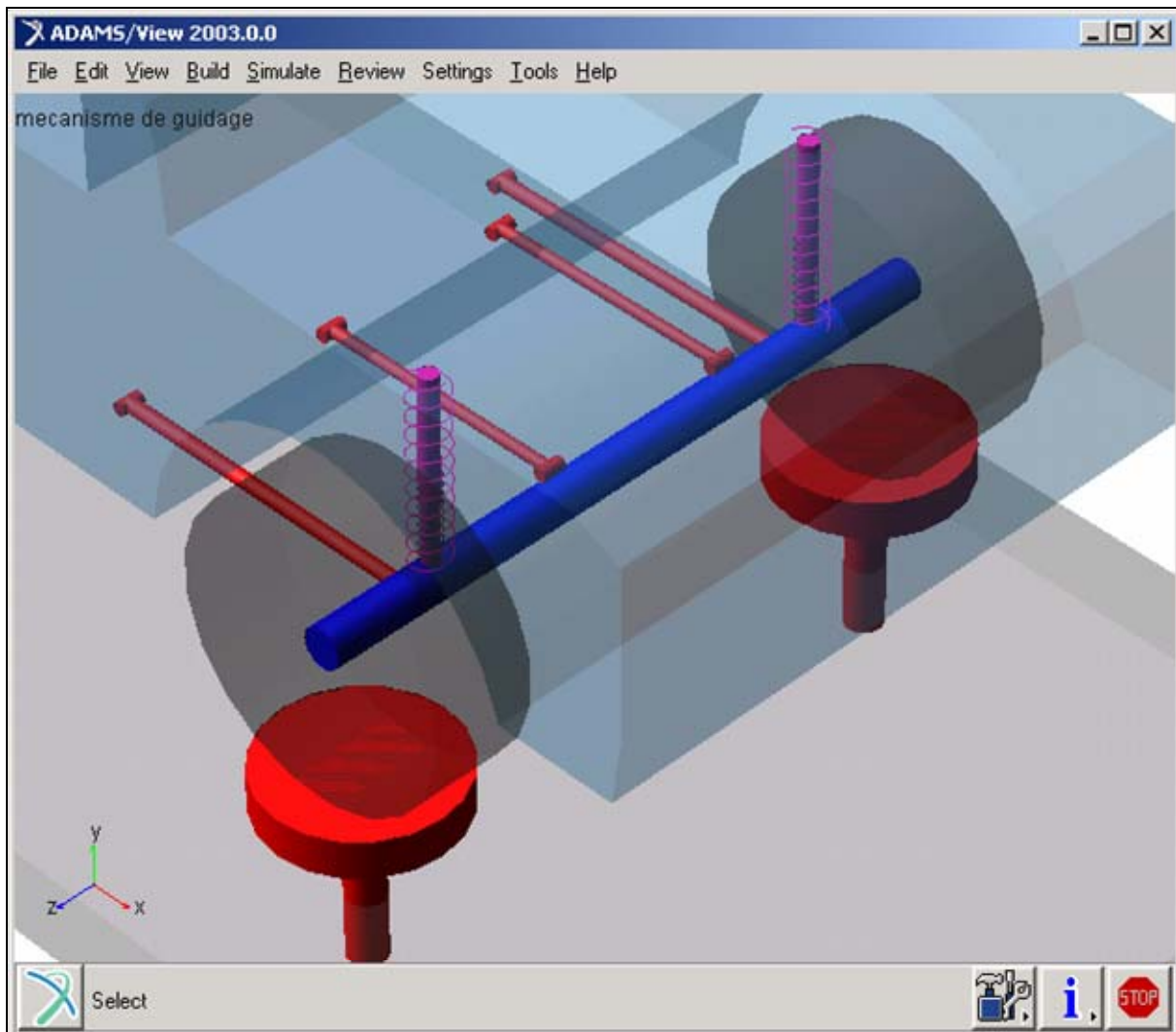


Fig. 1

Pour n'importe quel corps mobile (liens, axe, carrosserie), un système du même rang local (LCS – Local Coordinate System) est assigné, qui se déplace avec le corps et son position originale se transfère sur celui du système du même rang global.

Quand un corps rigide est construction, ADAMS crée automatiquement des marqueurs de système du même rang au centre de la masse du solide et aux points d'ancre sur la géométrie qui définissent l'endroit spatial du corps. Par exemple, un cylindre a deux marqueurs: un à son point final et un à son centre (fig. 2).

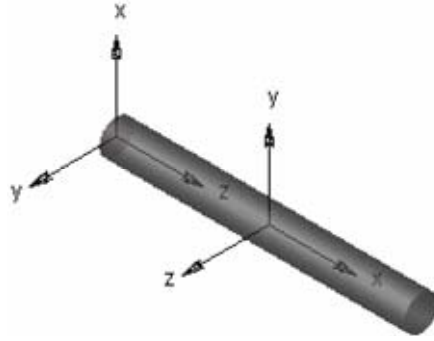


Fig. 2

En même temps, l'utilisateur peut créer des marqueurs pour indiquer des endroits et des orientations pour appliquer des forces et placer des objets. Pour la création des corps rigides, ADAMS contient un ensemble de la géométrie pleine prédéfinie. Ce sont des objets à trois dimensions qui ont des propriétés de la masse et d'inertie. La masse du corps, le centre de la position de masse et les propriétés d'inertie sont automatiquement calculés par rapport à la géométrie de partie et au type de matériel, qui peuvent être établis d'une base de données. Les objets pleins élémentaires peuvent être combinés dans la géométrie plus complexe, en employant des opérations booléenne: l'union, la soustraction (découpage) et l'intersection.

De cette façon, le mécanisme de guidage d'axe représenté sur le schéma 1 contient huit corps mobiles: les bras de guidage inférieurs et supérieurs, l'essieu arrière, les jantes gauches et droites, et la carrosserie de voiture, respectivement. En outre, deux cylindres hydrauliques, qui sont mis à la terre (le corps fixe du modèle dynamique) par les joints de translation, sont utilisés pour déplacer les roues, simulant le dépassement au-dessus du régime de bosses.

3. LE MODELAGE DES CONNECTEURS FLEXIBLES

Les éléments élastique et les éléments d'atténuation du système de suspension représente des forces agissant entre deux parts (corps de voiture – axe) au-dessus d'une distance et le long d'une direction particulière.

Le ressort de suspension est modelé comme double (tension - compression) élément élastique actif de nature de translation, entre le corps de voiture et l'axe. L'entrée pour modeler d'un ressort sont: les coordonnées globales des points dans lesquels les ressorts sont reliés aux corps adjacents (carrosserie – axe arrière); la longueur à la charge initiale de ressort; rigidité de ressort (la force élastique de ressort contre la caractéristique de débattement).

Les forces internes des tamponnes élastiques (butoirs et éléments de rebond) ont le caractère transitoire et pour cette raison ces éléments élastiques ont été modelés en tant que ressorts de translation avec la rigidité unilatérale, qui sont en activité seulement quand le ressort est dans la tension ou dans la compression. Les butoirs et les éléments de rebond sont disposés (monté) à l'intérieur des amortisseurs.

Le pneu peut être modelé en tant que trois - Hertz dimensionnel modèle, qui contient un ressort qui est parallèle avec un amortisseur, un pour chaque direction, entre les roues (jantes) et la surface d'appui (roulement). D'autre part, le programme ADAMS contient une commande pour modeler du pneu, en employant les modèles prédéfinis (par exemple, Delft, Fiala et Smithers).

4. LE MODELAGE DES CONTRAINTES

Les contraintes définissent comment des corps sont joints et comment ils sont permis de se déplacer relativement à l'un l'autre, comme suit: les contraintes géométriques - qui ont les contreparties physiques; les contraintes cinématiques - qui conduisent le modèle. Chaque contrainte enlève un nombre différent de DOF. Tout le nombre de DOF dans un modèle est égal à la différence entre le nombre de mouvements permis de partie et le nombre de contraintes actives, $DOF = 6 \cdot n - r$ (compte de Gruebler). Pour simplifier le modèle de mécanisme de guidage, les raccordements des bras supérieurs et inférieurs au corps et à l'axe de voiture ont été modélisés en tant que joints sphériques, qui permet la rotation libre au sujet d'un point commun d'une part en ce qui concerne une autre partie.

Pour modéliser les conducteurs qui dictent le mouvement d'une pièce en fonction du temps, le mouvement général de point est employé. Ceci prescrit le mouvement de deux parts le long ou autour des trois haches. En cet article, le système de suspension est analysé dans le dépassement au-dessus du régime de bosses; donc, deux corps additionnels, qui matérialisent les cylindres hydrauliques, sont employés pour modéliser les pièces rapportées de contact de pneu (voir fig. 1). Le profil de chaussée est modélisé par les contraintes de conducteur, qui sont appliquées aux pièces rapportées de pneu (à gauche et à droite) et aux roues de mouvement.

5. AU SUJET DE LA PARAMÉTRISATION

Paramétrer le système mécanique simplifie des changements au modèle parce qu'il aide automatiquement à classer, replacer et orienter des corps. Par exemple, si nous paramétrions la géométrie de deux liens d'une tringlerie de guidage à l'endroit d'un point, quand le point est déplacé, la géométrie du lien change en conséquence.

Les mécanismes de guidage d'axe peuvent être paramétriques tout en créant les corps rigides de trois manières: en utilisant des expressions; définissant les variables de conception, qui représentent des valeurs de la géométrie de corps (par exemple, la longueur d'un lien de guidage); attachant des corps, des joints, et des éléments de force aux points. Les expressions sont la base de toutes les paramétrisations. Quand une expression est créée, ADAMS stocke l'expression et met à jour la valeur toutes les fois qu'une valeur dans l'expression change. Pour modéliser des expressions, ADAMS contient un constructeur de fonction.

Les variables de conception laissent créer des paramètres indépendants et attachent modéliser des objets à eux. Comme exemple, la longueur des bras inférieurs des tringleries de guidage d'axe peut être apprise par coeur dans avoir variable de conception en vue garder la même longueur. En outre, en employant des variables de conception, des analyses paramétriques peuvent être exécutées, afin d'exécuter automatiquement une série de simulations qui changent les variables de conception.

ADAMS a trois types d'analyses paramétriques: étude de projet, conception des expériences, et optimisation. L'optimisation de conception représente les possibilités pour définir des objectifs, des contraintes et des variables de conception, et puis fait réitérer le logiciel automatiquement o de façon optimale - l'exécution de la configuration. La conception des expériences, également appelée la conception expérimentale, est une collection de procédures et d'outils statistiques pour projeter des expériences et analyser les résultats. En général, les expériences peuvent mesurer l'exécution d'un prototype physique, le rendement d'un processus de fabrication, ou la qualité d'un produit fini. L'étude de projet décrit la capacité de choisir une variable de conception (par exemple, la longueur d'un lien de guidage), la balaye que variable par une gamme des valeurs et puis

simule le comportement de mouvement des diverses conceptions afin de comprendre la sensibilité du système global à ces variations de conception.

Les points sont la manière la plus facile de paramétrer le système mécanique. En utilisant des points, des endroits importants peuvent être indiqués et établir autre modéliser objecte d'eux (les corps, le joint, les éléments de force ainsi de suite). Quand une coordonnée d'un point est changée, les objets relatifs mettent à jour automatiquement.

6. RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Le modèle dynamique du mécanisme de guidage d'axe (voir schéma 1) est paramétrisé en employant les points, qui sont montrés sur le schéma 3, comme suit: point Mo_g/d - centre de joint entre la carrosserie et le bras de guidage inférieur gauche / droit; point No_g/d - centre de joint entre la carrosserie et le bras de guidage supérieur gauche / droit; point M_g/d - centre de joint entre l'axe et le bras de guidage inférieur gauche / droit; point N_g/d - centre de joint entre l'axe et le bras de guidage supérieur gauche / droit.

	Loc_X	Loc_Y	Loc_Z
ground.M_d	2342.0	-135.0	457.0
ground.M_g	2342.0	-135.0	-457.0
ground.N_d	2431.0	37.0	205.0
ground.N_g	2431.0	37.0	-205.0
ground.Mo_d	1624.0	-143.0	457.0
ground.Mo_g	1624.0	-143.0	-457.0
ground.No_d	1885.0	30.0	205.0
ground.No_g	1885.0	30.0	-205.0

Fig. 3

Les coordonnées globales des points peuvent être transformées dans des variables de conception pour courir des études de projet et l'optimisation. Ceci créera une conception DV_1 appelé variable, DV_2, et ainsi de suite. D'autre part, une série d'expressions étaient avoir défini en vue garder la symétrie du mécanisme de guidage relativement au longitudinal - plan vertical du véhicule. En ces termes, les variables de conception qui commandent le mécanisme de guidage sont présentées dans le schéma 4.

Concevez les variables commandent maintenant les endroits des points de conception. Aide d'étude de projet pour étudier l'influence des variables de conception sur le comportement de modèle d'axe. Pendant une étude de projet, ADAMS court une série de simulations avec différentes valeurs pour les variables de conception et donne la rétroaction sur les effets des changements. Le rapport d'étude de projet contient informations sur la sensibilité de conception, qui aide à déterminer les variables de conception qui peuvent être employés pour l'étude d'optimisation (qui conçoivent les variables ont le plus grand effet sur le comportement d'axe). L'essieu arrière doit avoir, relativement au corps de voiture, à la possibilité de mouvement vertical et à la rotation autour de l'axe longitudinal de la voiture. La modification de la position d'axe détermine,

sans compter que le mouvement nécessaire, des mouvements secondaires indésirables: les déplacements du centre d'axe le long des directions longitudinales et transversales, du mouvement de pivotement d'axe et du mouvement approprié d'axe. La minimisation du mouvement indésirable est l'objectif de l'étude d'optimisation.

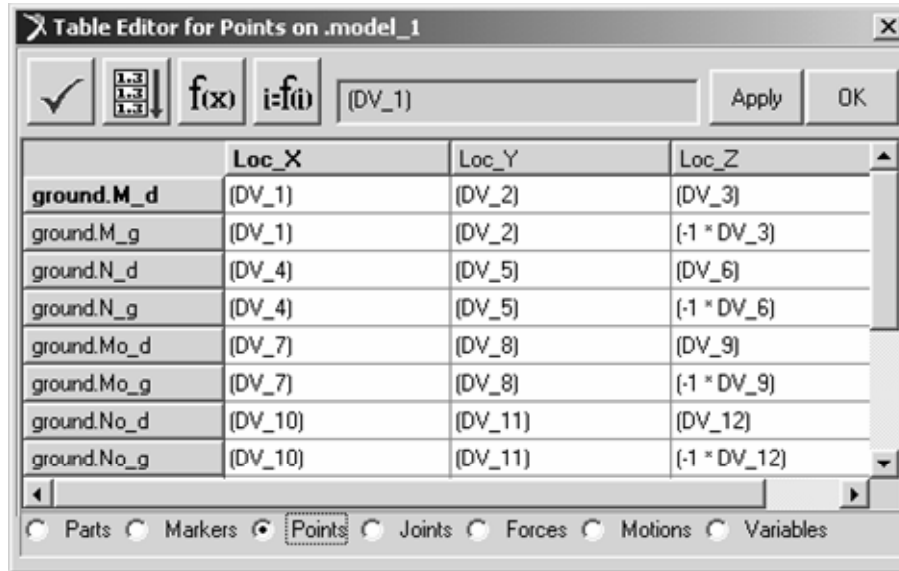


Fig. 4

En cet article, la minimisation du déplacement du centre d'axe le long de direction longitudinale a été considérée comme but de l'optimisation. Sur le schéma 5, l'influence de la coordonnée longitudinale des joints entre les liens inférieurs et la carrosserie (DV_7) est présentée. La liste de valeurs pour cette variable est {1524, 1624, 1724} mm. La simulation est faite considérer les contraintes cinématiques suivantes appliquées aux cylindres hydrauliques qui déplacent les roues : $100 \cdot \sin(\pi \cdot \text{time})$ - pour 1 seconde.

Un des avantages les plus importants de ce type de simulation consiste en possibilité de font des mesures virtuelles faciles dans n'importe quels point et/ou secteur du système et pour n'importe quel paramètre. Ce n'est pas toujours possible dans les vrais points de droit dus au manque de l'espace pour le placement de capteurs, au manque de capteurs appropriés ou à la haute température.

Le Ministère Roumain de l'Éducation a financièrement soutenu l'édition de cet article dans l'armature d'un projet CNCSIS nr. 1321/2004.

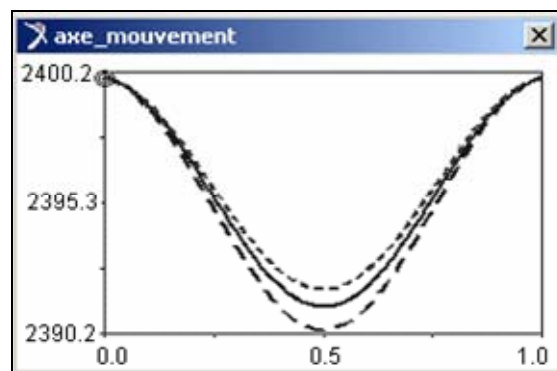


Fig. 5

RÉFÉRENCES

- [1] Alexandru, C., Pozna, C. Dinamica sistemelor mecanice pe baza prototipării virtuale, Editura Universității "Transilvania", Braşov, 2003.
- [2] Haug, E.J. Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems, Allyn and Bacon, 1989.
- [3] Shabana, A. Dynamics of Multibody Systems, John Wiley and Sons, New York, 1988.
- [4] *** Getting Started using ADAMS v12, Mechanical Dynamics Inc., Michigan, 2002.