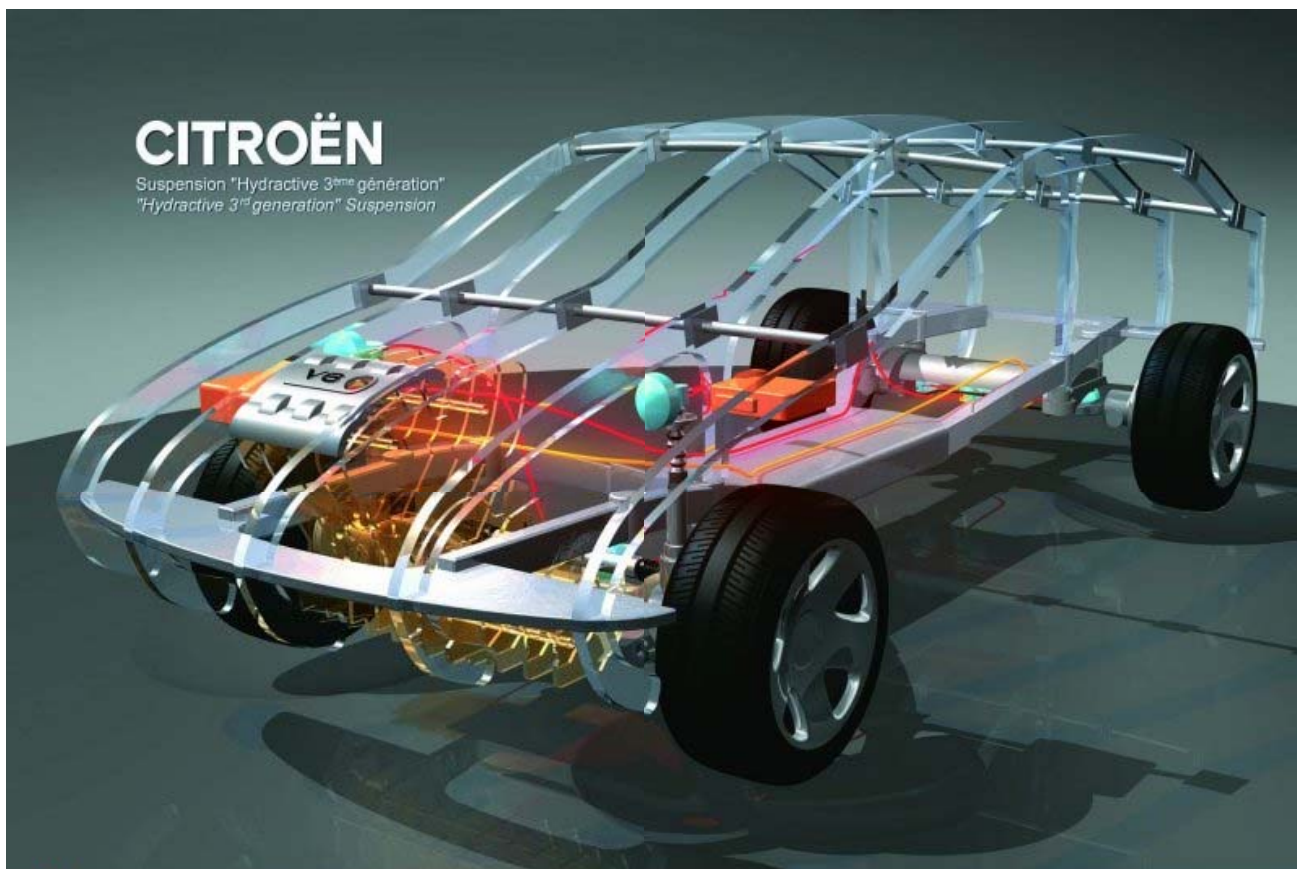


Εργασία 5

Ενεργητική ανάρτηση αυτοκινήτου

Εγκατάσταση

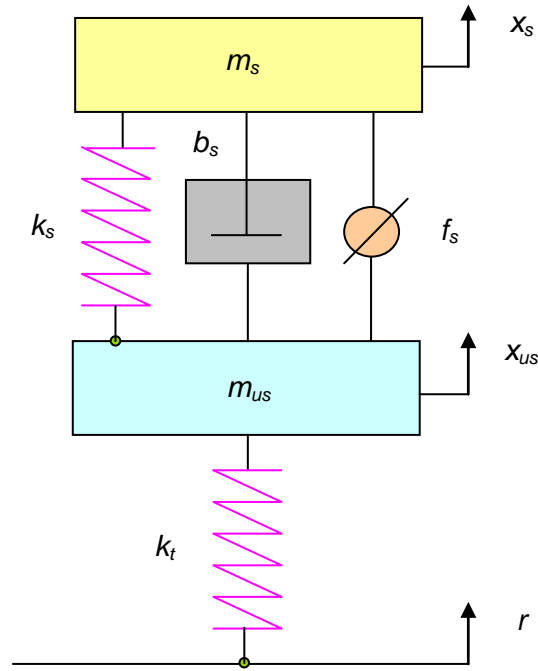
Οι ενεργητικές αναρτήσεις έχουν σαν στόχο την βελτίωση της ασφάλειας και της άνεσης των επιβαίνόντων. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση κατάλληλων αισθητήρων, επενεργητών και στρατηγικών ελέγχου, έτσι ώστε το σύστημα να «προσαρμόζεται» στην επιφάνεια του οδοστρώματος και τις προτιμήσεις του οδηγού.



CITROËN SUSPENSION "HYDRACTIVE 3^{ème} GÉNÉRATION" - "HYDRACTIVE 3rd GENERATION" SUSPENSION

Σχήμα 1. Ενεργή υδραυλική ανάρτηση HYDRACTIVE 3 της Citroen

Το υπόδειγμα που θα χρησιμοποιηθεί για την άσκηση φαίνεται στο Σχ. 1.



Σχήμα 2. Ενεργητική ανάρτηση αυτοκινήτου

Στο υπόδειγμα αυτό το m_s παριστάνει την μάζα του ταλαντευόμενου μέρους του αυτοκινήτου (σασί), m_{us} την μάζα του σταθερού τμήματος (σύστημα τροχών), k_s και b_s περιγράφουν την σταθερά παθητικού ελατηρίου και αποσβεστήρα που είναι τοποθετημένα μεταξύ του ταλαντευόμενου και σταθερού τμήματος του αυτοκινήτου και τέλος το k_t αναπαριστά την συμπίεσιτικότητα των ελαστικών. Οι μεταβλητές x_s , x_{us} και r συμβολίζουν την (κάθετη) μετατόπιση του σώματος του αυτοκινήτου, την μετατόπιση των τροχών και την μορφή του οδοστρώματος (διαταραχή) αντίστοιχα. Η δύναμη f_s εφαρμόζεται μεταξύ του ταλαντευόμενου και σταθερού τμήματος και είναι το ενεργητικό τμήμα του συστήματος ανάρτησης. Η δύναμη αυτή υπολογίζεται από το σύστημα ελέγχου που εφαρμόζεται.

Στόχος της σχεδίασης είναι η εύρεση ενός «άνετου» ελεγκτή ενεργητικής ανάρτησης, ιδιότητα που σχετίζεται με την κάθετη απόκλιση ($x_s - x_{us}$) του οχήματος.

Οι γραμμικοποιημένες διαφορικές που διέπουν το σύστημα, είναι,

$$\frac{d^2 x_s(t)}{dt^2} = -\frac{1}{m_s} [k_s(x_s(t) - x_{us}(t)) + b_s \left(\frac{dx_s(t)}{dt} - \frac{dx_{us}(t)}{dt} \right) - f_s(t)]$$

$$\frac{d^2 x_{us}(t)}{dt^2} = \frac{1}{m_{us}} [k_s(x_s(t) - x_{us}(t)) + b_s \left(\frac{dx_s(t)}{dt} - \frac{dx_{us}(t)}{dt} \right) - k_t x_{us}(t) - f_s(t)]$$

1. Περιγράψτε πώς και βάσει ποιων φυσικών νόμων έχει εξαχθεί το μαθηματικό υπόδειγμα.
2. Βρείτε το μαθηματικό υπόδειγμα που περιγράφει το σύστημα στο χώρο κατάστασης με,

$$\begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \\ x_4(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_s(t) \\ \frac{dx_s(t)}{dt} \\ x_{us}(t) \\ \frac{dx_{us}(t)}{dt} \end{bmatrix}, \quad u(t) = f_s(t)$$

$$y(t) = x_1(t)$$

3. Εξετάστε την ελεγχιμότητα, παρατηρησιμότητα και ευστάθεια του ανοικτού συστήματος.
4. Υλοποιήστε έναν ελεγκτή ανάδρασης εξόδου τέτοιον ώστε το σύστημα να ανακάμπτει ικανοποιητικά από την αρχική τιμή,

$$x(0) = [0 \ 0 \ -0,05 \ 0]^T$$

υποθέτοντας κατ' αρχή πλήρη μέτρηση του διανύσματος κατάστασης.

Οι σχεδιαστικές παράμετροι είναι:

- α. Χρόνος αποκατάστασης: 1sec.
- β. Η μέγιστη υπερύψωση στα x_1, x_3 να μην υπερβαίνει τα 0,05m.
- γ. Η μέγιστη δυνατή δύναμη που μπορεί να εξασκηθεί είναι 0,5 KN.

Στη συνέχεια προσπαθήστε να επαναλάβετε τη σχεδίαση χρησιμοποιώντας: (α) πλήρη παρατηρητή κατάστασης και (β) παρατηρητή κατάστασης μειωμένης τάξης. Τί διαφορές παρατηρείτε; Για κάθε περίπτωση σχεδιάστε τα γραφήματα της απόκρισης του συστήματος (x_1, x_3, x_1-x_3) και του απαιτούμενου σήματος ελέγχου.

5. Τί αισθητήρες απαιτούνται για κάθε μία από τις περιπτώσεις του (4); Βρείτε στο Internet κατασκευαστές των αισθητήρων αυτών και παραθέστε στοιχεία (προδιαγραφές, τιμές).
6. Όλα τα παραπάνω να υποβληθούν γραπτά σε *WORD*, προσπαθώντας να τηρήσετε σωστούς κανόνες γραψίματος επιστημονικού κειμένου (θεωρήστε σαν πρότυπο τις σημειώσεις μου).

Πηγή: Lin, J. and I. Kanellakopoulos, "Road adaptive nonlinear design of active suspensions," *Proceedings of the American Control Conference*, pp. 714-718, 1997.

19/3/05