

Facultatea de Științe Aplicate

Aplicarea teoriei ecuațiilor diferențiale stochastice la studiul comportării sistemelor dinamice cu control semi-activ și perturbații aleatoare

Application of stochastic differential equations theory to the study of dynamic systems behavior with semi-active control and random perturbations

Autor: Mat. Simona NISTOR (BALDOVIN),

Coordonator: Prof. dr. mat. Tudor SIRETEANU

Abstract

Nivelul de vibrații și confortul vehiculelor poate fi îmbunătățit înlocuind suspensia pasivă cu o suspensie activă sau semiactivă controlată. Modelarea sistemelor dinamice și simulările numerice reprezintă nivelul următor în furnizarea parametrilor optimi ai suspensiilor. Aceste sisteme dinamice pot avea diferite tipuri de caracteristici elasto-disipative liniare și neliniare sau mai pot fi cu control semiactiv sau activ. În această lucrare s-au modelat mai multe tipuri de sisteme dinamice cu control semiactiv în vederea studiului comportării acestora pentru diferite tipuri de excitații. Principalul scop al acestei lucrări este aplicarea teoriei proceselor aleatoare și a ecuațiilor diferențiale stochastice la studiul comparativ al sistemelor dinamice SDOF cu excitație aleatoare. Scopul final a fost un studiu comparativ între sistemele dinamice cu control semiactiv, atât în cazul determinist cât și în cazul aleator, prin reconstrucția numerică a funcțiilor de transfer cunoscute. Pentru început s-a considerat excitația de tip armonic și în funcție de rezultatele teoretice s-au validat programele de simulare numerică în Matlab-Simulink, apoi s-a considerat o excitație aleatoare de tip zgomot alb pentru a realiza acest studiu. Pentru toate aceste situații s-au rescris ecuațiile de mișcare și s-au realizat programe de simulare numerică în Matlab Simulink. Pentru a caracteriza sistemele dinamice neliniare, s-a prezentat un nou tip de caracteristică neliniară bazată pe o funcție exponențială care poate modela orice tip de neliniaritate atât progresivă cât și regresivă. S-a evidențiat prin simulare numerică faptul că pentru sistemele liniare pe porțiuni, corespunzătoare sistemelor dinamice cu control semiactiv, funcțiile de transfer ca și în cazul liniar clasic, nu depind de amplitudinea excitației, fapt pentru care este posibilă o comparație între aceste sisteme dinamice semiactive prin prisma funcțiilor lor de transfer. În cazul sistemelor neliniare nu se poate vorbi despre o funcție de transfer unică, iar modul în care sunt influențate funcțiile de transfer pentru diferite tipuri de sisteme dinamice neliniare nu este unul determinat, așa încât în acest caz nu se poate realiza un studiu comparativ prin funcții de transfer. Rezultatele arată că atât în cazul excitației deterministe, cât și în cazul excitației aleatoare, controlul semiactiv aduce rezultate mai bune decât în cazul suspensiei clasice.

Abstract

The vibration level and the comfort of the vehicles can be improved by replacing its passive suspension by a controlled semi-active or active suspension. The modelation of the dynamical systems and the numerical simulations is the next level to provide the optimal parameters of suspensions. These dynamical systems can have different types of elastic or dissipative characteristics, linear and non-linear or they can be with semi-active or active control. In this paper have been modeled several types of dynamical systems with semi-active control to study their behavior for different types of excitations. The main purpose of this paper is to apply the theory of random processes and stochastic differential equations to the comparative study of SDOF dynamic systems with random excitation. The ultimate goal was a comparative study between dynamical systems with semi-active control, both for deterministic and random cases, by numerical reconstruction of known transfer functions. First was considered the harmonic excitation type and according to theoretical results, the numerical simulation programs in Matlab - Simulink were validated, then was considered a random excitation of white noise type to achieve the study. For all these situations the equations of motion were rewritten and numerical simulation programs in Matlab Simulink were made. To characterize the nonlinear dynamical systems, it was introduced a new type of non-linear characteristic, based on an exponential function, which can model any type of nonlinearity both progressive and regressive. It has been shown by numerical simulation that for piecewise linear systems corresponding to the dynamical systems with semi-active control, the transfer functions, as in the classic case, do not depend on the amplitude of the excitation, for which a comparison is possible between these semi-active dynamical systems through the transfer functions. In case of the nonlinear systems, we can not talk about a unique transfer function, and the way that the transfer functions are influenced for different types of nonlinear dynamical systems is not a determined one, so in this case is not possible to make a comparative study by the transfer functions. The results show that both for deterministic excitation and random excitation, the semi-active control brings better results than the classical suspension.