

CONTRIBUȚII PRIVIND OPTIMIZAREA DINAMICĂ A STRUNGURILOR CU COMANDĂ NUMERICĂ

Teză de doctorat

Autor: Ing. Dumitru Dumitru

Abstract. Teza abordează domeniul optimizării, în faza de proiectare preliminară, a comportamentului dinamic al strungurilor cu comandă numerică, printr-un sistem mecatronic, ce înglobează o structură mecanică specifică și subsistemele de acționare și de control numeric. Obiectivele principale urmărite, se referă la sinteza cercetărilor din domeniul dinamicii și preciziei strungurilor cu comandă numerică, la utilizarea metodei mecatronice de investigație și optimizarea comportamentului dinamic al acestora pe baza modelării și simulării, și la cercetarea experimentală a performanțelor unui prototip de strung, la proiectarea căruia s-a utilizat instrumentele de optimizare dinamică propuse în teză.

Studiul bibliografic analizează structural principalele clase de strunguri cu comandă numerică, evoluțiile actuale în domeniul acționărilor și al controlului numeric al mașinilor-unelte cu CNC, mutațiile profunde în metodele de proiectare ale acestora, datorate în principal utilizării calculatoarelor. Sunt analizate, de asemenea, cercetările ce privesc comportamentul dinamic al sistemului de avans al strungurilor cu comandă numerică, și strategiile de reglare utilizabile pentru axele numerice de avans, dar și metodele de compensare prin software a erorilor și tehnicile de realizare a interpolării contururilor, la prelucrarea suprafețelor complexe.

În cadrul cercetărilor teoretice se dezvoltă un model dinamic al sistemului de avans al strungului cu CNC, format din două axe numerice dispuse ortogonal, acționate cu servomotoare de curent continuu. Sistemul mecatronic al axei numerice este modelat ca un sistem de reglare automată cu reglare în buclă închisă a poziției, având ca bucle secundare bucla de reglare a vitezei și bucla de curent. Modelul dinamic este simulat cu ajutorul programului Matlab/Simulink, pentru obținerea indicatorilor dinamici specifici, precum răspunsul dinamic în timp și în frecvență, stabilitatea sistemului, etc. Prin introducerea în model a unor neliniarități, și completarea cu interpolatoare realizate în cadrul tezei, s-au realizat simulări de funcționare a sistemului de avans al strungului în regim de poziționare și conturare pentru identificarea posibilităților de minimizare a erorilor. Simulările și optimizările realizate pot constitui baza deciziei privind alegerea variantei de proiect optime, din punctul de vedere al comportamentului dinamic.

Cercetările experimentale urmăresc să aprecieze comportamentul dinamic și de precizie al prototipului unui strung cu comandă numerică, la a cărui proiectare s-a utilizat optimizarea preliminară bazată pe simulări pe modele dezvoltate în teză. Rezultatele experimentale validează în bună măsură cercetarea teoretică, modelele putând constitui instrumente eficiente în optimizarea comportamentului dinamic și de îmbunătățire a preciziei de prelucrare prin compensări software, a unui strung cu CNC, încă din faza de proiectare preliminară.

CONTRIBUTIONS CONCERNING THE DYNAMIC OPTIMIZATION OF THE NUMERICALLY CONTROLLED LATHES

Postgraduate Thesis

Author: Eng. Dumitru Dumitru

Abstract. Thesis tackles the optimization field on the preliminary drawing-board, the dynamic behavior of the Numerically Controlled lathes as mechatronic systems, where a typical mechanical structure, the driving and numerical control subsystems are integrated. The main goals are related to the research synthesis in the field of the Numerically Controlled lathe dynamics and accuracy, the use of the mechatronic method for the exploration and the optimization of these dynamic behavior on the basis of modeling and simulation, the experimental research of a lathe prototype performances, its drawing being performed by using of the dynamic optimization tools proposed in thesis.

The bibliographic study structurally analyzes the main classes of the Numerically Controlled lathes, the actual evolutions in the driving and the Numerical Control of the CNC machine-tools, the deep changes in the drawing methods mainly due to the computer use. There are analyzed both the researches concerning the dynamic behavior of the Numerically Controlled lathe feed system, the adjustment strategies usable for the numerical feed axes and the compensation by software methods of the errors, the technical proceedings for the contour interpolation when complex surfaces are performed.

During the theoretical researches, it is developed a dynamic model of the CNC lathe feed system, made of two numerical axes orthogonally disposed, driven by d. c. servomotors. The mechatronic system of the numerical axes is modeled like an automatic adjustment system with the adjustment in the position closed loop, having as auxiliary closed loops, the velocity closed loop and the current closed loop. For the typical dynamic indicators getting, as the dynamic response in time or frequency, the system stability, etc., the dynamic model is simulated by means of Matlab/Simulink program. As the possibilities for the error decrease to be identified, the running simulations of the feed system in positioning and contouring duty were achieved by bringing into model some distortions and by completion with interpolators build within the thesis. The performed simulations and the optimizations can be the basis of decision regarding the selection of the optimum drawing variant depending on the dynamic behavior.

The experimental researches aims to appraise the dynamic and accuracy behavior of a Numerically Controlled lathe, for its designing being used preliminary optimization based on the simulations on the models developed in thesis. The experimental results validate to a great extent the theoretical research, so the models can be the efficient tools in the optimization of the dynamic behavior and the improvement of the accuracy machining by software compensation for a CNC lathe, from the very beginning of the preliminary designing stage.