



UNIVERSITATEA "LUCIAN BLAGA" DIN SIBIU
FACULTATEA DE INGINERIE

TEZĂ DE ABILITARE

**Studii și cercetări privind
controlul proceselor de
fabricație**

Prof.Dr.Ing. Radu-Eugen BREAZ

SIBIU
- 2016 -

Rezumat

Lucrarea de față prezintă o sinteză a activităților de cercetare-dezvoltare întreprinse de autor de la finalizarea tezei de doctorat. Primul capitol al lucrării este destinat unei prezentări sintetice a conținutului acesteia.

În cel de-al doilea capitol al lucrării, intitulat “Studii și cercetări privind sistemele de control al mișcării din structura lanțurilor cinematice de avans ale MUCN” sunt prezentate instrumentele de modelare și simulare dezvoltate de către autor. Astfel, în prima parte a capitolului sunt prezentate aspecte legate de modelarea motorului de curent continuu ca element de execuție în sistemele de control al mișcării. Tot în această parte este introdusă și o prezentare a tipurilor de erori din aceste sisteme, evidențiindu-se în principal erorile de urmărire și eroarea de conturare. Sunt prezentate diagrame care permit simularea comportării lanțurilor cinematice de avans în regim de deplasare monoaxială. Instrumentele de simulare permit studiul unor strategii de reglaj de tip PID și feed-forward. În finalul primei părți sunt prezentate diagrame de simulare care permit studiul comportării sistemelor de control al mișcării care utilizează strategii de reglaj fuzzy pe bucla de reglaj de viteză.

Tot în cadrul acestui capitol sunt introduse diagrame de simulare care permit generarea mărimilor cinematice de referință în regim de interpolare circulară, folosind tehnica cuvintelor de referință. Aceste diagrame facilitează atât studiul comportării lanțurilor cinematice de avans ale MUCN în regim de deplasare biaxială, cât și influența modului de generare a parametrilor cinematici de referință asupra preciziei de poziționare și de conturare.

În finalul capitolului este introdusă o diagramă de simulare a comportării lanțurilor cinematice de avans utilizând ca element de execuție servomotorul sincron cu magneți permanenți, soluția cea mai utilizată în domeniul mașinilor-unelte cu comandă numerică de prelucrare prin așchiere.

Toate modele și diagramele de simulare dezvoltate au ca obiectiv principal posibilitatea parametrizării de către utilizatorul MUCN, fiind construite numai cu parametrii care pot fi determinați fie de la panoul echipamentului CNC, fie din cartea tehnică a mașinii. Scopul principal al acestor instrumente de simulare este să asiste utilizatorul în procesul de re-acordare a parametrilor de reglaj ai mașinii, după o depreciere în timp a performanțelor, oferind informații calitative asupra influenței modificării parametrilor de reglaj.

În cel de-al treilea capitol al lucrării, intitulat “Studii și cercetări privind procedeul de prelucrare prin deformare incrementală”, sunt prezentate rezultatele obținute de către autor, în colaborare cu membrii Centrului de Studii și Cercetări pentru Deformări Plastice în domeniul procedurii de prelucrare prin deformare incrementală. În prima parte a capitolului este prezentată o metodă de determinare a mărimii forțelor apărute în timpul prelucrării, bazată pe un proces de achiziție de imagini și prelucrare de informații provenite de la senzorii MUCN pe care se desfășoară prelucrarea. În continuare este prezentată o metodă de estimare a valorii acestor forțe, bazată pe un set minimal de determinări experimentale și pe construcția unui sistem neuro-fuzzy adaptiv. În ultima parte a capitolului este prezentat un studiu privind influența traiectoriilor de prelucrare asupra preciziei dimensionale și de formă a pieselor prelucrate. În acest paragraf sunt propuse traiectorii de prelucrare de tip spirală arhimedică în plan, a căror eficiență este demonstrată experimental. De asemenea, este prezentată o metodologie integrată de evaluare a preciziei dimensionale și de formă a pieselor prelucrate prin deformare incrementală.

Cel de-al patrulea capitol al lucrării, intitulat “Studii și cercetări privind controlul echipamentelor tehnologice utilizând tehnici CAM” are un pronunțat caracter aplicativ. În cadrul acestuia, este prezentată dezvoltarea de modele geometrice și cinematice ale unor roboți industriali seriali, în scopul utilizării acestora în operații de prelucrare prin așchiere. Tot în cadrul acestui capitol este prezentată dezvoltarea aceluiași tip de modele, dar pentru mașinile unelte cu comandă numerică cu cinci axe. Capitolul se finalizează cu un studiu privind utilizarea programelor CAM comerciale dedicate prelucrărilor prin așchiere pentru prelucrări prin procedeul de deformare incrementală. Sunt identificate fazele în care tehnicile CAM pot fi aplicate în mod automat și cele în care este necesară intervenția utilizatorului, prin aplicarea în mod particularizat a acestor tehnici.

În cel de-al cincilea capitol, intitulat “Studii și cercetări privind utilizarea tehnicilor fuzzy și neuro-fuzzy în procesele industriale” sunt prezentate cercetările întreprinse privind aplicarea tehnicilor inteligenței artificiale în procesele industriale, în special sistemele fuzzy și sistemele neuro-fuzzy adaptive. În acest capitol este prezentată dezvoltarea unor instrumente de asistare în procesul de luare al deciziilor (decision making). Astfel, într-o primă fază au fost prezentate rezultatele cercetărilor întreprinse în procesul de dezvoltare a unor instrumente pentru asistarea deciziei privind modernizarea unui proces de fabricație bazat pe prelucrări

derulate pe mașini-unelte CNC. Ca o primă abordare, a fost prezentată dezvoltarea unui instrument de asistare a deciziei bazat pe sisteme fuzzy. În partea a doua s-a propus și implementat tehnica AHP (analytic hierarchy process) pentru selecția celei mai avantajoase variante de desfășurare a procesului de fabricație bazat pe MUCN.

În finalul capitolului este prezentată dezvoltarea unui instrument bazat pe metodele și tehnicile logicii fuzzy, destinat asistării procesului de proiectare al planului de învățământ în domeniul învățământului superior (curriculum design).

Capitolul șase al lucrării este destinat în întregime prezentării planurilor de evoluției și dezvoltare a carierei autorului acestei lucrări.

Abstract

This work presents a synthesis of the research and development activities unfolded by the author since the completion of his doctoral thesis. The first chapter of this work is dedicated to a synthetic presentation of its content.

In the second chapter of the work, entitled “Studies and researches regarding the motion control systems within the feed drives of CNC machine-tools” the modeling and simulation tools developed by the author are presented. Thus, in the first part of the chapter, aspect linked with the modeling of dc servomotor as actuation device in motion control systems are presented. Also in this part a presentation of the types of errors occurring in these systems is introduced, with an emphasis on tracking errors and contouring error. Simulation diagrams which allows the simulation of the feed drives behavior in single axes movement regime are presented. These diagrams allows the study of PID and feed-forward control strategies. In the final of this first part simulation diagrams which allows the study of the behavior of motion control systems using fuzzy control strategies on the speed loop are presented.

Also in chapter one simulation diagrams which allows the generation of reference inputs under reference word circular interpolation algorithm are introduced. These diagrams facilitate both the study of CNC feed drives behavior in contouring regime and the study of the influence on how the reference inputs are generated upon positioning and contouring accuracy.

In the final part of the chapter, a feed drive behavior simulation diagram, using the brushless synchronous servomotor is introduced. This type of motor represents the state of the art solution in the field of CNC machine-tools.

All developed models and simulation diagrams target as main objective the possibility of being parametrized by the machine-tools user, being built only with parameters which can be determined either from the CNC equipment control panel, either from the technical documentation of the machine-tool. The main goal of these instruments is to assist the user in the process of re-tuning the control parameters of the machine, after a control performance decrease in time, by offering qualitative information about the influence of modifying each control parameter.

In the third chapter of the work, entitled “studies and researches upon the incremental forming manufacturing process”, the results obtained by the author, in collaboration with the members of Metal Forming Research Centre in the field of incremental forming are presented. In the first part of this chapter, a method of determination of processing forces, based upon an image processing and data acquisition from CNC machine-tool is presented. The chapter continues with the presentation of a method of assessing the values of the processing forces based upon a minimal set of experiments and an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS). In the last part of the chapter a study regarding the influence of the processing toolpaths upon dimensional and shape accuracy of the manufactured part is presented. In this paragraph Archimede’s spirals in plane are proposed as toolpaths, and their efficiency is proven by experiments. Also, an integrating methodology of assessing the dimensional and shape accuracy of the parts manufactured by incremental forming is presented.

The fourth chapter of the work, entitled “Studies and researches upon the control of technological equipment using CAM techniques” has a string applicative character. In this chapter, the development of geometric and kinematic models of some serial industrial robots, in order to use them for cutting (milling) operations is presented. Also in this chapter the development of the same kind of models for CNC machine-tools with five axes is presented. The chapter is finalized with a study regarding the use of commercial CAM software dedicated for cutting in incremental forming manufacturing processes. The phases in which CAM techniques may be automatically applied are identified, together with the ones in which the user intervention is needed by customizing the application of these techniques.

In the fifth chapter, entitled “Studies and researches regarding the use of fuzzy and neuro fuzzy techniques in industrial processes” the researches unfolded about the implementation of artificial intelligence techniques in industrial processes, especially fuzzy and adaptive neuro-fuzzy systems are presented. In this chapter, the development of some instruments for assisting the decision making processes is presented. As a first approach the results of the researches unfolded in the process of assisting the decision making process of modernization of a manufacturing process based upon CNC machine-tools machining operations. In the first phase, the development of a fuzzy instrument for decision making was presented. In the second phase the AHP (analytic hierarchy process) technique was proposed and implemented for the selection of the most advantageous variant of unfolding the manufacturing process based upon CNC machine-tools machining operations.

In the final part of the chapter the development of a tools based upon fuzzy methods and techniques for assisting the process of curriculum design for higher education is presented.

Chapter six of the work is entirely dedicated to the presentation of author’s career evolution and development plans.