



ROMÂNIA
Ministerul Educației Naționale
UNIVERSITATEA DIN PITEȘTI

Târgu din Vale, 1, 110040-Pitești, Tel./Fax: +40 348 453 102/123; CIF 4122183
<http://www.upit.ro>

TEZĂ DE ABILITARE

**ANALIZA CINEMATICĂ ȘI DINAMICĂ A STRUCTURILOR
MECANICE PENTRU ECHIPAMENTE AUTOPROPULSATE**

Rezumat

Prof. univ. dr. ing. Dinel POPA

Pitești, 2017

Teza de abilitare cu titlul *Analiza cinematică și dinamică a structurilor mecanice pentru echipamente autopropulsate* reprezintă o parte din activitatea de cercetare a autorului desfășurată după obținerea titlului științific de doctor inginer în anul 1997 la Universitatea Politehnica București, cu teza de doctorat cu titlul *Contribuții la studiul elastodinamic al mecanismelor spațiale cu bare*, îndrumător științific prof. univ. dr. ing. Nicolae PANDREA.

Teza de abilitare este structurată în trei părți și anume:

- scurtă prezentare a activității profesionale a candidatului
- principalele realizări științifice și de cercetare
- perspective privind evoluția și dezvoltarea carierei

Autorul prezentei teze de abilitare a avut următoarea evoluție profesională:

- 1984, dublă repartiție, la I.A.T.S.A. Dacia Pitești și I.C.S.I.T.A Pitești. La I.A.T.S.A. Dacia Pitești funcția ocupată este *Inginer Instructor* în cadrul serviciului C.T.C. - Laboratoare.
- 1987, în afara orelor de program asistent suplinitor la plata cu ora la "Institutul de Învățământ Superior Pitești" în cadrul Catedrei de "Mecanică Aplicată" la disciplinele: Vibrații mecanice, Mecanică, Rezistența materialelor.
- 1990, transferat la Universitatea Pitești în cadrul catedrei de "Mecanică Aplicată" ca asistent suplinitor la disciplinele: Mecanisme, Mecanică, Rezistența materialelor. În urma concursului pentru ocuparea postului de asistent universitar la disciplinele "Mecanisme și Mecanică", poziția 22 din statul de funcțiuni al catedrei de "Mecanică Aplicată", din data de 9 ianuarie 1991, declarat admis cu media generală 9.44.
- 1992, unic participant la concursul pentru ocuparea postului de Șef lucrări la disciplina Mecanisme, poziția 16 din statul de funcțiuni al catedrei de "Mecanică Aplicată". Comisia de concurs numită prin Ordinul Nr. 1358/25.05.1992 al Rectoratului Universității Pitești a considerat că "prin rezultatele obținute în activitatea profesională, didactico-metodică și științifică, se confirmă îndeplinirea condițiilor pentru încredințarea postului de șef lucrări".
- 1999, ocupat prin concurs postul de Conferențiar la disciplinele "Mecanisme, Controlul și atenuarea zgomotelor și vibrațiilor la autovehicule" poziția 12 din statul de funcțiuni al Catedrei de Electromecanică, Facultatea de Inginerie, Universitatea din Pitești, post publicat în Monitorul Oficial al României nr. 83 din 5 aprilie 1999.
- 2003, ocupat prin concurs postul de Profesor la disciplinele "Mecanisme; Proiectarea asistată de calculator a sistemelor mecanice; Grafică asistată " poziția 7 din statul de funcțiuni al Catedrei de Mecanică Aplicată, Facultatea de Mecanică și Tehnologie, Universitatea din Pitești, post publicat în Monitorul Oficial al României nr. 166 din 8 aprilie 2003.

Activitatea științifică desfășurată s-a concretizat în 248 lucrări științifice, 12 cursuri, 3 cărți de specialitate, 4 îndrumare de laborator și 30 contracte de cercetare dintre care la 10 ca director sau responsabil de contract. S-a abordat diverse domenii, cum sunt:

- a) studiul cinematic, dinamic și elastodinamic al mecanismelor spațiale cu ajutorul teoriei șuruburilor și a coordonatelor plückeriene;
- b) analiza și sinteza dimensională a mecanismelor cu came folosite la motoarele adaptive;
- c) folosirea proiectării asistate în probleme de modelare a elementelor și de sinteză dimensională a mecanismelor plane și spațiale;
- d) folosirea proiectării asistate în probleme de analiză cinematică, cinetostatică și dinamică a mecanismelor plane sau spațiale;
- e) modele pentru studiul vibrațiilor automobilelor;
- f) dinamica mecanismelor bimobile utilizate în cuplarea surselor de putere;
- g) reducerea efectelor poluante produse de autovehicule, prin utilizarea echipamentului laser pentru inițierea aprinderii amestecului carburant în motoarele termice etc.

Teza de abilitare cu titlul *Analiza cinematică și dinamică a structurilor mecanice pentru echipamente autopropulsate* este rezultatul cercetărilor din domeniu, a cărților și articolelor publicate precum și a rezultatele și experienței obținute în urma finalizării contractele de cercetare obținute prin competiție. Teza de abilitare are 4 capitole și o listă bibliografică care certifică preocupările în domeniu.

În debutul capitolului 1 sunt prezentate unele avantaje care recomandă actualizarea metodelor grafice într-un soft CAD. Se păstrează astfel simplitatea metodelor grafice, rezultatele obținute având în schimb precizia metodelor analitice. Problema volumului mare de construcții grafice se face utilizând AutoLisp-ul, un limbaj de programare implementat în AutoCAD. Sunt astfel actualizate metodele grafice de sinteză a curbelor de bielă și de sinteză pozițională a mecanismelor bielă manivelă și patruleter articulată cu funcții AutoLisp. În cazul aproximării curbelor de bielă se actualizează metodele grafice ale lui K. Hain pentru obținerea dimensiunilor unui mecanism atunci când se aproximează o curbă prin trei, patru și cinci puncte. În cazul sintezei poziționale se obțin cu funcții Autolisp: poli de rotație finită considerând patru poziții ale planului bielei, sinteza tripozițională a mecanismului patruleter și a mecanismului bielă-manivelă, curba centrelor în cazul sintezei patru pozițională, dimensiunilor mecanismului patruleter în cazul sintezei patru pozițională și în cazul sintezei cinci pozițională. În construcția mecanismele pășitoare mecanismul de bază folosit este un mecanism patruleter, dimensiunile fiind obținute prin sinteză, astfel încât un punct al bielei să descrie un segment de dreaptă pe o anumită porțiune a curbei de bielă. În continuare sunt prezentate două variante constructive de mecanisme pășitoare pentru care se face analiza cinematică și dinamică. Primul este mecanismul cunoscut în literatura de specialitate "Calul lui Cebîsev" iar al doilea este un echipament autopropulsat echipat cu patru mecanisme patruleter articulate. Sistemul este acționat de un motor electric de curent continuu prin intermediul unui angrenaj melc roată melcată. Pentru ca sistemul să poată vira s-au folosit două cadre. Primul cadru (cadru spate) conține sistemul de propulsie și două mecanisme patruleter articulate. Al doilea cadru (cadru față) conține și el două mecanisme patruleter. Mișcarea se transmite de la cadrul spate la cadrul față printr-un mecanism bicardanic. Mecanismul bicardan permite virarea și ridicarea cadrului față atunci când este acționat de două motoreductoare situate în plane perpendiculare. Comanda celor trei motoare: de acționare, de virare și ridicare a cadrului față se realizează cu ajutorul unui montaj electronic comandat prin unde radio de la distanță și alimentat din aceeași sursă de alimentare ca a celor trei motoare. Elementele mecanismelor sunt modelate cu solide în AutoCAD, obținându-se astfel cu ușurință caracteristicile mecanice ale elementelor mecanismului. În finalul capitolului se prezintă algoritmul utilizat pentru animația mecanismelor studiate.

Capitolul 2 este destinat mecanismelor cu camă. Analiza deplasării tacheților se prezintă în mod unitar, într-un tabel în care clasificarea s-a realizat funcție de mișcarea camei și mișcarea tachelului. În esență problema analizei deplasărilor tacheților constă în determinarea parametrului de deplasare al tachelului (unghiul φ_2 sau deplasarea s_2) în funcție de parametrul de deplasare al camei, care este fie unghiul φ_1 pentru cama de rotație fie deplasarea lineară s_1 pentru cama de translație. În continuare se prezintă o metodă generală de calcul a deplasării tachelului, rezultatele pentru diverse tipuri de mecanisme fiind prezentate sub formă de tabel. În paragraful de analiză cinematică se prezintă algoritmul de determinare a vitezelor și accelerațiilor absolute și relative pentru camă și tachel. Sunt realizate și aplicații numerice pentru cele mai folosite mecanisme cu camă. În cadrul sintezei, se stabilesc criteriile și modelele de calcul pentru realizarea unor mecanisme cu came care să îndeplinească anumite cerințe impuse. Se prezintă un mecanism cu camă și bare intitulat mecanism robot,

pentru care se impune ca un punct al unui element al mecanismului să descrie o anumită curbă. Se obține prin sinteză, pe baza acestor cerințe, cama dublă a mecanismului de acționare. Pe baza acestor algoritmi sunt obținute astfel camele mecanismelor care mai apoi sunt optimizate dimensional funcție de anumite cerințe de proiectare.

Generarea roților dințate cu un soft CAD este abordată în capitolul 3. Lucrul cu solide și existența operațiilor booleene au permis obținerea solidelor compozite în AutoCAD. Aceste facilități sunt utilizate pentru obținerea solidelor ce materializează roțile dințate. Procedeu de obținere a danturii în AutoCAD este "copiat" din practică. Cel mai utilizat procedeu din practică, procedeul de rostogolire fără alunecare, presupune angrenarea dintre sculă și semifabricatul ce se danturează. Profilurile în angrenare parcurg arce de cerc sau distanțe egale. Scula poate fi o roată dințată cilindrică sau o cremalieră. În continuare se prezintă algoritmul în cinci pași cu care se obțin în AutoCAD roți dințate, indiferent de forma acestora. Vor trebui efectuate minimum 360 de operații de extracție a sculei din materialul semifabricatului. Față de procedeul tehnologic clasic, în AutoCAD roata dințată se obține după o singură rotație, fiind eliminat dintr-o dată tot adausul de prelucrare. Pentru a efectua operațiile cu solidele prezentate anterior s-au întocmit funcții AutoLisp pentru: generarea roților dințate cilindrice cu dinți drepți, dinți înclinați și dinți curbi, generarea roților dințate conice, generarea roților dințate eliptice. În cazul roților dințate eliptice se efectuează și aplicații numerice pentru analiza cinematică, analiza dinamică și analiza vibrațiilor torsionale pentru un ansamblu de două roți dințate aflate într-un sistem mecanic. În ultima parte a capitolului sunt prezentate aspectele ce se au în vedere la proiectarea roților necirculare. Aceste roți necirculare sunt proiectate pentru a fi folosite la urcarea sau coborârea treptelor scârilor, ele putând intra în structura mecanică a unui fotoliu rulant.

Capitolul 4 este destinat sistemelor mecanice utilizate în cuplarea surselor de putere. Aceste mecanisme se utilizează cu precădere în construcția autovehiculelor hibride, unde sursele de putere termică și electrică trebuie cuplate. Sistemul mecanic de cuplare, componenta esențială a sistemului, constituie legătura între sursa de energie termică (transformatorul de energie ireversibilă), sursa de energie electrică (transformatorul de energie reversibilă) și roțile motoare ale vehiculului. El are în componența sa un mecanism planetar cu două grade de mobilitate SMC, la care sunt cuplate: motorul termic MT, două mașini electrice reversibile (motor/generator) ME1 respectiv ME2, un angrenaj cu patru roți dințate și un mecanism diferențial ce transmite mișcarea la roțile motoare. Se analizează posibilitatea folosirii mai multor astfel de sisteme în diverse configurații, iar în final se stabilesc variantele optime de mecanism. Pentru mecanismele prezentate se realizează analiza cinematică și dinamică. Pentru obținerea de rezultate numerice se proiectează astfel de mecanisme, se modelează cu solide în AutoCAD elementele, se obțin proprietățile mecanice ale elementelor și se rezolvă ecuațiile diferențiale de mișcare. Rezultatele sunt prezentate sub formă de diagrame. Într-un paragraf separat se realizează studiul stabilității mișcării considerând diferite moduri de funcționare ale autovehiculului hibrid. Se prezintă și un prototip al sistemului mecanic ce cuplează trei surse de putere. Acesta se poate utiliza în construcția unui autoturism ce se deplasează cu o viteză maximă de 110 km/h, are o masă proprie de 600 kg și o sarcină utilă de 200 kg. În finalul capitolului se prezintă ecuațiile de mișcare ale unui autovehicul hibrid pentru care se cunosc parametrii dinamici.

Ultima parte a tezei de abilitare *Perspective privind evoluția și dezvoltarea carierei* conține direcțiile viitoare de dezvoltare științifică ale autorului în domeniul ingineriei mecanice.