

TEZĂ DE ABILITARE

Conf.dr.ing. GLĂVAN DAN OVIDIU

TIMIȘOARA

2022

TEZĂ DE ABILITARE

**Sisteme tehnice complexe și metode noi de învățare în
ingineria industrială**

Domeniul: Inginerie Industrială

Conf.dr.ing. GLĂVAN DAN OVIDIU

TIMIȘOARA

2022

CUPRINS

LISTĂ DE FIGURI	9
LISTĂ DE TABELE	11
REZUMAT	12
ABSTRACT	15
SECȚIUNEA 1	18
PARTEA I	19
1. REALIZĂRILE ȘTIINȚIFICE, PROFESIONALE ȘI ACADEMICE	20
1.1 Aspecte generale	20
1.1.1 Activitatea didactică	20
1.1.2 Cercetarea științifică	21
1.1.3 Recunoașterea academică	22
1.1.4 Activitatea academică	23
1.1.5 Activitatea desfășurată cu studenți	23
1.1.6 Contribuția la dezvoltarea Facultății de Inginerie și universității	24
1.2 Realizările științifice	25
1.2.1 Articole științifice publicate în reviste indexate ISI (Web of Science)	25
1.2.2 Articole științifice publicate în Proceedings indexate ISI (Web of Science)	26
1.2.3 Articole științifice publicate în baze de date internaționale	26
1.2.4 Articole științifice publicate în alte baze de date	28
1.2.5 Cărți și capitole din cărți	33
1.2.6 Brevete	34

PARTEA II.....	36
2. STUDII ASUPRA STRUCTURILOR PORTANTE LA STRUNGURI, SISTEME DE COMANDĂ ȘI DE COMPENSARE A ERORILOR, MOTOARE PENTRU MICRODEPLASĂRI COMPENSATOARE ȘI TRANSFORMATOARE SOLID STATE.....	37
2.1 Structuri portante la strunguri, precizia acestora și sisteme de corecție a erorilor.	37
2.1.1. Formularea problemei erorilor de fabricație și necesitatea corectării acestora ..	37
2.1.2 Cauzele apariției erorilor de prelucrare	38
2.1.2.1 Erorile apărute datorită cedărilor arborelui principal al mașinii unelte	38
2.1.3.2 Erori de prelucrare datorită structurilor portante: cauze, comparație între diverse tipuri de structuri portante cu avantaje și dezavantaje pentru fiecare soluție	41
2.1.3.2.1	43
2.1.3.2.2	44
2.1.3.2.2.1	46
2.1.3.2.2.2	57
2.1.3.2.3	59
2.1.4 Concluzii	73
2.2 Studii și comparații între structuri portante similare realizate prin turnare sau prin sudare	74
2.2.1 Considerații teoretice.....	74
2.2.2 Condiții experimentale	75
2.2.3 Rezultate și concluzii.....	78
2.3 Concepte de sisteme de comandă, sisteme cu baze de date preîncărcate și reacție inversă, algoritm logic.....	79

2.4 Sisteme de comandă cu compensarea deformațiilor structurilor portante în cazuri complexe de prelucrare (copiere și comandă adaptivă) și verigi executante pentru realizarea microdeplasărilor de compensare.....	85
2.4.1. Elemente de execuție a mișcărilor compensatorii (motoare pentru microdeplasări).....	86
2.4.1.1 Magnetostricțiunea: fenomen fizic, istorie, materiale, efecte.....	86
2.5 Studiul transformatoarelor tip solidstate	92
2.5.1 Transformatorul cu trei faze implementat în cadrul convertoarelor de comutare a puterii tip multilevel.....	92
2.5.2 Introducere	93
2.5.3 Circuitul SST, specificațiile și aspectul controlului	95
2.5.4. Disponerea controlului convectorului sursei de tensiune SST.....	95
2.5.5. Disponerea controlului inverterului sursă de tensiune SST	97
2.5.6 Proiectarea transformatorului cu miez de înaltă frecvență	98
2.5.7 Rezultate ale simulării	99
2.5.7.1. Cazul 1: Flux de putere activ	100
2.5.8 Concluzii	101
3 CONSIDERAȚII ASUPRA ECHIPAMENTELOR PENTRU REGIMURI DE FUNCȚIONARE GRELE (INTENSE) FOLOSITE ÎN INDUSTRIA DE CELULOZĂ : AVANTAJELE TĂIERII CU JET DE APĂ ABRAZIV	103
3.1.Introducere și cadru	103
3.1.1. Contextul istoric și tehnologic al proceselor cu jet de apă	103
3.1.2. Probleme actuale privind recondiționarea echipamentelor industriei celulozei: un studiu de caz.....	108
3.1.3 Identificarea cauzei uzurii excesive și premature a dinților în procesul de peeling	111

3.1.4 Tehnici avansate de tăiere Hardox Steel.....	111
3.1.5 Tăierea cu arc cu plasmă.....	112
3.1.6 Tăierea cu laser	113
3.1.7 Tăierea prin eroziune cu fir	113
3.1.8 Tăierea cu jet de apă abrazivă (AWJC).....	114
3.2 Recondiționarea îmbunătățită a echipamentelor industriei pulpei dezvoltate: avantajele tăierii abrazive	115
3.2.1 Tipul generatorului UHP	115
3.2. Rezumat și concluzie.....	118
4. CERCETĂRI PRIVIND INSTRUMENTE MODERNE DE EDUCAȚIE ÎN INGINERIE	120
4.1 Instrumente de dezvoltare a mediului online: contribuții la integrarea acestora în programele de învățământ în domeniul ingineriei industriale.....	120
4.1.1 Introducere	120
4.1.2 Paradigma actuală de predare și învățare.....	120
4.1.3 Cerințele și scopurile acestui studiu	121
4.1.4 Metodologie	122
4.1.4.1 Participanți.....	122
4.1.4.2 Mediu de învățare online.....	122
4.1.4.3 Observațiile profesorului și studenților	123
4.1.5. Rezultate	123
4.2 Platforme online pentru predarea proceselor de fabricație.....	124
4.2.1 Medii și instrumente online ca parte a curriculumului	124
4.2.2 Medii și instrumente online pentru furnizarea de conținuturi didactice.....	124

4.2.3 Medii și instrumente online ca ajutor pentru instruire	125
4.2.4 Medii online și instrumente de îmbunătățire.....	125
4.2.4.1 Medii și instrumente online pentru îmbogățirea experienței de învățare.....	125
4.2.4.2 Percepțiile studenților.....	126
4.2.4.3 Utilizarea paginilor wiki.....	126
4.2.4.4 Utilizarea forumurilor de discuții.....	127
4.2.4.5 Glosarul de termeni	128
4.2.4.6 Chestionare de autoevaluare.....	128
4.2.5 Constatări preliminare	129
4.2.5.1 Nivelul de satisfacție al studenților	129
4.2.5.1.1 Nivelul de satisfacție al studenților legat de chestionarele de autoevaluare ..	129
4.2.5.1.2 Nivelul de satisfacție al studenților legat de sarcinile colaborative ale paginii Wiki	129
4.2.5.1.3 Nivelul de satisfacție al studenților legat de forumul de discuții	130
4.2.5.1.4 Nivelul de satisfacție al studenților legat de glosarul de termeni.....	130
4.2.6 Rezumat și concluzii	131
4.3 Instrumente de colaborare în învățământul superior: utilizarea Wikis de către studenții de inginerie industrială și mecanică.....	131
4.3.1.Introducere	131
4.3.2 Instrumente de colaborare în educația inginerească	133
4.3.3 Provocări și oportunități în educația inginerească	133
4.3.4 Proiectare colaborativă în inginerie	134
4.3.4.1 Pagini Wiki ca forme digitale de participare la sarcini de inginerie colaborativă	134

4.3.4.2 Wikis ca instrumente de colaborare online în activități de inginerie	135
4.3.5 Wiki sarcini de inginerie colaborativă folosind Wikispaces	136
4.3.6 Ingineria de colaborare Wiki și integrarea sa în platforme Moodle	137
4.3.7 Constatări preliminare	138
4.3.8 Punctele de vedere ale studenților	138
4.3.9 Punctele de vedere ale profesorilor	139
4.3.10 Perspective de cooperare multinațională.....	140
4.3.11 Rezumat și concluzii	141
SECȚIUNEA 2.....	143
PARTEA III	144
5. PROPUNERE DE DEZVOLTARE A CARIEREI UNIVERSITARE.....	145
6.1 BIBLIOGRAFIE (PROPRIE)	152
6.2 BIBLIOGRAFIE	153

LISTĂ DE FIGURI

Figură II.1. Deplasările arborelui principal	39
Figură II.2. Diagrama de deformare a arboelui	40
Figură II.3. Tensiunile în sania longitudinală.....	42
Figură II.4. Rezultanta în secțiune transversală pe ghidajul semicircular.....	43
Figură II.5. Reacțiunile pe ghidajul semicircular.....	43
Figură II.6. Distribuția de presiune în secțiunea transversală aplicată ghidajului semicircular și aplicată ghidajului semicircular desfășurat.....	44
Figură II.7. Schema experimentului pentru determinarea corelației între presiunea de contact și rezistența electrică.....	46
Figură II.8. Valoarea rezistenței sub acțiunea diferiților curenți.....	51
Figură II.9. Valoarea rezistenței sub acțiunea diferitelor compresii.....	53
Figură II.10. Tensiunea curentului la încărcare (I) și descărcare (D) cu diferite valori a curentului	55
Figură II.11. Rezistența curentului la încărcare (I) și descărcare (D) cu diferite valori a intensității.....	56
Figură II.11. Amplasarea generică a unui electrod de măsurare a presiunii pe suprafața de contact prin intermediul rezistenței electrice(a) Definierea parametrilor geometrici ai suprafeței de contact (b)	57
Figură II.12. Schema amplasării electrozilor de măsurare a presiunii astfel încât suprafețele de contact între aceștia și batiul semicircular să fie aceleași (a), Valorile măsurate ale rezistențelor pe electrozii din figura a integrate după o curba tip cosinus(b)	58
Figură II.14. Discretizarea batiului strungului normal,	61
Figură II.15. Forma batiului strungului normal	61
Figură II.16. Modelarea batiului normal prin elementul finit	61
Figură II.17. Batiul înclinat	62
Figură II.18. Batiul înclinat în stare neîncărcată	62
Figură II.19. Batiul înclinat în prelucrare	62
Figură II.20. batiul cu ghidaj semicircular în momentul aşchierii.....	63
Figură II.21. Deformarea ghidajului semicircular	64
Figură II.22. Strungul real cu structură înclinată	65
Figură II.23. Modelul strungului pe care au avut loc încercările	67
Figură II.24. Modelarea prin elementul finit a forțelor asupra batiului înclinat	68
Figură II.25. Digrame comparative pentru structurile turnat și sudat. Gama de turații I	70

<i>Figură II.26. Digrame comparative pentru structurile turnat si sudat. Gama de turații II</i>	71
<i>Figură II.27. Digrame comparative pentru structurile turnat si sudat. Gama de turații III</i>	71
<i>Figură II.28. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu sudat cu o singură prindere</i>	72
<i>Figură II.29. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu turnat cu o singură prindere</i>	72
<i>Figură II.30. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu sudat cu o dublă prindere</i>	72
<i>Figură II.31. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu turnat cu o dublă prindere</i>	73
<i>Figură II.32. Impuls vertical și reacțiune verticală</i>	76
<i>Figură II.33. Impuls orizontal și reacțiune verticală</i>	76
<i>Figură II.34. Impuls vertical și reacțiune orizontală</i>	76
<i>Figură II.35. Impuls orizontal și reacțiune orizontală</i>	76
<i>Figură II.36. Impuls vertical și reacțiune vertical</i>	77
<i>Figură II.37. Impuls orizontal și reacțiune verticală</i>	77
<i>Figură II.38. Impuls vertical și reacțiune orizontală</i>	78
<i>Figură II.39. Impuls orizontal și reacțiune orizontală</i>	78
<i>Figură II.40. Schema logică pentru a obține valoarea exactă a deformării</i>	80
<i>Figură II.41. Translația și rotația între axe</i>	82
<i>Figură II.42. Reprezentarea rezultatelor după teste</i>	83
<i>Figură II.43. Sistem de comandă cazul A</i>	84
<i>Figură II.44. Sistem de comandă cazul B</i>	86
<i>Figură II.45. Orientarea controlată a bipolilor</i>	89
<i>Figură II.46. Efectul de magnetostricțiune șa nive cristalin</i>	89
<i>Figură II.47. Motorul cu magnetostricțiune TDK</i>	90
<i>Figură II.48. Schema motorului cu magnetostricțiune</i>	90
<i>Figură II.49. Schema motorului magnetostrictiv</i>	91
<i>Figură II.50. Schema de însumare a microdeplasărilor</i>	92
<i>Figură II.51. Schema de circuite propusă a transformatorului în stare solidă</i>	95
<i>Figură II.52. Arhitectura d-q control SST-VSC</i>	96
<i>Figură II.53. Modelul Maxwell</i>	98
<i>Figură II.54. Tensiunea și curentul trifazat</i>	100
<i>Figură II.55. Tensiunea de intrare SST faza A</i>	100

<i>Figură II.56. Variația parametrilor pentru celelalte faze</i>	101
<i>Figură II.57. Sisteme cu jet bazate pe tehnologia de tăiere a apei curate (CEI, 2020)</i> ...	104
<i>Figură II.58. Piese metalice realizate prin tăiere cu jet de apă abraziv bazate pe tehnologia CEI Group (CEI, 2020)</i>	105
<i>Figură II.59. Manipulatoare bazate pe tehnologie AWJC de CEI (CEI, 2020)</i>	106
<i>Figură II.60. Reprezentarea schematică a decojitorului din lemn rotativ studiat</i>	110
<i>Figură II.61. Detaliu fotografic al dinților de peeling cu scoarță rotativă de tip 2</i>	110
<i>Figură II.62. Relațiile de presiune, debitul de apă și diametrul duzei în baza tehnologiei AWJC (CEI, 2020)</i>	116
<i>Figură II.63. Nivelul de satisfacție al studenților în funcție de sarcinile online la care au participat în timpul experimentului</i>	130

LISTĂ DE TABELE

Tabel 2.1. Rugozitatea suprafețelor de contact.....	48
Tabel 2.2. Valoarea rezistenței în timp pe diferite valori a curentului	49
Tabel 2.3. Valoarea rezistenței în timp pe diferite valori de compresiune	51
Tabel 2.4. Modificarea intensității curentului la încărcare (I) și descărcare (D) cu diferite valori a curentului	54
Tabel 2.5. Modificarea valorii a rezistenței la încărcare (I) și descărcare (D) la intensități diferite a curentului	55
Tabel 2.6. Valorile măsurate ale rezistenței și presiunea pe fiecare electrod	58
Tabel 2.7. Vibrațiile măsurate la structură turnată	69
Tabel 2.8. Vibrațiile măsurate la structura sudată	69
Tabel 2.9. Vibrațiile structurii turnate	75
Tabel 2.10. Vibrațiile structurii sudate	77
Tabel 2.11. Specificații VSC pentru transformatorul SST	97
Tabel 2.12. Tabelul stărilor de comutare.....	97
Tabel 2.13. Parametrii transformatorului de înaltă frecvență cu ferită.....	99

REZUMAT

Conceptul de cadru didactic universitar implică competență științifică validată prin studii, publicații și comunicări științifice, coroborată cu nevoia de perpetuă profesionalizare. Dezvoltarea unei baze solide de cercetare în domeniul ingineriei industriale este un demers de mare actualitate în societatea contemporană. Iar acest deziderat poate fi atins în primul rând prin experiența profesională și umană a cadrelor didactice implicate în acest domeniu.

Prezenta teză de abilitare reflectă capacitățile și nivelul performanțelor didactice și de cercetare acumulate de către candidatul dr.ing. Dan Ovidiu Glăvan, care ocupă în prezent o funcție didactică de conferențiar universitar în statul de funcțiuni al Departamentului Automatică, Inginerie Industrială, Textile și Transporturi (AIITT) în cadrul Facultății de Inginerie din cadrul Universitatea "Aurel Vlaicu" din Arad, dezvoltate după susținerea publică a tezei de doctorat "Structuri noi în condițiile copierii și a comenzii adaptive la strunguri" în anul 1999 și până în prezent.

Teza de abilitare cuprinde și subliniază, în principal, acele realizări care atestă capacitatea autorului de a conduce activități de cercetare științifică în domeniul Ingineriei Industriale precum și preocupări de a introduce noi metode didactice universitare, atractive pentru studenți, și care să fie în pas cu tendințele mondiale, reprezentând în același timp o provocare la nivelul studenților de a se integra în comunități mai mari de nivel internațional, cuprinzând participanți din mai multe facultăți din diverse țări care desfășoară împreună activități în special inovative, creîndu-se astfel emulația atât de necesară învățământului superior.

Având 31 de ani de activitate didactică continuă în cadrul aceluiași departament, candidatul și-a dezvoltat capacitățile și performanțele didactice, desfășurând toate tipurile de activități: seminar, laborator, proiect, curs, îndrumare la elaborarea de lucrări de diplomă și disertație etc., urcând scara ierarhică a funcțiilor didactice. A contribuit la dezvoltarea de lucrări didactice, manuale universitare și îndrumătoare pentru lucrări aplicative, capitole de carte publicate în alte țări, la înființarea unor laboratoare noi și dotarea acestora, a contribuit la introducerea unor discipline noi.

Din perspectiva activității manageriale, începând cu anul 2012, candidatul a ocupat funcția de decan al Facultății de Inginerie. În cei peste nouă ani de coordonare / management a facultății, candidatul s-a preocupat de elaborarea managementului strategic (misiune, obiective, strategii, politici) și de gestiunea resurselor umane și materiale. Rezultatele înregistrate sunt apreciate la nivelul facultății și a Universității.

Prezentarea capacităților și performanțelor obținute în activitatea de cercetare a candidatului ocupă cea mai mare parte a conținutului tezei de abilitare. Astfel, în secțiunea introductivă autorul expune subiectele abordate și rezultatele obținute pe parcursul celor 22 de ani scurși de la susținerea Tezei de doctorat.

Prezenta teză de abilitare este structurată pe 3 direcții importante și de actualitate în ingineria industrială și în didactica universitară:

1. Studii asupra preciziei de prelucrare la strunguri, cu analiza cauzelor erorilor, comparații asupra diferitelor tipuri de structuri portante (clasică, de tip înclinat, specifică strungurilor de dimensiuni mici și medii) și calculul acestora din punctul de vedere al rigidității structurii, al cedărilor elastice din întregul ansamblu, etc., studiu asupra modalității de realizare a structurilor (turnat sau sudat), încercări experimentale ale celor două moduri de realizare pentru a determina modul de absorbție sau propagare al vibrațiilor structurii, încercând astfel să identificăm domeniul optim de utilizare al fiecărei variante analizate. Pentru a susține rezultatele calculelor au fost emise considerații teoretice și realizate determinări experimentale ale distribuției presiunilor pe ghidaje, în acest scop fiind validată o metodă experimentală după care aceasta a fost aplicată structurii studiate, sisteme de comandă pentru compensarea deformațiilor din timpul prelucrării, compensare realizată în timp real ceea ce a dus la introducerea conceptului de ”structură activă”, o sursă inovativă de realizare a microdeplasărilor corective (de compensare) a sculei așchietoare în timp real și un studiu teoretic amplu asupra transformatoarelor ”solid state” pentru reducerea spațiului ocupat, creșterea fiabilității și a gradului de automatizare.

2. Utilizarea jetului de apă ca tehnologie de tăiere care este un proces industrial emergent și care are avantaje semnificative față de tehnologiile alternative de tăiere pentru unele aplicații industriale. Au fost studiate etapele de realizare a procesului din punct de vedere tehnologic putând afirma că tăierea cu jet de apă se realizează în două etape:

- (i) presurizarea apei pure la câteva sute de MPa, generând astfel energie potențială
- (ii) conducerea acestei apei la o duză diamantată, prin care, în cadrul unui proces de eficiență de 100%, această energie potențială este transformată în energie cinetică, rezultând un jet de apă cu o viteză de două ori mai mare decât viteza sunetului.

Pentru a înțelege mai bine caracteristicile, avantajele și posibilele limitări ale utilizării industriale a jetului de apă, a fost prezentată o scurtă trecere în revistă a tehnologiei de tăiere cu jet de apă, în principal pentru a lua în considerare o astfel de tehnologie de fabricare cu scopul de a înlocui procesele de tăiere termică mari consumatoare de energie și care au ca principal dezavantaj temperaturile mari de lucru atinse în interiorul metalului prelucrat cu riscul de a modifica structura și proprietățile materialului de bază. Cu o astfel de tehnologie, se preconizează să se obțină o îmbunătățire semnificativă a caracteristicilor finale ale suprafeței fabricate, caracteristici care sunt necesare pentru studiul de caz curent.

3. În a treia parte a tezei au fost prezentate soluții inovative de predare și învățare în mediul ingineresc. În prima parte a acestui capitol a fost abordată problema Instrumentelor de dezvoltare a mediului online: contribuții la integrarea acestora în programele de învățământ în domeniul ingineriei industriale

Pentru a înțelege potențialul instrumentelor și resurselor mediului online în domeniul învățării în domeniul ingineriei, în diferite universități europene de inginerie s-a desfășurat un proiect privind

utilizarea strategiilor educaționale specifice, în vederea îmbunătățirii implicării studenților în diferite forme de participare și a îmbunătățirii rezultatelor învățării acestora. Acest studiu se axează pe utilizarea instrumentelor Web 2.0 în timp, la predarea Proceselor de fabricație studenților de la specializarea Inginerie Industrială ai Institutului Politehnic Portughez pentru Învățământul Superior în cursul unui semestru complet. Cumulativ față de percepțiile studenților, datele au fost colectate și evaluate pentru a putea formula (extrage) două întrebări principale care să constituie tema de bază a prezentei cercetări: „Studenții din domeniul ingineriei sunt capabili să utilizeze în mod eficient instrumentele de învățare online pentru a-și îmbunătăți procesul de învățare autonomă?” și „Pot studenții din domeniul ingineriei să lucreze în colaborare utilizând instrumente online pentru a atinge obiective de învățare comune?”. Constatările preliminare au arătat că studenții au reușit să utilizeze în mod eficient instrumentele de învățare online colaborative (cu comunicare în cadrul grupului țintă) propuse în timpul cursului. Cu toate acestea, studenții preferă instrumentele și procesele individuale de învățare în locul muncii și învățării în colaborare și între ei.

În partea a doua au fost prezentate Cercetări privind instrumente moderne de educație în inginerie (Wikis) precum și propuneri rezultate din această cercetare

Wikis-urile fiind instrumente de editare colaborativă care susțin crearea de documente coezive autorizate succesiv de numeroase persoane, care prezintă patru caracteristici principale care îmbunătățesc o astfel de colaborare: (i) existența unui document online partajabil, editat de fiecare membru al grupului, (ii) un mecanism de urmărire a fiecărei modificări a documentului partajat, (iii) integrarea unui mecanism de alertă și notificare pentru a comunica grupului orice modificări aduse documentului partajat și (iv) suporturi complementare care permit membrilor grupului să comunice, să discute și să negocieze acțiunile legate de definitivarea documentului de colaborare. Aceste instrumente au fost utilizate într-un grup la nivel internațional cu participarea a încă trei țări europene alături de România, Instituto Politecnico Castelo Branco Portugalia, Lapland University of Applied Sciences Finlanda și Universidad de la RIOJA Spania.

Cei patru parteneri au inițiat și dezvoltat în acest grup un concurs de reengineering cu participarea studenților din fiecare universitate și un juriu format dintr-un cadru didactic din fiecare țară participantă, metoda de învățare colaborativă fiind îmbunătățită și dezvoltată cu ocazia acestui concurs internațional.

În finalul tezei candidatul prezintă proiectul de dezvoltare a carierei sale universitare, de remarcat fiind abordarea complexă și completă, atât pe verticală ca și dezvoltare universitară cât și pe orizontală din punctul de vizibilitate a Universității ”Aurel Vlaicu” din Arad pe plan local, național și internațional având ca parteneri medii universitare, autorități publice sau agenți economici. De remarcat că pentru fiecare activitate în parte candidatul a absolvit cursuri specializate pentru a dobândi calități de dascăl, manageriale, de comunicare, economice, de relații internaționale etc., pentru a putea face față provocărilor din ce în ce mai dificile pe care un învățământ modern și de calitate le ridică în zilele noastre.

ABSTRACT

The concept of a university teacher implies a scientific competence validated through studies, publications, and scientific communications, corroborated with the need for perpetual professionalization. The development of a solid research base in the field of industrial engineering is a substantial advance in contemporary society. This goal can be achieved primarily through the professional and human experience of the teachers involved in the field.

This thesis reflects the abilities and the level of didactic and research performances accumulated by the candidate Dr. Ing. Dan Ovidiu Glăvan, who currently holds a teaching position as an associate professor in the state of functions of the Department of Automation, Industrial Engineering, Textiles and Transport (AIITT) at the Faculty of Engineering of the University "Aurel Vlaicu" in Arad, obtained after public support of the doctoral thesis "New structures in the conditions of copying and adaptive ordering for lathes" in 1999 and up to date.

The thesis includes and emphasizes, primarily, those achievements that attest to the author's ability to conduct scientific research in the field of Industrial Engineering as well as concerns to introduce novel university teaching methods, appealing to students, and in line with global trends; at the same time, it poses a challenge for students to integrate into larger international communities, including participants from several faculties in various countries who collaborate in hosting innovative activities, thus creating the emulation so necessary for higher education.

Having accumulated 31 years of continuous teaching activity within this department, the candidate has developed his teaching skills and performances, carrying out all types of activities: seminars, laboratories, projects, courses, mentorship in the development of diploma and dissertation projects, etc., climbing the hierarchical scale of teaching functions. He contributed to the development of didactic works, university textbooks and guides for applied works, book chapters published in various countries, to the establishment of new laboratories and their endowment, and to the introduction of new disciplines.

From a managerial activity standpoint, starting from 2012, the candidate held the position of dean of the Faculty of Engineering. In the more than nine years of coordination / management of the faculty, the candidate was concerned with the development of strategic management (mission, objectives, strategies, policies) and the management of human and material resources. The recorded results are appreciated at the level of the faculty and of the University.

The presentation of the candidates' abilities and accomplishments obtained in the research activity occupies the majority of the thesis content. Thus, in the introductory section, the author presents the topics addressed and the results obtained throughout the 22 years that have elapsed since the defense of the doctoral thesis.

This habilitation thesis is structured based on 3 important and current directions in industrial engineering and university teaching:

1. Studies on the precision of machining on lathes, including analysis of the causes of errors, comparisons of different types of load-bearing structures (classical, inclined, specific to small and medium-sized lathes) and the calculations from the perspective of the structure rigidity, of the assembly's elastic yields, etc.; study covering the structure creation process (cast or welded), experimental tests of the two methods in order to determine the type of absorption or propagation of the vibrations of the structure, thus attempting to identify the optimal field of use of each variant analyzed. In order to support the results of the computations, theoretical considerations were issued and experimental determinations of the pressure distribution on the guides were made. For this purpose an experimental method was validated, after which it was applied to the studied structure, control systems for compensating for deformations during the processing time, which led to the introduction of the concept of "active structure", an innovative source of corrective (compensating) micro-displacements of the cutting tool in real time, as well as a comprehensive theoretical study on "solid state" transformers for the reduction of the space occupied, increasing reliability and the degree of automation.

2. The use of water jet as a cutting technology - an emerging industrial process with significant advantages over alternative cutting technologies for certain industrial applications. The technological stages of the process were studied, thus stating that water jet cutting is done in two stages:

- (i) pressurization of pure water to several hundred MPa, thus generating potential energy
- (ii) Conduction of this water to a diamond nozzle, through which, in a 100% efficiency process, this potential energy is transformed into kinetic energy, resulting in a jet of water twice as fast as the speed of sound.

In order to better understand the characteristics, advantages, and possible limitations of the industrial use of the water jet, a brief review of the water jet cutting technology was presented, mainly for considering such a manufacturing technology with the purpose of replacing high-energy thermal cutting processes that have as their main disadvantage the high working temperatures reached inside the manufactured metal with the risk of changing the structure and properties of the base material. Using this technology, it is expected to achieve a significant improvement in the final characteristics of the manufactured surface, which are necessary for the current case study.

3. In the third part of the thesis, innovative teaching and learning solutions were presented in the engineering environment,

In order to understand the potential of Online Learning Environment tools and resources in Engineering Education, a project on the use of dedicated educational strategies has been carried-out in various European Schools of Engineering to improve students' engagement on different forms of participation and to enhance their learning outcomes. This study focuses on the use of Web 2.0 tools while teaching Manufacturing Processes to Industrial Engineering students of a Higher Education Portuguese Polytechnic Institute during a full semester. Cumulatively to students' perceptions, data

was collected and assessed to infer about two main research questions: “Are engineering students able to use efficiently online learning tools to enhance their autonomous learning process?” and “Can engineering students work collaboratively using online tools towards achieving common learning goals?”. Preliminary findings showed that students managed to efficiently use the proposed online collaborative learning tools during the course. However, students preferred the individual learning tools and processes to working and learning collaboratively from and with each other.

Wikis being collaborative editing tools that support the creation of cohesive documents authorized successively by numerous people, which have four main features that improve such an experience: (i) the existence of a shareable online document, edited by each member of the group, (ii) a mechanism for tracking each change to the shared document, (iii) the integration of an alert and notification system to communicate any changes made to the entire group and (iv) complementary support that allows group members to communicate, discuss, and negotiate actions related to the finalization of the collaborative document. These tools were used in a group at an international level with the participation of three European countries together with Romania, Instituto Politecnico Castelo Branco Portugal, Lapland University of Applied Sciences Finland and University of La Rioja Spain.

The four partners initiated and developed in this group a re-engineering competition with the participation of students from each university and a jury of teachers from each participating country, the collaborative learning method being improved and developed during this international competition.

At the end of the thesis, the candidate presents the project for the development of his university career, noting the complex and complete approach, both vertically as university development as well as horizontally with respect to. visibility of University ‘Aurel Vlaicu’ Arad on a local, national, and international level considering medium-sized university partners, public authorities, or economic agents. It should be noted that for each activity the candidate graduated specialized courses to acquire the qualities of teaching, managerial, communication, economic, international relations, etc. in order to meet the increasingly difficult challenges that modern, high-quality education poses today.

SECȚIUNEA 1

PARTEA I

1. Realizările științifice, profesionale și academice

1.1 Aspecte generale

Am absolvit liceul de matematică – fizică „Ioan Slavici” din Arad în anul 1982, iar în perioada 1983-1988 am urmat studiile Universitare la Facultatea de Mecanică specializarea Tehnologia Construcțiilor de Mașini din cadrul UPT – Timișoara obținând diploma de inginer în anul 1988. În perioada 1988-1991 am ocupat postul de inginer responsabil produs la întreprinderea de mașini-unelte Arad -STRUNGUL (ARIS) din Arad pe activitățile de producție, cercetare și de dezvoltare în cadrul Atelierului de Prototipuri și Proiectare. Din anul 1990 am lucrat ca și cadru didactic asociat la Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad , din anul 1991 ocupând postul de asistent titular iar tot în același an am început și studiile doctorale la Universitatea ”Politehnica” din Timișoara. Am obținut titlul de „DOCTOR” în anul 1999 în ramura de Știința Tehnică specialitatea Mașini Unelte și Sisteme Integrate de Mașini Unelte.

1.1.1 Activitatea didactică

Activitatea didactică se reflectă prin susținerea orelor de curs, seminarii, laborator și proiect. În dorința de a menține un nivel ridicat și actual al materiilor predate am propus, redactat și implementat cursuri noi în planul de învățământ al departamentului AIITT - *Automatizări, Inginerie Industrială, Textile și Transporturi* din cadrul Facultății de Inginerie, după cum urmează: **CAD/CAM** (în anul 1994) - licență TCM; **Optimizări utilizând teoria grafurilor** – master PSI; **Tehnologii neconvenționale** (tehnologii neconvenționale moderne-simulatoare de producție, simulatoare de tip multidisciplinar cu integrarea celor mai noi tehnologii folosite în producția reală) – master PSI; **Materiale noi în design** – master Design.

Pe parcursul activității didactice interesul continuu pentru îmbunătățirea materialului didactic s-a reflectat prin publicarea un număr de **5 cărți în calitate de prim autor**: **1.** Materiale avansate în design Editura Universității „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218 2018 ISBN 978-073-752-785-1 **Glăvan Dan Ovidiu**, Popa Alexandru, Babanatsas Theoharis, Merce Roxana Mihaela 314 pag; **2.** Ghidul materialelor în design Editura Universității „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218,2016 ISBN 978-973-752-772-1 **Glăvan Dan Ovidiu**, Babanatsas Theoharis, Merce Roxana Mihaela, Glăvan Rodica Adriana 259 pag; **3.** Welcome in the world of 0 and 1 in cutting processing machines The book of CAD/CAM engineer Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad,2016, Nr CNCSIS 218 ISBN> 978-973-752-771-4, **Dan Ovidiu Glavan**, Babanatsas Theoharis 148 pag (limba engleza); **4.** Componente ale Mașinilor-unelte Editura Universității „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218 ,2014, ISBN 978-973-752-709-7, **Glăvan Dan Ovidiu** 284 pag și **5.** Compunerea și funcționarea Mașinilor- unelte Editura Universității „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218,2014, ISBN978-973-752-710-3 , **Glăvan Dan Ovidiu** 260 pag.

Am publicat **6 manuale suport de curs din care 4 ca prim autor**: **1.**Mașini-unelte, curs, 1996 Editura Universității „Aurel Vlaicu”Arad, Nr CNCISIS 218 **Glăvan Dan Ovidiu**, 86 pag; **2.**Compunerea și construcția mașinilor-unelte,curs, 2002 Editura Universității „Aurel Vlaicu”Arad Nr CNCISIS 218, **Glăvan Dan Ovidiu**, Babanatsas Theoharis, Babanatsas Theoharis ISBN 973-99086-8-3 255 pag; **3.** Proiectarea asistată de calculator-curs Editura Universității „Aurel Vlaicu”Arad Nr CNCISIS 218, **Glăvan Dan Ovidiu**, Babanatsas Theoharis,2014, ISBN978-973-712-7 153 pag și **4.** Mașini Unelte și Agregate-curs Editura Universității „Aurel Vlaicu”Arad Nr CNCISIS 218, **Glăvan Dan Ovidiu**, 2014, ISBN 978-973-752-711-0 219 pag. și **2 manuale suport de curs** în calitate de **coautor**: Elemente de vibratii mecanice-curs, 2001 Editura Universitatii „Aurel Vlaicu”Arad, Nr CNCISIS 218 Ioan Radu, **Glăvan Dan Ovidiu** ISBN 973-9361-52-8 196 pag, și Vibratiile mecanice in tehnica, curs, 2001, Ioan Radu, **Glăvan Dan Ovidiu**, Editura Universitatii „Aurel Vlaicu”Arad, Nr CNCISIS 218 ISBN 973-9361-50-1 118 pag.

Am realizat **3 îndrumătoare de laborator fiind prim autor la 2 dintre ele**: **1.**Indrumaător de Laborator CAM- Strunjire Editura Universității „Aurel Vlaicu”Arad Nr CNCISIS 218 ,2013, **Glăvan Dan Ovidiu**, Babanatsas Theoharis ISBN 978-973-752-711-0 114 pag și **2.**Indrumator de Laborator CAM- Frezare 2014 Editura Universității „Aurel Vlaicu”Arad Nr CNCISIS 218, 2013, **Glăvan Dan Ovidiu**, Babanatsas Theoharis ISBN 978-973-752-714-1 188 pag și 1 îndrumător de laborator în calitate de coautor: Indrumător de Laborator Bazele generării suprafețelor pe mașini-unelte Editura Universitatii „Aurel Vlaicu”Arad Nr CNCISIS 218 2015, Babanatsas Theoharis , **Glăvan Dan Ovidiu** ISBN: 978-973-752-731-8 80 pag.

1.1.2 Cercetarea științifică

Am început activitatea de cercetare științifică de inginer din anul 1988,după absolvirea facultății (noiembrie), prin participarea la Sesiunea Națională TCM Cluj Napoca cu o lucrare avându-l coautor pe regretatul Prof.dr. ing. Dodon Eugen, lucrare care a obținut premii II, iar din postura de cadru didactic din anul 1992 la sesiunea de comunicări științifice a Universității „Aurel Vlaicu” din Arad.

Sunt autorul a **4 brevete în domeniul proprietății intelectuale** dintre care **3 invenții** (unic autor) toate cele trei fiind clasificate în **WOS**: **1.** Lead screw type machine tool carriage feeder|consists of transverse and longitudinal combined drive Patent Number: RO104109-A Patent Assignee: INTR MASINI UNELTE ARAD Inventor(s): **GLAVAN D O.** International Patent Classification B23B-021/100 Derwent class Code :P54(metal milling ,machining, electroworking); **2.**Lead screw type machine tool carriage feeder|consists of transverse and longitudinal combined drive Patent Number: RO104108-A Patent Assignee: INTR MASINI UNELTE ARAD Inventor(s): **GLAVAN D O.** International Patent Classification B23B-021/100 Derwent class Code :P54(metal milling ,machining, electroworking) și **3.**Lead screw type machine tool carriage feeder|consists of

transverse and longitudinal combined drive Patent Number: RO104107-A Patent Assignee: INTR MASINI UNELTE ARAD Inventor(s): **GLAVAN D O** International Patent Classification B23B-021/100 Derwent class Code :P54(metal milling ,machining, electroworking).

De la ultima promovare, 2002, am publicat **35 de articole** dintre care **19 în bazele de date WoS (ISI)** din care **11 în reviste și 8 în conferințe, fiind prim autor la 7 dintre acestea** precum și **16** in baze de date indexate internațional din care **7 lucrări** indexate în **SCOPUS** și **9 lucrări** indexate în lista de publicații B+ recunoscute de **CNCSIS. fiind prim autor la 5 lucrări.**

Am publicat în alte reviste și sesiuni de comunicări din țară și străinătate un număr de **41 articole** dintre care **4 articole** publicate în volumele unor conferințe internaționale sub egida **Hungarian Academy of Sciences.**

Am participat la **12 proiecte de cercetare științifică** la **9** în calitate de **director** și la **3** în calitate de **membriu**, dorind să menționez: **1.** ”Studiu privind aplicarea canturilor din ABS de 2mm grosime pe plăci fibrolemnoase pe masini tip agregat (cu mai multe posturi de lucru) și soluții pentru îmbunătățirea procesului din punct de vedere al calității suprafeței rezultate” contract nr 6745/2020, încheiat cu Kantex Arad srl, valoare 30.000 RON echivalent a 6202 euro, 2 ani (proiect câștigat prin competiție publică: anunțarea publică în presă a concursului, depunere ofertă, anunțarea câștigătorului, contract de cercetare cu faze, termene, procese verbale de predare-primire pentru fiecare fază și factură cu dovada achitării, raport de cercetare) și **2.** ”Creșterea eficienței energetice a exploatării Agricole din Lipova Bai, soluții de diminuare a consumului și creșterea randamentului energetic, soluții energetice alternative ” contract nr 7040/2020 , încheiat cu CORYLACEA JV Arad, valoare 30.000 RON echivalent a 6202 euro , 2 ani (proiect câștigat prin competiție publică: anunțarea publică în presă a concursului, depunere ofertă, anunțarea câștigătorului, contract de cercetare cu faze, termene, procese verbale de predare-primire pentru fiecare fază și factură cu dovada achitării, raport de cercetare).

1.1.3 Recunoașterea academică

Am fost membru în Comitetul științific la două conferințe: Industrial engineering and environmental protection Conference Zrenjanin 2013 și International Multidisciplinary Scientific Congress- Tîrgu-Jiu 2018.

Am contribuit la semnarea mai mult acorduri de colaborare cu firme de prestigiu din Arad cum ar fi Leoni, Joyson, Aptiv, Webasto, etc .

Sunt **editor** la următoarele **reviste indexate B+ in CNCSIS: Acta tehnica corviniensis – Bulletin of Engineering – anale** și la Acta tehnica corviniensis – Bulletin of Engineering – **Conferință; Annals of the University of Petroșani - Mechanical Engineering** și la **International Journal of Industrial and Manufacturing Systems Engineering.**

Am fost **membru** în echipa **editorială** la **2 conferințe neindexate: Industrial engineering and environmental protection Conference Zrenjanin 2013** și la **International Multidisciplinary Scientific Congress- Tîrgu-Jiu 2018**.

1.1.4 Activitatea academică

Am făcut parte din senatul UAV pe perioada a două mandate, iar din momentul în care am fost numit în Consiliul de administrație al UAV sunt invitat permanent al Senatului.

Fac parte din Consiliul de administrație al UAV din anul 2012 și până în prezent.

Am ocupat funcția de Secretar științific al Facultății de Inginerie în perioada 1996-2000. iar din anul 2012 până în prezent ocup funcția de decan al Facultății de Inginerie.

Am făcut parte din Consiliul Profesorat al Facultății de Inginerie din anul 1996 iar din anul 2012 și până în prezent dețin calitatea de Președinte al acestuia.

Din anul 2012 și până în prezent sunt președinte al Comisiei de admitere a Facultății de inginerie, aceasta presupunând nu doar prezența la înscrieri și coordonarea procesului de admitere ci și o activitate continuă de aproape un an premergătoare admiterii constând în vizite de promovare la unitățile de învățământ preuniversitar din municipiu, județ, și zonele limitrofe acestuia precum și întâlniri cu agenții economici din municipiu și județ în vederea identificării nevoilor reale ale mediului economic și a ajustării ofertei educaționale pentru a satisface majoritatea cerințelor economiei reale.

Sunt responsabil al programului de studii de masterat Ingineria și managementul sistemelor tehnice moderne și în mod fortuit (datorită pensionării responsabilului de program de studii) am preluat în calitate de responsabil de program și programul de studii de licență TCM, am fost responsabil al **Programului de Studii Postuniversitare de Specializare in Tehnologia Informatiei-modul tehnic** și al **Programului de perfectionare profesionala in vederea integrarii sociale a emigrantilor romani repatriati din Germania, prin intermediul Fundatiei Româno-Germane din Vladimirescu GOPA**.

1.1.5 Activitatea desfășurată cu studenți

Activitatea didactică , sprijinul oferit studenților și efortul depus în activitatea didactică auxiliară mi-au adus aprecieri din partea studenților, percepția acestora fiind una favorabilă, fapt reflectat în analiza calității procesului de învățământ, rezultate disponibile pe platforma SUMS a UAV.

Astfel un număr relativ mare de absolvenți, atât din ciclul de licență cât și din ciclul de master au finalizat studiile cu lucrări coordonate de către mine media anuală pentru ultimii zece ani depășind 8 lucrări la studiile de licență și peste 5 la cele de master.

Am fost îndrumător de an de an la specializarea TCM o perioadă de 8 ani iar la masterul de Productica Sistemelor Industriale o perioadă de 6 ani.

În cadrul activității din UAV am participat la organizarea sesiunilor anuale studențești de comunicării științifice. De asemenea am coordonat echipe de studenți în cadrul participării acestora la Conferințe Internaționale obținând cu aceste echipe două premii 1 și un premiu 2.

Am îndrumat și susținut colegii mai tineri în procesul de predare la nivelul catedrei.

Am sprijinit (prin acțiuni de îndrumare și tutoriat) un număr de 5 absolvenți ai studiilor de master pentru a continua studiile la Școala Doctorală din Timișoara, aceștia fiind în prezent colegi în calitate de cadre didactice în cadrul UAV.

Dintre absolvenții merituoși ai căror dascăl am fost aș dori să menționez, fără să dau nume, directorii generali și directorii tehnici ai unor companii multinaționale cum ar fi HUFF, LEONI, Webasto precum și pe cei cinci actuali colegi ai mei (dintre care doi sunt lectori universitari) care mi-au fost studenți, apoi masteranzi, au finalizat cu mine lucrările de licență și disertație și pe care ulterior i-am îndrumat (publicare de lucrări științifice, conferințe, specializări extracuriculare) pentru a putea da examen și a fi admiși la Școala doctorală, ultimii doi fiind bursieri, pentru ca mai apoi să revină în calitate de cadre didactice în Facultatea de Inginerie din cadrul UAV.

1.1.6 Contribuția la dezvoltarea Facultății de Inginerie și universității

Am contribuit la dezvoltarea Universității "Aurel Vlaicu" prin facilitarea relațiilor cu mediul economic precum și cu autoritățile locale realizând întâlniri, vizite, dezbateri pentru creșterea nivelului de pregătire curriculară și adaptarea acestuia la cerințele mediului economic.

În anul 1994 am contribuit la semnarea protocolului cu fundația GOPA împreună cu care, cu acordul Ministerului Federal de Interne al Republicii Federale Germania am realizat în anul 1994 , laboratorul "Atelierul CNC/CAD" în Universitatea Aurel Vlaicu din Arad în valoare estimativă de 276.000 DM – echivalent la cursul actual de aproximativ 250.909 Euro.

În anul 2018 am colaborat cu firma cu S.C. CAD WORKS INTERNAȚIONAL S.R.L. în vederea creării laboratorului de CAD/CAM, dotarea acestuia cu licență SolidWorks Educațional Edition Classroom - 60 users cu 6 stații grafice marca HP, cu monitoarele aferente și SolidCam Educațional Edition, Universitatea "Aurel Vlaicu" prin Facultatea de Ingineria devenind partenerul educațional al firmei alături de care am participat la târguri și expoziții în toată țara.. Valoarea totală a contractului educațional este de 9.000 Euro, acesta având o valoare de piață de peste 100.000 Euro.

Recent, în colaborare cu firma LEONI am realizat un laborator de Tehnologii neconvenționale- simulator de producție în valoare de 69.965 EURO.

În anul 2012 am demarat un concurs internațional de reengineering dedicat studenților, cu încă trei universități din Finlanda, Spania și Portugalia, unde am făcut parte din juriu. Ca urmare a experienței acumulate în această perioadă precum și a problemelor apărute în cadrul unui concurs de

asemenea anvergură, am hotărât împreună cu colegii din celelalte Universități partenere să dezvoltăm un sistem tip multilevel bazat pe tehnologia wikis, sistem prezentat pe larg în cadrul tezei cu mențiunea că acesta a fost definitivat chiar înainte de începerea pandemiei.

Ca urmare a acestei bune colaborări s-a format în timp un colectiv de cadre didactice de la cele patru universități partenere, colectiv din care am făcut parte și care a publicat în diverse reviste indexate, a susținut în Conferințe internaționale și a publicat un întreg capitol de carte, subiectele acestor lucrări referindu-se la tăierea cu jet de apă, la transformatoarele tip solid state și la variante a dezvoltării unui mediu de învățare on-line de tip multilevel, cu studii de satisfacție a tuturor participanților la acest proiect, cu mențiunea că el a fost întrerupt chiar la începutul pandemiei, lipsa rutinei precum și a unei perioade de probă mai îndelungate nepermițându-ne să îl utilizăm pe perioada pandemiei.

1.2 Realizările științifice

Activitatea științifică a început din anii studenției, la conferințele studențești naționale din Cluj și Timișoara în anul 1987 iar după absolvire în anul 1988 noiembrie obținând premiul II la ambele conferințe Naționale TCM. După absolvirea Facultății am participat în continuare până în 1989 la aceste conferințele Naționale similare a specializării TCM cu comunicări care au fost premiate.

Activitatea științifică la modul sintetic:

1.2.1 Articole științifice publicate în reviste indexate ISI (Web of Science)

- [1.] Morariu, AM; **Glavan, DO**; Muncut, ES; Radu, I; Komjaty, A „Comparative study between programming in a design program and a cnc program”. Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 65, Issue 1, 2022. Indexat ISI:WOS: 000773188500015.
- [2.] **Glavan, DO**; Kazomir, EC; Babanatsas, T „Creating a cnc experimental prototype laser using recyclable materials for mechanical parts”, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue 2, 2021. Indexat ISI:WOS: 000684576900007.
- [3.] Bucevschi, A; Popa, A; **Glavan, DO** „Mathematical modeling of some influence factors of yarn irregularity”, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue 2, 2021. Indexat ISI:WOS:000684576900005.
- [4.] T. Babanatsas, R. M. Babanatis Merce, **D. O. Glavan** and A. Komjaty: ”Experimental study of decreasing the damage to the olive tree during mechanized harvesting”, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019. Indexat ISI:WOS:000464577100026.
- [5.] R. M. Babanatis Merce, T. Babanatsas and **D. O. Glavan**: ”Value analysis of harvesting systems for olives”, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019. Indexat ISI: WOS:000464577100025.
- [6.] **O. Glavan**, T. Babanatsas, A. Glavan, R. M. Babanatis-Merce, I. Radu and M. C. Gaspar: ”Study of the manufacturing precision on turning machine with inclined bed frame in real time of processing,, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019. Indexat ISI: WOS:000464577100011.
- [7.] Tahir, U; Abbas, G; **Glavan, DO**; Balas, VE; Farooq, U; Balas, MM; Raza, A; Asad, MU; Gu, J „Design of Three Phase Solid State Transformer Deployed within Multi-Stage Power Switching Converters”, APPLIED SCIENCES-BASEL 6, Issue 17, 2019. WOS: 000488603600107, ZONA GALBENĂ Factor de impact 2.217- 2018, 2.287 în ultimi 5 ani.
- [8.] **O. Glavan**, N. Ursu-Fischer, T. Babanatsas, I. Radu and R. M. Babanatis-Merce: ”Tool machinery frames comparison: welded or molded structures,, Acta TechnicaNapocensis,

- Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 61, Issue 4, 2018. Indexat ISI: WOS:000453442200004.
- [9.] **O. Glăvan**, T. Babanatsas, C. Ciupan, R. M. Babanatis-Merce, I. Radu and M. C. Gaspar: "Processing precision on turning machine with inclined bed frame,, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 61, Issue 4, 2018. Indexat ISI: WOS:000453442200005.
- [10.] Babanatis Merce, R. M., Babanatsas, T., **Glăvan, D. O.**, Mircea, R., Glăvan, A.I., Bucevschi, A., Gaspar, M.C.: "Programming optical sensors to increase performance of olive sorting system", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue 1, 2021 (WOS:000694719400012).
- [11.] Babanatis Merce, R. M., Babanatsas, T., Glăvan, **D. O.**, **Glăvan**, A.I., Bucevschi, A., and Gaspar, M.C.: "Automated tool for olive color recognition in sorting system development", Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 64, Issue 1, 2021 (WOS:000694719400012).

1.2.2 Articole științifice publicate în Proceedings indexate ISI (Web of Science)

- [1.] R M Babanatis Merce, T Babanatsas and **D O Glăvan**, Experimental study on the automatic selection of olives, 9th International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE, Vol. 290, 2019. WOS:000569367700053.
- [2.] T Babanatsas, **D O Glăvan**, R M Babanatis Merce and A Glăvan, Study of Forces Influencing the Shaking Parameters in Mechanized / Robot-assisted Harvesting of Olives, 9th International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE, Vol. 290, 2019. WOS:000569367700034.
- [3.] Gaspar, MC; Pikkarainen, A; Celorrio-Barrague, L; **Glăvan, DO** „online learning environment tools in higher education: contributions to their integration in engineering courses”. 12th International Technology, Education and Development Conference (INTED) 2018 WOS:000448704002051
- [4.] **D. O. Glăvan**, T. Babanatsas and R. M. Babanatis Merce: “ 3D modeling of olive tree and simulating the harvesting forces”, MSE 2017 8th International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE, Vol. 121, 2017. Indexat ISI: WOS:000435283800116.
- [5.] **D. O. Glăvan**, T. Babanatsas: “Tool machinery vibrations frames comparison concerning welded or moulded manufacturing structures”, MSE 2017 “Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017. Indexat ISI: WOS:000435283800005.
- [6.] Sima, G; Lile, R; **Glăvan, DO**; Muncut, E „Management, Traceability and Control of Industrial Processes”. SOFT COMPUTING APPLICATIONS, (SOFA 2014), VOL 2. WOS:000452854600021.
- [7.] Sima, G; **Glăvan, DO**; Alexandru, P; Muncut, E. „Hard as a Rock or Deformation Controlled?”. SOFT COMPUTING APPLICATIONS, (SOFA 2014), VOL 1. WOS: 000452853200011.

1.2.3 Articole științifice publicate în baze de date internaționale

- [1.] Considerations about command system for lathes with numerical controls, adaptive controls and copying system with hydraulic modules or computer assisted. Glăvan, D.O., Babanatsas, T., Borzan, M., Radu, I., Babanatis Merce, R.M.. KOD 2018 - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <http://www.kod.ftn.uns.ac.rs/#committees>, <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57023484500>
- [2.] Harvesting olive tree using accurate vibrations generated by a robotic system. T Babanatsas1, D O Glăvan, R M Babanatis Merce, M Borzan, I Radu1 and S A Maris. KOD 2018 - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <http://www.kod.ftn.uns.ac.rs/#committees> <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57023484500>
- [3.] Contributions to optimization of storage and transporting industrial goods. Babanatsas, T., Babanatis Merce, R.M., Glăvan, D.O., Glăvan, A.. ICAS2017 - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57023484500>

- [4.] Modelling in 3D the olive trees cultures in order to establish the forces (interval) needed for automatic harvesting. Babanatsas, T., Glăvan, D.O., Babanatis Merce, R.M., Maris, S.A., ICAS2017 - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57023484500>
- [5.] Comparative study of tool machinery sliding systems; Comparison between plane and cylindrical basic shapes. Glăvan, D.O., Babanatsas, T., Babanatis Merce, R.M., Glăvan, A., ICAS2017 - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57023484500>
- [6.] Collaborative tools in higher education: The use of Wikis by industrial and mechanical engineering students Marcelo Gaspar a , Escola Superior de Tecnologia, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco 6000-767, Portugal. Luis Celorrio-Barrague b, Dpto. de Ingenieria Mecanica. Universidad de La Rioja, Logrono 26006, Spain. Ari Pikkarainen c , Department of Mechanical Engineering, Lapland University of Applied Sciences, Rovaniemi 96300, Finland. Dan Ovidiu Glavan d, "Universitatea Aurel Vlaicu" din Arad, Arad 310130, Romania. Selected paper of 8th World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership, (WCLTA 2017) 26-28 October 2017, Universidade Aberta, Lisbon, Portugal New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences Volume 4, Issue 8, (2017) 144-152 IJ New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences ISSN:2547-8818 DOI <https://doi.org/10.18844/prosoc.v4i8.3025> www.prosoc.eu Selection and peer review under responsibility of Prof. Dr. Jesus Garcia Laborda, University of Alcala, Spain. ©2017 SciencePark Research, Organization & Counseling <https://sproc.org/ojs/index.php/pntsbs/issue/view/179>
- [7.] Study on the influence of supplying compressed air channels and evacuating channels on pneumatical oscillation systems for vibromoulding. D O Glăvan, I Radu, T Babanatsas, R M Babanatis Merce, I Kiss and M C Gaspar ICAS2017 - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57023484500>
- [8.] The case for the wireless ad hoc system for positioning and its use in sports. .A. Glavan D O Glăvan, T Babanatsas and R M Babanatis Merce. ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering, Tome XV, 2017, ISSN 1584-2673 <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2017/ANNALS-2017-2-19.pdf>
- [9.] Concept of automating olive oil harvesting system Theoharis Babanatsas, Dan Glavan, Roxana Mihaela Babanatis Merce Acta Technica Corviniensis- Bulletin of Engineering 2016 september ISSN 2067-3809 <http://acta.fih.upt.ro/pdf/archive/ACTA-2016-3.pdf>
- [10.] Study of harvesting methods and necessity of olive harvesting robot Dan Glavan, Babanatsas Theoharis, Roxana Mihaela Babanatsas Merce Annals of Faculty of Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering 2016 august ISSN1584-2665 <http://acta.fih.upt.ro/pdf/archive/ACTA-2016-3.pdf>
- [11.] THE COMPARED DYNAMIC STUDY OF A NORMAL PARALLEL LATHE FRAME MADE IN THE WELDED VERSION AND CASTED VERSION BABANATSAS THEOHARIS , GLĂVAN DAN OVIDIU ,MERCE ROXANA MIHAELA Annals of the University of Petroșani, Mechanical Engineering, 17 (2015), 5-12 ISSN 1254-9166 Editura Universitas Petrosani <https://www.upet.ro/annals/mechanical/>
- [12.] COMPARATIVE RESEARCH BEDFRAME BEHAVIOR ON A LATHE NORMAL VARIATIONS CAUSED MOLDED OR WELDED TO THE REQUESTS OF FORCED VIBRATIONS DAN OVIDIU GLĂVAN , THEOHARIS BABANATSAS ,ROXANA MIHAELA MERCE Annals of the University of Petroșani, Mechanical Engineering, 17 (2015), 5-12 ISSN 1254-9166 Editura Universitas Petrosani <https://www.upet.ro/annals/mechanical/>
- [13.] Nonconventional sources of movement used to obtain high level precision manufacturing , Alexandru Popa, Dan Ovidiu Glăvan, Doina Mortoiu, Adina Bucevschi “Gheorghe Asachi” University of Iași – Faculty of Machine Manufacturing and Industrial Engineering the 19th International Conference IManE 2015 Trans Tech Publications Switzerland, Applied Mechanics and Materials, ISSN 1662-7482, Vol 809-810 pp75-80, D.O.I. 10.4028, Innovative Manufacturing Engineering 2015 , ISBN-13:978-3-03835-663-9 www.scientific.net/AMM.809-810.75
- [14.] Solution for industrial process optimization , Alexandru Popa, Dan Ovidiu Glăvan, Adina Bucevschi, Doina Mortoiu, “Gheorghe Asachi” University of Iași – Faculty of Machine Manufacturing and Industrial Engineering the 19th International Conference IManE 2015 Trans Tech Publications Switzerland, Applied Mechanics and Materials, ISSN 1662-7482, Vol

- 809-810 pp1348-1353, D.O.I. 10.4028, Innovative Manufacturing Engineering 2015 ISBN-13:978-3-03835-663-9 www.scientific.net/AMM.809-810.1348
- [15.] Structural Analysis for Joining Dissimilar Thin Sheets with CMT (Cold Metal Transfer) Process , MUNCUT Elena , PERIANU Aurel, GLAVAN Dan SIMA Gheorghe Advanced Materials Research Vol 1111 (2015) pp 49-55 Submitted:2015-01-28 © (2015) Trans Tech Publications, Switzerland Revised:2015-04-02 doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1111.49 Accepted:2015-04-02 Trans Tech Publications Switzerland ,Advanced materials Research, ISSN 1662-8985, Vol 1111 pp49-55, D.O.I. 10.4028/www.scientific.net/AMR.1111.49, Structural Integrity of Welded Structures XI, ISBN-13:978-3-03835-492-5 <https://www.scientific.net/AMR.1111/book> <https://www.scientific.net/AMR.1111.49>
- [16.] “Optimising joint technology of thin sheets of different composition and its quality management “ Elena Muncut , Ramona Lile , Gheorghe Sima , Glavan Dan * Pensee Journal 2014 (ISSN: 0031-4773) Vol. 76, Issue. 5
- [17.] Linear dependence between energy at weldbrazing and thickness of interlayer made of intermetallic compounds for a buffer of 20 and 40 nickel ' Elena Muncut, Gheorghe Sima, Glavan Dan, Radu Ioan Pensee Journal 2014 (ISSN: 0031-4773) Vol. 76, Issue. 4
- [18.] „Study of harvesting methods and modeling of production processes of olive oil” Dan Glăvan+1autor Annals of the University of Oradea, Fascicle of Management and Tehnological Engineering, Oradea 2008 ISSN 1583-0691 Cotată CNCSIS B+
- [19.] „Copierea în condiția comenzi adaptive” Dan Glăvan+1autor Annals of the University of Oradea, Fascicle of Management and Tehnological Engineering, Oradea 2008 ISSN 1583-0691 Cotată CNCSIS B+
- [20.] „Studiul regimului variabil și a comenzii adaptive” Dan Glăvan+1autor Annals of the University–Petrosani – 2008 ISBN 1842-4449,
- [21.] „Sisteme de copiere” Dan Glăvan+1autor Annals of the University – Petrosani – 2008 ISBN 1842-4449

1.2.4 Articole științifice publicate în **alte baze de date**

- [1.] Un caz specific de calcul al ghidajelor Glăvan Dan 100% Sesiunea Națională TCM Cluj, 1987 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:IWHjjKOFI NEC
- [2.] Optimizarea unei construcții speciale de ministrung Glăvan Dan Dodon Eugen Conferinta Națională TCM Cluj, 1988 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:qUcmZB5y_3 0C
- [3.] „Equipment for vibrosmoothing. Testing the physical pattern” Glăvan Dan, Radu Ioan Godollo/Hungary 15-16 January 2002 HUNGARIAN ACADEMY of SCIENCES https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:TFP_iSt0sucC
- [4.] „Stress distribution on cylindrical slides in the transversal cross section” Glăvan Dan Radu Ioan Godollo/Hungary 15-16 January 2002 HUNGARIAN ACADEMY of SCIENCES https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:isC4tDSrTZIC
- [5.] „Considerații asupra preciziei arborilor principali la strunguri” Glăvan Dan autor unic Publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 1992, sect. Mașini Unelte https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:R3hNpaxXUH UC
- [6.] „Posibilități de estimare a rigidității statice a batiurilor de strung” Glăvan Dan, Redac Teodor Publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 1992, sect. Mașini Unelte https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:e5wmG9Sq2 KIC
- [7.] „Studiul asupra structurilor de strunguri mici” Glăvan Dan autor unic Publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 1992, sect. Mașini

- Unelte
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:_Qo2XoVZTnwC
- [8.] „Ghidaje prismatice sau circulare de strunguri” Glăvan Dan publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 1996, Secțiunea I.1
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:RHpTSMoSYBkC
- [9.] „Studii comparative asupra rigidității statice la strunguri” Glăvan Dan, Radu Ioan, Nitu Adrian publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 1996, Secțiunea I.1
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:4JMBOYKVnBMC
- [10.] Structuri noi în condițiile copierii și a comenzii adaptive la strunguri Dan Glavan 1999
 Universitatea “Politehnica” Timisoara
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:WF5omc3nYNoC
- [11.] „Ghidajele circulare și precizia lor” Glăvan Dan, Babanatsas Theoharis autor publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 2000
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:maZDTaKrznsC
- [12.] „Sisteme de comandă în cazul comenzii adaptive și a copierii” Glăvan Dan, Babanatsas Theoharis publicată în cadrul Sesiunii de Comunicări Științifice a Universității “Aurel Vlaicu” Arad, mai, 2000
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:M3NEmzRMikIC
- [13.] Condiția de difracție a razelor x Dan Glavan, Rodica Glavan Conferința 30 de Ani de Invatamint Superior de Stat in Arad 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:roLk4NBRz8UC
- [14.] Copierea în condițiile comenzii adaptive D Glăvan, I Radu, B Theoharis Sesiunea anuală cu participare internațională IMT Oradea, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:RGFaLdJalmkC
- [15.] Experimentarea regimului variabil și a comenzii adaptive D Glăvan, B Theoharis Sesiunea jubiliara de comunicari stiintifice cu participare internationala “30 ANI DE INVATAMANT SUPERIOR DE STAT IN ARAD” ARAD, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:NaGl4SEjCO4C
- [16.] Tehnologia de realizare a ghidajelor circulare D Glăvan, B Theoharis Sesiunea jubiliara de comunicari stiintifice cu participare internationala “30 ANI DE INVATAMANT SUPERIOR DE STAT IN ARAD” ARAD, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:J_g5lzvAfSwC
- [17.] Considerații asupra formei ghidajelor la strunguri D Glăvan, I Radu Sesiunea jubiliara de comunicari stiintifice cu participare internationala “30 ANI DE INVATAMANT SUPERIOR DE STAT IN ARAD” ARAD, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:RYcK_YIVTYC
- [18.] Utilizarea sistemelor de comandă în cazul comenzii adaptive și a copierii D Glăvan, I Radu Sesiunea jubiliara de comunicari stiintifice cu participare internationala “30 ANI DE

- INVATAMANT SUPERIOR DE STAT IN ARAD” ARAD, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:ISLTfruPkq cC
- [19.] Sisteme robotizate în agricultură D Glăvan, B Theoharis Sesiunea jubiliara de comunicari stiintifice cu participare internationala “30 ANI DE INVATAMANT SUPERIOR DE STAT IN ARAD” ARAD, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:vV6vV6tmY wMC
- [20.] „Stress distribution on cylindrical slides in the longitudinal cross section” D Glăvan, I Radu Godollo/Hungary 15-16 January 2002 HUNGARIAN ACADEMY of SCIENCES
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:bEWYMUwI8FkC
- [21.] „Equipment for vibrosmoothing. Testing the phisical pattern” D Glăvan, I Radu Godollo/Hungary 15-16 January 2002 HUNGARIAN ACADEMY of SCIENCES
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:TFP_iSt0sucC
- [22.] „Stress distribution on cylindrical slides in the transversal cross section” D Glăvan, I Radu Godollo/Hungary 15-16 January 2002 HUNGARIAN ACADEMY of SCIENCES
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:isC4tDSrTZIC
- [23.] „Pneumatical oscilation system with two masses D.N.5. Mathematical pettern.” Glăvan Dan +1 autor Godollo/Hungary 15-16 January 2002 HUNGARIAN ACADEMY of SCIENCES
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:k_IJM867U9cC
- [24.] „Study of line system for vibromoothing device D.N.6-1” Glăvan Dan, Radu Ioan Nitra/Slovakia 29-30.05.2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:JV2RwH3_ST0C
- [25.] „Study of line system for vibromoothing device D.N.6-2” Glăvan Dan Radu Ioan/Slovakia 29-30.05.2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:blknAaTinKkC
- [26.] „Active structure” Glăvan Dan, Radu Ioan Nitra/Slovakia 29-30.05.2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:hMod-77fHWUC
- [27.] „Contributions to the concept and manufacture of a dive harvesting robot” D Glăvan, B Theoharis Conferința națională de robotică, Craiova 17-19 oct.2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:ns9cj8mVeAC
- [28.] „Sisteme de copiere” Glăvan Dan+2autori SIMPOZIONUL ȘTIINȚIFIC INTERNAȚIONAL “UNIVERSITARIA ROPET 2002” Petroșani 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:nb7KW1ujOQ 8C
- [29.] „Studiul regimului variabil și a comenzii adaptive” Glăvan Dan+2autori SIMPOZIONUL ȘTIINȚIFIC INTERNAȚIONAL “UNIVERSITARIA ROPET 2002” Petroșani 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:KxtntwgD Aa4C
- [30.] „Condiția de difracție a razelor X” Glăvan Dan+1autor Sesiunea jubiliara de comunicari stiintifice cu participare internationala “30 ANI DE INVATAMANT SUPERIOR DE STAT IN ARAD” ARAD, 2002
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:roLk4NBRz8 UC
- [31.] „Command system for lathes with numerical controls” Glăvan Dan, Radu Ioan, Mortoiu Doina, Adrian But Quality and reability of machines 27-28. 05. 2003, NITRA. Slovakia. ISBN

- 80-8069-195-9
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:35N4QoGY0k4C
- [32.] „About the splinters forces at honing proceeding” Glăvan Dan, Radu Ioan, Mortoiu Doina, Adrian But Quality and reability of machines 27-28. 05. 2003, NITRA. Slovacia. ISBN 80-8069-195-9
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:70eg2SAEIZsC
- [33.] „A group technology used in motor shields manhining on NC lathes” Glăvan Dan, Radu Ioan, Mortoiu Doina, Adrian But Quality and reability of machines 27-28. 05. 2003, NITRA. Slovacia. ISBN 80-8069-195-9
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:2P1L_qKh6hAC
- [34.] „Solution of the mould carrier for flexibil moulding lines” Glăvan Dan, Radu Ioan, Mortoiu Doina, Adrian But Quality and reability of machines 27-28. 05. 2003, NITRA. Slovacia. ISBN 80-8069-195-9
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:ldfaerwXgEUC
- [35.] „Study of cylindrical slides in transversal cross section” Glăvan Dan, Radu Ioan Quality and reability of machines 26-27. 05. 2004, NITRA. Slovacia. ISBN 80-8069-369-2
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:LkGwnXOMwfcC
- [36.] „Study of influence supplying channels and eviting channels with compressed air for oscilation system pneumatical with two masses” Glăvan Dan, Radu Ioan, Mortoiu Doina Quality and reability of machines 26-27. 05. 2003, NITRA. Slovacia. . ISBN 80-8069-369-2
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:M05iB0D1s5AC
- [37.] „Study of cylindrical slides in longitudinal cross section” Glăvan Dan+1 autor Quality and reability of machines 26-27. 05. 2004, NITRA. Slovacia. . ISBN 80-8069-369-2
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:_FxGoFyzp5QC
- [38.] „Contributions to the concept of an olive harvesting robot” Dan Glăvan, Babanatsas Theoharis Symposium Research and Education in Innovation Era, 3rd Ed., Section Engineering, Arad – 2008 ISSN 1842-9718.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:g5m5HwL7SMYC
- [39.] „Harvesting methods and necessity of harvesting robot.” Dan Glăvan, Babanatsas Theoharis Symposium Research and Education in Innovation Era, 3rd Ed., Section Engineering, Arad – 2008 ISSN 1842-9718.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:pqnbT2bcN3wC
- [40.] „Considerente noi în cazul comenzii adaptive și a copierii” Dan Glăvan, Babanatis Theoharis Symposium Research and Education in Innovation Era, 3rd Ed., Section Engineering, Arad – 2008 ISSN 1842-9718.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:HoB7MX3m0LUC
- [41.] „Studiul asupra formelor ghidajelor” Dan Glăvan, Babanatsas Theoharis Symposium Research and Education in Innovation Era, 3rd Ed., Section Engineering, Arad – 2008 ISSN 1842-9718.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:ufrVoPGSRksC

- [42.] „PROTOTYPING METHODS FOR CONSTRUCTION OF PHYSICAL OBJECTS USING SOLID FREEFORM FABRICATION. „ Dan Glăvan, Babanatis Theoharis, Mortoiu Doina, Gal Lucian Symposium Research and Education in Innovation Era, 3rd Ed., Section Engineering, Arad – 2008 ISSN 1842-9718. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:ZH01McVdvXMC
- [43.] „BUILDING COLOR PHYSICAL MODELS DIRECTLY FROM CAD DATA USING PROTOTYPING METHODS.” Dan Glăvan, Babanatis Theoharis, Mortoiu Doina Symposium Research and Education in Innovation Era, 3rd Ed., Section Engineering, Arad – 2008 ISSN 1842-9718. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:3s1wT3WcHBgC
- [44.] „STUDY ON IMPROVING PERFORMANCE PETROL SUPERCHARGED ENGINES” Dan GLĂVAN, Babanatis Theoharis, Mortoiu Doina, Igrat Sorin International Symposium Research and Education in Innovation Era, 4 th Ed., Section Engineering – 2012 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:zA6iFVUQeVQC
- [45.] „PROTOTYPING METHODS FOR CONSTRUCTION OF PHYSICAL OBJECTS” Glăvan Dan, Babanatsas Theoharis, Mortoiu Doina International Symposium Research and Education in Innovation Era, 4 th Ed., Section Engineering – 2012 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:u_35RYKgDlwC
- [46.] „ALTERNATIV METODEDES TO BUILDING PHYSICAL MODELS USING PROTOTYPING METHODS” Glăvan Dan, Babanatsas Theoharis, Mortoiu Doina International Symposium Research and Education in Innovation Era, 4 th Ed., Section Engineering – 2012 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:fPk4N6BV_jEC
- [47.] „BUILDING PHYSICAL MODELS. 3D PRINTING VS CONVENTIONAL TECHNOLOGIES” Glăvan Dan, Babanatis Theoharis, Mortoiu Doina Symposium Research and Education in Innovation Era, 4 th Ed., Section Engineering – 2012 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:4OULZ7Gr8RgC
- [48.] „CORRECTION IN REAL TIME USING MAGNETO-STRICTIVE ENGINES IN MANUFACTURING ” Glavan Dan Theoharis, Babanatsas; Babanatis, Merce, Roxana, Mihaela ISREIE UAV 2014 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:dshw04ExmUIC
- [49.] „SENSORIAL SYSTEM FOR PROCESS” Glavan Dan Theoharis, Babanatsas; Babanatis, Merce, Roxana, Mihaela ISREIE UAV 2014 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:UxriW0iASnsC
- [50.] SIMULATE OF SHAKING FORCES ON 3D OLIVE TREE MODEL GLĂVAN Dan, BABANATIS MERCE Roxana Mihaela, BABANATSAS Theoharis International Conference ISREE (2016) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:a0OBvERwELwC
- [51.] STUDY OF AN AUTOMATIC SELECTION SYSTEM OF OLIVES GLĂVAN Dan, BABANATIS MERCE Roxana Mihaela, BABANATSAS Theoharis International Conference ISREE (2016) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&ccstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:D03iK_w7-QYC
- [52.] AD HOC SYSTEM FOR POSITIONING IN SPORTS ALTERNATIVE SOLUTIONS GLĂVAN Dan, BABANATIS MERCE Roxana Mihaela, BABANATSAS Theoharis

- International Conference ISREE (2016) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:pyW8ca7W8N0C
- [53.] STUDY OF MOLDED OR WELDED BEDFRAME BEHAVIOR ON A LATHE GLĂVAN Dan, BABANATIS MERCE Roxana Mihaela, BABANATSAS Theoharis International Conference ISREE (2016) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:f2IySw72cVMC
- [54.] STUDY OF AN AUTOMATIC SELECTION SYSTEM OF OLIVES GLĂVAN Dan, BABANATIS MERCE Roxana Mihaela, BABANATSAS Theoharis International Conference ISREE (2016) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=100&pagesize=100&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:D03iK_w7-QYC
- [55.] PRECISE POSITIONING OF AUTONOMOUS AGRICULTURAL VEHICLES USING AD HOC SYSTEM Dan GLAVAN; Theoharis BABANATSAS; Roxana Mihaela BABANATIS MERCE; Monica SZABO International Conference ISREE (2018) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:EUQCXRtRnyEC
- [56.] HEATING AND LIGHTING CONTROL IN OLIVE DEPOSITE Dan GLAVAN ; Roxana Mihaela BABANATIS MERCE ; Theoharis BABANATSAS ; Rodica Adriana GLAVAN International Conference ISREE (2018) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:abG-DnoFyZgC
- [57.] SIMULATION OF NATURAL VENTILATION OF A AGRICULTURAL WAREHOUSE BUILDING MERCE Roxana, Mihaela, BABANATIS, GLAVAN Dan, BABANATSAS Theoharis, GLAVAN Rodica, Adriana, SZABO Monica International Conference ISREE (2018) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:NhqRSuPF_18C
- [58.] 3D MODELING OF THE SHAKING FORCES OF OLIVE TREE Theoharis BABANATSAS; Dan GLAVAN; Roxana Mihaela BABANATIS MERCE; Monica SZABO; Andrei KOMJATY; Adriana MOTICA International Conference ISREE (2018) University „Aurel Vlaicu” of ARAD, Mechanical Engineering
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=sIBXGsUAAAAJ&sortby=title&citation_for_view=sIBXGsUAAAAJ:b0M2c_1WBrUC

1.2.5 Cărți și capitole din cărți

A) Cărți și capitole din cărți în publicații internaționale

- [1.] Enhanced Reconditioning of Heavy-Duty Pulp Industry Equipment: Advantages of Abrasive Waterjet Cutting Armando Lopes Ramalho (Polytechnic Institute of Castelo Branco, Portugal), Agostinho da Silva (Instituto Politécnico de Leiria, Portugal), Marcelo Calvete Gaspar (Instituto Politécnico de Leiria, Portugal), Carlos Capela (Instituto Politécnico de Leiria, Portugal), Luis Celorrio-Barragué (Universidad de La Rioja, Spain) and Dan Ovidiu Glăvan (University Aurel Vlaicu Arad, Romania)
 Source Title: Handbook of Research on Driving Industrial Competitiveness With Innovative Design Principles Copyright: © 2020 |Pages: 17 DOI: 10.4018/978-1-7998-3628-5.ch015 <https://www.igi-global.com/chapter/enhanced-reconditioning-of-heavy-duty-pulp-industry-equipment/258714>
- [2.] Advanced Aspects of Engineering Research Vol. 1 Chapter 11 Computer Simulating Harvesting Forces Using 3D Modeling for the Olive Tree Dan Ovidiu Glăvan,

Andreea Ioana Glavan, Theoharis Babanatsas and Roxana Mihaela Babanatis Merce

Editor(s) Dr. Rodolfo Duflo Lopez Associate Professor, Department of Electrical Engineering, University of Zaragoza, Spain
 Email: rdufo@unizar.es; Engineering, University of Zaragoza, Spain
 FIRST EDITION 2021 / ISBN 978-93-90149-84-1 (Print) / ISBN 978-93-90149-85-8 (eBook) / DOI: 10.9734/bpilaer/v1

B) Cărți/manuale/monografii/capitole de specialitate

- [1.] Materiale avansate in design Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218 2018 ISBN 978-073-752-785-1 Glăvan Dan Ovidiu, Popa Alexandru, Babanatsas Theoharis, Merce Roxana Mihaela 314 pag.
- [2.] Ghidul materialelor în design Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, 2016 ISBN 978-973-752-772-1 Glăvan Dan Ovidiu, Babanatsas Theoharis, Merce Roxana Mihaela, Glăvan Rodica Adriana 259 pag
- [3.] Welcome in the world of 0 and 1 in cutting processing machines The book of CAD/CAM engineer Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, 2016, Nr CNCSIS 218 ISBN 978-973-752-771-4, Dan Ovidiu Glavan, Babanatsas Theoharis 148 pag (limba engleza)
- [4.] Componente ale Mașinilor-unelte Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, 2014, ISBN 978-973-752-709-7, Glăvan Dan Ovidiu 284 pag
- [5.] Compunerea și funcționarea Mașinilor-unelte Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, 2014, ISBN 978-973-752-710-3, Glăvan Dan Ovidiu.

C) Suporturi de curs/îndrumare

- [1.] Mașini Unelte și Agregate-curs Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, Glăvan Dan Ovidiu, 2014, ISBN 978-973-752-711-0;
- [2.] Proiectarea asistată de calculator-curs Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, Glăvan Dan Ovidiu, Babanatsas Theoharis, 2014, ISBN 978-973-712-7;
- [3.] Elemente de vibrații mecanice-curs, 2001 Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, Nr CNCSIS 218 Ioan Radu, Glăvan Dan Ovidiu ISBN 973-9361-52-8;
- [4.] Vibrațiile mecanice in tehnica, curs, 2001, Ioan Radu, Glăvan Dan Ovidiu, Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, Nr CNCSIS 218 ISBN 973-9361-50-1 ;
- [5.] Compunerea și construcția mașinilor-unelte, curs, 2002 Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, Glăvan Dan Ovidiu, Babanatsas Theoharis, Babanatsas Theoharis ISBN 973-99086-8-3;
- [6.] Mașini-unelte, curs, 1996 Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, Nr CNCSIS 218 Glăvan Dan Ovidiu;
- [7.] Îndrumător de Laborator CAM- Strunjire Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, 2013, Glăvan Dan Ovidiu, Babanatsas Theoharis ISBN 978-973-752-711-0;
- [8.] Îndrumător de Laborator CAM- Frezare 2014 Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218, 2013, Glăvan Dan Ovidiu, Babanatsas Theoharis ISBN 978-973-752-714-1;
- [9.] Îndrumător de Laborator Bazele generării suprafețelor pe mașini-unelte Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218 2015, Babanatsas Theoharis, Glăvan Dan Ovidiu ISBN: 978-973-752-731-8.

1.2.6 Brevete

- [1.] Lead screw type machine tool carriage feeder|consists of transverse and longitudinal combined drive
 Patent Number: RO104108-A Patent Assignee: INTR MASINI UNELTE ARAD Inventor(s): GLAVAN D O. International Patent Classification B23B-021/100 Derwent class Code :P54(metal milling ,machining, electroworking)
http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=1993173484&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=14&log_event=yes&product=UA&SID=F36JuiPaicURurpkM9P&viewType=fullRecord&doc=27&page=3
- [2.] Lead screw type machine tool carriage feeder|consists of transverse and longitudinal combined drive Patent Number: RO104108-A Patent Assignee: INTR MASINI UNELTE ARAD

Inventor(s): GLAVAN D O. International Patent Classification B23B-021/100 Derwent class Code :P54(metal milling ,machining, electroworking)
http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=1993173483&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=14&log_event=yes&product=UA&SID=F36JuiPaicURurpkM9P&viewType=fullRecord&doc=28&page=3

- [3.] Lead screw type machine tool carriage feeder|consists of transverse and longitudinal combined drive Patent Number: RO104107-A Patent Assignee: INTR MASINI UNELTE ARAD Inventor(s): GLAVAN D O International Patent Classification B23B-021/100 Derwent class Code :P54(metal milling ,machining, electroworking)
http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?colName=DIIDW&recordID=1993173482&log_event=no&search_mode=GeneralSearch&qid=14&log_event=yes&product=UA&SID=F36JuiPaicURurpkM9P&viewType=fullRecord&doc=29&page=3
- [4.] Brevet inovatie MIET Dispozitiv de antrenare a hirtiei pentru imprimante matriceale Glavan Dan

PARTEA II

2. Studii asupra structurilor portante la strunguri, sisteme de comandă și de compensare a erorilor, motoare pentru microdeplasări compensatoare și transformatoare solid state

În acest capitol sunt prezentate considerații teoretice și cercetări experimentale asupra a trei tipuri de structuri portante (batiuri): structura cu ghidaj semicircular, structura clasică a strungului normal paralel și structura strungului cu batiu înclinat, structuri realizate atât prin turnare cât și prin sudare, fiind cercetat comportamentul acestora în prelucrare normală cit și în cazul în care structura este supusă unor forțe perturbatoare. Tot în acest capitol sunt prezentate concepte de sisteme de comandă pentru strunguri, sisteme care contribuie la creșterea preciziei de prelucrare având „preîncărcate” valorile deformațiilor sistemului tehnologic elastic și putând astfel să facă corecția acestora precum și un studiu asupra transformatoarelor tip solidstate.

2.1 Structuri portante la strunguri, precizia acestora și sisteme de corecție a erorilor

2.1.1. Formularea problemei erorilor de fabricație și necesitatea corectării acestora

Scopul oricărui inginer este acela de a proiecta un produs care poate fi caracterizat drept „perfect”, adică fără erori în construcție, funcționalitate și întreținere.

Aceste așteptări vor rămâne întotdeauna un vis, cel puțin pe măsură ce matematica ne învață că între două puncte există întotdeauna un spațiu suficient pentru un al treilea, indiferent cât de aproape sunt primele două.

În ingineria reală, unde teoria se concretizează în mașini-unelte reale capabile să fabrice piese, este evident că eroarea zero nu există.

Au fost făcuți pași mari în ultimii 30 de ani folosind dispozitivele electronice, computerul și o mulțime de lucruri inovatoare, care au transformat o simplă mașină-unealtă de fabricație în aproape o uzină (având în vedere complexitatea procesului și domeniul mare al domeniilor de inginerie participante) eforturile având un singur scop: reducerea erorilor de fabricație și încercarea de a aduce cât mai aproape piesa finită care iese din procesul de fabricație de cea dorită adică aproape perfectă.

Acest proces a implicat o mulțime de evoluții în inovare, care creează sisteme capabile să controleze și să corecteze diferite erori care apar în mod natural (deformări termice, deformări mecanice, tensiuni interne, vibrații etc.) [63-68].

2.1.2 Cauzele apariției erorilor de prelucrare

În cazul prelucrărilor prin aşchiere pe strunguri diferența dintre piesa ideală (cea din desenul tehnic) și piesa reală rezultată în urma prelucrării pe mașina-unealtă este o sumă de erori provenite în principal din:

- ✓ erori datorate mașinii unelte: deformații la nivelul mașinii unelte, câmpuri termice, vibrații etc.;
- ✓ erori datorate sculelor aşchietoare: uzuri, instalare greșită, deformații datorită variației de temperatură;
- ✓ erori datorate piesei prelucrate: proasta instalare a acesteia pe mașina unealtă, itinerar tehnologic defectuos, vibrații, deformări termice etc..

În cele ce urmează vom trata problematica erorilor apărute ca urmare a deformațiilor la nivelul mașinii unelte.

Acestea se pot clasifica astfel:

- ✓ erori apărute ca urmare a cedărilor elastice la nivelul structurii portante a mașinii unelte;
- ✓ erori apărute datorită cedărilor la nivelul arborelui principal al mașinii unelte;
- ✓ erori apărute ca urmare a preluării unor jocuri datorită uzurii.

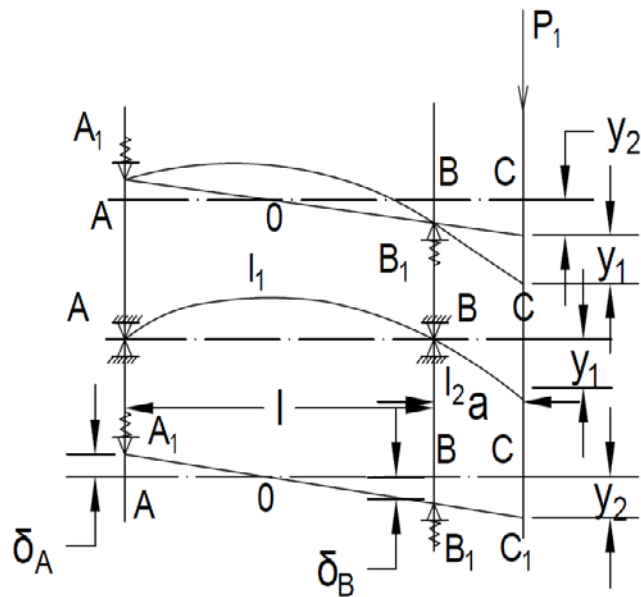
Principalul obiectiv în vederea realizării unei piese de precizie ridicată nu îl reprezintă conceperea unei mașini cu erori zero sau minime ci identificarea valorilor acestora în scopul de a le putea compensa în timpul prelucrării cu ajutorul sistemelor de comandă ale mașinii unelte.

Erorile apărute ca urmare a preluării unor jocuri nu vor fi tratate în prezentul capitol acestea fiind considerate ca făcând parte a unui plan de mentenanță a mașinii și deci remediabile. Oricum acestea sunt erori sistematice ușor de depistat și deci și de înlăturat.

2.1.2.1 Erorile apărute datorită cedărilor arborelui principal al mașinii unelte

Acest tip de erori reprezintă o sumă a deformației arborelui principal ca urmare a solicitării de încovoiere, a deformației arborelui principal ca urmare a forțelor tăietoare din consola acestuia și o sumă a cedărilor elastice din lărguirea arborelui principal.

În figura II.1 sunt prezentate sugestiv aceste deplasări, partea pozitivă fiind aceea că ele pot fi calculate și în consecință sunt cunoscute, deci se pot contracara prin introducerea unor parametri ”default” în comanda asistată de calculator a mașinii.



Figură II.1. Deplasările arborelui principal

Calculule pot determina deformația (săgeata) la vârful arborelui principal precum și torsiunea acestuia.

La întocmirea diagramei, arborele este înlocuit, de obicei, cu o bară pe suporturi articulate. O astfel de presupunere este valabilă atunci când există un singur rulment cu bile sau role în fiecare suport. În calcule mai exacte, mai mulți rulmenți cu bile sau cu role într-un singur suport trebuie considerate ca un suport elastic, în timp ce un ax care rulează în lăgăruiri speciale de precizie este considerat pe un fundament elastic. Acest ultim caz poate, de asemenea, să se reducă condiționat la un ax pe suporturi articulate la care se aplică un moment reactiv M în suport (figura 1). Valoarea acestui moment variază, conform datelor experimentale, de la zero (pentru sarcini ne semnificative, ca la mașinile de finisare) până la 0,3-0,35 din momentul extern care acționează în secțiunea din mijloc a axului de pe suport.

În încercările de calcul, deformația de îndoire și răsucirea torsională a secțiunilor fusului poate fi determinată analitic. De exemplu, devierea la vârful axului și răsucirea din suportul frontal sunt:

$$y = \frac{1}{3EI} \left[P_1 a^2 (a + l) - 0.5 P_2 a b l \left(1 - \frac{b^2}{l^2} \right) - M a l \right] \quad (1)$$

$$\theta = \frac{1}{3EI} \left[P_1 a l - 0.5 P_2 a l \left(1 - \frac{b^2}{l^2} \right) - M l \right] \quad (2)$$

unde I – valoarea momentului de inerție mediu pentru acest arbore $M \leq 0.35 P_1 a$

Ținând cont de componenta elastică a suporturilor, deformarea la vârful unui arbore principal, după acțiunea antrenării poate fi determinată prin formula

$$y = \frac{P}{j} = P \left[\frac{1}{kj_0} + \frac{1}{j_{00}h} + \frac{(1+k)^2}{j_B} + \frac{k^2}{j_A} \right] \quad (3)$$

Unde

j – rigiditatea

$j_0 = 3EI_1/a^3$ – rigiditatea între lagăre

$j_{00}h = 3EI_2/a^3$ – rigiditatea părții în consolă a arborelui principal

$k=a/l$ – coeficientul lungimii în consolă/ lungime totală a arborelui (coeficientul în consolă)

P – Încărcarea aplicată la vârful arborelui principal

I_1 și I_2 – momentele de inerție medii a secțiunilor arborelui principal între lagăre și respectiv a părții în consolă

J_B și J_A – rigiditatea lagărului față și a lagărului din spate

E –modulul lui Young

Dacă în loc de rigiditate în ultima ecuație introducem opusul acesteia, adică deformata $c = 1/l$, vom obține:

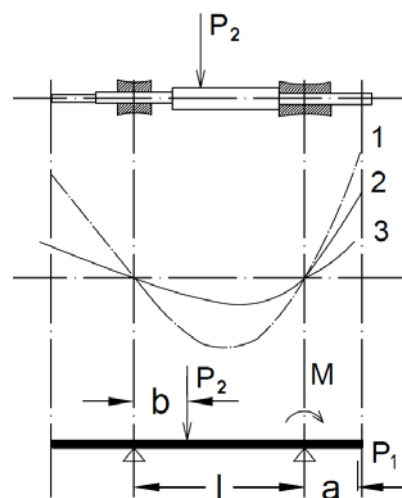
$$y = P \left[\frac{1}{k} C_0 + C_{00h} + (1+k)^2 C_B + k^2 C_A \right] \quad (4)$$

Relație care este mult mai convenabil de utilizat pentru efectuarea calculelor.

Forma detaliată a acestei ecuații este:

$$y = P \left[\frac{a^2}{3E} \left(\frac{l}{I_1} + \frac{a}{I_2} \right) + (1+k)^2 C_B + k^2 C_A \right] \quad (5)$$

Diagrama de deformare a arborelui, figura II.2.



Figură II.2. Diagrama de deformare a arborelui

Unde:

1-axa teoretică a arborelui cu arborele pe reazeme simple;

2-axa actuală a arborelui considerat elastic;

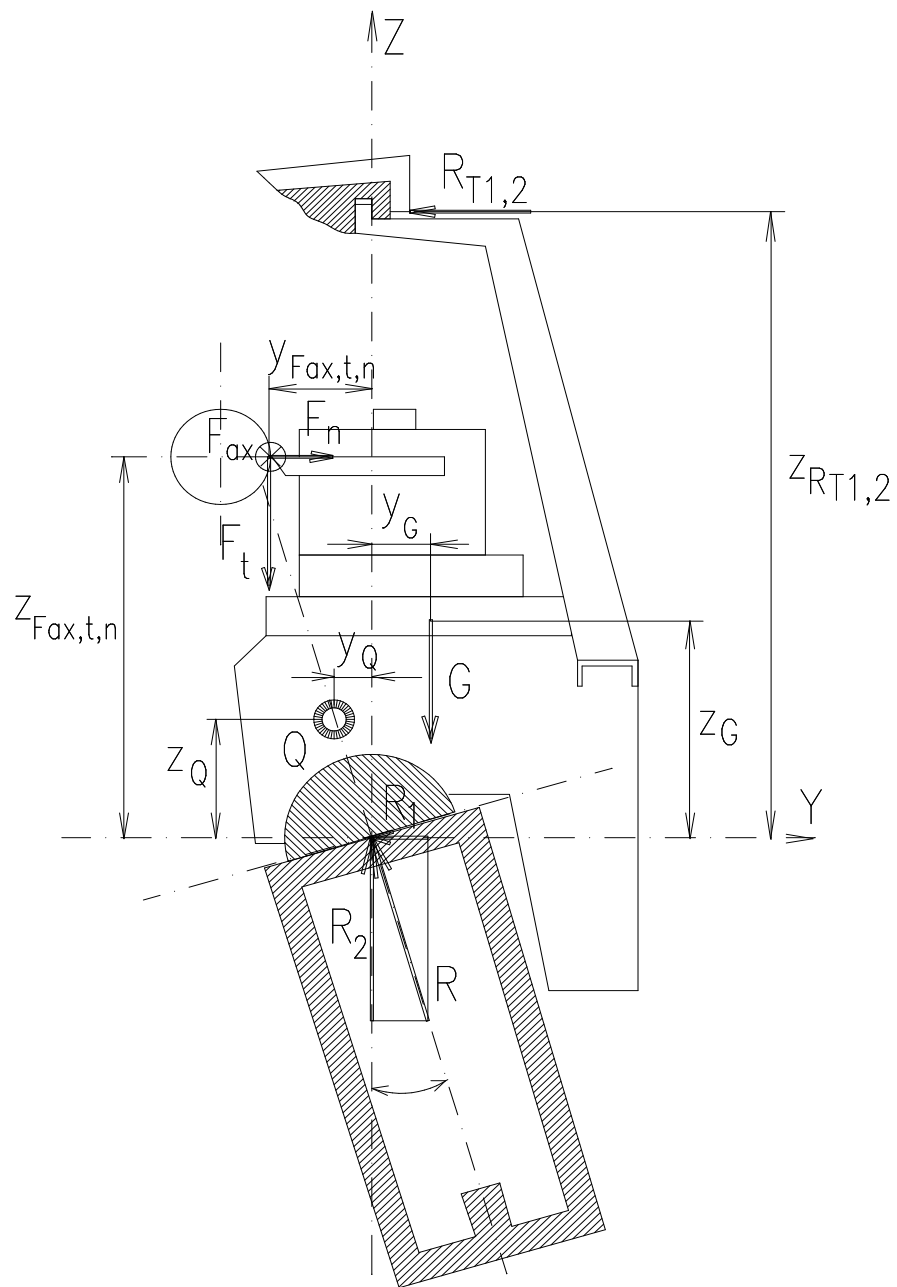
3-axa arborelui cu montaj în rulmenți

2.1.3.2 Erori de prelucrare datorită structurilor portante: cauze, comparație între diverse tipuri de structuri portante cu avantaje și dezavantaje pentru fiecare soluție

Cedarea elastică a structurilor portante este un lucru bine cunoscut și de necontestat. Pentru a evidenția dificultatea calculului săgeții totale a structurii în secțiunea transversală în care are loc așchieria (aceasta fiind principala cauză a erorilor datorate deformării elastice a structurilor) vom exemplifica un caz relativ simplu al unui strung cu ghidaj inferior semi-circular și ghidaj superior care se compune de fapt din una sau două fațete care au rolul de a împiedica rotirea saniei longitudinale în jurul centrului ghidajului inferior semi-circular.

Tipul de structură cu ghidaj inferior semicircular a mai fost studiat doar din punct de vedere teoretic dar pentru a putea face o corelație între considerentele teoretice și rezultatele experimentale vom relua pe scurt partea de considerente teoretice care de data aceasta va fi dublată de o parte experimentală conținând calcule privind experimentul propriu-zis, prezentarea principiului fizic precum și rezultatele experimentale.

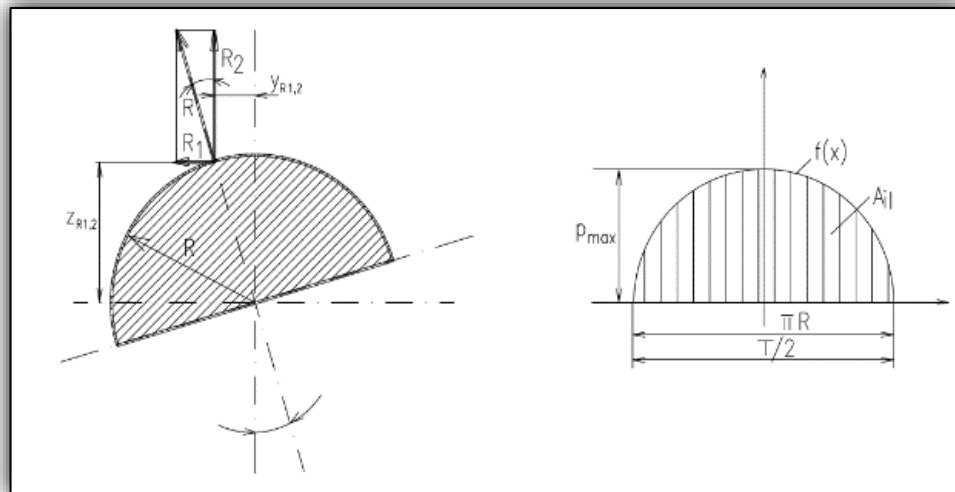
Am ales acest exemplu datorită avantajului pe care îl prezintă în separarea solicitărilor batiului, după cum se poate observa din figura II.3 fiind eliminată torsiunea batiului produsă de către sania longitudinală.



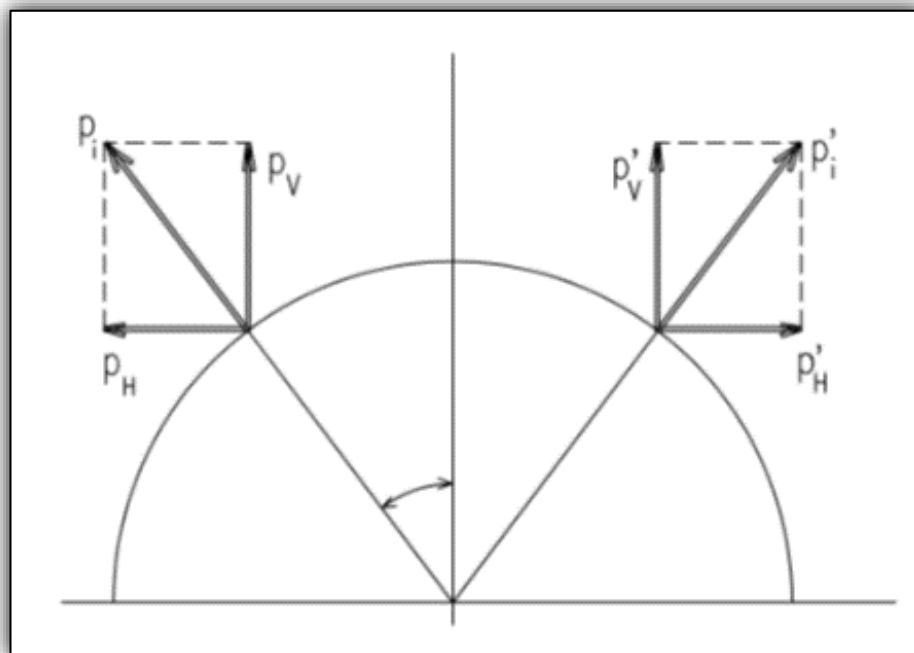
Figură II.3. Tensiunile în sania longitudinală

Studiul acestei structuri presupune cunoașterea distribuției de presiune pe ghidajul semicircular într-o secțiune transversală pe batiu (Figura II.4), secțiune care conține și vârful sculei așchietoare (Figura II.5 și figura II.6).

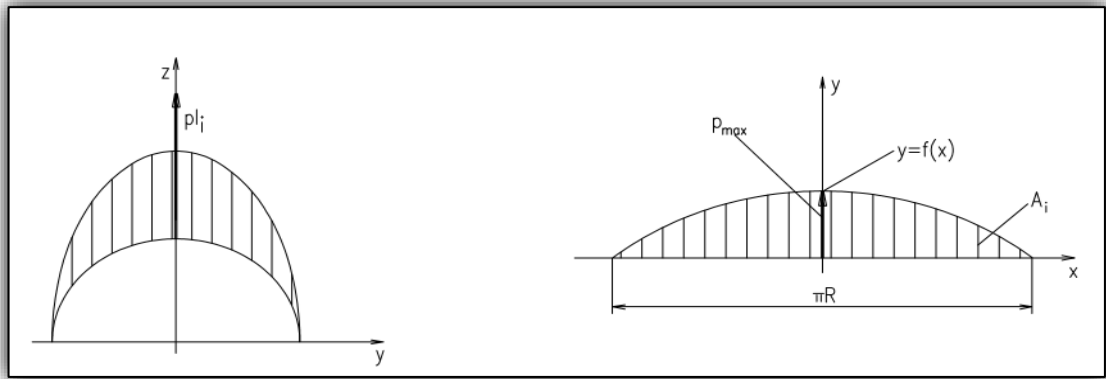
2.1.3.2.1 Considerente teoretice asupra distribuției de presiune pe ghidajele semicirculare



Figură II.4. Rezultanta în secțiune transversală pe ghidajul semicircular



Figură II.5. Reacțiunile pe ghidajul semicircular



Figură 11.6. Distribuția de presiune în secțiunea transversală aplicată ghidajului semicircular și aplicată ghidajului semicircular desfășurat

O caracteristică specifică a ghidajului semicircular este faptul că, componentele reacțiunii de pe axa orizontală se vor anula reciproc, generând doar o tensiune de compresie pe secțiunea orizontală a ghidajului, cu o valoare scăzută care nu afectează deloc precizia structurii și bineînțeles precizia finală a procesului de fabricație. Doar componentele verticale vor fi lăsate și vor conta în analiza de precizie [3].

Întrebarea care se poate pune în acest punct al discuțiilor este ce fel de curbă matematică generată de o ecuație reflectă cel mai bine curba de distribuție a presiunii pe ghidajul semicircular într-o secțiune transversală a acestuia?

Pentru această formă particulară de ghidaj putem scrie ecuațiile:

$$\begin{cases} p_H = p_i \sin a_i \\ p_V = p_i \cos a_i \\ \overline{p_H} + \overline{p_H} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

2.1.3.2.2 Determinarea teoretică a tipului curbei de distribuție a presiunii

Desfășurata curbei de distribuție a presiunii, prin forma acesteia, ne permite să anticipăm o distribuție de tip armonic, mai precis de tip cosinusoidal. Totuși, pentru rigurozitatea raționamentului, vom lua în considerare ca fiind posibile două variante.

Au fost analizate ca variante ale curbei de distribuție a presiunii în secțiunea transversală varianta armonică și varianta unei funcții polinomiale.

Distribuția după o funcție armonică

Formula generală pentru acest tip de funcție este:

$$f(x) = b \cdot \cos \omega x \quad (7)$$

În dorința de a determina constantele b și ω aria dintre funcția $f(x)$ și axa OX se egalează cu valoarea totală a presiunii în secțiunea respectivă, valoare care rezultă în urma distribuirii reacțiunilor

în secțiune longitudinală. Așadar valoarea reacțiunii distribuite în secțiunea longitudinală se egalează cu aria distribuției de presiune din secțiunea transversală.

$$p_i l = A_i \quad (8)$$

dar:

$$A_i = \int_{\frac{\pi R}{2}}^{\pi R} f(x) dx = \int_{\frac{\pi R}{2}}^{\pi R} b \cdot \cos \omega x dx = 2 \frac{b}{\omega} \sin \omega x \left\{ \begin{array}{l} \frac{\pi R}{2} \\ 0 \end{array} \right. \quad (9)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (10)$$

perioada T trebuie să îndeplinească următoarele condiții conform modelului grafic de desfășurare a presiunilor:

$$\pi R = \frac{T}{2} \Rightarrow T = 2\pi R \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi R} = \frac{1}{R}$$

$$\Rightarrow A_i = 2bR (\sin \frac{\pi R}{2} - \sin 0) = 2bR \quad (11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} A_i = 2bR \\ \omega = \frac{1}{R} \end{array} \right. \quad (12)$$

Deci în consecință formula de distribuție a presiunii în secțiunea transversală va fi:

$$\Rightarrow f(x) = \frac{p_i l}{2R} \cos \frac{1}{R} x \quad (13)$$

Distribuția după o funcție polinomială

Formula generală a unei funcții polinomiale este:

$$y = f(x) = -ax^2 + b \quad (14)$$

$$x = 0 \Rightarrow f(x) = b \quad (15)$$

$$\begin{aligned} A_i &= 2 \int_0^{\frac{\pi R}{2}} f(x) dx = 2 \int_0^{\frac{\pi R}{2}} (-ax^2 + b) dx = \\ &= 2 \left(-\frac{ax^3}{3} + bx \right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{\pi R}{2} \\ 0 \end{array} \right. = 2 \left(-\frac{a}{3} \left(\frac{\pi R}{2} \right)^3 + \frac{b\pi R}{2} \right) \end{aligned} \quad (16)$$

$$x = \frac{\pi R}{2} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f(x) = 0 \\ f(x) = -ax^2 + b \end{array} \right. \quad (17)$$

$$\Rightarrow -a \left(\frac{\pi R}{2} \right)^2 + b = 0 \quad (18)$$

$$A_i = p_i l \Rightarrow -\frac{a\pi^3 R^3}{12} + \frac{b\pi R}{2} = p_i l \quad (19)$$

$$\Rightarrow b = a \frac{\pi^2 R^2}{4}$$

$$\Rightarrow a = \frac{24}{\pi^3 R^3} p_i l$$

$$\Rightarrow b = \frac{6}{\pi R} p_i l \quad (20)$$

În consecință funcția polinomială, care ar putea defini distribuția de presiune într-o secțiune transversală, poate fi exprimată astfel:

$$f(x) = -\frac{24}{\pi^3 R^3} p_i l \cdot x^2 + \frac{6}{\pi R} p_i l \quad (21)$$

Studiile experimentale efectuate au arătat că distribuția presiunii într-o secțiune transversală pe un ghidaj semicircular are loc după o funcție armonică de tip cosinus, distribuție teoretică ce se apropie cel mai mult de rezultatele experimentale.

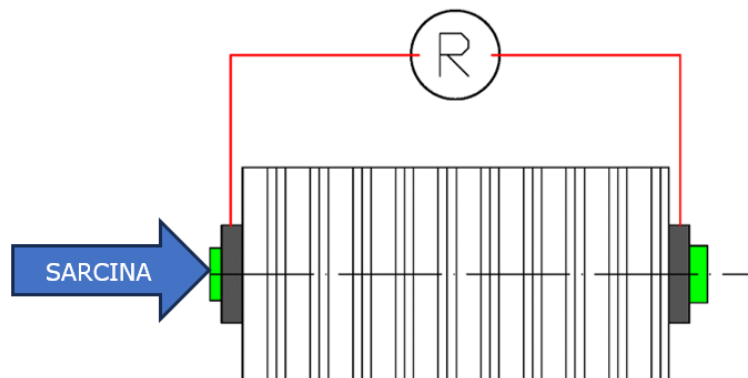
Considerentele teoretice enunțate anterior au fost confirmate prin încercări experimentale, acestea având la bază factorul de proporționalitate între valoarea presiunii dintre suprafețele în contact și mărimea rezistenței electrice pe o arie de măsurare bine definită dintre cele două suprafețe în puncte distincte de contact, puncte bine definite și poziționate în așa fel încât să acopere echidistant toată aria de contact.

2.1.3.2.2.1 Determinări experimentale privind distribuția presiunii pe ghidajele semicirculare

Măsurarea directă a presiunii în punctele de contact ale ghidajului cilindric este relativ dificil de realizat prin metode clasice deoarece orice timbru tensometric introdus între cele două suprafețe va schimba forma curbei de distribuție. Din acest motiv am conceput, realizat și experimentat un model care se bazează pe afirmația logică ”variația presiunii între două suprafețe realizată în domeniul elastic provoacă o variație a parametrilor electrici de conducție dintre cele două suprafețe”. Această afirmație poate fi ușor acceptată de logica inginerescă dar ea trebuie confirmată experimental.

În cazul unui sistem de ghidare cu ghidaje plane este evident că distribuția va fi una de tip linear.

Pornind de la premisa că valoarea rezistenței electrice dintre două suprafețe este dependentă de presiunea de contact dintre acestea am imaginat un experiment pentru un singur contact electric adică pentru o pereche de electrozi aflați în contact între care se manifestă o anumită presiune, figura II.7 [34, 43,72].



Figură II.7. Schema experimentului pentru determinarea corelației între presiunea de contact și rezistența electrică

Rezistența electrică de contact (REC) la contactele electrice este importantă în multe aplicații de inginerie, cum ar fi în sudură, tribologia de diagnosticare, etc deoarece semnalul și transmisia curentului poate suferi modificări [34, 43,72]..

Zona de contact reală la o interfață este semnificativ mai mică decât aria de contact aparentă sau nominală datorită prezenței rugozității suprafeței. Când două suprafețe cu rugozități intră în contact, contactul se realizează prin deschideri individuale cu joncțiuni de contact care pot fi reduse la scară manometrică. Aceste joncțiuni de contact prezintă proprietăți electrice și mecanice care pot diferi. Curentul care curge prin interfețe brute este împrăștiat în multe puncte de contact prin transport electronic care implică multe mecanisme, inclusiv tunelul cuantic, contactul Sharvin și contactul Holm, în funcție de dimensiunea joncțiunilor de contact și calea liberă medie a electronilor. Se poate conchuzionat că REC este afectată atât de rezistența la strângere rezultată din zonele limitate de contact efectiv la o interfață, cât și de rezistența interfețelor în contact datorită prezenței inevitabile a peliculelor de murdărie de suprafață, cum ar fi straturile de oxid. Atunci când două suprafețe metalice intră în contact și sunt presate împreună cu suficientă presiune, secțiunile transversale ale suprafeței pot pătrunde în stratul de oxid, formând astfel un contact de tip metal-metal. Când dimensiunea asperităților de contact devine mai mare decât calea liberă medie a electronilor, contactul Holm va fi mecanismul de transport dominant, rezultând o rezistență relativ scăzută [34, 43,72]..

O teorie generală REC bazată pe geometria fractală a fost propusă pentru a descrie efectele sarcinilor de contact, deformarea elastic-plastică a contactelor, rugozitatea suprafeței și proprietățile materialului asupra rezistenței electrice a microcontactelor care constituie suprafața de contact reală în funcție de dimensiune. au influențat suprafețele conductoare aspre separate de o peliculă izolatoare subțire. De asemenea, au fost propuse relații de tip putere-lege semi-empirice între rezistența de contact și apăsarea normală. Pentru contactul suprafețelor separate de straturi de suprafață de oxid sau impurități, se găsește o lege a puterii, cu valoarea exponentului posibil mai mare de 1. O relație putere-lege între sarcina normală aplicată și conductanța de contact pe suprafețele rugoase a fost raportată pe baza rigidității incrementale, care s-a dovedit a fi liniar proporțională cu conductanța de contact [34, 43,72].

În plus, factorii care afectează REC includ originea fizică și chimică dar și detaliile proceselor de oxidare într-un mediu coroziv. Straturile subțiri de oxid sau hidroxid, care acționează ca filme rezistive cu grosimi tipice cuprinse între 1 și 10 nm, tind să se formeze pe suprafețele metalice, acoperind suprafața de contact și crescând rezistența de contact. În conducție prin interfețe, straturile izolatoare pot introduce rezistență electrică ridicată în condiții de curent scăzut. Cu un curent în creștere, această rezistență inițială mare scade cu câteva ordine de mărime, prezentând fenomene de conducere neliniare, numite efect Coherer sau efect Branly. Procesul este caracterizat prin fluaj de tensiune, bucle de histerezis și efecte de saturație a tensiunii. Multe mecanisme de modificare a rezistenței au fost raportate în fenomenele de conducere prin interfețe brute, inclusiv canalizarea

electronilor prin straturi de oxid și goluri, ruperea dielectrică a straturilor de oxid, sudarea locală prin inducție prin curent, procesul de percolare colectiv și dezordinea chimică rezultată din compoziția aleatorie [34, 43,72]..

În ciuda progreselor recente în tehnologia de testare la scară nanometrică și caracterizarea morfologiei suprafeței, o dependență de deformare a comportamentului conductibilității electrice prin interfețe aspre cu textură aleatorie la scară multiplă rămâne în mare parte necunoscută. În special, rezultatele experimentale existente sunt limitate. În această lucrare este prezentată REC măsurată a pachetelor de discuri încărcate la compresie. Suprafețele discurilor au fost modificate prin lustruire și sablare foarte fină pentru a obține o gamă de suprafețe rugoase. Sarcinile compresive, curentul de încercare și timpul au fost variate pentru a studia influența lor asupra REC [34, 43,72]..

Pregătirea probei și caracterizarea suprafeței

Suprafețele au fost lustruite urmate de procese de sablare abrazivă foarte fină folosind particule de dimensiuni foarte mici pentru a modifica detaliile și structurile suprafeței la diferite scări. Pentru fiecare probă individuală, atât partea superioară, cât și cea inferioară au fost tratate în mod egal prin proceduri standard de lustruire și sablare, tabelul 2.1.

Tabel 2.1. Rugozitatea suprafețelor de contact

Probă	Tratament de suprafață	Rugozitate
1	Fără sablare	3,2
2	Cu sablare cu pietre abrazive de dimensiune 200 μm	1,6
3	Cu sablare cu pietre abrazive de dimensiune 30 μm	0,8

După cum se arată în Tabelul 2.1, trei tipuri de probe cu detalii distincte ale suprafeței au fost pregătite și caracterizate înainte de testarea electrică reprezentând probele lustruite, probele sablate folosind perle de sticlă cu diametrul de 200 μm și probele au fost sablate folosind 30 μm diametru, respectiv, margele de sticlă. Înainte de tratamentul standard de sablare, toate suprafețele probei au fost lustruite și pregătite folosind diferite etape de lustruire. Probele tratate au fost apoi curățate corespunzător cu apă și aer comprimat pentru a îndepărta orice bile de sticlă încorporate [34, 43,72].

Pentru fiecare probă au fost realizate zece încercări, iar valoarea medie a fost trecută în tabel.

Pentru fiecare tip de eșantion cu caracteristici de suprafață similare, rezistențele electrice au fost măsurate pentru pachete de 11 eșantioane, producând 10 interfețe brute, printr-o unitate de sursă/măsurare, sub diferite forțe de încărcare la compresiune.

În această configurație experimentală, rezistența formată din 10 interfețe de probă plasate între două plăci lustruite din același material este măsurată în loc de o singură suprafață, cu scopul de a obține o precizie mai mare, un interval liniar mai mare și o rezistență mai bună la zgomotele de măsurare de la cablurile de conectare, dispozitiv de încărcare și unitate de măsură. Un pachet de mostre poate, de asemenea, să reducă eficient erorile experimentale din variația eșantionului cu același tratament de suprafață. Înainte de experiment, pachetul de mostre a fost aliniat prin rotirea capului de presiune superior al mașinii de încărcare și folosind o bucată de cauciuc plasată între capul de presiune și placa superioară lustruită [34, 43,72].

Înainte de măsurarea rezistenței dependente de tensiune au fost efectuate teste pentru a exclude influențele curentului aplicat și timpul de măsurare.

REC dependent de tensiune a fost măsurat utilizând curentul aplicat de 5 mA și un timp de măsurare de 0,01 s la fiecare nivel individual de tensiune.

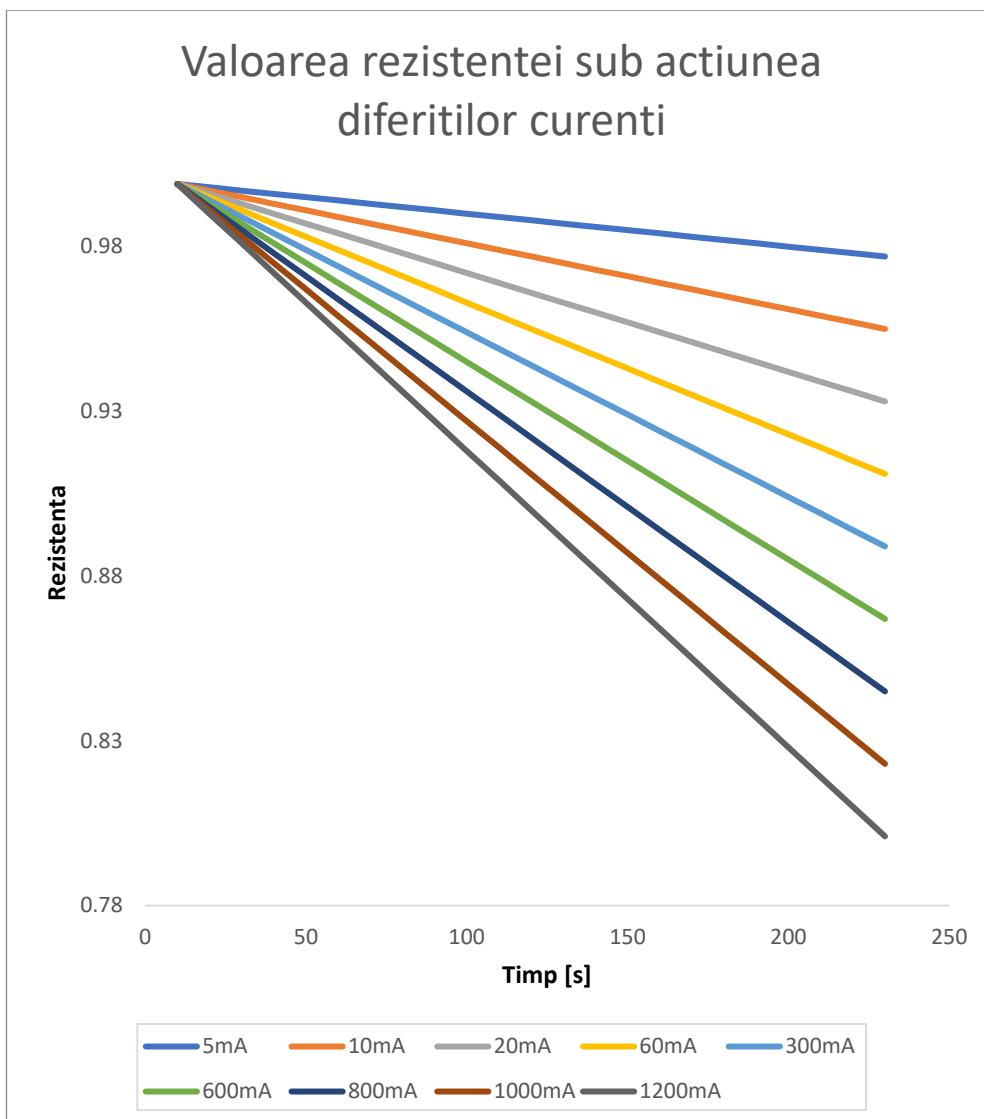
Teste de rezistență la fluaj

Dinamica valorii rezistenței pentru un curent constant dat a fost investigată mai întâi pentru a determina efectul curentului asupra rezistenței măsurate în timp. Curbele de degradare a rezistenței la diferiți curenți de testare aplicați de 5, 10, 20, 60, 300, 600, 800, 1000, 1200mA au fost înregistrate pe o perioadă de la 10 la 200 s, tabelul 2.2 și figura II.7.

Tabel 2.2. Valoarea rezistenței în timp pe diferite valori a curentului

Timp s	Rezistența electrică								
	5mA	10mA	20mA	60mA	300mA	600mA	800mA	1000mA	1200mA
10	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
20	0.998	0.997	0.996	0.995	0.994	0.993	0.992	0.991	0.99
30	0.997	0.995	0.993	0.991	0.989	0.987	0.985	0.983	0.981
40	0.996	0.993	0.99	0.987	0.984	0.981	0.978	0.975	0.972
50	0.995	0.991	0.987	0.983	0.979	0.975	0.971	0.967	0.963
60	0.994	0.989	0.984	0.979	0.974	0.969	0.964	0.959	0.954
70	0.993	0.987	0.981	0.975	0.969	0.963	0.957	0.951	0.945
80	0.992	0.985	0.978	0.971	0.964	0.957	0.95	0.943	0.936

90	0.991	0.983	0.975	0.967	0.959	0.951	0.943	0.935	0.927
100	0.99	0.981	0.972	0.963	0.954	0.945	0.936	0.927	0.918
110	0.989	0.979	0.969	0.959	0.949	0.939	0.929	0.919	0.909
120	0.988	0.977	0.966	0.955	0.944	0.933	0.922	0.911	0.9
130	0.987	0.975	0.963	0.951	0.939	0.927	0.915	0.903	0.891
140	0.986	0.973	0.96	0.947	0.934	0.921	0.908	0.895	0.882
150	0.985	0.971	0.957	0.943	0.929	0.915	0.901	0.887	0.873
160	0.984	0.969	0.954	0.939	0.924	0.909	0.894	0.879	0.864
170	0.983	0.967	0.951	0.935	0.919	0.903	0.887	0.871	0.855
180	0.982	0.965	0.948	0.931	0.914	0.897	0.88	0.863	0.846
190	0.981	0.963	0.945	0.927	0.909	0.891	0.873	0.855	0.837
200	0.98	0.961	0.942	0.923	0.904	0.885	0.866	0.847	0.828
210	0.979	0.959	0.939	0.919	0.899	0.879	0.859	0.839	0.819
220	0.978	0.957	0.936	0.915	0.894	0.873	0.852	0.831	0.81
230	0.977	0.955	0.933	0.911	0.889	0.867	0.845	0.823	0.801



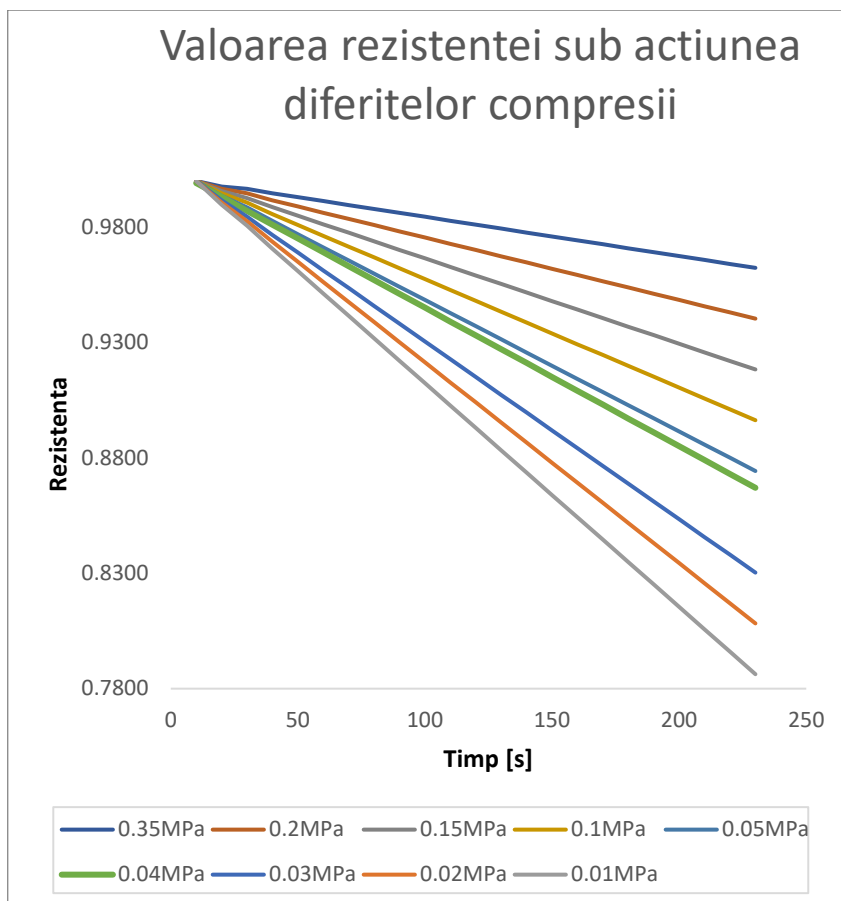
Figură II.8. Valoarea rezistentei sub acțiunea diferiților curenți

A fost aplicat apoi un curent constant pentru a studia valoarea rezistenței sub diferite solicitări de compresiune aplicate, variind de la 0,01 la 0,35 MPa [34, 43,72]. Au fost efectuate mai multe teste pentru fiecare condiție de încărcare individuală, tabelul 2.3 și figura II.9.

Tabel 2.3. Valoarea rezistenței în timp pe diferite valori de compresiune

Timp s	Rezistența electrică Ω								
	0.35MPa	0.2MPa	0.15MPa	0.1MPa	0.05MPa	0.04MPa	0.03MPa	0.02MPa	0.01MPa
10	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
20	0.9975	0.9965	0.9955	0.9945	0.9935	0.9925	0.9915	0.9905	0.9895
30	0.9965	0.9945	0.9925	0.9905	0.9885	0.9865	0.9845	0.9825	0.9805

40	0.9946	0.9916	0.9886	0.9856	0.9826	0.9796	0.9766	0.9736	0.9706
50	0.9929	0.9889	0.9849	0.9809	0.9769	0.9729	0.9689	0.9649	0.9609
60	0.9912	0.9862	0.9812	0.9762	0.9712	0.9662	0.9612	0.9562	0.9512
70	0.9895	0.9835	0.9775	0.9715	0.9655	0.9595	0.9535	0.9475	0.9415
80	0.9878	0.9808	0.9738	0.9668	0.9598	0.9528	0.9458	0.9388	0.9318
90	0.9861	0.9781	0.9701	0.9621	0.9541	0.9461	0.9381	0.9301	0.9221
100	0.9844	0.9754	0.9664	0.9574	0.9484	0.9394	0.9304	0.9214	0.9124
110	0.9827	0.9727	0.9627	0.9527	0.9427	0.9327	0.9227	0.9127	0.9027
120	0.9810	0.9700	0.9590	0.9480	0.9370	0.9260	0.9150	0.9040	0.8930
130	0.9793	0.9673	0.9553	0.9433	0.9313	0.9193	0.9073	0.8953	0.8833
140	0.9776	0.9646	0.9516	0.9386	0.9256	0.9126	0.8996	0.8866	0.8736
150	0.9759	0.9619	0.9479	0.9339	0.9199	0.9059	0.8919	0.8779	0.8639
160	0.9742	0.9592	0.9442	0.9292	0.9142	0.8992	0.8842	0.8692	0.8542
170	0.9725	0.9565	0.9405	0.9245	0.9085	0.8925	0.8765	0.8605	0.8445
180	0.9708	0.9538	0.9368	0.9198	0.9028	0.8858	0.8688	0.8518	0.8348
190	0.9691	0.9511	0.9331	0.9151	0.8971	0.8791	0.8611	0.8431	0.8251
200	0.9674	0.9484	0.9294	0.9104	0.8914	0.8724	0.8534	0.8344	0.8154
210	0.9657	0.9457	0.9257	0.9057	0.8857	0.8657	0.8457	0.8257	0.8057
220	0.9640	0.9430	0.9220	0.9010	0.8800	0.8590	0.8380	0.8170	0.7960
230	0.9623	0.9403	0.9183	0.8963	0.8743	0.8523	0.8303	0.8083	0.7863



Figură II.9. Valoarea rezistentei sub acțiunea diferitelor compresii

Rezistența măsurată în diferite condiții de sarcină și curent scade treptat cu timpul. Pentru testele efectuate sub sarcină normală constantă, un curent mai mare duce la o scădere mai semnificativă a rezistenței măsurate. Mai precis, sa constatat că cel mai mare curent de 1.200 mA în 230 s provoacă o scădere de aproximativ 12% față de rezistența măsurată inițială, în timp ce o variație de mai puțin de 0,8% a fost atinsă la cel mai mic curent (5 mA) .

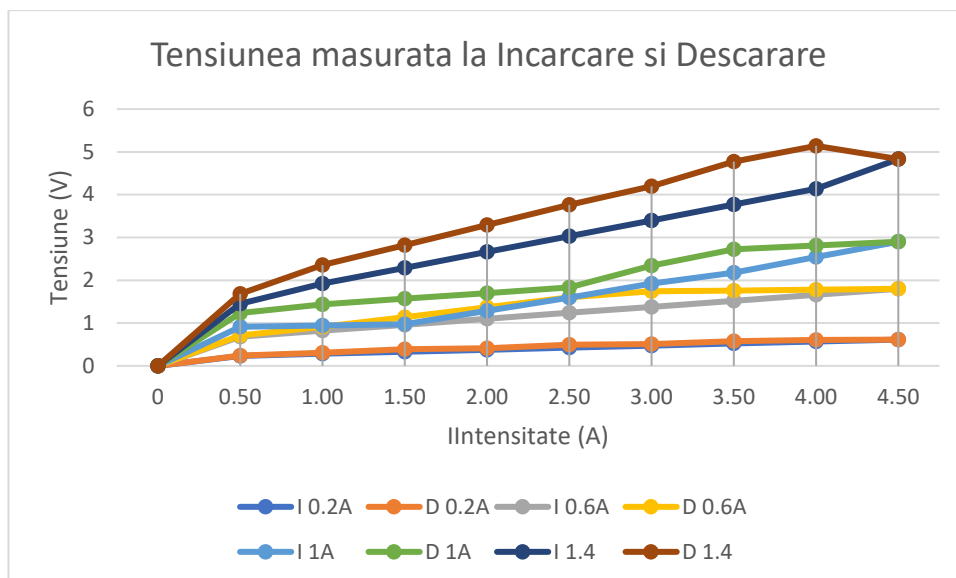
Pentru testele cu același curent de testare, o presiune mai mare scade tensiunea, ceea ce este prezentat. Rezistența măsurată a probelor la o presiune aplicată de 0,35 MPa a prezentat o scădere ușoară de mai puțin de 1,4% față de rezistența inițială, în timp ce s-a observat o scădere de 16,5% la o presiune de 0,01 MPa.

Teste de rezistență la baleiaj

Aici testul de curent de baleiaj aplicat constă din două faze, faza de încărcare (I) având un curent crescător logaritm de la 0,2 la 1,4 A și faza de descărcare (D) având un curent descrescător logaritm de la 1,4 A înapoi la 0,2 A, tabelul 2.4 și figura II.10 .

Tabel 2.4. Modificarea intensității curentului la încărcare (I) și descărcare (D) cu diferite valori a curentului

Curent (V)	Intensitatea curentului(A)							
	I	D	I	D	I	D	I	D
	0.2A	0.2A	0.6A	0.6A	1A	1A	1.4	1.4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50	0.234	0.243	0.68	0.71	0.910	1.232	1.45	1.68
1.00	0.282	0.31	0.82	0.91	0.940	1.434	1.92	2.353
1.50	0.33	0.39	0.96	1.14	0.973	1.568	2.29	2.823
2.00	0.378	0.41	1.1	1.37	1.283	1.702	2.66	3.293
2.50	0.426	0.496	1.24	1.6	1.593	1.836	3.03	3.763
3.00	0.474	0.511	1.38	1.74	1.920	2.34	3.4	4.2
3.50	0.522	0.573	1.52	1.76	2.180	2.72	3.77	4.77
4.00	0.57	0.61	1.66	1.78	2.540	2.81	4.14	5.14
4.50	0.613	0.613	1.8	1.8	2.900	2.9	4.83	4.83



Figură II.10. Tensiunea curentului la încărcare (I) și descărcare (D) cu diferite valori a curentului

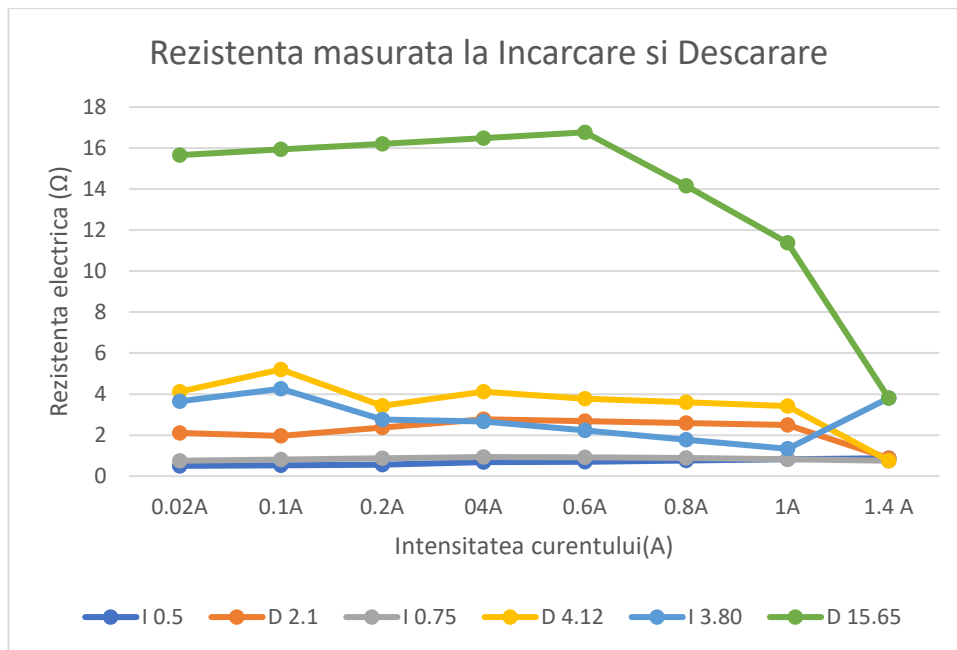
Tensiunea a fost înregistrată la o frecvență de achiziție a datelor de 3 kHz corespunzătoare curentului electric aplicat. Tensiunea normală aplicată probelor măsurate a fost de 45 N/mm^2 , corespunzând unui nivel de stres de $0,45 \text{ MPa}$.

Procesul de scanare, incluzând ambele faze, a fost finalizat în 300 ms pentru a evita producerea degradării electrice în timp.

La testarea rezistenței sa aplicat din nou cele două faze, faza de încărcare (I) având un curent crescător logaritmic de la 0,02 la 1,4 A și faza de descărcare (D) având un curent descrescător logaritmic de la 1,4 A înapoi la 0,02 A, tabelul 2.5 și figura II.11.

Tabel 2.5. Modificarea valorii a rezistenței la încărcare (I) și descărcare (D) la intensități diferite a curentului

	Rezistența electrică (Ω)	Intensitatea curentului(A)							
		0.02A	0.1A	0.2A	0.4A	0.6A	0.8A	1A	1.4 A
I	0.5	0.5	0.53	0.55	0.68	0.705	0.761	0.817	0.873
D	2.1	2.1	1.97	2.37	2.77	2.68	2.59	2.5	0.873
I	0.75	0.75	0.81	0.87	0.93	0.91	0.89	0.82	0.75
D	4.12	4.12	5.2	3.43	4.12	3.775	3.598	3.421	0.75
I	3.80	3.65	4.26	2.76	2.67	2.22	1.78	1.33	3.80
D	15.65	15.65	15.93	16.21	16.49	16.77	14.15	11.38	3.80



Figură II.11. Rezistența curentului la încărcare (I) și descărcare (D) cu diferite valori a intensității

După cum se arată în figura II.11, la curenți de testare mici (mai mici de 1 A) fie în I, fie în D, rezistențele măsurate prezintă instabilitate..

Concluzii

S-a efectuat o investigație experimentală asupra rezistenței electrice de contact a suprafețelor rugoase. Rezultatele experimentale arată că rezistențele de contact măsurate ale unui pachet de mostre brute depind în mare măsură de topologia suprafeței, încărcarea mecanică, precum și de curentul și timpul de testare. Curbele tipice de fluaș de rezistență de peste 250 de secunde au fost înregistrate pentru a investiga efectul curent asupra rezistenței măsurate în timp.

Testele de curent de baleiaj au fost efectuate sub diferite sarcini de compresiune pentru a studia efectul curentului asupra rezistenței electrice de contact. Pentru curenții electrici de nivel scăzut de ordinul câțiva A, rezistența electrică este constantă, prezentând un comportament rezistiv liniar, în timp ce creșterea curentului electric are ca rezultat o scădere a rezistenței electrice. O sarcină de compresiune crescută are ca rezultat atenuarea efectelor curentului de testare asupra rezistenței măsurate și reduce valoarea rezistenței dependentă de timp. În mod similar, un curent de testare mai mare poate duce la scăderea impactului forței de încărcare. Cu curentul de testare setat la 1A și timpul de măsurare fiind de 0,02 s pentru fiecare rezistență măsurată, efectul curentului poate fi neglijat pentru toate cele trei tipuri de eșantioane sub diferite niveluri de încărcare. În această condiție, rezistențele măsurate ale stivelor de eșantioane scad continuu la solicitări crescând, apropiindu-se de rezistența materialului în vrac la sarcini mari. Rezultatele arată, de asemenea, că există o relație putere-lege între rezistența electrică măsurată și solicitarea normală pe un anumit interval de tensiune, valorile absolute ale exponenților crescând cu dimensiunea fașională a suprafețelor.

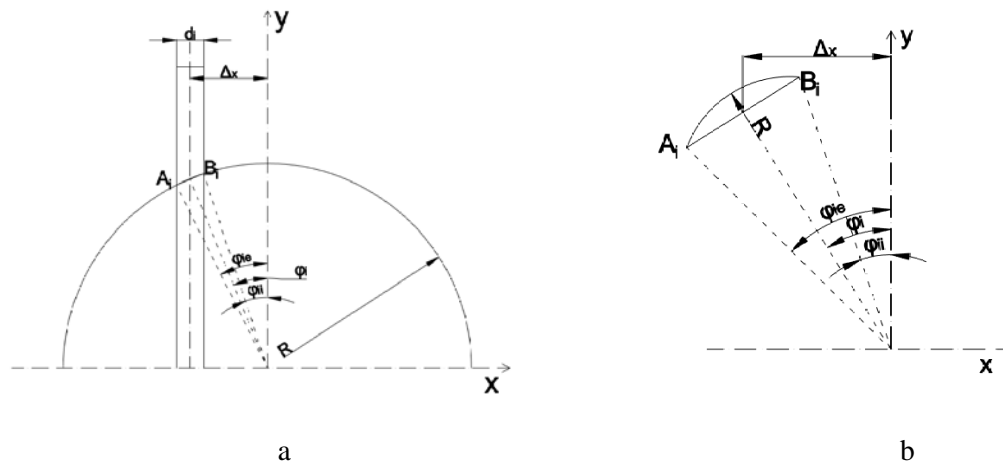
2.1.3.2.2 Determinarea experimentală a presiunii de contact pe întreaga secțiune transversală a ghidajului semicircular în funcție de dependența dintre presiune și rezistența electrică de contact

Având în vedere rezultatele dovedite ale dependenței valorii rezistenței electrice în funcție de presiunea de contact dintre cele două suprafețe putem trece în continuare la determinarea experimentală a distribuției de presiune într-o secțiunii transversală a ghidajului semicircular.

Pentru aceasta am imaginat un experiment în care am utilizat mai mulți electrozi izolați față de corpul saniei longitudinale, dispuși la unghiuri diferite φ_i față de axa verticală a sistemului și având diametre diferite d_i astfel încât suprafețele de contact între fiecare electrod și ghidajul semicircular să fie egale. De fapt aria de contact este o elipsă determinată de intersecția unui plan înclinat cu unghiul $(90^\circ - \varphi_i)$ cu electrodul având diametrul d_i , elipsă care se înfășoară pe raza ghidajului semicircular.

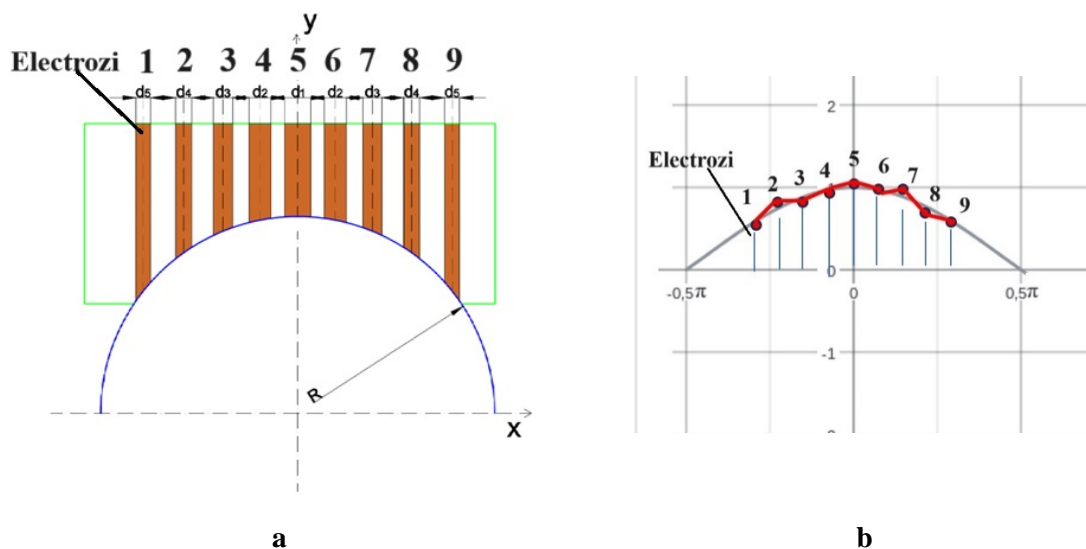
Pentru determina diametrele d_i care să ne asigure o suprafață de contact constantă indiferent de unghiul la centru φ_i am utilizat o aplicație care are la bază Inteligența Artificială.

În urma acestor determinări au rezultat următoarele diametre ale electrozilor figurile II.11 a și b.



Figură II.12. Amplasarea generică a unui electrod de măsurare a presiunii pe suprafața de contact prin intermediul rezistenței electrice (a) Definierea parametrilor geometrici ai suprafeței de contact (b)

Realizând încercările cu aceste valori ale diametrelor electrozilor am obținut rezistențe de contact prezentate în graficul de mai jos, figura II.12 concluzia experimentului fiind că distribuția de presiune în secțiunea transversală a ghidajului semicircular este una de tip cosinusoidal



Figură II.13. Schema amplasării electrozilor de măsurare a presiunii astfel încât suprafețele de contact între aceștia și batiul semicircular să fie aceleași (a), Valorile măsurate ale rezistențelor pe electrozii din figura a integrate după o curba tip cosinus(b)

Tabel 2.6. Valorile măsurate ale rezistenței și presiunea pe fiecare electrod

Nr. Electrod	Presiunea - MPa	Rezistența - Ω
1	0.252	0.893
2	0.271	0.915
3	0.29	0.94
4	0.32	0.976
5	0.35	0.9975
6	0.322	0.978
7	0.3	0.946
8	0.276	0.921
9	0.253	0.896

2.1.3.2.3 Determinarea solicitărilor asupra structurii cu ghidaj inferior semicircular

Ecuțiile de echilibru pe care la putem scrie pentru structura din figura II.3 sunt ecuațiile clasice din mecanică folosite pentru starea de echilibru, adică suma forțelor de-a lungul celor trei axe ale sistemului de referință să fie 0 și suma momentelor în jurul celor trei axe ale sistemului de referință să fie 0. Putem scrie un total de șase ecuații însă numărul de necunoscute este mai mare (în exemplul prezentat este de 8) și de aceea trebuie să scriem ecuații suplimentare rezultate din particularitățile geometrice ale sistemului sau din condițiile de funcționare:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow Q = F_f + F_{fr} \quad (22)$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_{T1} + R_{T2} + R_1 = F_p \quad (23)$$

$$\sum F_z = 0 \rightarrow F_c + G = R_2 \quad (24)$$

$$\sum M_x = 0 \rightarrow G y_G + R_1 z_{R1} = R_{T1} z_{RT1} + R_{T2} z_{RT2} + R_2 y_{R2} - F_p z_{Tn} + F_c y_c \quad (25)$$

$$\sum M_y = 0 \rightarrow F_f z_{Ff} + R_2 x_{R2} + F_{fr} z_{Ffr} = Q z_Q + F_c x_{Fc} - G x_G \quad (26)$$

$$\sum M_z = 0 \rightarrow F_f z_{Ff} + R_1 x_{R1} + R_{T1} x_{RT1} = Q y_Q - F_{fr} y_{Ffr} + F_p y_{Fp} + R_{T2} x_{RT2} \quad (27)$$

La care se pot adăuga ecuații care provin din particularitățile sistemului de batiu:

$$y_{R2}^2 + y_{R1}^2 = R^2 \quad (28)$$

$$tga = \frac{R_1}{R_2} = \frac{y_{R1}}{y_{R2}} = K \quad (29)$$

Am obținut astfel un sistem de opt ecuații cu opt necunoscute, relativ ușor de rezolvat, rezultatele fiind:

$$(RT_1 + RT_2)z_{RT1,2} = F_p z_{Fp} \quad (30)$$

$$RT_2 L_{RT2} = F_p L_{Fp} \quad (31)$$

$$f = \frac{\sqrt{M_{2v}^2 + M_{2H}^2}}{E \left(\frac{BH^3}{12} + a_2^2 BH + \frac{bh^3}{12} - a_3^2 bh \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) \frac{B^4}{16} + a_1^2 \frac{\pi B^2}{8} \right)} = \frac{\frac{1-x_2}{1} \sqrt{F_1^2 x_1^2 + F_2^2 x_2^2 + 2F_1 F_2 x_1 x_2 \cos \alpha}}{E \left(\frac{BH^3}{12} + a_2^2 BH + \frac{bh^3}{12} - a_3^2 bh \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) \frac{B^4}{16} + a_1^2 \frac{\pi B^2}{8} \right)} \quad (32)$$

$$\varphi = \frac{T_f}{EI_z} \quad (33)$$

$$\varphi = \frac{\frac{F_1 x_1 + F_2 x_2 \cos \alpha}{1}}{E \left(\frac{BH^3}{12} + a_2^2 BH + \frac{bh^3}{12} - a_3^2 bh \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) \frac{B^4}{16} + a_1^2 \frac{\pi B^2}{8} \right)} \quad (34)$$

$$\theta = \frac{M_1}{GI_p} \leq \theta_a \left[\frac{rad}{m} \right] \quad (35)$$

$$\theta = \frac{F_2 \left[\frac{H - \frac{BH^2}{2} - bh \left(\frac{h}{2} + h_2 \right) + \frac{\pi B^2}{8} \left(H + \frac{2B}{3\pi} \right)}{BH - bh + \frac{\pi B^2}{8}} \right] \sin \alpha}{G \left(\frac{BH^3}{12} + a_2^2 BH + \frac{bh^3}{12} - a_3^2 bh \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) \frac{B^4}{16} + a_1^2 \frac{\pi B^2}{8} \right)} \quad (36)$$

$$R_{T1} = F_p \frac{z_{Fp} \frac{L_{Fp}}{L_{RT2}}}{z_{RT1}} \quad (37)$$

$$R_{T1} = F_p \frac{L_{Fp}}{L_{RT2}} \quad (38)$$

$$R_1 = F_p \frac{L_{RT2}(z_{RT1} - z_{Fp}) - L_{Fp}(z_{RT1} + z_{RT2})}{L_{RT2} z_{RT1}} \quad (39)$$

$$R_2 = F_c + G \quad (40)$$

$$Q = F_f + \mu(F_c + G) \quad (41)$$

$$x_{R2} = \frac{Qz_Q + F_c x_{F_c} - G x_G - F_f z_{F_f}}{F_c + G} \quad (42)$$

$$y_{R2} = \sqrt{r^2 - z_{R1}^2} \quad (43)$$

$$z_{R1} =$$

$$= \frac{-F_p \frac{L_{RT2}(z_{RT1} - z_{Fp}) - L_{Fp}(z_{RT1} + z_{RT2})}{L_{RT2} z_{RT1}}}{\sqrt{F_p^2 \left[\frac{L_{RT2}(z_{RT1} - z_{Fp}) - L_{Fp}(z_{RT1} + z_{RT2})}{L_{RT2} z_{RT1}} \right]^2 + \left(G y_G + 2 F_p \frac{L_{Fp}}{L_{RT2}} z_{RT2} - F_c y_{F_c} \right) \frac{\left(G y_G + 2 F_p \frac{L_{Fp}}{L_{RT2}} z_{RT2} - F_c y_{F_c} \right)}{-F_p \left[\frac{L_{RT2}(z_{RT1} - z_{Fp}) - L_{Fp}(z_{RT1} + z_{RT2})}{L_{RT2} z_{RT1}} \right]}} \quad (44)$$

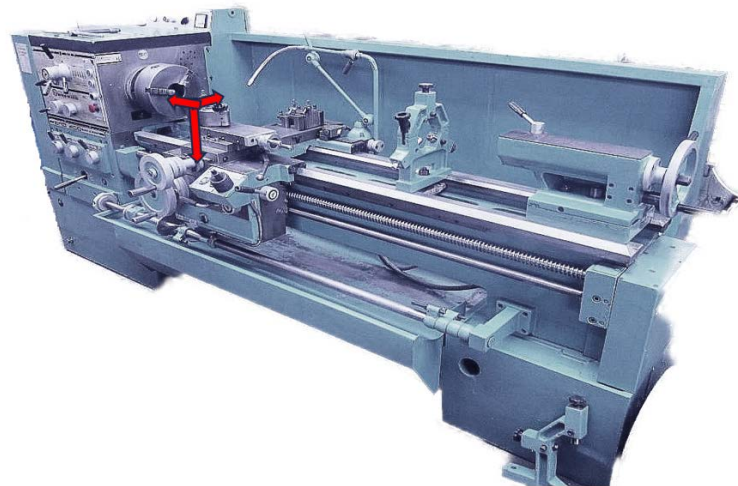
Structura portantă prezentată, cu ghidaj inferior semicircular și ghidaj superior ”de închidere” a avut scopul clar și declarat de a încerca să separe solicitările structurii, acest tip de structură fiind utilizată în cazul strungurilor mici.

În cazul celorlalte tipuri de structuri problemele se complică în sensul că din mecanică putem scrie șase ecuații sigure, eventual mai putem scrie una sau două ecuații din particularitățile geometrice iar celelalte ecuații trebuiesc deduse din funcționare deci acestea vor avea o anumită probabilitate (chiar dacă ridicată) de a fi îndeplinite [6].

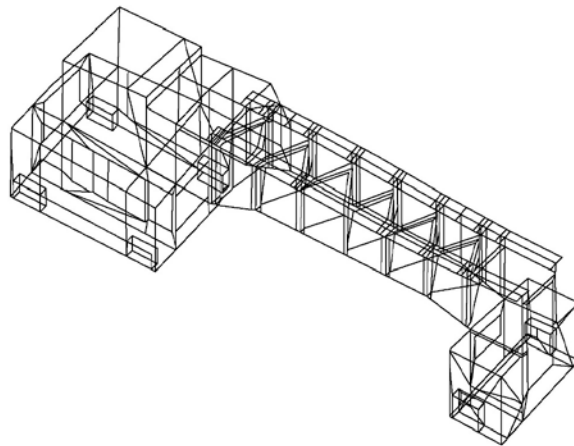
Ca un exercițiu simplu dacă avem două ecuații suplimentare deduse din condițiile de funcționare, fiecare dintre acestea cu o probabilitate de 90 %, probabilitatea finală a sistemului va fi de 81 %.

În continuare vom prezenta pe scurt câteva tipuri de structuri pentru care au fost făcute calcule de unde am putut extrage un set de concluzii.

Strungul normal SN 400-3 și încărcările din timpul procesului de aschiere sunt prezentate în figura II.14 și figura II.15.

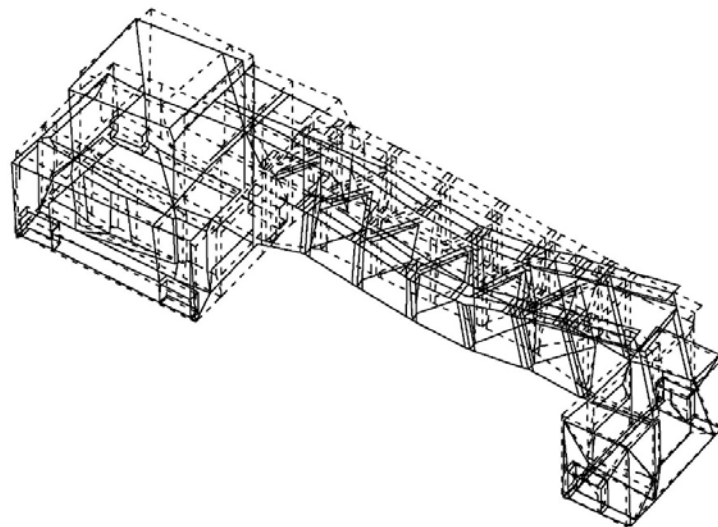


Figură II.14. Discretizarea batiului strungului normal,



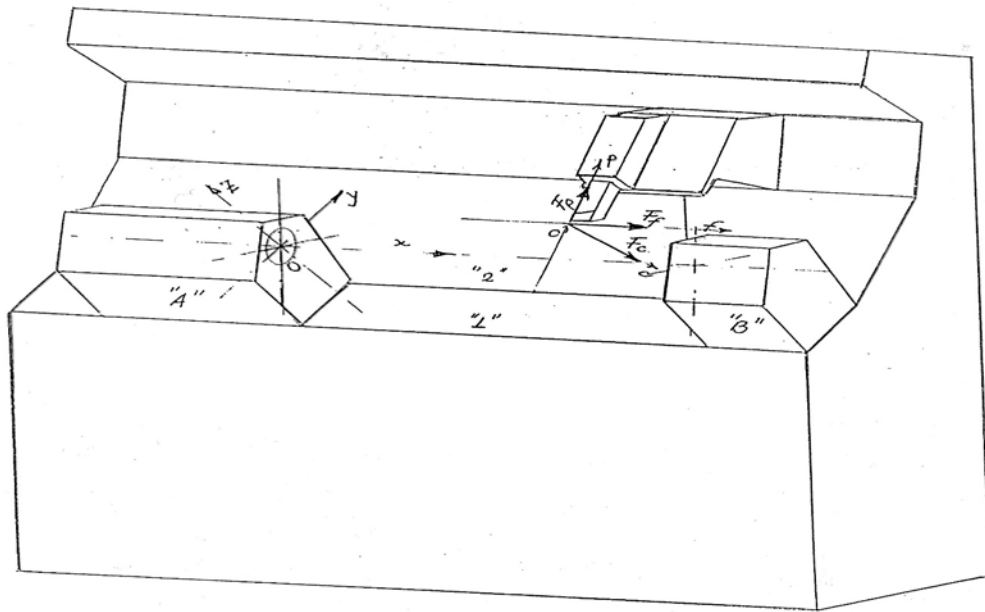
Figură II.15. Forma batiului strungului normal

Batiul strungului normal în aşchiere modelat cu ajutorul metodei elementului finit, figura II.16.



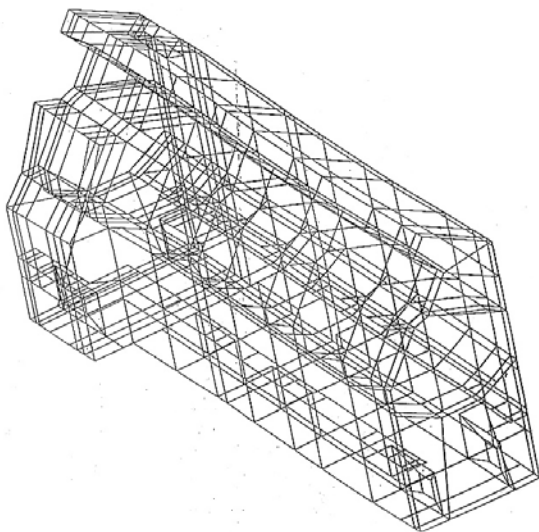
Figură II.16. Modelarea batiului normal prin elementul finit

Structura strungului cu batiu înclinat și încărcările din timpul aschierii, figura II.17

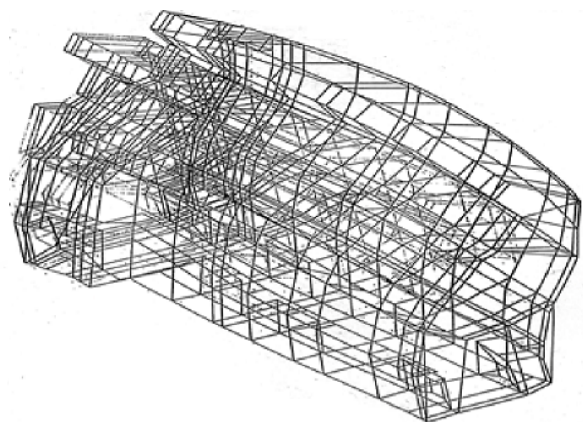


Figură II.17. Batiul înclinat

Batiul înclinat modelat cu ajutorul metodei elementului finit în stare neîncărcată (Figura II.18) și în prelucrare (Figura II.19)

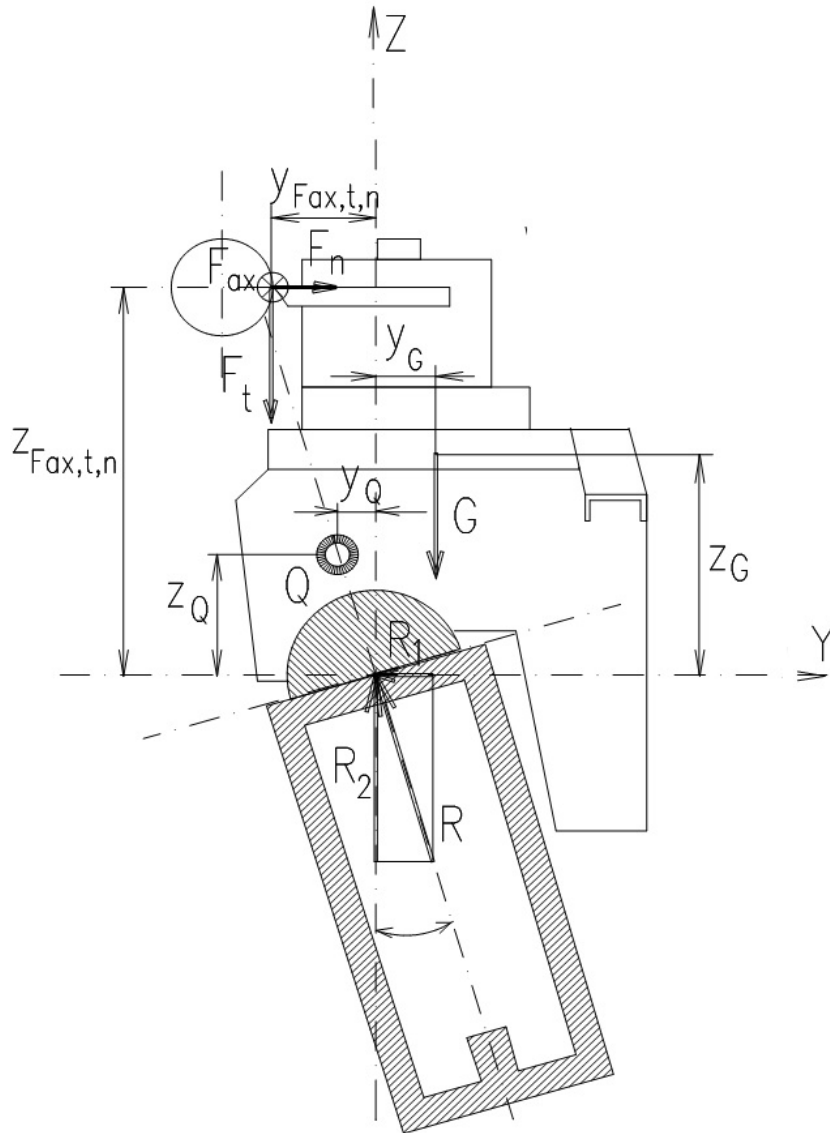


Figură II.18. Batiul înclinat în stare neîncărcată



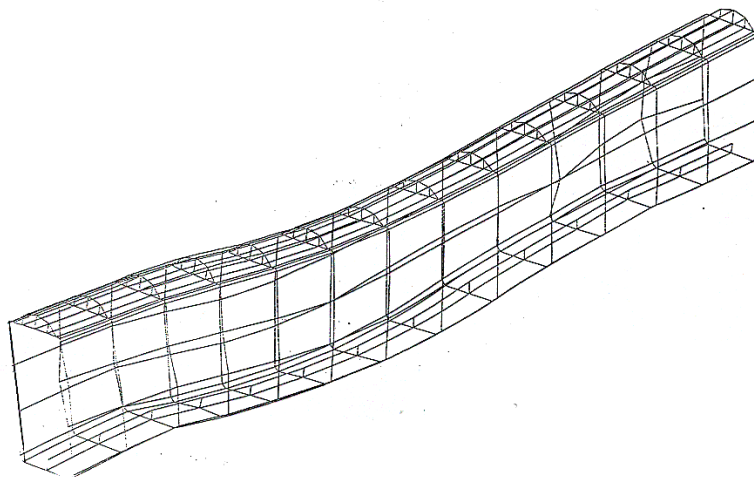
Figură II.19. Batiul înclinat în prelucrare

Încărcările batiul cu ghidaj semicircular în momentul aşchierii, figura II.20.



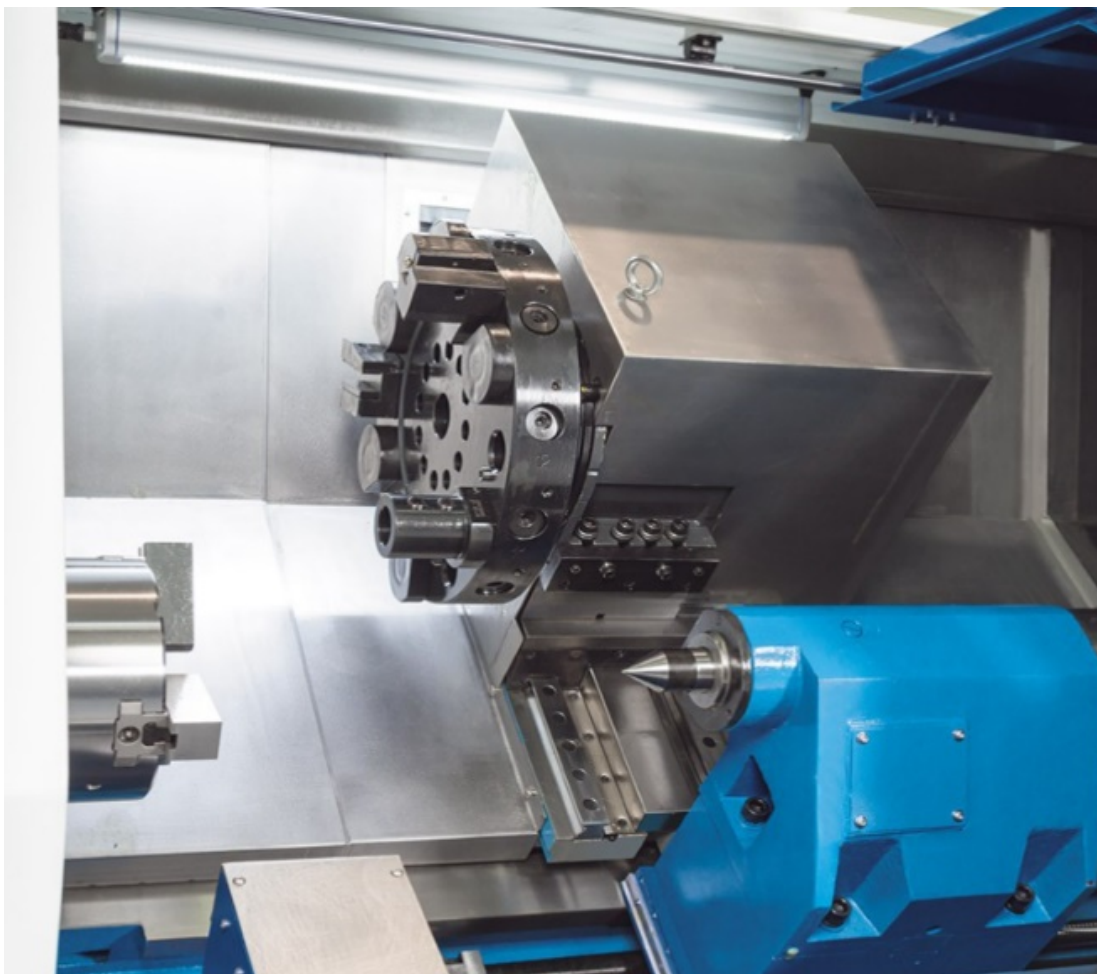
Figură II.20. batiul cu ghidaj semicircular în momentul aşchierii

Deformarea batiul cu ghidaj semicircular în momentul aşchierii, figura II.21.



Figură II.21. Deformarea ghidajului semicircular

Vom exemplifica pentru structura înclinată ipotezele de studiu, modelarea și rezultatele. Strungul real cu structură înclinată este prezentat în figura II.122.



Figură II.22. Strungul real cu structură înclinată

Lucrările experimentale au fost realizate în condiții dinamice cu mașina în procesul de fabricație și au fost luate în considerare două direcții principale:

Cazul A: Studiul preciziei de fabricație cu ajutorul senzorului digital de vibrații cu 3 axe montat în secțiunea transversală în care acționează scula așchietoare.

Cazul B: Studiul preciziei prelucrării utilizând principiul studierii și interpretării rezultatului direct al așchierii pe suprafața piesei fabricate în condiții foarte clare pentru parametrii procesului.

În ambele cazuri, pentru a simula cea mai proastă posibilitate atunci când grosimea materialului îndepărtat se schimbă brusc, am folosit ca piese din materiale semifinite deja prelucrate cu o calitate constantă și controlată a suprafeței, variația aproape instantanee a adâncimii de tăiere fiind simulată de un „Ciocan” care a lovit batiul mașinii în secțiunea transversală unde s-a desfășurat fabricația, fiind efectuate mai multe teste (încercări) pentru a stabili masa potrivită și poziția de pornire a generatorului de excitație a vibrațiilor.

În cazul A, rezultatele au fost măsurate direct de senzorul digital cu 3 axe. Testele au fost relativ simple de interpretat, întregul proces poate fi descris ca o succesiune de fabricație în condiții (parametri) constanți, întreruperea procesului prin acțiunea „ciocanului”, măsurarea consecințelor de către senzorul de vibrație digitală 3 axe .

În cazul B rezultatele au fost măsurate indirect științific prin măsurarea rugozității piesei fabricate, dar rezultatele ingineresti au fost consecințele directe ale acțiunii perturbatoare. Înainte de acțiunea de întrerupere, strungul producea o piesă cu adâncimea de tăiere constantă. Am măsurat rugozitatea piesei pe o tăiere normală pentru a fi siguri că teoria noastră este corectă și am determinat o valoare medie de 2,2 la o viteză de tăiere de 2.000 m / min corespunzătoare unei probe cu diametrul de 100 mm.

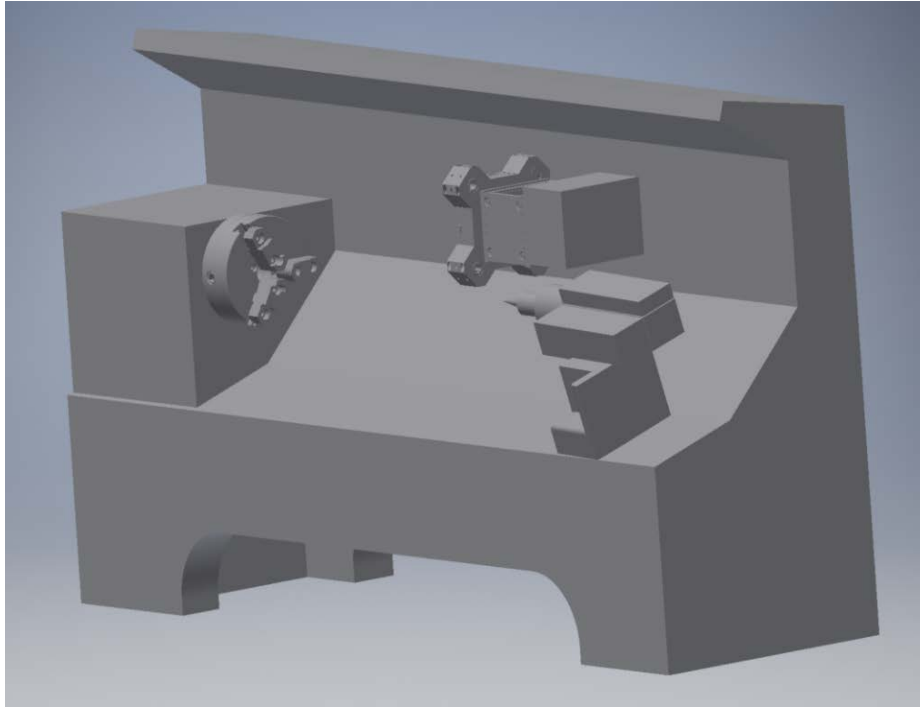
La strungurile cu batiu turnat și sudat, s-au efectuat măsurători ale condițiilor de operare pe mai multe cadre ale structurii frontale din figura II în următoarele condiții;

- Strung înclinat cu fundație fixă cu batiu turnat; Strung înclinat cu fundație fixă cu batiu sudat;
- Strung înclinat cu batiu turnat fixat pe fundație și având masa dezechilibrată; Strung paralel cu batiu sudat fixat pe fundație și având o masă dezechilibrată;
- Strung înclinat cu batiu turnat fixat pe suportul de cauciuc.
- Strung înclinat cu batiu sudat fixat pe covorul de cauciuc.
- Strung înclinat cu batiu turnat fixat pe cocorul de cauciuc și având masa dezechilibrată.
- Strung înclinat cu batiu sudat fixat pe cauciuc și având masa dezechilibrată a arborelui principal.

Pentru fiecare dintre condițiile de testare s-au făcut măsurători de vibrații pe cadrele structurii atât în față cât și în spate. Măsurătorile au fost efectuate în direcție orizontală pe ghidaje și spre baza cadrelor și pe ghidajele în direcție verticală. Măsurătorile s-au efectuat trecând pe întregul interval de viteză, de la viteza minimă la viteza maximă, atât în regim normal de mers în gol, cât și cu o masa dezechilibrată montată pe arborele principal al strungului, o masă dezechilibrată simulând o piesă excentrică.

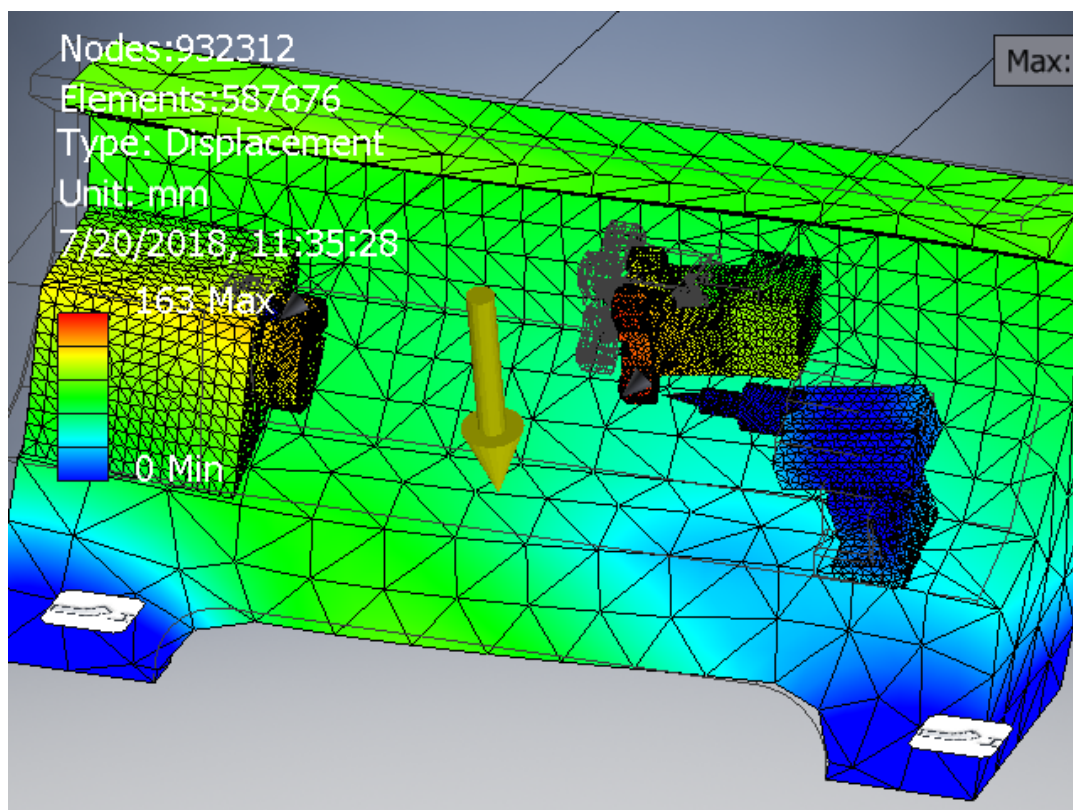
Mijloacele de măsurare sunt:

- Senzor de vibrații digitale senzor cu 3 axe
- Profilul piesei fabricate pe o lungime de 100 mm în comparație cu un proiector cu profilometru A fost creat un model 3D pentru batiul înclinat pentru a simula pe calculator același proces pe care l-am experimentat, figura II.23.



Figură II.23. Modelul strungului pe care au avut loc încercările

Modelul matematic al strungului înclinat a fost prelucrat cu un software cu metoda elementului finit (932312 noduri și 587676 elemente) figura II.24, informațiile viitoare fiind folosite pentru o mai bună interpretare a lucrării experimentale (de fapt a fost o ”calibrare” a teoriei noastre). Această parte este prezentată în figura II.24, unde putem distinge discretizarea structurii, încărcările și tensiunile generate în procesul de fabricație [5]



Figură II.24. Modelarea prin elementul finit a forțelor asupra batiului înclinat

În prima parte a lucrării noastre experimentale am măsurat vibrațiile structurilor în procesul de fabricație, vibrațiile măsurate cu senzorul 3D, după care am acționat asupra structurii din exterior cu „ciocanul”, acțiune considerată o forță perturbatoare. Rezultatele acestui experiment se găsesc în tabelul 2.7 și tabelul 2. 8.

Tabel 2.7. Vibrațiile măsurate la structură turnată

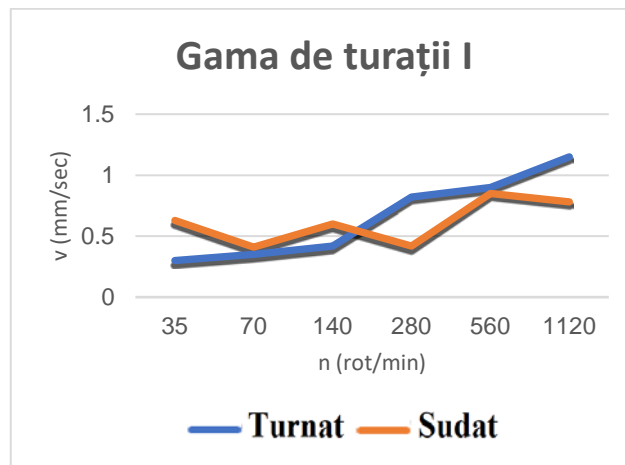
	n(rot/min)	v(mm/s)
Gama I	35	0.3
	70	0.35
	140	0.42
	280	0.82
	560	0.9
	1120	1.15
Gama II	50	0.25
	100	0.37
	200	0.6
	400	0.81
	800	0.6
	1600	3.7
Gama III	60	0.3
	120	0.4
	240	0.51
	480	1.14
	960	1.21
	1920	1.6

Tabel 2.8. Vibrațiile măsurate la structura sudată

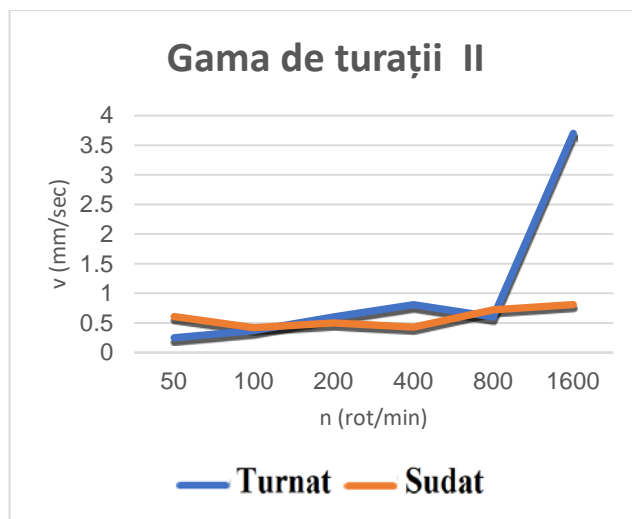
	n(rot/min)	v(mm/s)
Gama I	35	0.63
	70	0.41
	140	0.6
	280	0.42
	560	0.85
	1120	0.78
Gama II	50	0.61
	100	0.42

	200	0.5
	400	0.43
	800	0.72
	1600	0.81
Gama III	60	0.44
	120	0.48
	240	0.42
	480	0.6
	960	0.65
	1920	1

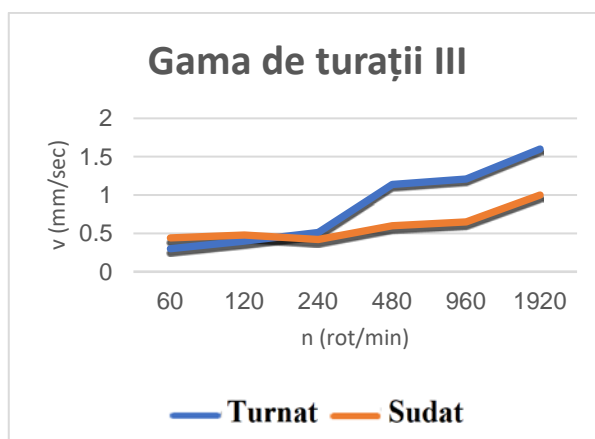
Rezultatele obținute sunt prezentate sub formă de diagrame, gama de turații I figura II.25, gama de turații II figura II.26 și gama de turații III figura II.27 .



Figură II.25. Digrame comparative pentru structurile turnat și sudat. Gama de turații I

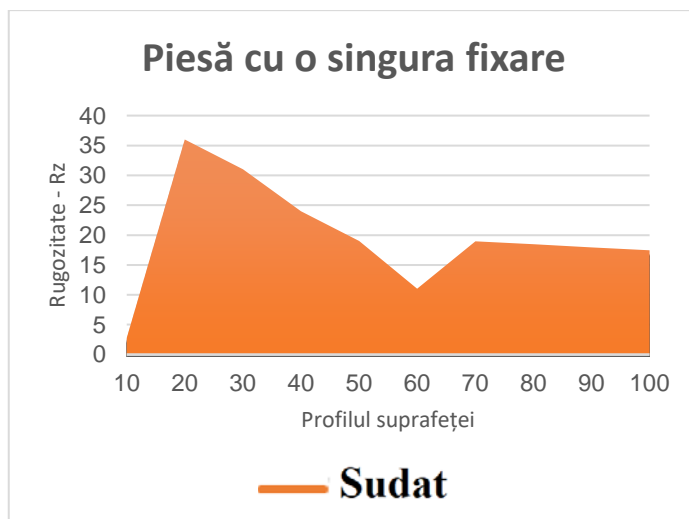


Figură II.26. Digrame comparative pentru structurile turnat si sudat. Gama de turații II

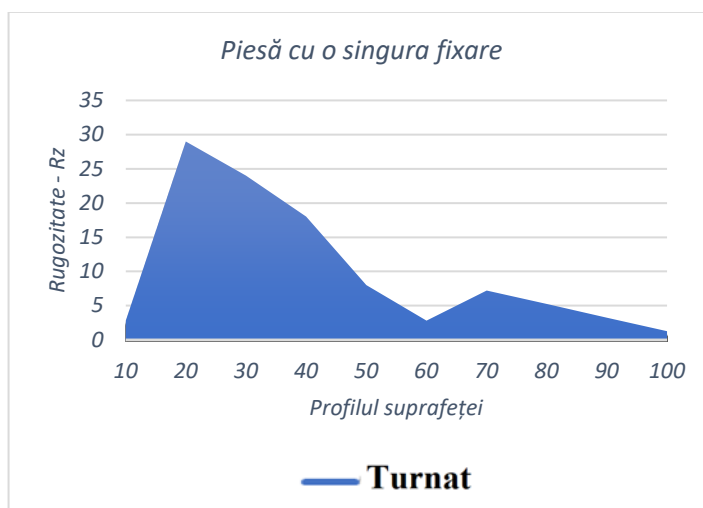


Figură II.27. Digrame comparative pentru structurile turnat si sudat. Gama de turații III

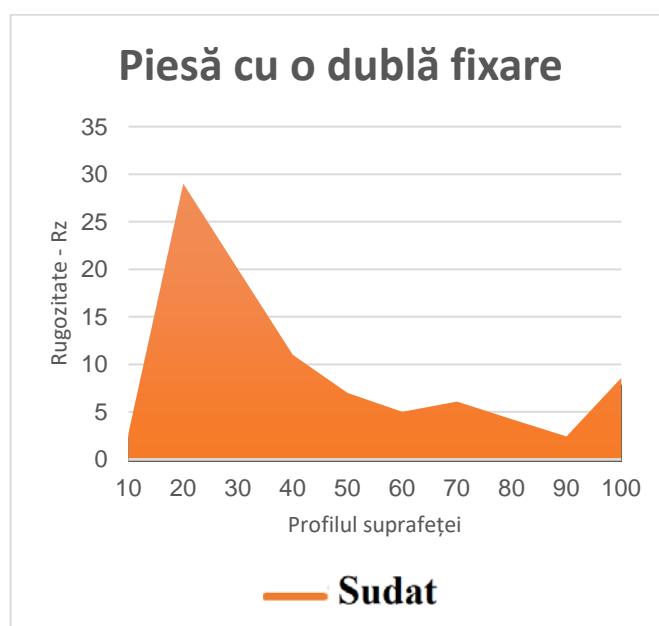
A doua parte a lucrării experimentale a constat în compararea profilului piesei fabricate pe o lungime de 100 mm, diferențele pentru cele două cazuri studiate au fost determinate cu un profilometru optic, rezultatele la prelucrarea unei piese cu singura fixare (universal) pe un batiu sudat sunt prezentate în figura II.28, iar cele pe un batiu turnat în figura II.29. Rezultatele la prelucrarea unei piese cu dubla fixare (universal-păpușa mobilă) pe un batiu sudat sunt prezentate în figura II.30, iar cele pe un batiu turnat în figura II.31.



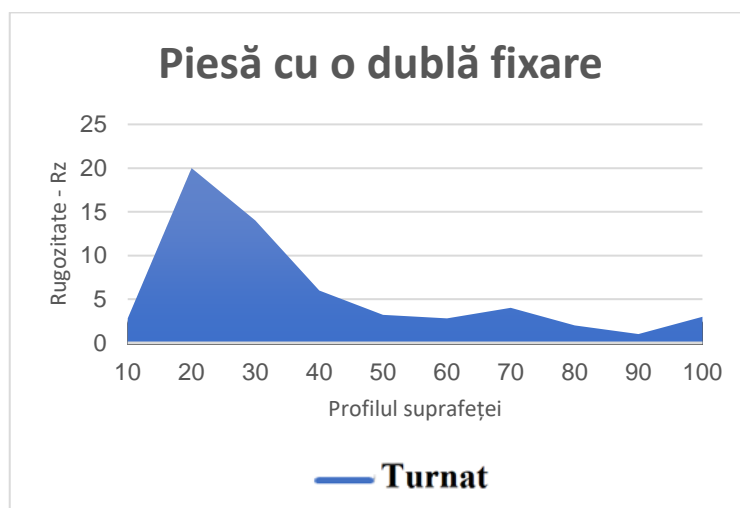
Figură II.28. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu sudat cu o singură prindere



Figură II.29. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu turnat cu o singură prindere



Figură II.30. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu sudat cu o dublă prindere



Figură II.31. Digrama rugozității la prelucrarea unei piese cu un batiu turnat cu o dublă prindere

2.1.4 Concluzii

Strungul cu batiu înclinat cu un centru de greutate jos asigură o rigiditate ridicată, permite rotația cu diametru mare și o îndepărtare bună a barei, acces ușor la ghidaje, stabilitate bună și capacitate mare de absorbție a vibrațiilor. Arborele principal este special conceput pentru a permite precizie ridicată și pentru a prelua sarcini radiale și axiale. Cușitul are o structură rigidă, cu numeroase nervuri pe partea inferioară pentru a reduce deformarea și vibrațiile. Comparând vibrațiile de la punctele 1 și 6, care sunt cadre orizontale și verticale în cele trei intervale de viteze, în condițiile în care strungurile sunt fixate pe fundație, putem afirma:

a. La viteze mici din fiecare gamă pe cadre, nivelurile de vibrații sunt aproximativ aceleași turnate și sudate orizontal și vertical.

b. La viteze mai mari, nivelurile de vibrație ale batiului turnat sunt mult mai mari decât batiul mașinii sudate.

A doua metodă experimentală (compararea profilului fabricat) ne conduce la concluzii similare cu prima metodă de măsurare directă.

2.2 Studii și comparații între structuri portante similare realizate prin turnare sau prin sudare

2.2.1 Considerații teoretice

Indiferent dacă structura portantă a mașinii unelte este realizată în construcție turnată sau sudată în timpul prelucrărilor apar vibrații care pot fi reprezentate de ecuația [1,82]:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$

unde: m - masa; c – coeficient de amortizare; k – constanta elastică; x – accelerația; \dot{x} - deplasarea (deformația); \dot{z} -viteza.

Ținând seama că:

$$\frac{c}{m} = \lambda \text{ and } \frac{k}{m} = p^2 \quad (45)$$

obținem:

$$\ddot{x} + \lambda\dot{x} + p^2x = 0 \quad (46)$$

unde p – pulsația sistemului:

$$p = 2\pi f_m \frac{2\sqrt{c}}{T} \quad (47)$$

unde: f – frecvența oscilațiilor; T – perioada oscilațiilor.

Rezultă acum ecuația diferențială care rezolvă această ecuație cu soluții care oferă informații despre mișcarea structurii, din puncte caracteristice.

Putem calcula amplificarea :

$$x_1 = x_0 e^{-\lambda t} \quad (48)$$

Amplitudinea maximă a vibrației va fi:

$$x_2 = x_0 e^{-\lambda T} \quad (49)$$

Rezultă intensitatea amortizării:

$$\frac{x_1}{x_2} = e^{\lambda T} \quad (50)$$

Amortizarea decrementului logaritmic este:

$$\delta = \frac{\ln x_1}{x_2} = \lambda T \quad (51)$$

Și cu aceasta putem calcula factorul de amortizare al decrementului logaritmic λ :

$$\lambda = \frac{\delta}{T} \quad (52)$$

2.2.2 Condiții experimentale

Structurile portante pot fi fabricate cu cadru sudat sau cu cadru turnat în aceleași condiții de așezare în fundație. Aceasta înseamnă că putem utiliza un ciocan de cauciuc care lovește structura studiată pentru a genera un impuls de semnal pe structura batiului, în partea de sus și în păpușa mobilă. Acest impuls se aplică în ambele direcții (vertical și orizontal) [73]. Acest impuls oferă o valoare de feedback sub forma unei valori care poate fi interpretată și înregistrată, pentru fiecare punct și loc în care a fost aplicat acest impuls, luând ambele valori ale impulsului (vertical și orizontal) [2, 48]. În acest fel au fost înregistrate valorile care au fost obținute din amplitudinea vibrațiilor, perioada de oscilație și perioada de amortizare [33, 73].

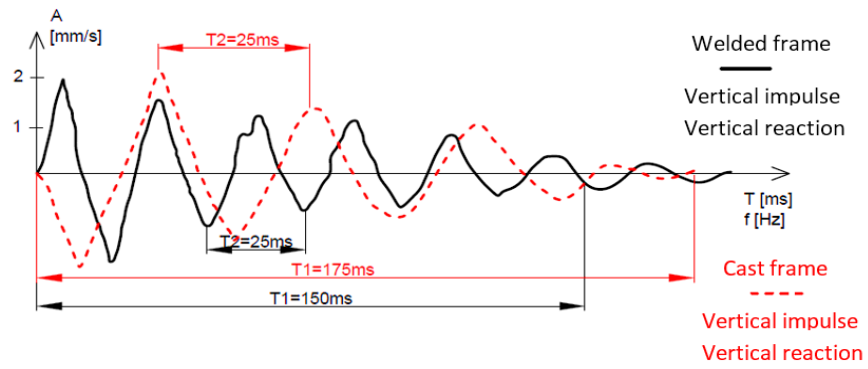
Cu acești parametri, am obținut deprecierea intensității δ , λ și răspunsul de amortizare a pulsului p , măsurarea cu ajutorul traductorului.

În cadrul batiului turnat apare răspunsul cu frecvență mai mare care nu apar în mod surprinzător la batiurile sudate.

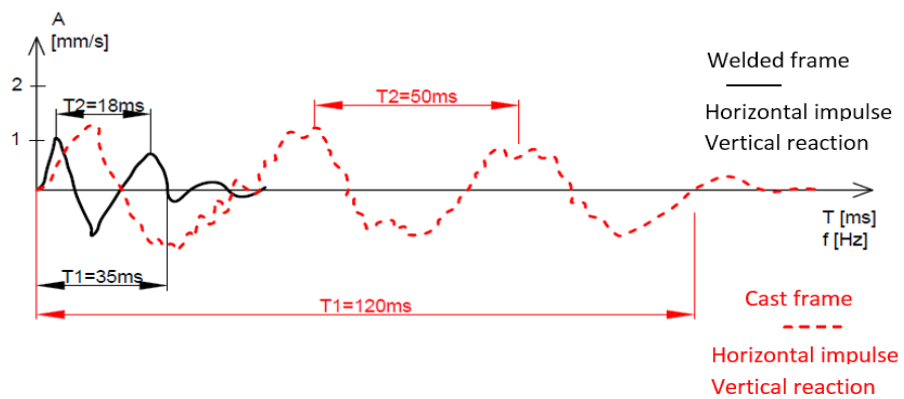
Comparând factorii de amortizare rezultă o reacție mai bună (o amortizare mai mare λ) pentru structura sudată, tabelul 2.10.

Tabel 2.9. Vibrațiile structurii turnate

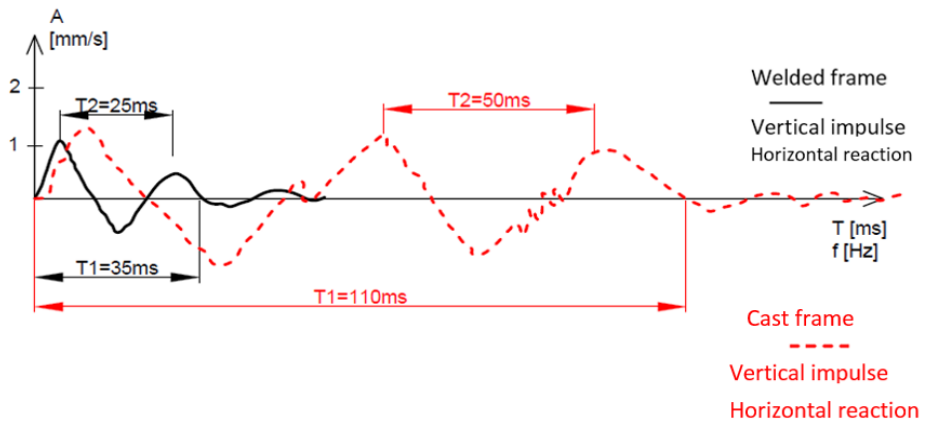
Parametri	Impuls vertical Reacțiune verticală (Figura II.32)		Impuls orizontal Reacțiune verticală (Figura II.33)		Impuls vertical Reacțiune orizontală (Figura II.34)		Impuls orizontal Reacțiune orizontală (Figura II.35)	
	B.S.	B.T.	B.S.	B.T.	B.S.	B.T.	B.S.	B.T.
T1 (ms)	150	175	35	120	35	110	56	80
T2 (ms)	25	50	18	50	25	50	18	50
f1 (Hz)	7	6	29	8	29	9	20	12
f2 (Hz)	40	20	56	40	40	20	56	20
p1 (rad/s)	44	38	182	50	182	57	126	75
p2(rad/s)	251	126	352	251	251	126	352	126
\bar{x}_1	2	2,2	1,0	1,2	1,1	1,2	1,4	1,2
x_{i+1}	1,6	1,5	0,7	0,9	0,5	1,0	1,2	0,5
Δ	0,2	0,3	0,4	0,3	0,8	0,3	1,5	0,9
$\lambda*10^{-3}$	1,4	1,7	11,4	2,5	22,8	2,8	26,7	11,2



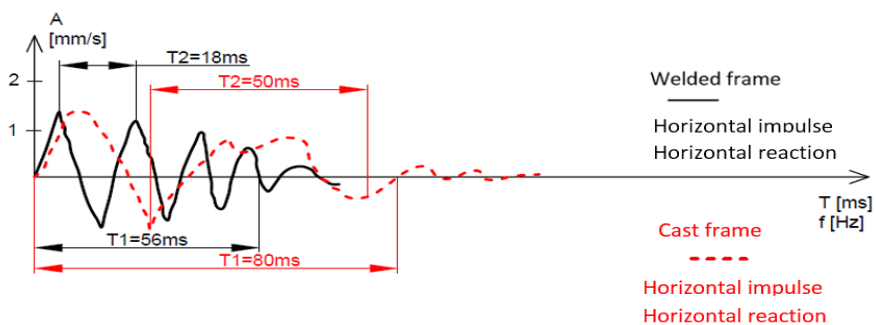
Figură II.32. Impuls vertical și reacțiune verticală



Figură II.33. Impuls orizontal și reacțiune verticală



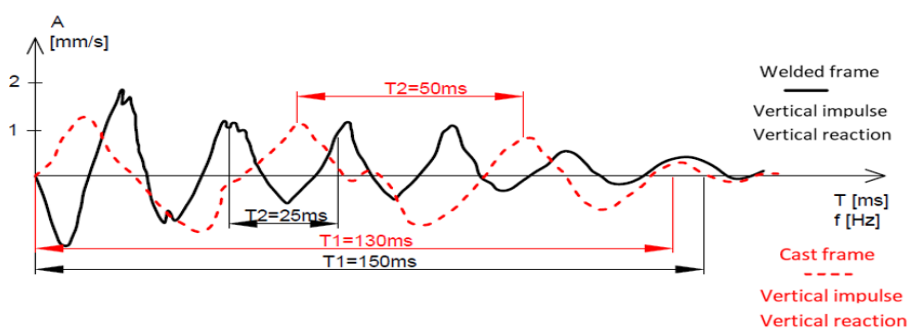
Figură II.34. Impuls vertical și reacțiune orizontală



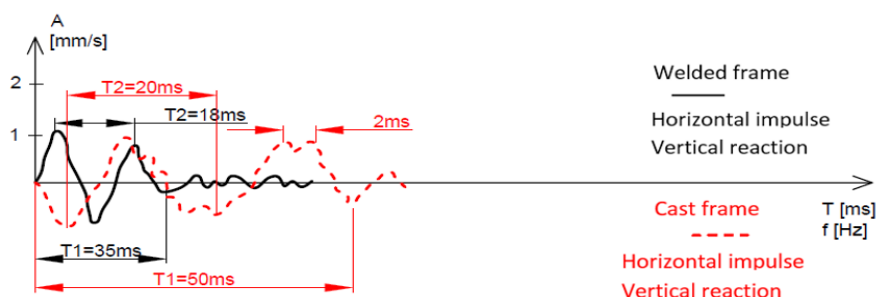
Figură II.35. Impuls orizontal și reacțiune orizontală

Tabel 2.10. Vibrațiile structurii sudate

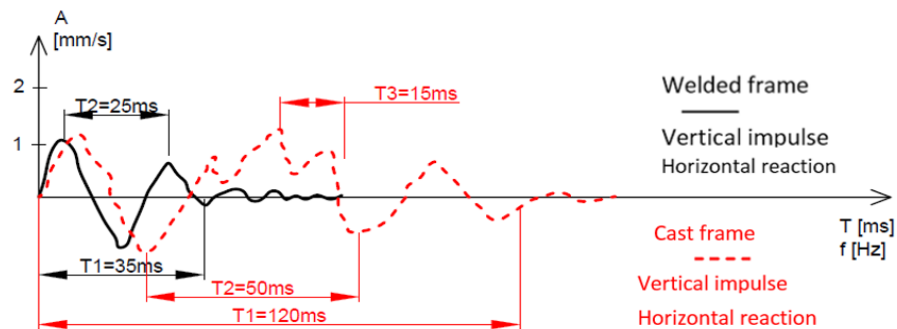
Parametri	Impuls vertical Reacțiune verticală (Figura II.36)		Impuls orizontal Reacțiune verticală (Figura II.37)		Impuls vertical Reacțiune orizontală (Figura II.38)		Impuls orizontal Reacțiune orizontală (Figura II.39)	
	B.S.	B.T.	B.S.	B.T.	B.S.	B.T.	B.S.	B.T.
T1 (ms)	150	130	35	50	35	120	65	80
T2 (ms)	25	50	18	20	25	50	18	20
f1 (Hz)	7	8	29	20	20	8	15	20
f2 (Hz)	40	20	56	50	40	20	56	50
p1 (rad/s)	44	50	182	126	182	50	94	75
p2(rad/s)	251	126	352	314	251	126	352	314
\bar{x}_1	1,6	1,3	1,2	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1
x_{i+1}	1,1	1,1	0,8	0,6	0,7	0,6	0,8	0,6
Δ	0,4	0,2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3
$\lambda \cdot 10^{-3}$	2,6	1,5	11,4	8	14,3	5	4,6	3,7



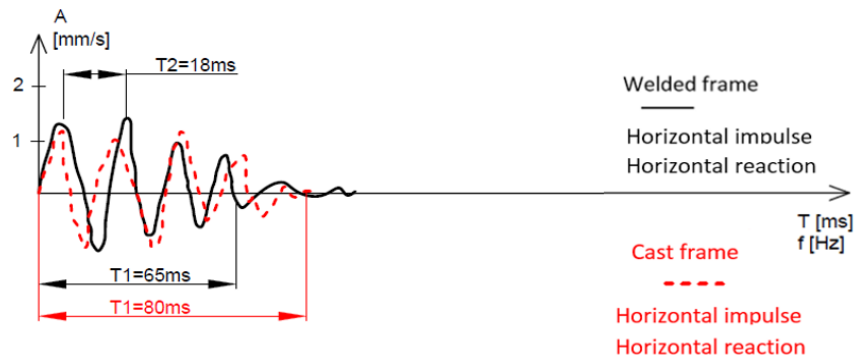
Figură II.36. Impuls vertical și reacțiune vertical



Figură II.37. Impuls orizontal și reacțiune verticală



Figură II.38. Impuls vertical și reacțiune orizontală



Figură II.39. Impuls orizontal și reacțiune orizontală

2.2.3 Rezultate și concluzii

Răspunsul batiului sudat la frecvențe verticale de 40 Hz, perioada de amortizare de 150 ms fiind mai mare pe direcție verticală decât pe direcția orizontală de 35 ms. Pentru răspunsul la impulsul vertical în cazul batiului turnat la frecvența de 20 Hz, perioada de amortizare este aproximativ aceeași în direcție orizontală și verticală. Prin compararea cadrelor sudate și turnate, s-a observat că batiul mașinii turnate are un factor de amortizare mai bun decât batiul mașinii sudate.

Răspunsul în frecvență al batiurilor în partea dreaptă au aceleași valori.

Momentul în direcția orizontală pe mediul batiului arată că răspunsul are loc pe alte frecvențe și o returnare mai mică decât impulsul vertical.

Dintre factori putem observa că coeficientul batiului turnat λ este mai bun decât la structurile sudate.

2.3 Concepte de sisteme de comandă, sisteme cu baze de date preîncărcate și reacție inversă, algoritm logic

Pentru a rezolva complet problema deformării structurii este devine evident faptul că va trebui să apelăm la metoda elementului finit. Singurul dar uriașul dezavantaj al metodei elementului finit constă în timpul în care ne sunt livrate rezultatele, adică atunci când momentul real al prelucrării a fost depășit în timp deci datele furnizate sunt pentru o situație anterioară, caz în care nu se mai pot efectua corecții.

Soluția propusă este crearea unor baze de date care să conțină forțele aplicate și deformațiile rezultate pe fiecare axă, lucru ușor de obținut prin rularea ”externă sistemului” cu ajutorul metodei elementului finit. Rezultatele pot fi stocate în matrici n-dimensionale (Quaternioni) aproape imposibil de prelucrat manual dar foarte accesibile computerului [44].

Pașii necesari pentru a îndeplini rezolvarea problemei și pentru a obține valoarea exactă a deformării sunt:

A. Modelarea cadrului real cu utilizarea elementelor disponibile în biblioteca software-ului cu elemente finite;

B. Calcularea intervalului de tensiune care acționează asupra structurii ținând cont de parametrii procesului;

C. Alegerea unui increment convenabil, putem folosi metoda pas cu pas care acoperă întregul interval;

D. Rezultatele (deformările) vor fi organizate într-o bază de date;

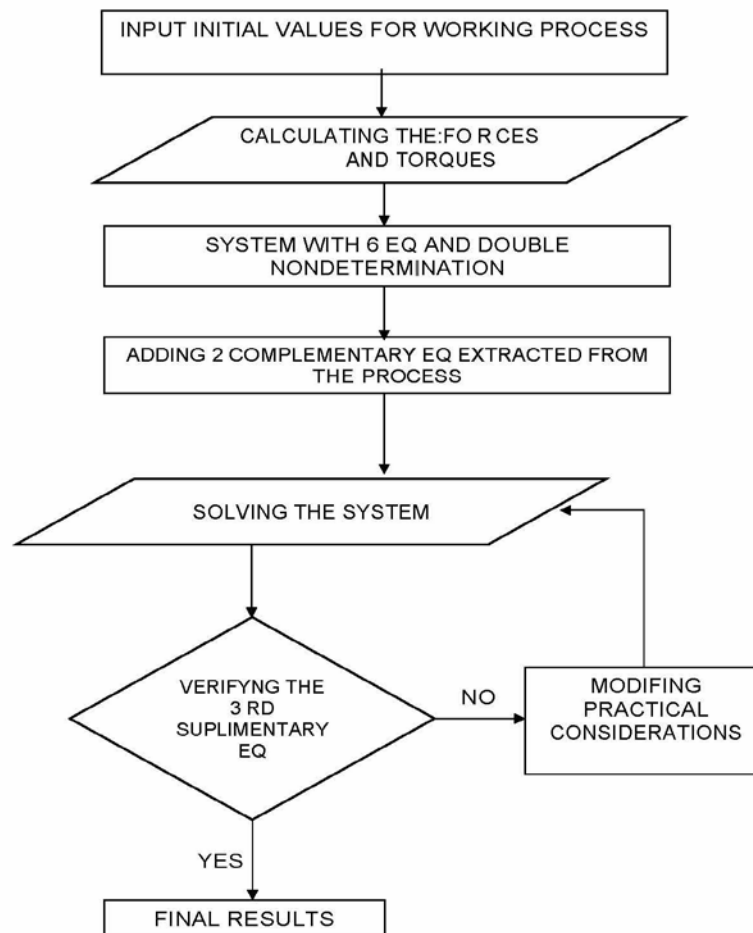
E. În timpul procesului dinamic vom folosi variația unui singur parametru, dispus să accelereze calculul electronic, parametrul respectiv fiind în cazul unui strung forța de așchiere, controlată de sistemul de control al forței adaptive a mașinii;

F. Pentru a accelera procesul, nu se va utiliza funcția de forță care rezultă din dispozitiv ca ieșire, ci prima sau mai bine a doua derivă a funcției controlate care ne oferă o predictibilitate a evoluției forței, cu câștig evident în timp pentru controlul parametrilor procesului;

G. Informațiile pe care le deținem în acest punct ne permit să mergem acum la baza de date a deformațiilor și să facem o interpolare a valorilor forțelor pe care le putem aproxima acceptabil la deformare;

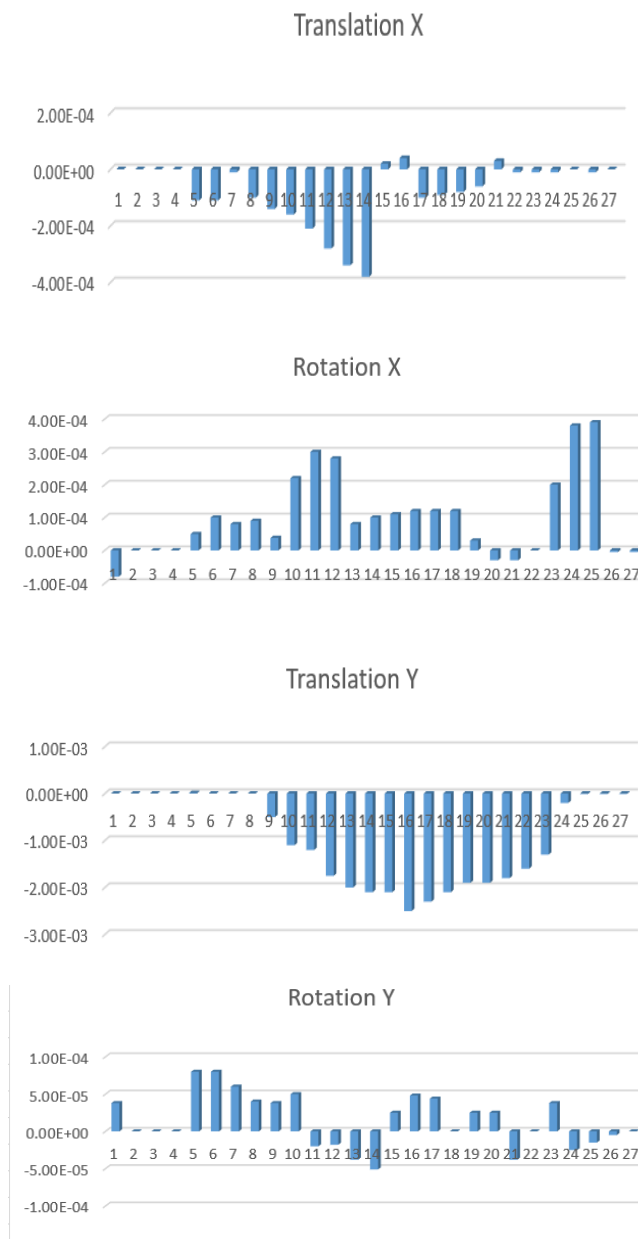
H. Având deformarea calculată, putem comanda o reacție aproape instantanee la mașină care va compensa deformarea folosind noi surse de mișcare dezvoltate (motoare) precum motorul magnetostrictiv cu reacție aproape instantanee ca avantaj principal.

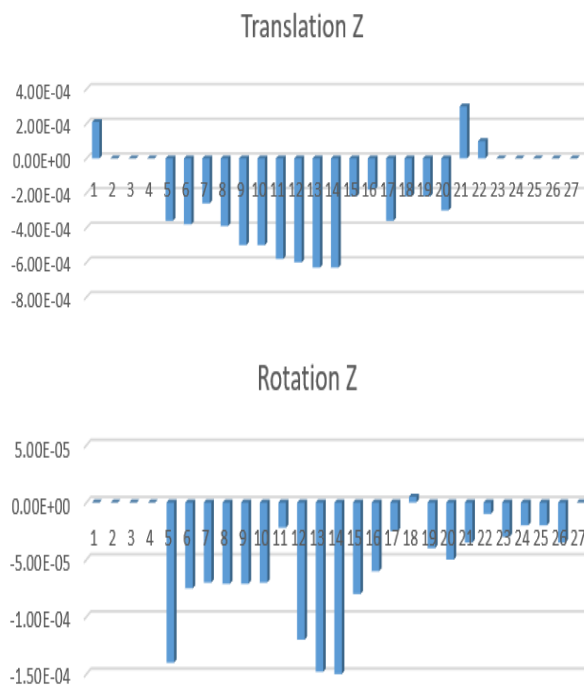
Tot acest raționament poate fi asociat cu un calcul iterativ desfășurat după următoarea schemă logică, figura II.40:



Figură II.40. Schema logică pentru a obține valoarea exactă a deformării

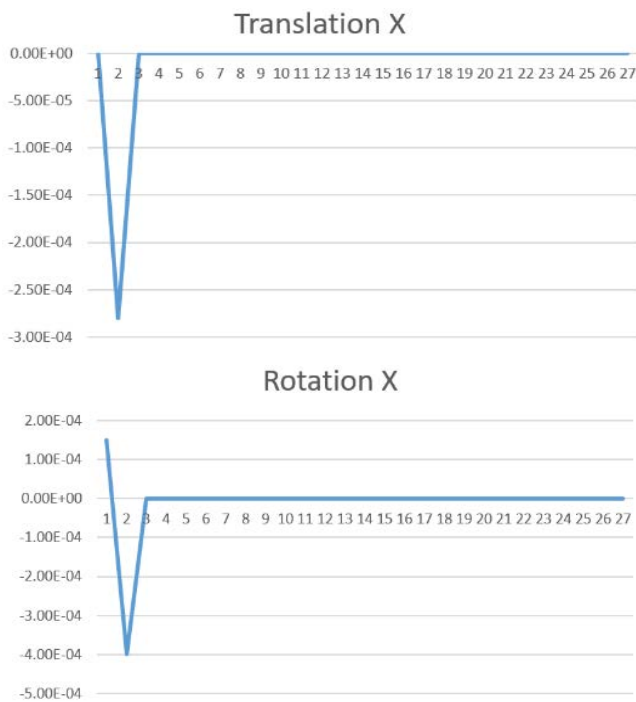
Utilizând acești pași asupra structurii înclinată am reușit chiar să determinăm punctele slabe ale acestora și să aducem corecții pentru a îmbunătăți comportamentul structurii în timpul prelucrării, figura II.41:





Figură II.41. Translația și rotația între axe

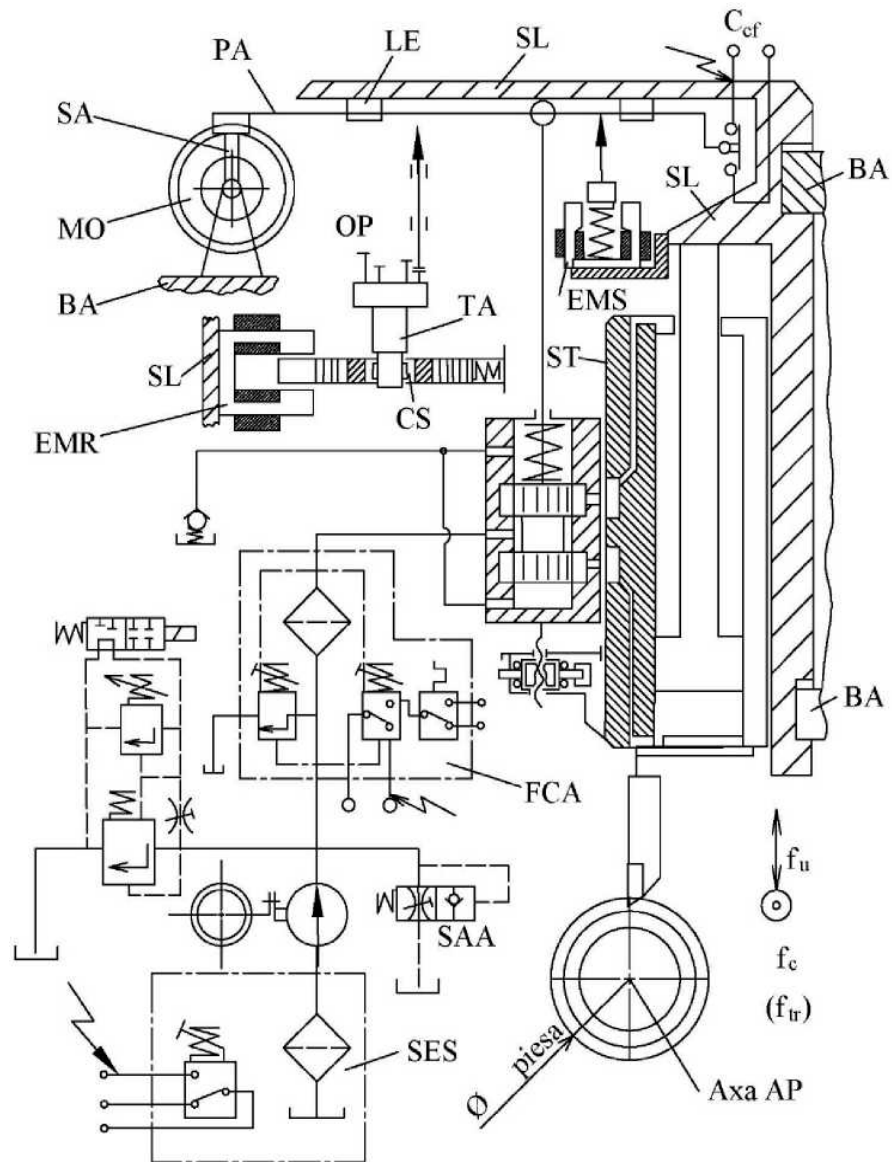
Urmând toți pașii algoritmului a rezultat o structură cu următoarele caracteristici, figura II.42:





Figură II.42. Reprezentarea rezultatelor după teste

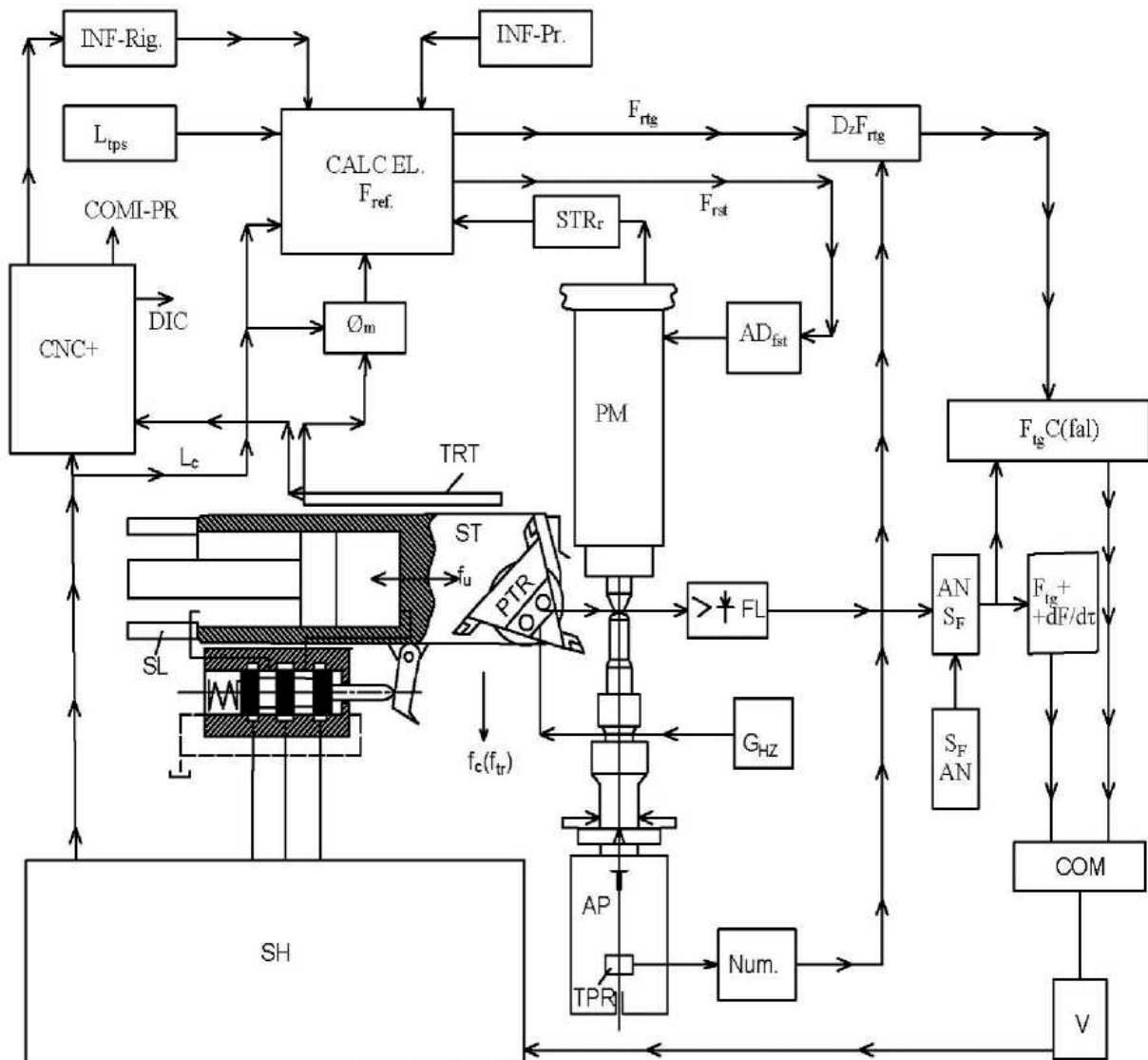
Un sistem relativ simplu de comandă care satisface aceste cerințe este prezentat în figura II.43:



Figură II.43. Sistem de comandă cazul A

2.4 Sisteme de comandă cu compensarea deformațiilor structurilor portante în cazuri complexe de prelucrare (copiere și comandă adaptivă) și verigi executante pentru realizarea microdeplasărilor de compensare

În acest caz, am încercat să găsim sistemul de comandă potrivit cu cele mai complexe condiții de fabricație pe care le considerăm atunci când mașina lucrează cu controlul adaptiv al forțelor de așchiere, iar suprafața prelucrată este una specială care „face față” unui anumit profil sau se potrivește un profil generat de o ecuație complexă. Al doilea factor care trebuie luat în considerare este cât de des schimbăm tipul de profil fabricat. Este evident că, dacă profilul fabricat este repetitiv, chiar și în serii scurte, cu variante limitate de profiluri particulare, preferăm să folosim un sistem de comandă destul de simplu bazat pe un profil materializat, fiecare schimbare de tip de piesă fabricată solicitând schimbarea șablonului. Acest sistem este bazat mai ales pe componente hidraulice capabile să dezvolte împreună un fel de „computer” hidraulic limitat în complexitate și flexibilitate, dar foarte fiabil și ușor de utilizat. Cazul opus este atunci când suprafața fabricată se schimbă frecvent, uneori piesă după piesă, în această situație sistemul de comandă trebuie să fie compus dintr-o parte hidraulică ce dezvoltă forțe corecte la timp potrivit conectată cu o parte computerizată care oferă flexibilitate sistemului, așa cum este reprezentat în figura II.44 [4,88].



Figură II.44. Sistem de comandă cazul B

2.4.1. Elemente de execuție a mișcărilor compensatorii (motoare pentru microdeplasări)

2.4.1.1 Magnetostricțiunea: fenomen fizic, istorie, materiale, efecte

În vederea realizării mișcării compensatoare de corecție a portsculei este necesar ca această mișcare să îndeplinească două condiții de bază: să se producă cu viteză foarte mare (aproape instantaneu dacă este posibil) și mărimea deplasării să fie exactă, condiție foarte greu de îndeplinit având în vedere mărimea foarte mică a deplasării (de ordinul micronilor sau sutimilor de milimetru) precum și fenomenul de aderență superficială între suprafețele în mișcare, existând așadar riscul de deplasare sacadată.

Datorită acestor cerințe speciale realizarea mișcării de compensare folosind lanțuri cinematice clasice (motor, verigi de transformare, verigi executante) este imposibilă, pentru realizarea acestei microdeplasări propunând utilizarea unui fenomen fizic, magnetostricțiunea, care poate produce microdeplasări care satisfac cerințele de mai sus.

Materialele folosite în magnetostricțiune fac parte din gama materialelor inteligente, care sunt cunoscute sub numele generic de material inteligent magnetostrictiv. În mod simplificat putem considera acest tip de material similar cu un materialul piezo electric, câmpul electric și câmpul mecanic fiind cuplate în acest sistem special ceea ce înseamnă că folosind câmpuri electrice am generat modificări mecanice prin deformare (alungire). În mod similar, folosind forța mecanică, putem genera tensiune electrică.

Dar, în cazul materialului magnetostrictiv, acest câmp electric trebuie să fie înlocuit de un câmp magnetic. Aceasta înseamnă că, folosind câmpul magnetic, vom genera o deformare mecanică, iar reciproc deformarea mecanică sau forța mecanică va crea o schimbare în magnetizare, spre deosebire de generarea de sarcină în cazul piezo, aici este vorba despre schimbarea în magnetizare, deci acesta este efectul direct similar cu materialul piezo electric.

Forța magnetică a fost mereu considerată în istoria antică un tip de forță mistică, deoarece, aceasta nu poate fi vizualizată efectiv dar mărimea ei poate fi considerabilă.

În realitate este vorba despre puterea magnetului, dar James Prescott a observat un alt lucru interesant în 1842 constatând că un material feromagnetic supus unui câmp electromagnetic își schimbă efectiv dimensiunea sau lungimea.

Această schimbare în lungime este foarte mică în cazul fierului, dar totuși fierul își schimbă lungimea și acest fapt a fost descoperit în 1842 de James Prescott Joule.

Materialul de magnetostricțiune este acela care se referă la modificarea dimensiunii sistemului datorită migrării domeniului și reorientării structurii aplicate de către câmpul magnetic.

Un material magnetic este întotdeauna constituit din dipoli magnetici și fiecare dipol are propria direcție, dar acestea sunt aliniat aleatoriu. În momentul în care se aplică un câmp magnetic, toți dipolii vor fi aliniați corespunzător și, prin urmare aceasta creează o expansiune în sistem. Acest tip de deformare mecanică care are loc datorită migrării domeniului și reorientării în acest tip de material sub câmp magnetic H aplicat, este de fapt efectul magnetostrictiv. Există doi termeni care sunt importanți, unul se numește magnetostricție, iar altul se numește ”gigant” magnetostricțiunea.

Dacă un cristal de material feromagnetic este inițial în stare comprimată, se constată că acest efect este de fapt mai pronunțat. De fapt, există un alt mod în care acest efect poate fi utilizat în stare comprimată sau dacă se utilizează un câmp magnetic se poate genera de fapt atât expansiune cât și contracție, altfel, efectul de magnetostricțiune creează practic expansiunea în sistem.

Toate elementele feromagnetice prezintă magnetostricție în grade diferite, dar toate dovedesc magnetostricțiunea. Este posibil să constatăm că există unele materiale care arată de fapt magnetostricție negativă. În concluzie, dacă magnetostricția este pozitivă înseamnă expansiune, iar magnetostricția negativă este unele dintre cele mai rare cazuri în care folosind câmp magnetic, se poate chiar contracta sistemul.

În cazul Dysprosium (aliaj de fier sau aliaj de fier sau terbiu disprosiu și aliaj de fier) vom constata că magnetostricția este destul de mare. Un fapt interesant este acela că magnetostricțiunea este foarte similară cu materialul piezo electric, similar cu acesta, materialul magnetostrictiv are și o temperatură Curie peste care proprietatea magnetostrictivă se pierde.

În 1865, efectul invers a fost descoperit de Villari, iar în 1926, a fost observată această anisotropie într-un singur cristal de fier datorită dezvoltării științei materialelor.

În decursul timpului s-a observat că dacă la un compus de fier de terbiu se adaugă mai mult disprosiu, efectul magnetostrictiv devine mult mai mare.

Terfenol-D a fost descoperit de Clark iar mai târziu s-a constatat că utilizarea unei matrice polimerică și particule compozite de Terfenol-D, pot duce la obținerea unui compozit cu proprietăți deosebite.

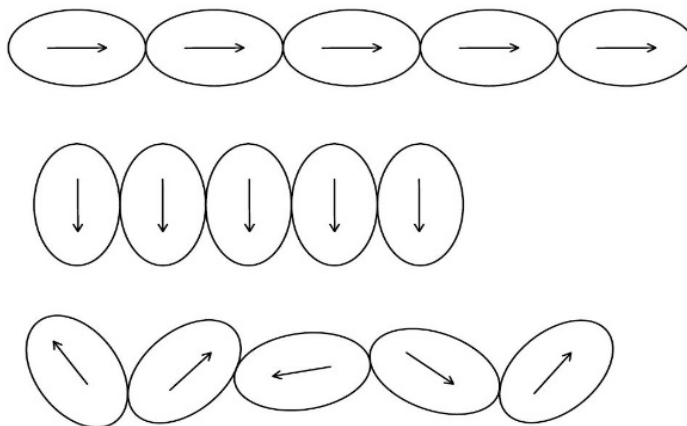
Ulterior dacă în loc de terbiu s-a utilizat galiu a apărut Galfenolul, material magnetostrictiv mai robust dezvoltat în NSWC(Naval Surface Warfare Center) .

De asemenea, cercetătorii au lucrat la compozite de particule orientate, unde aceste materiale magnetostrictive sunt orientate corespunzător pentru a obține un tip maxim de deplasare. Cel mai des utilizat este Terfenol-D. (Fe - fierul, Ter -terbiu, deci este un aliaj fier- terbiu iar NOL provine de la locul de dezvoltare a cercetărilor, Naval Ordnance Laboratory din SUA).

În cadrul cercetărilor am studiat ambele cazuri: microdeplasarea folosind un ”motor” bazat pe efectul Piezo și microdeplasarea folosind un ”motor” bazat pe o bară din material solid magnetostrictiv și un solenoid care generează câmpul electromagnetic.

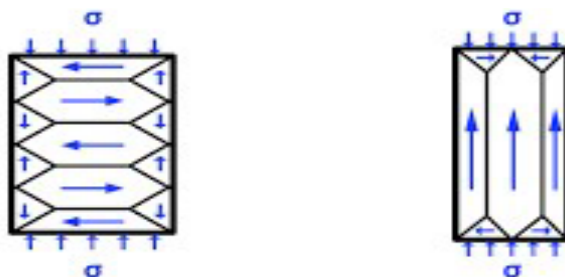
2.4.1.2 Motorul magnetostrictiv cu efect piezo

În cazul acestuia este vorba de orientarea controlată a bipolilor din cadrul unui material cristalin atunci când aceștia sunt supuși polarizării generată de un câmp magnetic (electromagnetic) așa cum este prezentat în figura II.45.



Figură II.45. Orientarea controlată a bipolilor

La nivelul microcristalin efectul este exemplificat în figura II.46.



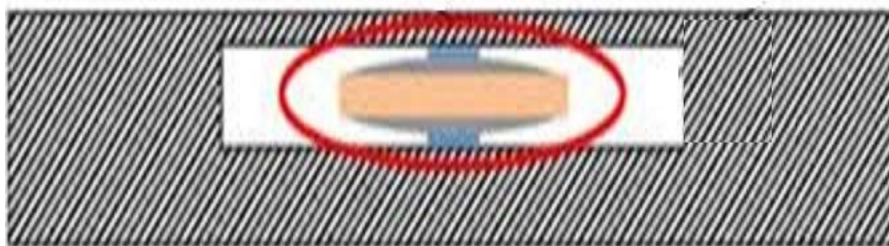
Figură II.46. Efectul de magnetostricțiune și nivelul cristalin

Încercările și determinările experimentale au fost realizate cu ajutorul unor produse TDK aflate în stadiul de prototip la firma producătoare în posesia căroră am intrat în mod gratuit după ce am dovedit că primele lucrări pe care le-am publicat pe această temă sunt datate cu opt ani anterior momentului obținerii patentului de către firma TDK pentru gama de produse care folosește magnetostricțiunea, figura II.47.



Figură II.47. Motorul cu magnetostricțiune TDK

Problema în acest caz o constituie fragilitatea cristalului propriu-zis, de aceea acesta este încorporat într-o carcasă produsă din titan și închisă în partea superioară cu o folie de titan capabilă să se deformeze pentru a putea transmite spre exterior deformația miezului figura II.48.



Figură II.48. Schema motorului cu magnetostricțiune

Determinările experimentale au scos la iveală o viteză foarte mare de reacție a miezului odată cu apariția câmpului, deplasări maxime de 0,02 mm (suficiente ca prin însumarea acestora să poată fi generată mișcarea de compensare) și un interval de repetabilitate de 0,007 s adică posibilitatea de a efectua 140 de mișcări micro/ secundă aceasta însemnând o corecție maximă de 2,8 mm suficientă pentru a corecta orice imprecizie a sistemului tehnologic elastic (mașină unealtă, sculă așchietoare, piesă) [18, 19].

Principalul punct slab al acestui sistem îl constituie forța relativ mică dezvoltată, în urma măsurătorilor stabilind o valoare maximă pentru acesta la 90N. Acest dezavantaj poate fi însă înlăturat prin utilizarea în paralel a mai multor motoare (maxim 6 pentru prelucrări normale) dar trebuie să ținem seama de faptul că 6 motoare nu înseamnă 6X90N datorită micilor diferențe constructive la același tip de motor, noi determinând în cazul funcționării în paralel o forță totală dezvoltată de maxim:

$$F_{\max} = F_u \times n \times 0.9n$$

Unde:

F_{\max} - forța maximă dezvoltată de întreg ansamblul

F_u - forța unitară dezvoltată de un motor

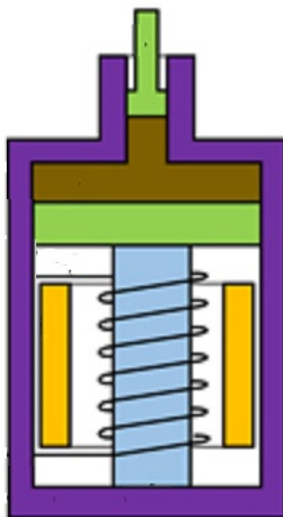
n - numărul de motoare folosite simultan

2.4.1.3 Motorul magnetostrictiv din bara plină

S-a observat că așa cum este precizat în cap.2.1.7.1 efectul magnetostrictiv este prezent și în cazul unor materiale "inteligente" dar acesta poate fi observat chiar și în cazul materialelor feroase comune, deci și a oțelurilor, acestea modificându-și dimensiunea la apariția câmpului [8-11].

Am determinat experimental că o bară de oțel lungă de 100 mm își modifică dimensiunea (se alungește) cu 0,016 mm adică cu 0,016% [15].

Construcția unui astfel de motor este prezentată în figura II.49

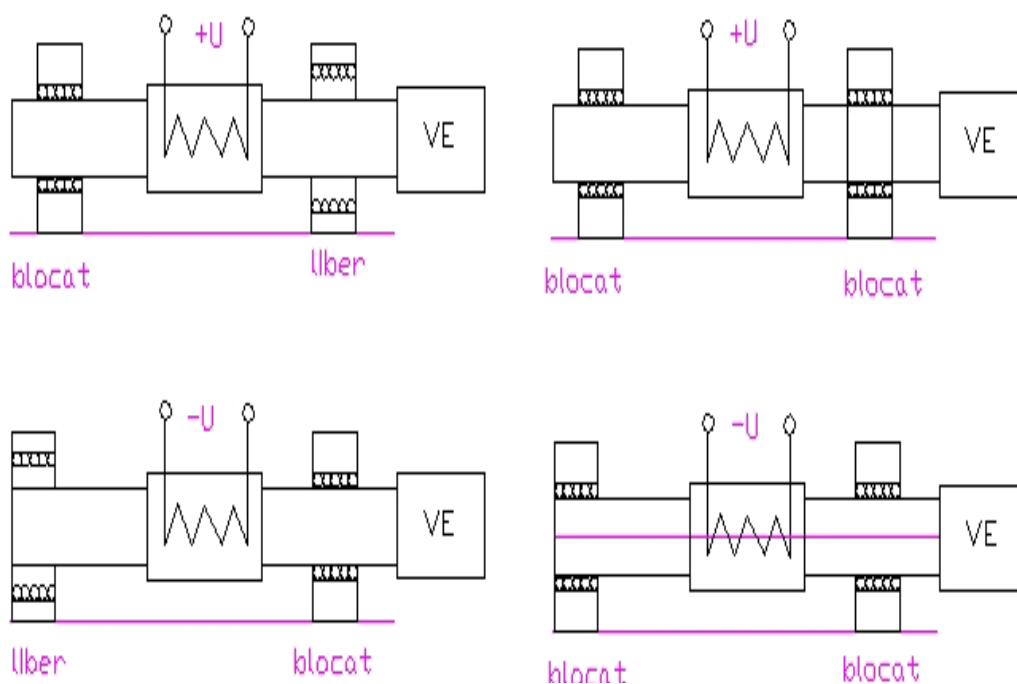


Figură II.49. Schema motorului magnetostrictiv

● miez din material magnetostrictiv-bară

Se poate observa o construcție mult mai voluminoasă decât în cazul precedent dar acesta are avantajul unei forțe dezvoltate mult mai mari care poate ajunge până la valoarea de 500 N, valoare suficientă pentru a produce microdeplasările.

Indiferent care variantă de motor este folosită, datorită cursei unitare relativ mici este necesară însumarea deplasărilor unitare pentru a realiza mișcarea de corecție, însumare care se face conform principiului prezentat în figura II.50.



Figură II.50. Schema de însumare a microdeplasărilor

2.5 Studiul transformatoarelor tip solidistate

2.5.1 Transformatorul cu trei faze implementat în cadrul convertoarelor de comutare a puterii tip multilevel

Parte a activității mele de cercetare, după dezvoltarea sistemelor de comandă complexe cu baze de date preîncărcate și reacție inversă pentru compensarea erorilor de prelucrare cu ajutorul unor surse de mișcare bazare pe magnetostricțiune o constituie studiul și dezvoltarea transformatorului tip solidistate implementat în cadrul convertoarelor de comutare a puterii multilevel, acest studiu fiind desfășurat în cadrul unui colectiv interdisciplinar compus din colegi de la Universitatea "Aurel Vlaicu" din Arad, Dalhousie University Halifax, N.S., B3H 4R2, Canada, The University of Lahore, Lahore 54000, Pakistan și University of the Punjab Lahore, 54590, Pakistan și prezintă o topologie simetrică pentru proiectarea transformatorului în stare solidă, alcătuit din convertoare de comutare a puterii, pentru a înlocui transformatoarele voluminoase convenționale. Evoluția de la transformatorul clasic cu bobinaje având dezavantajul deteriorării relativ rapide în timp și modificarea parametrilor funcționali (datorită forței electromagnetice semnificative) la transformatorul tip solidstate poate fi comparată cu trecerea de la hard discul clasic cu mișcare de rotație la solid state disc. Soluția propusă nu numai că reduce dimensiunea totală, dar oferă și controlul

debitului de putere cu capacitatea de a fi interfațat cu resursele de energie regenerabilă (RES) pentru a îndeplini cerințele rețelei viitoare la consumatorul final. Transformatorul în stare solidă oferă un flux de putere bidirecțional cu tensiune și frecvență variabilă de funcționare și are capacitatea de a menține factorul de putere al unității și armonica totală actuală (THD) pentru orice tip de încărcare în limitele definite ale standardului IEEE. Transformatorul în stare solidă oferă dimensiuni mult mai mici în comparație cu cele ale transformatorului cu miez de fier convențional. Platforma MATLAB / Simulink a fost adoptată pentru a testa valabilitatea circuitului propus pentru diferite scenarii prin furnizarea rezultatelor de simulare evaluate la frecvența de comutare 25 kHz [13,14, 21, 63-71].

2.5.2 Introducere

Principala considerație, în prezent, este furnizarea de energie ieftină, curată și durabilă până la consumatori. Pentru a atinge acest obiectiv, cea mai semnificativă și necesară schimbare este proiectarea transformatoarelor de distribuție. Transformatoarele tradiționale sunt grele, ocupă un volum mare și funcționează în valori de tensiune și frecvență fixe. Transformatoarele tradiționale sunt sensibile la regimuri tranzitorii, perturbații de tensiune, armonice și inter-armonice datorate încărcărilor neliniare și dezechilibrate [16, 64,68,71].

Acest fapt creează probleme de calitate a energiei, ca efect al încărcării de la transferul său către consumatori până la distribuția de energie de rețea. Transformatoarele de distribuție au un factor de utilizare a transformatorilor slab la nivelul nucleului magnetic saturat datorită naturii armonice a încărcării. Prezența curentului armonic datorat neliniarității și dezechilibrului de încărcări influențează, de asemenea, curentul lateral principal, creând astfel probleme de calitate a puterii [13,14,65,69].

Pe lângă îmbunătățirea calității puterii și furnizarea continuă de energie către clienți, acest tip de transformator avansat trebuie introdus pentru a face față cerințelor viitoare a rețelei.

În ultimul deceniu, convertizoarele electronice de putere au jucat un rol esențial bine-cunoscut în transmisia de curent continuu de înaltă tensiune (HVDC) și transmisia de curent alternativ variabil.

Sunt cunoscute în prezent sisteme sub formă de compensatoare statice variabile (SVC), compensatoare statice sincrone (STATCOM) și controlere de flux de putere unificate (UPFC) și așa mai departe. Din moment ce resursele de energie regenerabilă (RES), cum ar fi energia eoliană, pilele de combustibil și energia solară au pătruns în industrie, convertizoarele de putere electronice își găsesc aplicațiile în ele. Resursele energetice precum cărbunele natural sau gazul sunt limitate, iar utilizarea SRE crește constant în scopul schimbului de energie electrică cu grilă prin contorizare netă. Datorită faptului că transformatorul convențional nu poate fi interfațat cu RES și progresele înregistrate în domeniul electronicilor de putere, au dus la evoluția unui alt convertor electronic de putere numit Solid State Transformer, cunoscut și sub numele de power electronic transformer, care a suscitat încă de la apariția sa interesul specialiștilor [17, 24, 25, 31, 35, 36, 42, 55].

Odată cu progresele înregistrate în domeniul industriei semiconductoarelor, controlate cu frecvență înaltă au fost dezvoltate întrerupătoare electronice de putere mare. Cu aceste dezvoltări și pentru a face față cerințelor viitoare a integrării surselor de energie distribuite, cercetările sunt efectuate în cadrul gamei de electronice de putere care vizează utilizarea SST-urilor în aplicații de înaltă putere. Unul dintre punctele cheie de interes ale cercetătorilor este dezvoltarea unei arhitecturi dinamice a SST care dobândește minimum de întrerupătoare controlate; cealaltă abordare este integrarea SST-urilor cu RES și alte aplicații de alimentare [21, 23, 31, 35, 36, 49, 56].

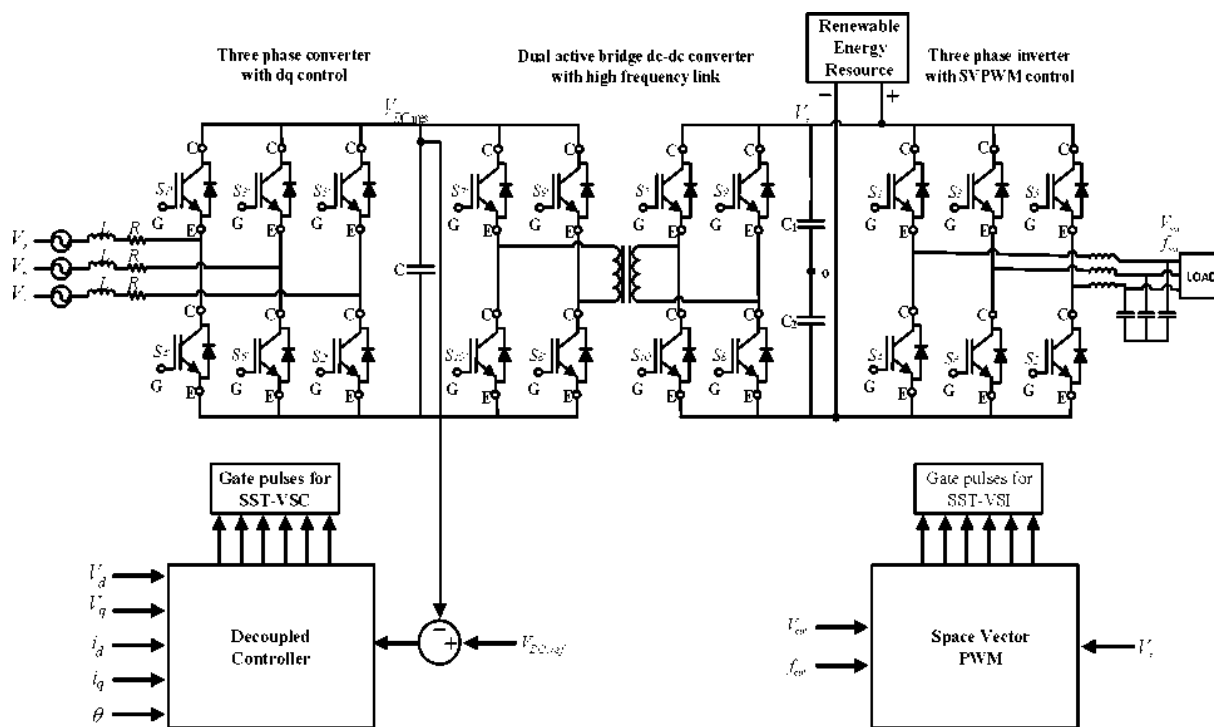
Transformatoarele în stare solidă răspund la semnale de control, dar design-urile lor nu sunt simple din cauza prezenței convertoarelor electronice de putere. Principiul de bază al funcționării SST este următorul: primul transformă tensiunea de joasă frecvență (50 Hz) în frecvență înaltă (frecvență mai mare de 20 kHz). După aceea, convertorul de frecvență de înaltă frecvență DC-DC dublu activ reglează curent continuu în tensiune, componente a căror dimensiune este mult mai mică din cauza funcționării cu frecvență mare. Puterea în mai multe stadii se datorește faptului că convertoarele electronice folosesc întrerupătoare electronice cu putere controlată în serie. În prima etapă activă se folosește redresorul care convertește și controlează tensiunea rețelei în tensiunea rețelei dc și oferă extindere asupra controlului puterii active și reactive. Astfel, asigură controlul puterii și al factorului de putere [47, 59, 71, 72]. Capabilitățile și compatibilitatea între RES și grile fac SST superioare transformatoarelor convenționale. Capacitatea SST-urilor de a genera orice tensiune variabilă în frecvență îi permite să funcționeze mai bine și mai eficient în aplicațiile din industrie pe măsură ce elimină cerința de a folosi unități de frecvență variabilă (VFD) [77]. SST-urile nu vor înlocui doar transformatoarele voluminoase convenționale care domină la stațiile de încărcare, locomotive și aplicații de tracțiune, ci vor genera rețele inteligente și pe laturile de distribuție secundare, dar oferă și funcții suplimentare, cum ar fi controlul de integrare a sursei de putere activă și reactivă. SST cu volum redus de caracteristici menționate deținând totodată un rol esențial în îmbunătățirea calității puterii. Unul dintre cele mai importante beneficii oferite de SST este că izolează atât partea primară, cât și cea secundară, eliminând astfel efectele de cuplare [23, 25, 28, 29, 37, 38, 50].

În SST-uri pot fi utilizate diverse topologii de conversie cu două niveluri și cu mai multe niveluri. Unele configurații recente ale SST sunt, de asemenea, raportate în SST sub formă de Convertizoarele de matricea AC în CA convertesc direct curent alternativ trifazat în tensiune alternativă trifazată cu alți parametri. SST-urile fără legătură continuă nu pot fi interfațate cu RES și cu celulele de combustibil [57, 58, 79, 86, 87]. Cu toate acestea, SST cu o legătură oferă avantaje precum disponibilitatea portului dc și multe altele precum dimensiunile reduse datorită funcționării de înaltă frecvență. Toate topologiile menționate mai sus implică însă un număr mare de supape convertoare. Topologia de tip izolat, prezentată în această lucrare cu minimum posibil întrerupătoare controlate, izolează complet rețeaua și sarcina și asigură independență controlul tensiunii, frecvenței, debitului de putere și factorului de putere. Topologia sugerată de SST poate de asemenea menține

tensiunile curate și formele de undă ale curentului de alimentare indiferent de tipul și natura de sarcină. Acest lucru a fost subliniat în această lucrare [28,29, 31,39,40,51,52].

2.5.3 Circuitul SST, specificațiile și aspectul controlului

Controlul vectorial (control decuplat) este utilizat în scopul rectificării trifazate. Controlul vectorial care utilizează comutatoare controlate, cum ar fi IGBTs, menține THD a curentului de intrare în IEEE definit limitează și asigură tensiunea de ieșire a curentului continuu fără ondulare. Tensiunea curentă continuă obținută VDC este transformată în frecvență mare folosind un inverter cu punte completă, din care este eliminat miezul de ferită folosind tensiune cu control de frecvență și tensiune folosind modulul de lățime a pulsului Space Vector (SVPWM) transformator de frecvență [80]. Această tensiune redusă este redresată din nou cu ajutorul punții complete și a convertizorului așa cum se arată în figura II.51. În ultima etapă, tensiunea continuă V este convertită înapoi în faza variabilă trifazată [39,40, 42,52, 59,66,68,72,90].



Figură II.51. Schema de circuite propusă a transformatorului în stare solidă

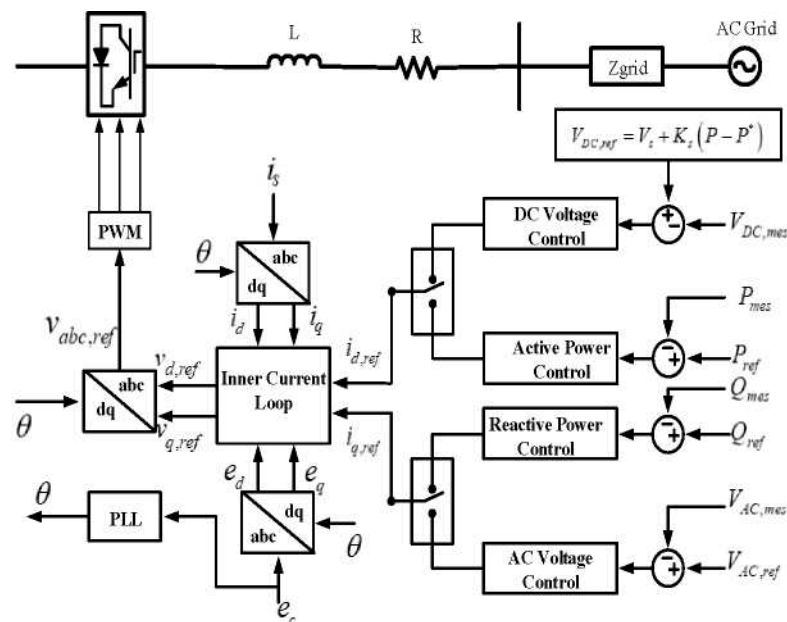
2.5.4. Dispunerea controlului convectorului sursei de tensiune SST

Controlul de curent vectorial orientat către flux (COV), bazat pe două straturi de control: controlul curentului exterior, strat (OCC) și strat de control al curentului intern (ICC), este utilizat pentru a controla funcționarea sursei de tensiune convertitoare (VSC). Stratul exterior satisface tensiunea continuă, puterea activă și puterea reactivă solicitări ale VSC-urilor, în timp ce stratul interior folosește metoda de decuplare pentru a regla axa q și curenții de axa d. Ambele bucle de

control au un element de control proporțional și integral (PI) ca element comun în ele. Tensiunea de legătură continuă V_{DCmes} este reglată folosind controlul tensiunii în tensiune [40,52,56,59,72].

Prin investigarea arhitecturii de control bi-strat implementată în cadrul tensiunii MIMO (multi-input multi-output) convertorului sursă, se poate deduce că funcționarea SST-VSC devine un pic complexă. Această arhitectură de control complexă are multe variabile care trebuie controlate cu ajutorul PI controlere [45,58,83,84].

Prin urmare, este necesar ca sistemul să fie reglat în mod optim pentru a oferi răspunsuri dorite atât în stare tranzitorie cât și de stare constantă. Dar, reglarea parametrilor PI ai stării neliniare cu un convertor de sursă de tensiune, este o sarcină dificilă în sine. Controlul de curent vectorial este utilizat în punctul de cuplare comun, care reglează controlul tensiunii CC la VSC și controlul debitului de putere cu reglare de tensiune. În această tehnică, tensiunea și curentul alternativ din VSC sunt transformate în cadru de referință rotativ d-q, care este sincronizat cu tensiuni de rețea utilizând bucla blocată în fază (PLL). Această metodologie nu numai că reglează tensiunea continuă și curentul continuu, dar oferă și controlul decuplat al puterii active și reactive. Aspectul bazat pe arhitectura de control d-q SST-VSC este prezentat în figura II.52. Bucla de control extern produce curenți de referință pentru bucla de curent intern, care furnizează apoi tensiunea de referință pentru cadrul de referință d-q. Luând în considerare cadrul de control d-q, bucla de control intern folosește controlere PI, generează curent de referință și menține tensiunea necesară pentru VSC cu specificațiile din tabelul 2.11 [39,67,70,79].



Figură II.52. Arhitectura d-q control SST-VSC

Tabel 2.11. Specificații VSC pentru transformatorul SST

	Nominal Voltage	Specifications	Impedance
Ac grid	11 kV	200 kVA	$R = 1 \Omega$ $L = 100 \text{ mH}$
<i>dc-link</i>	20 kV		
<i>dc-Capacitor</i>	20 kV	Single 880 pF	

2.5.5. Disponerea controlului inverterului sursă de tensiune SST

Invertoarele de tensiune la două niveluri cu două faze (VSI), constând din două comutatoare electronice de putere în fiecare ramură, au pătruns în industrie, deoarece oferă diverse cerințe de control ale vitezei de acționare a motoarelor cu inducție. VSI cu două niveluri are șase stări active și două stări nule. Sunt propuse diverse tehnici PWM pentru a reduce distorsiunile formei de undă VSI la frecvența de comutare dată. Cea mai populară este Space Vector PWM, deoarece oferă o încărcare a curentului scăzut de ieșire și asigură utilizarea maximă a tensiunilor de legătură continuă. Oferă tensiune de curent alternativ cu 15% mai mare, curenți mai mici și distorsiuni armonice de tensiune în comparație cu PWM convenționale. Acesta este motivul pentru care SVPWM ca tehnică de modulare este utilizat în această cercetare. Stările active divizează planul vectorial spațial în șase sectoare de mărime egală. Stările de comutare pentru toți cei opt (șase activi și doi nuli) vectori sunt prezentați în tabelul 2.12 [7,79,84,90].

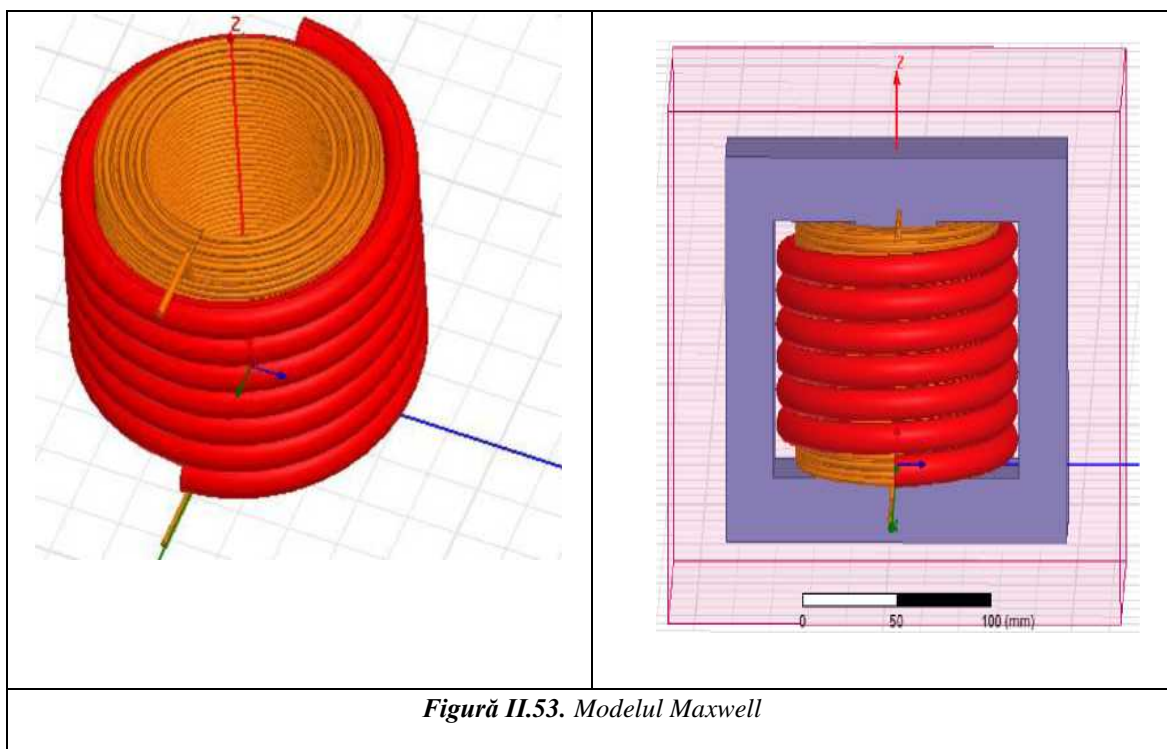
Tabel 2.12. Tabelul stărilor de comutare

Vector	Sector & Vector Combination	Line to Line Voltage			State
		V_{ab}	V_{bc}	V_{ca}	
$V_0 (000)$		0	0	0	Zero
$V_I (100)$ I	V_0, V_I, V_i, V_z	+Vd	0	-Vd	Active
$V_2 (110)$ II	V_z, V_i, V_3, V_0	0	+Vd	-Vd	Active
$V_3 (010)$ III	V_0, V_3, V_i, V_z	-Vd	+Vd	0	Active
$V_i (011)$ IV	V_z, V_i, V_s, V_0	-Vd	0	+Vd	Active
$V_s (001)$ V	V_0, V_s, V_s, V_z	0	-Vd	+Vd	Active
$V_s (101)$ VI	V_z, V_s, V_I, V_0	+Vd	-Vd	0	Active
$V_z (111)$		0	0	0	Zero

2.5.6 Proiectarea transformatorului cu miez de înaltă frecvență

Importanța materialelor din ferită merită menționată în aplicarea modernă a energiei electrice și electronice. Restrângerile de proiectare ale materialelor feritice și ale pierderilor încorporate în materialele magnetice moi datorită frecvenței mari de comutare sunt deja discutate în literatura de specialitate. Modele mai elaborate care discută modelarea și dependența pierderilor de ferită la densități mari de flux și la frecvențe ridicate sunt de asemenea discutate. Funcționarea feritelor la valuri pătrate cu un ciclu de serviciu de 50% oferă pierderi cu 0-15% mai mici în comparație cu semnalele sinusoidale cu același vârf și aceeași frecvență. Aceste proprietăți și performanțe fac ca materialele din ferită să fie potrivite pentru multe aplicații de comutare în care este dorită comutarea cu undă pătrată, fără a utiliza circuite de filtrare auxiliare. În această lucrare de cercetare, mediul de ferită a funcționat cu un ciclu de serviciu de 50% în DAB, este utilizat nu numai pentru a asigura izolarea galvanică, ci și pentru a reduce nivelul tensiunii. Platforma ANSYS / Maxwell este aleasă pentru a proiecta transformatorul cu miez de ferită de înaltă frecvență.

Parametrii specifici ai modelului Maxwell simulat, așa cum se arată în figura II.53, sunt prezentați în tabelul 2.13.



Figură II.53. Modelul Maxwell

Tabel 2.13. Parametrii transformatorului de înaltă frecvență cu ferită

Units	Quantity	Values
$3F3$	Ferrite (MnZn), P-Type	9997 (nH/T ²)
B	Magnetic flux density	3200 Gauss
Wac	Product of Core Area and Window	1006.7857 cm ⁴
Ac	Core Area	25cm ²
Wa	Window Winding Area	40.271429 cm ²
Po	Power	200 kVA
F	Frequency	25 kHz
J	Current Density	3.5 A/mm ²
K	Filling Factor	0.6
Vp	Primary Voltage	20 kV
I	Primary Current (with 5% increase in input cover losses)	10.5 A
Vs	Secondary Voltage	500 V
Is	Secondary Current	400 A
Np	Primary Turns	250 Turns
Ns	Secondary Turns	7 Turns
Rp	Primary Winding Resistance	0.299947 Q
Lp	Primary Winding Inductance	26676.98
Rs	Secondary Winding Resistance	0.34242 mQ
Ls	Secondary Winding Inductance	400.904 μ H
Apw	Primary Winding Wire Area (with skin effect compensation)	4.399 mm ² 122.23
Asw	Secondary Winding Wire Area (with skin effect compensation)	mm ²

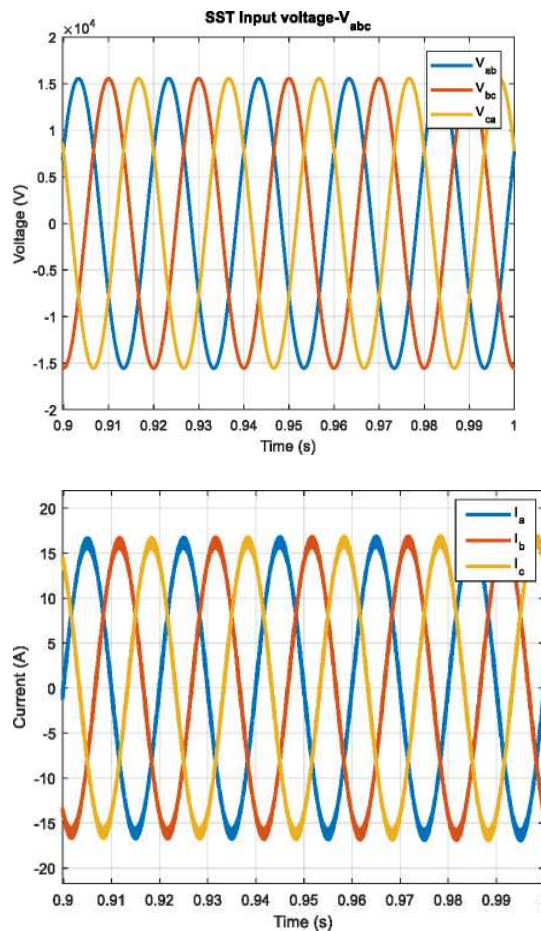
2.5.7 Rezultate ale simulării

SST-VSC încorporat în bucele de control interior-exterior și menținerea controlului de tensiune, cerințe de putere activă și reactivă, în timp ce SST-VSI îndeplinește controlul frecvenței variabile, cerințe la sfârșitul consumatorului. SST-VSC conectat cu grilă de 11 kV, menține legătură continuă, VCC la 20 kV ale căror specificații sunt deja date în tabelul 2.1, în timp ce specificațiile SST-VSI, din tabelul 2.2, generează tensiune variabilă și frecvență variabilă la capătul sarcinii.

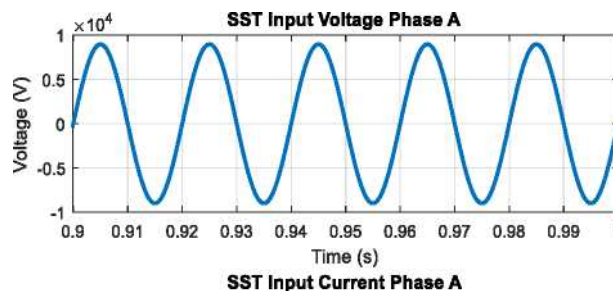
Deoarece circuitul propus este simetric, fluxul de putere bidirecțională poate fi realizat doar prin schimbarea impulsurilor porții numai fără nicio modificare în circuit. Pentru a evalua flexibilitatea și valabilitatea circuitului propus, sunt efectuate simulări folosind mediul MATLAB / Simulink pentru patru cazuri de testare diferite: SST pentru a furniza putere activă, SST ca unitate de frecvență variabilă, RES de interfațare a fluxului de energie bidirecțională și SST ca dispozitiv de îmbunătățire a factorului de putere (PFI) .

2.5.7.1. Cazul 1: Flux de putere activ

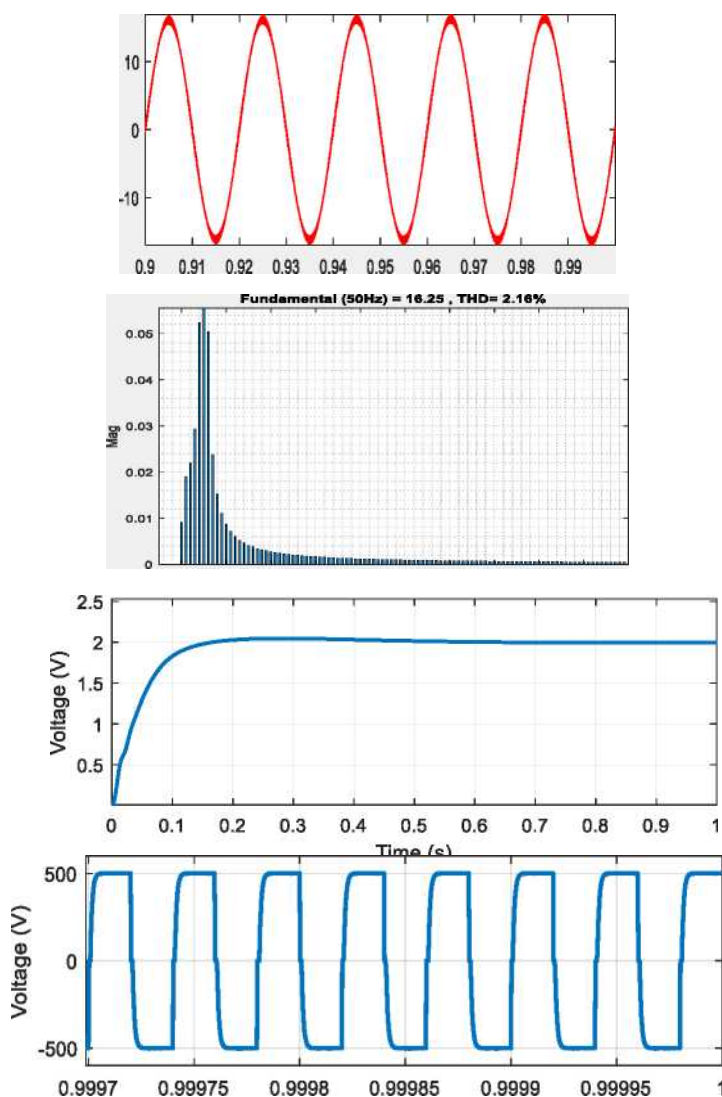
Rezultatele simulării sunt prezentate în diferite etape ale SST propuse, bazate pe mai multe etape convertoare de comutare a puterii după trecerea perioadei tranzitorii. Tensiunea și curentul trifazat la figura II.54 sunt prezentate în partea de rețea, după cum se poate observa din figura II.55, tensiunea de intrare SST (faza A) și curentul, în partea de rețea rămân în fază chiar și cererea de putere activă este variată de la 0,0 p.u. la 1.0 p.u, furnizând astfel puterea la factorul de putere de unitate. Rezultatele arată că modelul SST prezentat trage curentul trifazat echilibrat din grilă. Curentul de intrare (faza A) are un conținut foarte puțin armonic (THD = 2,16%). Aceleași rezultate sunt valabile și pentru alte faze, figura II.56.



Figură II.54. Tensiunea și curentul trifazat



Figură II.55. Tensiunea de intrare SST faza A



Figură II.56. Variația parametrilor pentru celelalte faze

2.5.8 Concluzii

Pentru a înlocui transformatoarele voluminoase convenționale, în această cercetare este propus un SST „izolat” de dimensiuni reduse. Indiferent dacă sursa este o fază monofazată sau trifazată sau cc, modelul SST propus poate genera tensiune monofazată sau trifazată sau cc pentru orice tip de încărcare rezistivă sau inductivă. Când este interfațată cu RES, configurația simetrică a SST face ca acesta să funcționeze ca un sistem de sine stătător la capătul consumatorului, precum și ca invertor legat de rețea în partea grilei. Rezultatele simulării sunt evaluate pentru scenarii în care SST acționează ca o unitate de frecvență variabilă și ca dispozitiv de îmbunătățire a factorului de putere. În plus, atunci când este interfațat cu RES, SST asigură și fluxul de putere bidirecțional. Rezultatele de simulare validează performanța SST propusă pentru toate scenariile. Funcționarea SST ca dispozitiv VFD și PFI cu interfață regenerabilă îl face ideal pentru aplicațiile industriale în

care topologia SST propusă poate elimina cerințele transformatorului convențional voluminos, în special pentru aplicațiile de acționare a motorului. Acest lucru justifică rolul SST ca VFD. Funcționarea în patru cadrane a comutatoarelor controlate cu port continuu în SST permite integrarea acestuia cu micro / super rețele. Proiectarea SST propusă are capacitatea de a respinge tulburările laterale ale rețelei și de a regla VAR la nivelul rețelei și la nivelurile de tensiune consumatorului final. Topologia prezentată a SST poate sprijini cu ușurință funcționarea de gamă largă a sistemului de distribuție. Lucrarea viitoare ar fi dezvoltarea de configurare hardware pentru SST propus, pentru a verifica valabilitatea modelului SST propus pe aplicații industriale în timp real.

În afară de proiectarea SST, integrarea optimizată a SST cu hibrid-RES ar fi o soluție de luat în considerare.

3 Considerații asupra echipamentelor pentru regimuri de funcționare grele (intense) folosite în industria de celuloză : avantajele tăierii cu jet de apă abraziv

„Enhanced Reconditioning of Heavy-Duty Pulp Industry Equipment
Copyright © 2020, IGI Global. Copying or distributing in print or electronic forms without written permission of IGI Global is prohibited.

This publication is protected by copyright law of the United States of America codified in Title 17 of the U.S. Code, which is party to both the Universal Copyright Convention and the Berne Copyright Convention. The entire content is copyrighted by IGI Global. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, posted online, stored, translated or distributed in any form or by any means without written permission from the publisher”

3.1.Introducere și cadru

Utilizarea jetului de apă ca tehnologie de tăiere este un proces industrial emergent care are avantaje semnificative față de tehnologiile alternative de tăiere pentru unele aplicații industriale. Din punct de vedere tehnologic, tehnologia de tăiere cu jet de apă se realizează în două etape:

- (iii) presurizarea apei pure la câteva sute de MPa, generând astfel energie potențială
- (iv) conducerea acestei apei la o duză diamantată, prin care, în cadrul unui proces de eficiență de 100%, această energie potențială este transformată în energie cinetică, rezultând un jet de apă cu o viteză de două ori mai mare decât viteza sunetului.

Pentru a înțelege mai bine caracteristicile, avantajele și posibilele limitări ale utilizării industriale a jetului de apă, va fi prezentată o scurtă trecere în revistă a tehnologiei de tăiere cu jet de apă, în principal pentru a lua în considerare o astfel de tehnologie de fabricare cu scopul de a înlocui procesele de tăiere termică mari consumatoare de energie . Cu o astfel de tehnologie, se preconizează să se obțină o îmbunătățire semnificativă a caracteristicilor finale ale suprafeței fabricate, caracteristici care sunt necesare pentru studiul de caz curent.

3.1.1. Contextul istoric și tehnologic al proceselor cu jet de apă

Prima utilizare industrială a tehnologiei cu jet de apă a fost legată de extracția aurului sub formă de exploatare hidraulică, în deceniul 70 al secolului al XIX-lea. Cu toate acestea, numai îmbunătățirea pompelor mecanice a făcut posibilă creșterea presiunii apei la standardele actuale, permițând acestei tehnologii să efectueze tăierea unei game largi de materiale. În consecință, în zilele noastre este posibil să tăiem aproape fiecare tip de material cu jet de apă (Wang, Zhang, Wu și Yang, 2017). La începutul anilor 1980, adăugarea de particule solide a fost ultima inovație majoră adăugată proceselor de tăiere cu jet de apă, rezultând în tehnologia cunoscută în prezent sub numele de tăiere cu jet de apă și tăiere abrazivă (Zetkova și colab., 2018). Din punct de vedere al procesului, sistemele de tăiere cu jet de apă pot fi împărțite în două categorii în funcție de metode: (i) metoda de tăiere cu apă pură (PWJC) și (ii) metoda de tăiere cu apă abrazivă (AWJC).

Ambele metode sunt utilizate pentru tăierea materialelor și pentru curățarea suprafețelor, de exemplu, pentru sablarea corpurilor navelor sau pentru demolarea structurilor de ciment (Barabas &

Florescu, 2019). Spre deosebire de aplicațiile de curățare și demolare, în care mai multe jeturi de apă sunt grupate cât mai aproape posibil pentru a permite curgeri de zeci de litri pe minut (la presiuni relativ mici), pentru aplicații de tăiere, se utilizează un singur jet de apă cu diametre care variază de obicei de la 0,1 la 0,5 mm, în funcție de aplicație și de tipul de material (Goletti, Grasso, Annoni și Colosimo, 2013). În aceste ultime aplicații, este necesară apă la înaltă presiune (UHP) pentru a permite densitatea de energie necesară pentru tăierea grosimilor de până la 300 mm, în funcție de tipul de material.

Cu toate acestea, densitatea energetică a unui jet de apă pură nu este suficientă pentru a procesa multe materiale tehnice. Astfel, în aceste aplicații, legate în mod normal de materiale dure, particulele solide (abrazive) trebuie adăugate la jetul pur de apă. Substanțe minerale naturale cu margini ascuțite, cum ar fi granitul sau granatul, cu dimensiuni ale particulelor de la 0,1 mm la 0,3 mm, sunt utilizate în principal ca particule abrazive. În funcție de aplicația de tăiere, cantitatea necesară de material abraziv poate varia de la 100 la 800 g / min. Presiunile de lucru de până la 6.000 bari sunt în zilele noastre foarte frecvente atât în aplicațiile PWJC, cât și în aplicațiile AWJC.

Diametrul jetului de apă variază de obicei între 0,3 mm și 1,2 mm. Grosimea maximă pe care un astfel de jet de apă este capabil să o taie poate ajunge la aproximativ 300 mm, în funcție de materialul care trebuie tăiat (Gnanavelbabu, Saravanan, Rajkumar și Karthikeyan, 2018). Aplicarea tehnologiei PWJC (Figura II.57) variază de la tăierea alimentelor (congelate, coapte, ciocolată, înghețată), la produse din hârtie (scutece, carton ondulat), textile (piele, țesături de tapițerie, covoare), plăci electronice sau pentru a tăia diferite tipuri de metal, cum ar fi oțelul pentru matrițe în industria auto, preimpregnate și materiale laminate în industria aerospațială, materiale izolante, etanșări plate și componente speciale, printre multe alte aplicații. Figura II.57. Sisteme Jet bazate pe tehnologie de tăiere cu jet pur de apă (CEI, 2020)



Figură II.57. Sisteme cu jet bazate pe tehnologia de tăiere a apei curate (CEI, 2020)

Tăierea cu jet de apă abrazivă (AWJC) a devenit în prezent un proces tehnologic neconvențional care trebuie utilizat într-o gamă largă de aplicații industriale, nu numai pentru tăierea materialelor, procedeul putând fi utilizat și pentru tratamente de suprafață, cum ar fi degajarea cu jet de apă (He et al., 2019), printre multe alte aplicații de înaltă tehnologie. AWJC este o tehnologie în care materialele metalice nu sunt afectate termic și, prin urmare, nu suferă distorsiuni termice, permițând, de asemenea, prelucrarea secțiunilor transversale groase, semnificativ mai mari decât pentru majoritatea tehnologiilor alternative de tăiere (Ahmed, El Mesalamy, Youssef și El Midany, 2018).

Tehnologia AWJC are, de asemenea, o gamă largă de aplicații în întreaga industrie, de exemplu, tăierea pieselor metalice (Figura II.58), cum ar fi oțel inoxidabil sau aliaje pe bază de nichel.



Figură II.58. Piese metalice realizate prin tăiere cu jet de apă abraziv bazate pe tehnologia CEI Group (CEI, 2020)

Tehnologia AWJC poate fi utilizată și pentru tăierea sticlei, sticlei armate sau a sticlei acrilice, a materialelor din piatră (granit și marmură), a materialelor pentru industria aerospațială (materiale plastice armate cu fibre groase și aliaje de titan), a ceramicii performante, printre multe alte aplicații pentru produsele industriale.

Diferențierea caracteristicilor tehnologice AWJC integrează câteva caracteristici unice care permit acestui proces neconvențional să se diferențieze de orice altă tehnologie industrială de tăiere a metalelor prin existența a patru dimensiuni combinate:

(i) Caracteristica flexibilității: Tehnologia AWJC este eficientă fie pentru materialele metalice feroase și neferoase, oferind, de asemenea, performanțe bune în tăierea materialelor nemetalice, cum ar fi porțelanul, sticla, granitul, marmura, printre alte materiale dure.

(ii) Caracteristica temperaturii: tehnologia AWJC reduce căldura degajată prin frecare cristalină și, în consecință, se generează doar o căldură reziduală. Prin urmare, spre deosebire de procesele de tăiere termică, nici o regiune a materialului tăiat nu este afectată de căldura (reziduală) generată în timpul procesului de tăiere.

(iii)Caracteristica capacitate: În funcție de cerințele tăierii marginii, AWJC permite tăierea materialelor metalice sau nemetalice cu grosimi mari, și anume mai mult de 100 mm și, de obicei, până la 300 mm.

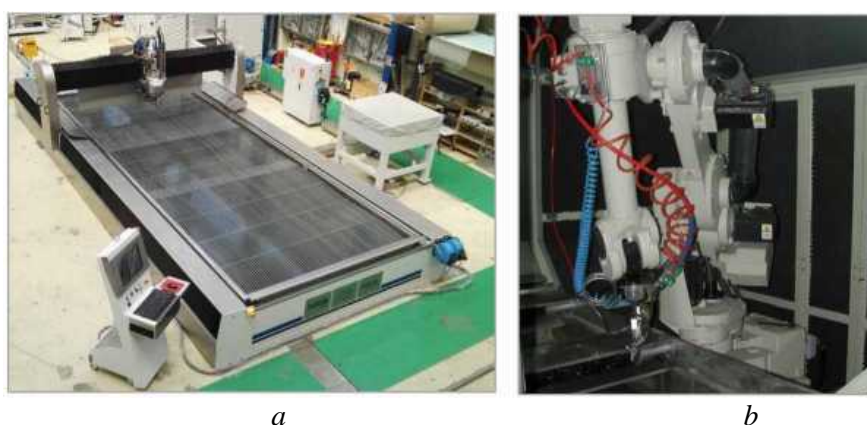
(iv)Caracteristica ecologică: apa utilizată de tehnologia AWJC este ușor de reciclat, contribuind astfel la dezvoltarea durabilă (Barabas și Florescu, 2019).

În plus față de aceste patru caracteristici combinate, întotdeauna prezente în timpul procesului AWJC, acțiunea mecanică a jetului asupra materialului generează un efect „impactant” asupra suprafeței, care în materialele metalice generează mici deformări plastice sub temperatura de recristalizare. Acest efect colateral este pozitiv, deoarece induce tensiuni reziduale de compresiune (ecruisare), rezultând astfel o contribuție foarte importantă pentru creșterea rezistenței la oboseală și reducerea a probabilității de fisurare și a daunelor aferente (He și colab., 2019).

În plus față de densitatea sa ridicată de energie, costul redus și protecția mediului, tehnologia AWJC are o mobilitate ridicată. De fapt, poate fi utilizată până la ultima articulație a unui sistem robotic convențional.

Un alt avantaj al tehnologiei este faptul că poziția de tăiere și mulți parametri tehnici asociați pot fi controlați cu precizie în timp real (Li, Huang, Chen, Gong și Yang, 2019).

Concepția constructivă a manipuloarelor: faptul că fluidul de mare energie (apă pură presurizată sau abrazivă) este ușor de transportat, combinat cu greutatea redusă, permite integrarea ușoară a tehnologiei AWJC cu aproape orice tip de manipulator robotizat. Cele mai frecvente sunt sistemele CNC carteziene cu un manipulator cu 3 sau 5 axe (Figura II.59 a), dar și manipuloarele antropomorfe pe 6 axe (Figura II.59 b) sunt, de asemenea, foarte frecvente.



Figură II.59. Manipuloare bazate pe tehnologie AWJC de CEI (CEI, 2020)

Morfologia unui sistem CNC cu 3 sau 5 axe (robot cartezian) este de obicei cea mai potrivită pentru tăierea materialelor plate (de exemplu, foi plate), în timp ce un braț robotizat este potrivit în special pentru tăierea materialelor curbate (de exemplu, tuburi).

Ingenieria sistemelor: În funcție de aplicație, performanța tehnologiei AWJC depinde de trei grupe de caracteristici:

- (1) echipamente AWJC,
- (2) tip de material abraziv utilizat
- (3) parametri de proces:

Echipamente AWJC: Caracteristicile tehnice ale echipamentelor sunt legate de managementul strategic (pe termen lung) al cumpărătorului, odată ce investiția inițială într-un echipament AWJC care ar putea varia în mod tipic de la 100 000 EUR la 400 000 EUR:

- (i) eficiența generatorului UHP;
- (ii) debitul nominal de apă UHP;
- (iii) presiunea nominală și înclinarea manometrului;
- (iv) zona de lucru utilă; (v) acuratețe și repetabilitate;
- (v) nivelul de „inteligentă” al echipamentului

Tipul de abraziv: Caracteristicile tehnice ale abrazivului utilizat sunt legate de managementul operațional (pe termen scurt și cerințele de mediu). Costul abrazivului are implicații directe asupra costului de funcționare al echipamentului, deoarece valoarea acestuia poate varia de la 0,20 €/la 0,80 € pe tonă și depinde de:

- (i) ambalare;
- (ii) granulație;
- (iii) puritate;
- (iv) densitatea în vrac;
- (v) omogenitate

Parametrii procesului: Optimizarea parametrilor procesului este esențială și depinde de nivelul de „inteligentă” al echipamentului, în ceea ce privește senzorii legați de:

- (i) fluxul de apă;
- (ii) curgerea abrazivă;
- (iii) materia primă prelucrată;
- (iv) distanța de la diuză la material;
- (v) starea de uzură a diuzei;
- (vi) starea de uzură a focalizatorului;
- (vii) precizia muchiei prelucrate;
- (viii) finisarea suprafeței tăiate

În fabricile moderne, operațiunile migrează la paradigma Industry 4.0 (Reinhard, Jesper și Stefan, 2016) și, prin urmare, au entități inteligente de management digital tip Cockpit (Vilas-Boas, Mirnoori, Razy și Silva, 2019) care integrează informațiile complete furnizate de rețeaua senzorială a unității de fabricație. Pe baza acestor informații, comenzile sunt date mașinilor, într-un mod integrat și în funcție de necesitățile producției instalației. Mai mult, în unele variante avansate (CEI, 2020), viteza și avansul pot fi monitorizate și adaptate de către client în timp real.

3.1.2. Probleme actuale privind recondiționarea echipamentelor industriei celulozei: un studiu de caz

Pe piața globală actuală a mașinilor și soluțiilor industriale, companiile cer costuri din ce în ce mai mici, combinate cu durate de viață mai mari ale echipamentelor și mașinilor. Astfel, pentru a lua în considerare atât solicitările de viață, cât și costurile, inginerii trebuie să optimizeze proiectarea și performanța pentru a permite îndeplinirea unor astfel de specificații complexe și provocatoare. În plus, având în vedere că acest tip de echipamente și utilaje sunt de obicei împinse la limitele lor de funcționare pentru a maximiza productivitatea companiilor, speranța de viață scade semnificativ din cauza daunelor recurente induse componentelor și pieselor echipamentelor care fac obiectul diferitelor mecanisme de lucru, comandă sau control.

La mașinile și dispozitivele pentru sarcini grele, problemele și limitările menționate mai sus sunt semnificativ mai mari, datorită naturii condițiilor lor severe de funcționare și a mediilor dificile.

Severitatea daunelor la componentele unei mașini de fabricat celuloză

Industria celulozei, datorită valorii adăugate pe care o cuprinde pentru materiile prime din lemn și celuloză, este un sector pentru care perioadele de nefuncționare sau fluxurile de producție în scădere determină pierderi mari. Din acest motiv, opririle echipamentelor pentru operațiuni de întreținere sunt atent planificate și programate într-un proces foarte riguros. Constituirea stocurilor intermediare de materii prime / semifabricate este un cost necesar, pentru a asigura continuitatea fluxului de producție în cazul avariilor neașteptate.

Costurile asociate cu duplicarea echipamentelor care necesită intervenții sistematice sunt, de asemenea, avute în vedere, cu periodicități care pot interfera cu fluxul nominal de producție al companiilor.

În cadrul procesului de producție al unei fabrici de celuloză din lemn, una dintre operațiunile inițiale ale fluxului de producție este pregătirea materiilor prime - bușteni de lemn, de obicei eucalipt sau pin - pentru a fi încărcate în malaxor. Această operațiune constă în decojirea buștenilor și tăierea lor în bucăți. Acest proces este esențial pentru optimizarea extracției pastei de lemn la nivelul malaxorului. Ca parte a acestei operațiuni, a fost identificată performanța unui decojitor rotativ care funcționează în parcul de lemn al fabricii de celuloză.

Această pierdere de performanță s-a datorat uzurii extreme a lamelor de tăiere, necesitând înlocuirea regulată și prematură. Astfel de deficiențe de performanță au avut ca implicație directă o creștere a costurilor asociate cu funcționarea și întreținerea echipamentelor, a materialelor și a resurselor umane asociate acestor operațiuni, precum și a pierderilor de producție rezultate.

Un astfel de decojitor rotativ este, de fapt, un echipament greu, deoarece este supus continuu la sarcini dinamice grele (forte mari și cu variație mare datorită adaosului de prelucrare neuniform și neomogen ca și constituție) și uzură severă.

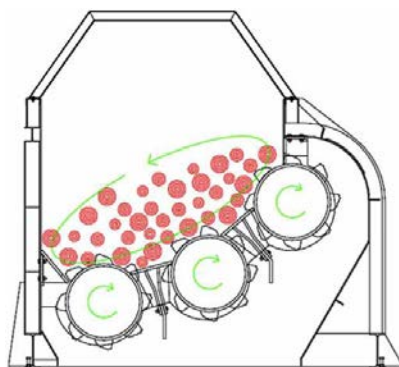
Astfel de sarcini dinamice pot induce oboseala materialelor, în timp ce natura abrazivă a fibrelor de celuloză a buștenilor de lemn și o rată ridicată de contaminare cu impurități, praf și nămol, precum și a particulelor dure, cum ar fi pietrele și piesele metalice (șuruburi și / sau cuie, printre altele) conduc la creșterea severității daunelor pe părțile dedicate ale prelucrării pe suprafața cilindrică de rotație.

În timp ce oboseala materialului are ca rezultat ruperea progresivă cauzată de acțiunea unor solicitări repetate sau cicluri de deformare, uzura materialului poate apărea prin pierderea progresivă a materialului de la o suprafață relativă în mișcare datorită acțiunilor mecanice sau chimice. Oboseala poate fi calculată și anticipată cu scopul de a prezice durata de viață a componentelor mecanice proiectate.

În cazul uzurii materialului, acesta poate fi controlată, dar niciodată complet eliminată. Astfel, pentru studiul de caz curent al mașinii analizate de produs pastă de lemn cu regim dur de prelucrare deci în condiții de sarcini grele, a fost necesară o atenție specială pentru a îmbunătăți durata de viață a mai multor componente care au fost subliniate pentru a nu avea daune premature din cauza oboselii și uzurii.

Definirea problemei: Deteriorarea prematură a dinților peelingului unui decojitor de bușteni de lemn rotativ

Decojitorul rotativ al fabricii de celuloză din lemn (Figura II.60) constă din trei rotoare care rulează în paralel și în cascadă. La perimetrul rotoarelor din interiorul echipamentului, există dinți pentru operația de peeling (decojire și aducere la formă cilindrică) fixați prin sudare. Acțiunea combinată a rotoarelor care freacă și rotesc buștenii împreună cu abraziunea buștenilor determină scoaterea scoarței din bușteni. Figura II.60 prezintă o reprezentare schematică a decojitorului rotativ studiat.



Figură II.60. *Reprezentarea schematică a decojitorului din lemn rotativ studiat*

Dinții de decojire ai scoarței sunt confecționați din oțel special cu rezistență ridicată și rezistență la uzură și sunt sudați, așa cum se observă în Figura II.61, la suporturile de tambur circulare (Figura II.60). Când este detașat sau deplasat un dinte, randamentul peelingului scade. Când grosimea inițială de 35 mm a fost redusă la 32 mm sau când raza firelor lamei a atins valoarea uzurii de aproximativ 5 mm, dinții trebuie reparați sau înlocuiți cu alții noi.

Se constată o uzură excesivă și prematură a dinților de tip 2, prezentată în Figura II.61.



Figură II.61. *Detaliu fotografic al dinților de peeling cu scoarță rotativă de tip 2*

Dinții de tip 2 ai scoarței constau din șase lame fabricate prin tăierea dintr-un oțel Hardox 500 din semifabricat tip placă. Deteriorarea acestor dinți apare din cauza uzurii excesive și premature. Pentru a atenua acest proces, o margine de carbură de tungsten este uneori depusă pe firul lamei prin sudarea electrogenă cu un electrod Kestra D60. Această acoperire este adesea dezlipită sau are loc o scindare semnificativă, reducând durata de viață a dinților recondiționați. Prin urmare,

chiar și cu ultimul tratament prin acoperire, durata de viață se dovedește a fi mult mai mică decât se aștepta, provocând, din nou, o înlocuire prematură a rotorului. Acest lucru se adaugă la costul înlocuirii și reparației premature, la costul opririi echipamentelor nedorite și neplanificate și la impactul aferent asupra costurilor și productivității.

3.1.3 Identificarea cauzei uzurii excesive și premature a dinților în procesul de peeling

(i) Cauza uzurii excesive și premature a dinților pentru acest tip de dinți folosiți în procesul de peeling a fost studiată anterior de autori (Ramalho, Pio, Santos și Gaspar, 2018), iar concluziile au fost identificate și menționate mai jos:

(ii) Materialul utilizat pentru fabricarea lamelor de tăiere a dinților de curățare de tip 2 este Hardox 500, care este un oțel structural dur, rezistent la abraziune, furnizat în stadiul martensitic, revenire pas 1, cu o duritate nominală de 500 HBW (SSAB, 2015);

(iii) Încălzirea Hardox 500 peste 230 ° C induce temperarea etapei superioare a oțelului, provocând creșterea granulelor și precipitarea carburilor, cu o scădere bruscă a durității (Frydman, Konat și Pekalski, 2008; Garcia, 1996; Uzunali & Cuvalci, 2015);

(iv) Dinții de curățare de tip 2, furnizați, au o suprafață de tăiere caracteristică unui proces de tăiere termică. Datorită suprafeței mari de tăiere pentru fabricarea geometriei dinților, temperatura volumului total al dinților este de așteptat să depășească 350 ° C. Acest lucru a condus la transformarea microstructurii sale, cu consecința scăderii proprietăților lor mecanice, și anume prin scăderea durității acestora la valori mai mici de 250 HV; Valorile durității înregistrate nu sunt adecvate pentru buna performanță a dinților de tip 2 peeling în condiții normale de funcționare, cum este cazul studiat și anume pentru a desprinde coaja de bușteni din lemn de eucalipt (Xiong și colab., 2018);

În consecință, tăierea termică utilizată în prezent pentru fabricarea dinților pentru peeling se dovedește a nu fi adecvată pentru fabricarea dinților tip 2 (SSAB, 2016).

3.1.4 Tehnici avansate de tăiere Hardox Steel

Oțelurile Hardox se caracterizează prin rezistență ridicată la uzura abrazivă, posibilitatea prelucrării cu scule speciale, o bună sudabilitate, proprietăți mecanice ridicate și rezistență la sarcini de impact. Aceste proprietăți ale oțelurilor Hardox sunt obținute cu concentrații scăzute de elemente de aliere, ducând la echivalent scăzut de carbon și cu o microstructură martensitică cu bob fin. Hardox 500 este furnizat în plăci fabricate prin procedeul termo-laminat. Și-a obținut proprietățile mecanice prin călire și, atunci când este necesar, prin revenire ulterioară, și nu este destinat tratamentului termic suplimentar. Proprietățile stării furnizate nu pot fi păstrate după expunerea la temperaturi mai mari de 250 ° C (SSAB, 2015).

Având în vedere condițiile de aprovizionare a oțelurilor Hardox, metodele tradiționale de tăiere nu sunt eficiente și unele dintre ele, care provoacă oxidarea, pot duce la degradarea proprietăților oțelului (Ramalho și colab., 2018). Mai recent, au apărut noi procese de tăiere care

reduc sau previn constrângeri, cum ar fi eroziunea cu fir, laserul, plasma, și jetul de apă abrazivă, care au fost considerate soluții bune pentru tăierea plăcilor de oțel Hardox 500 (Dahil, Dahil și Karabulut, 2014).

Din acest motiv, este important să evidențiem principalele caracteristici ale suprafețelor de tăiere care rezultă pe acest tip de oțel prin astfel de procese.

3.1.5 Tăierea cu arc cu plasmă

Tăierea cu arc cu plasmă este un proces de tăiere termică care folosește un jet restrâns de gaz plasmatic la temperatură înaltă pentru a topi și a separa (tăia) metalul (Ramakrishnan, Gershenzon, Polivka, Kearney și Rogozinski, 1997). Pentru automatizarea procesului de tăiere, duza de plasmă este ghidată de o mașină CNC (Dahil et al., 2014). Acest proces, în comparație cu procesele tradiționale de tăiere termică (Oxi-tăiere) prezintă o finisare mai bună a suprafeței și transferuri termice mai mici (SSAB, 2016).

Conform fișei tehnice a producătorului de oțel Hardox, toleranța dimensională obținută la tăierea unei plăci de 4 mm grosime este de ± 1 mm, utilizând parametrii operaționali optimizați. Pentru o placă Hardox 400 de 12 mm grosime, toleranța dimensională poate fi redusă la aproximativ $\pm 0,5$ mm (Chamarthi, Reddy, Elipey și Reddy, 2013). În orice caz, un astfel de domeniu de toleranță depășește în mare măsură toleranțele dimensionale necesare pentru producerea dinților de curățare a scoarței rotative de tip 2. Una dintre caracteristicile procesului de tăiere cu arc cu plasmă sunt temperaturile extrem de ridicate atinse pe suprafețele de tăiere. În funcție de parametrii de tăiere, plasma poate atinge până la 25.000 ° C (Krajcarz, 2014).

Din acest motiv, chiar și cu un control eficient al livrării termice prin optimizarea parametrilor de tăiere, zona afectată de căldură (HAZ) poate avea o adâncime considerabilă de aproximativ 2 - 5 mm pentru o grosime de tăiere de 5 mm, schimbând semnificativ microstructura în apropierea suprafața de tăiere (SSAB, 2016). Duritatea suprafeței rezultate poate varia semnificativ, având în vedere atât parametrii de tăiere, cât și grosimea de tăiere (Dahil și colab., 2014; SSAB, 2016; Ulewicz și Novy, 2017), crescând astfel sau micșorând corespunzător duritatea la suprafața tăiată. Debitarea cu hidrogen este, de asemenea, asociată cu modificări ale microstructurii de lângă suprafață. Controlul debitării cu hidrogen poate fi realizat prin preîncălzirea plăcii, dar ar reduce iremediabil duritatea din apropierea suprafeței, compromițând rezistența la uzură a oțelului. Pe de altă parte, apariția fisurilor va reduce rezistența la oboseală a oțelului, favorizând și fractura acestuia (SSAB, 2016; Ulewicz și Novy, 2017).

Acest efect este unul negativ și nedorit, deoarece oțelul Hardox 500 a fost ales pe baza caracteristicilor mecanice legate de microstructura martensitică temperată, care îi conferă proprietăți excelente de rezistență la uzură, asociate cu o rezistență foarte bună. Astfel de caracteristici exclud utilizarea acestei metode de tăiere pentru fabricarea dinților de curățare de tip 2.

3.1.6 Tăierea cu laser

Metoda de tăiere cu laser poate fi definită ca transmiterea energiei fotonice către materialul care urmează să fie prelucrat prin căi termice sau fotochimice, prelucrarea „atom-atom” a materialului care urmează să fie procesat prin topire sau evaporare și repulsie a materialului topit cu folosind gaze (Dahil și colab., 2014; Ulewicz și Novy, 2017). Cu această tehnologie de tăiere, caracteristicile suprafeței de tăiere se îmbunătățesc în comparație cu tăierea cu plasmă (Dahil et al., 2014; Krajcarz, 2014; SSAB, 2016; Ulewicz și Novy, 2017). Toleranța dimensională scade la 0,2 mm, HAZ scade la valori cuprinse între 0,2 și 2 mm și variațiile de duritate în apropierea suprafeței de tăiere scad.

Cu toate acestea, aceste proprietăți sunt obținute pentru grosimi de tăiere considerabil mai mici, iar această tehnică nu este recomandată pentru tăierea plăcilor de oțel Hardox cu grosimi mai mari de 25 mm - pentru această grosime este necesară o putere de 5.700 W (SSAB, 2016). . Astfel, pe baza unor astfel de caracteristici, tăierea cu laser arată că nu este adecvată ca metodă de tăiere pentru fabricarea dinților de curățare a scoarței rotative de tip 2.

3.1.7 Tăierea prin eroziune cu fir

Prelucrarea cu descărcare electrică (EDM) este unul dintre cele mai utilizate procedee neconvenționale de îndepărtare a materialelor. Caracteristica unică a utilizării energiei termice pentru prelucrarea pieselor conductoare electric, indiferent de duritate, a fost avantajul său distinct în fabricarea matrițelor, matrițelor automobilelor, componente aerospațiale, și chirurgicale. În plus, EDM nu face contact direct între electrod și piesa de prelucrat eliminând tensiunile mecanice, bătaile și vibrațiile în timpul prelucrării (Ho & Newman, 2003). Tăierea prin eroziune cu fir este o variantă EDM în care o piesă de prelucrat este decupată cu un fir , creează scânteii electrice între fir și piesa de prelucrat, iar aceste scânteii electrice taie piesa de prelucrat. Este o metodă rentabilă care are o precizie incredibilă pe piesele componente mai groase. Mașinile de tăiat cu fir pot tăia forme complexe chiar și în materiale dure.

Cu această tehnică, se menționează că toleranțele dimensionale aferente sunt de obicei sub $\pm 0,5 \mu\text{m}$ (Rajurkar, Sundaram și Malshe, 2013). Cu toate acestea, o astfel de gamă de toleranțe dimensionale depășește în mare măsură cerințele pentru producerea dinților de peeling de lemn de tip 2. În procesele EDM, energia termică generează un canal de plasmă între catod și anod la o temperatură cuprinsă între 8000 și 12000° C. Prin urmare, chiar și cu răcirea electrolitului, temperaturile suprafeței sunt foarte ridicate. Suprafața prelucrată EDM este alcătuită din trei straturi distincte constând din strat alb / strat reformat, HAZ și metal de bază neafectat. Metalurgia suprafeței depinde de comportamentul de solidificare a metalului topit după încetarea descărcării și transformarea fazei ulterioare. Grosimea stratului de reformare format pe suprafața piesei de prelucrat și nivelul deteriorării termice suferite de electrod pot fi determinate prin analiza creșterii canalului de plasmă în timpul scânteii (Ho & Newman, 2003). În stratul alb apar multe microfisuri

care sunt de obicei generate din cauza modificărilor microstructurale. Aceste fisuri tind să se propage până când ajung la metalul de bază. Apariția acestor microfisuri reduce rezistența la oboseală a oțelului, ducând la ruperea dinților tăietori.

Cu toate acestea, la tăierea prin eroziune cu fir, HAZ este semnificativ mai mic decât la tăierea cu laser. În consecință, scăderea durității estimate să aibă loc în apropierea suprafeței de tăiere este constant mai mică (Dahil et al., 2014). Astfel, pentru acest tip de proces de tăiere, scăderea rezistenței la rupere compromite utilizarea sa ca metodă de tăiere pentru fabricarea dinților de tip 2 peeling pentru tocătorul de bușteni.

3.1.8 Tăierea cu jet de apă abrazivă (AWJC)

Tehnologia de tăiere cu jet de apă abrazivă utilizează un jet de apă de înaltă presiune (4000 bar), cu particule abrazive adăugate, pentru a tăia o gamă largă de materiale, cu grosime de la 0,1 mm la 200 mm (Dahil et al., 2014; SSAB, 2016). Pe baza fișei tehnice a oțelului Hardox (SSAB, 2016) S, toleranța dimensională a metodei de tăiere AWJC pe oțelul respectiv este de $\pm 0,2$ mm. O astfel de gamă dimensională este semnificativ mai mare decât cea necesară pentru tăierea dinților de curățare a scobitoarelor de lemn rotative studiate. Un avantaj important al prelucrării cu jet de apă este absența deformării termice a materialului tăiat și, astfel, a marginilor topite.

Temperatura în vecinătatea tratamentului crește mai puțin și în zone mai mici decât pentru alte tehnologii de tăiere. De asemenea, fluxul de apă va accelera și îndepărtarea căldurii din zonele de lucru. Ca urmare, cantitatea de căldură generată la tăiere nu afectează materialul modelat. Din aceste motive, microstructura oțelului 500 Hardox va fi păstrată (Dahil și colab., 2014; Krajcarz, 2014; SSAB, 2016). Presiunea ridicată a jetului de apă în suprafețele tăiate permite o creștere locală a durității pe acele suprafețe (Dahil et al., 2014; Krajcarz, 2014). Această creștere a durității rezultă din deformarea plastică a granulelor de microstructură de oțel în apropierea suprafeței tăiate, care are un comportament similar cu ceea ce se întâmplă în procesele de îmbunătățire a rezistenței la oboseală a oțelului (Infante și Branco, 2000). Ca rezultat, este de așteptat ca o astfel de ameliorare a duratei de viață la oboseală să împiedice, de asemenea, să apară scăpărări pe suprafața dinților rotativi ai sculelor (rotorilor) utilizați în procesul de peeling. Pe baza caracteristicilor prezentate de acest proces de tăiere, metoda de tăiere AWJC pare a fi tehnologia indicată pentru fabricarea decojitorului rotativ de lemn cu dinți de tip 2.

3.2 Recondiționarea îmbunătățită a echipamentelor industriei pulpei dezvoltate: avantajele tăierii abrazive

Lamele rotative ale dinților decojitori sunt produse din plăci plate, ceea ce ne face să credem că echipamentul de morfologie cartesiană este cel mai potrivit (Silva, 2013) din această problemă: Ce cerințe tehnice trebuie să impunem pentru un sistem AWJC, pentru a produce lamele dinților în Hardox 500, pentru un decojitor rotativ pentru bușteni de lemn? Din această problemă de cercetare, pot fi ridicate următoarele întrebări specifice:

RQ1: Care sunt cerințele pentru generatorul de tip UHP?

RQ2: Care sunt cerințele nominale privind debitul de apă UHP?

RQ3: Care sunt presiunea nominală și care sunt cerințele de manevrare?

RQ4: Care sunt cerințele zonei de lucru?

RQ5: Care sunt cerințele de precizie?

RQ6: Care sunt cerințele privind nivelul de inteligență?

Pentru a găsi răspunsuri potențiale la aceste întrebări specifice, obiectivul principal al acestei cercetări este printr-o revizuire sistematică a literaturii, inclusiv studii practice de caz, să specifice cerințele tehnice pentru un sistem bazat pe tehnologie AWJC pentru a produce lamele dinților pentru decojitorul rotativ.

3.2.1 Tipul generatorului UHP

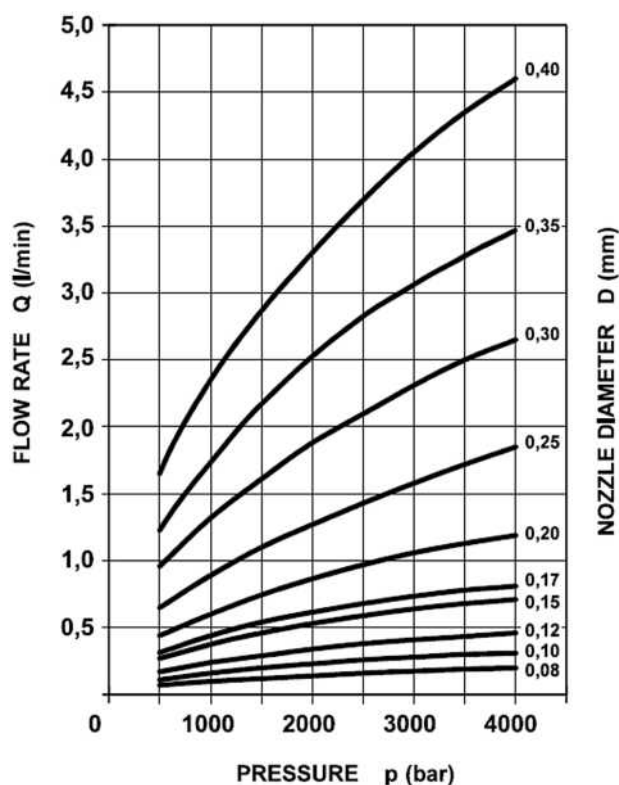
Din literatura de specialitate (Goletti și colab., 2013; Kovacevic, 1991) au fost identificate trei tipuri de generatoare UHP:

- (i) pompe directe pozitive - dificil de controlat jetul on-off, mai ieftin în ceea ce privește investiția inițială și foarte scump în ceea ce privește costurile de funcționare;
- (ii) intensificatoare hidraulice - jet ușor de controlat, preț rezonabil, costuri de funcționare mai mici și eficiență energetică scăzută;
- (iii) servo-intensificatoare (tehnologie UHP de ultimă generație) - ușor de controlat jetul on-off, preț ridicat, costuri de funcționare mai mici și eficiență energetică ridicată; (Goletti și colab., 2013).

Din aceste date, pentru aplicația de tăiere Hardox 500 la procesul de producție din industria celulozei, alegerea generatorului trebuie făcută luând în considerare volumul zilnic estimat de prelucrat prevăzut în termeni de metri liniari, care este destul de redus. Pe baza acestor ipoteze, cea mai bună opțiune cost-beneficiu pentru generatorul sistemului bazat pe tehnologie AWJC pentru a produce lamele dinților pentru decojitorul rotativ este intensificatorul hidraulic.

(i) Debitul

Într-un sistem bazat pe tehnologie AWJC, capacitatea de tăiere este proporțională cu debitul de masă al amestecului fluidic (apă + abraziv) (Averin, 2017). Cu toate acestea, cu cât debitul utilizat este mai mare, cu atât este mai mare tendința ca rugozitatea să crească la margine (Lv, Hou, Tian, Huang și Zhu, 2018). Pentru acest studiu de caz în Hardox 500, piesele sunt ulterior sudate, pe de o parte avem duritatea mare a materialului și, pe de altă parte, este acceptabilă o anumită rugozitate a muchiei. Din diferitele teste efectuate pe echipamentele produse de Grupul CEI, s-a constatat că este cel mai bun raport de rugozitate-capacitate a muchiei la tăierea Hardox500 la o presiune de 400MPa cu o duză de 0,35 mm. Pe baza acestor ipoteze, sistemul bazat pe tehnologie AWJC pentru a produce lamele dinților pentru decojitorul rotativ în funcțiune la procesul de producție din industria celulozei necesită un debit efectiv de 3,5 l / min (Figura II.62).



Figură II.62. Relațiile de presiune, debitul de apă și diametrul duzei în baza tehnologiei AWJC (CEI, 2020)

(ii) Presiunea nominală a generatorului IHP

La fel ca în cazul debitului de apă, menținând în același timp toți ceilalți parametri, capacitatea de tăiere este proporțională cu presiunea statică la intrarea duzei (Zhabin, Polyakov, Averin și Khachaturian, 2019). Există prototipuri pilot care utilizează presiuni nominale mai mari de 1000 MPa, cu toate acestea, starea industrială matură AWJC are două niveluri de presiune nominală:

400 MPa și 600 MPa (Goletti și colab., 2013), (Gnanavelbabu și colab. ., 2018). Din aplicațiile industriale practice furnizate de unele sisteme AWJC, cum ar fi CEI [REF.A], [REF.B] și [REF.C], atât costurile de investiții, cât și cele de funcționare pentru o presiune nominală de 600 MPa sunt aproximativ duble față de un sistem cu presiune nominală de 400 MPa. Unele teste efectuate de CEI Group au arătat că investiția în sistem de presiune nominală de 400 MPa este recomandată pentru grosimi peste 80 mm sau timpul pentru executarea tăierii este foarte limitat.

În acest sens, raportul cost-beneficiu al investiției și al funcționării, pentru acest studiu de caz din Hardox 500 la procesul de producție din industria celulozei, indică o presiune nominală UHP de 400 MPa. Ondularea manometrului rezultă din căderi de presiune momentane în sistemele de pompare, când ciclul este inversat. În timpul cursei de compresie, pistonul intensificator asigură o presiune continuă, totuși, când se inversează direcția, presiunea se deplasează către celălalt piston și există și există inevitabil o continuitate de presiune de spargere. Aceste discontinuități generează oscilații de presiune, care pot fi de câțiva MPa. Pentru a compensa aceste oscilații, cele mai avansate sisteme au una sau mai multe unități de acumulare de apă UHP între generator și capul de tăiere. În interiorul acestor acumulatori există o anumită compresibilitate a apei. Prin urmare, ondularea este atenuată până la punctul în care presiunea statică medie la intrarea găurii diamantate a capului de tăiere este practic egală cu presiunea de vârf.

Dintre acestea, pentru aplicația de tăiere Hardox 500 din procesul de producție din industria celulozei, se recomandă un sistem bazat pe tehnologie AWJC pentru a produce lamele dinților pentru decojitorul rotativ, un acumulator de apă UHP.

(iii) Zona de lucru utilă

Din literatura de specialitate și cea furnizată de producătorii de sisteme bazate pe tehnologia AWJC, s-a constatat că furnizorii de oțel Hardox 500 pun la dispoziție foi plate cu dimensiuni de până la 3.350mm pe 14.630mm (introduceți referința Men-Deley: link). Zona de lucru a unui sistem bazat pe tehnologie AWJC fiind legată de dimensiunea pieselor de tăiat, din cercetările efectuate s-a constatat că zona de lucru crește investiția, deși nu este proporțională. Din acestea, pentru aplicația de tăiere Hardox 500 în procesul de producție din industria celulozei, sistemul bazat pe tehnologie AWJC pentru a produce lamele dinților pentru decojitorul rotativ, pe baza raportului cost-beneficiu, se recomandă o suprafață de lucru de 2.000 mm pe 4.000 mm .

(iv) Precizia și repetabilitatea

Acuratețea și repetabilitatea unui sistem CNC robotizat CNC depind de sistemul său de acționare, modul de control, codificatoare, precizia dimensională a componentelor și, de asemenea, stabilitatea structurală a îmbinărilor și conectorilor (Kocsi și Olah, 2017). Mai mult, pentru echipamentele care utilizează flux de energie mare în procesul de tăiere, cum ar fi laser, plasmă, ox-cut, și jet de apă, stabilitatea fasciculului în timpul utilizării sale este de asemenea, factor cheie pentru precizia finală a ieșirii (Ishfaq, Ahmad, Ahmad Mufti, Saleem și M. Al-Ahmari, 2019).

În cazul echipamentelor cu plasmă și oxi-cut, toleranțele dimensionale sub 1,0 mm pot fi cu greu asigurate, cu toate acestea prin laser toleranțele sunt de obicei în jur de 0,1 mm și în jetul de apă, cu o ușurință relativă, poate funcționa sub 0,1 mm de toleranță (Lv et al., 2018).

Conform testelor anterioare, problemele constatate cu uzura timpurie a dinților pentru decojitorul rotativ (Ramalho și colab., 2018) rezultă din inadecvarea tăieturii termice în momentul realizării acestora, nu din motive de precizie, ci pentru efectele secundare rezultate din deformarea cristalină a materialelor, adică, rezultă din efectul temperaturilor ridicate la vârf (Barabas și Florescu, 2019). Întrucât procesul bazat pe tehnologie AWJC este mult mai stabil decât stabilitatea proceselor termice utilizate în prezent pentru producerea lamelor dentare pentru decojitorul rotativ, precizia și repetabilitatea sistemului bazat pe tehnologia AWJC nu ar trebui să necesite cerințe speciale.

(v) Nivelul de inteligență

În tranziția către cea de-a patra eră economică în care trăim, pentru a fi integrat în fabricile Industry 4.0, orice echipament trebuie să includă sisteme de senzori, ale căror semnale trimise către computerele din interiorul sau din exteriorul echipamentului sunt procesate. Acest lucru are ca rezultat optimizarea în timp real a producției mașinii. Nivelul și complexitatea acestei rețele senzoriale și modul de procesare a acesteia determină nivelul de inteligență al echipamentului. Pentru o tehnologie AWJC, rețeaua senzorială poate acoperi și monitoriza parametri precum debitul de apă, debitul abraziv, distanța de la focalizator la material, uzura găurii, uzura focarului, marginile, finisarea suprafeței de tăiere, planeitatea, conturul, și defectele materialelor de tăiat, printre multe altele.

În fabricile moderne în care operațiunile migrează către Industry 4.0 și care, prin urmare, au entități digitale inovatoare: Cockpit (Silva, 2018), se concentrează toate informațiile legate de parametrii de proces furnizați de rețeaua senzorială a unității de producție. Pe baza acestor informații în timp real, cockpitul generează decizii în timp real, care unele dintre ele necesită validare umană și în funcție de necesitățile instalației de ieșire.

În fabricile mai avansate, inclusiv CEI Group, tehnologia bazată pe AWJC, viteza de tăiere și calitatea marginii pot fi monitorizate și ajustate online de către client în timp real.

3.2. Rezumat și concluzie

Din cercetările efectuate, putem concluziona că tehnologia de realizare a dinților pentru echipamente care lucrează la regimuri dure (intense) bazată pe tehnologie AWJC este fezabilă din punct de vedere tehnic și recomandabilă pentru a produce lame dentare pentru decojitorul rotativ în procesul de producție din industria celulozei, răspunzând astfel în termeni generali la problema cercetării și de asemenea, la răspunsurile la RQ-uri (research questions- întrebări asupra cercetării) specifice:

RQ1: Care sunt cerințele generatorului de tip UHP?

Din această cercetare s-a constatat că generatorul UHP care pare să aibă cel mai bun raport cost-beneficiu, având în vedere investiția și funcționarea, este intensificatorul hidraulic.

RQ2: Care sunt cerințele nominale privind debitul de apă UHP?

Din această cercetare s-a constatat că intensificatorul hidraulic trebuie să furnizeze cel puțin 3,5 l / min, la care ar trebui adăugată o marjă de siguranță.

RQ3: Care sunt cerințele pentru generatorul de tip UHP?

Din această cercetare s-a constatat că cel mai bun raport cost-beneficiu, având în vedere investiția și funcționarea, este un intensificator hidraulic cu o presiune nominală de 400 Mpa.

RQ4: Care sunt cerințele zonei de lucru?

Din această cercetare s-a constatat că, din motive de investiții și funcționare, din punct de vedere al costurilor și beneficiilor, suprafața utilă de lucru trebuie să aibă 2.000 mm pe 3.000 mm.

RQ5: Care sunt cerințele de precizie?


Din această cercetare s-a constatat că tehnologia jetului de apă în sine are caracteristici de acuratețe și repetabilitate mult peste tehnologiile utilizate în prezent în aceeași aplicație. Astfel, putem concluziona că nu sunt necesare cerințe suplimentare.

RQ6: Care sunt cerințele privind nivelul de inteligență?

Din aceste cercetări s-a constatat că sistemul tehnologic recomandat WJC trebuie să includă o rețea senzorială care să permită optimizarea acestuia într-un mod integrat și, în funcție de nevoile fabricii.

Prin urmare, având în vedere concluziile de mai sus, considerăm că s-a găsit un răspuns pentru producerea de lame pentru decojitorul rotativ și, cu aceasta, obiectivele pe care ni le-am propus au fost pe deplin atinse.

4. Cercetări privind instrumente moderne de educație în inginerie

 ScienceDirect, *Web 2.0 is defined as websites or web tools that offer two-way communications between information presented on the website and the user. From: The Teaching Librarian, 2013*

4.1 Instrumente de dezvoltare a mediului online: contribuții la integrarea acestora în programele de învățământ în domeniul ingineriei industriale

4.1.1 Introducere

Pentru a înțelege potențialul instrumentelor și resurselor mediului online în domeniul învățării în domeniul ingineriei, în diferite universități europene de inginerie s-a desfășurat un proiect privind utilizarea strategiilor educaționale specifice, în vederea îmbunătățirii implicării studenților în diferite forme de participare și a îmbunătățirii rezultatelor învățării acestora. Acest studiu se axează pe utilizarea instrumentelor Web 2.0 în timp, la predarea Proceselor de fabricație studenților de la specializarea Inginerie Industrială ai Institutului Politehnic Portughez pentru Învățământul Superior în cursul unui semestru complet. Cumulativ față de percepțiile studenților, datele au fost colectate și evaluate pentru a putea formula (extrage) două întrebări principale care să constituie tema de bază a prezentei cercetări: „Studenții din domeniul ingineriei sunt capabili să utilizeze în mod eficient instrumentele de învățare online pentru a-și îmbunătăți procesul de învățare autonomă?” și „Pot studenții din domeniul ingineriei să lucreze în colaborare utilizând instrumente online pentru a atinge obiective de învățare comune?,,. Constatările preliminare au arătat că studenții au reușit să utilizeze în mod eficient instrumentele de învățare online colaborative (cu comunicare în cadrul grupului țință) propuse în timpul cursului. Cu toate acestea, studenții preferă instrumentele și procesele individuale de învățare în locul muncii și învățării în colaborare și între ei [53,81,84].

Având în vedere că mediile de învățare online sunt instrumente recente, în comparație cu metodologiile tradiționale de predare și învățare, reprojecțarea necesară a spațiilor de învățare se dovedește a fi o necesitate. Spațiile de învățare reorganizate permit metodologii de învățare obiective și adaptive, conducând la o concepție educațională dedicată E-strategiilor în scopul de a dezvolta procese și metode în procesul de predare și în cel de învățare [75,76,81].

4.1.2 Paradigma actuală de predare și învățare

Utilizarea pe scară largă a tehnologiei în rândul studenților actuali de învățământ superior de inginerie a făcut ca instituțiile de învățământ din întreaga lume să recunoască necesitatea încorporării acesteia în predare și învățare din motive explicite. Cu toate acestea, unii autori se referă la faptul că utilizarea și rolul tehnologiei digitale în învățământul superior sunt contestate, ceea ce

impune o analiză serioasă dacă disponibilitatea totală a instrumentelor de învățare a Tehnologiei Informației și Comunicațiilor (TIC) promovează în mod eficient rezultate sporite ale învățării [22,89].

Mediile de învățare online încorporează instrumente și resurse digitale pentru a sprijini procesele de învățare. Unul dintre aceste procese este cunoscut sub numele de e-learning, care oferă studenților livrarea online cumulativă de informații, comunicare, educație și formare. Învățarea combinată utilizează atât metodele de învățare față în față în clasă, la care se adaugă conținutul și procesele de învățare electronică [75,76,78]. Pe baza proporției de conținut derivat online, Allen & Seaman clasifică ca instrucțiuni combinate atunci când 30% până la 80% din conținut este livrat online. Paradigmele necunoscute anterior pentru toate aspectele învățării, cum ar fi accesul online la cunoașterea universală, precum și sistemele și platformele de învățare online, sunt acum disponibile tuturor celor care doresc să se supună unor procese de învățare formale sau non-formale. În acest scop, aceste resurse online pot fi combinate cu succes cu învățarea la clasă pentru a îmbunătăți experiențele de învățare și rezultatele studenților [20, 41, 46, 53,80].

Web 2.0 se referă la starea actuală a tehnologiei online care permite - comparativ cu standardele anterioare de comunicare și participare online - o conectivitate mai răspândită în rețea și canale de comunicare îmbunătățite. Unul dintre principalele avantaje ale instrumentelor Web 2.0 este îmbunătățirea oportunității de colaborare care poate avea loc între utilizatorii online. Natura socială a acestor instrumente digitale permite interacțiuni și comunicare mai eficiente bazate pe comunitate. Astfel, sunt de așteptat forme mai interactive de participare prin Web. Principalele tipuri de instrumente de social media, clasificate ca instrumente Web 2.0, includ forumuri de discuții, platforme de partajare video, mesagerie instantanee, rețele sociale și Wiki-uri. Una dintre provocările actuale ale strategiilor de proiectare a învățământului superior este integrarea eficientă a acestor instrumente de social media în educația inginerescă [22, 47,76].

4.1.3 Cerințele și scopurile acestui studiu

Acest studiu de caz integrează un experiment internațional de predare și învățare a ingineriei, care a fost efectuat timp de trei ani academici consecutivi, pentru a îmbunătăți implicarea studenților cu diferite forme de participare și pentru a le îmbunătăți rezultatele învățării.

Studiul actual se concentrează pe utilizarea instrumentelor Web 2.0 în predarea și învățarea proceselor de fabricație pentru a permite integrarea efectivă a acestora în cursurile de inginerie. Scopul acestei cercetări este de a contribui la înțelegerea ulterioară a două întrebări combinate referitoare și la cercetare:

- Sunt studenții de la inginerie capabili să folosească eficient instrumentele de învățare online pentru a-și îmbunătăți procesul de învățare autonom?
- Pot studenții de la inginerie să lucreze în colaborare folosind instrumente online pentru a atinge obiectivele comune de învățare?

4.1.4 Metodologie

Acest studiu s-a concentrat pe un grup de studenți înscriși la un curs de producție, integrat într-o diplomă de Inginerie Industrială. Acest program este predat la Școala de Tehnologie a Institutului Politehnic de Învățământ Superior din Castelo Branco, Portugalia. Experimentul educațional s-a desfășurat pe un semestru întreg în anul universitar 2017/2018 [86].

4.1.4.1 Participanți

Un grup de 15 studenți de diferite naționalități au fost selectați ca eșantion reprezentativ dintre participanții obișnuiți la cursuri. Acești studenți au luat parte la discuții focus de grup, la interviuri individuale și la chestionare dedicate. Eșantionul a inclus o majoritate de studenți portughezi (60%), în timp ce restul erau de naționalități spaniole, române, turce și din Capul Verde. La fel cu ceea ce se întâmplă pentru majoritatea cursurilor locale de inginerie, a avut o distribuție de gen 80/20% între sexul participanților, bărbați/femei [75,76].

Urmând o strategie de proiectare instrucțională colaborativă, deja testată în experimentele educaționale anterioare, un lector a supravegheat experimentul de învățare mixtă în cadrul programelor obișnuite ale unei discipline de Procese de fabricație. În acest scop, lectorul a dezvoltat în colaborare cu alți colegi sarcini dedicate online, a conceput chestionarele personalizate și a susținut atât interviuri individuale, cât și de grup pentru a evalua percepțiile și punctele de vedere ale studenților.

4.1.4.2 Mediu de învățare online

O platformă de învățare cu sursă deschisă Moodle a fost folosită pentru a putea fi combinată cu cursurile obișnuite față în față. Pluginurile deschise din comunitate pot fi folosite pentru a extinde și a personaliza în continuare caracteristicile funcționalităților de bază ale platformei. Astfel, paginile Moodle Wiki, forumurile de discuții și glosarele online au fost selectate pentru a fi realizate ca sarcini colaborative ale grupelor. Toate activitățile online au fost atribuite studenților prin intermediul unui briefing cu un set de reguli formale legate de sarcini și cu criteriile după care vor fi evaluați.

Cel puțin două ore de clasă au fost dedicate la începutul semestrului pentru explicarea sarcinilor online, briefing-ul de conținut și răspunsurile la întrebările oricăror studenți legate de munca atribuită sau de utilizarea instrumentelor online Web 2.0 [75,76].

Sarcinile de inginerie individuale și colaborative au fost concepute pentru a fi îndeplinite de către studenți nu numai în timpul orelor față în față, ci, ori de câte ori este nevoie, și după orele obișnuite. Întrebările care au apărut cu privire la sarcinile individuale și colaborative au fost abordate și în clasă, dar au putut fi clarificate și cu lectorul folosind canalele și instrumentele de comunicare online.

4.1.4.3 Observațiile profesorului și studenților

Bazat pe abordări atât cantitative, cât și calitative, acest studiu a combinat diferite tipuri de înregistrări și metode de analiză pentru a oferi o relatare exploratorie a constatărilor preconizate, colectând și evaluând feedback-ul studenților, acordând în același timp atenție opiniilor și practicilor acestora. Datele brute au fost analizate sistematic și grupate în funcție de obiectivele cercetării folosind tehnici de clustering, permițând astfel compararea și corelarea categoriilor.

Lectorul a folosit un jurnal personal de predare pentru a înregistra observațiile studenților în timpul (și după) fiecare curs, adunând cele mai relevante date pentru a permite îmbunătățiri ulterioare. La sfârșitul fiecărei sarcini, fiecare student a completat câte o fișă de evaluare pentru a înregistra observațiile personale legate de nivelul său de satisfacție față de sarcină, pentru a informa dacă a învățat ceva nou, dorind, să identifice despre ce este vorba. Ocazional, lectorul putea organiza scurte focus-grupuri pentru a evalua opiniile studenților cu privire la detalii specifice legate de sarcinile și instrumentele online și despre modul în care acestea au fost acceptate și percepute de către studenți [78].

La sfârșitul semestrului, studenții au fost invitați să completeze un chestionar complet pentru a-și înregistra punctele de vedere asupra diferitelor aspecte ale abordării mixte online, precum și pentru a identifica percepțiile legate de învățările și realizările lor în timpul procesului. Cumulativ, la un grup țintă final cu întreaga grupă, unii studenți selectați au participat la interviuri personale pentru a colecta mai multe informații și perspective.

4.1.5. Rezultate

Problema de învățare abordată în acest studiu a fost legată de înțelegerea potențialului pe care Mediile, instrumentele și resursele de învățare online le au în Educația Inginerească, și anume despre utilizarea instrumentelor Web 2.0 în timpul predării și învățării Proceselor de Fabricare.

Având în vedere că în prezent nu doar lectorii, ci și studenții, au un rol din ce în ce mai activ în practicile de predare și învățare la clasă, este important să înțelegem punctele lor de vedere pentru a dezvolta eficient strategii de design instrucțional de succes. În acest scop, trebuie acordată o atenție deosebită analizei și discuțiilor asupra percepțiilor și atitudinilor adiacente ale studenților, pentru a îmbunătăți implicarea acestora în diferite forme de participare și pentru a le îmbunătăți rezultatele învățării.

4.2 Platforme online pentru predarea proceselor de fabricație

Platformele online atât pentru e-learning, cât și pentru învățarea mixtă au oferit oportunități semnificative de a explora și dezvolta noi moduri de predare și învățare. Potrivit lui Shah, astfel de medii și instrumente digitale pot fi utilizate ca parte a curriculumului, pentru a furniza conținuturi de predare, ca ajutor pentru instruire și, de asemenea, ca instrument de îmbogățire a experienței de învățare. Astfel, folosind aceste perspective diferite, a fost folosită o platformă de învățare open-source pentru a aborda această problemă de învățare prin studiu de caz, și anume, pentru a înțelege în continuare dacă studenții la inginerie au fost capabili să folosească eficient instrumentele de învățare online pentru a-și îmbunătăți procesul de învățare autonomă, și să lucreze în colaborare făcând acest lucru [30,54,60,61,62].

4.2.1 Medii și instrumente online ca parte a curriculumului

Predarea proceselor de fabricație studenților de la inginerie își propune să ofere o imagine de ansamblu asupra diferitelor modalități de producere a mărfurilor, să studieze mecanismele de bază ale fiecăruia dintre procesele de producție și să înțeleagă parametrii lor fundamentali. În final, studenții ar trebui să fie capabili să aleagă cea mai eficientă variantă de proces pentru situații practice.

Conținutul acestei discipline permite studenților să dobândească cunoștințele și abilitățile necesare pentru a dezvolta și exersa caracterizarea și selecția proceselor pentru sarcinile dedicate. În plus, prezentarea unor studii de caz, cu analize individuale și discuții colective, contribuie la dezvoltarea gândirii critice a studenților [61,62].

Modul dinamic și eficient al platformelor online de afișare și prezentare a datelor tehnice (de exemplu, specificații de mașini și de proces) contribuie, de asemenea, la îmbunătățirea abilităților avute în vedere pentru curriculum studenților din programa Procese de producție, și anume capacitatea de a selecta eficient procese dedicate pentru aplicații practice. Astfel de abilități sunt esențiale pentru acești studenți la inginerie, deoarece le va permite să lucreze autonom în medii de lucru viitoare, în care li se va cere să-și valideze și să-și susțină alegerile pe baza proceselor și tehnologiilor de ultimă generație.

4.2.2 Medii și instrumente online pentru furnizarea de conținuturi didactice

Atunci când predau, studenților, *Procesul de producție*, lectorii de inginerie trebuie să transmită informații și cunoștințe despre fiecare tehnologie de producție, să sistematizeze cantități mari de specificații tehnice, să organizeze datele în forme cuprinzătoare și să le prezinte pe toate într-un mod clar și eficient. Numai așa, studenții vor înțelege și percepe caracteristicile dedicate și vor învăța elementele fundamentale legate de astfel de tehnologii de producție [32,54,60].

Mediile de învățare online permit prezentarea și conectarea unor liste cuprinzătoare și conturate de furnizori și attribute ale mașinilor de ultimă generație disponibile pe piață. Aceste suporturi digitale se dovedesc a fi instrumente utile pentru a transmite informații tehnice și cunoștințe

studentilor la inginerie, în special atunci când sunt legate de mașinile și dispozitivele de producție, care continuă să fie dezvoltate și prezentate într-un ritm și accesibilitate din ce în ce mai mari.

Pentru furnizarea eficientă a informațiilor și cunoștințelor prin intermediul platformelor digitale online, este necesar, în primul rând, dezvoltarea suportului metodologic al programului. Acest suport metodologic se bazează pe materiale didactice dedicate care trebuie concepute pentru a se adapta la procesele de învățare autonome ale studenților și la situațiile obișnuite de clasă față în față. Modul în care aceste materiale sunt transmise studenților ar trebui să se bazeze pe scopurile și obiectivele de învățare ale cursului.

4.2.3 Medii și instrumente online ca ajutor pentru instruire

Având în vedere utilizarea platformelor online pentru a preda și învăța Procesele de producție, diferite strategii și proceduri pot varia de la simpla postare de hyperlinkuri către date online relevante, până la dezvoltarea și utilizarea metodelor de învățare interactive centrate pe utilizator. În acest ultim scop, instrumentele Web 2.0 se dovedesc a fi deosebit de potrivite pentru a promova comunicarea interactivă între utilizator (studentul instruit) și platformă, precum și pentru a permite activități de lucru în colaborare (învățare) între diferiți utilizatori (de exemplu, studenții aceleiași - sau diferite – grupe care studiază Procesele de fabricație).

Mediile de învățare online permit estomparea liniilor care separă activitățile din clasă de sarcinile de învățare autonome desfășurate de student în afara sălilor de clasă obișnuite, de ex. acasă. În situațiile de învățare mixtă, aceste platforme permit depășirea nu numai a granițelor fizice ale sălii de clasă, ci și a constrângerilor de timp, ale planificărilor de timp rigide atribuite cursurilor obișnuite față în față.

În cele din urmă, implicarea studenților pare să fie mai mare în situațiile de învățare mixtă decât pentru cursurile obișnuite față în față sau pentru situațiile de învățare strict online. Empatia resimțită de studenții rămași ai grupului, cu lectorul, le permite studenților să-și crească motivația și, cumulativ, învățarea.

4.2.4 Medii online și instrumente de îmbunătățire

4.2.4.1 Medii și instrumente online pentru îmbogățirea experienței de învățare

Noile paradigme rezultate din accesul universal la cunoștințe și utilizarea situațiilor de învățare informală permit, de asemenea, îmbunătățirea abilităților studenților de învățare autonomă și independentă. În acest experiment, studenții au folosit instrumente web de socializare pentru a comunica și a învăța cu colegii lor - ca și în cazul lectorilor. În sarcinile paginii wiki, studenții au folosit mesageria instantanee combinată cu crearea paginilor colaborative. Aceste canale web sociale au derivat în instrumente suplimentare care completează eficiența instrumentelor Wiki, permițând studenților să comunice despre acestea la distanță și, astfel, contribuind la un rezultat final mai bun, și anume un document online colaborativ mai bogat.

Învățarea autonomă nu se opune învățării colaborative. În situații de învățare autonomă și independentă, studentul este cel care conduce procesul, căutând pe cont propriu un conținut sau cunoștințe specifice. Pe de altă parte, în mediile de învățare colaborativă, studenții pot cere ajutor colegilor (sau li se pot oferi astfel de conținut sau cunoștințe în momente dedicate, de exemplu, forumuri de discuții). De asemenea, pot apărea situații în care studenții au acces la cunoștințe prin evaluarea și comentarea muncii colegilor lor (cum ar fi ceea ce s-a întâmplat în timpul acestui experiment de învățare), ajutându-i să înțeleagă în continuare conținutul și cunoștințele la îndemână.

Chiar dacă sarcinile de lucru în colaborare efectuate între colegi cu cunoștințe (sau motivație) scăzute pot deduce o implicare mai scăzută a grupei într-o anumită situație de învățare, rezultatele finale ale acestui experiment de predare și învățare au arătat că nivelul general al rezultatelor a fost mai ridicat în comparație cu procesele convenționale ale situațiilor și orelor de învățare anterioare.

În fine, situațiile de învățare bazată pe sarcini au fost mai apreciate de studenți decât cele legate de sarcinile de cercetare generale convenționale. Având un obiectiv comun de inginerie și funcționare.

În colaborare - sau lucrul în competiție - părea să-i motiveze pe studenții de la Procese de producție spre atingerea unor astfel de obiective și să-și îmbunătățească experiența de învățare și rezultatele învățării.

4.2.4.2 Percepțiile studenților

Pentru a promova învățarea colaborativă, au fost utilizate diferite instrumente Web 2.0 combinate cu cursuri obișnuite și metode de evaluare scrisă. Acest lucru a dus la metodologii combinate de predare și învățare care au îmbunătățit cursurile obișnuite față în față și au contribuit la integrarea lor efectivă în cursurile de inginerie.

4.2.4.3 Utilizarea paginilor wiki

Prima sarcină prezentată studenților a fost construirea unei pagini Wiki colaborative care caracterizează diferite metode și proceduri legate de o tehnologie specifică (turnarea metalului) pentru a fabrica (ipotetic) 5.000 de piese metalice ale manetei de frână a bicicletei. Aceasta a fost o sarcină orientată spre obiective în care studenții trebuiau să scrie în limba engleză un raport de colaborare, descriind procese alternative de turnare pentru a fabrica sistemul complet de manetă de frânare.

Chiar dacă necesitatea redactării raportului Wiki în limba engleză a fost menită în principal să promoveze integrarea studenților internaționali și Erasmus în cadrul grupei, a avut în vedere și dezvoltarea abilităților de comunicare interculturală într-o limbă străină pentru toți studenții clasei. Cu toate acestea, unele plângeri ale unei competențe mai reduse în acea limbă străină duc la crearea a două pagini Wiki diferite pentru o misiune similară într-o sarcină ulterioară de colaborare Wiki. O pagină Wiki a fost scrisă în limba maternă a majorității studenților (portugheză), în timp ce a doua

Wiki a fost scrisă în engleză. Rezultatele finale nu au fost mai bune în ultima sarcină Wiki dublă decât pentru singura pagină Wiki creată în engleză la prima sarcină.

S-a realizat (la a doua sarcină Wiki) că mulți dintre studenții portughezi au preferat să colaboreze în pagina Wiki în limba engleză, mai degrabă decât în cea în care se făcea în limba lor maternă. Acești studenți au preferat modul în care evolua Wiki în limba engleză decât modul în care se avansa Wiki în limba lor maternă. Acest lucru a arătat că, atunci când se dorește acest lucru, provocările de comunicare interculturală pot să nu reprezinte o barieră în calea muncii de inginerie colaborativă eficientă în rândul studenților multinaționali.

În grupurile țintă desfășurate cu grupa despre temele paginii Wiki, majoritatea studenților au considerat că lectorul ar fi trebuit să aibă un rol principal în timpul sarcinilor, moderând interacțiunile de grup și atribuind sarcini specifice grupurilor -- sau studenților - contribuind direct. asupra construcției documentului final și care să conducă la rezultatele preconizate. Dimpotrivă, lectorul a simțit că nu înțelege natura colaborativă a sarcinilor Wiki, care impun colegilor să învețe cum să negocieze între ei în medii de colaborare (asemănătoare celor la care se vor aștepta într-un mediu de lucru într-un mediu foarte apropiat). viitor). Cu toate acestea, este recunoscut că acest lucru este deosebit de solicitant în mediile multiculturale, în care diferențele dintre normele culturale și comunicative pot fi relativ mari, putând crea un obstacol în calea sarcinii în cauză.

La câteva săptămâni după finalizarea acestei sarcini, studenții au fost rugați să evalueze toate contribuțiile (inclusiv cele proprii) aduse paginilor Wiki. Această sarcină a fost posibilă deoarece în briefingul inițial al temelor Wiki sa cerut ca fiecare student/grup să-și identifice contribuțiile individuale la documentul final de colaborare. Cumulativ cu notele atribuite fiecărei contribuții, studenții au trebuit să-și fundamenteze notele, să evidențieze un aspect pozitiv al contribuției evaluate și să propună o sugestie de îmbunătățire. Această ultimă sarcină a permis studenților să-și îmbunătățească cunoștințele nu numai despre procesele de producție discutate pe paginile Wiki, ci și să învețe de la colegii lor și să-și îmbunătățească propriile metode de lucru [27].

4.2.4.4 Utilizarea forumurilor de discuții

Un al doilea set de sarcini a fost propus studenților în urma sarcinilor Wiki. Astfel, pentru a studia tratamentele de suprafață ale pieselor metalice, studenții au fost nevoiți să selecteze un videoclip care descria utilizarea tratamentelor de suprafață în industria auto. Fiecare student a trebuit să selecteze un videoclip despre un anumit tratament de suprafață, deoarece nu erau permise tratamente repetate (sau videoclipuri). Această sarcină trebuia efectuată în limba engleză, folosind doar videoclipuri și date tehnice în limba engleză.

Videoclipul pe care l-au selectat a trebuit să fie distribuit grupului folosind un instrument de forum de discuții pus la dispoziție pe platforma de învățare online a cursurilor. Fiecare student a trebuit să facă o postare pe Forum cu link-ul videoclipului și să o completeze cu informații tehnice despre proces. După aceea, fiecare student a trebuit să urmărească postările și videoclipurile colegilor

și să le pună (cel puțin) o întrebare despre videoclipul/procesul pe care l-au prezentat. Studenților li sa atribuit o notă pentru numărul -- și relevanța - întrebărilor adresate. Pentru ca răspunsul final să fie validat studenții trebuiau să răspundă la toate întrebările.

Dintr-o perspectivă de învățare individuală, această sarcină a fost destinată studenților în scopul de a învăța cum să caute date relevante de fabricație în limba engleză, deoarece este o procedură curentă a producătorilor de a face datele tehnice și specificațiile disponibile în principal în limba engleză. Acest lucru a permis studenților să-și îmbunătățească în continuare abilitățile de comunicare interculturală. De asemenea, s-a prevăzut ca studenții să învețe cum să identifice datele tehnice pe canale video obișnuite, să-și susțină selecțiile cu informații tehnice complementare și să împărtășească învățăturile lor individuale cu grupa rămasă.

În ceea ce privește aspectul colaborativ al sarcinii, a fost menit să îmbunătățească modul în care studenții învață de la colegii lor și să evalueze critic informațiile pe care le adună de la ei.

4.2.4.5 Glosarul de termeni

Pe baza paginilor Wiki create anterior despre „turnarea metalelor” și „metalurgia pulberilor”, fiecare student trebuia să contribuie la crearea unui glosar de termeni despre „procesele de fabricație a materialelor metalice”, cu minimum cinci (și maximum zece) termeni (intrări). Cu cât fiecare student a prezentat mai multe intrări, cu atât nota a fost mai bună.

Glosarul de termeni ar trebui să fie bilingv (atât în engleză, cât și în limba lor maternă). Astfel, pentru fiecare intrare/termen în limba engleză despre un anumit proces de fabricație, a trebuit să fie disponibilă o descriere dedicată în limba engleză despre termen. O a doua descriere în limba maternă a studenților a trebuit să fie postată și pe acea intrare din glosarul de termeni.

Această sarcină a avut scopul ca studenții să îmbunătățească în continuare efortul de colaborare care a rezultat din crearea paginilor Wiki și a conținutului tehnic (de producție) pe care l-au putut extrage din acestea. Abilitatea de a identifica informațiile tehnice relevante și de a le sistematiza într-un glosar de termeni colaborativ a contribuit, de asemenea, la rezultatele individuale ale învățării studenților.

4.2.4.6 Chestionare de autoevaluare

La sfârșitul cursului, studenții au fost rugați să răspundă la chestionare online care aveau o structură similară cu testele scrise aferente. Studenții au fost informați de către lector că există o mare probabilitate ca (cel puțin) una dintre întrebările chestionarului online să poată fi inclusă în probele scrise finale.

Aceste chestionare de autoevaluare au contribuit la notele finale ale studenților în același mod ca oricare dintre sarcinile de colaborare rămase.

Aceasta a fost singura temă online a cursului care nu a fost gândită să fie efectuată în colaborare, bazându-se exclusiv pe abilitățile individuale de învățare ale studenților pentru a îndeplini această sarcină. Cu toate acestea, așa cum s-a arătat mai sus, acele rezultate au rezultat în principal din sarcinile de colaborare care au precedat chestionarele online și, de asemenea, testele scrise finale.

4.2.5 Constatări preliminare

La sfârșitul acestui experiment de predare și învățare a ingineriei, studenții au fost rugați să completeze un chestionar final cu privire la percepțiile și atitudinile lor subiective, care ar putea duce la îmbunătățirea angajamentului studenților cu aceste diferite forme de participare și la îmbunătățirea rezultatelor învățării.

4.2.5.1 Nivelul de satisfacție al studenților

În cea finală chestionar, studenții au fost rugați -- printre altele - să folosească o scală Likert, să-și claseze (de la 1 la 7) nivelul de satisfacție legat de sarcinile Wiki, forumurile de discuții, glosarul de termeni și autoevaluarea. chestionare online. Figura II.63 prezintă grafic rezultatul percepțiilor studenților cu privire la nivelul lor de satisfacție legat de sarcinile pe care le-au efectuat în timpul acestui experiment.

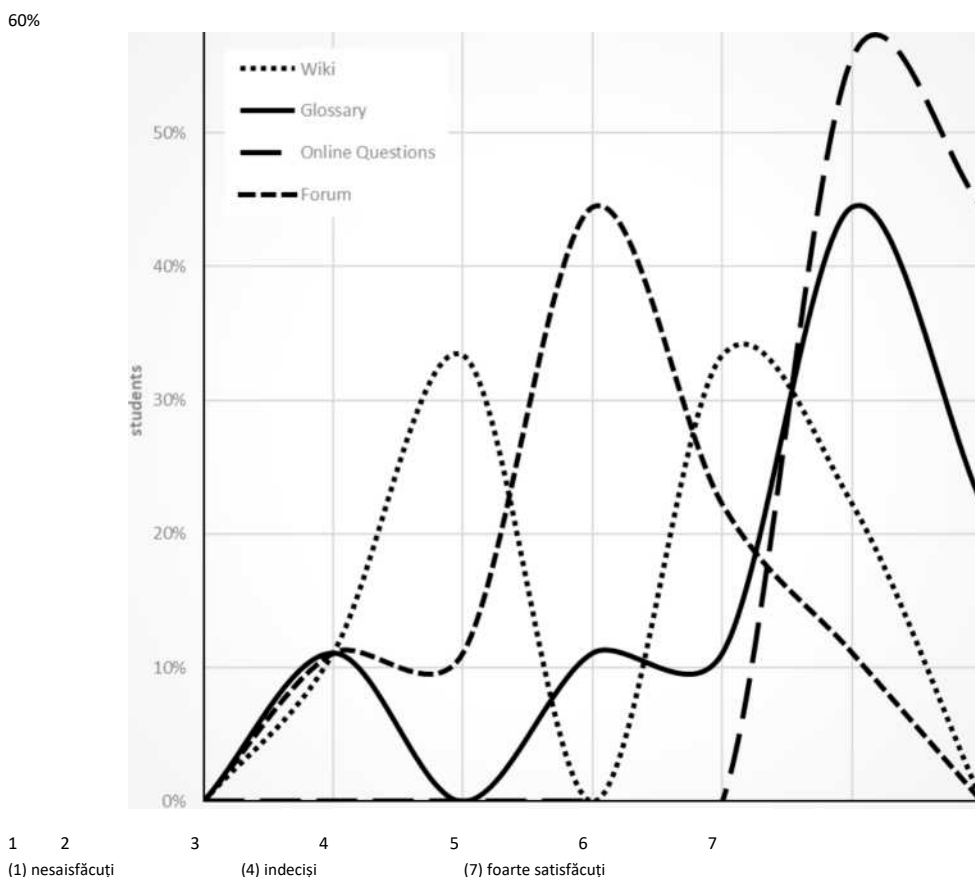
4.2.5.1.1 Nivelul de satisfacție al studenților legat de chestionarele de autoevaluare

Analizând figura II.63, se poate observa că temele pe care studenții le-au clasat mai sus (în principal cu „satisfăcut” și „extrem de mulțumit”) au fost chestionarele individuale de autoevaluare. Întrebați despre acest comportament în interviurile individuale, studenții au declarat că au simțit acest lucru, chestionarele vor avea un impact mai semnificativ în notele lor la răspunsul la probele scrise finale.

Trebuie subliniat că aceasta a fost singura sarcină individuală, adică non-colaborativă, pe care studenții au fost rugați să o îndeplinească în timpul acestui experiment de predare și învățare.

4.2.5.1.2 Nivelul de satisfacție al studenților legat de sarcinile colaborative ale paginii Wiki

Când luăm în considerare graficul din Figura II.63 legat de sarcinile Wiki ale cursului, pot fi identificați doi poli principali opuși cu aceeași pondere a populației chestionate. Unul dintre stâlpi se concentrează pe marca „oarecum nemulțumit” a rangului Likert. Pe celălalt spectru, un pol de pe semnul „oarecum satisfăcut” atinge aceeași procent. Din nou, întrebați despre acest lucru, studenții au arătat că nu le-a plăcut atât de mult (în ansamblu) participarea lor la acea sarcină de colaborare.



Figură II.63. Nivelul de satisfacție al studenților în funcție de sarcinile online la care au participat în timpul experimentului

4.2.5.1.3 Nivelul de satisfacție al studenților legat de forumul de discuții

Sarcina Forumului a primit cele mai multe note „nehotărâte” pe scara Likert. Când au fost întrebați despre aceasta, studenții au menționat că nu au corelat sarcina pe care au efectuat-o despre videoclip cu structura sarcinii, adică Forumul de discuții. Ca atare, ei nu și-au dat seama de natura colaborativă a sarcinii pe care au îndeplinit-o în acel moment.

4.2.5.1.4 Nivelul de satisfacție al studenților legat de glosarul de termeni

În cele din urmă, în ceea ce privește percepția studentului față de glosarul de termeni, s-au putut identifica trei grupuri de opinii: cei care au fost nemulțumiți de sarcină (10% dintre studenți chestionați), cei care au fost indeciși (tot 10%) și cei care au manifestat a fi mulțumit/extrem de mulțumit de sarcină (peste 50% dintre cei chestionați). Chiar dacă opinia generală era favorabilă sarcinii efectuate, un grup de studenți mai puțin cunoscători în limba engleză și-au declarat dificultățile în încercarea de a îndeplini tema propusă.

4.2.6 Rezumat și concluzii

Pentru a înțelege potențialul instrumentelor și resurselor mediului de învățare online în învățământul ingineresc, a fost efectuat un experiment dedicat de predare și învățare într-un Institut Politehnic portughez, și anume într-un curs de producție cu diplomă în inginerie industrială.

Studiul s-a concentrat pe utilizarea instrumentelor Web 2.0 în timpul predării și învățării proceselor de fabricație. Cumulativ cu percepțiile studenților, datele au fost colectate și evaluate pentru a deduce două întrebări principale de cercetare: „Sunt studenții la inginerie capabili să folosească eficient instrumentele de învățare online pentru a-și îmbunătăți procesul de învățare autonom?” și „Pot studenții la inginerie să lucreze în colaborare folosind instrumente online pentru atingerea obiectivelor comune de învățare?”. Descoperirile preliminare au arătat că, deși studenții păreau să fie capabili să folosească eficient instrumentele de învățare colaborativă online, ei au preferat să folosească instrumente și procese individuale de învățare.

4.3 Instrumente de colaborare în învățământul superior: utilizarea Wikis de către studenții de inginerie industrială și mecanică



collaborative tool that allows students to contribute and modify one or more pages of course related materials. Wikis are collaborative in nature and facilitate community-building within a course. Essentially, a wiki is a web page with an open-editing system”

4.3.1. Introducere

Progresele tehnologice continue mențin conectați inginerii actuali și viitori care să anticipeze și să se adapteze noilor tendințe și paradigme care se așteaptă să aibă loc într-un viitor apropiat. Una dintre astfel de paradigme este Industry 4.0 care cuprinde promisiunea unei noi revoluții industriale bazată pe interconectivitatea oamenilor și sistemelor de a comunica, analiza și utiliza informații legate de procesele industriale. Noi provocări, precum și noi oportunități, vor crește în acest peisaj digital, solicitând inginerilor viitori capacitatea de a se aduna și de a crește în astfel de medii de ultimă oră. Cu astfel de schimbări dinamice în industriile actuale și viitoare, educația inginerescă trebuie să se adapteze și să pregătească viitorii absolvenți care să lucreze și să funcționeze în aceste medii solicitante .

Ansamblul de abilități preconizate să fie deținute de viitorii ingineri este capacitatea de a lucra și colabora folosind mijloace digitale de participare, precum și capacitatea de a utiliza eficient abilitățile comunicative interculturale. În acest scop, a fost realizat un studiu exploratoriu între diferite școli europene de inginerie pentru învățământul superior pentru a integra un proiect cu scopuri și obiective comune, rezultând diverse activități de inginerie colaborativă care au fost concepute pentru a fi realizate de studenți în inginerie industrială și mecanică pentru a-și îmbunătăți

în continuare rezultatele învățării și dobândirea sau îmbunătățirea abilităților dedicate intercultural, comunicativ și colaborativ.

Urmând atât abordări cantitative cât și calitative, acest studiu a combinat diferite tipuri de date și metode de analiză pentru a oferi un raport explorator al rezultatelor preconizate.

Tehnologiile actuale de învățare adaptivă permit personalizarea mediilor de învățare online la nevoile individuale ale cursantului prin adaptarea conținutului și instrumentelor la cerințele specifice prevăzute. În scenariile de învățământ superior (HE), au avut loc schimbări abrupte în procesul de învățare datorită disponibilității extinse a tehnologiilor informaționale și de comunicare (TIC), precum și a resurselor didactice tehnologice aferente.

În comparație cu instruirea față în față, mediile de învățare online se bazează pe utilizarea pe scară largă a tehnologiei cursului, deoarece susține mai multe aspecte ale instrucțiunilor online, inclusiv specificarea obiectivă, organizarea materialelor, facilitarea implicării și evaluarea rezultatelor.

Având în vedere nevoile specifice ale studenților în inginerie industrială și mecanică, conținutul cursului trebuie să fie adaptat la provocările și oportunitățile actuale care pot oferi avantaje competitive acestor studenți într-un val globalizat masiv, unde granițele fizice devin estompate ca bariere pentru sarcinile de inginerie din cauza dezvoltării rapide ale proceselor de proiectare mecanică digitale și virtuale. Săli de clasă interculturale, multilingve și culturale și academice diverse sunt o realitate comună în peisajele HE actuale, deoarece globalizarea se desfășoară efectiv în toate școlile majore, susținute și de programe de mobilitate pentru studenți și profesori în Europa. Această nouă tendință evidențiază necesitatea studenților de inginerie de a lucra în echipe cu grupuri care se află în diverse locații și care au medii culturale diverse.

Ca urmare a diverselor programe de mobilitate a cadrelor didactice, a fost realizat un experiment multi-național sub forma unui proiect cu scopuri și obiective comune, rezultând diverse activități de inginerie colaborativă care au fost proiectate și desfășurate în diferite școli europene de inginerie.

Unul dintre rezultatele proiectului a fost prezentat recent de Cellorio-Barrague, Ramalho și Gaspar (2016). Scopul principal al acestor activități a fost promovarea și îmbunătățirea studenților multinaționali pentru a colabora reciproc și a coopera cu alte organizații de învățare bazate pe proiecte de inginerie. Instrumentele digitale dedicate mediului de învățare online, combinate cu strategii electronice dedicate, au fost folosite pentru a sprijini activitățile de inginerie colaborativă și învățarea peer-to-peer de către studenți.

Urmând atât abordări cantitative cât și calitative, acest studiu a combinat diferite tipuri de date și metode de analiză pentru a oferi un raport exploratoriu al rezultatelor preconizate, colectarea și evaluarea datelor cantitative, acordând atenție opiniei și practicilor participanților. După finalizarea proiectului, studenții selectați au fost intervievați pe domenii specifice pentru a completa datele

cantitative colectate în timpul finalizării sarcinilor de colaborare. Principalele concluzii preliminare sunt prezentate și discutate și sunt propuse evoluțiile viitoare ale proiectului.

4.3.2 Instrumente de colaborare în educația inginerescă

Inginerii își concentrează activitatea pe rezolvarea problemelor tehnice cu utilizarea cunoștințelor, ingeniozității și abilităților. Întrucât orice problemă de inginer poate avea mai multe soluții, de obicei, inginerii trebuie să ia în considerare diferite opțiuni de proiectare pentru a evalua punctele forte și punctele slabe pentru a găsi rezultatul cel mai de succes .

În procesul de a găsi cel mai bun rezultat, inginerii trebuie să identifice, să înțeleagă și să interpreteze datele tehnice pentru a caracteriza problema de abordat și, ca atare, trebuie să fie instruiți în utilizarea instrumentelor și tehnologiilor dedicate. În acest scop, școlile de inginerie vizează pregătirea inginerilor actuali și viitori pentru cele mai bune practici ale educației ingineresti.

4.3.3 Provocări și oportunități în educația inginerescă

În prezent, problemele de inginerie cresc din ce în ce mai mult în complexitate și ținte, în timp ce echipele mai multor ingineri cu medii diferite - și complementare - sunt de obicei necesare pentru a produce un rezultat de succes. Aceste activități de inginerie colaborativă cuprind atât eforturi individuale, cât și de grup pentru a contribui la soluția finală, realizând sarcini complexe în timp foarte scurt, pe care niciun element individual nu le va putea îndeplini pe cont propriu.

Prin urmare, actualul Învățământ Superior Ingineresc trebuie să pregătească studenții de inginerie cu nu numai instrumentele științifice și tehnologice pentru a analiza, a caracteriza și a înțelege problemele de inginerie în timp ce produc și analizează diferite opțiuni de proiectare pe baza meritelor lor, dar și transmit abilități adecvate pentru a comunica, interacționa și negocia cu ceilalți pentru a urmări cea mai bună soluție (soluții) pentru problema formulată.

Conform Academiei Naționale de Inginerie (2004), viitorii absolvenți vor trebui să lucreze și să comunice într-o economie globală emergentă, care este alimentată de inovația rapidă și un ritm uluitor de descoperiri tehnologice.

Pe măsură ce problemele de inginerie acumulează niveluri de complexitate și complexitate, echipele de ingineri colaboratori sunt necesare pentru a-și canaliza eforturile pentru a produce un rezultat de succes. Aceste procese ingineresti solicită ca membrii echipei să învețe unul de la altul și să se motiveze reciproc folosind tehnologiile adecvate care definesc mediul de colaborare (Gogan, Popescu și Duran, 2014). De aici, necesitatea de a oferi studenților actuali de inginerie HE nu numai instrumentele și abilitățile pentru rezolvarea problemelor tehnice, ci și capacitatea de a lucra și de a funcționa în astfel de medii globale actuale și viitoare.

4.3.4 Proiectare colaborativă în inginerie

Procesul de proiectare a problemelor de inginerie complexă este, de fapt, un proces de colaborare, deoarece implică de obicei echipe sau persoane din diferite locuri și cu inputuri diferite pentru proces (Zhang, Ji, Zhao & Li, 2016). În special, colaborarea este necesară atunci când echipele sunt alcătuite din ingineri pe domenii larg diferite și cu medii diferite.

Dovezile din economia de piață a muncii și studiile de validitate predictivă (von Davier, Hao, Liu & Kyllonen, 2017) arată că soluționarea problemelor în colaborare este o abilitate din ce în ce mai importantă atât pentru succesul academic cât și pentru cariera în mediile de lucru actuale și viitoare.

Este, de asemenea, recunoscut faptul că echipele de lucru diverse și multiculturală, cu medii culturale diferite, pot aduce creativitate și idei noi în proiecte (Popescu, Borca, Fistis & Draghici, 2014). Acest lucru permite concluzia că echipele formate din oameni cu diferite fonduri (cum ar fi echipe de ingineri multipli cu calificări diferite și complementare) vor avea șanse mai mari de succes în proiectarea de soluții inovatoare și creative prin colaborare și pot deriva abordări noi și inovatoare ale problemei.

Întrucât echipele de lucru pot fi definite ca orice set formal de cel puțin trei persoane interdependente și responsabile colectiv în ceea ce privește producerea unui bun sau serviciu și a căror viață este nedeterminată (Popescu, Suciu și Raoult, 2014), rezultatele preconizate se bazează pe capacitatea membrilor săi de a colabora și comunica eficient pentru a obține soluția care se potrivește cel mai bine cerințelor. În acest scop, echipele de ingineri din orice proiect ingineresc au nu numai abilități tehnice adecvate, ci și abilități eficiente de comunicare și interacțiune pentru a lucra în colaborare pentru atingerea obiectivelor comune.

4.3.4.1 Pagini Wiki ca forme digitale de participare la sarcini de inginerie colaborativă

În cursul activității de inginerie provocarea se referă, de obicei, la a coordona eforturile echipei de colaborare cu cele organizatorice ale membrilor echipei și a indivizilor, scopurile și obiectivele finale ale acestora (Gogan et al., 2014) [12].

Pe măsură ce aspectele de colaborare ale sarcinilor de inginerie capătă o relevanță sporită, este necesar să se creeze medii care să favorizeze coordonarea și cooperarea între echipele de inginerie în soluționarea problemelor tehnice (Mejia, Lopez și Molina, 2007). Odată cu dezvoltarea unor funcții noi și îmbunătățite atât pentru tehnologii computerizate, cât și pentru web-b, au apărut oportunități importante de a explora și de a utiliza noi moduri de a promova participarea membrilor echipei la lucrări și sarcini de colaborare. Aceste capacități joacă un rol important în educația inginerescă și în pregătirea absolvenților actuali și viitori pentru utilizarea lor.

Atunci când se ia în considerare pregătirea și instruirea studenților pentru a desfășura activități de inginerie, chiar dacă potențialul tehnologiilor informatice și al procesului de învățare bazat pe web

de a transforma e- mailurile de educație clasică fără îndoială, o schimbare revoluționară în continuare și HE rămâne încă să aibă loc. De fapt, în multe școli de inginerie, practica educațională actuală rămâne neschimbată în multe săli de clasă, deoarece lectorii insistă în continuare să folosească resurse online în aditie - sau ca o alternativă - la metodologiile convenționale în clasă. Cu toate acestea, pe măsură ce se dezvoltă noi tehnologii emergente, au apărut oportunități semnificative de a explora și de a folosi noi moduri de livrare a conținuturilor educaționale, cu scopul de a sprijini interactivitatea, interacțiunea și colaborarea dintre studenți. Majoritatea acestor tehnologii sunt încorporate pe medii de învățare digitale (sau online).

Mediile de învățare online includ instrumente și resurse digitale pentru a sprijini procesele de învățare. Aceste resurse online au fost îmbinate cu succes cu învățarea bazată pe clasă și cu modelele de educație la distanță sau virtuale, care fac parte din mediile de învățare digitale. Printre diferitele instrumente disponibile în aceste medii de învățare, Wikis prezintă câteva caracteristici unice pentru a îmbunătăți formele digitale de participare la sarcini de inginerie colaborativă (și non-inginerie).

Wikis-urile sunt instrumente de editare colaborativă care susțin crearea de documente coezive autorizate de numeroase persoane, care prezintă **patru caracteristici principale** care îmbunătățesc o astfel de colaborare (Ioannou, Brown și Artino, 2015):

- (i) **existența unui document online partajabil, editat de fiecare membru al grupului;**
- (ii) **un mecanism de urmărire a fiecărei modificări a documentului partajat;**
- (iii) **integrarea unui mecanism de alertă de notificare pentru a comunica grupului orice modificări aduse documentului partajat;**
- (iv) **suporturi complementare care permit membrilor grupului să comunice, să discute și să negocieze acțiunile legate de distrugerea documentului de colaborare.**

4.3.4.2 Wikis ca instrumente de colaborare online în activități de inginerie

Acest raport se referă la un studiu exploratoriu realizat între patru școli diferite de inginerie în învățământul superior în care sunt predate studii de inginerie industrială și inginerie mecanică, și anume, la Universitatea La Rioja (Spania), Universitatea de Științe Aplicate din Laponia (Finlanda), ' Universitatea Aurel Vlaicu 'din Arad (România) și în Institutul Politehnic Castelo Branco (Portugalia). Două platforme digitale diferite au fost folosite pentru a susține paginile Wiki gestionate de studenții în inginerie industrială și inginerie mecanică care efectuează sarcini de inginerie colaborativă: Wikispaces Classroom și Moodle Platforme de învățare open-source.

4.3.5 Wiki sarcini de inginerie colaborativă folosind Wikispaces

Clasa Wikispaces (Wikispaces, 2017) este cunoscută ca o platformă de scriere socială pentru educație în care studenții pot comunica și lucra la proiecte de scriere singuri sau în echipe. În situația în care Wikispaces a fost ales, preferința a fost spre versiunea educativă gratuită a platformei. Chiar dacă versiunea educațională gratuită bazată pe cod proprietar nu oferă aceeași gamă de posibilități ca wikis-urile open-source, are o interfață simplă și nu necesită niciun fundal de programare sau întreținerea unui server pentru stocarea Wiki-ului. Versiunea gratuită a Wikispaces este disponibilă în scopuri educaționale, cu o capacitate de stocare maximă de 50 de gigabyte și utilizatori nelimitați.

Activitățile de colaborare care utilizează Wikispaces au fost alocate studenților în scopul cursului de inginerie printr-o informare cu un set de reguli formale legate de sarcini și cu criteriile prin care aceștia vor fi evaluați. Cel puțin două ore de clasă au fost dedicate explicării conținutului sarcinilor de inginerie și a răspuns la întrebările oricărui student legate de munca atribuită sau utilizarea Wikispaces. Sarcinile de inginerie colaborativă trebuiau să fie realizate de grupurile de studenți din afara claselor obișnuite în față, dar, ori de câte ori a fost necesar, au fost adresate întrebări care au apărut în legătură cu misiunea.

Sarcinile de inginerie au fost realizate de grupuri de cinci până la șase studenți, un membru al grupului atribuind rolul de conducător al grupului. Fiecare grup a selectat tema preferinței în scopul prezentat în cadrul briefingului de curs. Pentru a evita suprapunerea temei, profesorul a atribuit în cele din urmă teme alternative atunci când temele coincidente au fost propuse de mai mult de un grup. Fiecare grup a creat propria pagină Wiki cu numele temei lor printre structura comună Wiki a cursului în care sarcinile de inginerie au fost enunțate. În etapele inițiale ale sarcinilor de inginerie, grupurile nu au avut acces la paginile Wiki ale altor grupuri. După completarea Wikis-urilor, grupurile sunt atribuite pentru a evalua Wiki-ul altui grup și trebuie să trimită notele profesorului. Pe măsură ce profesorul validează evaluările grupurilor, el sau ea evaluează, de asemenea.

Wikis-urile claselor, oferind feedback dedicat grupurilor. În final, grupurilor li se permite să reediteze și să-și îmbunătățească Wikis-ul pe baza feedback-ului profesorului.

În completarea creării grupurilor de pagini Wiki individuale, a trebuit creat un glosar comun de termeni, cu toate contribuțiile grupurilor, în scopul prezentat în briefingul cursului. Fiecare grup ar trebui să facă cel puțin 10 înregistrări în glosarul comun partajat, adică 10 termeni au fost adăugați la glosar de fiecare grup. Definițiile și / sau descrierile furnizate în fiecare intrare trebuie să fie în concordanță cu utilizarea aceluiași termen în proiect. În cazul în care un termen va fi introdus în glosar de mai mult de un grup, intrarea finală ar trebui să rezulte din fuziunea negociată de către grupurile propuse.

4.3.6 Ingineria de colaborare Wiki și integrarea sa în platforme Moodle

Platforma Moodle Open-Source de învățare (Moodle, 2017) permite extinderea și adaptarea mediilor de învățare folosind pluginuri provenite din comunitate. Chiar dacă există sute de pluginuri pentru Moodle care permit extinderea caracteristicilor acestei funcții de bază pentru învățare online, activitatea Wiki integrează standardul Moodle. Cu toate acestea, pluginuri Wiki suplimentare sunt disponibile și pot fi utilizate ca Wiki alternative pentru a fi instalate în platforma standard open source Moodle.

Ca și în cazul activităților de inginerie colaborată folosind Wikispaces, sarcinile Wood ale lui Moodle au fost atribuite studenților printr-un briefing cu un set de reguli formale legate de sarcini și cu criteriile prin care aceștia vor fi evaluați. Din nou, cel puțin două ore de clasă au fost dedicate explicării conținutului sarcinilor de inginerie și a răspuns la întrebările oricărui student legate de munca atribuită sau de folosirea Wikis-urilor lui Moodle, deoarece, de asemenea, sarcinile de inginerie colaborativă urmau să fie realizate de grupuri, a studenților din afara cursurilor obișnuite în față, dar, ori de câte ori este necesar, au fost adresate întrebări care au apărut cu privire la misiune.

Cu toate acestea, în ceea ce privește grupurile alocate, sarcinile Wikis Moodle au fost efectuate într-o singură pagină Wiki de grupuri de unu sau doi studenți. Creația Wiki a fost atribuită exclusiv studenților, iar grupurile au trebuit să negocieze structura și conținutul paginii Wiki, în funcție de scopul prezentării. Chiar dacă grupurilor li s-a permis să își selecteze tema aleasă, doar două grupuri ar putea aborda aceeași temă în Wiki. Selecția tematică a avut loc în timpul cursurilor în cadrul unei „prime veniri, primiri” și a fost negociată complet între colegi, fără nicio intervenție a profesorului.

Așa cum s-a întâmplat pentru misiunile Wikispaces, după completarea paginii Wiki partajate, grupurile au fost alocate pentru a evalua Wiki-ul altui grup și trebuie să trimită notele profesorului. Pe măsură ce profesorul validează evaluările grupurilor, el evaluează de asemenea Wikis-ul claselor, oferind feedback dedicat grupurilor. În final, grupurilor li se permite să reediteze și să-și îmbunătățească Wikis-ul pe baza feedback-ului profesorului.

În completarea creării grupurilor de pagini Wiki individuale, studenții au creat un glosar comun de termeni, în scopul prezentat în briefingul cursului. Fiecare student trebuie să facă de la 5 la 10 înscrieri relevante în glosarul comun. Fiecare intrare (în engleză) ar trebui să aibă atât o descriere în limba engleză, cât și o descriere a limbii materne a unui student, rezultând într-un glosar bilingv de termeni pe această temă. Definițiile și / sau descrierile furnizate în fiecare intrare trebuiau să fie în concordanță cu utilizarea aceluiași termen în proiect. Nu s-au admis termeni duplicat.

4.3.7 Constatări preliminare

Paginile de colaborare Wiki au fost create în inginerie industrială și inginerie mecanică în cadrul cursurilor lor, și anume, tipărire tridimensională, proiectare asistată de computer, fabricație asistată de calculator, procese de fabricație și rezistența materialelor. Aceste activități au făcut parte din sarcini de evaluare obișnuite desfășurate în conformitate cu programele de cursuri și au contribuit pentru nota finală a fiecărui student în cadrul cursurilor.

Alături de obiectivele și obiectivele specifice ale cursurilor, un set de abilități a fost prevăzut a fi dezvoltat și / sau îmbunătățit de către studenți în finalizarea sarcinilor de colaborare. În ceea ce privește aceste abilități generale de colaborare, acestea erau comune pentru toți studenții de inginerie industrială și mecanică, în timp ce competența specifică pentru fiecare curs de inginerie a obținut rezultatele de învățare singulare preconizate.

4.3.8 Punctele de vedere ale studenților

În ceea ce privește abilitățile generale de colaborare, s-a prevăzut ca studenții să dobândească sau să îmbunătățească abilitățile interpersonale dedicate și cunoștințele, și anume capacitatea de a cerceta și prelucra informația, capacitatea de a utiliza eficient abilitățile comunicative interculturale și de a îmbunătăți alfabetizarea lor digitală. De fapt, la sfârșitul experimentelor pilot, s-a verificat că studenții și-au îmbunătățit abilitățile de cercetare și procesare a informațiilor. În timpul activităților de inginerie colaborativă, studenții s-au dovedit a fi familiarizați cu tehnicile avansate de căutare folosind termeni de căutare adecvați și, în unele situații, au efectuat cercetarea folosind termeni în limba engleză, lărgind astfel gama disponibilă de rezultate din care să aleagă. Eficiența structurii și conținutului sarcinilor de colaborare a rezultat din calitatea cercetării efectuate de grupuri și din revizuirea colegilor angajați efectuată în rândul membrilor fiecărui grup.

În ceea ce privește abilitățile interpersonale, un accent special a fost pus pe îmbunătățirea abilităților lor comunicative interculturale și pe capacitatea de a lucra pe echipe interdisciplinare, deoarece conștientizarea interculturală poate fi îmbunătățită cu sarcinile colaborative efectuate de un grup de studenți diferiți. Pentru a finaliza activitățile și sarcinile propuse, studenții au fost nevoiți să negocieze între ei pentru a finaliza cu succes sarcinile. Pe baza paginilor Wiki ca parte fundamentală a procesului de învățare, studenții au desfășurat activități de inginerie dedicate în jurul unor teme specifice care au necesitat cercetări individuale și învățare colaborativă prin intermediul cooperării de la egal și al reviziei de la egal la egal.

Evaluarea combinată de către colegi și profesori a dus la un efort colaborativ spre explorarea Wikis-urilor claselor și a permis studenților să învețe nu numai de la propriile lor Wikis, dar și de la grupurile rămase Wikis. La final, studenții s-au simțit motivați să participe la evaluare, iar evaluarea de grup a fost acceptată în practică toate cazurile, chiar și în rândul grupurilor care au primit note scăzute.

Crearea unui glosar dedicat de termeni legați de obiectivele cursurilor a permis, de asemenea, studenților să îmbunătățească abilitățile de comunicare interculturală, întrucât cea mai mare parte a fost bilingvă, și anume în engleză și în limba maternă a studenților. Este de obicei acceptat faptul că în mediile tehnice limba principală de comunicare este engleza, deci necesitatea de a dobândi terminologie tehnică specifică în limba engleză pentru a permite studenților și inginerilor să comunice și să funcționeze eficient în astfel de medii.

Deoarece glosarul de termeni a fost împărțit tuturor studenților, a rezultat din nou o sarcină de colaborare comună, care a fost foarte apreciată de majoritatea studenților. O parte din această motivație s-a datorat faptului că nota pentru această sarcină a fost direct corelată cu numărul de termeni pe care i-ar trimite la glosar: termenii mai relevanți, cu atât nota este mai mare.

Cu toate acestea, pentru ca sarcina să fie corectă pentru toți studenții, s-au acceptat un număr minim de termeni, precum și un număr maxim de termeni pentru fiecare student și, în unele cazuri, doar un număr limitat de termeni au fost acceptați în fiecare săptămână pentru a permite șanse egale tuturor studenților din clasă.

În cele din urmă, în ceea ce privește educația digitală a studenților, chiar dacă majoritatea studenților ingineri erau deja familiarizați cu TIC-urile, a fost esențial ca aceștia să învețe cum să îmbunătățească și să utilizeze astfel de instrumente digitale la potențialul lor maxim. Cumulativ cu Wikis-ul, studenții au folosit alte instrumente Web 2.0, cum ar fi blogurile, social media, panourile de mesaje și alte modalități de a participa digital și de a comunica între ei, punând întrebări și oferind răspunsuri colegilor lor în legătură cu Wikis-urile pe care le-au creat și dezvoltat. În cele din urmă, opinia generală a fost atât interfața Moodle Wikis, cât și interfața Wikispaces au fost simplu de utilizat și, pentru unii studenți, preferabilă altor instrumente TIC.

4.3.9 Punctele de vedere ale profesorilor

Acest proiect a implicat nu numai studenți, ci și profesori de la diferite școli europene de inginerie care au pregătit și proiectat atât activități de inginerie, cât și crearea de glosar printr-un efort de colaborare semnificativ la multe niveluri diferite. Sarcinile preliminare legate de proiectarea sarcinilor Wiki au fost negociate între profesori, specificând obiectivele și obiectivele prevăzute ale activităților, precum și principalele reguli legate de participarea studenților la sarcini. Elaborarea unui glosar dedicat al termenilor pentru fiecare curs a necesitat pregătirea specifică a studenților, precum și a unor lectori, asigurând că rezultatul final ar fi util tuturor studenților actuali și viitori ai cursului.

În ceea ce privește rolul de prezentare și supraveghere al profesorilor în activitățile fiecărui curs, fiecare profesor a ales să folosească propria strategie. Cu toate acestea, s-a observat că, în general, fiecare profesor ar folosi aproximativ două ore de curs în faza inițială a activităților pentru a prezenta în detaliu informarea sarcinilor și pentru a ajuta studenții să lucreze cu platforma dedicată Wiki (Wikispaces sau Moodle) .

Deoarece activitățile au fost desfășurate de către studenți folosind un instrument de mediu online de învățare, li s-a permis să lucreze în sarcini nu numai în timpul (câteva) clase în față, ci și, de preferință, în afara clasei convenționale, folosind autonom timpul de lucru alocat fiecărei clase. În timpul cursurilor, studenții au fost lăsați să solicite ajutorul profesorului ori de câte ori este nevoie pentru a-i ajuta să meargă înainte cu sarcina. Pe durata sarcinilor de inginerie, profesorul a folosit rapoartele platformelor online pentru a monitoriza și supraveghea activitățile studenților legate de sarcini.

În finalul sarcinilor, evaluările combinate ale studentului și ale profesorului au fost considerate motivaționale pentru profesori, deoarece le-a permis să înțeleagă punctele de vedere ale studenților legate de activitățile pe care le-au desfășurat și, de asemenea, în unele situații, a avut loc un concurs cu privire la note de evaluare oferite atât de către studenți, cât și de către profesor. În evaluarea finală, în unele situații s-a verificat că notele de evaluare ale profesorului au fost, în general, mai mari decât cele date de studenți în etapa de evaluare de la egal la egal.

4.3.10 Perspective de cooperare multinațională

Ținând cont de faptul că noile tendințe bazate pe comunicare digitală și telecolaborare sunt elemente esențiale pentru studenții de inginerie actuali, întrucât sunt așteptați să lucreze într-un viitor apropiat în cadrul unor echipe interculturale, multilingve și culturale și academice diverse, un accent special trebuie pus în educația inginerescă spre pregătirea studenților pentru medii de muncă atât de provocatoare în viitor. Aceasta se dovedește a fi una dintre motivațiile principale ale diferitelor școli de inginerie asociate acestui proiect: să reunească profesori și studenți de inginerie industrială și mecanică din diferite localități și locații pentru a lucra și colabora în proiecte similare.

Wikis-urile au fost puse la dispoziție pentru a împărtăși în rândul studenților rămași înscriși la fiecare curs, precum și cu studenții aceleiași curs din anii școlari următori. În cele din urmă, Wikis-urile create pot fi, de asemenea, puse la dispoziția unui public mai larg pentru a vedea și a împărtăși, și anume, studenții din școlile de inginerie rămase care participă la acest proiect.

Următorul pas prevăzut este menit să îmbunătățească în continuare cooperarea reciprocă între grupurile multinaționale de studenți cu sarcini de colaborare transfrontalieră de inginerie care ajută studenții să coopereze și să lucreze la echipele multiculturale la distanță, folosind instrumente TIC, într-un efort telecolaborativ.

Acest lucru intenționează, de asemenea, să promoveze cooperarea dedicată între școlile de inginerie educațională în domeniul educației în ceea ce privește cooperarea colaborativă a cadrelor didactice și a studenților, ceea ce duce la o modalitate eficientă de a sprijini și transferul de cunoștințe în cadrul instituțiilor asociate.

4.3.11 Rezumat și concluzii

Acest studiu analizează dimensiuni diferite ale unui scenariu de colaborare pentru sarcini de inginerie, deoarece permite studierea interactivă și autonomă, precum și performanța colaborativă a sarcinilor de inginerie cu cooperare între colegi și cu (sau fără) asistența profesorului.

Rezultat dintr-o etapă de pregătire preliminară de către profesori care a rezultat din diverse programe de mobilitate, această metodă descrie efortul de colaborare realizat de studenții de inginerie industrială și mecanică a diferitelor programe europene de inginerie în ceea ce privește finalizarea sarcinilor de mediu online de învățare legate de cursuri specifice de inginerie.

Având în vedere atât punctele de vedere ale cadrelor didactice, cât și ale studenților, s-a verificat că, în general, s-au simțit mai motivați să îndeplinească activități digitale de participare și colaborare decât cu atribuții obișnuite la ore.

În ceea ce privește rezultatele, s-a verificat, în general, că calitatea proiectelor colaborative a fost mai mare decât cea a proiectelor tradiționale din aceleași cursuri. Caracterul colaborativ al sarcinilor atribuite conduce, de asemenea, la îmbunătățirea abilităților interpersonale ale studenților, permițându-le să fie pregătiți pentru scenariul de lucru viitor prevăzut, care este de așteptat să se bazeze pe un astfel de tip de abilități și aptitudini.

Pe măsură ce viitorul se apropie, este de așteptat să extindem în continuare obiectivele și obiectele sarcinilor de colaborare, echipele de studenți care integrează studenți în inginerie cuprind naționalități diferite și locația școlilor este diferită pentru a coopera reciproc și a lucra în aceleași sarcini, motivându-i să le pregătească mai bine, să lucreze cu colegi în termeni de interculturalitate, multilingvă și din punct de vedere cultural și academic.

FINPORTECH

EUROPEAN ENGINEERING DESIGN NETWORK

FINPORTECH is a network of European Engineers dedicated to multinational collaboration, research and knowledge transfer in Engineering Design.

Focusing on the widespread access and dissemination of knowledge, as well as on the development of skills related to Engineering Design, lecturers, and students alike, use online learning platforms to work and collaborate in common task-based engineering projects.

This poster presents some of the multiple dimensions of this multinational cooperation network.

FINPORTECH DESIGN
promotes regular international engineering design competitions, based on digital models of innovative products, with the ability to be produced by the students, for the market, based on 3D printing, or other additive manufacturing technologies.

FINPORTECH CREATE
integrates engineering design newcomers into the world of conceptual approaches to creative thinking and problem solving. It also has annual international competitions.

FINPORTECH KNOWLEDGE presents disseminates and shares experiences, information and knowledge about Engineering through workshops, meetings and multinational conferences.

FINPORTECH RESEARCH connects and supports engineering lecturers, researchers and students on their efforts to contribute to the improvement of engineering design and related issues.

participants:



Instituto Politécnico
de Castelo Branco

LAPIN AMK
Lapland University of Applied Sciences



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**



Universitatea
„Aurel Vlaicu” din Arad

Marcelo Gaspar
calvete@ipcb.pt

Ari Pikkarainen
ari.pikkarainen@lapinamk.fi

Luis Celorrio-Barrague
luis.celorrio@unirioja.es

Dan Ovidiu Glavan
glavan@fortuna.com.ro

SECȚIUNEA 2

PARTEA III

5. Propunere de dezvoltare a carierei universitare

Subsemnatul Glăvan Dan Ovidiu, Conferențiar universitar doctor la Facultatea de Inginerie din cadrul Universității „Aurel Vlaicu” din Arad, elaborând prezenta propunere de dezvoltare a carierei universitare, am în vedere următoarele abordări teoretice cu exemplificări.

Studii și formare profesională:

În anul 1982 am absolvit cu Diplomă de bacalaureat Liceul de matematică-fizică „Ioan Slavici” din Arad Bulevardul General Dragalina, Arad, cu media de absolvire 9,33

În perioada 1983-1988 am urmat cursurile Facultății de Inginerie, secția TCM din cadrul Universității ”Politehnica” Timișoara absolvind cu Diplomă de Inginer, media de absolvire 10.

În anul 2012 am absolvit cu Diploma de Licență cursurile Facultății de științe socio-umane, specializarea psihologie din cadrul Universității din Pitești cu media de absolvire 8.

În anul 2015 am absolvit cu Diploma de Licență cursurile Facultății de științe economice specializarea marketing din cadrul Universității din Pitești cu media de absolvire 10.

În perioada 1991-1999 am fost admis și am urmat studiile doctorale în cadrul Universității ”Politehnica” Timișoara, Facultatea de Mecanică, specializarea Mașini-unelte și sisteme integrate de mașini-unelte, până la sfârșitul anului 1996 sub coordonarea domnului prof. univ. dr. ing. Eugen Dodon iar în perioada 1997-1999 sub conducerea domnului prof. univ. Dr. Aurel Dreucean.

Am elaborat teza de doctorat cu titlul: ”Structuri noi în condițiile copierii și a comenzii adaptive la strunguri” sub coordonarea domnului prof.univ.dr.ing.Eugen Dodon și după decesul acestuia a domnului prof. univ. Dr. Aurel Dreucean la Școala Doctorală de la Universitatea Politehnica din Timișoara, Facultatea de Mecanică care reprezintă contribuția mea într-un domeniu de mare interes al aplicațiilor tehnice, realizarea unei precizii maxime a prelucrărilor prin așchiere prin definirea unor structuri portante noi și a unor algoritmi de previziune, predicție a deformațiilor acestora, susținând patru examene și prezentând trei referate, toate apreciate cu calificativ maxim, teză de doctorat care a fost finalizată în anul 1999 și apreciată unanim de Comisia de susținere a tezei de doctorat care a reunit personalități ale vieții științifice și academice ale unor universități de prestigiu din România: prof. univ. dr. ing. Neagu Nicolaie Prodecanul Facultății de Mecanică a Universității Politehnica din Timișoara, prof. univ. dr. ing. Urdea Gavril de la Facultatea de Mecanică din cadrul Universității Politehnica din Timișoara, prof. univ.dr. Adrian Lucian Ghionea de Universitatea ”Politehnica” București, prof. univ. dr. ing Lungu Ioan Universitatea ”Eftimic Murgu” Reșița.

Potrivit Legii Educației Naționale în anul 1999 am publicat teza de doctorat, care vine să consemneze strădaniile depuse în domeniu în vederea elaborării unei cercetări ample, bazate pe multitudinea de lucrări publicate la conferințe și reviste din țară și străinătate, ulterior primind OM pentru titlul de ”doctor” în anul 1999.

Cariera universitară la timpul prezent

De-a lungul anilor, în funcție de necesitatea de cadre didactice a Facultății de Inginerie din cadrul Universității ”Aurel Vlaicu” din Arad am desfășurat activități didactice la următoarele discipline:

- *Mecanică: statică, cinematică, dinamică-asistent seminar și laborator
- *Vibrații mecanice: curs, seminar, laborator
- *Bazele așchierii și generarea suprafețelor: curs, seminar, laborator
- *Dispozitive tehnologice I-bazele teoretice: curs, seminar, laborator
- *Echipamente tehnologice: curs, seminar, laborator
- *Mașini-unelte și agregate: curs, seminar, laborator
- *Programarea mașinilor unelte cu CNC: curs, seminar, laborator
- *Bazele proiectării tehnologice asistată de calculator: curs, laborator
- *CAD/CAD începători (licență): curs, laborator
- *CAD/CAM avansați (master): curs, laborator
- *Marketing industrial: curs, seminar
- *Optimizarea proceselor tehnologice: curs, laborator
- *Cercetări privind roboții industriali: curs, proiect

Lista completă a monografiilor, cursurilor, îndrumătoarelor de laborator, a lucrărilor științifice și contractelor de cercetare, precum și celelalte aspecte legate de activitatea mea universitară se află consemnate pe larg în fișa de îndeplinire a standardelor specifice, grila 16 corespunzătoare comisiei de Inginerie Industrială din cadrul CNATDCU.

Am predat cursuri la Instituto Politecnico din Castelo Branco, Portugalia și la Universitatea din Leiria Portugalia.

Am absolvit cursul SISTEMUL DE MANAGEMENT AL CALITATII- Revizia 2008 în 05.2014.

Am finalizat toate etapele specifice ale „Metodologiei de înregistrare a candidaților pentru dobândirea calității de expert evaluator ARACIS, compilare și actualizare a Registrului național al evaluatorilor ARACIS” și astfel am fost confirmat ca evaluator ARACIS de către Consiliul ARACIS <https://pfe.aracis.ro/inscriere/registru/evaluator/2971/> și inclus în anul 2014/15 în Registrul național al evaluatorilor (RNE) / Comisia C11 - Științele ingineriei (II) / Inginerie și management .

În calitate de evaluator ARACIS, am participat la mai multe acțiuni de formare pentru evaluarea experților, dintre care menționez: Instruire în cadrul „Ședinței de instruire a evaluatorilor experți înregistrați în Registrul național al evaluatorilor ARACIS” organizată de „Agenția Națională pentru Asigurarea Calității în Învățământul Superior” la Universitatea Transilvania din Brașov, februarie 2017.

Pentru îmbunătățirea pregătirii personale în domeniul colaborării internaționale am participat la Open Staff week , noiembrie 2015 „COLLABORATIVE HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS-NEW INTERNATIONALIZATION PATHS” Polytechnic Institute of Leiria Portugal.

În aceeași intenție am participat la trainingul ”INTRENAȚIONALIZAREA INVÎȚĂMÎNTULUI SUPERIOR” din 10 februarie 2015 în cadrul proiectului Investește în oameni desfășurat sub egida UEFISCDI.

Ca o continuare firească a celor de mai sus am participat în mai 2018 la INTERNATIONAL WEEK 2018 -OFERTE EDUCATIONALE ȘI PROVOCĂRI PENTRU ÎNVĂȚĂMÎNTUL SUPERIOR ÎN ZONA COMUNITĂȚII EUROPENE” Polytechnic Institute of Leiria Portugal.

Consider că fiecare cadru didactic universitar trebuie să fie implicat activ în viața urbei în care trăiește și de aceea am participat în calitate de membru-autor la evenimentul Un an din viața UAV finanțat prin contractul 3050/2017 de Centrul de Cultură Arad.

De asemenea am fost Membru în Comitetul de organizare a GALEI EXCELENȚEI UAV proiect finanțat de către Centrul de cultură Arad 2017.

Am participat în calitate de reprezentant a mediului de formare universitar cu profil tehnic la negocierile organizate de autoritățile locale (Primăria Arad, Consiliul local municipal Arad, Consiliul județean Arad) cu potențialii investitori strategici în zona de vest a țării, elaborând studii, referate și analize asupra diverselor oportunități și potențialul zonei precum și analize despre modul în care planurile de învățământ ale specializărilor din cadrul Facultății de Inginerie acoperă cerințele potențialilor investitori.

Ca recunoaștere a acestei activități Facultății de Inginerie, pe care am reprezentat-o în toate aceste demersuri i-a fost acordată de către Primăria Arad, Consiliul Județean Arad și Centrul de Cultură Arad “ Medalia Centenar” în anul 2018.

Din dorința de a realiza un management performant în cadrul Facultății de Inginerie am absolvit CURSUL DE DEZVOLTARE A COMPETENȚELOR MANAGERIALE, organizat de Academia Română februarie 2019.

Consider că fiecare facultate trebuie să fie racordată atât pe verticală la Universitatea din care face parte cât și pe orizontală cu celelalte facultăți cu profil similar din țară pentru a realiza o abordare unitară a procesului de învățământ pentru o fiecare specializare drept pentru care sunt membru în Consorțiul Național al Facultăților de Inginerie Mecanică și industrială din România.

În cadrul Universității Aurel Vlaicu din Arad am deținut funcția de Secretar Științific al Facultății de Inginerie iar mai apoi Decan al Facultății de Inginerie. Am contribuit la acreditarea mai multor specializări și dotarea laboratoarelor.

Sintagma lansată de Uniunea Europeană „studentul este rege” constituie o profesiune de credință, astfel încât didactica disciplinelor pe care le predau s-a aflat întotdeauna în atenția mea, dovadă că am publicat și am pus la dispoziția studenților în variantă electronică, materiale care vin în întâmpinarea orizontului de așteptări ale studentului atât pentru ciclul de licență cât și ciclul de master.

Cariera universitară la timpul viitor

Îmi propun construirea unei cariere care să aibe ca fundament un set de valori: feedback, transparentă, promovarea ultimelor noutăți în domeniu, o bună comunicare ierarhică și colegială, lucru în echipă. Consider că aceste valori au susținerea colectivului din Facultatea de Inginerie și pe promovarea lor în mediul universitar, economic și social. Cred că dezvoltarea ingineriei industriale, a domeniilor conexe, a carierei per ansamblu și a colaboratorilor din toate mediile sunt dependente de respectarea și militarea pentru aceste valori.

Planul propriu de dezvoltare a carierei profesionale este acordat cu planul de dezvoltare al Facultății de Inginerie al Universității ”Aurel Vlaicu” din Arad și cu Planul Strategic al Universității ”Aurel Vlaicu”, îmi propun să materializez cât mai multe din dezideratele didactice și științifice obligatorii și care sunt în responsabilitatea mea, în calitate de cadru didactic, coleg, cercetător, și actual Decan al Facultății de Inginerie.

Dezvoltarea carierei mele universitare viitoare se va face în următoarele direcții principale vor sta la baza dezvoltării carierei mele în mediul universitar:

- *Activitatea didactica (educațională)
- *Activitatea de cercetare.
- *Activitatea de management
- *Promovarea relațiilor cu mediul economic
- *Promovarea imaginii Universității ”Aurel Vlaicu” în țară și în străinătate

Doresc să dezvolt o carieră universitară și o reputație profesională de succes, care să asigure dezvoltarea și o vizibilitate crescută a Departamentului Automatizări, Inginerie industrială, Textile și Transporturi și în acest mod a Facultății de Inginerie. Direcțiile de urmat în îndeplinirea planului de dezvoltare personală vor fi atât ridicarea standardelor de excelență academică și profesională, cât și colaborarea nemijlocită în vederea realizării unei coeziuni a colectivului cu colegii (cadre didactice) și studenții. Pentru îndeplinirea acestor deziderate îmi propun:

- ✓ Să particip la toate sesiunile științifice organizate de Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad cu cel puțin o lucrare științifică și să mă implic în organizarea sesiunilor științifice cu participare internațională organizate de UAV Arad, care are deja o

frumoasă tradiție cu apreciere deosebită în cadrul colectivului academic național și internațional: “Research and Education in an Innovation Era”.

- ✓ Să particip la conferințe prestigioase din domeniul meu de cercetare atât ca invited speaker, cât și ca autor, membru în comitetele științifice, editor, recenzor etc.
- ✓ Să public câte o carte la 2-3 ani, care să reprezinte o contribuție personală în domeniul de competență asumat.
- ✓ Voi elabora anual Note de curs (Sinteze bibliografice în domeniu) și voi actualiza cursurile pentru studenții de la programul de studii de licență în domeniul Ingineriei Industriale.
- ✓ De asemenea, voi elabora „Note de curs” la programul de studii masterale Producția Sistemelor Industriale la disciplinele pe care le predau.

Expertiza didactică acumulată în predarea disciplinelor de la programele de licență și master va fi materializată prin articole și studii științifice, care vor sintetiza, vehicula concepte, idei, modele de ultimă generație în domeniu. Îmi propun să particip anual cu două lucrări la sesiuni de comunicări științifice internaționale și cu un articol la o revistă cotate ISI.

Voi depune proiecte pentru accesarea unor granturi de cercetare internaționale și naționale. În cadrul proiectelor comune voi încuraja studenții și masteranzii să participe activ la procesul de cercetare și la publicarea rezultatelor prin participarea unor echipe mixte (studenți- cadre didactice) la diverse manifestări științifice din țară și străinătate.

Trebuie menționat faptul că am fost preocupat în permanență de realizarea unor laboratoare la standarde ridicate, începând cu anul 1994 când am realizat primul centru integrat CAD/CAM constând dintr-o rețea de calculatoare cu softul adecvat și două mașini unelte Traub CNC, realizând astfel unul din primele centre de acest fel din România. Preocuparea aceasta a fost continuă, ea bazându-se pe buna colaborare cu mediul economic, colaborare materializată în protocoale de colaborare și de dotare a unor laboratoare a Universității „Aurel Vlaicu” din Arad.

În acest mod au fost realizate în ultimi 3 ani un centru de proiectare împreună cu SolidWorks, un laborator de tehnologii neconvenționale împreună cu firma Leoni, un laborator de robotică împreună cu firma Joyson, având în derulare în prezent și alte colaborări în curs de materializare

De asemenea trebuie menționat faptul că am aplicat și câștigat în cadrul proiectului Național de digitalizare o finanțare de 480.000 Euro pentru realizarea a trei laboratoare moderne de realitate virtuală, *Quanswer, Tehnologii de prelucrare de nivel augmentat în domeniul CNC și Industry 4.0*

Voi coordona în continuare, pe perioada mandatului de decan, activitatea Facultății de Inginerie, voi organiza anual o sesiune științifică, ce va reuni cele mai importante contribuții științifice ale studenților. Vom avea în atenție publicarea unui abstract care să reunească cele mai interesante articole și studii ale studenților, ce pot fi dezvoltate prin lucrări de disertație la master care, trebuie să aibă o dimensiune de cercetare științifică.

În cadrul Facultății de Inginerie, îmi propun să sprijin activitatea revistelor de profil atât prin coordonarea activității acestora, sprijin redacțional, cât și prin publicarea unor lucrări de specialitate.

Pentru a menține standardele academice în vigoare mă voi preocupa de politica de personal didactic din cadrul Facultății de Inginerie, cu orientarea clară de a aduce în cadrul facultății cadre didactice tinere cu perspective reale de progres și promovare. În acest sens în ultimii ani am recrutat și pregătit foști studenți ai Facultății de Inginerie, m-am preocupat ca aceștia să urmeze și să absolve studiile doctorale, o parte mare dintre ei fiind acum colegi în cadrul departamentului AIITT.

Voi urmări dezvoltarea instituțională în funcție de cerințele pieței sociale, prin implementarea unor noi programe de studii de licență și master, dar și programe de perfecționare în conformitate cu piața muncii.

Implicarea profundă în viața socială.

Preocupările mele se îndreaptă spre menținerea relațiilor cordiale cu mediul preuniversitar, inspectoratele școlare, mediul de afaceri în vederea continuării tradiției facultății pentru perfecționarea cadrelor didactice din învățământul preuniversitar în vederea obținerii gradelor didactice în învățământ. De asemenea, voi acorda o atenție specială întăririi legăturii cu mediul economic și socio-cultural arădean.

Filozofia mea ca profesor

În viață este important ce faci și trebuie să știi că sunt « Oameni care scriu istoria și alții care doar trăiesc în istorie ». Filozofia mea spune că studenții învață cel mai bine atunci când se bucură să învețe și sunt conștienți că ceea ce învață le va fi foarte util în viitor. Învățarea este un proces activ la care studenții trebuie să participe și să se angajeze.

Astfel, un mediu de învățare pozitiv, de încredere și încurajator reprezintă cheia care asigură predarea și învățarea eficientă. Eu cred că predarea materiei și conținutul acesteia în concordanță cu realitatea este foarte importantă. Este important să conștientizezi studentul să învețe independent, să promoveze lucrul în echipă și să comunice.

Profesorul trebuie să îi inspire studentului o atitudine față de învățare și o etică a muncii, să îi ofere elementele esențiale pentru o educație de calitate în inginerie. Studentul trebuie să simtă nu că ești șeful lui, ci că ești partenerul lui care îl învață elemente care să-i aducă succesul în viață.

În ultimii câțiva ani am experimentat diferite abordări și tehnici pentru învățare. Abordările mele fundamentale au evoluat de la « învățarea » studenților la « antrenarea » acestora să învețe. Ceea ce am realizat este că atunci când îi «înveți » realizarea ta majoră este de a impune materiale pe subiectele respective în mod pasiv. Cu toate acestea când îi “antrenezi” vei echipa studenții cu un concept durabil de învățare activă: o calificare extrem de necesară în ziua de astăzi când locurile de muncă sunt orientate spre tehnologie.

Competențele didactice vor fi relevate de tehnicile de predare, care sunt fundamentate prin învățarea prin descoperire, prin procese de cooperare, prin problematizare etc. Fundamentele importante expuse la cursurile predate vor fi exemple reprezentative din domeniul ingineriei industriale. Calitatea activităților didactice se va reflecta și în aprecierea studenților, propunându-mi obținerea unui scor de peste 9,5 din 10 obținut la evaluarea de către studenți a cursurilor predate.

Prezentarea tuturor cursurilor se va face prin metode actuale de prezentare (proiecții, calculator și PowerPoint, Wikis, etc) și lucrul interactiv cu studenții.

6.1 BIBLIOGRAFIE (Proprie)

- [1] Glavan, D. O. and Babanatsas T. Tool machinery vibrations frames comparison concerning welded or moulded manufacturing structures. MSE 2017 - Trends in New Industrial Revolution, 121, 2017
- [2] Glavan, D. O., Babanatsas, T., Babanatis Merce, R. M. Comparative research bedframe behavior on a lathe normal variations caused molded or welded to the requests of forced vibrations. Annals of the University of Petroșani, Mechanical Engineering, vol. 17, 2015
- [3] Glavan, D. O., Babanatsas, T., Babanatis Merce, R. M. and Maris, S. A. *Comparative study of tool machinery sliding systems; comparison between plane and cylindrical basic shapes*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering- International Conference on Applied Science, Hunedoara. Romania, 2017
- [4] Glavan, D.O., Babanatsas, T., Borzan, M., Radu, I., Babanatis Merce, R.M. *Considerations about command system for lathes with numerical controls, adaptive controls and copying system with hydraulic modules or computer assisted*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018
- [5] Glavan, D.O., Babanatsas,, et al. *Processing precision on turning machine with inclined bed frame*. Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics and Engineering, 62, Issue I, 2019
- [6] Sima, G., Dan, G., Alexandru, P., Muncut, E. *Hard as a rock or deformation controlled?* Advances in Intelligent Systems and Computing, 2016
- [7] U Tahir, G Abbas, DO Glavan, VE Balas, et al. *Design of three phase solid state transformer deployed within multi-stage power switching converters*. Applied Sciences (Switzerland), 2019
- [8] Glăvan D. O., Popa A., Babanatsas T., Merce R. M. *Materiale avansate in design*. Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad Nr CNCSIS 218 2018
- [9] Glăvan D. O. *Componente ale Mașinilor-unelte*. Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, 2014
- [10] Glăvan D. O. *Compunerea și funcționarea Mașinilor- unelte*. Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, 2014
- [11] Glăvan D. O. *Mașini Unelte și Agregate-curs*. Editura Universitatii „Aurel Vlaicu” Arad, 2014
- [12] Gaspar, M., Celorrio-Barrague, L., Glavan, D. O. *Collaborative tools in higher education: The use of Wikis by industrial and mechanical engineering students*. Selected paper of 8th World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership, (WCLTA 2017), Universidade Aberta, Lisbon, Portugal, 2017

6.2 BIBLIOGRAFIE

- [13] Al-Hafri, A.; Ali, H.; Ghias, A.; Nasir, Q. Transformer-less based solid-state transformer for intelligent power management. In Proceedings of the 2016 5th International Conference on Electronic Devices, Systems and Applications (ICEDSA), Ras Al Khaimah, UAE, 6–8 December 2016; pp. 1–4.
- [14] Basu, K.; Mohan, N. A single-stage power electronic transformer for a three-phase PWM AC/AC drive with source-based commutation of leakage energy and common-mode voltage suppression. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2014, 61, 5881–5893.
- [15] Bertotti, G. *Hysteresis in Magnetism*; Academic Press: San Diego, CA, USA, 1998; pp. 225–429.
- [16] Bifaretti, S.; Zanchetta, P.; Watson, A.; Tarisciotti, L.; Clare, J.C. Advanced power electronic conversion and control system for Universal and Flexible Power Management. *IEEE Trans. Smart Grid* 2011, 2, 231–243.
- [17] Binojkumar, A.C.; Siva Prasad, J.S.; Narayanan, G. Experimental investigation on the effect of advanced bus-clamping pulse width modulation on motor acoustic noise. *IEEE Trans. Ind. Electr.* 2013, 60, 433–439.
- [18] Boll, R. *Soft Magnetic Materials, the Vacuumschmelze Handbook*; Heyden&Son Ltd.: London, UK, 1979; pp. 13–108.
- [19] Bossche, A.V.; Valchev, V.C.; Georgiev, G.B. Measurement and Loss Model of Ferrites with Non-sinusoidal Waveforms. In Proceedings of the PECS'04, Aachen, Germany, 24–28 June 2004.
- [20] C. Pimmer, M. Mateescu și U. Grohbiel, „Învățare mobilă și omniprezentă în mediile de învățământ superior. O revizuire sistematică a studiilor empirice”, *Comput. Comportamentul uman*, voi. 63, p. 490-501,2016.
- [21] Carrasco, J.M.; Franquelo, L.G.; Bialasiewicz, J.T.; Galvan, E.R.; Guisado, C.P.; Prats, A.M.; Leon, J.I.; Moreno-Alfonso, N. Power Electronic Systems for the Grid integration of Renewable Energy Sources: A survey. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2006, 53, 1002–1016.
- [22] Celorrio-Barrague, L., Lopes-Ramalho, A. & Calvete Gaspar, M. R. Development of generic and strategic skills through a wiki platform in industrial engineering programs. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 3, 152. 2016
- [23] Chen, H.; Divan, D. Design of a 10-kV·A Soft-Switching Solid-State Transformer (S4T). *IEEE Trans. Power Electron.* 2018, 33, 5724–5738.
- [24] Chen, Z.; Guerrero, J.M.; Blaabjerg, F. A review of state of art power electronics for wind turbines. *IEEE Trans. Power Electron.* 2009, 23, 1859–1875.

- [25] Drabek, P.; Peroutka, Z.; Pittermann, M.; Cedl, M. New configuration of traction converter with medium-frequency transformer using matrix converters. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2011, 58, 5041–5048.
- [26] E. A. Firat și M. S. Koksall, „Relația dintre utilizarea instrumentelor Web 2.0 de către potențialii profesori de științe și alfabetizarea lor în materie de biotehnologie”, *Comput. Comportamentul uman*, voi. 70, p. 44-50, 2017. DOI: 10.1016/j.chb.2016.12.067 DOI: 10.1016/j.ijinfo-mgt.2016.03.010
- [27] E. Allen, J. Seaman, R. Poulin și T. T. Straut, „Online Report Card: Tracking online education in the United States”, *Sloam Consort.*, pp. 1-4, 2016.
- [28] Falcones, S.; Mao, X.; Ayyanar, R. Topology comparison for solid state transformer implementation. In *Proceedings of the IEEE Power and Energy Society General Meeting*, Providence, RI, USA, 25–29 July 2010; Volume 25–29, pp. 1–8.
- [29] Gaing, Z.L. A particle swarm optimization approach for optimum design of PID controller in AVR system.
- [30] Gogan, L. M., Popescu, A.-D., & Duran, V. Misunderstandings between cross-cultural members within collaborative engineering teams. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 109, 370–374. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.12.474, 2014
- [31] Grider, D.; Das, M.; Agarwal, A.; Palmour, J.; Leslie, S.; Ostop, J.; Raju, R.; Schutten, M.; Hefner, A. 10kV/120A SiC DMOSFET Half-bridge Power Modules for 1MVA Solid State Power substation. In *Proceedings of the IEEE Electric Ship Technologies Symposium*, Alexandria, VA, USA, 10–13 April 2011; pp. 131–134.
- [32] H. Meyer, F. Fuchs, and K. Thiel, *Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment*, McGraw Hill, 2009,
- [33] Hakansson L. *Adaptive Active Control of Machine-Tool Vibration in a Lathe (Sweden: Analysis and experiments, Lund University)*, 1999
- [34] Hanaor, D., Gan, Y. și Einav, I. (2013). „Efectele deformării structurii suprafeței asupra frecării statice la interfețele fractale.” *Geotehnica Lett.*, 3(2), 52-58 .
- [35] Hingorani, N.G. *Understanding FACTS: Concept and Technology of Flexible AC Transmission Systems*; IEEE Press: Piscataway, NY, USA, 2000.
- [36] Holmes, D.G.; Lipo, T.A. *Pulse Width Modulation for Power Converters: Principles and Practice*; Wiley: Hoboken, NY, USA, 2003.
- [37] Holtz, J. Pulse width modulation for electronic power conversion. *Proc. IEEE* 1994, 82, 1194–1214.
- [38] *IEEE Trans. Energy Convers.* 2004, 19, 384–391.
- [39] *IEEE Trans. Ind. Electr.* 2002, 49, 724–738.
- [40] *IEEE Trans. Power Deliv.* 2002, 17, 537–543.

- [41] Ioannou, A., Brown, S. W. & Artino, A. R. Wikis and forums for collaborative problem-based activity: A systematic comparison of learners' interactions. *Internet and Higher Education*, 24, 35–45. doi: 10.1016/j.iheduc.2014.09.001, 2015
- [42] K. Wang, J. Yang, G. Shi, Q. Wang, Proceedings of the Fourth International Conference on Natural Computation, ICNC '08, Jinan, China, 2008
- [43] Kogut, L. (2005). „Performanța electrică a suprafețelor rugoase contaminate în contact.” *J. Apl. Phys.*, 97(10), 103723.
- [44] Kovalev V D, Vasilchenko Y V and Dașiü P. Adaptive optimal control of a heavy lathe operation *Journal of Mechanics Engineering and Automation* 4 269-275, 2014
- [45] Kumar, A.; Chatterjee, D. A survey on space vector pulse width modulation technique for a two-level inverter. In Proceedings of the 2017 National Power Electronics Conference (NPEC), Pune, India, 18–20 December 2017; pp. 78–83.
- [46] L. Celorrio-Barrague, A. Lopes-Ramalho și M. R. Calvete Gaspar, „Dezvoltarea competențelor generice și strategice prin intermediul unei platforme wiki în programele de inginerie industrială”, *Multidiscip. J. Educ. Soc. Tehnol. Sci.*, voi. 3, nr. 1, p. 152-168, 2016.
- [47] L. Cîndea, C. Hatiegan, G.R. Gillich, C. Marta, M. Nedeloni, *Scientific Bulletin of the “Politehnica” University of Timisoara, Transaction on Mathematics & Physics*, 57, 68, 2012
- [48] L. Hakansson, *Adaptive Active Control of Machine-Tool Vibration in a Lathe – Analysis and experiments*, Lund Univ., Sweden, 1999
- [49] Lai, J.S.; Maitra, A.; Mansoor, A.; Goodman, F. Multilevel intelligent universal transformer for medium voltage applications. In Proceedings of the IEEE Industry Applications Conference, Kowloon, Hong Kong, 2–6 October 2005; pp. 1893–1899.
- [50] Li, J.; Abdallah, T.; Sullivan, C. Improved calculation of core loss with non-sinusoidal waveforms. In Proceedings of the IEEE IAS 36-th Annual Meeting, Chicago, IL, USA, 30 September–4 October 2001; pp. 2203–2210.
- [51] M.Z. El Attar, M.N. El Awady, M. Rashwan, M.A.I. Genaidy, Proceedings of the 10th MSAE Conference, 2004
- [52] Madhusoodhanan, S.; Tripathi, A.; Patel, D.; Mainali, K.; Kadavelugu, A.; Hazra, S.; Bhattacharya, S.; Hatua, K. Solid state transformer and MV Grid tie applications enabled by 15 kV SiC IGBTs and 10 kV SiC MOSFETs based multilevel converters. *IEEE Trans. Ind. Appl.* 2015, 51, 3343–3360.
- [53] Mejía, R., Lopez, A. & Molina, A. Experiences in developing collaborative engineering environments: An action research approach. *Computers in Industry*, 58, 329–346. doi: 10.1016/j.compind.2006.07.009, 2017
- [54] Moodle. (2017). Open-source learning platform. Retrieved from www.moodle.org

- [55] Muzzammel, R.; Tahir, U. Maximization of Transfer Ratio and Minimization of Harmonics in Three Phase AC/AC Matrix Converter. *Curr. J. Appl. Sci. Technol.* 2017, 21, 1–21, ISSN 2231–0843.
- [56] N. Deshpande, M.S. Fofana, *Comput. Integr. Manuf.*, 17, 1, 2001
- [57] National Academy of Engineering. *The engineer of 2020: Visions of engineering in the New Century*. Washington, DC: The National Academies Press.
- [58] Ottersten, R. *On Control of Back-to-Back Converters and Sensorless Induction Machine Drives*. Ph.D. Thesis, Department of Electric Power Engineering, Chalmers University of Technology, Göthenburg, Sweden, 2003; 165p. ISBN 91-7291-296-0.
- [59] Pinto, R.T.; Bauer, P.S.; Rodrigues, F.; Wiggelinkhuizen, E.J.; Pierik, J.; Ferreira, B. A novel distributed direct-voltage control strategy for grid integration of offshore wind energy systems through MTDC network. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2013, 60, 2429–2441.
- [60] Popescu, A.-D., Borca, C., Fistis, G., & Draghici, A. (2014). Cultural diversity and differences in cross-cultural project teams. *Procedia Technology*, 16, 525–531. doi: 10.1016/j.protcy.2014.10.120, 2004
- [61] Popescu, A.-D., Suci, S., & Raoult, M.-G. Intercultural competences in collaborative teams. *Procedia Technology*, 12, 577–582. doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.532, 2014
- [62] R. Newman, V. Chang, R. J. Walters și G. B. Wills, „Web 2.0 - The past and the future”, *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 36, nr. 4, p. 591-598, 2016.
- [63] Raza, A.; Dianguo, X.; Yuchao, L.; Xunwen, S.; Williams, B.W.; Cecati, C. Coordinated operation and control of VSC based multiterminal high voltage DC transmission systems. *IEEE Trans. Sustain. Energy* 2016, 7, 364–373.
- [64] Reddy, B.; Dheeraj, Dr. Sahoo; Kumar, S. Design of Solid State Transformer. *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.* 2015, 4, 56–77.
- [65] Rodriguez, J.; Lai, J.S.; Peng, F.Z. Multilevel Inverters: A survey of topologies, controls, and applications.
- [66] Ronan, E.R.; Sudhoff, S.D.; Glover, S.F.; Galloway, D.L. A power electronic-based distribution transformer.
- [67] Rouzbehi, K.; Miranian, A.; Candela, J.I.; Luna, A.; Rodriguez, P. A generalized voltage droop strategy for control of multiterminal DC grids. *IEEE Trans. Ind. Appl.* 2015, 51, 607–618.
- [68] Rouzbehi, K.; Miranian, A.; Luna, A.; Rodriguez, P. Optimized control of multi-terminal DC grids using particle swarm optimization. *Eur. J. Power Electron.* 2014, 24, 38–49.
- [69] Rouzbehi, K.; Zhang, W.; Candela, J.I.; Luna, A.; Rodriguez, P. Unified reference controller for flexible primary control and inertia sharing in multi-terminal voltage source converter-HVDC grids. *IET Gener. Transm. Distrib.* 2017, 11, 750–758.

- [70] She, X.; Huang, A.Q.; Rolando, B. Review of Solid-State Transformer Technologies and Their Application in Power Distribution Systems. *IEEE J. Emerg. Sel. Top. Power Electron.* 2013, 1, 186–198.
- [71] She, X.; Huang, A.Q.; Wang, G.Y. 3-D space modulation with voltage-balancing capability for a cascaded seven-level converter in a solid state transformer. *IEEE Trans. Power Electron.* 2011, 26, 3778–3789.
- [72] Slade, PG (2013). *Contacte electrice: Principii și aplicații*, CRC Press, Londra, Marea Britanie
- [73] Snelling, E.C. *Soft Ferrites Properties and Applications*, 2nd ed.; Butterworth-Heinemann: London, UK; Butterworth, Malaysia, 1988.
- [74] Spadło S, Mlynarczyk P and Bankowski D 2014 Analysis of the Effect of Processing Vibro-abrasive Finishing on the Geometric Structure Surface Scales Ammunition and Sharp Edges *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 66 39-44, 2014
- [75] Sun, J. Multi-dimensional alignment between online instruction and course technology: A learner-centered perspective. *Computers and Education*, 101, 102–114. doi: 10.1016/j.compedu.2016.06.003, 2016
- [76] T. Rashid și H. M. Asghar, „Utilizarea tehnologiei, învățarea autonomă, implicarea studenților și performanța academică: examinarea interrelațiilor”, *Comput. Comportamentul uman*, voi. 63, p. 604-612, 2016.
- [77] Tahir, U.; Ali, S.A.; Azeem, O.; Khan, O.; Muzzammel, R. THD improvement of phase voltages via injection of voltage in neutral conductor for three phase four wire distribution system. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*, Sukkur, Pakistan, 3–4 March 2018; pp. 1–5.
- [78] V. Chang, „Revizuire și discuție: E-learning pentru mediul academic și industrie”, *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 36, nr. 3, p. 476-485, 2015.
- [79] V.D. Kovalev, Y.V. Vasilchenko, and P. Dașiü, *Journal of Mechanics Engineering and Automation*, 4, 269, 2014
- [80] Valchev, V.C.; Van den Bossche, A.P.; Van de Sype, D.M. Ferrite losses of cores with square wave voltage and DC bias. In *Proceedings of the 31st Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society*, 2005, IECON 2005, Raleigh, NC, USA, 6–10 November 2005; pp. 837–841.
- [81] Von Davier, A. A., Hao, J., Liu, L., & Kyllonen, P. Interdisciplinary research agenda in support of assessment of collaborative problem solving: Lessons learned from developing a Collaborative Science Assessment Prototype. *Computers in Human Behavior*, 76, 631–640. doi: 10.1016/j.chb.2017.04.059, 2017
- [82] W. de Silva Clarence, *Vibration Signal Analysis*, in: *Mechanical Engineering Series*, Frank Krith, *Vibration and Shock Handbook*, 2005

- [83] Wang, G.Y.; Baek, S.J.; Elliott, A.; Kadavelugu, F.; Wang, X.; She, S.; Dutta, Y.; Liu, T.F.; Zhao, W.X.; Yao, R.; et al. Design and hardware implementation of Gen-I silicon based solid state transformer. In Proceedings of the IEEE Applied Power Electronics Conference, Fort Worth, TX, USA, 6–11 March 2011; pp. 1344–1349.
- [84] Wang, L.; Zhang, D.; Wang, Y.; Wu, B.; Athab, H.S. Power and voltage balance control of a novel three-phase solid-state transformer using multilevel cascaded H-bridge inverters for microgrid applications. *IEEE Trans. Power Electron.* 2016, 31, 3289–3301.
- [85] Wikispaces. Wikispaces classroom. Retrieved from www.wikispaces.com, 2017
- [86] Wu, G. Analysis and design of vector control for VSC-HVDC connected to weak grids. *CSEE J. Power Energy Syst.* 2017, 3, 115–124.
- [87] Xu, L. Modeling, Analysis and Control of Voltage-Source Converter in Microgrids and HVDC. Master's Thesis, University South Florida, Tampa, FL, USA, November 2013.
- [88] Y. Rodichev, O. Soroka, V. Kovalov, Y. Vasilchenko, V. Maiboroda, *Journal of Research and Development in Mechanical Industry*, 7, 1, 2015
- [89] Zhang, G., Ji, F., Zhao, W., & Li, T. Study on the collaborative design PN-PDDP model for the multi-component coupling rotor system based on petri nets. *Procedia CIRP*, 56, 67–72. doi:10.1016/j.procir.2016.10.018, 2016
- [90] Zhao, T.F.; Yang, L.Y.; Wang, J.; Huang, A.Q. 270kVA Solid State Transformer Based on 10kV SiC Power Devices. In Proceedings of the IEEE Electric Ship Technologies Symposium, Arlington, VA, USA, 21–23 May 2007; pp. 145–149.