

Îndrumar pentru elaborarea proiectului de diplomă pentru programele de studiu Mecatronică și Robotică

Proiectul de diplomă reprezintă un test al dezvoltării profesionale și, ca urmare, trebuie să urmărească un anumit conținut, formă și nivel științific.

Absolvenții trebuie să dovedească prin proiectul de diplomă că și-au însușit corect și la un nivel corespunzător toate aspectele teoretice și practice abordate la disciplinele studiate pe parcursul anilor de studiu.

Lucrarea trebuie să demonstreze cunoașterea științifică a temei abordate, să conțină elemente de originalitate în dezvoltarea și soluționarea temei, precum și modalități de validare științifică a acestora.

Prin realizarea proiectului de diplomă se urmărește:

- soluționarea în mod creativ și/sau original a unor probleme cu caracter ingineresc, făcând apel la cunoștințele acumulate pe parcursul anilor de studiu;
- verificarea capacității de sistematizare și aplicare creativă a cunoștințelor dobândite.

Tema proiectului de diplomă

Proiectele de diplomă la specializările Mecatronică și Robotică pot aborda:

- structura, construcția, precizia, comanda, acționarea, cinematica, fiabilitatea și estetica sistemelor mecatronice, robotice;
- studiul, cunoașterea și proiectarea sistemelor electrice și electronice din componența sistemelor mecatronice/robotice;
- conducerea și programarea sistemelor mecatronice, a roboților industriali sau a componentelor acestora;
- automatizarea rigidă și flexibilă a proceselor și sistemelor industriale;
- studiul, cunoașterea și proiectarea asistată a soluțiilor hardware și software de comandă și control a sistemelor mecatronice;
- proiectarea asistată (2D și 3D) a sistemelor mecatronice, robotice sau a componentelor acestora;

- studiul și cunoașterea principiilor sistemelor automate;
- implementarea, utilizarea și programarea MU cu comandă numerică și a roboților;
- sisteme de control și conducere în robotică bazate pe senzori și traductoare;
- proiecte de modele experimentale și standuri de încercări de concepție originală;
- sisteme de simulare, modele pentru încercări prin similitudine;
- mașini și sisteme mecatronice la temă și componente ale acestora;
- mașini și echipamente cu comandă numerică;
- prese și alte utilaje de deformare plastică și componente ale acestora;
- mașini și echipamente de injectare mase plastice;
- instalații industriale și roboți industriali;
- echipamente de transfer, acționare, comandă, servire, reglare din liniile de prelucrare;
- celule și sisteme de automatizare flexibilă pentru prelucrare, montaj, control;
- standuri și echipamente cu destinație didactică pentru cercetare aplicativă, pentru încercări industriale.

Tematica proiectului de diplomă trebuie să fie în acord cu planul de învățământ și cu fișele disciplinelor pe baza cărora au studiat absolvenții.

Se preferă abordarea unor teme în rezolvarea cărora pot fi valorificate cunoștințele și capacitatea absolventului de a stabili și delimita obiectivele cercetării, de a se documenta, de a elabora (adopta) și aplica o metodologie adecvată de experimentare, de a prelucra rezultatele și de a formula concluziile.

Temele sunt propuse de cadrele didactice, de studenți (din preocupările din cadrul cercurilor științifice studențești), de organizațiile de cercetare, societățile comerciale, laboratoarele de cercetare din universitate, ș.a.m.d.

Enunțul temei trebuie să fie concis, la obiect, să cuprindă aspectul esențial al obiectivului urmărit. Detaliile vor fi stabilite împreună cu conducătorul științific în tema dezvoltată și în cuprinsul proiectului.

Structura proiectului de diplomă

Proiectul de diplomă cuprinde două părți distincte:

- partea întâi (**partea scrisă**) – memoriul justificativ și de calcul;
- partea a doua (**partea grafică și aplicativă**) – desene, scheme, grafice, programe software, postprograme, modele experimentale, etc..

Partea scrisă (între 30 - 50 de pagini)

Trebuie să cuprindă următoarele:

- Coperta;
- Pagina de titlu (subcoperta);
- Rezumatul în limba română și engleză (max.1500 de caractere/variantă);
- Cuprinsul;
- Capitolul 1. Introducere (max. 4 pag);
- Capitolul 2. Stadiul actual în domeniul temei (max. 5 pag.);
- Capitolele 3 ... n-1. Desfășurarea lucrării, cercetări, rezultate teoretice, experimentale, aplicații, calcule numerice justificative, scheme de acționare și comandă, modelari și simulări ale soluției proiectate, etc. (min. 25 pag.);
- Capitolul n. Concluzii (max. 2 pag);
- Bibliografia (referințe bibliografice);
- Anexe (opțional - dacă este cazul);
- Declarația pentru conformitate asupra originalității operei științifice;
- Referatul coordonatorului de apreciere a proiectului de diplomă;
- Opis.

Coperta conține: denumirea universității, a facultății și a programului de studiu, tipul lucrării („**PROIECT DE DIPLOMĂ**”), numele absolventului, numele cadrului didactic îndrumător la proiectul de diplomă și anul în care se susține proiectul (*conform modelului*);

Pagina de titlu (subcoperta) conține: denumirea universității, a facultății și a programului de studiu, tema proiectului, numele absolventului, numele cadrului didactic îndrumător la proiectul de diplomă și anul în care se susține proiectul (*conform modelului*).

Cuprinsul va conține lista completă și numerotată a capitolelor, subcapitolelor și anexelor.

Capitolele, paragrafele și punctele din proiect se vor trece în mod succesiv, având pe linie numărul de ordine, titlul capitolului sau paragrafului și pagina la care se găsește.

Capitolul 1 (Introducerea) va avea o întindere de maxim 4 pagini și va cuprinde elemente care să prefigureze necesitatea și utilitatea temei propuse. În acest sens, pot fi prezentate sintetic cercetările existente în domeniul temei analizate (*soluții existente*), motivația alegerii temei, scopul și obiectivele lucrării, strategia de lucru și rezultatele preconizate.

Capitolele 2 ...n pot să cuprindă:

- prezentarea unei sinteze a cunoștințelor actuale în domeniul abordat care se desprinde din cercetarea bibliografică efectuată de către absolvent;
- bazele teoretice ale metodelor și procedeele aplicate în dezvoltarea temei (doar dacă este neapărat necesar), metodologia de lucru, mijloacele folosite la experimentare (standuri, instalații, aparatură), condițiile în care s-au desfășurat experimentele, rezultatele obținute și modul de prelucrare a datelor experimentale, programele de calcul utilizate.
- descrierea constructivă a sistemului mecatronic/robotic, echipamentului, standului, sistemului de producție, a modului de funcționare, a proceselor tehnologice și prezentarea principalelor caracteristici tehnico-funcționale;
- studiul cinematic (realizarea schemei cinematice) a sistemului mecatronic/robotic, echipamentului proiectat;
- calculul unor parametrii cinematici și dinamici de bază (viteze, avansuri, forțe, puteri, curse, etc.) pornind de la caracteristicile componentelor și de la cerințele tehnico-economice de funcționare și siguranță în exploatare;
- calculele organologice de dimensionare și verificare (de rezistență) pentru un subansamblu, stabilit împreună cu coordonatorul temei;
- întocmirea și proiectarea sistemelor de acționare electrică, mecanică, hidraulică și pneumatică (scheme) a sistemului mecatronic/robotic, echipamentului proiectat (calculul și alegerea motorului electric de acționare a unei axe cinematice, calculul debitului și presiunii necesare la acționare și alegerea pompei hidraulice, etc.)
- proiectarea sistemelor de comanda și automatizare;

- modelarea și proiectarea asistate CAD a sistemului ales;
- descrierea comportării cinematice și dinamice a sistemului robotic prin utilizarea modelelor matematice directe și inverse;
- modelarea, simularea, analiza și optimizarea cu ajutorul elementului finit a soluției proiectate;
- algoritmi de calcul și programare, scheme logice pentru etapele unui proces studiat;
- diagnoza și testarea sistemelor mecatronice/robotice;
- aspecte privind elementele de fiabilitate și mentenanță, de ergonomie, estetică industrială, asigurarea protecției operatorului și a echipamentului;

În elaborarea proiectului de diplomă se recomandă utilizarea unor instrumente de proiectare asistată, modelare, simulare, analiză, optimizare și prelucrare a datelor specifice în proiectarea și dezvoltarea sistemelor mecatronice/robotice.

În final se prezintă sintetic rezultatele obținute în rezolvarea temei, domeniul de aplicabilitate a soluției propuse, se subliniază contribuțiile absolventului la rezolvarea temei și se propun direcțiile de dezvoltare ulterioară a temei.

Bibliografia selectată trebuie să confirme gradul de informare al autorului precum și actualitatea informațiilor utilizate în elaborarea lucrării.

Se recomandă ca lista bibliografică să conțină între 10...20 de poziții, care au fost utilizate efectiv în elaborarea lucrării și la care se fac referiri în conținutul lucrării.

Bibliografia va fi actuală, obligatoriu 50% din referințele bibliografice trebuie să fie publicate în ultimii 10 ani.

Lista bibliografică se poate ordona fie alfabetic (după numele primului autor), fie după ordinea utilizării referințelor în proiectul de diplomă.

Lucrările ce compun lista bibliografică se vor înscrie astfel: număr de ordine, numele și prenumele autorului, titlul lucrării, ediția, editura, localitatea și anul apariției lucrării.

Anexele vor include elementele ce nu sunt strict necesare pentru a fi intercalate în text (de exemplu: sursele programelor analizate, scheme bloc și scheme de acționare și comandă auxiliare, anexe de calcul, extrase de catalog, soluții constructive existente ca și variante, valori experimentale măsurate, etc.).

Anexele se numerotează distinct și se menționează în cuprinsul proiectului.

Declarația pentru conformitate asupra originalității operei științifice se completează utilizând Anexa 1 din Regulamentul privind organizare și desfășurarea examenelor de absolvire, licență, diplomă și disertație, aprobat prin HS 4586/ 26.09.2024

Opisul va avea următorul conținut:

Prezentul proiect de diplomă conține:

Partea scrisă:

- pagini format A4;
- de figuri în text;
- de relații matematice;
- tabele.

Partea grafică:

- echivalentul a 1 format A - desen de ansamblu;
- echivalentul a 1 format A - desen de execuție
- Data predării ...;
- Semnătura autorului ...;
- Viza coordonatorului științific.

Pe această pagină trebuie să existe viza coordonatorului științific al lucrării. Fără această viză, lucrarea nu va putea fi predată și susținută.

Partea grafică

Partea grafică va conține obligatoriu minim un desen de ansamblu/subansamblu a sistemului proiectat și minim un desen de execuție a unui reper.

Poate să mai conțină de asemenea:

- modele 3D ale sistemului proiectat
- schema instalației experimentale (după caz desene, fotografii, etc.);
- scheme cinematice, hidraulice, pneumatice, electrice de acționare și comandă;
- scheme logice de calcul;
- grafice, tabele, programe.

Coordonatorul temei va stabili împreună cu absolventul conținutul părții grafice și aplicative.

Redactarea proiectului de diplomă

Partea scrisa (conform modelului)

Proiectul de diplomă este o lucrare cu caracter tehnico-științific și, ca urmare, trebuie redactat astfel încât să fie în conformitate cu normele în vigoare.

Terminologia de specialitate, denumirea unităților de măsură, abrevierile, simbolurile, formulele și orice fel de notații trebuie să fie cele consacrate, în conformitate cu standardele în vigoare. Notațiile nestandardizate trebuie explicate la începutul lucrării sau acolo unde apar pentru prima dată în lucrare.

Textul trebuie formatat după cum urmează:

- Times New Roman, 12 pct.;
- Titlurile capitolelor; Times New Roman 16 pct., diviziunile principale cu Times New Roman 14;
- Spațiere la 1.5 rânduri;
- Aliniere Justified (Stânga – dreapta);
- Margini pe contur de 2.5 cm (1”).

Toate tabelele vor purta număr de ordine (nr. capitol.1, 2, 3, etc.) precedat de cuvântul „tabelul” plasat deasupra tabelului și un titlu care să exprime pe scurt conținutul.

Toate figurile vor purta numere de ordine (nr. capitol.1, 2, 3, etc.), precedat de prescurtarea Fig. plasat dedesubtul figurii, continuat de simbolul “:” și explicația figurii (ex. Fig 1.4: Schemă – figura a 4-a din primul capitol, cu explicația Schemă)

Anexele se numerează prin cifre romane, plasate deasupra lor.

În text, ori de câte ori sunt citate, tabelele, figurile și anexele din lucrare se prezintă sub forma (exemplu): fig. 2.1 sau tabelul 5.1 sau anexa II, etc.

Conținutul propriu-zis al lucrării se recomandă a se împărți și, eventual, a se subîmpărți, în diviziuni numerotate cu cifre arabe urmate de punct. Numerotația, începând de la 1, se face în cadrul diviziunii superioare de cel mai apropiat grad, numărul diviziunii superioare se repetă la fiecare diviziune subordonată.

De exemplu:

1. Elementele de bază în proiectarea sistemelor mecatronice.

1.1. Conceptul de sistem mecatronic.

1.2. Clasificarea subsistemelor mecatronice.

1.1.1. Subsistem mecanic

1.1.2. Subsistem electric

1.1.3. Subsistem informațional

Diviziunile pot fi însoțite până la un grad sau altul de diviziune, de titluri proprii, ca în exemplul de mai sus. Citarea diviziunilor se face prin simbolul cifric, de exemplu: „vezi 2.5.1” fără a se mai trece punct după ultimul număr al diviziunii. Numerotația subdiviziunilor se poate face de la începutul lucrării în continuare.

Referirea la bibliografia folosită (atunci când s-au preluat din sursele bibliografice afirmații, formule, valori din tabele, elemente din figuri, etc.) se va face astfel:

- dacă se referă la pagină: [1; p.101] unde cifra 1 reprezintă poziția lucrării în lista bibliografică; „p” semnifică pagina; 101 este numărul de pagină;
- dacă se referă la o figură: [1, fig. 2.16];
- dacă se referă la o formulă de calcul: [1; rel.12.15];
- dacă se referă la un tabel: [2; tab.3.2].

Exemplu de redactare a bibliografiei (referințe bibliografice)

Surse bibliografice din cărți:

[] Nume, Inițială prenume. *Titlul cărții/lucrării*, Editura, Locul publicării. Anul publicării.

Surse bibliografice din reviste:

[] Nume, Inițială prenume. *Titlul lucrării/articolului. Denumirea revistei*. Numărul revistei/volumului, Luna apariției, Paginile aferente articolului. Anul publicării.

Surse bibliografice din volumele unor conferințe:

[] Nume, Inițială prenume. *Titlul lucrării/articolului. Denumirea volumului conferinței*, Denumirea conferinței, Localitate, Paginile aferente articolului. Anul publicării.

Surse bibliografice on-line:

[] *** *www* denumirea (linkul) site-ului.

Partea grafică (desene, scheme) se elaborează cu respectarea indicațiilor din standardele în vigoare privind desenul industrial. În indicatorul desenelor, se va scrie ULB SIBIU, Facultatea de Inginerie, numele absolventului care a elaborat desenul și data.

Pașii de urmat în vederea finalizării studiilor prin susținerea proiectului de diplomă:

1. Alegerea temei proiectului de diplomă;
2. *Consultarea cadrului didactic coordonator, pentru elaborarea lucrării, până cel mai târziu la finalul semestrului 7;*
3. Prezentarea proiectului de diplomă în forma finală cadrului didactic coordonator, în vederea evaluării, cu cel puțin 10 zile înaintea datei de predare;
4. Definitivarea formei finale a proiectului pe baza observațiilor coordonatorului;
5. Realizarea prezentării PowerPoint în vederea susținerii proiectului și discutarea acesteia cu cadrul didactic coordonator;
6. Predarea lucrării în format electronic on-line (încărcarea fișierelor de tip doc/docx, pdf, pptx pe platforma programului de studiu al absolventului, generată de secretarul comisiei de susținere a proiectului de diplomă) .

Susținerea proiectului

În vederea susținerii lucrării în fața comisiei pentru examenul de licență, absolventul va pregăti un rezumat al acesteia, care să poată fi prezentat în circa 10 minute. Se recomandă ca pentru prezentare să fie utilizate mijloace moderne (de ex. Microsoft PowerPoint) iar aceasta să cuprindă maxim 15 unități (slide-uri).

Se recomandă următoarea structură a prezentării:

- Slide 1: conține titlul lucrării, numele și prenumele autorului, și a coordonatorului științific, denumirea universității, facultății și specializarea;
- Slide 2: scopul și obiectivele lucrării; cuprinsul lucrării (schema logică a proiectului);
- Slide 3: Introducere: stadiul actual, considerații;
- Slide 4 → Slide 14: prezentarea conținutului proiectului de diplomă (aspecte teoretice, prezentarea tehnicilor, instrumentelor folosite, calcule, modele, scheme, figuri, tabele, rezultate, contribuții personale)
- Slide 15; Concluzii și direcții viitoare.

Alte precizări

Lucrarea va fi analizată cu programe de evaluare a similitudinilor. Coeficientul maxim de similitudine acceptat va fi de 30%.

Responsabilitatea asupra conținutului proiectului și a prezentării activității depuse la elaborarea lui revin exclusiv autorului (absolventului).

Coordonatorul, după analizarea proiectului, va întocmi un referat în care va aprecia calitatea lucrării și contribuția originală a absolventului și își va exprima acordul ca proiectul să poată fi susținut în fața Comisiei pentru examenul de diplomă, cu precizarea sesiunii la care se prezintă lucrarea.

Lucrarea va fi predată (încărcată) în format electronic pe platforma creată pentru susținerea examenului de diplomă atât sub formă de fișier de tip .doc denumit: Nume_Prenume.doc/.docx, cât și sub formă de fișier de tip .pdf denumit Nume_Prenume.pdf care va fi semnat de către absolvent. Partea grafică (desenele) se vor preda sub formă de fișier de tip .pdf denumit după caz: Nume_Prenume_Desen_Execuție.pdf / Nume_Prenume_Desen_Ansamblu.pdf

ANEXA 1 – Declarația pentru conformitate asupra originalității operei științifice

ANEXA 2 – Model proiect de diplomă

ANEXA 3– Model prezentare proiect de diplomă

Director departament,
Conf.dr.ing. Claudia-Emilia Gîrjob