**fișa disciplinei**

**1. Date despre program**

|  |  |
| --- | --- |
| 1.1 Instituția de învățământ superior/  | Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București/  |
| 1.2 Facultatea | **Facultatea de inginerie aerospațială** |
| 1.3 Departamentul | **Ingineria sistemelor aeronautice si management aeronautic „Nicolae Tipei”** |
| 1.4 Domeniul de studii universitare  | Inginerie aerospațială |
| 1.5 Programul de studii universitare  | Echipamente si instalații de aviație |
| 1.6 Ciclul de studii universitare | Licență |
| 1.7 Limba de predare | Română |
| 1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor  | București  |

**2. Date despre disciplină**

|  |  |
| --- | --- |
| 2.1 Denumirea disciplinei/ Course title(ro)(en) | **Dirijarea aparatelor de zbor****Flight devices guidance** |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Teodor-Viorel CHELARU |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator/proiect | Valentin PANĂ |
| 2.4 Anul de studiu | 4 | 2.5 Semestrul | I | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Statutul disciplinei | Ob |
| 2.8 Categoria formativă | DS | 2.9 Codul disciplinei | UPB.09.S.07.O.015 |

**3. Timpul total** (ore pe semestru al activităților didactice

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 4 | Din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 proiect | 2 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ  | 56 | Din care: 3.5 curs/  | 28 | 3.6 proiect | 28 |
| Distribuția fondului de timp | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe. Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire proiect, teme, referate, portofolii și eseuri | 15 |
| Tutorat | 2 |
| Examinări | 2 |
| Alte activități (dacă există):  |  |
| **3.7 Total ore studiu individual** | **19** |
| 3.8 Total ore pe semestru | **75** |
| 3.9 Numărul de credite | **3** |

**4. Precondiții** (acolo unde este cazul)

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea următoarelor discipline: Analiza matematica. Algebră liniară, geometrie analitică și diferențială, Ecuații diferențiale, Programarea calculatoarelor și limbaje de programare, Metode numerice în aviație, Mecanică, Mecanica fluidelor, Bazele aerodinamicii, Bazele propulsiei aerospațiale, Mecanica Avionului., Dinamica zborului. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoașterea aprofundată a următoarelor domenii: Algebra, Analiza , Ec. diferenţiale ordinare, Ec. fizicii matematice, Mecanica – Cinematica, Statică, Dinamica., Ec. mișcării generale a aparatelor de zbor; Ec. mișcării comandate in formă liniară pt. aparate de zbor, Schema structurale;  |

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)/

|  |  |
| --- | --- |
| 5.1 de desfășurare a cursului  | Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.  |
| 5.2 de desfășurare a proiectului | Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă rețea de calcul necesara lucrului asistat la proiect. Software: MICROSOFT VISUAL STUDIO si MATLAB preinstalate. |

**6. Obiectiv general**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului INGINERIE AEROSPATIALA /specializarea ECHIPAMENTE SI INSTALATII DE BORD și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului, utilizate în rezolvarea de aplicații practice și probleme, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina abordează ca tematică specifică următoarele noțiuni de bază/avansate, concepte și principii specifice

* Definirea unui limbaj specific si identificarea elementele procesului de dirijare şi principalelor blocuri funcționale ale unui aparat de zbor dirijat in concordanță cu provederile *STP M 40455-99*
* Definirea procesului de dirijare si a misiunii de zbor
* Clasificarea aparatelor cu zbor dirijat in funcție de procedeul si principiul de dirijare;
* Sinteza principalilor parametri de dirijare necesari realizării misiunii;
* Analiza pe model liniar si neliniar a comportării vehiculului in diferite faze de zbor;
* Evaluarea performatelor de întrebuințare a aparatelor cu zbor dirijat;

toate acestea contribuind la transmiterea/formarea către/la studenți a unei viziuni de ansamblu asupra reperelor metodologice și procedurale aferente domeniului.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * **Identifică și descrie** principiile și metodele de bază ale ingineriei aerospațiale.
* **Analizează și explică** rezultate teoretice și experimentale, documentație tehnică , fenomene și procese din domeniul aerospațial.
* **Identifică** tipul de aparat cu zbor dirijat si încadrarea în una din categorii in funcție de procedeul si principiul de dirijare;
* **Compara** aparate cu zbor dirijat din aceeași categorie in funcție de performantele acestora;
* **Compară** sintetic diferite procedee sau principii de dirijare
* **Explica** noțiuni specifice domeniului zborului dirijat
* **Exemplifica** procedeele si principiile de zbor dirijat prin aparate existente
* **Diferențiază** soluțiile tehnice existente de soluțiile ipotetice ce pot fi dezvoltate.
 |
| **Abilități** | * **Operează cu principii și metode de bază** din domeniu și le asociază cu reprezentări grafice specifice domeniului ingineriei aerospațiale.
* **Aplică** principii și metode de bază din tehnologiile digitale și rezolvă probleme de complexitate medie asociate reprezentărilor grafice, bazelor de date, modelării și simulării, specifice ingineriei aerospațiale.
* **Selectează și aplică** concepte, principii și metode de bază din domeniu pentru calcule specifice unor aplicații aerospațiale.
* **Selectează și aplică** criterii, principii și metode de evaluare pentru identificarea, modelarea și experimentarea fenomenelor și proceselor specifice ingineriei aerospațiale, analizează și interpretează rezultatele obținute.
* **Elaborează** proiecte profesionale de complexitate medie prin selectarea, combinarea și utilizarea de concepte, principii, metodologii și tehnologii din domeniu.
* **Utilizează** cunoștințelor din disciplinele fundamentale ale ingineriei în efectuarea de calcule, demonstrații și aplicații, pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospațiale.
* **Utilizează**  programe de calcul comerciale și a tehnologiilor digitale pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospațiale, în general, și a celor specifice analizei și proiectării echipamentelor de dirijare, navigație și comandă a aeronavelor, în particular.
* **Modelează și analizează** dinamica aeronavelor, proiectează sistemele de comandă a zborului, a echipamentelor de stabilizare și reglare automată de la bordul aeronavelor.
* **Utilizează și evaluează** performanțele aparatelor de bord și a echipamentelor electrice și hidraulice ale aeronavelor.
* **Întreține și inspectează** sistemele și echipamentele de avionică, efectuează diagnoza defectelor și dă soluții de reparare a acestora.
* **Selectează, combină și utilizează** cunoștințele, principiile și metodele din științele de bază ale domeniului inginerie aerospațială și asocierea acestora cu scheme funcționale și reprezentări grafice-desen tehnic pentru rezolvarea de sarcini specifice ingineriei aerospațiale si de sistem.
* **Are capacitatea** de a dezvolta un model de calcul specific unui anumit tip de aparat de zbor dirijat, cu respectarea principiului si procedeului de zbor **;**
* **Realizează** sinteza sistemului de comanda pentru un aparat de zbor dirijat cu respectarea principiului si procedeului de zbor;
* **Are capacitatea** de a emite o specificație de proiectare pentru sistemul de comanda a unui aparate de zbor, cu identificarea parametri lor critici
* **Realizează** evaluarea performantelor unui aparat zbor dirijat
* **Capacitatea** de a identifica o eroare in funcționarea sistemului de comanda a unui aparat de zbor dirijat si a propune o soluție de eliminarea a acesteia
* **Are capacitatea** de a analiza rezultatele unor măsurători experimentale si de a identifica elementele funcționale ale aparatului cu zbor dirijat
* **Selectează** și **grupează** informații relevante într-un context dat referitoare la aparatele cu zbor dirijat.
* **Creează** un text științific specific aparatelor cu zbor dirijat.
* **Formulează** puncte de vedere asupra funcționarii aparatelor cu zbor dirijat
* **Identifică** soluții și propune planuri de proiecte in domeniul aparatelor cu zbor dirijat.
* **Formulează** puncte de vedere și concluzii la experimentele realizate privind aparatele cu zbor dirijat.
* **Anticipează** etapele simodurile de rezolvare ale ului proiect de aparat cu zbor dirijat
 |
| **Responsabilitate și autonomie** | * **Selectează** surse bibliografice potrivite in domeniu aparatelor cu zbor dirijat și le analizează
* **Demonstrează autonomie** în învățare pe problematici specifice domeniului ingineriei aerospațiale.
* **Execută responsabil** a sarcinilor profesionale, cu respectarea valorilor și eticii profesionale, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată, pe baza documentării, raționamentului logic, convergent și divergent, aplicabilității practice, evaluării, autoevaluării și deciziei optime.
* **Realizează activități** și desfășoară roluri specifice muncii în echipă pe diferite responsabilități și distribuie de sarcini pentru nivelurile subordonate, pe baza comunicării și dialogului, cooperării, atitudinii pozitive și respectului fată de ceilalți, recunoașterii diversității și multiculturalității, utilizării feed-back-ului pentru îmbunătățirea activității proprii, spiritului de inițiativă și conștientizării limitărilor impuse de echipa de conducere.
* **Autoevaluează obiectiv** nevoia de formare profesională continuă și deschiderea către învățarea pe tot parcursul vieții, precum și utilizarea eficientă a abilităților lingvistice, a cunoștințelor de tehnologia informației și a comunicării pentru dezvoltarea personală și profesională, în scopul inserției pe piața muncii și al adaptării la dinamica cerințelor acesteia.
* **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate.
* **Are capacitatea** de realiza lucrări științifice originale in domeniul aparatelor cu zbor dirijat .
* **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învățare in domeniul aparatelor cu zbor dirijat
* **Manifestă colaborare** cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.
* **Demonstrează autonomie** în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat pentru aparatele cu zbor dirijat
* **Manifestă responsabilitate socială** prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică.
* **Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului aparatelor cu zbor dirijat** pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale
* **Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei aerospațiale** la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). Utilizarea de drone un transportul urban.
* **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse** în domeniul aparatelor cu zbor dirijat asupra mediului înconjurător. Programe de conversie a tehnologiilor militare la aplicații civile.
* Analizează și interpretează oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul aparatelor cu zbor dirijat. Utilizare drone pentru realizarea de servicii.
* **Demonstrează abilități de management** al situațiilor din viața reală gestionând atent timpul aferent fiecărei activități.
 |

**8. Metode de predare**

Pornindu-se de la analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directa și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări in sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Demonstrațiile de calcul vor fi prezentate secvențial, invitând cursanții sa le completeze.

Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare logica într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Dezvoltările teoretice se vor exemplifica prin soluții tehnice existente pentru diferite aparate cu zbor dirijat, si modul cum modelele de calcul se adaptează acestor soluții.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

**9. Conținuturi**

|  |
| --- |
| **CURS** |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | **Clasificarea metodelor de dirijare şi a aparatelor cu zbor dirijat**- schema funcționala de principiu a sistemelor dirijate; - procedeele principiile si metodele de dirijare; | **2** |
| II | **Aparate cu zbor autonom** * Racheta balistică dirijată
* Racheta de croazieră
* Aparate de zbor de tip UAV
 | **6** |
| III | **Aparate cu zbor autodirijat (metode în doua puncte)**- Elemente introductive: Ecuațiile dispozitivului de urmărire a țintei; Ecuațiile țintei si purtătorului - Ecuațiile cinematice ale dirijării;- Navigația proporțională: mișcarea de bază; soluții analitice pentru parametrii mișcării ; condiții de realizare a întâlnirii determinarea traiectoriei de coliziune; Soluții tehnice: racheta cu comandă în bracaj; racheta cu comandă în moment; sistemul tip „roleron” pentru stabilizarea în ruliu; Racheta autodirijată cu rotație lenta monocanal.- Dirijarea directa **,** mișcarea de bază , soluții tehnice ,- Zonele de lansare posibila pentru rachetele autodirijate din clasa A-A si S-A. | **12** |
| IV | **Aparate cu zbor teledirijat (metode în trei puncte)**- Metode de dirijare în trei puncte cu controlul abaterii liniare, soluții tehnice- Metode de dirijare în trei puncte cu controlul abaterii unghiulare;- Racheta teledirijata cu rotație lentă monocanal- Zonele de lansare pentru rachetele teledirijate din clasa A-S. | **8** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**1. **Chelaru T.V.,** "Dirijarea aparatelor de zbor (Seria EIA - 2023)", MOODLE, 211p,https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=5154
2. **Chelaru T.V.,** *Dirijarea aparatelor de zbor – Note de curs, Ed. a II-a - Revizuită,*Ed. Politehnica Press, ISBN 978-606-515-732-3, 231 pag. București, noiembrie 2016.
3. **Chelaru T.V.**, *Legi de dirijare a aparatelor de zbor* , Ed. Politehnica Press, ISBN 978-606-515-551-0, 138 pag. Bucureşti, iunie 2014.
4. **Chelaru** **T.V**. *Sisteme de conducere a zborului – note de curs*, *Ed a II-a* *revizuita şi adăugită* ,ISBN 973-718-441-6, Ed. Printech, Bucureşti, 223 pag. martie 2006
5. **Chelaru T.V.** *Dinamica Zborului – Note de curs,*Ediţia a 2-a revizuitaEd. Politehnica Press, ISBN 978-606- 515-612-8, 187 pag. Bucureşti, iulie 2015.
6. **Chelaru T.V.** *Dinamica Zborului – Proiectarea avionului fără pilot* , Ed. Printech, Bucureşti, ISBN 973-652-751-4, 308 pag, aprilie 2003.
7. **Chelaru T.V.** *Dinamica Zborului–Racheta dirijată, Ed a II-a* *revizuita şi adăugită* , Ed. Printech, ISBN 973-718-013-5,Bucureşti, 434 pag. ,mai 2004.
8. x x x, *STP M 40455-99 ‑Sistemul rachetă dirijată- Terminologie şi simboluri,* Bucureşti, 1998*.*
 |

|  |
| --- |
| **PROIECT** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | **Analiza si sinteza unei scheme date pt. un tip de aparat de zbor dirijat**- Sinteza elementelor de reglare ( parametrii schemei)- Verificarea in frecventa- Simularea schemei; | 18 |
| 2. | **Simularea zborului dirijat**Simularea zborului dirijat pe model neliniar, evaluare performante aparat de zbor | 10 |
|  | **Total:** | **28** |
| Bibliografie:1. **Chelaru T.V.,** "Dirijarea aparatelor de zbor (Seria EIA - 2023)", MOODLE, 211p,https://archive.curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=5154
2. **Chelaru T.V.,** *Dinamica zborului – Îndrumar de proiect*, Ed Politehnica Press, ISBN 978-606-515-445-2, 161 pag. Bucureşti, martie 2013.
3. **Chelaru T.V.** *Sisteme de conducere a zborului – îndrumar de proiectare*, *Ed a II-a* *revizuita şi adăugită* , ISBN 973 718-440-8, Ed. Printech, Bucureşti, 159 pag, martie 2006.
4. x x x, *STP M 40455-99 ‑Sistemul rachetă dirijată- Terminologie şi simboluri,* Bucureşti, 1998*.*
5. x x x, *SLATEC 3.0* *-bibliotecă matematică generală de programe în limbaj FORTRAN,* realizată de următoarele laboratoare de cercetări : Air Force Weapons Laboratory; Lawrence Livermore National Laboratory; Los Alamos National Laboratory; Magnetic Fusion Energy Computing Center; National Bureau of Standards; Sandia National Laboratories (Albuquerque & Livermore); Martin Marietta Energy Systems; Incorporated at Oak Ridge National Laboratory, SUA,1986.
6. x x x, SLICOT(Subroutine Library in Control Theory)- bibliotecă de programe FORTRAN pentru teoria de sistem, elaborată de NAG (Numerical AlgorithmsGroup),Anglia,1989.
7. x x x, STARPAC (the Standars Time Series and Regression Package) bibliotecă de programe FORTRAN pentru analiza statistică a datelor, dezvoltată de Statistical Engineering Division (SED) de la National Bureau of Standards (NBS), Boulder, Colorado-SUA, 1987.
8. x x x, PDAS V5 - Public Domain Aeronautical Software ,Standard Atmosphere , AUTHOR - Ralph L. Carmichael.
 |

**10. Evaluare**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
| 10.4 Curs | Rezolvarea subiectelor de examen | Examen scris | 50% |
| Cunoașterea procedeelor, metodelor si principiilor de dirijare. Capacitatea de analiza și sinteza a schemei structurale pentru un aparat de zbor dirijat.  |  |  |
|  |  |
| 10.5 Proiect | Parcurgerea si înțelegerea etapelor proiectului | Evaluare proiect si alte notari | 30%20% |
| Evaluarea performantelor aparatelor cu zbor dirijat.  |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare |
| Obținerea a 50% din punctajul total. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  | Titular de cursProf. Teodor-Viorel CHELARU | Titular de aplicațiiSL Valentin PANA |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament  | Director de departament Prof. Teodor-Viorel CHELARU\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. Daniel-Eugeniu CRUNTEANU |