**fișa disciplinei**

**1. Date despre program**

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

**2. Date despre disciplină**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.1 Denumirea disciplinei/  Cours title  (ro)  (en) | | | **Sisteme de comandă automată a zborului şi sinteza legilor de dirijare**  **Automatic flight control systems and synthesis of guidance laws** | | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | | | | | Prof.dr.ing. Stoica Adrian-Mihail | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de proiect | | | | | As.dr.ing. Ene Costin | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 4 | 2.5 Semestrul | | II | | 2.6. Tipul de evaluare | V | | 2.7 Statutul disciplinei | Ob |
| 2.8 Categoria formativă | | DS | | 2.9 Codul disciplinei | | | | 09.S.08.O.018 | | |

**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 seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | | | 38 |
| Tutorat | | | | | | | 2 |
| Examinări | | | | | | | 4 |
| Alte activități (dacă există): | | | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | **38** | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | **100[[1]](#footnote-1)** | |
| 3.9 Numărul de credite | | **4[[2]](#footnote-2)** | |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea disciplinelor:  • Introducere în teoria sistemelor dinamice  • Limbaje avansate de programare  • Metode numerice in aviație  • Dinamica zborului  • Stabilitatea și controlul aeronavelor |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Acumularea următoarelor cunoștințe:  • Teoria sistemelor dinamice  • Ecuații diferențiale ordinare  • Ecuații ale mișcării comandate aproximate în formă liniară a vehiculelor aeriene  • Metode convenționale de proiectare a sistemelor de comandă automată a zborului |

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice**

|  |  |
| --- | --- |
| 5.1 de desfășurare a cursului | Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu tablă, videoproiector și computer. |
| 5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului/ proiectului | Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: tablă, reţea de calculatoare şi proiector |

**6. Obiectiv general**

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie aerospațială, specializarea Echipamente și instalații de aviație și își propune însușirea de către studenți a unor metode optimale de proiectare a sistemelor de comandă automată a zborului.

Disciplina abordează ca tematică specifică metode optimale de proiectare, sinteza robustă a sistemelor de comandă automată a zborului în raport cu incertitudini de modelare, noțiuni de bază privind modelarea matematică neliniară a dinamicii aeronavelor, analiza neliniară a stabilității acestora, noțiuni privind sinteza optimală a legilor de dirijare.

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * **Analizează și formulează** soluții de proiectare liniar pătratică a legilor de comandă automată a zborului * **Formulează** soluții bazate pe problema liniar pătratică gaussiană și filtrare Kalman * Identifică tipuri de incertitudini de modelare ale dinamicii aeronavei * **Propune** soluții pentru proiectarea robustă a sistemelor de comandă automată a zborului în raport cu incertitudini de modelare dinamice și parametrice * **Explică** efectele neliniarităților în modelarea dinamicii aeronavelor și formulează soluții privind analiza stabilității acestora * **Analizează** soluții pentru proiectarea traiectoriilor cu trei grade de libertate bazate pe condițiile necesare de optimalitate ale principiului minimului * **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. |
| **Abilități** | * + Formulează soluții bazate pe rezolvarea problemei liniar pătratice pentru determinarea unor comenzi automate ale aeronavelor proporționale cu stările dinamicii acesteia   + Propune soluții de stabilizare a dinamicii aeronavelor bazate pe rezolvarea problemei liniar pătratice gaussiene cu filtru Kalman * Identifică modalități de reprezentare a incertitudinilor dinamice de modelare bazate pe utilizarea transformatelor liniare fracționare * Propune soluții de proiectare robustă a sistemelor de comandă automată a zborului bazate pe minimizarea normei H-infinit; * Formulează soluții de analiză a stabilității pentru modele ale dinamicii aeronavei cu incertitudini parametrice * Propune algoritmi și metode numerice pentru implementarea metodologiilor de proiectare optimală a sistemelor de comandă automată a zborului * 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. |
| **Responsabilitate și autonomie** | * + **Selectează** surse bibliografice potrivite și le analizează   + **Respectă principiile de etică academică**, citând corect sursele bibliografice utilizate   + **Demonstrează** receptivitate pentru contexte noi de învățare   + **Manifestă colaborare** cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice   + **Demonstrează autonomie** în contextul problemelor de analiză și proiectare optimală a sistemelor de comandă automată a zborului   + **Manifestă responsabilitate** socială prin implicarea activă în viața socială studențească și participă la evenimentele din comunitatea academică   + **Conștientizează** valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei aerospațiale la identificarea de soluții viabile și sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică   + **Aplică principii de etică** și deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul ingineriei aerospațiale asupra mediului înconjurător   + **Analizează și interpretează** oportunități de afaceri și de dezvoltare antreprenorială în domeniul ingineriei aerospațiale. Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală. * **Selectează** și utilizează surse bibliografice specifice domeniului ingineriei aerospațiale. * **Demonstrează autonomie** în învățare pe problematici specifice domeniului ingineriei aerospațiale. * **Execută responsabil sarcinile 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. |

**8. Metode de predare**

Pornind de al analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive precum prelegeri sau expuneri, cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directa și indirectă a realității, dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

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.

Disciplina „Sisteme de comandă automată a zborului și sinteza legilor de dirijare” acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi 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 a cunoștințelor predate în cadrul cursului.

**9. Conținuturi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CURS** | | |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | Problema liniar pătratică; soluţia stabilizatoare a ecuaţiei matriciale algebrice Riccati | 4 |
| II | Proiectarea liniar pătratică gaussiană; filtrarea Kalman | 2 |
| III | Sinteza robustă a sistemelor de comandă automată a zborului (AFCS) în raport cu incertitudini de modelare; reprezentarea incertitudinilor de modelare. | 4 |
| IV | Proiectarea AFCS în raport cu incertitudini de modelare dinamice; norma H-infinit a sistemelor dinamice | 2 |
| V | Condiţii de stabilitate robustă în raport cu incertitudini dinamice de modelare. | 4 |
| VI | Problema minimizării normei H-infinit; soluţia problemei standard | 4 |
| VII | Proiectarea pilotului automat pentru reglarea unghiului de tangaj prin metoda minimizării normei H-infinit | 2 |
| VIII | Metode de proiectare robustă a sistemelor de comandă automată a zborului în raport cu incertitudini de modelare parametrice. | 2 |
| IX | Elemente introductive privind modelarea neliniară a sistemelor dinamice; stabilitate în sens Liapunov şi condiţii de stabilitate în sens Liapunov; principiul minimului | 4 |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**  1. A.-M. Stoica “Comanda automată a aeronavelor”, Note de curs  2. D. McLean „Automatic Flight Control Systems”, Prentice Hall, 1990.  3. F. Blakelock „Automatic control of aircraft and missiles”, John Wiley, 1990.  4. M.V. Cook „Flight dynamics principles”, Elsevier, 2007.  5. B.L. Stevens, F.L. Lewis, E.N. Johnson „Aircraft Control and Simulation”, Third Edition, Wiley, 2016. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **PROIECT** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | Analiza calităţilor de manevrabilitate pentru scurta perioadă a aeronavei | 4 |
| 2. | Proiectarea sistemului de îmbunătăţire a stabilităţii (SAS) pentru scurta perioadă. | 4 |
| 3. | Analiza performanţelor SAS pentru scurta perioadă. | 2 |
| 4. | Determinarea fugoidei; proiectare SAS pentru fugoidă | 4 |
| 5. | Proiectarea pilotului automat pentru reglarea unghiului de tangaj prin metode convenționale (model intern şi filtru Kalman). | 4 |
| 6. | Analiza performanțelor pilotului automat proiectat prin tehnici convenționale | 2 |
| 7. | Proiectarea optimală prin metoda minimizării normei H-infinit a pilotului automat pentru reglarea unghiului de tangaj și a vitezei aeronavei | 4 |
| 8. | Analiza performanţelor pilotului automat proiectat prin tehnici optimale. | 4 |
|  | **Total:** | **28** |
| Bibliografie:  1. A.-M. Stoica “ Comanda automată a aeronavelor”, Note de curs  2. D. McLean „Automatic Flight Control Systems”, Prentice Hall, 1990.  3. F. Blakelock „Automatic control of aircraft and missiles”, John Wiley, 1990.  4. M.V. Cook „Flight dynamics principles”, Elsevier, 2007.  5. B.L. Stevens, F.L. Lewis, E.N. Johnson „Aircraft Control and Simulation”, Third Edition, Wiley, 2016. | | |

**10. Evaluare**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 Metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
| 10.4 Curs | Rezolvarea unor probleme privind condiții de stabilitate robustă a dinamicii aeronavei în raport cu incertitudini de modelare | Verificare | 20% |
| Analiza stabilității pentru modele dinamice neliniare folosind metodele de analiză ale lui Liapunov |
| 10.5 Proiect | Implementarea MATLAB-SIMULINK a metodelor de analiză și proiectare a sistemelor de comandă automată a zborului | Verificare proiect | 80% |
|  |
| 10.6 Condiții de promovare | | | |
| Obținerea a 50% din punctajul total | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării | Titular de curs  Prof. dr.ing Adrian-Mihail STOICA | Titular de aplicații  As.dr.ing. Ene Costin |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament | Director de departament  Prof.dr.ing, Teodor-Viorel CHELARU  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | |
|  |  | |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan  Prof.dr.ing. Daniel Eugeniu CRUNTEANU | |

1. *Se va calcula ținând cont că se acordă un credit pentru volumul de muncă care îi revine unui student cu frecvență la zi pentru a echivala 25 de ore de pregătire pentru dobândirea rezultatelor învățării.* [↑](#footnote-ref-1)
2. Se va completa conform planului de învățământ. [↑](#footnote-ref-2)