**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/ Cours title(ro)(en) | **Sisteme electroenergetice de bord****Electrical power system** |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Octavian GRIGORE-MŰLER |
| 2.3 Titularul activităților de laborator |  |
| 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.020 |

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 laborator | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ  | 42 | Din care: 3.5 curs/  | 28 | 3.6 laborator | 14 |
| 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 | 53 |
| Tutorat | 2 |
| Examinări | 3 |
| Alte activități (dacă există):  |  |
| **3.7 Total ore studiu individual** | **58** |
| 3.8 Total ore pe semestru | **100** |
| 3.9 Numărul de credite | **4** |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 4.1 de curriculum | Parcurgerea următoarelor discipline: Analiza matematica; Algebră liniară, geometrie, geometrie analitică și diferențială; Ecuații diferențiale; Tehnologia materialelor; Programarea calculatoarelor și limbaje de programare 1,2; Fizică 1,2; Metode numerice în aviație; Bazele electrotehnicii; Mașini și acționari electrice; Programare liniară aplicată; Mecanică-statică, cinematică; Dinamica solidului; Mecanică analitică; Mecanica fluidelor; Bazele aerodinamicii; Bazele termotehnicii; Introducere în teoria sistemelor dinamice. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoașterea aprofundată a următoarelor domenii: Algebra; Analiza; Ec. diferențiale ordinare; Ec. fizicii matematice; Mecanica – Cinematica, Statică, Dinamica; Bazele electrotehnicii; Mașini și acționari electrice; Mecanica fluidelor; Introducere în teoria sistemelor dinamice.  |

**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 | Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă alimentare la tensiunile de aviație, surse și dispozitive de aviație. |

**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 sistemul electric al unei aeronave, modelele componentelor și terminologia specifică domeniului.

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

* Definirea sistemului electric al aeronavei, sursele de energie și transport al acesteia si identificarea acestora pe aeronava.
* Definirea rețelei electrice de la bord.
* Clasificarea sistemului electric al aeronavei în funcție de tipul curentului.
* Analiza regimului termic în care funcționează instalația de transport (rețeaua electrică) a energiei electrice.
* Sinteza rețelelor electrice ținând cont de îndeplinirea în siguranță a misiunii de zbor.
* Analiza construcției și a comportării acestora in diferite faze de zbor ale aeronavei.
* Evaluarea performatelor rețelelor electrice de bord.

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** componentele sistemului electric si modul de utilizare al acestuia în concordanța cu prevederile MIL-W-81044/9/1973, Boeing BMS 13-48C/1981, MIL-STD-704F-Change1/2004, SAE-As50881-Rev.C/2006, ISO 1540/2006, IEC 60085/2007, IEC 60034-1/2010, respectivAC21-99(1)/2013.
* **Compara** diferite sisteme electrice de la bord cu principii diferite de funcționare funcție de performantele acestora.
* **Explica** modul de funcționarea al rețelelor de bord.
* **Exemplifica** legătura acestora cu alte echipamente de la bord.
* **Diferențiază** soluțiile tehnice constructive aplicate la bord fața de soluțiile teoretice.
* **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** | * **Are deprinderea** cu modul de funcționare a sistemului electric de la bordul aeronavelor.
* **Are capacitatea** de a dezvolta un model fizic specific pentru rețeaua electrică.
* **Realizează** sinteza performantelor rețelelor electrice de bord.
* **Are capacitatea** de a dezvolta un model de calcul pentru un anumit tip de rețea funcție de misiunea aeronavei, dar păstrând cu prioritate cerința de siguranță în funcționare.
* **Realizează** evaluarea performantelor rețelelor electrice de bord.
* **Are capacitatea** de a identifica o eroare in funcționarea acestora si a propune o soluție de eliminarea sau minimizare a acesteia.
* **Are capacitatea** de a analiza rezultatele unor măsurători experimentale si de a identifica eventualele erori ale acestora.
* **Creează** un text științific specific aparatelor de bord.
* **Formulează** puncte de vedere asupra funcționarii sistemului electric de bord.
* **Formulează** puncte de vedere și concluzii la experimentele realizate privind rețelele electrice de bord.
* **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 in domeniu inginerie electrice și le analizează.
* **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate.
* **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învățare in sistemelor electrice de bord.
* **Manifestă colaborare** cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.
* **Demonstrează autonomie** în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației/ problemei de rezolvat pentru sistemul electric de bord.
* **Manifestă responsabilitate socială** prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică.
* **Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului sistemului electric de la bordul aeronavei** 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 materiale și scheme electrice de realizare cu consum mic de energie, combustibil ecologic alternativ, propulsia electrică.
* **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse** în domeniul sistemelor electrice de la bord asupra mediului înconjurător.
* **Demonstrează abilități de management** al situațiilor din viața reală gestionând atent timpul aferent fiecărei activități.
* **Selectează** și utilizează surse bibliografice specifice domeniului.
* **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**

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 Power Point 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 sisteme electrice ale aparatelor de zbor, 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 | **Introducere și prezentarea dinamicii evoluției sistemelor electrice de la bordul aeronavelor.** | **2** |
| II | **Componentele sistemului electric de bord .**- sursele de energie;- sistemul de transport al energiei (rețeau electrică). | **2** |
| III | **Organizarea şi topologia rețelelor de bord.** | **6** |
| IV | **Principiile de calcul ale rețelelor electrice de bord.**- Calculul termic;- Calculul electric. | **2** |
| V | **Calculul termic al rețelelor funcție de regimul lor de funcționare.**- Regim permanent de funcționare;- Regim intermitent;- Regim de scurtă durată (sau scurtcircuit). | **4** |
| VI | **Calculul electric al rețelelor de bord.**- Calculul electric al rețelelor de bord alimentate în c.c.;- Calculul electric al rețelelor de bord alimentate în c.a. | **6** |
| VII | **Componentele sistemului electroenergetic de bord.**- Sistemele de protecție;- Sistemele de comandă;- Sistemele de monitorizare. | **2** |
| VIII | **Echipamentul de protecție al sistemului electroenergetic de bord.** | **2** |
| IX | **Surse electrochimice pentru aeronave.** | **2** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**1. **Grigore-Müler O.,** "Sistemul electroenergetic de bord (Anul IV - 2024)", https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=5012
2. **Grigore-Müler O.,** *Instalația electrică a aeronavei*, Ed. Universității Româno-Britanice, ISBN: 978-973-88728-3-7, 258 pagini, 2008 (Cod CNCSIS 222).
3. **Grigore O.,** *Dispozitive semiconductoare şi dispozitive piezoelectrice folosite în echipamente electronice moderne,* Ed. Matrix Rom, ISBN: 973-685-810-3, 180 pagini, 2004 (Cod CNCSIS 39).
4. **\*\*\*** AC 21-99(1) *Aircraft wiring and bonding*, September 2013.
5. \*\*\* IEC 60034-1:2010, *Rotating electrical machines – Part 1: rating and performance*, Edition 12.0, February 2010.
6. \*\*\* IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*, 11 of July 2007.
7. \*\*\* ISO 1540, *Aerospace - Characteristics of aircraft electrical systems*, 3rd Edition, 15.02.2006.
8. \*\*\* SAE - As50881-Rev. C, *Wiring Aerospace Vehicle*, 2006.
9. \*\*\* MIL - STD - 704F-Change1, *Aircraft Electric Power Characteristics*, 2004.
10. \*\*\* IEC 60050-411, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 411: Rotating machines*, 06-1996.
11. \*\*\* ARINC REPORT 413A, *Guidance for Aircraft Electrical Power Utilization and Transient Protection*, 1st of October 1989.
12. \*\*\* Boeing BMS 13-48C, *Wire specification*, 1981.
13. \*\*\* MIL – W – 81044/9, *Wire specification*, 1973.
 |

|  |
| --- |
| **LABORATOR** |
| **Nr. crt.**  | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | **Prezentarea laboratorului. Reguli de protecția muncii.** | **2** |
| 2. | **Prezentarea componentelor sistemului electric de la bordul aeronavei.*** Prezentarea conductoarele electrice și calculul la încălzire a acestora;
* Prezentarea echipamentelor de montaj și fixare pe aeronavă;
* Prezentarea echipamente de conectare manuală;
* Prezentarea aparate de protecție a rețelelor electrice de bord.
 | **2** |
| 3. | **Surse electrochimice de bord. Determinarea caracteristicii acestora.** | **2** |
| 4. | **Surse electrice secundare de bord: Transformatorul. Determinarea caracteristicii de funcționare.** | **2** |
| 5. | **Surse electrice secundare de bord: Invertorul. Determinarea caracteristicii de funcționare.** | **2** |
| 6. | **Pornirea motorului de avion. Metode de pornire.** | **2** |
| 7. | **Reglarea tensiunii unui generator de aviație de** **10 kVA.** | **2** |
|  | **Total:** | **14** |
| Bibliografie:1. **Grigore-Müler O.,** "*Sistemul electroenergetic de bord (Anul IV - 2024)*", https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=5012
2. **Grigore O.,** *Sisteme electroenergetice de bord,*Ed. PRINTECH, ISBN 973-652-057-9, 144 pag., București, 2000.
 |

**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 | Verificare scrisă | 50% |
| Înțelegerea noțiunilor generale și problematicii disciplinei, însușirea metodelor de determinare a instalației electrice de bord. Capacitatea de sinteză a unui sistem electric de la bordul unei aeronave. |  |  |
|  |  |
| 10.5 Proiect | Parcurgerea si realizarea experimentelor legate de funcționarea elementelor componente a sistemului electric de bord | Evaluare laborator | 50% |
| Evaluarea performantelor acestor componente.  |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare |
| Obținerea a 50% din punctajul total. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data completării  | Titular de cursProf. Octavian GRIGORE-MŰLER | Titular de aplicații |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Data avizării în departament  | Director de departament Prof. Teodor-Viorel CHELARU\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |
| Data aprobării în Consiliul Facultății | Decan Prof. Daniel-Eugeniu CRUNTEANU |