**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) | | | **Senzori și traductoare**  **Sensors and Transducers** | | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | | | | | Valentin PANĂ | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de laborator | | | | | Valentin PANĂ | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | 4 | 2.5 Semestrul | | II | | 2.6. Tipul de evaluare | V | | 2.7 Statutul disciplinei | Op. |
| 2.8 Categoria formativă | | DS | | 2.9 Codul disciplinei | | | | UPB.09.S.08.A.006 | | |

**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: Construcția aparatelor de bord, Introducere în teoria sistemelor dinamice, Elemente de calcul ale aparatelor de bord, Echipamente de bord și navigație aeriană, Fundamente de navigație aeriană. |
| 4.2 de rezultate ale învățării | Cunoașterea aprofundată a următoarelor domenii: Algebra, Analiza, Ec. diferențiale ordinare, Limbaje avansate de programare, Metode numerice in aviație, Mecanica – Cinematica, Statică, Dinamica. |

**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 laboratorului | Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă rețea de calcul necesara lucrului asistat la modelarea și testarea senzorilor și traductoarelor. Software utilizat MATLAB. |

**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.

Scopul general este însușirea și aprofundarea cunoștințelor privind metodele, modelele matematice și tehnologiile asociate senzorilor și traductoarelor, ca suport pentru proiectarea, implementarea și evaluarea acestor sisteme în cadrul aplicațiilor aerospațiale.

Elemente importante în atingerea acestui scop:

* **Înțelegerea principiilor fundamentale de conversie a mărimilor fizice (temperatură, presiune, accelerație, debit, poziție, vibrații) în semnale electrice măsurabile.**
* **Clasificarea și analiza principalelor tipuri de senzori și traductoare (rezistivi, inductivi, capacitiv, piezoelectrici, optici, MEMS) utilizate în domeniul aerospațial.**
* **Cunoașterea caracteristicilor statice (sensibilitate, linearitate, rezoluție, histerezis, interval de măsurare) și dinamice (timp de răspuns, constantă de timp, bandă de frecvență) ale senzorilor.**
* **Identificarea și evaluarea surselor de eroare și a metodelor de reducere/compensare a acestora în sistemele de măsurare.**
* **Aplicarea metodelor numerice și software-ului de simulare (MATLAB/Simulink, LabVIEW) pentru modelarea și validarea performanțelor senzorilor și traductoarelor.**
* **Înțelegerea rolului circuitelor de condiționare a semnalului (amplificare, filtrare, conversie A/D) și a integrării acestora în lanțul de măsurare.**
* **Analiza și proiectarea sistemelor de achiziție și monitorizare ce integrează mai mulți senzori, cu aplicații în avionică și ingineria aerospațială.**
* **Dezvoltarea abilității de a selecta senzorii adecvați în funcție de cerințele specifice ale unei misiuni aerospațiale (condiții de temperatură, vibrații, mediu electromagnetic).**
* **Familiarizarea cu tendințele moderne în domeniul senzorilor: senzori inteligenți, senzori integrați pe microcontrolere, soluții IoT pentru aplicații aerospațiale.**
* **Formarea competențelor de analiză critică și evaluare a performanțelor unui sistem senzorial implementat în condiții reale de funcționare.**

**7. Rezultatele învățării**

|  |  |
| --- | --- |
| **Cunoștințe** | * **Enumeră principalele tipuri de senzori și traductoare, clasificându-le în funcție de mărimea măsurată și principiul fizic utilizat.** * **Explică principiile de funcționare ale senzorilor rezistivi, inductivi, capacitivi, piezoelectrici, optici și MEMS.** * **Descrie parametrii și caracteristicile fundamentale ale senzorilor (sensibilitate, linearitate, rezoluție, timp de răspuns, stabilitate).** * **Recunoaște rolul circuitelor de condiționare și achiziție a semnalului în lanțul de măsurare.** * **Explică sursele principale de erori (sistematică, aleatoare, de scală) și metodele de reducere/compensare.** * **Cunoaște standardele și normele de testare și calibrare a senzorilor și traductoarelor.** * **Identifică aplicațiile senzorilor și traductoarelor în domeniul aerospațial: monitorizarea motoarelor, măsurarea parametrilor de zbor, navigație, sisteme de control automat.** * **Explică principiile de integrare a mai multor senzori într-un sistem multisenzor, cu accent pe fuziunea datelor.** * **Interpretează documentația tehnică și fișele de catalog ale senzorilor, în vederea selecției și implementării lor în proiecte.** |
| **Abilități** | * **Selectează tipul de senzor adecvat pentru o aplicație aerospațială, pe baza cerințelor de precizie, domeniu de măsurare și condiții de mediu.** * **Aplică modele matematice pentru descrierea și simularea comportamentului static și dinamic al senzorilor.** * **Utilizează software specializat (MATLAB/Simulink, LabVIEW) pentru modelarea, simularea și prelucrarea datelor furnizate de senzori.** * **Realizează circuite de condiționare a semnalului (amplificare, filtrare, conversie A/D) pentru integrarea senzorilor în sisteme de achiziție.** * **Elaborează proceduri de testare și calibrare a senzorilor și interpretează rezultatele experimentale.** * **Identifică și evaluează erorile de măsurare și stabilește metode de reducere/compensare a acestora.** * **Proiectează și implementează sisteme de achiziție și monitorizare care integrează mai multe tipuri de senzori.** * **Analizează și compară performanțele diferitelor tipuri de senzori utilizând fișe de catalog și rezultate obținute experimental.** * **Formulează concluzii și soluții tehnice pentru îmbunătățirea performanței senzorilor și a traductoarelor.** |
| **Responsabilitate și autonomie** | * **Selectează și utilizează surse bibliografice relevante** din domeniul ingineriei aerospațiale și al senzorilor și traductoarelor specifice, demonstrând discernământ în evaluarea calității informațiilor. * **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate. * **Demonstrează autonomie și inițiativă** în realizarea de lucrări științifice originale în domeniul senzorilor și traductoarelor. * **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învățare in cadrul domeniului senzorilor și traductoarelor. * **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 de zbor. * **Manifestă responsabilitate socială** prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică. * **Promovează soluții inovatoare și sustenabile pentru utilizarea senzorilor și traductoarelor în** domenii aplicative, cum ar fi dronele, transportul autonom sau aplicațiile duale (civile/militare). * **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 senzorilor și traductoarelor în cadrul unor aplicații noi precum transportul urban. * **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse** în domeniul aparatelor de zbor asupra mediului înconjurător. Programe de conversie a tehnologiilor militare la aplicații civile. * Analizează și interpretează oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul senzorilor și traductoarelor. * **Demonstrează abilități de management** al situațiilor din viața reală gestionând atent timpul aferent fiecărei activități. * **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**

Pornindu-se de la analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare pentru disciplina Senzori și traductoare valorifică metode didactice centrate pe student, care stimulează implicarea activă, descoperirea, colaborarea și aplicabilitatea practică.

Se utilizează o combinație echilibrată de metode expozitive (prelegere, expunere) și metode interactive-conversative, precum învățarea prin descoperire, demonstrația, modelarea matematică și simularea, completate de metode bazate pe acțiune: exerciții, activități practice și rezolvarea de probleme tehnice.

În cadrul activității de la curs:

Se vor desfășura prelegeri interactive, susținute cu ajutorul unor prezentări PowerPoint ilustrate cu imagini, grafice, diagrame și animații pentru facilitarea înțelegerii conceptelor abstracte;

Fiecare curs va începe prin recapitularea logică a conținutului anterior, punând accent pe conexiunile dintre teme și pe aplicabilitatea practică a noțiunilor;

Se vor folosi filmulețe demonstrative și simulări (acolo unde este posibil), pentru a exemplifica funcționarea senzorilor și a traductoarelor;

Calculele demonstrative vor fi prezentate secvențial, studenții fiind invitați să completeze etape din algoritm sau să contribuie la identificarea soluțiilor.

În activitatea de laborator:

Studenții vor realiza modelări și simulări numerice ale senzorilor și traductoarelor folosind medii specializate (ex. MATLAB/Simulink), lucrând și în echipe pentru a stimula cooperarea și învățarea colaborativă;

Se vor rezolva sarcini tehnice, proiecte și studii de caz bazate pe scenarii reale sau simulate;

Va fi încurajată autoevaluarea și reflecția critică, prin discutarea în grup a rezultatelor obținute și prin analiza comparativă a soluțiilor implementate.

Pentru a asigura participarea activă și progresul fiecărui student:

Se va monitoriza ritmul de asimilare a cunoștințelor și se vor oferi sesiuni de clarificare și sprijin în cazul identificării unor rămâneri în urmă;

Studenții vor fi încurajați să aleagă teme de lucru personalizate (în cadrul laboratoarelor), în funcție de interesele proprii sau domeniul de aplicație vizat (aviație civilă, UAV);

Se vor exersa constant abilitățile de ascultare activă și comunicare asertivă, prin lucrul în echipă, dezbateri aplicate și construirea feedbackului constructiv.

Această abordare didactică urmărește să creeze un climat favorabil învățării prin descoperire, în care fiecare student este sprijinit în construcția unui parcurs propriu de învățare, bazat pe înțelegere profundă, aplicabilitate practică și autonomie profesională.

**9. Conținuturi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CURS** | | |
| **Capitolul** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| I | Introducere în senzoristică și traductoare (2h)  Definiții și clasificări.  Domenii de utilizare în aviație și aerospațial.  Parametri fundamentali ai senzorilor (sensibilitate, rezoluție, liniaritate, stabilitate). | **2** |
| II | Senzori de temperatură  Termorezistențe, termistoare, termocupluri.  Senzori de radiație infraroșie.  Domenii de aplicare în monitorizarea echipamentelor de bord. | **4** |
|  | Senzori de presiune și debit   * Traductoare piezorezistive, capacitive și piezoelectrice pentru presiune. * Tub Pitot și senzori de presiune diferențială. * Aplicații în măsurarea altitudinii, vitezei aerodinamice și debitului de combustibil. | **4** |
|  | Senzori de poziție și deplasare   * Potențiometrici, inductivi (LVDT, RVDT), capacitivi, optici. * Domenii de utilizare: acționări electromechanice, sisteme de control al suprafețelor de zbor. | **4** |
|  | Senzori de accelerație și vibrații   * Principii piezoelectrice și MEMS. * Caracteristici dinamice, frecvență proprie, amortizare. * Utilizări: monitorizarea vibrațiilor motoarelor, detectarea manevrelor aeronavelor. | **4** |
|  | Traductoare electromecanice și optoelectronice   * Microfoane, dinamometre, tahogeneratoare. * Senzori optici (fotodiode, fototranzistoare, senzori de proximitate). * Aplicații în avionică și telemetrie. | **4** |
|  | Condiționarea semnalului și integrarea senzorilor în sisteme de achiziție   * Amplificare, filtrare, conversie A/D și multiplexare * Protocol de achiziție și transmitere date. * Integrarea multisenzorială și aplicații moderne (senzori inteligenți, sisteme integrate pe microcontrolere). | **6** |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**   1. **D. Patranabis – Sensors and Transducers, 3rd Edition, Prentice Hall, 2013.** 2. **W. Nawrocki Measurement Systems and Sensors,** **Artech House Publishers,2005** 3. **R. Pallàs-Areny, J. G. Webster – Sensors and Signal Conditioning, Wiley, 2012.** | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **LABORATOR** | | |
| **Nr. crt.** | **Conținutul** | **Nr. ore** |
| 1. | **Caracterizarea statică a unui senzor de temperatură (termorezistență / termocuplu) – determinarea sensibilității și linearității** | 4 |
| 2. | **Determinarea caracteristicilor senzorilor de presiune și debit – măsurarea răspunsului la variații de presiune și debit** | 4 |
| 3. | **Studiul senzorilor de poziție și deplasare – implementarea unei măsurători** | 4 |
| 4. | **Achiziția de date de la un accelerometru MEMS – calibrare și analiza răspunsului dinamic.** | 4 |
| 5. | **Prelucrarea semnalelor de la senzori – filtrare analogică și digitală (folosind MATLAB/LabVIEW** | 4 |
| 6. | **Integrarea mai multor senzori într-un sistem de achiziție – exemplu: monitorizarea parametrilor unui sistem de acționare a unei suprafețe de comandă** | 4 |
| 7. | **Proiect final de laborator – dezvoltarea unei aplicații complete cu senzori multipli, condiționare de semnal și achiziție pe microcontroler** | 4 |
|  | **Total:** | **28** |
| **Bibliografie:**   1. **D. Patranabis – Sensors and Transducers, 3rd Edition, Prentice Hall, 2013.** 2. **W. Nawrocki Measurement Systems and Sensors,** **Artech House Publishers,2005** 3. **R. Pallàs-Areny, J. G. Webster – Sensors and Signal Conditioning, Wiley, 2012.** | | |

**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 colocviu | Colocviu scris | 20% |
| Înțelegerea principiilor de funcționare și clasificare a senzorilor și traductoarelor.  Capacitatea de a descrie caracteristicile statice și dinamice ale senzorilor.  Identificarea și explicarea surselor de eroare și a metodelor de compensare.  Aplicarea metodelor numerice și a software-ului de simulare pentru analiza și prelucrarea datelor furnizate de senzori.  Abilitatea de a integra senzori în aplicații aerospațiale și de a interpreta rezultatele experimentale. |  |  |
| 10.5 Proiect | Dezvoltarea abilităților de proiectare, implementare și testare a unui sistem de achiziție și prelucrare a datelor.; | Evaluare proiectsi alte notari | 60%  20% |
| Modelarea și simularea comportamentului senzorilor |  |  |
| 10.6 Condiții de promovare | | | |
| Obținerea a 50% din punctajul total. | | | |

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