

Tematica domeniului ANALIZA STRUCTURI

Capitole:

1. Elemente de teoria ecuatiilor diferentiale cu derivate partiale si de teoria campului
2. Descrierea mecanica a starii de deformare si tensiune interna (a unui mediu elasto-plastic).
3. Analiza generala a structurii de rezistenta a unei aeronave:
4. Teoria similitudinii pentru experimentele cu structuri aerospatiale:
5. Programe de incercari structurale:
6. Elemente privind optimizarea (multicriteriala) structurii de rezistenta.
7. Analiza unei structuri aeronautice supuse unor sollicitari particulare:
8. Utilizarea produselor informatice (ANSYS, ABAQUS) pentru analiza structurii de rezistenta

Tematica

1. Elemente de teoria ecuatiilor diferentiale cu derivate partiale si de teoria campului
 - 1.1 *Ecuatii cu derivate partiale de primul ordin omogena/ neomogena- generalitati*
 - 1.2 *Ecuatii cu derivate partiale de ordinul al doilea*
 - clasif. Ec. Liniare: *eliptice, hiperbolice, parabolice;omogene/neomogene,*
 - ec cu coef constanti: *ec lui Laplace, ec undelor, ec caldurii;*
 - solutii fundamentale ale acestor ecuatii, *expresii integrale ale solutiilor*

2. Descrierea mecanica a starii de deformare si tensiune interna (a unui mediu elasto-plastic):
 - proprietatile mecanice si termodinamice; legi fizice fundamentale,
 - descrierea cinematica a mediilor elasto-plastice,
 - teoremele fundamentale ale mecanicii pentru mediile elasto-plastice; tensorul tensiunilor interne,
 - stari de deformare si tensiune particulare,
 - elasticitatea (teoria generala): - tensorul tensiunilor interne-,
 - stabilitatea elastica a structurilor; placi si invelisuri

3. Analiza generala a structurii de rezistenta a unei aeronave:
 - profile de zbor pentru aeronave militare si civile
 - spectre de sarcini regulamentare (MIL, AvP, CS) si experimentale ; sarcini stationare si nestationare
 - solicitari la care sunt supuse componentele constructive, solliciteri simple si sollicitari compuse (metode de abordare); coeficienti de siguranta
 - determinarea starii de eforturi interne; ipotezele simplificatoare ale rezistentei materialelor; cazuri particulare; (formula Navier, formula Juravski, cercurile Mohr, tensiuni si directii principale, centrul de incovoiere si rasucire);
 - starea de deformare si stabilitatea structurii (componentelor de structura) aerospatiale supuse sollicitarilor stationare; (fibra medie deformata, flambajul axial, formula Euler/ Tetmajer-Iasinski, influenta fortei taietoareasupra sarcinii critice de flambaj)
 - starea de deformare si stabilitatea structurii (componentelor de structura) aerospatiale supuse sollicitarilor periodice; moduri proprii de vibratie; cicluri asimetrice de solcitare
 - elemente de aeroelasticitate: divergenta, flutter-ul, modificarea sollicitarilor aerodinamice
 - oboseala si fluajul structurilor aeronautice (aerospatiale); caracteristicile de oboseala ale materialelor (curbe Wohler), concentratori de tensiuni, influenta factorilor externi; metoda deteriorarii cumulate (Miner), durata de viata.
 - stari limita de deformare; mecanica ruperii si propagarea fisurilor (teorii de rupere)

4. Teoria similitudinii pentru experimentele cu structuri aerospatiale:
 - metode si teorii esentiale,
 - criterii de similitudine,

5. Programe de incercari structurale:
 - prevederi regulamentare incercari (statice, de oboseala, vibratii) si prelucrarea rezultatelor experimentale.

- incercari experimentale (statice si dinamice) de laborator; notiuni generale (dispozitive, traductori, instalatii de forta)
 - incercari experimentale ('statice' si dinamice) in zbor,
 - post-procesarea (primara) a datelor experimentale.
 - analiza comparativa a rezultatelor experimentale si teoretice pentru validarea modelelor de calcul.
6. Elemente privind optimizarea (multicriteriala) structurii de rezistenta.
- Metode si criterii de optimizare a structurilor de aviatie
 - Variabile de optimizare, constrangeri, functii obiectiv
 - Notiuni de optimizarea topologica si dimensionala
7. Analiza unei structuri aeronautice supuse unor sollicitari particulare:
- sollicitari termice,
 - sollicitari vibratorii; aeroelasticitatea,
 - sollicitari impulsive.
8. Utilizarea produselor informatice (ANSYS, ABAQUS) pentru analiza structurii de rezistenta:
- metode numerice specifice; metoda elementului finit (MEF) – prezentare generala (tipuri de analiza)
 - modelarea structurilor aeronautice (tipuri de elemente, materiale, proprietati structurale, conditii la limita, sarcini aplicate); alegerea "schemei" de discretizare,
 - generarea "schemei" de discretizare,
 - post-procesare rezultate (deplasari, fluxuri de forta, tensiuni directe si echivalente, reactiuni); interpretarea rezultatelor; validarea rezultatelor.

Referinte bibliografice

1. Nonlinear theory of continuous media, *Mc Graw - Hill Book Company, New York, 1962*
Cemal A. Eringen.
2. Calculul si constructia avionului, *Ed Didactica si pedagogica, 1965*
Ion Grosu.
3. Theory and Analysis of Hight Structures, *Mc Graw - Hill Book Company, New York.*
J.T. Oden
4. Analysis and Design of Flight Vehicle Structures, *Tri-State Offset Company, cincinati Ohio 45202, 1965.*
E.H. Bruhn
5. Bazele calculului structurilor aeronautice cu pereti subtiri (vol. 1, 2), *Ed Academiei Romane, 1998.*
G.V. Vasiliev
6. Notiuni de mecanica ruperii si oboseala materialelor, *Ed. Printech, Bucuresti, 1998.*
D.M. Constantinescu
7. Teoria aeroelasticitatii (vol. I, II), *Ed. Academiei R.S.R., 1966/1973.*
A. Petre
8. Airframe structural design, *Conmilet Press ltd, 1995.*
Nm M. Chun Joung
9. Airframe stress analysis and design, *Conmilet Press ltd, 1998.*
Nm M. Chun Joung
10. Strength of materials, *CBS Publishers & Distributors, 1956*
S Timoshenko
11. Teoria placilor plane si curbe; Theory of Plates and Shells, *McGraw-Hill Book Company, 1940, (1959)*
S. Timoshenko
12. Rezistenta materialelor, *Ed Didactica si Pedagogica, 1964*
Gh. Buzdugan

Tematica domeniului CONCEPTIE AERONAVE

Capitole si tematica:

2. Conceptie configuratii de vehicule aerospatiale.

- structurare in subsisteme functionale si componente constructive,
- organizarea structurii de rezistenta
- managementul "devizului de greutate": masele subsistemelor si componentelor; centrul de greutate, momentele de inertie proprii si ale intregului vehicul.
- alegerea sistemului portant, de hipersustentatie si de control,
- stabilirea pozitiilor relative ale componentelor constructive; criterii tehnologice, aerodinamice, de stabilitate si performante,
- sistemul de propulsie.

3. Aerodinamica componentelor constructive.

- aripa de anvergura finita in regim subsonic (incompresibil si compresibil)
- ampenajele
- fuselajul si ampenajele; interferente aerodinamice
- aripa cu volet ("de curbura") si cu voleti de hipersustentatie
- prizele de admisie si evacuare

4. Analiza preliminara de dimensionare si estimare tensiuni si deformatii; analiza preliminara aeroelastica.

5. Solutii si tehnologii de realizare constructiva; materiale specifice constructiilor aeronautice si spatiale.

6. Determinarea preliminara a performantelor si conceptia corespondenta a sistemului de control (comenzi de zbor).

- modelele (mecanice) pentru evolutiile controlate, care furnizeaza caracteristicile de performanta ale unei aeronave
- determinarea variabilelor de stare si de control; stabilirea valorilor extreme pentru bracaje si pentru tarciunile necesare
- stabilirea solicitarilor asupra componentelor constructive (inclusiv comenzi si lanturile de transmisie mecanica) in aceste evolutii
- evaluarea situatiilor critice de zbor si de control; limitele si limitarile constructive
- evaluarea performantelor de raspuns la comenzi (conform cu regulamentele de calcul); modelare, calcul, stabilirea comenzilor corespunzatoare

7. Utilizarea produsului informatic CATIA pentru proiectarea formei unei aeronave si implementarea structurii de rezistenta a componentelor constructive.

8. Subansamble de structura: proiectare, calcul de rezistenta

9. Echipamente si dispozitive (mecanice si mecatronice) din componenta subsistemelor constructive:

- clasificare,
- modelul fizic de functionare si modelarea matematica,
- interactiunea mecanica cu structura (de rezistenta a) Sistemului de Baza,

- calculul cinematic si dinamic al mecanismelor de actionare si transmisie mecanica,
- dispozitive electro-hidraulice speciale.

nota: clasificare, modelare, calcul, interactiuni.

10. Subsisteme de forta pe aeronave; sistemele de avarie:

- a. mecanice (inclusiv hidraulice),
- b. electrice.

nota: clasificare, modelare, calcul, interactiuni.

11. Proiectare (machete) modele pentru experimentari:

- conceptie specifica a structurii de rezistenta,
- conceptie organizare si "ambarcare" echipamente de masura, achizitie si transmisie date,
- calcul de rezistenta preliminar.

12. Conceptia si proiectarea turbinelor si elicilor aerodinamice:

- a. aerodinamica turbinelor,
- b. *automatica turbinelor,
- c. calculul dinamic si calculul de rezistenta.

nota: clasificare, modelare, calcul, interactiuni.

13. Prescriptii regulamentare

- clasificarea prevederilor referitoare la "conceptia aeronavelor"
- specificatii referitoare la certificare si omologare
- structurarea prevederilor egulamentare

Referinte bibliografice

1. Synthesis of subsonic airplane design. *University Press, Delft, 1982.*
E. Torenbeck.
2. Aerodinamica turbinelor de vant, *Ed. Academiei Romane, 2001*
Horia Dumitrescu, V Cardos, Al. Dumitrache
3. Calculul elicei, *Ed Academiei Romane 1990.*
Horia Dumitrescu, A Georgescu, Alex. Dumitrache
4. Instalatii de forta pentru avioane.
V.I. Polikovski.
5. Aerodynamic components of aircraft at hight speeds. (vol VII of High speed aerodynamics and jet propulsion), London, Oxford New Press, 1957
A.F. Donovan, H.R. Lawerence
6. Aerodinamica (vol. I, II). *Ed. Tipografia U.P.B., 1981.*
V.N.Constantinescu, S.V. Constantinescu.
7. Mecanica masinilor aeriene, *Ed. U.P.B., 1988.*
M.M. Nita, A. Sirbu
8. Rezistenta materialelor *Ed. Academiei (RSR) Romane, 1986.*
Gh. Buzdugan.
9. Calculul si constructia avionului, *Ed Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1965*
Ion Grosu.
10. Airplane Performance Stability and Control, *John Wiley & Sons, Inc., New York, 1958*
Courtland Perkins, Robert C. Hage.
11. La mecanique du vol, *Ed. Dumod, Paris, 1969.*
George L, Vernet J. F., Waimer J. B
12. Introducere in mecanica solidului cu aplicatii in inginerie, *Ed Academiei Romane, Bucuresti, 1989.*
Radu P. Voinea, D-tru Voiculescu, Fl. P. Simion.
13. Sisteme dinamice, *Ed. U.P.B., 1994.*
Radu P. Voinea, Ion V. Stroe.
14. Dispozitive de actionare si agregate hidraulice pentru avioane,
F. M. Basta.
15. Aircraft Design. A conceptual approach. *AIAA Educations Series, 1992.*
D.P. Raymer.

16. Avioane si rachete –concepte de proiectare-, *Ed Militara, Bucuresti, 1985*

M. M. Nita, F. Moraru

17. Fluid-dynamic Drag; Pactical information on aerodynamic drag and hydrodynamic resistence, *1958*

Sighard F. Horner

18. Fluid-dynamic Lift; Practical information on aerodynamic and hydrodynamic lift, *1992*

Sighard F. Horner

19. Fluid-dynamic Drag; Theoretical, experimental and statistical information, *1965*

Sighard F. Horner

Tematica domeniului DINAMICA SI CONTROLUL ZBORULUI

Capitole:

1. *Elemente de teoria ecuatiilor diferentiale.*
2. *Elemente de aerodinamica avionului si elicopterului.*
3. *Mecanica zborului; mecanica elementelor de control.*
4. *Performantele avionului; determinarea comenzilor necesare unei evolutii, optimalitate*
5. *Stabilitatea dinamica si raspunsul avionului la comenzi.*
6. *Generalitati privind regulamentele referitoare la Calitatile de Zbor ale avioanelor.*
7. *Teste in zbor pentru stabilirea performantelor si calitatilor de zbor*

Tematica:

Capitolul 1

- a. Ecuația diferențială de ordinul întâi; forme particulare.
- b. Ecuația diferențială liniară de ordinul n ; soluțiile ecuației diferențiale liniare.
- c. Sisteme de ecuații diferențiale de ordinul întâi; sisteme de ecuații diferențiale liniare cu coeficienți constanți și variabili - soluții generale și soluții particulare/ singulare.

Capitolul 2

- a. Torsorul aerodinamic:
 - structura coeficienților aerodinamici,
 - componentele torsorului pe axele triedrului aerodinamic și pe axele avionului.
 - derivatele coeficienților aerodinamici în raport cu variabilele cinematice
- b. Aerodinamica aripilor și ampenajelor.
- c. Influența sistemului de propulsie asupra aerodinamicii avionului.

Capitolul 3

- a. Descrierea mecanică a avionului ca solid rigid și ca sistem de rigide cu legături. Sisteme de referință; transformări de coordonate.
- b. Teoremele fundamentale ale mecanicii pentru aeronava aflată în zbor; exprimare în referențialul propriu.
- c. Relațiile cinematice.
- d. Expresia normală a sistemului de ecuații (de ordinul întâi) care descrie evoluția (mecanica a) avionului.
- e. Cazul rulajului pe sol la decolare și aterizare: ecuațiile de mișcare,
- f. Descrierea mecanică a sistemului de control; transmisii mecanice; ecuațiile de mișcare/ ale unui "lanț cinematic" de control.
- g. Organizarea unui program de calcul pentru simularea zborului unei aeronave.

Capitolul 4

- a. Rularea pe sol: decolarea și aterizarea, lungimea de rulare la decolare și aterizare, conform cu specificațiile regulamentare, influența vântului lateral
- b. Urcarea; viteza de urcare maximă, panta de urcare maximă.
- c. Croaziera; distanța maximă de zbor, durata maximă de zbor.
- d. Plafonul; static, dinamic, operational.
- e. Virajul staționar coordonat.
- f. Zborul rectiliniu cu derapaj.
- g. Picajul și resursa cvasistaționară.
- h. Viteze maxime și minime.
- i. Viteza de zbor limită: "stall"-ul.

Capitolul 5

- a. Ecuațiile de mișcare perturbate a avionului; liniarizarea pentru evoluții staționare și nestaționare.
- b. Condiții de valabilitate pentru studiul mișcării perturbate folosind ecuațiile liniarizate.
- c. Decuplarea mișcării perturbate în mișcare longitudinală și lateral-direcțională; ecuațiile liniarizate, valabilitatea decuplării
- d. Modurile proprii specifice mișcării perturbate inițiale ale avionului; caracterizarea (intuitivă) pentru mișcarea nestaționară

- e. Cazul miscarii perturbate cu comenzi libere si cel cu comenzi fixe.
- f. Procedee de (crestere) imbunatatire a caracteristicilor de stabilitate; modelarea matematica.
- g. Stabilitatea la perturbatii permanente.
- h. Determinarea "raspunsului" avionului la actionarea comenzilor; modelul liniarizat, functii de transfer.
- i. Relatia intre caracteristicile de stabilitate si "raspunsul la comenzi".
- j. Stabilitatea la perturbatii initiale in cazul cand o parte din comenzi sunt active.
- k. Definitia stabilitatii solutiei unui sistem diferential; sistem diferential liniar cu coeficienti constanti. Tipuri de stabilitate.
- l. Criterii de stabilitate. Teoria lui Lyapunov.
- m. Stabilitatea solutiei unui sistem diferential liniar cu coeficienti nestationari.
- n. Studiul miscarii de tranzitie intre doua stari de zbor stationare; modelare matematica.

Capitolul 6

- a. Organizarea specificatiilor privind calitatile de zbor, (FQ), in regulamentele de calcul si admisibilitate la zbor.
- b. Configuratii si faze de zbor care fac obiectul determinarii (FQ).
- c. Tipuri de prescriptii regulamentare pentru stabilitatea dinamica.
- d. Tipuri de prescriptii regulamentare pentru raspunsul la comenzile de zbor.
nota: exprimare in termeni de performante.

Capitolul 7

- a. Organizarea generala a unui test in zbor
- b. Metode pentru identificarea aeronavei, ca sistem, folosind rezultatele incercărilor în zbor
- c. Variabilele observabile (masurate cu aparatura disponibilă); interpretare, corecții, relația cu variabilele de stare si cu parametrii de performanță și calități de zbor
- d. Tipuri de evoluții și comenzi de zbor folosite pentru obținerea performanțelor și calităților de zbor

Referinte bibliografice

1. Analiza matematica(vol I si II), *Ed.Didactica si Pedagogica, 1966*
Marcel Rosculet
2. Matematici speciale, *Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti 1981*
Ion Gh. Sabac
3. Mecanica, *Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti 1983*
Radu Voinea, D. Voiculescu, V. Ceausu
4. Dynamics of Atmospheric Flight, *John Wiley & Sons, Inc., 1972*
Etkin Bernard
5. Stabilitate si comanda in teoria zborului, *Ed. Academiei RSR, Bucuresti,*
Haker Tiberiu 1968.
6. Teoria calitativa a ecuatiilor diferentiale, *Ed. Academiei RSR, Bucuresti 1960.*
Aristide Halanay
7. Airplane Performance, Stability and Control, *John Wiley & Sons, Inc., New York, 1958*
Courtland D Perkins, Robert C. Hage
8. Aircraft Stability and Control for Pilots and Engineers, *sir Isaac Pitman & Sons ltd.*
London, 1968
B. Dicknison
9. Mecanica aeronavelor, *Institutul Politehnic Bucuresti, 1984*
M. M. Nita, R. Patraulea, A. Sarbu
10. Theorie de la commande, *Editions Noir, Moscou, 1978*
V. Zubov

MECANICA FLUIDELOR

Obiectivele domeniului de activitate:

1. Analiza si sinteza formei aerodinamice a subansamblelor constructive ale unei aeronave; studiul curgerii aerodinamice corespunzatoare acestor subansamble.
2. Stabilirea torsorului aerodinamic cu evidentierea componentelor de control aerodinamic.
3. Studiul si analiza (optimala) multicriteriala a configuratiilor aeronavelor clasice si neconventionale.
4. Proiectarea *functională* a modelelor pentru experimente aerodinamice in zbor liber si in suflerii aerodinamice.
5. Simularea curgerilor fluide in jurul configuratiilor de aeronave si componente constructive, pentru studiul si analiza caracteristicilor mecanice si termodinamice locale si globale
6. Planificarea si organizarea experimentelor aerodinamice din punct de vedere al strategiei si procedurilor necesare obtinerii caracteristicilor aerodinamice cerute pentru modelele folosite.
7. Post-procesarea datelor experimentale si corelarea lor cu rezultatele {analitice} corespunzatoare.

Tematica domeniului MECANICA FLUIDELOR

Capitole:

1. Elemente de teoria ecuatiilor (diferentiale) cu derivate partiale si de teoria cimpului
2. Descrierea mecanica si termodinamica a fluidelor (in miscare)
3. Aerodinamica aeronavelor si rachetelor
4. Teoria similitudinii pentru curgerile fluide
5. Elemente privind optimizarea multicriteriala a aeronavelor
6. Tipuri particulare de curgeri fluide specifice aerodinamicii aeronavelor
7. Post-procesarea rezultatelor obtinute prin metode experimentale

Tematica

1. Elemente de teoria ecuatiilor diferentiale cu derivate partiale si teoria cimpului

1.1 Ecuatii cu derivate partiale de primul ordin omogena/ neomogena- generalitati

1.2 Ecuatii cu derivate partiale de ordinul al doilea

- clasif. Ec. Liniare: eliptice, hiperbolice, parabolice; omogene/neomogene,
- ec cu coef constanti: ec lui Laplace, ec undelor, ec caldurii;
- solutii fundamentale ale acestor ecuatii, expresii integrale ale solutiilor

1.3 Operatori diferentiali

- gradientul unui cimp scalar
- divergenta unui cimp vectorial
- circulatia si rotorul unui cimp vectorial
- teorema de transport Reynolds

2. Descrierea mecanica si termodinamica a fluidelor (in miscare)

2.1 Proprietati mecanice si termodinamice ale fluidelor definitia mediului fluid (lichid, gaz); presiune, viscozitate, conductibilitate termica, ecuatia de stare, principiile termodinamicii, entalpie, entropie, calduri specifice, transformari adiabactice; legi fizice fundamentale: conservarea masei si conservarea energiei.

2.2 Descrierea cinematica a miscarii fluidelor: formula lui Helmholtz (translatia, rotatia si deformatia particulei; elipsoidul de deformatie); variabilele lui Lagrange si variabilele lui Euler; traiectorie, curba (suprafata) fluida, linie de curent, tub de curent, linie de vartej, circulatie, flux.

2.3 Ecuatii si teoreme fundamentale ale curgerii fluidului:

- teoremele (fundamentale ale) mecanicii mediilor continue; tensorul tensiunilor interne,
- ecuatia continuitatii, ecuatia energiei; forma integrala a ecuatiei continuitatii.

2.4 Propagarea perturbatiilor in fluide:

- viteza de propagare (perturbatii de presiune), unde Mach, interferentele undelor
- ecuatii acusticii
- formarea undelor de soc (ca suprafete de discontinuitate pentru ρ si V)

2.5 Laminaritate si Turbulenta (in curgerile fluide):

-definitii, proprietati specifice
-tranzitie de la laminar la turbulent, valori medii si fluctuatii, grad de turbulenta; caracterizare cantitativa

-ecuatii curgerilor laminare –tensorul Navier-Stokes; formele Helmholtz si Gromeka-Lamb; relatia lui Bernoulli pentru miscarea laminara

-ecuatii curgerilor turbulente –tensorul tensiunilor turbulente (Reynolds)-, modele de turbulenta; relatia lui Bernoulli

2.6 Miscarea fluidelor ideale si viscoase:

-Clasificarea dupa viteza de miscare:

-miscari subsonice: fluide ideale-ecuatii Euler; potentialul vitezelor-linii de curent, relatia lui Bernoulli pentru fluide incompresibile si compresibile

-miscari supersonice: fluide ideale-ecuatii tip Euler; metoda perturbatiilor mici (miscari plane –profile subtiri, aripa infinita in deriva-; miscari axial simetrice –conul circular, carene foarte alungite, corpuri de revolutie in deriva-; miscari conice);

-Curgeri potentiale: ecuatia potentialului, ecuatia lui Lagrange, energia cinetica a curgerii potentiale, teorema lui Thomson (conservarea circulatiei),

Curgeri cu vartejuri in fluide ideale: teoremele lui Helmholtz (conservarea liniilor de vartej si conservarea tuburilor de vartej), determinarea campului de viteze din campul de vartejuri, formula Biot-Savart, difuzia unui vortice

Solutii exacte ale ecuatiilor Navier-Stokes (curgera Couette, Poiseuille, Hagen-Poiseuille)

2.7 Miscari particulare ale fluidului:

-clasificare cinematica: miscari plane, miscari axial simetrice, miscari stationare/nestationare; (definitii, potential de viteza-potentialul complex, functie de curent, cazuri particulare importante: miscarea in jurul cercului fix si in miscare de rotatie fata de curentul fluid stationar, dubletul virtejul,); discontinuitati cinematice simple in fluide: sursa, dubletul, virtejul; compunerea discontinuitatilor simple (proprietati caracteristice si spectre de curgere)

-clasificare energetica/ termodinamica: miscari compresibile adiabatic/ izentropice (definitii, cazuri particulare importante: curgeri in aproximatia perturbatiilor mici, expansiunea izentropica).

3. Aerodinamica aeronavelor si rachetelor

3.1 Torsorul fortelor aerodinamice ce actioneaza asupra unui corp imersat

-componentele torsorului in triedrul aerodinamic

-solutii asimptotice in cazul fluidelor cu viscozitate mare si, respectiv, cu viscozitate redusa

3.2 Teoria profilelor aerodinamice (aripa de anvergura infinita):

-elemente geometrice, cimp de viteze caracteristic (circulatia vitezei in jurul profilului, sistem de virtejuri echivalent)

-descriere principala a teoriei profilelor prin transformari conforme;

-portanta si moment aerodinamic, focarul profilului; ipoteza lui Jukovski; coeficienti aerodinamici unitari; profil Jukovski, placa plana, alte profile (NACA, Karman Trefftz, von Mises, ...);

-teoria profilelor subtiri in regim subsonic; bracajul voletilor aerodinamici

-influenta compresibilitatii; nr Mach critic;

-miscari supersonice in ipoteza perturbatiilor mici in jurul profilelor (Akeret); teoria exacta a profilelor supersonice

3.3 Corpuri axial simetrice; carene (alungite); carene axial simetrice; corpuri alungite cu inflenta compresibilitatii; miscarea aerului in jurul carenelor axial simetrice in regim supersonic (mici perturbatii)

3.4 Teoria aripii de avion (aripa de anvergura finita):

-elemente geometrice, cimp de viteze caracteristic ("circulatia vitezei" in anvergura si in coarda, sisteme de virtejuri echivalente)

-modelul lui Prandtl; teorema Kutta-Jukovski, descriere principala a teoriei liniei portante; aripa de rezistenta indusa minima; caracteristici aerodinamice: C_L , C_D , C_m ; polara; linia portanta generalizata

-teoria suprafetei portante (modele cu elemente de frontiera: virtejuri si dublete)

-corectii de compresibilitate in subsonic; aripa in sageata, aripa delta;

-elemente de control, elemente de hipersustentatie.

-aripa in regim supersonic; studiul cu metoda dubletelor, metoda potentialului acceleratiilor, metoda perturbatiilor mici)

3.5 Ampenaje si fuselaj: calculul coeficientilor aerodinamici cu ajutorul teoriilor aerodinamice de linie/ suprafata portanta, respectiv carena.

3.6 Interferente aerodinamice:

-interferenta $A+F$, $AO+AV$, $AO+AV+F$, $A+F+AO+AV$,

-interferenta A +voleti in 2D si 3D ($A+F+AO+AV$ +voleti).

3.7 Stabilirea coeficientilor aerodinamici si a derivatelor aerodinamice pentru aeronava

-coeficientii aerodinamici: structurare, formule de calcul;

-derivatele aerodinamice in raport cu variabilele cinematice si de control.

3.8 Simulari numerice pentru aerodinamica aeronavelor sau componentelor constructive

-metodele numerice cu diferente finite, cu elemente finite, cu volume finite; scheme de discretizare generale

-organizarea metodelor geometrice de discretizare: fara structurare, cu structurare – multibloc- si hibrida

-metode specifice mecanici fluidelor: metode cu elemente de frontiera (VLM, DLM)

-metode specifice ecuatiilor cu derivate partiale in forme particulare (ecuatii eliptice, hiperbolice si parabolice): Ecuatia Laplace/ Poisson, Ecuatia undelor, Ecuatia Euler, Ecuatia (de propagare a) caldurii

4. Teoria similitudinii pentru curgerile fluide

4.1 Metode si teoreme esentiale in teoria similitudinii

4.2 Criterii de similitudine in curgerile fluide:

-similitudine geometrica, cinematica, dinamica;

-deducerea criteriilor/ numerelor Reynolds, Mach, Strouhal, Prandtl,

-coeficient de presiune, frecventa redusa (un nr Strouhal), raport de viteze, raport de acceleratii).

4.3 Elemente de proiectare functionala a modelelor pentru asigurarea similitudinii curgerii in jurul machetei cu cea in jurul aeronavei.

4.4 Realizarea similitudinii de la 4.2 in expermentele din suflerie si in zborul liber.

5. Elemente privind optimizarea multicriteriala a aeronavelor

5.1 Cazuri elementare: (functii obiectiv elementare)

-structura functiei obiectiv, fo: variabile de stare si variabile libere (“variabile de control” al valorii functiei obiectiv)

-optimizarea unei suprafete portante pentru fo rezistenta indusa

-optimizarea aripilor trapezoidale pentru fo finete aerodinamica

5.2 Optimzari multi-obiectiv:

-functii multi-obiectiv; forma aditiva mutiobiectiv (ponderi ale obiectivelor elementare)

-metode de determinare a optimului functiei obiectiv pe modele algebrice si diferentiale ale unui fenomen (in speta, curgerea aerului in jurul unei aeronave, sau parti dintr-o aeronava)

-constructia functiei obiectiv pentru fo elementare portanta si finete pentru aripa

6. Tipuri particulare de curgeri fluide specifice aerodinamicii aeronavelor

6.1 Stratul limita

-strat limita laminar fara si cu gradient de presiune,

-strat limita turbulent; tranzitia curgerii laminare la curgerea turbulenta; interferenta curgerii vascoase cu cea potentiala.

6.2 Curgeri prin tuburi si ajutaje:

-curgerea incompresibila si compresibila,

-curgerea supersonica –efuzoare-, ajutajul Laval,

-tunelul aerodinamic - descriere fenomene specifice, corectiile “de tunel” pentru coeficientii aerodinamici

6.3 Unda de soc si expansiune

-unda de soc plana dreapta si oblica; ecuatia Hugoniot-Rankine, variatia de entropie la traversarea unei de soc, pierderea de sarcina si rezistenta de unda

-reflexia si interferenta undelor de soc, in raport cu pereti solizi si cu alte unde de soc; metoda caracteristicilor

-expansiunea plana; expansiunea completa Prandtl-Meyer

6.4 Curgeri transonice/ sonice in vecinatatea peretilor solizi (pereti perforati)

-miscari bidimensionale; studiu cu metode analitice directe si in ipoteza perturbatiilor mici

-profile supercritice

-curgerile cu simetrie axiala

7. Post-procesarea rezultatelor obtinute prin metode experimentale

7.1 Corectarea rezultatelor pentru eliminarea efectelor produse de fenomene aerodinamice specifice experimentelor

7.2 Corelarea rezultatelor corectate cu valorile ce se obtin folosind metode analitice si/ sau semiempirice.

7.3 Procedee/ metode de reprezentare analitica a rezultatelor experimentale (in functie de marimi fizice de stare - cinematica); semnificatiile fizice si intuitive ale reprezentarilor

7.4 Reprezentare grafica multidimensionala

Referinte bibliografice

1. Ecuatii diferentiale si cu derivate partiale (vol. II pp 7-60; 207-334, vol. III pp 7-149), *Ed. Tehnica, Bucuresti, 1980*
N. Teodorescu, V. Olariu
2. Matematici clasice si moderne (vol II pp 471-591, vol III pp 9-178), *Ed. Tehnica, Bucuresti, 1981*
I. Caius, L. Dragos, Fl. Nicolau
3. Ecuatii diferentiale aplicative, *Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1971*
Mariana Craiu, M. N. Rosculet
4. Dinamica fluidelor (vol. I, II, III), *Ed. Academiei, Bucuresti, 1981 - 1987*
V. N. Constantinescu, E. Carafoli
5. Aerodinamica (vol. I, II), *Ed. Tipografia UPB, 1981*
V. N. Constantinescu, N. V. Constantinescu
6. Aerodynamics (vol. I, II), *Mir Publishers, Moscow, (1980) 1985*
N. F. Necrasov
7. Aerodynamics components of aircraft at high speeds (vol. VII of High speed aerodynamics and jet propulsion, 1957), *London, Oxford University Press*
A. J. Donovan, H. R. Lawrence
8. Aerodinamica vitezelor mari, *Ed. Academiei, Bucuresti*
E. Carafoli
9. Boundary layer theory, *Mac Graw Hill Book Company, 1968*
Hermann Schlichtung
10. Aerodinamique experimentale, *Ed. Dunod, Paris, 1969*
P. Reboufet
11. Low speed wind tunnel testing,
A. Pope, P. Harper
12. High speed wind tunnel testing,
A. Pope, K. Govin
13. Turbulenta fluidelor ("The physics of fluid turbulence"), *Ed. Tehnica, Bucuresti, 1997*
W. D. Mac Comb
14. Similitude et dimensions en mecanique, *Editions Mir, Moscou, 1977*
L. Sedov
15. Ecuatii diferentiale neliniare cu derivate partiale in inginerie, *Academic Press, New York, 1965*
W. F. Ames

16. Hydrodynamics, *Dover Publications, New York, 1932*
Sir Horace Lamb
17. Aerodynamik des Flugzeugens, *Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1969*
H. Sehlichtung, E. Truckenbrodt
18. Avioane si Rachete –concepte de proiectare-, *Ed. Militara, Bucuresti, 1985*
M. M. Nita, Moraru F.
19. Nonlinear theory of continuous media, *Mac Graw Hill Book Company, New York, 1962*
Cernal A. Eringen
20. Mecanica Fluidelor, *Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1979*
Julieta Florea, Valeriu Panaitescu

Tematica SIMULARI NUMERICE

Metode numerice generale

- ecuatii/sisteme nelinere – Newton-Raphson;
- sisteme lineare: inchise si iterative (Gauss Seidel, SOR);
- optimizare numerica cu metode de gradient sau algoritm genetic;
- extragerea primei frecvente proprii cu metoda puterii;

Discretizare ecuatii diferentiale ordinare

- Euler;
- Runge-Kutta;
- Adams;

Discretizare ecuatii cu derivate partiale

- advectie;
- conductie;
- Laplace/Poisson;
- ecuatia coardei vibrante;
- ecuatia caldurii;
- scheme centrate, scheme upwind;
- difuzie si dispersie numerica;

Discretizare geometrica

- structurata/multibloc;
- nestructurata;
- hibrida;

Modele mecanica fluidelor

- modelul potential linear;
- corectie compresibilitate Prandtl-Glauert;
- Ecuatia Burgers;
- strat limita incompresibil laminar si turbulent placa plana;
- sistemul Euler;
- sistemul Navier Stokes incompresibil/compresibil mediat Reynolds;
- filtrare/mediere Favre;
- elemente de baza in RANS/LES/DNS;

Metode numerice specifice mecanicii fluidelor

- Vortex Lattice – panouri;
- Metode cu diferente finite – convergenta schema upwind ecuatie advectie;
- Metode cu volume finite;
- Euler unidimensional – scheme Lax Friedrichs, Roe, orice scheme la alegere;

Modele elementare dinamica zborului

- dinamica, 3 grade libertate cu forte aerodinamice si gravitationale

- integrare numerica

Programare

- Fortran 77/95/2003/2008 – structurare programe, tipuri de variabile, module, subrutine, functii, parametri, I/O, structuri alocabile dinamic; lucru cu compilatorul Gfortran
- Matlab - lucru general, structurare programe, functii, grafica stiintifica.

Programe comerciale discretizare geometrica

- Ansys Workbench
- Ansys ICEM-CFD
- Ansys Gambit
- Numeca Hexpress

Programe analiza curgerii industriale

- Ansys Fluent
- Ansys CFX
- Numeca FineOpen

Programe analiza multifizica fenomene stationare sau tranzitorii

- LS-Dyna, LS-PrePostd

Programe vizualizare

- Tecplot, Paraview, Matlab, CFView, CFD-Post

Bibliografie

1. Toate cartile Carafoli
2. VN Constantinescu & Galetuse 1983
3. VN Dinamica fluidelor incompresibile
3. Metode numerice in dinamica fluidelor, Danaila
4. Ferziger & Peric Computational methods for fluid dynamics
5. J. Anderson, Computational fluid dynamics. The basics with applications
6. Metode numerice, Berbente
7. Charles Hirsch, Numerical computation of internal and external flows
8. Documentatie Ansys Fluent, CFX, Workbench, ICEM-CFD, Gambit
9. Documentatie NUMECA
10. Documentatie LS-Dyna
11. Katz, Plotkin, Low speed aerodynamics

Tematica domeniului SISTEME MECATRONICE

1. ELEMENTE DE ECUATII DIFERENTIALE ORDINARE

- 1.1. Ecuatia generala diferentiala ordinara de ordinul intai. Teorema de existenta si unicitate Cauchy-Peano-Picard. Puncte singulare. Continuitate in raport cu conditiile initiale si cu parametrii
- 1.2. Ecuatia diferentiala ordinara de ordinul intai; forme particulare, solutii
- 1.3. Ecuatia diferentiala ordinara liniara de ordinul n ; forme particulare (omogena-neomogena, cu coeficienti variabili, cu coeficienti constanti), solutia generala
- 1.4. Sisteme de ecuatii diferentiale ordinare de ordinul intai (cu coeficienti variabili, cu coeficienti constanti); solutii generale, solutii particulare

2. ELEMENTE DE TEORIA SISTEMELOR AUTOMATE

2.1. Sisteme automate – sisteme cu feedback

- 2.1.1. Clasificari. Referinta fixa (sistem de stabilizare sau regulator) versus referinta variabila (sistem de urmarire/tracking sau servoactuator/servomecanism). Scheme bloc ilustrative. Paradigme fundamentale: SISO-MIMO (single-input-single-output, multi-input-multi-output), liniar-nelinier, continuu-discret, determinist-stocastic
- 2.1.2. Descrierea matematica in domeniul timp intrare-stare-iesire (cadru liniar) a unui sistem automat: matricea de tranzitie a starii si raspunsul temporal intrare-iesire complet: raspunsul pondere (la semnal impuls), raspunsul indicial (la semnal treapta). Componentele de raspuns liber la iesire (determinat de starea initiala) si de raspuns fortat (cu conditii initiale nule)
- 2.1.3. Transformata Laplace. Descrierea in domeniul frecventa: matricea de transfer. Poli, zerouri de decuplare, zerouri de transmisie. Realizarea minimala
- 2.1.4. Controlabilitate-observabilitate versus stabilizabilitate-detectabilitate
- 2.1.5. Neliniaritatile sistemelor automate, in particular ale servomecanismelor hidraulice: caracteristica neliniara debit-presiune a distribuitorului/servovalvei electrohidraulice, functia signum si schimbarea sensului miscarii in distribuitoare/servovalve cu patru cai, functia saturatie a debitului, intarzieri pe stare si/sau control, acoperirea pozitiva sau negativa a distribuitorului

2.2. Stabilitate

- 2.2.1. Definitia stabilitatii dupa Liapunov. Metode de studiu al stabilitatii: metoda indirecta (teoreme de stabilitate in prima aproximatie), metoda directa (functia Liapunov)
- 2.2.2. Sisteme liniare. Stabilitatea interna (ecuatia lui Liapunov) si stabilitatea externa (stabilitatea BIBO –bounded-input-bounded-output) ale sistemelor automate. Sisteme liniare: criterii algebrice de stabilitate (Routh-Hurwitz) si criterii in domeniul frecventa (Nichols), cu evidentierea marginilor de stabilitate
- 2.2.3. Sisteme neliniare: criterii de stabilitate in domeniul timp (Functia de Control Liapunov – CLF) si de stabilitate absoluta in domeniul frecventa (criteriul Popov).
- 2.2.4. Saturatia de debit a servomecanismului: sinteza aeroservoelastica pseudoactiva sau activa antisaturatie
- 2.2.5. Stabilitatea critica a servomecanismelor hidraulice. Analiza pe baza teoriei Liapunov-Malkin

2.3. Sisteme mecatronice – controlul miscarii (urmarire sau stabilizare); controlul activ al vibratiilor. Sinteza legilor de control – cu urmarire de pozitie, stabilizare a miscarii sau reglare a temperaturii – cu aplicatii la servomecanisme, suspensii active, structuri inteligente sau manechinul termic

- 2.3.1. Sinteza optimala liniar-patratice in cadru stocastic: sinteza LQG; formularea problemei, solutia, teorema de separare, ecuatiile matriceale Riccati algebrice si diferentiale
- 2.3.2. Familia de legi de control inrudite cu LQG: LQG/LTR, cu orizont glisant, cu prevedere, sliding mode. Ilustrarea de principiu a sintezei LQG pentru un sistem de control activ cu doua grade de libertate (suspensia activa)
- 2.3.3. Sinteza H_∞ si controlul activ al vibratiilor
- 2.3.4. Sinteza neliniara pe baza Functiei Liapunov de Control – sinteza backstepping
- 2.3.5. Controlul neliniar pe baza teoriei geometrice a lui Isidori
- 2.3.6. Controlul antiwindup (antisaturant), aplicatie la un servomecanism electrohidraulic
- 2.3.7. Sinteza prin tehnici de “inteligenta artificiala”: retele neuronale si logica fuzzy
- 2.3.8. Stabilitatea absoluta a servomecanismului in cadru stocastic: teoreme de tip Popov-Morozan
- 2.3.9. Sinteza controlului stabilizant neuro-fuzzy pentru “manechinul termic” Suzy
- 2.3.10. Sistem mecatronic pentru modelul fizic al unei aripi de avion – demonstratorul antiflutter
- 2.3.1. Sisteme mecatronice robuste. Elemente de teoria robustetii: margini de stabilitate, robustetea stabilitatii, robustetea performantelor

3. ACTUATORI SI SERVOMECHANISME PENTRU ACTIONAREA COMENZILOR PRIMARE SI SECUNDARE DE ZBOR

3.1. Elemente de fizica a curgerii lichidului de lucru in servomecanismele hidraulice si in instalatia hidraulica aferenta

- 3.1.1. Proprietatile fizice ale lichidelor de lucru (vascozitate, densitate, modul de compresibilitate) si impactul acestor asupra functionarii servomecanismului
- 3.1.2. Ecuatiile generale ale miscarii fluidelor. Ecuatiile Navier-Stokes; teorema lui Bernoulli si ecuatia fundamentala a distribuitorului ca rezistenta hidraulica variabila
- 3.1.3. Ecuatiile curgerii prin conducte; efecte colateralale: unde de presiune, vibratii, socul hidraulic/lovitura de berbec. Curgere laminara, curgere turbulenta. Pierderi de presiune distribuite (in conducte). Pierderi de presiune locale: nefunctionale (in organe de legatura: coturi, racorzi etc.) si functionale (in organe de restrictie: orificiile cu sectiune variabila in timp ale distribuitoarelor). Fortele hidrodinamice in distribuitoare; fenomenul de gripare hidraulica. Analogia electrohidraulica: capacitate hidraulica, rezistenta hidraulica, inductanta hidraulica

3.2. Servoactuatorul mecano-hidraulic

- 3.2.1. Schema de baza. Componentele: a) distribuitorul; b) hidrocilindrul; c) parchia legaturii cinematice inverse
- 3.2.2. Comenzi de zbor cu servomecanisme mecano-hidraulice: *servocomenzi clasice*
 - 3.2.2.1. Sistemul ecuatiilor de miscare: a) ecuatia caracteristicii de debit a distribuitorului; b) ecuatia de interactiune aeroservoelastica; c) ecuatia distributiei debitelor (ecuatia neolonoma debit-cadere de presiune de sarcina); d) ecuatia legaturii cinematice inverse (de feedback) pentru urmarire in pozitie
 - 3.2.2.2. Servomecanismul mecano-hidraulic ca sistem automat de urmarire in pozitie. Linearizarea sistemului de ecuatii. Functia de transfer. Stabilitate Routh Hurvitz, performante dinamice: eroarea statica de pozitie, constanta de timp, rigiditatea dinamica si flutterul supafetei de comanda. Robustetea stabilitatii si robustetea performantelor (in termeni clasici: margini de stabilitate in amplitudine si faza – caracteristici Bode, planul Black-Nichols; in termeni ai teoriei moderne a robustetii: functia de senzitivitate $T(s)$ si functia complementara senzivitatiei $S(s)$)
 - 3.2.2.3. Teste de laborator pentru servomecanismele hidraulice: teste de omologare, teste de lot. Cerinte regulamentare; norme si regulamente NA, AIR 8520/A, Av.P.970. Schema de principiu a unui banc de test, cu simularea parametrilor servocomenzii definitorii pentru lantul de comanda al

avionului: masa inertiala si rigiditati echivalente. Incercari functionale la temperaturi normale, incercari climatice la temperaturi extreme. Incercari de anduranta, incercari la oboseala. Incercari speciale.

3.3. Servoactuatorul electrohidraulic

3.3.1. Tipul de servoactuator cu servovalva electrohidraulica

3.3.1.1. Schema de baza. Componentele: a) servovalva electrohidraulica; b) hidrocilindrul; c) traductorul (de deplasare) si elementul comparator

3.3.1.2. Comenzi de zbor cu servomecanisme electrohidraulice: *comenzi fly-by-wire*. Sistemul ecuatiilor de miscare. Modele de baza pentru dinamica servovalvei: de ordinul intai si de ordinul doi. Substituirea ecuatiei legaturii cinematice inverse (de feedback) pentru urmarire in pozitie, cu ecuatia comparatorului electric pentru semnalul de eroare de urmarire a referintei. Linearizarea sistemului de ecuatii. Functia de transfer. Stabilitate Routh Hurvitz, performante dinamice ale unui servoactuator: eroarea statica de pozitie, constanta de timp, rigiditatea dinamica. Robustetea stabilitatii si robustetea performantelor (in termeni clasici: margini de stabilitate in amplitudine si faza – caracteristici Bode, planul Black-Nichols; in termeni ai teoriei moderne a robustetii: functia de senzitivitate $T(s)$ si functia complementara senzivitatiei $S(s)$)

3.3.1.3. Teste de laborator pentru servoactuatorul electrohidraulic: analog cu punctul 3.2.2.3

3.3.2. Tipul de servoactuator hidrostatic (cu motor si pompa si circuit hidraulic inchis)

3.3.2.1. Schema bloc de baza; componente: a) motorul electric, uzual brushless; b) pompa bidirectionala, uzual cu roti dintate; b) hidrocilindrul; c) traductorul (de deplasare) si elementul comparator

3.3.2.2. Comenzi de zbor cu servomecanisme electrohidraulice: *comenzi fly-by-wire*. Sistemul ecuatiilor de miscare. Modele de baza pentru dinamica motorului: de ordinul intai si de ordinul doi. Substituirea ecuatiei legaturii cinematice inverse (de feedback) pentru urmarire in pozitie, cu ecuatia comparatorului electric pentru semnalul de eroare de urmarire a referintei. Ecuatiile debit-presiune. Sinteza neliniara a legii de control: sinteza backstepping sau neuro-fuzzy; sinteza controlului geometric stabilizant. Tehnici de control geometric si de tip switching

3.3.2.3. Teste de laborator pentru servoactuatorul electrohidraulic: analog cu punctul 3.2.2.3

3.4. Servoactuatorul electromecanic

3.4.1. Schema de baza. Componentele: a) motorul electric; b) reductorul; c) surubul cu bile pentru conversia miscarii de rotatie in miscare rectilinie; d) traductorul (de deplasare) si elementul comparator

3.4.2. Modelarea matematica si sinteza (PID) a legii de control

3.4.3 Teste de laborator pentru servoactuatorul electromecanic: analog cu punctul 3.2.2.3

3.5 Analiza comparativa a tipurilor de servoactuatori in contextul trendului catre eco-tehnologii; avantaje si dezavantaje (gabarit, fiabilitate, pret de cost, greutate, putere transmisa, precizie de urmarire, constanta de timp)

4. SISTEMELE (ELECTRO)HIDRAULICE ALE AERONAVELOR

4.1. Schema-bloc de principiu a instalatiei electrohidraulice, cu actionarea comenzilor primare, secundare si a trenului de aterizare. Caracteristici de baza ale sistemului in ansamblu si ale actuatorilor. Dinamica functionarii sistemului electro-hidraulic; tehnici de analiza sistemica.

4.2. Conceptia generala (descriere ansambluri si componente, simbolistica notatiei, simetria sistemului, redundanta). Studii de cazuri particulare, cu evidentierea interactiunii intre dinamica proprie a (servo) actuatorilor si dinamica celorlalte componente in dinamica intregului sistem.

4.3. Principalele componente ale unui sistem (circuit) mecano-electro-hidraulic; caracteristici de functionare. Rezervorul de lichid de lucru, magistrala hidraulica, generatoarele de putere hidraulica, subsistemele de filtre, servovalvele, comutatoarele, supape, acumulatori, actuatori.

5. 5. LABORATORUL DE MECATRONICA SI DE TESTE IN CONDITII DURE DE MEDIU AL INCAS

- 5.1. Regulamente de aviatie si protocoale de incercari in conditii dure de mediu
- 5.2. Modele functionale si demonstratoare pentru validarea sistemelor mecano- si electro-hidraulice si a servocomenzilor de zbor. Demonstratorul “servomecanism electro-hidrostatic”. Modelul Iron Bird. Demonstratorul Suzy (manechin termic). Demonstratorul piezoantiflutter.
- 5.3. Instalatii pentru incercari climatice (temperaturi extreme, ceata salina, praf si nisip etc.), de vibratii si socuri. Demonstratorul RobustAFC (ActiveFlowControl)

6. COMPLEMENTE DE SISTEME ELECTRO- si MECANOHIDRAULICE

6.1. Generarea puterii hidraulice

- 6.1.1. Schema de principiu a unui sistem pentru generarea puterii hidraulice
- 6.1.2. Calculul caracteristicii forta-viteza
- 6.1.3. Dimensionarea motorului, alegerea pompei
- 6.1.4. Tipuri de motoare si pompe. Probleme specifice (racire, cavitate etc.)

6.2. Caracteristicile functionale ale organelor din sistemele hidraulice

- 6.2.1. Caracteristicile organelor pasive: orificii de restrictie, limitatoare de debit, supape, distribuitoare ideale, distribuitoare cu acoperire pozitiva sau negativa
- 6.2.2. Caracteristicile pompelor
- 6.2.3. Ecuatiile caracteristice ale organelor hidraulice elementare. Analogia electro-hidraulica
- 6.2.4. Ecuatiile caracteristice ale potentiometrului hidraulic (etajul prim al servovalvelor) si ale transmisiei hidrostactice
- 6.2.5. Pachetul MODELICA

6.3. Servovalva electrohidraulica

- 6.3.1. Tipuri de servovalve, caracteristici functionale
- 6.3.2. Performante, randament, putere
- 6.3.3. Problema alegerii servovalvei
- 6.3.4. Electronica aferenta, conditionarea semnalelor

6.4. Hidrocilindrul

- 6.4.1. Actiune bilaterala sau unilaterala?
- 6.4.2. Problematika etansarii in proiectarea hidrocilindrului

6.5. Cerinte/prevederi regulamentare pentru sistemele de transmisie si actionare utilizate in constructiile aerospatiale

6.6. Elemente de conceptie constructiva a sistemelor de transmisie si executie

- 6.6.1 Integrarea sistemelor si dispozitivelor electrohidraulice in constructia unei aeronave
- 6.6.2 Materiale utilizate la realizarea sistemelor/ dispozitivelor electrohidraulice si mecano-hidraulice din componenta constructiilor aerospatiale

7. MONITORIZAREA SANATATII STRUCTURILOR (AERO)SPATIALE

- 7.1. Senzori activi piezo. Senzori cu fibre optice distribuiti, senzori cu fibre optice tip rețele Bragg
- 7.2. Metode de monitorizare
- 7.3. Metoda impedantei electromecanice; semnatura structurii ca parte reala a caracteristicii spectrale a impedantei electromecanice
- 7.4. Influenta factorilor de mediu (temperaturi extreme, radiatii cosmice, vacuum) asupra semnaturii

7.5. Defecte reale (de origine mecanica), false defecte. Metodologie de distingere intre cele doua categorii de defecte

7.6. Monitorizarea on line a defectelor structurilor

REFERINTE BIBLIOGRAFICE PENTRU CS, CS III, SISTEME MECATRONICE

1. ELEMENTE DE ECUATII DIFERENTIALE ORDINARE SI TEORIA STABILITATII

- 1.1. A. Halanay, Teoria calitativa a ecuatiilor diferentiale, Editura Academiei RSR, Bucuresti 1963
- 1.2. V. V. Stepanov, Curs de ecuatii diferentiale, Editura Tehnica, Bucuresti, 1955
- 1.3. L. Pontriaghin, Equations differentielles ordinaires, Editions Mir, Moscou, 1969
- 1.4. V. Rasvan, Teoria stabilitatii, Editura Stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti, 1987
- 1.5. R. Bellman, K. L. Cooke, Differential-Difference Equations, Rand Corporation 1963
- 1.6. J. R. Chasnow, Introduction to differential equations, Curs curent la Univ. Hong Kong, <https://www.math.ust.hk/~machas/differential-equations.pdf>, 2009-2016
- 1.7. C. Sparow, The Qualitative Theory of Ordinary Differential Equations, 2010
http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/math/people/staff/colin_sparow/qtode/kitsonnotes.pdf
- 1.8. S. H. Zak, Tools for Analysis of Dynamic Systems: Lyapunov Methods
https://engineering.purdue.edu/~zak/ECE680/Lyapunov_ECE_680.pdf
- 1.9. N. Marcov, Seminar INCAS, Complemente de matematici speciale,
http://www.incas.ro/index.php?option=com_content&view=article&id=405&Itemid=223
- 1.10. *** Lyapunov direct method, <http://folk.uib.no/nmagb/m214200213.pdf>, 2003
- 1.11. W. Hahn, Stability of motion, Springer, 1967
- 1.12. J. LaSalle, S. Lefschetz, Stability by Liapunov Liapunov's Direct Methods with Applications, Academic Press, 1961

2. SISTEME AUTOMATE. SINTEZA LEGILOR DE CONTROL

- 2.1. J. G. Gille, P. Decaulne, M. Pelegrin, Teoria si calculul sistemelor de reglare automata, Editura Tehnica, 1962, 2 volume.
- 2.2. M. Voicu, Introducere in automatica,
http://vr.aut.upt.ro/~posdru-86-63806/sites/default/files/voicu-introducere_in_automatica._suport_de_curs.pdf
- 2.3. M. Voicu, Sisteme automate multivariabile, Editura Gh. Asachi, Iasi, 1993.
- 2.4. K. Ogata, Modern Control Engineering, Prentice Hall, 1997.
- 2.5. A. Preumont, Vibration Control of Active Structures, 3rd Edition, An Introduction, Springer
<http://scmero.ulb.ac.be/Teaching/Courses/MECA-H-524/MECA-H-524-Lectures.pdf>
- 2.6. S. Sastry, Nonlinear Systems. Analysis, Stability, and Control, Springer, 1999.
- 2.7. D. Inman, Vibration with Control, John Wiley, 2006.
- 2.8. J. C. Doyle, B. A. Francis, R. A. Tannenbaum, Feedback control theory, McMillan Publishing Co, 1990.
- 2.9. H. Khalil, Nonlinear systems, 3rd edition, Prentice Hall, 2001.
- 2.10. I. Ursu, F. Ursu, Sisteme de control activ si semiactiv, Editura Academiei Romane, 2000.
- 2.11. S. Preitl, R. E. Precup, Introducere in conducerea fuzzy a proceselor, Editura Tehnica, 1997.
- 2.12. D. Dumitrescu, H. Costin, Editura Stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti, 1996.
- 2.13. H. Kwakernaak, R. Sivan, Linear optimal control systems, Wiley Interscience, New York, 1972.
- 2.14. Q.-C. Zhong, Robust Control of Time-delay Systems, Springer, 2006.
- 2.15. I. Ursu, F. Popescu, Nonlinear control synthesis for position and force electrohydraulic servos, Proceedings of the Romanian Academy, Series A, Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science, 4, 2, May-August, pp. 115-120, 2003.

- 2.16. I. Ursu, I., F. Popescu, F. Ursu, Control synthesis methodology related to an advanced nonlinear electrohydraulic servo system, *Proceedings of the Romanian Academy, Series A, Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science*, 5, 1, January-April, pp. 39-45, 2004.
- 2.17. I. Ursu, I., F. Ursu, New results in control synthesis for electrohydraulic servo, *International Journal of Fluid Power*, 5, 3, November-December, pp. 25-38, 2004.
- 2.18. I. Ursu, I., F. Popescu, F. Ursu, Backstepping design for controlling electrohydraulic servos, *Journal of The Franklin Institute*, 343, 1, 94-110, 2006.
- 2.19. I. Ursu, A. Toader, S. Balea, A. Halanay, New stabilization and tracking control laws for electrohydraulic servomechanisms, *European Journal of Control*, 19, 1, pp 65-80, 2013.
- 2.20. L. Iorga, H. Baruh, I. Ursu, A review of H_∞ robust control of piezoelectric smart structures, *Transactions of the ASME, Applied Mechanics Reviews*, 61, 4, July, 17-31, 2008.
- 2.21. Halanay, A., I. Ursu, Stability of equilibria of some switched nonlinear systems with applications to control synthesis for electrohydraulic servomechanisms, *IMA Journal of Applied Mathematics*, 74, 3, June, 361-373, 2009.
- 2.22. Halanay, A., C. A. Safta, F. Ursu and I. Ursu, Stability analysis for a nonlinear model of a hydraulic servomechanism in a servoelastic framework, *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 10, 2, April, 1197-1209, 2009.
- 2.23. I. Ursu, I., F. Ursu, L. Iorga, Neuro-fuzzy synthesis of flight controls electrohydraulic servo. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 73, pp. 465-471, 2001.
- 2.24. A. Plaian, A., G. Tecuceanu, F. Ursu, I. Ursu, Inertially stabilized pointing control system, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 72, 4, 358-374, 2000.
- 2.25. I. Ursu, Some aspects concerning H_2 and H_∞ analysis and design of active suspensions, *Zeitschrift fur Angewandte Mathematik und Mechanik*, 78 S, 779-780, 1998.
- 2.26. Ursu, I., L. Iorga, A. Toader, G. Tecuceanu, Active Robust Control of a Smart Plate, *ICINCO 2011 8th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics*, Noordwijkerhout, The Netherlands, 28-31 July 2011.
- 2.27. Ursu, F. Ursu, T. Sireteanu, About absolute stable synthesis of electrohydraulic servo, *Technical Papers of AIAA (AIAA-99-4090) Guidance, Navigation and Control Conference*, Portland, Oregon, USA, August 9-11, Vol. 2, pp. 848-858, 1999.
- 2.28. I. Ursu, M. Stoia-Djeska, F. Ursu, Active control laws for flutter suppression, *Annals of University of Craiova, Electrical Engineering Series*, Vol. 27, No. 27, pp. 62-70, 2004.
- 2.29. A. Toader, I. Ursu, Backstepping control synthesis for hydrostatic type flight controls electrohydraulic actuators, *Annals of the University of Craiova, Series Automation, Computers, Electronics and Mechatronics*, 4 (31), 1, 122-127, 2007.
- 2.30. I. Ursu, G. Tecuceanu, A. Toader, C. Calinoiu, Switching neuro-fuzzy control with antisaturating logic. Experimental results for hydrostatic servoactuators, *Proceedings of the Romanian Academy, Series A, Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science*, 12, 3, 231-238, 2011.

3. SERVOMECHANISME PENTRU ACTIONAREA COMENZILOR PRIMARE SI SECUNDARE DE ZBOR. SISTEMUL MECATRONIC AL AVIONULUI

- 3.1. J. E. Blackburn, J. L. Shearer, G. Reethof, *Fluid power control*, Techn. Press of Massachusetts Institute of Technology and Wiley, New York, 1960.
- 3.2. H. E. Merritt, *Hydraulic control systems*, John Wiley & Sons, New York, 1967.
- 3.3. B. Nekrassov, *Cours d'hydraulique*, Ed. Mir, 1968.
- 3.4. M. Guillon, *L'asservissement hydraulique et électrohydraulique*, Edition Dunod, Paris, 1972.
- 3.5. Taco J. Viersma, *Analysis, synthesis and design of hydraulic servosystems and pipelines*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York, 1980.

- 3.6. A. Oprean, C. Ispas, E. Ciobanu, A. Dorin, S. Medar, A. Olaru, D. Prodan, Actionari si automatizari hidraulice, Editura Tehnica, Bucuresti, 1989.
- 3.7. D. Vasiliu, N. Vasiliu, I. Catana, Transmisii hidraulice și electrohidraulice, **2**, Editura Tehnica, Bucuresti, 1997.
- 3.8. C. Calinoiu, D. Vasiliu, N. Vasiliu, I. Catana, Modelarea, simularea si identificarea experimentală a servomecanismelor hidraulice, Editura Tehnica, Bucuresti, 1998.
- 3.9. I. Ursu, F. Ursu, Sisteme de control activ si semiactiv, Editura Academiei Romane, 2000.
- 3.10. M. Jelali, A. Kroll, Hydraulic servo-systems, Springer, 2003.
- 3.11. S. Frischemeier, Electrohydrostatic actuators for aircraft primary flight control – types, modeling and evaluation, http://doku.b.tu-harburg.de/volltexte/2006/301/pdf/frische_sicfp97.pdf
- 3.12. ** * Av. P. 970. Design requirements for aircraft for the Royal Air Force and Royal Navy.
- 3.13. *** Air 8520/A. Conditions d'homologation des servocommandes hydrauliques de gouvernes/ 23 juillet 1973.
- 3.14. I. Ursu, M. Arghir, C. Valeanu, G. Tecuceanu, A. Toader, M. Tudose, Mechatronic test bench for wing flight controls, AEROSPATIAL 2012. Proceedings of the International Conference of Aerospace Sciences “AEROSPATIAL 2012” 11 - 12 October, 2012, Bucharest, Romania, pp. 229-235.
- 3.15. I. Todić, M. Miloš, M. Pavišić, Position and speed control of electromechanical actuator for aerospace applications, Tehnički vjesnik 20, 5, 853-860, 2013.
- 3.16. F. Adamčík, J. Labun, and J. Piřa, The Property Comparison of Electromechanical and Electrohydraulic Flight Control Actuators, AiMT Advances in Military Technology, vol. 5, no.1, June 2010.
- 3.17. J. W. Bennett, Fault Tolerant electromechanical Actuators for Aircraft, Thesis, Newcastle University, 2013.
- 3.18. *** Electro-mechanical trim actuation system for small aircraft, CESAR Consortium Documents under FP6 of EU.
- 3.19. Patent no. 127329/30.07.2014 granted by the State Office for Inventions and Trademarks OSIM, Holder INCAS Bucharest, title of invention: Aviation hydrostatic servoactuator, authors: Ioan Ursu, Minodor Arghir, Adrian Toader, George Tecuceanu, Constantin Calinoiu.

4. COMPLEMENTE DE SISTEME AUTOMATE DIDRAULICE

- 4.1. M. Guillon, L'assérvissement hydraulique et électrohydraulique, Edition Dunod, Paris, 1972.
- 4.2. A. Oprean, C. Ispas, E. Ciobanu, A. Dorin, S. Medar, A. Olaru, D. Prodan, Actionari si automatizari hidraulice, Editura Tehnica, Bucuresti, 1989.
- 4.3. C. Kilian, Modern control technologies, components and sensors, 2nd edition, online.
- 4.3. T. M. Basta, Dispozitive de actionare si agregate hidraulice pentru avioane, Editura Tehnica, 1955.

5. MONITORIZAREA SANATATII STRUCTURILOR (AERO)SPATIALE

- 5.1. C. R. Farrar and K. Worden, An introduction to structural health monitoring, Philosophical Transactions of the Royal Society A, vol. 365, pp. 303-315, 2007.
- 5.2. C.-P. Fritzen, Vibration-based Structural Health Monitoring - Concepts and Applications, Key Engineering Materials, vols. 293-294, pp. 3-20, 2005.
- 5.3. V. Giurgiutiu, Structural health monitoring with piezoelectric wafer active sensors, 2nd ed., Elsevier Academic Press, 2014.
- 5.4. K. O. Hill and G. Meltz, Fiber Bragg grating technology fundamentals and overview,

- Journal of Lightwave Technology, vol. 15, no. 8, pp. 1263–1276, 1997.
- 5.5. M. Majumder, and others, Fibre Bragg gratings in structural health monitoring – Present status and applications, *Sensors and Actuators A* 147, 150-164, 2008.
 - 5.6. C. Rugina, A. Toader, V. Giurgiutiu and I. Ursu, The electromechanical impedance method for structural health monitoring of thin circular plates, *Proceedings of the Romanian Academy, Series A*, vol. 15, no. 3, pp. 272-282, 2013.
 - 5.7. A. Toader, I. Ursu and D. Enciu, New Advances in Space SHM Project, *INCAS Bulletin*, vol. 7, no. 1, pp. 65-80, 2015.
 - 5.8. C. Rugina, D. Enciu and M. Tudose, Numerical and experimental study of circular disc electromechanical impedance spectroscopy signature changes due to structural damage and sensor degradation, *Structural Health Monitoring - an International Journal*, vol. 14, no. 6, pp. 663-681, 2015.
 - 5.9. I. Ursu, A. Toader and D. Enciu, Towards Structural Health Monitoring of Space Vehicles, in publishing in *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*.

Tematica domeniului MATERIALE & TRIBOLOGIE

Capitole:

- 1. Fizica/ Mecanica mediilor continue (solide, fluide, materiale elasto-plastice si visco-elastice)**
- 2. Fizica si chimia generala a fenomenelor mecanice in pelicule superficialale ale mediilor continue**
- 3. Elemente de chimie fizica in straturi subtiri, pelicule continue**
- 4. Elemente de mecanica materialelor. Proprietati structurale**
- 5. Materiale specifice constructiilor aerospatiale**
- 6. Elemente de teoria lubrificatiei**

Tematica:

1. Fizica/ Mecanica mediilor continue (solide, fluide, materiale elasto-plastice si visco-elastice)

-Proprietatile fizice ale mediilor continue (mecanice –starea de miscare, derivata materiala, marimi fizice obiective, geometria miscarii-, termodinamice, electrice, chimice; modele pentru structura interna)

-Stari de deformare si starea de tensiune interna (geometria deformarii -viteze de deformare, tensorul de deformare, tensorul de intindere-, exprimarea infinitesimala a tensorilor, invarianti,). Eforturi unitare in raport cu sistemul de coordonate ortogonal.

-Ecuatiile de miscare (rezultate din teoremele fundamentale ale mecanicii)

-Ecuatiile constitutive; principii si legi pentru stabilirea structurii relatiilor. Teorii fenomenologice si teorii structurale

-Medii elastice, medii elasto-plastice. Tensorul eforturilor unitare, principiul dualitatii eforturilor tangentiale, stari particulare de eforturi unitare: starea liniara, starea plana

-Medii fluide –fluide de tip Stokes-; viscoelasticitatea –polimeri viscoelastici/ visco-plastici-

2. Fizica si chimia generala a fenomenelor mecanice in pelicule superficiale ale mediilor continue

- Fenomene superficial generale

- Forte intermoleculare necompensate in straturi superficial ale lichidelor

- Functii termodinamice ale peliculelor superficiale: energie libera, energie libera legata (ecuatii caracteristice)

- Fenomene interfaciale, umectare si capilaritate, fenomene de adsorbtie si chemisorptie cu aplicatii la lubrifiantii pentru aeronautica. Ecuatia Young – Laplace, ecuatia Freundlich

3. Elemente de chimie fizica in straturi subtiri, pelicule continue

- Tensorul tensiunilor interne: constructie specifica. Tensiunea suprafetelor

- Fabricarea filmelor subtiri, fenomene fizice si reactii chimice asociate

- Investigatii microscopice, SEM, TEM in filmele subtiri; modele pentru interpretarea rezultatelor

- Proprietati fizico-chimice ale materialelor in straturilor subtiri; modelele corespunzatoare

- Filme subtiri in realizarea celulelor fotovoltaice; procesele fizico-chimice fotovoltaice.

Nanocompozitele fotovoltaice

- Chimia fizica a depunerilor de protectie termica. (solutii avansate de materiale; bariera termica pentru industria aerospaiala)

- Dinamica modificarilor structurale si microstructurale induse de conditii termice extreme in straturi peliculogene sau multistrat continue

4. Elemente de mecanica materialelor. Proprietati structurale

- Proprietati termice si structurale cu impact mecanic; deformarea elastica, plastica si viscoelastica. Anelasticitatea

- Determinari pentru proprietatile macro si microstructurale ale materialelor: metalografie, microscopie optica computerizata, microscopie electronica, microscopie TEM, difractie de raze X

- Oboseala si ruperea materialelor: modele pentru evaluarea influentei structurii fizico-chimice, a temperaturii si a factorilor chimici

5. Materiale specifice constructiilor aerospaiale

- Structura interna a solidelor elastice si elasto-plastice. Proprietati electrice/ magnetice, termice, optice.

- Procesele fizico-chimice in fenomenele de refractie/ reflexie, dispersie si absorbtie a undelor (sonore, electromagnetice/ luminoase) pe medii materiale masive si in straturi subtiri; particularizari pentru nanocompozite, polimeri si structuri compozite ceramice

- Polimerii si nanomaterialele. Modele structurale fizico-chimice. Polimerii de tipul polietilenei, propilenei, PVC, Nylon, poliesteri, poliuretani in aeronautica; structura chimica – modelare fizico-chimica, microstructura

- Tipuri si clase de materiale asociate cresterii performantelor functionale pentru aeronautica. Materiale avansate, nanomateriale si nanotehnologii

- Materiale metalice (AlTi, oteluri inoxidabile, superaliaje) in industria aeronautica cu asocierea tehnicilor de procesare la cald sau la rece. Chimia-fizica a transformarilor de faza si a proceselor de degradare si coroziune

- Materiale compozite de tipul FS+epoxy, FC+epoxy si C-C si nanocompozite (materialele nanometrice) cu utilizari in aeronautica

6. Elemente de teoria lubrificatiei

- Regimuri de frecare si lubrificatie: frecarea uscata; legea Amontons –Coulomb, teoria moleculara si teoria jonctiunilor

- Frecarea la limita, adsorbție, chemisorbtie

- Lubrificatia hidroaerodinamica: ecuatia Reynolds, curba Stribeck, lagare hidro si aerodinamice

- Materiale si straturi subtiri de materiale pentru contact direct; modelarea efectelor mecanice pe baza modelelor fizico-chimice structurale

Referinte bibliografice

1. Nonlinear theory of continuous media, *Mc Geaw - Hill Book Company, New York, 1962*
Cemal A. Eringen
2. Introducere in chimia fizica, *Ed. Academiei R.S.R.*
sub redactia I.G. Murgulescu
(nota: numai subdiviziunile cu referire direct utila tematicii)
3. Chimie Organica, *Ed Academiei, 1966*
C. D. Nenitescu
4. Materials Science and Engineering. An introduction, *Wiley, 2006*
William D. Callister, Jr.
5. Understanding Solids: The Science of Materials, *Wiley, 2004*
Richard J. D. Tilley
6. The Physics and Chemistry of Materials, *Wiley, 2001*
Joel I. Gersten, Frederick W. Smith
- *7. *Mechanique des milieux continus (tome I, II, III),*
Jean Salencon
8. Thermodynamics in Materials Science, *CRC Press, 2006*
Robert DeHoff
9. Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, & Applications, *Imperial College Press, 2004*
Guozhong Cao
10. Tribology: a systems approach to the science and technology of friction, lubrication and wear, *Elsevier Science, 1978*
Horst Czichos
11. Materials for Tribology, *Elsevier Science & Technology, 1992*
William A. Glaser
12. Microscopic aspects of adhesion and lubrication, *Elsevier Science Ltd., 1982*
J. M. Georges (editor)
13. Tribology of thin layers, *Elsevier North Holland, 1980*
Ivan Iliuc
14. Vectors, Tensors and the Basic Equations of Fluid Mechanics, *Dover Publications, 1990*
Rutherford Aris
15. "Principles of Lubrication"- Ed Longmans 1966

Cameron

16. “Procese de lubrifiacatie, frecare si uzura la suprafetele metalice”, Ed Academiei , 1967
Gh Vasilca, O. Bita
17. “Chimie coloidala” , Ed Didactica, 1969
Chifu
18. „Forte superficiale si procese de interfata”, Ed Printech 2000
. Teoreanu, A. Volceanov
19. Materiale Compozite , Ed Tehnica 1991
Ghe Hubca, Horia Iovu, s.a.
20. Materiale termorigide armate, Ed Tehnica, 1980
D Nistor et all
21. “Rezistenta materialelor” , Ed Tehnica 1970
Ghe. Buzdugan
22. “Mechanical Testing of Fiber-Reinforced Composites” , ASM Handbook Volume 8,
Mechanical Testing and Evaluation (ASM International), pag 905-932
Dale Wilson, Leif A. Carlsson
23. Analiza structural prin metode fizice vol II
Emil Luca, Mihai Chiriac, Mitachi Strat, Virgil Barboiu
24. “Procese de lubrifiacatie, frecare si uzura la suprafetele metalice”, Ed Academiei , 1967
Gh Vasilca, O. Bita

Nota:

- Organizatii profesionale in stiinta materialelor-MRS, ASMINT, American Ceramic Society, Society for Advancement of Materials and Processing Engineering
- Reviste in stiinta materialelor ACS, Acta Materials, Advanced Materials, Chemistry of Materias, Journal of Materials Science, Materials Chemistry and Physics

Tematica EXAMENULUI DE MECANICA FLUIDELOR- CHIMIA ATMOSFEREI BECA

1. Descrierea mecanica si termodinamica a fluidelor (in miscare)

1.1 Proprietati mecanice si termodinamice ale fluidelor definitia mediului fluid (lichid, gaz); presiune, viscozitate, conductibilitate termica, ecuatia de stare, principiile termodinamicii, entalpie, entropie, calduri specifice, transformari adiabactice; legi fizice fundamentale: conservarea masei si conservarea energiei.

1.2 Descrierea cinematica a miscarii fluidelor: variabilele lui Lagrange si variabilele lui Euler; traiectorie, curba (suprafata) fluida, linie de curent, tub de curent, linie de vartej, circulatie, flux.

1.3 Ecuatii si teoreme fundamentale ale curgerii fluidului:

-ecuatiile de miscare; ecuatia continuitatii, ecuatia energiei;

1.4 Laminaritate si Turbulenta (in curgerile fluide):

-definitii miscari laminare, miscari turbulente.

- valori medii si fluctuatii, grad de turbulenta; caracterizare cantitativa

2. Dinamica atmosferica

2.1 Proprietati termodinamice ale atmosferei ecuatia starii, primul principiu al termodinamicii aplicat atmosferei, procese termodinamice din atmosfera.

2.2 Statica atmosferei ecuatia staticii atmosferei, tipuri de atmosfere, formule barometrice, treapta barica dinamica

2.3 Cinematica atmosferei particula atmosferica; reprezentarea campului miscarii orizontale din atmosfera; variabilele lui Lagrange si Euler; reprezentarea campului vitezei prin functie de curent si potential de viteze; derivata totala si locala; caracteristicile campului baric/ geopotentialului;

3. Modele de dispersie a poluantilor

a) Modelul Euler

b) Modelul Lagrange

4. Procese chimice si fotochimice in atmosfera

a) Reactii chimice

b) Reactii chimice in stratosfera (Ciclul Cempen, azot, clor, ozon, hidroxil)

c) Cinetica proceselor atmosferice

d) Reactii fotochimice in atmosfera

5. Surse si tipuri de poluanti in atmosfera

a) Poluanti gazosi anorganici

b) Poluanti organici

c) Aerosoli

6. Masuratori atmosferice

a) Masurarea compozitiei atmosferice (Raport de amestec, densitate numerica, presiunea partiala a gazului)

b) Modele de masurare (modelul ONE-BOX, MULTI-BOX, Puff).

Bibliografie

1. Daniel J. Jacob, "Introduction to atmospheric chemistry", 1999, Princeton University Press
2. Stefan Daniela Simina, Chimia mediului, Vol II, Chimia atmosferei, editura Electrica, 2012
3. Dinamica fluidelor (vol. I, II, III), Ed. Academiei, Bucuresti, 1981 - 1987, V. N. Constantinescu, E. Carafoli
4. Besleaga N., Elemente de meteorologie dinamica, editura Bucuresti, 1972

Tematica EXAMENULUI DE MECANICA FLUIDELOR-FIZICA ATMOSFEREI BECA

1. Descrierea mecanica si termodinamica a fluidelor (in miscare)

1.1 Proprietati mecanice si termodinamice ale fluidelor definitia mediului fluid (lichid, gaz); presiune, viscozitate, conductibilitate termica, ecuatia de stare, principiile termodinamicii, entalpie, entropie, calduri specifice, transformari adiabactice; legi fizice fundamentale: conservarea masei si conservarea energiei.

1.2 Descrierea cinematica a miscarii fluidelor: variabilele lui Lagrange si variabilele lui Euler; traiectorie, curba (suprafata) fluida, linie de curent, tub de curent, linie de vartej, circulatie, flux.

1.3 Ecuatii si teoreme fundamentale ale curgerii fluidului:

-ecuatii de miscare; ecuatia continuitatii, ecuatia energiei;

1.4 Laminaritate si Turbulenta (in curgerile fluide):

-definitii miscari laminare, miscari turbulente.

- valori medii si fluctuatii, grad de turbulenta; caracterizare cantitativa

1.5 Miscarea fluidelor ideale si viscoase:

-Clasificarea dupa viteza de miscare:

-**Curgeri potentiale:** ecuatia potentialului, ecuatia lui Lagrange, energia cinetica a curgerii potentiale, teorema lui Thomson (conservarea circulatiei),

-**Curgeri cu vartejuri in fluide ideale:** teoremele lui Helmholtz (conservarea liniilor de vartej si conservarea tuburilor de vartej), determinarea campului de viteze din campul de vartejuri, formula Biot-Savart, difuzia unui vartej

2. Dinamica atmosferica

2.1 Proprietati termodinamice ale atmosferei ecuatia starii, primul principiu al termodinamicii aplicat atmosferei, procese termodinamice din atmosfera.

2.2 Statica atmosferei ecuatia staticii atmosferei, tipuri de atmosfere, formule barometrice, treapta barica dinamica

2.3 Cinematica atmosferei particula atmosferica; reprezentarea campului miscarii orizontale din atmosfera; variabilele lui Lagrange si Euler; reprezentarea campului vitezei prin functie de curent si potential de viteze; derivata totala si locala; caracteristicile campului baric/ geopotentialului;

2.4 Dinamica atmosferei compunerea miscarilor; sistemul coordonatelor izobarice; legea fundamentala a dinamicii in cazul miscarii aerului raportata la Pamant; analiza fortelor de care depinde circulatia atmosferica; ecuatii de miscare a aerului;

2.5 Miscari ondulatorii in atmosfera unde longitudinale; unde transversal verticale; unde transversal orizontale.

Bibliografie

1. Dinamica fluidelor (vol. I, II, III), Ed. Academiei, Bucuresti, 1981 – 1987 V. N. Constantinescu, E. Carafoli
2. Aerodinamica (vol. I, II), Ed. Tipografia UPB, 1981, V. N. Constantinescu, N. V. Constantinescu
3. Turbulenta fluidelor ("The physics of fluid turbulence"), Ed. Tehnica, Bucuresti, 1997, W. D. Mac Comb
4. Mecanica Fluidelor, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1979 Julieta Florea, Valeriu Panaitescu
5. Besleaga N., Elemente de meteorologie dinamica, editura Bucuresti, 1972

Tematica EXAMENULUI DE MECANICA FLUIDELOR-METEOROLOGIE BECA

1. Descrierea mecanica si termodinamica a fluidelor (in miscare)

1.1 Proprietati mecanice si termodinamice ale fluidelor definitia mediului fluid (lichid, gaz); presiune, viscozitate, conductibilitate termica, ecuatia de stare, principiile termodinamicii, entalpie, entropie, calduri specifice, transformari adiabatic; legi fizice fundamentale: conservarea masei si conservarea energiei.

1.2 Descrierea cinematica a miscarii fluidelor: variabilele lui Lagrange si variabilele lui Euler; traiectorie, curba (suprafata) fluida, linie de curent, tub de curent, linie de vartej, circulatie, flux.

1.3 Ecuatii si teoreme fundamentale ale curgerii fluidului:

-ecuatii de miscare; ecuatia continuitatii, ecuatia energiei;

1.4 Laminaritate si Turbulenta (in curgerile fluide):

-definitii miscari laminare, miscari turbulente.

- valori medii si fluctuatii, grad de turbulenta; caracterizare cantitativa

1.5 Miscarea fluidelor ideale si viscoase:

-Clasificarea dupa viteza de miscare:

-**Curgeri potentiale:** ecuatia potentialului, ecuatia lui Lagrange, energia cinetica a curgerii potentiale, teorema lui Thomson (conservarea circulatiei),

-**Curgeri cu vartejuri in fluide ideale:** teoremele lui Helmholtz (conservarea liniilor de vartej si conservarea tuburilor de vartej), determinarea campului de viteze din campul de vartejuri, formula Biot-Savart, difuzia unui vortice

2. Dinamica atmosferica

2.1 Proprietati termodinamice ale atmosferei ecuatia starii, primul principiu al termodinamicii aplicat atmosferei, procese termodinamice din atmosfera.

2.2 Statica atmosferei ecuatia staticii atmosferei, tipuri de atmosfere, formule barometrice, treapta barica dinamica

2.3 Cinematica atmosferei particula atmosferica; reprezentarea campului miscarii orizontale din atmosfera; variabilele lui Lagrange si Euler; reprezentarea campului vitezei prin functie de curent si potential de viteze; derivata totala si locala; caracteristicile campului baric/ geopotentialului;

2.4 Dinamica atmosferei compunerea miscarilor; sistemul coordonatelor izobarice; legea fundamentala a dinamicii in cazul miscarii aerului raportata la Pamant; analiza fortelor de care depinde circulatia atmosferica; ecuatii miscarii aerului;

2.5 Miscari ondulatorii in atmosfera unde longitudinale; unde transversal verticale; unde transversal orizontale.

3. Meteorologie satelitara

3.1. Vremea observata din sateliti

3.2 masurarea parametrilor atmosferici cu senzori activi

4. Produse meteorologice pentru aviatie

Informarea meteorologică pentru planificarea zborului

- a. METAR;
- b. SPECI;
- c. meteograme sinoptice;
- d. prevederi de zonă;
- e. buletinul meteo de zbor;
- f. mesajul TAF;

Bibliografie

1. Besleaga N., Elemente de meteorologie dinamica, editura Bucuresti, 1972
2. Doneaud A., Besleaga N., Meteorologie sinoptica, dinamica si aeronautica, Editura didactica si pedagogica, Bucuresti, 1966
3. Matveev L.F., Meteorologie generala (traducere din limba rusa), Bucuresti, 1966

**Tematica EXAMENULUI PENTRU ATESTARE IDT
SISTEME SI ECHIPAMENTE
BECA**

1. Principiul de functionare LIDAR

- ⤴ *LIDAR – ATMOSFERIC*
- ⤴ *LIDAR-TROPOSFERIC*

2. Nefelometrie

- ⤴ *Principiul de functionare al Nefelometrului*
- ⤴ *Gravimetrie (principiul de functionare al echipamentului DustTrak)*

3. Metode si tehnici de analiza a atmosferei cu ajutorul platformelor aeropurtate

- ⤴ *Sisteme de analiza spectrala pe aerosoli, nori si precipitatii (CAPS-Spectrometru de nori, aerosoli si precipitatii)*
- ⤴ *Sisteme de imagistica in nori: Hawkeye si CIP (Sonda de imagistica a norului)*
- ⤴ *Sistem pentru monitorizarea emisiilor de gaze in atmosfera (Analizor de gaze in zbor – G2041-mc Analyzer for CO₂/CO/CH₄/H₂O)*

4. Achiziția și prelucrarea datelor experimentale

- ⤴ *Achiziția datelor rezultate din masuratori aeropurtate, achiziția datelor și controlul automat al echipamentelor, metode de procesare si post procesare a datelor.*

5. Noțiuni de statistică și metrologie

- ⤴ *Distribuția gaussiană, incertitudinile de măsurare, abaterea standard, eliminarea valorilor aberante.*

6. Pachete Software utilizate

- ⤴ *Labview*
- ⤴ *Matlab*

7. Radar

- ⤴ *Principii de functionare. Inregistrarea si formarea imaginii radar*
- ⤴ *Principiul SAR – radar cu apertura sintetizata (formarea imaginilor SAR, moduri de achizitie SAR, deformarea geometrica in formarea imaginii SAR)*
- ⤴ *Imagini hipespectrale*
- ⤴ *Fuziune imagini hipespectrale si LIDAR, radar. Exemple de aplicatii.*

Bibliografie

1. Sabina Stefan, Doina Nicolae, Mihaela Caian, 2008, Secretele aerosolului atmosferic in lumina laserilor, ED. Ars Docendi, ISBN 978-973-558-357-6, 365 pages, Bucharest, Romania 2008
2. <http://www.tsi.com/>
3. <http://www.dropletmeasurement.com/>
4. <http://www.specinc.com/>
5. <http://www.picarro.com/>
6. http://msi.nga.mil/MSISiteContent/StaticFiles/NAV_PUBS/RNM/310ch1.pdf
7. <http://fas.org/pub/gen/oelrich/ToomayRadar.pdf>
8. I. Constantinescu ș.a., Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice, Ed. Tehnica București, 1980
9. Fundamentals of Remote Sensing – Acanada Center for Remote Sensing Tutorial
10. Raduceanu, D. G. - Radargrammetrie, Editura ATM, Bucuresti, 2001
11. Fundamentals of Remote Sensing – Edited and Written by Noam Levin, november 1999
12. Introduction to Hyperspectraln Imaging with TNTmeps, Randall B. Smith, Ph. D., 5 January 2012
13. Review and Hyper-Spectral Imaging System – Sajjad Bagheri Baba Ahmadi, Yaser Ahangari NanehKaran, Sina Layazali

Tematica EXAMENULUI DE MECANICA FLUIDELOR BECA

1. Descrierea mecanica si termodinamica a fluidelor (in miscare)

1.1 Proprietati mecanice si termodinamice ale fluidelor definitia mediului fluid (lichid, gaz); presiune, viscozitate, conductibilitate termica, ecuatia de stare, principiile termodinamicii, entalpie, entropie, calduri specifice, transformari adiabactice; legi fizice fundamentale: conservarea masei si conservarea energiei.

1.2 Descrierea cinematica a miscarii fluidelor: formula lui Helmholtz (translatia, rotatia si deformatia particulei; elipsoidul de deformatie); variabilele lui Lagrange si variabilele lui Euler; traiectorie, curba (suprafata) fluida, linie de curent, tub de curent, linie de vartej, circulatie, flux.

1.3 Ecuatii si teoreme fundamentale ale curgerii fluidului:

-teoremele (fundamentale ale) mecanicii mediilor continue; tensorul tensiunilor interne, -ecuatia continuitatii, ecuatia energiei; forma integrala a ecuatiei continuitatii.

1.4 Propagarea perturbatiilor in fluide:

-viteza de propagare (perturbatii de presiune), unde Mach, interferentele undelor -ecuatii acusticii

-formarea undelor de soc (ca suprafete de discontinuitate pentru ρ si V)

1.5 Laminaritate si Turbulenta (in curgerile fluide):

-definitii, proprietati specifice

-tranzitie de la laminar la turbulent, valori medii si fluctuatii, grad de turbulenta; caracterizare cantitativa

-ecuatii curgerilor laminare –tensorul Navier-Stokes; formele Helmholtz si Gromeka-Lamb; relatia lui Bernoulli pentru miscarea laminara

-ecuatii curgerilor turbulente –tensorul tensiunilor turbulente (Reynolds)-, modele de turbulenta; relatia lui Bernoulli

1.6 Miscarea fluidelor ideale si viscoase:

-Clasificarea dupa viteza de miscare:

-miscari subsonice: fluide ideale-ecuatii Euler; potentialul vitezelor-linii de curent, relatia lui Bernoulli pentru fluide incompresibile si compresibile

-miscari supersonice: fluide ideale-ecuatii tip Euler; metoda perturbatiilor mici (miscari plane –profile subtiri, aripa infinita in deriva-; miscari axial simetrice –conul circular, carene foarte alungite, corpuri de revolutie in deriva-; miscari conice);

-Curgeri **potentiale**: ecuatia potentialului, ecuatia lui Lagrange, energia cinetica a curgerii potentiale, teorema lui Thomson (conservarea circulatiei),

Curgeri cu vartejuri in fluide ideale: teoremele lui Helmholtz (conservarea liniilor de vartej si conservarea tuburilor de vartej), determinarea campului de viteze din campul de vartejuri, formula Biot-Savart, difuzia unui vartej

Solutii exacte ale ecuatiilor Navier-Stokes (curgerea Couette, Poiseuille, Hagen-Poiseuille)

1.7 Miscari particulare ale fluidului:

-**clasificare cinematica:** miscari plane, miscari axial simetrice, miscari stationare/nestationare; (definitii, potential de viteza-potentialul complex, functie de curent, cazuri particulare importante: miscarea in jurul cercului fix si in miscare de rotatie fata de curentul fluid stationar, dubletul vortice,); discontinuitati cinematice simple in fluide: sursa, dubletul, vortice; compunerea discontinuitatilor simple (proprietati caracteristice si spectre de curgere)

-**clasificare energetica/ termodinamica:** miscari compresibile adiabatic/ izentropice (definitii, cazuri particulare importante: curgeri in aproximatia perturbatiilor mici, expansiunea izentropica).

2. Aerodinamica aeronavelor si rachetelor

2.1 Torsorul fortelor aerodinamice ce actioneaza asupra unui corp imersat

-componentele torsorului in triedrul aerodinamic

-solutii asimptotice in cazul fluidelor cu viscozitate mare si, respectiv, cu viscozitate redusa

2.2 Teoria profilelor aerodinamice (aripa de anvergura infinita):

-elemente geometrice, cimp de viteze caracteristic (circulatia vitezei in jurul profilului, sistem de vortice echivalent)

-descriere principala a teoriei profilelor prin transformari conforme;

-portanta si moment aerodinamic, focarul profilului; ipoteza lui Jukovski; coeficienti aerodinamici unitari; profil Jukovski, placa plana, alte profile (NACA, Karman Trefftz, von Mises, ...);

-teoria profilelor subtiri in regim subsonic; bracajul voletilor aerodinamici

-influenta compresibilitatii; nr Mach critic;

-miscari supersonice in ipoteza perturbatiilor mici in jurul profilelor (Akeret); teoria exacta a profilelor supersonice

2.3 Corpuri axial simetrice; carene (alungite); carene axial simetrice; corpuri alungite cu inflenta compresibilitatii; miscarea aerului in jurul carenelor axial simetrice in regim supersonic (mici perturbatii)

2.4 Teoria aripii de avion (aripa de anvergura finita):

-elemente geometrice, cimp de viteze caracteristic ("circulatia vitezei" in anvergura si in coarda, sisteme de vortice echivalente)

-modelul lui Prandtl; teorema Kutta-Jukovski, descriere principala a teoriei liniei portante; aripa de rezistenta indusa minima; caracteristici aerodinamice: C_L , C_D , C_m ; polara; linia portanta generalizata

-teoria suprafetei portante (modele cu elemente de frontiera: vortice si dublete)

-corectii de compresibilitate in subsonic; aripa in sageata, aripa delta;

-elemente de control, elemente de hipersustentatie.

-aripa in regim supersonic ; studiul cu metoda dubletelor, metoda potentialului acceleratiilor, metoda perturbatiilor mici)

2.5 Ampenaje si fuselaj: calculul coeficientilor aerodinamici cu ajutorul teoriilor aerodinamice de linie/ suprafata portanta, respectiv carena.

2.6 Interferente aerodinamice:

-interferenta $A+F$, $AO+AV$, $AO+AV+F$, $A+F+AO+AV$,

-interferenta A +voleti in 2D si 3D ($A+F+AO+AV$ +voleti).

2.7 Stabilirea coeficientilor aerodinamici si a derivatelor aerodinamice pentru aeronava

-coeficientii aerodinamici: structurare, formule de calcul;

-derivatele aerodinamice in raport cu variabilele cinematice si de control.

2.8 Simulari numerice pentru aerodinamica aeronavelor sau componentelor constructive

-metodele numerice cu diferente finite, cu elemente finite, cu volume finite; scheme de discretizare generale
-organizarea metodelor geometrice de discretizare: fara structurare, cu structurare – multibloc- si hibrida
-metode specifice mecanici fluidelor: metode cu elemente de frontiera (VLM, DLM)
-metode specifice ecuatiilor cu derivate partiale in forme particulare (ecuatii eliptice, hiperbolice si parabolice): Ecuatia Laplace/ Poisson, Ecuatia undelor, Ecuatia Euler, Ecuatia (de propagare a) caldurii

3. Teoria similitudinii pentru curgerile fluide

3.1 Metode si teoreme esentiale in teoria similitudinii

3.2 Criterii de similitudine in curgerile fluide:

-similitudine geometrica, cinematica, dinamica;
-deducerea criteriilor/ numerelor Reynolds, Mach, Strouhal, Prandtl,
-coeficient de presiune, frecventa redusa (un nr Strouhal), raport de viteze, raport de acceleratii).

3.3 Elemente de proiectare functionala a modelelor pentru asigurarea similitudinii curgerii in jurul machetei cu cea in jurul aeronavei.

3.4 Realizarea similitudinii de la punctul 4.2 in expermentele din suflerie si in zborul liber.

4. Tipuri particulare de curgeri fluide specifice aerodinamicii aeronavelor

4.1 Stratul limita

-strat limita laminar fara si cu gradient de presiune,
-strat limita turbulent; tranzitia curgerii laminare la curgerea turbulenta; interferenta curgerii vascoase cu cea potentiala.

4.2 Curgeri prin tuburi si ajutaje:

-curgerea incompresibila si compresibila,
-curgerea supersonica –efuzoare-, ajutajul Laval,
-tunelul aerodinamic - descriere fenomene specifice, corectiile “de tunel” pentru coeficientii aerodinamici

4.3 Unda de soc si expansiune

-unda de soc plana dreapta si oblica; ecuatia Hugoniot-Rankine, variatia de entropie la traverasrea undei de soc, pierderea de sarcina si rezistenta de unda
-reflexia si interferenta undelor de soc, in raport cu pereti solizi si cu alte unde de soc; metoda caracteristicilor

-expansiunea plana; expansiunea completa Prandtl-Meyer

4.4 Curgeri transonice/ sonice in vecinatatea peretilor solizi (pereti perforati)

-miscari bidimensionale; studiu cu metode analitice directe si in ipoteza perturbatiilor mici

-profile supercritice

-curgerile cu simetrie axiala

Bibliografie

1. Ecuatii diferentiale si cu derivate partiale (vol. II pp 7-60; 207-334, vol. III pp 7-149), Ed. Tehnica, Bucuresti, 1980, N. Teodorescu, V. Olariu
2. Matematici clasice si moderne (vol II pp 471-591, vol III pp 9-178), Ed. Tehnica, Bucuresti, 1981, I. Caius, L. Dragos, Fl. Nicolau
3. Ecuatii diferentiale aplicative, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1971, Mariana Craiu, M. N. Rosculet

4. Dinamica fluidelor (vol. I, II, III), Ed. Academiei, Bucuresti, 1981 – 1987, V. N. Constantinescu, E. Carafoli
5. Aerodinamica (vol. I, II), Ed. Tipografia UPB, 1981, V. N. Constantinescu, N. V. Constantinescu
6. Aerodynamics (vol. I, II), Mir Publishers, Moscow, (1980) 1985, N. F. Necrasov
7. Aerodynamics components of aircraft at high speeds (vol. VII of High speed aerodynamics and jet propulsion, 1957), London, Oxford University Press, A. J. Donovan, H. R. Lawrence
8. Aerodinamica vitezelor mari, Ed. Academiei, Bucuresti, E. Carafol
9. Boundary layer theory, Mac Graw Hill Book Company, 1968, Hermann Sehlichtun
10. Turbulenta fluidelor ("The physics of fluid turbulence"), Ed. Tehnica, Bucuresti, 1997, W. D. Mac Comb
11. Avioane si Rachete –concepte de proiectare-, Ed. Militara, Bucuresti, 1985, M. M. Nita, Moraru F.
12. Nonlinear theory of continuous media, Mac Graw Hill Book Company, New York, 1962 Cernal A. Eringen
13. Mecanica Fluidelor, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1979, Julieta Florea, Valeriu Panaitescu

PRECIZARI

Tematica exprima necesarul de cunostinte de specialitate in fiecare domeniu de activitate.

Subiectele de examinare se alcatuiesc din aceste tematici (cu referintele corespunzatoare), se vor perfecta la o sedinta a Consiliului Stiintific si se vor afisa atunci.

Eventuale completari (de detaliu) considerate de membrii comisiilor de examinare se vor face cu cel putin 15 zile inainte de data incheierii inscrierilor.