



**„Elie Carafoli” Aerospace Sciences Department - Departamentul de Științe Aeroșpațiale “Elie Carafoli”**



Air Navigation

## **Air Transport Engineering MEng in Aerospace Engineering**

**Curriculum and Syllabus**

### **Programul de studii de master în ingineria aerospațială ”Ingineria transportului aerian”**

**Planul de învățământ și programa analitică**

22 octombrie 2016 - Versiunea 1.22 – nefinalizată

Conf. dr. ing. Octavian Thor Pleter  
Decan  
Responsabil program de studii

Prof. dr. ing. Sterian Dănăilă  
Director departament

<b>APE</b>	Aircraft Performance	2C 1S E	4CP
	Performanțele aeronavei	UPB.09.S.09.O.034	
Course director Conf. dr. ing. Petrișor Pârvu			
<p>This course discusses the factors that affect aircraft performance, which include the aircraft weight, atmospheric conditions, runway environment, and the fundamental physical laws governing the forces acting on an aircraft. The performance or operational information contains the operating data for the aircraft; that is, the data pertaining to takeoff, climb, range, endurance, descent, and landing. The use of this data in flying operations is mandatory for safe and efficient operation. Considerable knowledge and familiarity of the aircraft can be gained through study of this material.</p>			
<p>Acest curs discută factorii care afectează performanțele aeronavei, care includ greutatea aeronavei, condițiile atmosferice și ale pistei de decolare/aterizare, și legile fizice fundamentale care guvernează forțele ce acționează pe o aeronavă. Performanța sau informațiile operaționale conțin datele de operare pentru aeronavă, adică datele referitoare la decolare, urcare, durata și distanța de zbor, coborâre și aterizare. Utilizarea acestor date în cadrul operațiunilor de zbor este obligatorie pentru operarea sigură și eficientă. Prin studiul acestui material se pot obține cunoștințe considerabile și familiarizarea cu operarea aeronavei.</p>			

<b>AFS</b>	Automatic Flight Control Systems	2C 1S E	4CP
	Sisteme de control automat al zborului	UPB.09.S.09.O.035	
Course director: Prof. dr. eng. Adrian-Mihail Stoica			
<p>Linear-Quadratic-Gaussian problem, Kalman filtering. Fault detection and isolation. Robust design of automatic flight control systems (AFCS); uncertainty modeling. Robust stability conditions with respect to dynamic uncertainty. Robust design of AFCS with respect to dynamic uncertainty. Introduction to nonlinear dynamic systems. Periodic solutions; pilot induced oscillations. Lyapunov stability. Absolute stability; Popov's criterion. Adaptive AFCS. Nonlinear design techniques for AFCS.</p>			
<p>Problema liniar pătratică gaussiană; filtrul Kalman. Detecția și identificarea căderilor. Sinteza robustă a sistemelor de comandă automată a zborului (AFCS); modelarea incertitudinilor. Condiții de stabilitate robustă în raport cu incertitudini de modelare dinamice. Proiectarea robustă a AFCS în raport cu incertitudini de modelare dinamice. Noțiuni introductive privind modelarea neliniară a sistemelor dinamice. Soluții periodice; oscilații induse de pilot. Stabilitatea în sens Liapunov. Stabilitatea absolută; criteriul lui Popov. AFCS adaptive. Tehnici neliniare de proiectare a AFCS.</p>			

<b>ADY</b>	Aerodynamics	2C 1S 1L E	4CP
	Aerodinamică	UPB.09.S.09.O.036	
Course director: Prof. dr. ing. Sterian Dănăilă			
<p>Direct problem and the inverse problem in aerodynamics; Conservation laws ; Continuity equation; Momentum equations; Energy equation; Entropy equation ; Inviscid fluid; Potential flows; One-dimensional flows; General theory of airfoils. Circulation theory; Conformal mapping; Thin airfoil theory; Flapped airfoils; Airfoil's polar; Laminar and supercritical airfoils; Suction in the leading edge; The theory of finite span wing in incompressible regime; Wing models; Lifting line theory; Collocation Method; The generalized lifting line; Lifting surface theory ; Acceleration potential;</p>			

Simplifications in the theory of lifting surface; Aerodynamics of axis-symmetrical bodies of revolution; The axial- symmetric flows; Zero incidence flows around bodies of revolution; Non-zero incidence flows around bodies of revolution; Aerodynamic forces and moments ; Aerodynamic interference; Interferences; The influence of the wing on the fuselage; Elements of the theory of slender body (missile aerodynamics).

Problematika aerodinamicii, Problema directă, Problema inversă; Legi de conservare; Ecuația de continuitate; Ecuațiile de impuls; Ecuația energiei; Ecuația entropiei; Modelul de fluid perfect; Modelul potențial; Mișcări unidimensionale Teoria profilelor aerodinamice in regim incompresibil; Teoria vârtejurilor; Teoria generală a profilelor aerodinamice; Transformări conforme; Teoria profilelor subțiri;. Profile braccate; Polara profilului; Profile laminare si supercritice; Sucțiunea în bordul de atac al plăcii plane;. Teoria aripii de anvergură finită in regim incompresibil. Modele de aripă;. Modelul liniei portante drepte; Metoda cologației; Modelul liniei portante generalizate; Modelul de suprafață portantă; Modelul potențialului de accelerație; Simplificări în teoria de suprafață portantă. Aerodinamica corpurilor de revoluție în regim incompresibil; Modelul de mișcare axial-simetrică; Mișcarea fără incidență în jurul corpurilor de revoluție; Mișcarea cu incidență în jurul corpurilor de revoluție; Forte si momente aerodinamice; Interferențe aerodinamice; Problema interferențelor; Influența aripii asupra fuselajului; Elemente de teoria corpului îngust.

<b>NVB</b>	Noise and Vibrations	2C 1L E	4CP
	Acustică și vibrații	UPB.09.F.09.O.037	
Course director: Prof. dr. ing. Mihai Valentin Predoi (UPB-Mechanics)			
Aeronautical structures vibrations are studied from simple models with one or two degrees of freedom, to continuous systems: bars, membranes and plates. Basic concepts such as resonances, transmissibility and damping are presented along with examples from aeronautics. Acoustic radiation is studied for fixed and mobile point sources (Doppler effect), as well as for planar sources with applications to the cabin noise and exterior noise produced by aircrafts. Techniques for noise and vibration control are theoretically/practically analysed. Matlab and COMSOL Multiphysics Finite elements analysis codes are used in laboratory numerical simulations.			
Vibrațiile structurilor aeronautice sunt studiate de la modele simple cu unul sau două grade de libertate până la sisteme continue: bare, membrane și plăci. Noțiuni de bază precum rezonanțele, transmisibilitatea, amortizarea sunt tratate cu exemple din aeronautică. Radiația acustică este studiată pentru surse punctiforme în repaus și în mișcare (efectul Doppler), precum și pentru surse plane, cu aplicații la zgomotul din cabină și zgomotul exterior aeronavelor. Tehnici de control al zgomotelor și vibrațiilor sunt analizate teoretic/practic. Programele Matlab și COMSOL Multiphysics pentru analize cu elemente finite, sunt folosite pentru simulări numerice la laborator.			

<b>ASF</b>	Advanced Safety and Human Factors Methods and Tools	2C 1S V	4CP
	Metode și instrumente avansate de siguranță și factorul uman	UPB.09.U.09.O.038	
Course director: ing. Antonio Licu (Eurocontrol), dr. ing. Bogdan Donciu (Romatsa)			
New developments on Safety-II approach. Importance of understanding Safety Culture and the cultural systems of different countries and regions Safety Culture Cards, Safety Culture GPS, SOFIA (Sequentially Outlining and Follow-up Integrated Analysis, Human factors vs Human Performance, Human Factors Case. Analytical Hierarchy Process (AHP) and Aerospace Performance Factor (APF).			

Risk Analysis Tool and its practical usage using real incidents. Practical applications of methods and tools.

Noi dezvoltări în modalitățile de evaluare pozitivă a noțiunii de siguranță. Cultura siguranței și diferențele de cultură între diferite țări și regiuni, Card-urile de Cultură și metode de măsurare a Culturii de siguranță. Metodologia SOFIA de reconstrucție a incidentelor și accidentelor, Factorul uman versus Performanța umana, Cazul de Factor Uman – Procesul de Analiză Ierarhică (AHP) și aplicația sa în aviație prin Factorul de Performanță Aeronautică (APF)- Instrumentul de evaluare armonizată a riscului incidentelor (RAT) și aplicarea sa practică utilizând incidente din aviație. Aplicarea practică a metodelor și instrumentelor prezentate în curs.

<b>RE1</b>	Research 1	12P V	10CP
	Cercetare 1	UPB.09.S.09.O.038	
Course director: the research supervisor			
Research activity			
Activitate de cercetare			

<b>CFD</b>	Computational Fluid Dynamics	2C 1S E	3CP
	Dinamica fluidelor computațională	UPB.09.S.10.O.027	
Course director: Prof. dr. ing. Sterian Dănăilă			
<p>Finite volume method for fluid dynamic: Conservative forms; Computing grids; Numerical flux estimation; Upwind methods : decomposition of flux vector; Riemann problem; The propagation of disturbances ;</p> <p>Numerical Methods for the Euler equations: Mathematical formulation Euler model; Eiganvalues and compatibility relations; Simple Solutions for one-dimensional flow; Lax - Wendroff type Methods; Explicit first order schemes; Second order explicit schemes ; Implicit schemes; Artificial viscosity; Boundary conditions; Extrapolation methods ; Upwind schemes; Godunov type schemes ; Second-order upwind schemes .</p> <p>Solving Navier-Stokes equations by finite volume method: SIMPLE algorithm for scalar equations ; Computational grid; Momentum equations discretization; Discretization of the continuity equation; Pressure equation; Boundary and initial conditions; The coupling between the velocity field and pressure field; Diffusive terms and source terms; Conditions for stability; Convergence conditions; Boundary conditions.</p>			
<p>Metoda volumelor finite in dinamica fluidelor. Principiul metodei; Forme conservative; Grile de calcul; Estimarea fluxului numeric; Metode upwind: descompunerea vectorului flux; Problema Riemann; Propagarea perturbațiilor;</p> <p>Metode numerice pentru ecuatiile Euler. Formularea matematica a modelului Euler; Valori proprii si relatii de compatibilitate; Solutii simple exacte pentru curgeri unidimensionale; Metode numerice de tip Lax-Wendroff; Scheme explicite de primul ordin; Scheme explicite de ordin doi; Scheme implicite; Viscozitate artificială; Condiții la limita. relații de compatibilitate. metode de extrapolare; Scheme upwind pentru ecuațiile Euler; Scheme de tip Godunov; Scheme upwind de ordin doi.</p> <p>Rezolvarea ecuațiilor Navier-Stokes prin metoda volumelor finite. Algoritmul SIMPLE pentru ecuații scalare; Grila de calcul; Discretizare ecuațiilor de impuls; Discretizarea ecuației de continuitate; Ecuația presiunii; Condiții la limită și inițiale; Cuplajul dintre câmpul de viteze și câmpul de presiuni; Discretizarea termenilor difuzivi și a termenilor sursă; Condiții de stabilitate; Condiții convergență, condiții la limită.</p>			

<b>FTO</b>	Flight Trajectory Optimization	2C 2S E	3CP
	Optimizarea traiectoriei de zbor	UPB.09.S.10.O.028	
Course director: Prof. dr. ing. Ion Stroe (UPB-Mechanics)			
<p>Introduction. Problem of Optimization. Problem of Maxima and Minima. Problems of Bolza, Mayer and Lagrange. Problems with Inequalities. Hamilton Function. Cruise Flight Problem. Flight Optimization at Constant Altitude. Climb Study. Specific Energy Theory. Time to Climb Problem. Required Fuel to Climb. Minimum Time to Climb. Minimum Fuel to Climb. Descend Approach Flight. Pontryagin Principle. Minimum Time Problem. Minimum Fuel Problem. Linear Systems Control. Simplified „on-off” Control.</p>			
<p>Introducere. Problema optimizării. Probleme de maxim și de minim. Problemele lui Bolza, Mayer și Lagrange. Probleme cu inegalități. Funcția Hamilton. Problema zborului de croazieră. Optimizarea zborului la altitudine constantă. Studiul urcării. Teoria energiei specifice. Problema timpului de urcare. Combustibilul necesar pentru urcare. Urcarea în timp minim. Urcarea cu minim de combustibil. Zborul de coborâre și apropiere. Principiul lui Pontryagin. Problema de timp minim.</p>			

Problema minimului de combustibil. Controlul sistemelor liniare. Controlul „on-off” simplificat.

<b>ATA</b>	Air Traffic Management Automation	2C 1S E	2CP
	Automatizarea managementului traficului aerian	UPB.09.S.10.O.029	
Course director: Conf. dr. ing. Octavian Thor Pleter, MBA			
Air Traffic Control principles: separation, traffic density, control, coordination, decision making. Air Traffic Management automation methods: ATCO robots, Free Flight based on ADS/B, ACAS/TCAS, FANS, Simultaneous Flight and Traffic Management System (SFTMS) based on Total Costs and Risks. Trajectory Based Operations (TBO). Optimal 4D Trajectory synthesis. Future SFTMS using Virtual Non-Linear Adaptation.			
Principiile Managementului Traficului Aerian: eşalonare, denistatea de trafic, dirijare, coordonare, luarea deciziilor. Metode de automatizare în Managementul Traficului Aerian: roboți ATCO, Free Flight bazat pe ADS/B, ACAS/TCAS, FANS, Sistemul de Management Simultan al Zborului și al Traficului Aerian (SFTMS) bazat pe Costuri și Riscuri Totale. Operarea pe Bază de Traietorii (TBO). Sinteza optimală a traiectoriilor 4D. Viitorul SFTSM folosind Adaptarea Virtuală Neliniară.			

<b>CDL</b>	Computer Networking and Data Link	2C 1S E	2CP
	Rețele de calculatoare și comunicații digitale	UPB.09.S.10.O.030	
Course director: Prof. dr. ing. Cătălin Petrescu, (UPB-FACCS)			
Data communication model, comparison between wired and wireless data transmission, principles of radio communication, signal modulation, conventional modulation techniques and their variations for data communication: amplitude modulation (AM/ASK), frequency modulation (FM/FSK), phase modulation (PM/PSK/BPSK/QPSK), other methods: Dual-tone multi-frequency (DTMF) and Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM).			
Modelul comunicației de date, comparație între comunicatia de date prin fir și cea radio, principiile comunicației radio, modulația semnalelor, tehnici de modulație convenționale și variantele acestora utilizate în transmiterea datelor: modulația în amplitudine (AM/ASK), modulația în frecvență (MF/FSK), modulația în fază (PM/PSK/BPSK,QPSK), alte metode: DTMF și Multiplexarea cu Divizare în Frecvență Ortogonală (OFDM).			

<b>ELF</b>	Metal Stress and Fatigue	2C 1L V	2CP
	Tensiuni în metale și oboseală	UPB.09.S.10.O.031	
Course director: Conf. dr. eng. Cristian Petre (UPB-Engineering Systems)			
General engineering design of mechanical structures subjected to variable loadings. Stress states in metal structures. Fatigue design of the structures (methods and procedures), particularly for aerospace industry. The behaviour of metals under repeated stresses/strains (micro and macro aspects of metal fatigue). Quantitative models suitable for crack initiation/propagation and final fracture. Numerical examples and experimental tests.			
Proiectarea structurilor ingineresti solicitate la incarcari variabile in timp. Stari de tensiune in structuri metalice. Metode si proceduri utilizate in analiza la oboseala a metalelor, in particular pe cele intalnite in domeniul aerospacial. Aspecte micro si macro ale oboselii matalelor. Modele cantitative ale initierii si propagarii fisurilor, cat si pentru ruperea finala. Exemple numerice si			

incercari experimentale.

<b>RE2</b>	Research 2	12P V	18CP
	Cercetare 2	UPB.09.S.09.O.038	
Course director: the research supervisor			
Research activity			
Activitate de cercetare			

<b>ATO</b>	Air Traffic Optimization	2C 1S E	4CP
	Optimizarea traficului aerian	UPB.09.S.11.O.038	
Course director: Prof. dr. ing. Corneliu Berbente			
Optimization methods: combinatorial optimization, linear programming, dynamic programming, gradient methods, stochastic optimization, evolutionary algorithms. Genetic algorithms. Chromosome structure. Fitness function. Crossover and mutation. Selection strategies. Tournament selection. Applications in air traffic optimization. Optimal synthesis of separated 4D trajectories.			
Metode de optimizare: optimizări combinatoriale, programare liniară, programare dinamică, metode de tip gradient, optimizare stocastică, algoritmi evoluționari, Algoritmi genetici. Structura cromozomială. Funcția de adaptare. Încrucișarea și mutația. Strategii de selecție. Turnirul de selecție. Aplicații în optimizări ale traficului aerian. Sinteza optimală a traiectoriilor 4D separate.			

<b>SDS</b>	Structural Design	2C 1S E	4CP
	Proiectarea structurilor	UPB.09.S.11.O.039	
Course director: Conf. dr. ing. Ion Predoiu			
Principles of structural design for airplanes (Flight envelope, Design loading cases, Strength criteria) - a synthetic view. Fundamentals of the Theory of lightweight structures (Stress analysis, Stability problems, Structural integrity, Fail-safe design). Conventional structures: Wings (Straight wings - typical layout/structural elements, swept wings, delta wings). Fuselage(...). Wing-to-fuselage attachment. Nonconventional structures (sandwich, composites). Aeroelastic aspects of the structural design. Use of modern numerical procedures in the design of aerospace structures.			
Principii de proiectare structurală pentru avioane (Anvelopa de zbor, Sarcini de calcul, Criterii de rezistență – o privire sintetică. Fundamentele Teoriei structurilor ușoare (Stări de tensiune, Probleme de stabilitate elastică, Integritate structurală, Fail-safe design). Structuri convenționale: Aripi (Aripa dreaptă – soluții/elemente constructive tipice, aripa în săgeată, aripa delta). Fuzelaj(...). Joncțiunea aripă-fuzelaj. Structuri neconvenționale (sandwich, compozite). Aspecte aeroelastice în proiectarea structurală. Metode numerice în proiectarea structurilor aerospațiale.			

<b>PRS</b>	Propulsion Systems	2C 1S E	4CP
	Sisteme de propulsie	UPB.09.S.11.O.040	
Course director: Prof. dr. ing. Virgil Stanciu			
Aircraft propulsion, configuration and components. Aircraft engine modeling. Turbojet engines. Design parameters. Effect of mass flow on thrust. Turbofan engines. Inlets or diffusers. Exhaust nozzles. Compressors and fans. Velocity triangles; compressor performance maps. Compressor blading; design; multi-staging. Turbines; stage characteristics. Turbine solidity; mass flow limits; blade temperature. Turbine cooling; general trends and systems; internal cooling. Compressor-turbine matching. Engine structures; centrifugal stresses. Critical speeds and vibration. Combustors; afterburners. Pollutant; motivations for control; formation; strategies for reduction. Aircraft engine noise.			
Propulsia aeronavelor, configurații și componente. Modelarea motoarelor de aviație. Motoare turboreactoare. Parametri de proiectare. Efectul debitului masic asupra tracțiunii. Motoare			



turboventilatoare. Prize de admisie și difuzoare. Ajutaje de evacuare. Compresoare și ventilatoare. Triunghiul vitezelor; diagramele de performanță ale compresorului. Palele de compresor, proiectare, compresoare multi-treaptă. Turbine; caracteristici. Soliditatea turbinei, limite de debit masic, temperatura pe pală. Răcirea turbinelor, tendințe generale și sisteme; răcirea interioară. Împerecherea compresor-turbină. Structura motoarelor; solicitări centrifugale. Viteze critice și vibrații. Combustoare; postcombustie. Poluanți; motivații pentru controlul poluării; formarea; strategii de diminuare. Zgomotul motoarelor aeronavelor.

<b>PEN</b>	Process Engineering (Metal, Wood, Plastic and Composites)	2C 1L E	3CP
	Prelucrări mecanice (metal, lemn, plastic și compozite)	UPB.09.S.11.O.041	
Course director: Conf. dr. ing. Ion Dan Dimitrescu (UPB-Engineering and Management of Technological Systems)			
<p>Manufacturing and engineering process structure. Materials used in aerospace industry  Materials classification and properties. Value analysis. Parts processed by casting.  Plastic deformation parts. Lamination, extrusion, pulling, forging, drop forging. Sheet metal processing technology by stamping, bending, shearing. Metal powders technology. Assembling parts by welding in aerospace industry. Welding. Metals brazing, soldering, oxy-gas cutting, radiant energy cutting, plasma jet cutting. Machining and micro-cutting of parts in aerospace industry. Process of milling, drilling, boring, mortising etc. Machining finishing and super-finishing. Non-metallic materials technologies. Polymers. Ceramic materials. Wood, rubber and other natural materials for aerospace industry. Non-conventional process technologies in aerospace industry. Ultra-acoustic technologies. Composite materials technologies in aerospace industry. Quality assurance in aerospace industry, quality control of products. Non-destructive testing.</p>			
<p>Structura proceselor de fabricație și de inginerie. Caracteristicile proceselor tehnologice. Materiale utilizate în industria aerospațială. Clasificarea și proprietățile materialelor. Analiza valorii. Piese fabricate prin turnare. Deformarea plastică a pieselor. Laminare, extruziune, tragere, forjare și forjare gravitațională. Tehnologia prelucrării tablei prin decupare, ambutisare, îndoire, tăiere. Tehnologia pulberilor metalice. Asamblarea pieselor prin nituire în industria aerospațială. Nituire. Brazarea și lipirea metalelor, tăierea cu oxigen, cu energie radiantă, cu plasmă. Procesarea și microtăierea pieselor în industria aerospațială. Procesele de frezare, rabotare, găurire, mortezare etc. Prelucrările de finisare și de superfinisare. Tehnologii ale materialelor nemetalice. Polimeri. Materiale ceramice. Lemn, cauciuc și alte materiale naturale pentru industria aerospațială. Tehnologii de prelucrare neconvenționale în industria aerospațială. Tehnologii cu ultrasunete. Tehnologii ale materialelor compozite în industria aerospațială. Asigurarea calității în industria aerospațială, controlul de calitate al produselor. Verificări nedestructive.</p>			

<b>MEE</b>	Radio Technology	2C 1L V	3CP
	Radio tehnologie	UPB.09.S.11.O.042	
Course director: Prof. dr. ing. Mihai Datcu (DLR)			
<p>Radar: principles, systems and application for air traffic navigation. The aim the course is to introduce the principles of RADAR and present the main types of systems mainly used for air navigation. The course will begin with a reminder of EM and signal processing, will present the RADAR principles and the basic functional modes, further the main RADAR system components will be introduced, concluding with applications. The engineering aspects will be underlined specifically</p>			

from the perspective of operational use of the systems. To complete, the basics of Synthetic Aperture Radar SAR will be introduced.

Radar: principii, sisteme și aplicații în supravegherea traficului aerian. Scopul cursului este de a introduce principiile RADAR-ului și de a prezenta principalele tipuri de sisteme folosite în principal în supravegherea traficului aerian. Cursul începe cu o recapitulare a electromagnetismului și a prelucrării semnalelor și prezintă principiile RADAR-ului și modurile funcționale de bază. Mai departe sunt introduse principalele componente ale RADAR-ului, cu aplicații. Aspectele ingineresti sunt subliniate din perspectiva utilizatorului (operatorului) sistemelor. În completare, sunt introduse bazele Radarului cu Apertură Sintetică (SAR).

<b>RE3</b>	Research 3	10P V	10CP
	Cercetare 3	UPB.09.S.11.O.044	
Course director: the research supervisor			
Research activity			
Activitate de cercetare			

<b>DIS</b>	Dissertation	28P V	30CP
	Disertație	UPB.09.S.12.O.008	
Course director: the dissertation supervisor			
Dissertation preparation.			
Pregătirea disertației.			

<b>DIE</b>	Dissertation Exam	E	10CP
	Examen de disertație	UPB.09.S.12.O.009	
Course director: the examination board			
Dissertation exam.			
Examenul de disertație.			