

## Proiectarea optimala a masinilor electrice

## Optimal design of electric machines

### Obiectiv principal

Este o disciplina de specialitate având rolul de a prezenta studentilor elementele fundamentale necesare proiectarii masinilor electrice, metodele si criteriile de optimizare si cateva notiuni de utilizarea elementului finit la proiectarea mașinilor electrice. Obiectivul cursului este de a familiariza studentii cu tehnica moderna de calcul și softwurile specializate in proiectare, calcul de parametrii, caracteristici de pornire si functionare.

### Course Objective

It is a specialized discipline designed to present to the students the fundamental elements necessary for the design of electrical machines, optimization methods and criteria and some notions of the use of the finished element in the design of electric machines. The objective of the course is to familiarize students with modern computing techniques and specialized software in design, parameter calculation, startup and function features.

### Curs

1 ora/săptămână, total 14 ore

- *Soluții de proiectare modernă* a mașinilor electrice. Analiza datelor impuse de beneficiar, stabilirea solicitărilor electromagnetice și etapele principale de calculul (miez feromagnetic, infasurari stator/rotor, parametrii, caracteristici). Calculul pierderilor din masinile electrice, al ventilatie si incalzirii.
- *Etapele principale in optimizarea stationara:* definirea modelului matematic, stabilirea functiei obiectiv si a restrictiilor, determinarea solutiei optime, criteriile de stop. Metode analitice clasice folosite în optimizare (metode de tip gradient, Newton, metoda Lagrange, și a functiilor de penalizare). Metode de cautare directă multivariabile (algoritmi pe baza de hiperpoliedre exploratoare): Algoritmul Complex și metoda explorarii exhaustive.
- *Proiectarea optimala a mașinilor electrice.* Formularea matematica a problemei de optim, criteriile de optimizare și alegerea lor. Functia obiectiv, variabile și restrictii. Calculul minimului functiei obiectiv. Metoda diferențelor finite: relatii de calcul și conditii de frontiera de speta întâ și de speta a doua folosite la studiul câmpurilor.
- *Utilitatea metodei elementului finit* în studiul mașinilor electrice. Principiul metodei, software de tip MEF și proceduri de lucru. Prezentarea meniurilor principale ale programului Finit Element Method Magnetic. Procesorul magnetic și modul de lucru: preprocesorul folosit la definirea problemei de studiat, iar postprocesorul la rezolvarea și prezentarea rezultatelor.

### Course

2 hours weekly, 28 hours total

- Modern design solutions for electric machines. Client data analysis, electromagnetic stresses determination and basic calculation steps (ferromagnetic core, stator / rotor windings, parameters, characteristics). Calculation of losses in electric cars, ventilation and heating.
- The main stages in stationary optimization: defining the mathematical model, setting the objective function and restrictions, determining the optimal solution, stopping criteria. Classical analytical methods used in optimization (gradient methods, Newton, Lagrange method, and penalty functions). Direct multi-variable search methods (algorithms based on exploration hyperpolites): Complex algorithm and exhaustive exploration method.
- Optimal design of electrical machines. Mathematical formulation of the optimal problem, optimization criteria and their choice. The objective function, variables and restrictions. Minimum lens function calculation. Finite difference method: computational relations and boundary conditions for the first and second domains used in the study of the fields.
- The utility of the finite element method in the study of electrical machines. Method principle, MEF software and working procedures. Presentation of Finite Element Method Magnetic main menus. Magnetic Processor and Working Module: the preprocessor used to define the problem to be studied, and the postprocessor to solve and present the results.

### Laborator

1 ora/săptămână, total 14 ore

- Prezentarea laboratorului și a programelor de calcul numeric pentru: interpolare, derivare și integrare numerica, rezolvarea ecuatiilor integrodiferentiale.
- Optimizarea constructiei infasurarilor la masinile de curent alternativ

### Laboratory

1 hour weekly, 14 hours total

- Presentation of the laboratory and numerical computing programs for: interpolation, derivation and numerical integration, solving the integral-equation equations.
- Optimization of winding construction of AC motors
- Lens function in designing electrical machines and

- Funcția obiectiv la proiectarea mașinilor electrice și calculul valorii optime folosind metoda nodurilor spațiale
  - Metoda elementului finit: definirea problemei și desenarea geometriei mașinii electrice
  - Metoda elementului finit: definirea proprietăților de material și a condițiilor de frontieră
  - Studiul câmpului magnetic la masina asincrona cu metoda elementului finit: se determină spectrul câmpului magnetic, mărimile aferente inducția, intensitatea câmpului magnetic, etc., se vizualizează curba de repartiție a inducției magnetice pe diverse trasee, etc.
  - Evaluarea finală a activității de laborator
- calculating the optimum value using the spatial node method
  - Finite element method: defining the problem and drawing the geometry of the electric machine
  - Finite element method: defining material properties and boundary conditions
  - Magnetic field study of the asynchronous machine with the finite element method: the magnitude of the magnetic field, the magnitude of the induction, the magnitude of the magnetic field, etc., the magnetic induction distribution curve on different paths, etc., are visualized.
  - Final assessment of laboratory activity