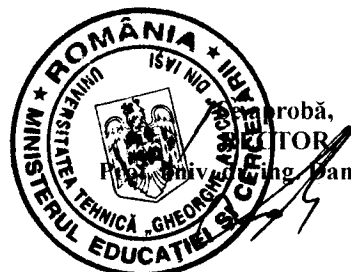


Romania-Republic of Moldova  
ENI-CROSS BORDER COOPERATION

Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași  
Facultatea de Mecanica



Prof. Univ. Dr. ing. Dan Cașcaval  
Vizat,  
Director General Administrativ,  
Dr.ing. Sofin Avram Iacoban

## Invitație de participare

**Achiziție: Furnizare Software pentru modelarea și simularea structurilor mecanice, fluidice și electromagnetice - Cross border cooperation in mechatronics engineering education"**  
codEMS-ENI - 2Soft/1.1/64 MCT CBCinMEE

Prin prezenta, invităm operatorii economici interesați să depună ofertă pentru atribuirea contractului de furnizare.

### 1. Informații generale

#### 1.1 Achizitor

Denumirea:  
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași  
Facultatea de Mecanica  
Adresa: Bdul.Prof.Dimitrie Mangeron nr.43 ,  
Localitatea: Iași,

#### 1.2 Publicarea invitației de participare și a documentelor anexate

[www.tuiasi.ro/administratie/achizitii-publice](http://www.tuiasi.ro/administratie/achizitii-publice)

#### 1.3 Depunerea ofertelor

2. Data limită pentru primirea ofertelor de către Beneficiar este:07.06.2021, ora 10.00
3. Se acceptă oferte transmise în original - pe adresa Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, B-dul Prof. Dimitrie Mangeron nr. 67, corp T, Registratura, Iași - 700050, program de lucru cu publicul 08:00 - 15:00 sau prin e-mail pe adresa



Romania-Republic of Moldova  
ENI-CROSS BORDER COOPERATION

mona.anita@tuiasi.ro. În cazul ofertei transmise prin e-mail, Beneficiarul poate solicita și transmiterea ulterioară, în maxim 2 zile lucrătoare de la data depunerii, a ofertei în original. Orice ofertă primită după termenul limită menționat va fi respinsă.

4. Notă: se va menționa „Oferta Software pentru modelarea și simularea structurilor mecanice, fluidice și electromagnetice - **Cross border cooperation in mechatronics engineering education**” codEMS-ENI - 2Soft/1.1/64 MCT CBCinMEE Ofertantul declarat câștigător va publica produsele pe SEAP în termen de maxim 2 zile de la primirea comunicării. Achiziția finală se va realiza prin intermediul SEAP.

#### 4.1 Modul de elaborare a ofertei

- ✓ Ofertantul trebuie să elaboreze oferta pentru toate produsele din lot. Nu se acceptă oferte din care lipsesc repere. Sunt 2 repere în lot. Este un singur lot.
- ✓ **Propunerea tehnico-financiară**
- ✓ Ofertantul va elabora propunerea tehnico-financiară astfel încât aceasta să respecte în totalitate cerințele prevăzute în caietul de sarcini și să furnizeze toate informațiile solicitate cu privire la preț, producător, model, precum și la alte condiții financiare și comerciale legate de obiectul contractului de achiziție publică. Ofertantul va specifica în mod obligatoriu garanția tehnică și termenul de livrare. Propunerea financiară va fi exprimată în lei, fără TVA. La întocmirea ofertei financiare, ofertantul va lua în calcul toate cheltuielile necesare furnizării produselor care fac obiectul contractului care se dorește a fi atribuit. Valoarea fiecărui produs nu trebuie să depășească valorile estimate la punctul 2.3.

#### 1.4 Prezentarea ofertei

Limba de redactare a ofertei:	Română
Moneda în care este exprimat prețul contractului:	Lei
Perioada minimă de valabilitate a ofertei:	60 zile

#### 1.5 Termen limită pentru solicitarea clarificărilor privind invitația de participare/caietul de sarcini:



Romania-Republic of Moldova  
ENI-CROSS BORDER COOPERATION

zz/II/aaa 02.06.2021, ora 10.00.

## 2. Obiectul contractului

### 2.1 Tip contract:

Lucrări ;

Produse ;

Servicii ;

2.2 Denumire contract: Oferta Software pentru modelarea si simularea structurilor mecanice, fluidice și electromagnetice - **Cross border cooperation in mechatronics engineering education** codEMS-ENI - 2Soft/1.1/64 MCT CBCinMEE

CPV - 48323000-8- Pachete software de fabricatie asistata de calculator

### 2.3 Descrierea contractului

Nr. Contract	Nr. lot	Cod CPV	Denumire produs	Cant	Valoarea estimativă a contractului Lei fara TVA	Termen de livrare
1	Lot 1, poz.1	48323000-8	Software pentru modelarea si simularea structurilor mecanice, fluidice și electromagnetice	1	<b>20488</b>	Maxim 7 zile de la semnarea de ambele parti contractului
<b>Total</b>					<b>20488</b>	

2.4. Termen de livrare: *conform caietului de sarcini*

2.5. Sursa/Surse de finanțare: **Cross border cooperation in mechatronics engineering education** codEMS-ENI - 2Soft/1.1/64 MCT CBCinMEE

2.6. Locul de livrare: *la Facultatea de Mecanica, Bdul prof.Dimitrie Mangeron 43, Iasi*

3.Procedura aplicată pentru atribuirea contractului de achizitie publică: **Achiziție directă**



Romania-Republic of Moldova  
ENI-CROSS BORDER COOPERATION

#### **4. Informații detaliate și complete cu privire la criteriul aplicat pentru stabilirea ofertei câștigătoare**

Prețul cel mai scăzut din catalogul SICAP (vechiu S.E.A.P.), cu respectarea caracteristicilor tehnice. *În cazul în care există două sau mai multe oferte clasate pe primul loc cu prețuri egale, autoritatea contractantă va solicita reofertarea, în vederea departajării ofertelor.*

#### **5. Garanția de bună execuție: Nu este cazul.**

#### **6. Plata prețului contractului**

Se va face prin O.P., în contul de Trezorerie indicat de către operatorul economic, în maxim 30 zile de la recepție, în baza facturii fiscale, contractului de achiziție și a notei de recepție. Prețul contractului nu se actualizează.

#### **7. Anunț de atribuire**

În urma finalizării achiziției directe, autoritatea contractantă va publica, pe pagina proprie de internet [www.tuiasi.ro/administratie/achizitii-publice](http://www.tuiasi.ro/administratie/achizitii-publice), un anunț de atribuire în termen de 15 zile de la data încheierii contractului. Atribuirea se va face pe lot. În cadrul fiecărui lot trebuie să fie inclusă întreaga cantitate și toate reperatele din caietul de sarcini aferent lotului.

Intocmit  
Ing. Mona Anita

## Caiet de sarcini

### *Software pentru modelarea și simularea structurilor mecanice, fluidice și electromagnetice*

#### **SPECIFICATII**

Softwareul trebuie să permită modelarea structurilor mecanice, fluidice și electromagnetice (*cum ar fi software ANSYS sau alte software-uri echivalente*).

#### **Licențiere**

- Licența să fie perpetuă și să poată fi utilizată în procesul de învățământ (activități de predare, proiecte ale studenților, demonstrații);
- Licența fără limitări ale numărului de noduri și elemente ale rețelei de discretizare;
- Licența să permită min. 5 utilizatori (stații de lucru);
- Licențele vor fi însoțite de mentenanță (actualizări și suport tehnic) pe o perioadă de 12 luni.

#### **Cerințe tehnice**

**A. Pachet de programe de analiză numerică a structurilor mecanice și fluidice**, destinat simulării numerice structurilor mecanice și a fenomenelor ce le caracterizează, a simulării fenomenelor termice și a structurilor fluidice (cum ar fi ANSYS EM sau altele echivalente).

Interfața 3D va permite posibilitatea de a modela geometrii complexe sau de a importa fișiere în diferite formate 3D din alte aplicații CAD

#### **1. Platforma de lucru, preprocesare, postprocesare**

##### **a. Platforma de lucru**

- Platformă de lucru interactivă (grafică și text) pentru toate etapele simulărilor numerice.
- Jurnalizare și transcripție.
- Crearea de scripturi pentru automatizarea taskurilor repetitive sau pentru efectuarea de operații complexe.
- Interfață grafică pentru construirea de proiecte flexibile de simulare numerică și reprezentarea lor prin diagrame de lucru schematizate.
- Diagramele de lucru să poată fi salvate și reutilizate.
- Formarea conexiunilor de lucru în proiectele de simulare numerică multidisciplinară.
- Analiză automată what-if.
- Dezvoltarea de analize parametrice, modificarea parametrilor în fereastra de lucru a proiectului.
- Întrerupere și repornire dinamică a calculelor.
- Opțiuni de salvare automată a fișierelor.

##### **b. Generarea modelului geometric**

- Capacitatea de a crea modele geometrice parametrice; suport pentru primitive și operații booleene; operații specifice pentru diverse tipuri de analize.
- Capacitatea de a crea modele conceptuale.

- Pregătirea pentru analiză a modelelor CAD existente.
- Diagnosticarea și izolarea erorilor.
- Utilitare integrate pentru simplificarea, curățarea și repararea modelelor geometrice.
- Instrumente specializate în modelarea rapidă 3D a rotoarelor mașinilor rotative radiale și axiale.
- Capacitatea de a importa modele CAD din produse software de tipul CATIA, Unigraphics, CoCREATE Modeling, SpaceClaim, SolidWorks, Solid Edge, Ansys.
- Suport pentru formate neutre: IGES, Parasolid, ACIS, STEP.

### c. Discretizarea domeniului de calcul

- Generarea automată de rețele de discretizare structurate sau nestructurate, adaptate tipului de simulare numerică.
- Suportă celule de tip hex, wedge, prism, pyr, tet, tet-wedge.
- Control parametric al rețelei de discretizare aplicabil la nivel global sau local.
- Tolerarea micilor erori de închidere ale modelelor CAD.
- Detectarea automată și repararea erorilor de tip leak/hole.
- Rediscretizarea cavităților fără afectarea întregii rețele de discretizare.
- Utilitare pentru diagnosticarea rețelei de discretizare.
- Utilitare interactive pentru manipularea rețelei de discretizare, cu menținerea integrității geometrice a modelului: scalare, translație, rotație, unire sau separare;
- ștergere, dezactivare/reactivare, înlocuire sau adăugare pentru zone de celule.
- Funcții de control local: detectarea automată a contactului, dimensiunea contactului, controlul rețelei de discretizare pe model, dimensiunea fețelor, muchiilor și celulelor pe model, dimensiunea sferelor și corpurilor de influență și controlul acestora, rafinare funcție de curbura a modelului.
- Utilitare de netezire și îmbunătățire a grilei.
- Generarea de rețele de discretizare hibride.
- Generarea de rețele de discretizare deformabile sau mobile.
- Rafinarea automată a rețelei de discretizare în timpul execuției.
- Interfețe neconforme ale grilelor, inclusiv interfețe fluid/solid.
- Discretizare adaptivă: adaptarea rețelei de discretizare (îndesire sau rărire) pe baza variabilelor soluției, parametrilor derivați (de ex.  $y^+$ , distanța la perete) sau a zonelor specificate de utilizator, incluzând:
  - adaptare conformă pentru grile triunghiulare și tetraedrale;
  - adaptare cu noduri agățate pentru toate tipurile de grile;
  - adaptare dinamică la intervale specificate de utilizator;
  - adaptare bazată pe geometria originală a modelului.
- Rețele de discretizare dinamice:
  - Mișcarea și deformarea rețelei de discretizare:
  - Realizare automată de către solver;
  - Deformarea celulelor utilizând analogia elastică;
  - Stratificare dinamică;
  - Regrilare locală;
  - Regrilare 2,5 D.
    - Solver pentru 6 grade de libertate.
  - Instrumente specializate pentru crearea de modele cu elemente finite adaptate domeniului mașinilor rotative (mesh hexa de înaltă calitate).

### d. Exportul și importul datelor

- Soluțiile pot fi exportate în AVS, CGNS, Data Explorer, EnSight, FAST, FIELDVIEW și TECPLOT.
- Exportul datelor în format ASCII.
- Exportul paralel al datelor pentru EnSight și FIELDVIEW.
- Exportul datelor de element finit în ANSYS, Abaqus, NASTRAN, PATRAN și I-DEAS.

- Importul de date în format CGNS.

#### e. Postprocesare

- Controlul dinamic al setărilor și operațiunilor de postprocesare.
- Interpolarea soluției de pe o rețea de discretizare pe alta.
- Specificare flexibilă a unităților de măsură (unități în SI, sistemul britanic sau combinații).
- Afișarea în mod text și în mod grafic a reziduurilor.
- Monitorizarea și raportarea valorilor minime și maxime.
- Monitorizarea și raportarea fluxurilor masice și termice.
- Monitorizarea și raportarea forțelor și momentelor.
- Calculul, monitorizarea și raportarea integralelor și mediilor de suprafață și volumice.
- Postprocesare specifică pentru turbomașini.
- Calculul gradientilor și a cantităților derivate.
- Reprezentarea grafică a câmpurilor de vectori.
- Reprezentarea grafică a liniilor de nivel pentru câmpurile scalare (contururi) pe frontieră sau pe suprafețe definite de utilizator.
- Reprezentarea grafică a liniilor de curent.
- Grafice 2D.
- Postprocesare independentă pentru curgeri multifazice.
- Transformate Fourier discrete pentru serii temporale de date.
- Probare grafică a datelor.
- Utilitare de creare automată a animațiilor.
- Manipulare cu ajutorul mouse-ului a imaginilor (rotație, translație, zoom).
- Opțiuni de salvare a imaginilor.
- Export VRML.
- Limbaj de programare specific soluției de calcul care să permită utilizatorului accesul la comenzi de pre și post procesare în vederea realizării modelelor parametrice și a studiilor de optimizare.

## 2. Capabilități de modelare și simulare numerică în analiza structurală

### a. Tipuri de analiză structurală disponibile:

- Analiză statică liniară: determinarea deformațiilor, tensiunilor și forțelor în condiții statice de încărcare.
- Analiză statică neliniară pentru sisteme conservative și neconservative. Neliniaritățile pot fi geometrice, de material, sau de contact (deformații mari, rotații mari, efecte Coriolis, plasticitate, ecrusare, hiperelasticitate, fluaj, contact de suprafețe).
- Analiză modală: determinarea parametrilor modali (frecvența, amortizarea și forma modală) pentru toate modurile proprii ale structurii. Algoritmi de extracție a modurilor: Lanczos pe blocuri; Lanczos – PCG iterativ; metoda supernodurilor; metoda redusă (HB cu iterație inversă); metoda asimetrică; metoda QR cu amortizare.
- Analiză armonică: determinarea vibrațiilor forțate ale structurii la sarcinile care variază armonic în timp. Metode de calcul: Mode superposition, Full.
- Analiză dinamică tranzitorie: determinarea răspunsului structurii la sarcinile care variază arbitrar în timp. Metode implementate: metoda directă (metoda Full) - permite toate categoriile de neliniarități; metoda suprapunerii modurilor; metoda redusă.
- Analiză spectrală: calculul tensiunilor și deformațiilor datorate răspunsului spectral sau a vibrațiilor aleatoare. Spectre de răspuns disponibile: minim SPRS, MPRS, DDAM, PSD.
- Analiză liniară și neliniară la flambaj: calculul sarcinii de flambaj, determinarea deformației de flambaj.
- Analiză pentru materiale compozite: modelarea materialelor compozitelor (definirea matricei și a straturilor de armare, selecția mecanismului de cedare), analiza fenomenelor de delaminare și cedare.
- Analiza solicitărilor la oboseală.
- Analiza fenomenelor de cedare/rupere.
- Analiză parametrică.
- Analize avansate: analiza dinamică complexă a structurilor în mișcare de rotație; analiza vibrațiilor în condiții complexe de contact; analiza structurilor mari prin partiționare în super elemente; analiză cu simetrie ciclică;
- Analize 2D. Posibilitati de expandare 3D.

## b. Funcții de modelare specifice analizei structurale

- Detectarea interacțiunilor cheie între componentele ansamblului: detectarea/ definirea interacțiunilor de contact, asamblări fixe (elastice, prin sudură), articulații specifice mecanismelor, cu simularea gradelor de libertate.
- Modele matematice de material (ecuații constitutive) incorporate: elasticitate izotropică/ ortotropică; elasticitate multiliniară; hiperelasticitate izotropică, anizotropică; Bergstrom-Boyce; plasticitate; vâscoelasticitate; vâscoelasticitate; fluaj; ecuație constitutivă definită de utilizator; sinteza modelului de material prin aproximarea numerică a datelor experimentale.
- Librărie de proprietăți fizice.
- Modelarea contactului. Moduri de definire: suprafață-suprafață; nod-suprafață; nod-nod; grindă-grindă; deformabil-deformabil; deformabil-rigid.
- Proprietăți: contact structural de fixare; contact structural cu/fara frecare; contact termic sau structural-termic; puncte de sudură; pretensionare; articulații; garnituri.
- Metode matematice (de formulare) a contactului: Pure Penalty; Augmented Lagrange; Normal Lagrange; MPC.
- Comportament al contactului: Simetric sau Asimetric.
- Setări avansate ale contactelor: metode de detectare, tolerante, controlul gap-ului.

## c. Tipuri de condiții la limită

Condiții la limită pe modelul solid sau pe rețeaua de discretizare;

- Deplasări, rotații, forțe (punctuale, superficiale, volumice), presiuni, temperaturi, încărcări inerțiale, încărcări gravitaționale.
- Încărcări tabelare.
- Condiții inițiale statice și dinamice.
- Pretensionare.
- Condiții la limită complexe definite de utilizator.

## d. Elemente predefinite

- Elemente solide: 2D plane și axial simetrice, 3D, axial-simetrice generalizate.
- Elemente de tip shell.
- Elemente speciale: ranforsări, tuburi, articulații, îmbinări, zone coezive, garnituri, elemente definite de utilizator.
- Elemente tip grindă.
- Elemente pentru simulări multidisciplinare.

## e. Metode numerice integrate

- Metode de discretizare FEM: h-element și p-element.
- Rețea de discretizare adaptivă.
- Solver FEM iterativ.
- Solver FEM direct (pe matrici rare).
- Solveri FEM paraleli: solverul direct pentru matrici rare; solverul PCG (gradient conjugat cu preconditionare); solverul JCG (Jacobi - gradient conjugat).
- Solveri de valori proprii: Lanczos pe blocuri; Lanczos - PCG iterativ; supernod; redus (HB cu iterație inversă); asimetric; QR cu amortizare.

## 3. Capabilități de simulare numerică multidisciplinară

- Capacitatea de a efectua simulări numerice multidisciplinare prin cuplarea directă sau prin concatenarea secvențială a simulărilor numerice disciplinare.
  - Capabilități principale:
    - Construirea schemei de simulare pe platforma de lucru integrată;
    - Configurarea transferului de rezultate: variabilele transferate, transfer unidirecțional sau bidirecțional;
    - Configurarea parametrilor de simulare;
    - Controlul și monitorizarea execuției;
    - Raportarea iterațiilor, a convergenței solverelor și a convergenței rezultatelor transferate.
  - Tipuri disponibile de simulări numerice multidisciplinare:
    - Analiză CFD – analiză structurală: interacțiunea fluid-structură, acustica fluid-structură;
    - Analiză CFD – analiză termică;
    - Analiză structurală – analiză termică.
  - Analiză CFD - analiză structurală:



- Transfer unidirecțional de rezultate pentru analize staționare;
- Transfer bidirecțional de rezultate pentru analize tranzitorii și pentru analize staționare pe geometrii deformabile sau mobile;
- Stabilizarea prin corecții de compresibilitate a transferului bidirecțional de rezultate;
- Definirea condițiilor la limită pe interfața fluid-solid;
- Cuplarea rețelelor de discretizare în zona de interacțiune fluid-structură;
- Parametrizare și optimizare;
- Calcul paralel.
- Analiză CFD - analiză termică (transfer termic conjugat fluid-solid):
  - transfer bidirecțional de rezultate;
  - definirea termenului de advecție datorat mișcării domeniului solid;
  - calculul automat al temperaturii și fluxului termic la granița solid-fluid;
  - transfer termic conjugat fluid – sistem de corpuri aflate în mișcare de rotație.

#### 4. Capabilități de modelare și simulare numerică în dinamica fluidelor

##### a. Tipuri disponibile de analize CFD:

- Dinamica fluidelor newtoniene:
  - mișcări laminare, mișcări turbulente, tranziția laminar-turbulent (Transition SST, Intermittency Transition, Transition  $k-k$  -I);
  - mișcări staționare (algoritm implicit sau explicit) și nestaționare (explicit, implicit-ordinul I, implicit ordinul II);
  - mișcări izocore și neizocore;
  - mișcări bidimensionale și tridimensionale;
  - mișcări cu suprafață liberă (model VOF).
- Tipuri de simulări pentru mișcarea turbulentă:
  - Reynolds Averaged Navier Stokes Simulations (RANS);
  - Scale Resolving Simulations (SRS): LES (large-eddy simulation), DES (detached eddy simulation), WMLES (LES pentru mișcări cu graniță rigidă la numere Re mari);
  - Simulări hibride RANS + LES zonal, RANS + ELES (embedded LES).
- Dinamica fluidelor ne-newtoniene (modele Bingham, Bird-Carreau, Carreau-Yasuda, Casson, Cross, Herschel-Bulkley).
- Dinamica fluidelor polifazice (modele VOF, Mixture, Eulerian, Wet Steam):
  - mișcări bifazice lichid-gaz și lichid-lichid (curgere cu bule, curgere cu picături, curgere cu bule mari în suspensie, curgere stratificată- suprafața liberă).
  - determinarea traiectoriilor fazei disperse;
  - schimbări de fază;
  - cavitație (modele Schnerr- Sauer, Zwart- Gerber- Belamri, Singhal);
  - dinamica jeturilor.
- Transfer de căldură și masă;
- Convecție forțată laminară/turbulentă, inclusiv încălzire vâscoasă (viteze mari, fluide compresibile);
- Convecție naturală și mixtă, cu opțiunea utilizării aproximației Bussinesq.
- Aeroacustică (modele Ffowcs-Williams and Hawkings, Broadband noise source) și hidroacustică.
- Solvere dedicate studiului celulelor de combustibil, de tip Solide Oxide Fuel Cell (solver SOFC) și Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell (solver PEMFC) sau echivalente.

##### b. Funcții de modelare specifice CFD:

- **Modelarea turbulenței**
  - Modele cu o ecuație: Spalart-Allmaras, (pentru curgeri care urmează perețele; insensibil la valoarea  $y^+$ )
  - Modele cu două ecuații:
    - $k-\epsilon$  -standard, realizabil și RNG- cu submodele pentru efecte de convecție naturală, compresibilitate, numere Reynolds mici (de preferat Realizable cu EWT);
    - $k-\omega$  (standard și SST).
  - Extensii specializate: corecții pentru curbura liniilor de curent (Spalart-Allmaras one-equation model, Standard, RNG, Realizable (standard și SST), Scale-Adaptive Simulation (SAS) and Detached Eddy Simulation with SST (DES-SST)); corecții pentru reatașare (prin Non-Equilibrium Wall Functions (pentru modelele  $k-\epsilon$  și RSM)

- Ecuații de închidere de ordinul doi pentru tensiunile turbulente (RSM):
- Ecuații algebrice explicite (EARSM pentru miscari secundare, curbarea liniilor de curent și sisteme rotite);
- Submodele RSM: LRR (Lauder-Reece-Rodi), SSG (Speziale-Sarkar-Gatski), Stress- $\omega$ .
  
- Modele din clasa RANS sunt
  - interoperabile cu celelalte modele fizice din pachet;
  - compatibile cu adaptarea dinamică a rețelei de discretizare.
- Modelarea stratului de perete:
  - funcții de perete standard;
  - insensibilitate la  $y^+$ ;
  - funcții de perete sensibilizate la gradientul de presiune;
  - modelul Enhanced Wall Treatment (EWT) pentru modelul Spalart-Allmaras și pentru modelele k- $\epsilon$ ;
  - funcții de perete scalabile pentru familia de modele k- $\epsilon$ ;
  - corecții pentru curbura peretelui.
  
- Modelarea turbulenței pentru simulările LES (large-eddy simulation) pentru fluidele fluctuante :
  - modele de turbulență pentru vârtejurile mici (Smagorinsky-Lilly și WALE);
  - modele dinamice (Smagorinsky-Lilly dinamic și modelul transportului energiei cinetice turbulente);
  - funcții de perete Werner-Wengle.
- Modelare DES (detached eddy simulation): DES-SST, DES-Spalart-Allmaras, DES-k- $\epsilon$  realizabil.
- Posibilitatea modificării tuturor constantelor modelelor, vâscozității turbulente și a vârtejurilor mici și a termenilor sursă din ecuațiile de transport .
- Modelarea tranziției laminar-turbulent:
  - Modelul k-kl- $\omega$  pentru tranziția laminar-turbulent a stratului limită;
  - Modelul de tranziție SST;
  - Corelația Menter-Langtry  $\gamma$ - $\theta$ ;
  - Modelarea tranziției laminar-turbulent fixă, prin intermediul zonelor laminare definite de utilizator.
  - **Modelare acustică:**
- Analogia acustică Ffowcs-Williams & Hawkings:
  - Posibilitatea selectării de surse și receptori multipli;
  - Suport pentru suprafețe în mișcare de rotație.
  
- Modele pentru surse de zgomot cu bandă îngustă pentru calculul surselor acustice în simulări staționare:
  - Corelații semi-empirice pentru puterea surselor acustice;
  - Calculul termenilor sursă pentru ecuațiile Lilley și ecuațiile Euler liniarizate bazate pe sintetizarea câmpului de viteze turbulent.
- Postprocesare specializată, incluzând transformata Fourier discretă.
  
- **Modelarea tipului de fluid:**
  - Tipul de fluid poate fi selectat din baza de date încorporată sau poate fi definit de utilizator;
  - Ecuații de stare: gaz ideal, Redlich-Kwong, Peng-Robinson, IAPWS IF-97, ecuații de stare definite de utilizator;
  - Căldura specifică: constantă, polinom de ordinul 4, definită de utilizator;
  - Conductivitate: modelul Sutherland, modelul Eucken, definită de utilizator;
  - Vâscozitate: modelul Sutherland, modelul cinetic cu sau fără interacțiune, definită de utilizator;
  - Fluide non-newtoniene: Bingham, Bird-Carreau, Carreau-Yasuda, Casson, Herschel-Buckley, Ostwald-de Waele, definit de utilizator;
  - Ecuații de stare (sau diagrame) lichid-vapori

- **Modelarea interfeței rețelelor de discretizare**
  - Conectarea de rețele diferite provenite din mai multe surse.
  - Controlul condițiilor la limită.
  - Algoritmi de intersecție directă sau rasterizată.
  
- **Modelarea domeniilor multiple și a interfeței cu modelul geometric**
  - Conexiuni de translație sau rotație periodice.
  - Conexiuni de translație cu schimbarea presiunii sau a debitului masic.
  - Interfețe fluid-solid cu schimbare de formă sau orientare.
  - Domenii poroase.
  - Suprafețe tampon între domeniul fluid și domeniul solid pentru modelarea conducției, contactului termic, rezistenței termice de contact.
  - Raportarea la repere inerțiale (staționare) sau neinerțiale (în mișcare de rotație).
  - Modelarea interacțiunii dintre componentele staționare și componentele mobile ale turbomașinilor:
    - medierea circumferențială la interfața dintre reperul fix și reperul mobil;
    - modelul rotorului înghețat;
    - modelul tranzitoriu.
- **Modelarea mișcărilor polifazice**
  - Modelul VOF (Volume Of Fluid):
    - Modelarea sistemelor gaz-lichid sau lichid-lichid imiscibile;
    - Urmărirea suprafeței, incluzând efecte de tensiune superficială și adeziune la pereți;
    - Modelarea transferului de masă și energie;
    - Transportul speciilor în sau între faze;
    - Compresibilitatea fazei gazoase;
    - Avansare în timp cu pas variabil.
  - Modelul Eulerian:
    - Sisteme gaz-solid, gaz-lichid, lichid-solid, lichid-lichid sau gaz-lichid-solid;
    - Modelarea transferului de masă și energie;
    - Selectarea legilor de rezistență și portanță;
    - Scheme de închidere pentru modelele de turbulență  $k-\epsilon$  și RSM
    - Termeni sursă modificabili pentru ecuațiile individuale de fracție volumică.
  - Modelul amestecului polifazic:
    - N faze;
    - Modelarea transferului de energie;
    - Transportul speciilor în sau între faze;
    - Viteza de alunecare și diametrul particulelor pot fi modificate de utilizator;
    - Termeni sursă modificabili pentru ecuațiile individuale de fracție volumică.
  - Modelul fazelor granulare:
    - Disponibil cu modelul Eulerian și Modelul amestecului multifazic
    - Opțiuni multiple pentru relațiile constitutive și proprietățile fazelor granulare;
    - Condiția la limită Johnson&Jackson.
  - Modele de cavitație: Singhal, Zwart-Gerber-Belamri, Schnerr&Sauer.
  - **Modelarea Lagrangeană a fazelor disperse**
    - Calcularea traiectoriei pentru particule/picături/bule în curgeri staționare sau nestaționare.
      - Adaptarea pasului în timp controlată pe baza erorii de integrare;
      - Selectarea automată a schemei de urmărire.
    - Cuplarea transferului de impuls, energie și masă cu faza continuă.
    - Echilibrul forțelor pe particule cuprinde masa adițională și gradientul forțelor de presiune.
      - Selectarea legii de rezistență pentru particule sferice sau non-sferice.
      - Modele de atomizare:
        - Pachet de modele de atomizare primară;

- Modele de împrăștiere;
- Modele pentru ciocnirea și contopirea picăturilor;
- Corectarea rezistenței ținând cont de deformarea picăturii.
  - Model de film de lichid pe perete.
  - Condiții la limită pentru particule la contactul cu pereții (interacțiune, reflectare, adeziune).
  - Model pentru eroziunea la perete.
  - Model pentru dispersia turbulentă.
  - Transfer termic între faza continuă și cea dispersă, incluzând efecte de convecție și radiație.
  - Transfer de masă între picături ce se evaporă sau particule cu conținut volatil și faza gazoasă.
  - Evaporarea și fierberea picăturilor lichide.

#### c. Tipuri de condiții la limită

- Condiții la limită staționare și nestaționare.
- Condiții la limită pe suprafețele de influx: viteză; debit masic + direcția de curgere; presiune totală + direcția de curgere; viteză + presiune statică sau totală; gradient nul; temperatură; temperatura de frânare, entalpia de frânare.
- Condiții la limită pe suprafețele de eflux: debit masic + repartitia de presiuni transversală sau media circumferențială; viteză; presiune statică constantă; repartitie de presiuni compatibilă cu ecuația de echilibru radial; media circumferențială a presiunii; repartitia presiunilor în plan meridian, gradient nul.
- Condiții la limită pe suprafețele de flux mixte (influx și eflux): viteză; presiune totală/statică + direcția de curgere; direcția locală a vitezei.
- Condiții la limită pe frontiera rigidă a mișcării: aderență; alunecare; tensiunea la perete; perete neted/rugos; perete fix sau mobil; temperatură sau gradient de temperatura; flux termic.
- Condiții la limită particulare: simetrie; straturi subțiri; repartiții uni- sau bi-dimensionale ale mărimilor fizice.

#### d. Metode numerice integrate

- Să aibă implementate solvelele de tip : PB implicit, DB implicit și DB explicit, cu următoarele caracteristici: metoda volumului finit bazată pe grile complet nestructurate; avansare în timp cu pas adaptiv pentru formulările implicite; alocare dinamică a memoriei; executabile cu simplă și dublă precizie.
- Solver-ul PB (pressure-based):
  - algoritmi de tip segregat SIMPLE, SIMPLEC (pentru miscari stationare), PISO(pentru miscari tranzitorii);
  - algoritm cuplat presiune-viteză (COUPLED);
  - scheme de discretizare pentru termenii convectivi: ordinul I, ordinul II, QUICK, MUSCL, cu diferențe centrate (pentru LES);
  - scheme de discretizare temporală de ordinul I și II;
  - scheme multiple pentru interpolarea presiunii, incluzând: PRESTO, liniară, ordinul II, inerțială;
  - tratament implicit pentru forțe de inerție;
  - solver algebric multigrid liniar cu cicluri V, W, F, flexibil și metodă de relaxare Gauss-Siedel;
  - opțiune pentru calcul nestaționar neiterativă (NITA).
- Solver-ul DB (density-based):
  - precondiționare pentru regimuri de curgere incompresibile și mixte;
  - soluții cuplate pentru toate variabilele principale;
  - soluții decuplate (segregate) pentru turbulență, radiație și ecuații de transport definite de utilizator;
  - scheme de discretizare: ordinul I, ordinul II, MUSCL și LDF de ordinul II (LES);
  - scheme implicite de ordinul I și II pentru discretizare temporală;
  - Solverul explicit:
    - algoritm de avansare în timp de tip Runge-Kutta;
    - metodă multigrid FAS, pas de timp local și netezirea reziduurilor pentru accelerarea convergenței;
    - algoritm de avansare în timp global explicit pentru soluții nestaționare de mare precizie.
- Solver-ul implicit:
  - liniarizare completă de tip Newton a tuturor fluxurilor și termenilor sursă;
  - solver algebric liniar multigrid (AMG) cu cicluri V și F; metode de relaxare Gauss-Siedel și ILU.
- Suport pentru variabile și ecuații suplimentare ce pot fi adăugate de utilizator:
  - Variabile scalare și vectoriale suplimentare;
  - Ecuații de transport definite de utilizator;

- o Ecuația lui Poisson;
- o Ecuații algebrice definite de utilizator.

#### Capabilități HPC (High Performance Computing):

- să asigure suport nativ pentru calcul paralel; suport pentru arhitecturi HPC.

- să dispună de 16 HPC in configuratia de baza.

- Ability to extend built-in HPC

Mechanical & Fluids HPC - Shared Memory, Distributed Memory, Domain

- General Purpose GPU Support (ANSYS Mechanical & ANSYS Fluent solvers)

- ANSYS Remote Solver Manager (RSM)

**B. Pachet de programe de analiză numerică a câmpului electromagnetic**, destinat simulării numerice a mașinilor și echipamentelor electrice, circuitelor și echipamentelor electronice de înaltă performanță, precum și pentru o mare varietate de dispozitive electromecanice (cum ar fi ANSYS EM sau altele echivalente).

*Interfața 3D* va permite posibilitatea de a modela geometrii complexe sau de a importa fișiere în diferite formate 3D din alte aplicații CAD

principalele caracteristici minimale:

- modul pentru simularea câmpului electromagnetic pentru analiza 2D și 3D a dispozitivelor electromecanice și electromagnetice, respectiv a motoarelor, dispozitivelor de acționare, transformatoarelor, senzorilor și bobinelor. Soluționarea problemelor se realizează prin metoda elementelor finite (MEF) pentru analiza câmpurilor statice, în domeniul de frecvență și timp variabil, respectiv câmpuri electromagnetice și electrice. Programul va permite soluționarea rapidă a problemei adaptată tipului de analiză ales, fiind necesară doar definirea geometriei, a proprietăților de material și a condițiilor de frontieră. Pentru reducerea timpilor necesari soluționării problemei de câmp electromagnetic, programul software trebuie să prezinte condiții de simetrie.

- modul destinat analizei electromagnetice de tip multi-domeniu și multi-tehnologie, ce permite studiul problemelor complexe din domeniul electronicii de putere și a sistemelor de comandă și control. Aplicația va permite studierea la scară largă a sistemelor electrice și electromagnetice de putere, făcând posibilă analiza de detaliu a fiecărei componente la evaluarea și optimizarea întregului sistem, într-un mediu unic de pre-procesare, soluționare și postprocesare.

- modul destinat proiectării, modelării și analizei numerice a transformatoarelor și inductoarelor. Programul trebuie să permită predimensionarea miezului, optimizarea formei și a distanțelor de izolație precum și în configurarea adecvată a înfășurărilor pentru satisfacerea funcției/funțiilor obiectiv specificate. Modulul trebuie să permită analiza de stare și optimizarea succesivă.

- modul dedicat proiectării mașinilor electrice ce oferă un sistem standardizat de instrumente în domeniu. Program de analiză bazat pe teoria clasică analitică a motoarelor și metodele circuitelor magnetice echivalente, ce permite calculul performanțelor mașinii și face recomandări cu privire la dimensiunile inițiale, fiind posibilă rularea a unui număr mare de analize ce pot fi transferate ulterior în ANSYS Maxwell (2D/3D), unde vor fi definite materialele, condițiile de frontieră, incluzând cazurile de simetrie, excitațiile și putând fi cuplat cu topologia circuitelor pentru o analiză electromagnetică variabilă în timp necesară unui proces complex de optimizare multicriterială

#### Support tehnic si upgrade

Se acorda garantie pentru minim 12 luni.

Se va asigura suport tehnic pentru instalarea produselor software si totodata se vor initia proceduri de testare pentru ca acestea sa poata fi folosite in conditii optime si la capacitate maxima de catre utilizator.

Responsabil proiect TUIASI  
Conf.univ.dr.ing. Gelu IANUS

Membru  
Prof.univ.dr.ing. Gheorghe PRISACARU

Membru  
SI.univ.dr.ing. Ciprian Vasile STAMATE

Membru  
Ec. Cristina MIHAI

Membru  
ing. Mona ANITA