

PREFAȚĂ

Procesul de proiectare modernă este un proces complex care presupune, printre altele, utilizarea metodelor de modelare și analiză care au la bază utilizarea softurilor performante. Metoda elementelor finite oferă soluții pentru problemele în vederea identificării câmpurilor de variație a tensiunilor și deplasărilor, în principal.

Problemele de tip identificare câmpuri oferă o distribuție spațială a variabilelor dependente, modelarea matematică a distribuțiilor și dependențelor fiind realizată prin ecuații diferențiale și expresii ce conțin integrale.

Utilizând metoda elementelor finite (MEF) mediile continue, cu un număr infinit de grade de libertate, se aproximează cu medii discrete, cu un număr finit de grade de libertate, fiind reuniunea unor subdomenii mai mici, numite elemente finite (denumire ce stă la baza metodei) – figura 1.

Operația de alegere a numărului și tipului de elemente finite, coroborată cu împărțirea domeniului într-un număr de elemente finite, se numește discretizare.

Prima utilizare a principiului metodei elementelor finite (fără nominalizarea însă a termenilor specifici) a fost realizată de Arhimede (cca. 250 î. Hristos) în vederea determinării valorii numărului π , prin aproximarea cercului printr-un poligon regulat înscris în cerc (figura 2).

Începuturile utilizării metodei elementelor finite, prin menționarea expresă a denumirii metodei, sunt greu de stabilit deoarece conceptele de bază ale metodei au fost utilizate de mai bine de 150 de ani.

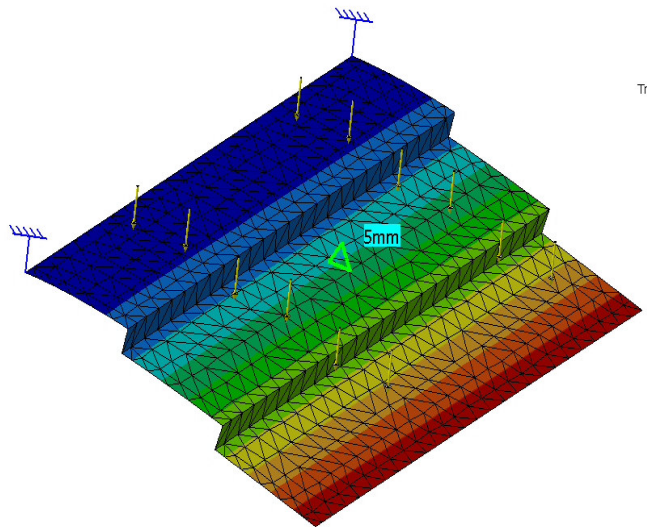


Fig. 1

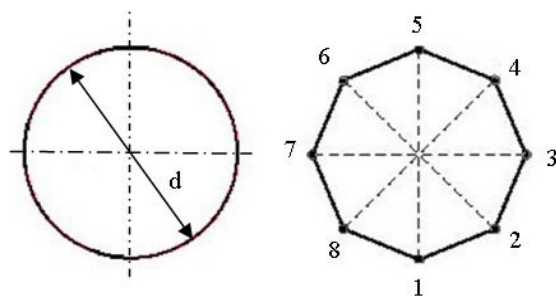


Fig. 2

Termenul de element finit a fost utilizat pentru prima oară în 1960, de către Clough. La începutul anilor 1960 inginerii utilizau metoda în vederea identificării soluțiilor aproximative pentru problemele de analiză a tensiunilor, a curgerii fluidelor, a transferului de căldură etc.

Prima carte având ca tematică metoda elementelor finite a fost scrisă în 1967 de către Zienkiewicz și Chung. Între 1960 și 1970 metoda a fost aplicată în probleme diverse de inginerie.

Anii '70 au marcat dezvoltarea metodelor în matematică, conducând la dezvoltarea unor elemente finite noi, specializate. Softurile comerciale dezvoltate în anii '70 se referă, în principal, la: ABAQUS, ADINA, ANSYS, MARK, PAFEC; astăzi softurile specializate care utilizează metoda elementelor finite sunt, în principal: NASTRAN, ANSYS, COSMOS, CATIA, PATRAN etc.

Principalele avantaje ale metodei elementelor finite se referă, în principal, la:

- permite modelarea domeniilor cu geometrie complexă;
- oferă facilități de modelare și rezolvare a problemelor ingineresti din diverse domenii (analiză statică; analiza modurilor și frecvențelor de vibrație; analiza fenomenelor tranzitorii; analiza neliniară; analiza transferului de căldură; analiza curgerii fluidelor);
- permite modelarea unui sistem complex de încărcări (sarcini concentrate; sarcini distribuite; sarcini constante; sarcini variabile în timp; forțe; momente; presiuni; accelerații; deplasări impuse; câmpuri de temperatură);
- oferă posibilitatea modelării materialelor omogene, izotrope, neomogene, anizotrope;
- prin utilizarea unor elemente finite speciale, se pot modela: contacte; arcuri; mase inerțiale etc.

Apropierea cantitativă și calitativă de realitate a soluției oferite de către metoda elementelor finite depinde însă, în foarte mare măsură, de capacitățile de modelare și rezolvare oferite de softul utilizat și, nu în ultimul rând, de abilitățile și experiența în domeniu a utilizatorului.

Analiza cu MEF este un proces complex, care presupune parcurgerea unor etape bine conturate.

La întocmirea modelului de analiză, se ține seama de faptul că forma și dimensiunile modelului influențează precizia și timpul de analiză. În acest sens, pentru o problemă dată, există mai multe variante de modele de analiză, realizate de utilizator (proiectant).

În etapa de preprocesare se realizează descrierea modelului geometric al problemei și modelarea cu elemente finite, etapă care cuprinde: modelarea caracteristicilor materialului; alegerea elementelor finite și introducerea proprietăților; generarea structurii de elemente finite; introducerea condițiilor limită - restricții; introducerea încărcărilor. Etapa de preprocesare se încheie cu procesul de verificare a modelului creat.

Analiza și rezolvarea modelului cu elemente finite presupune, inițial, setarea parametrilor de rezolvare, iar apoi lansarea în execuție și analiza mesajelor de informare referitoare la erori și mesaje de avertizare.

Postprocesarea este etapa în care se realizează vizualizarea stărilor și variațiilor parametrilor (starea deformată; starea animată; câmpuri de variație a tensiunilor și

deformațiilor; grafice; secțiuni; listare parametrii). Etapa finală a postprocesării presupune studiul parametrilor în vederea optimizării.

Analiza cu MEF a elementelor sistemelor mecanice ocupă un loc important în procesul de proiectare modernă, fiind una din modalitățile de identificare a câmpurilor de deformații și tensiuni din elementele sistemelor mecanice. Pe baza rezultatelor obținute se pot trage concluzii interesante în ceea ce privește posibilitățile de optimizare a formei și dimensiunilor elementelor proiectate, din punct de vedere al asigurării unor cerințe legate de mărimea și distribuția tensiunilor și deformațiilor, a modurilor și frecvențelor proprii de vibrație etc.

Prezenta lucrare are ca principal obiectiv, crearea de aptitudini în vederea proiectării unor piese, structuri, subansamble și ansamble cu destinație concretă, în acord cu cerințele impuse de reglementările naționale și europene referitoare la asigurarea calității și a protecției mediului, în contextul noilor concepte de dezvoltare durabilă; nu în ultimul rând lucrarea își impune să asigure o bună pregătire a studenților în vederea utilizării modulului de analiză cu metoda elementelor finite a softului CATIA, ținând seama și de solicitările impuse de piața muncii.

Ținând seama de domeniile de specializare existente, prezenta lucrare se adresează studenților și specialiștilor din domeniile: inginerie mecanică; inginerie industrială; ingineria sistemelor de energii regenerabile; ingineria valorificării deșeurilor; ingineria protecției mediului; ingineria transporturilor; robotică și mecatronică; inginerie fizică; inginerie aerospațială; ingineria construcțiilor.

Lucrarea cuprinde, de fapt, trei părți, și anume:

- în partea introductivă se evidențiază obiectul și importanța disciplinei în pregătirea studenților, un scurt istoric al dezvoltării metodei elementelor finite, precum și conținutul și modul de structurare a diferitelor capitole ale lucrării;
- în primul capitol se prezintă generalități specifice modulului de analiză cu metoda elementelor finite a softului CATIA, cu detalierea comenzilor și meniurilor specifice;
- cea de a treia parte cuprinde 14 aplicații concrete în care sunt analizate structuri geometrice simple sau complexe, în domeniul: analizei statice, analizei modurilor și frecvențelor proprii de vibrație și în domeniul analizei câmpurilor termice.

Fiecare aplicație prezentată detaliat cuprinde: o parte în care este descrisă aplicația; un subcapitol în care este prezentată etapa de preprocesare a modelului (descrierea domeniului geometric, modelarea materialului, modelarea cu elemente finite, modelarea încărcărilor și a restricțiilor); un subcapitol ce cuprinde detalii referitoare la verificarea și rezolvarea modelului; un punct în care sunt prezentate rezultatele, în etapa postprocesării; concluzii utile desprinse din analiza rezultatelor obținute.

*

Autorul mulțumește referențelor științifici, domnul prof.univ.dr.ing. Aurel Jula și domnul prof.univ.dr.ing. Dorin Valentin Diaconescu, pentru observațiile utile și sprijinul permanent, necesare elaborării prezentei lucrări.

Autorul mulțumește domnului prof.univ.dr.ing. Gheorghe Leonte Mogan pentru inițierea în tainele Metodei Elementelor Finite.

Autorul adresează mulțumiri pline de recunoștință doamnei Florentina Bârsan-Pipu pentru dăruirea manifestată în realizarea desenelor din această lucrare.

* *

Editarea și tipărirea prezentei lucrări a fost posibilă prin finanțarea realizată din cadrul proiectului „Cercetări teoretice și experimentale asupra cuplajelor tripode cu contacte exterioare”, contract AT cu MEC nr. 33369/29.06.2004, cod CNCSIS 171, tema 3, director de proiect dr.ing. Mihai-Tiberiu Lateș.