

MEF-AI.2.6

SUBSTRUCTURAREA ȘI CONDENSAREA MODELELOR CU ELEMENTE FINITE

CUPRINS

MFF-AI.2.6.1 INTRODUCERE

MFF-AI.2.6.2 ALGORITM DE SUBSTRUCTURARE ȘI CONDENSARE

MFF-AI.2.6.1 INTRODUCERE

Substructurarea este procedeul de divizare a structurilor complexe și mari în părți mai mici numite structuri. Acestea, având dimensiuni mai mici pot fi privite ca spraelemente finite, care la rândul lor sunt discretizate în elemente finite. În fig. 1 se prezintă substructurile în cazul unui avion supersonic.

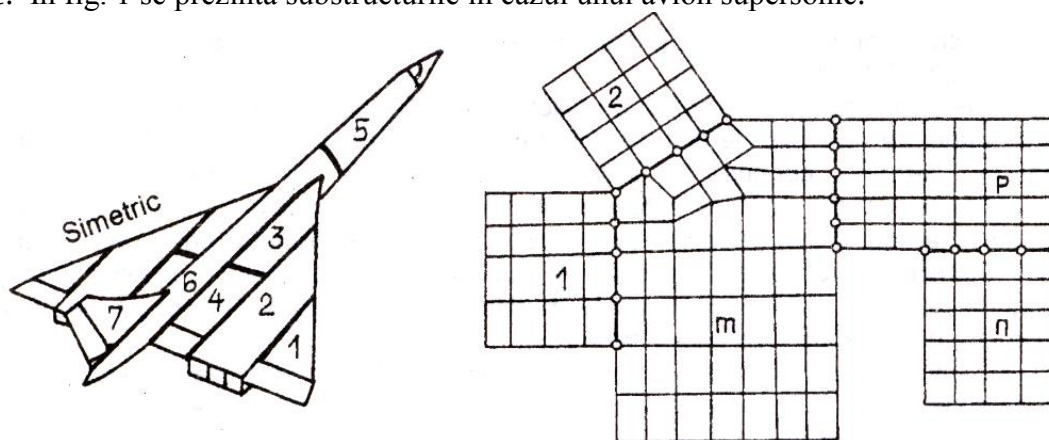


Fig. 1

MFF-AI.2.6.2 ALGORITM DE SUBSTRUCTURARE ȘI CONDENSARE

Procesul divizării în substructuri se aplică, cu precădere, în cazul problemelor de analiză dinamică a structurilor compuse din porțiuni cu flexibilitate mărită (frecvențe proprii joase) și porțiuni cu rigiditate mărită (frecvențe proprii ridicate).

Analiza cu elemente finite a structurilor mecanice divizate în substructuri se realizează în trei etape:

- analiza separată a fiecărei substructuri;
 - condensarea matricelor de rigiditate ale substructurilor, respectând condițiile de echilibru și de continuitate a deplasărilor în zonele de legătură între structuri;
- asamblarea și rezolvarea modelului numeric al întregii structuri.

Analiza structurii oarecare m a substructurii din fig. 1, cu nodurile cu celelalte substructuri blocate (deplasări nule) și încărcarea exterioară corespunzătoare, presupune determinarea soluției modelului numeric,

$$[K^m][D^m] = [Q^m] \quad (1)$$

și apoi determinarea matricei reacțiunilor $[R^m]$ din nodurile de legătură.

În vederea asamblării, matricele de rigiditate ale substructurilor se partiționează urmărind gruparea separat a coeficienților corespunzători nodurilor substructurii și a coeficienților corespunzători nodurilor din zonele de legătură cu alte substructuri. Astfel, matricea de rigiditate a substructurii m se poate scrie sub forma,

în care, $[K_{11}^m]$ este o submatrice pătrată cu elemente care se referă numai la nodurile substructurii m ; $[K_{22}^m]$ submatricea pătratică cu elementele care se referă numai la nodurile din zonele de legătură, comune cu celelalte substructuri; $[K_{12}^m]$ și $[K_{21}^m]$ matrice ce conțin ceilalți termeni ai matricei $[K^m]$ din relația (1). Sistemul de ecuații al substructurilor comune cu substructura m se scrie sub forma,

$$\begin{bmatrix} [K_{11}^m] & [K_{12}^m] & 0 \\ [K_{21}^m] & \sum_{i \in \{n_m\}} [K_{22}^i] & [K_{23}] \\ 0 & [K_{32}] & [K_{33}] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [D_1^m] \\ [D_2^m] \\ [D_r] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [Q_1^m] \\ [Q_2^m] \\ [Q_r] \end{bmatrix} \quad (2)$$

în care, $[D_1^m]$ și $[Q_1^m]$ sunt matricele deplasărilor și, respectiv, termenilor liberi (încărcărilor) corespunzătoare nodurilor substructurii m ; $[D_2^m]$ și $[Q_2^m]$ – matricele deplasărilor (necunoscutelor) și, respectiv, termenilor liberi (încărcărilor) corespunzătoare nodurilor comune din zonele de legătură; $[D_r]$ și $[Q_r]$ - matricele deplasărilor (necunoscutelor) și, respectiv, termenilor liberi (încărcărilor) corespunzătoare celorlalte noduri ale substructurilor care au noduri comune cu substructura m ; $\{n_m\}$ – mulțimea numerelor substructurilor care au noduri comune cu substructura m ; $\sum [K^i]$ - suma submatricelor de rigiditate care se referă la nodurile comune din zonele de legătură ale substructurii m cu alte substructuri; $[K_{23}]$, $[K_{32}]$ și $[K_{33}]$ – matrice ce conțin celelalte elemente ale matricelor substructurilor care au noduri comune cu substructura m .