

ANALIZĂ CU ELEMENT FINIT A SISTEMULUI AS/RS CU UNITATE DE ÎNCĂRCARE-DESCĂRCARE PENTRU PALETIZARE MIXTĂ

SIMION Ancuța

Conducător științific: Prof.dr.ing. Adrian Florin **NICOLESCU**

REZUMAT: Lucrarea prezentată în cadrul sesiunii științifice desfășurată constituie continuarea proiectului de diplomă în care au fost introduse noțiuni tehnice privind analiza cu element finit a depozitului automatizat de depozitare, fiind definite astfel: modurile proprii și inertanțe diverse în punctele de susținere ale depozitului.

CUVINTE CHEIE: analiză, AS/RS, moduri proprii, inertanțe diverse, robot.

1 INTRODUCERE

Lucrarea conține o sinteză a principalelor componente integrate în sistemul de stocare automată, urmărindu-se întregul proces de realizare a operației de paletizare mixtă. De asemenea, lucrarea conține și o reprezentare grafică, privind rezultatele obținute în urma analizei cu element finit. Ca obiective urmărite au fost: realizarea unei optimizări a depozitului de stocare automată, precum și scoaterea în evidență a avantajelor referitoare la utilizarea analizei cu element finit.

2 STADIUL ACTUAL

Optimizarea unui sistem constă în alegerea și aplicarea soluției celei mai optime, astfel încât rezultatele să fie cele dorite. Analiza cu element finit oferă posibilitatea de a optimiza într-un timp cât mai scurt, deoarece la momentul actual este cea mai utilizată metodă de simulare numerică implementată pe calculator în inginerie, având interfețe atractive și utile în prelucrarea datelor de intrare sau interpretarea rezultatelor.

Stadiul actual al lucrării constă în prezentarea unor rezultate, privind modurile proprii ale structurii ceea ce ne oferă o viziune clară a zonelor care nu prezintă o rigiditate crescută și care pot duce la degradarea acesteia. Pe de altă parte, lucrarea prezintă și optimizarea sistemului, prin lansarea unei iterații pentru îmbunătățirea inertanțelor și a modurilor proprii.

2.1 Prezentarea modelului de referință

Sistemul automatizat de depozitare conține o serie de componente realizate prin intermediul programului de modelare NX10. Pentru realizarea întregului sistem, s-a utilizat ca reper, modelul realizat de firma Bastian, conform patentului: US20110238207 prezentat în figura Fig.1:

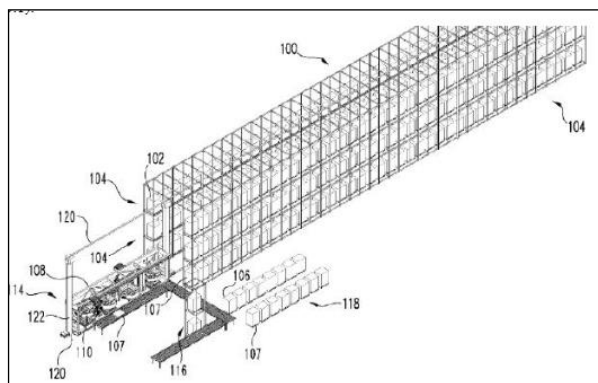


Fig. 1. Model de referință: US2011023827

Principalele avantaje ale integrării unui astfel de sistem de stocare și depozitare automată sunt: reducerea costurilor, obținerea paleților micști de diferite obiecte, precizie ridicată, timp scurt de realizare a operației.

2.2 Prezentarea modelului realizat

În modelul virtual au fost integrate o serie de componente automatizate pentru realizarea operației de paletizare mixtă. Printre acestea se enumeră: doi roboți de tip braț articulat, produși de firma ABB, echipați cu efectori vacuumatici; sistem de stocare automată a paleților, unitate de transfer de tip platformă, unități de transport - transfer de tip conveioare longitudinale și transversale cu lanț; sisteme de liftare; sistem de stocare și depozitare a paleților; sisteme de înfoliere a paleților micști;

¹ Specializarea Robotică, Facultatea IMST;

E-mail: simionancuta20@yahoo.com;

unități de încărcare - descărcare robotizate a depozitului. Acestea sunt prezentate în figura Fig.2:

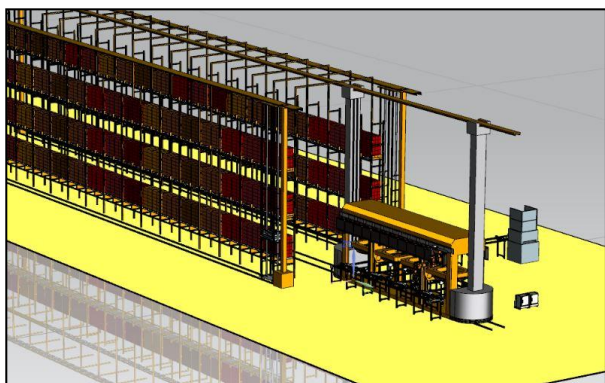


Fig. 2. Model virtual realizat în NX

Pentru realizarea operației de paletizare mixtă, sistemele de transport și transfer de tip conveioare cu lanț, longitudinale și transversale, preiau paleții distribuiți de sistemul automat de stocare a acestora pe care îi transferă prin intermediul sistemelor de liftare în cele patru locașuri integrate pe unitatea de transfer de tip platformă. În cele patru locașuri au fost integrate și patru unități circulare de înfoliere care realizează mișcarea pe verticală, precum și circulară în jurul axei Z în timpul înfolierii paleților. Pe platformă, au fost integrate două module de translație pentru roboții industriali, produse tot de firma ABB pentru obținerea celei de-a șaptea axă suplimentară de translație de la baza roboților, ceea ce oferă un spațiu de lucru extins. Platforma realizează concomitent mișcarea de translație atât pe verticală, cât și pe orizontală pentru extinderea spațiului de lucru a roboților, de-a lungul depozitului.

Cei doi roboți produși de firma ABB, model: IRB6620, au sarcina portantă de 150Kg fiecare și greutatea de 900Kg. Aceștia sunt echipați cu efectori de tip vacuumici, realizați din cadre produse de firma Schmalz. După obținerea celor patru paleți paletizați cu diferite obiecte de cei doi roboți, unitatea de transfer revine la poziția inițială, timp în care are loc realizarea înfolierii în mod automat. Paleții micști sunt evacuați prin intermediul altor conveioare cu lanț longitudinale, de unde sunt preluați pentru a fi transportați prin intermediul unui AGV. Cele două depozite de stocare sunt încărcate cu paleți, cu diferite obiecte, respectiv descărcate de paleți, prin intermediul a două unități de încărcare – descărcare robotizate.

Întregul sistem AS/RS a fost simulat prin intermediul programului de simulare și programare offline: Process Simulate și prezentat în cadrul proiectului de diplomă.

3 CALCUL ELEMENT FINIT

3.1 Prezentare generală

Pentru obținerea rezultatelor și realizarea calculului de analiză cu element finit, au fost urmați o serie de pași conform procedurii de calcul standard, fiind utilizate programele de pre-procesare: ANSA, de lansare calcul: Nastran și post-procesare: METAPOST și VISA. Rezultatele obținute au fost: moduri proprii și inertanțe diverse.

3.2 Moduri proprii

3.2.1 Pre-procesarea

Pre-procesarea constă în pregătirea modelului privind modelizarea conform procedurii. Astfel, au fost integrate toate componentele depozitului în programul de pre-procesare ANSA, unde au fost parcurse următoarele etape:

- obținerea suprafeței medii și realizarea unei discretizări fine pentru rezultate realiste;
- atribuirea de materiale, grosimi și alte proprietăți specifice;
- înlocuirea conexiunilor de tip constrângeri (ex: șuruburi) cu modelizări de tip: RBE2 / rigizi, SPC / încastrări, CONM2 / masa paletului și a obiectelor; BOLT / elemente de tip șurub.

Sistem de tip depozit de stocare automat astfel modelizat în ANSA se poate observa în figura Fig.3:

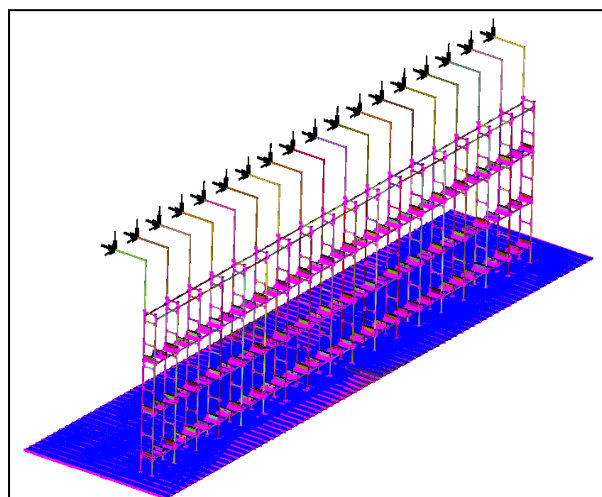


Fig. 3. Modelizare ANSA

3.1.2 Lansarea calculului

Următoarea etapă constă în lansarea calculului prin intermediul unui fișier de tip INPUT standard, dar care poate fi modificat în funcție de cerințe. Acesta conține o serie de coduri specifice solver-ului

```

1. Tipul soluției, timpul alocat, modificări de program și diagnosticarea sistemului
NASTRAN T3SKEM*3
INCLUDE 'NAST_EXT'aml_assign → pentru apelare AMLS – algoritim
$
$ Executive Control Cards
$
SOL 103
TIME 100000 → solver SOL103
DIAG 5
$
$ CEND
$
ECHO = SORT(PARAM, FREQ, TABDMPI) → definire parametrii și titlu
TITLE = SOL111_PAR
SUBTITLE = NVH CAE
$
  
```

```

2. Declarare cerințe de output, selectează informații din zona Bulk Data cum ar fi: încercări, constrângeri, etc.
$
$ Case Control Cards
$
$
$ Modal Basis Extraction Call
METHOD(STRUCTURE) = 2
$
$ Boundary conditions Call
SPC = 1 → apelare SPC din model
$
$ Output Requests
DISP(PLOT) = ALL → rezultatele (deformații, deplasări, ...)
ESE(PLOT) = ALL
$
$ Resvec definition
$
AUTOSPC(NOPRINT) = YES
$
  
```

```

3. Definirea și detalierea modelului și a soluției
$
$ Bulk Data Cards
$
BEGIN BULK → conține toată informația necesară pentru descrierea modelului structural.
$
$ Include NASTRAN model file
INCLUDE 'Assembly_ASRS_MPG.dat' → definirea geometriei
$
$ Modal extraction & Excitation Frequency range
$
Warning : frequency range only for AMLS
EIGRL 2 -5 40. → definirea plajei de frecvență
$
$ Parameters
$
PARAM POST -2
PARAM MAXRATIO 1.00E+07
PARAM CROFIT 0
PARAM PROPST NO
PARAM AMLS YES
PARAM AUTOSPC YES
PARAM KSROT 0.0
PARAM SNORM 20
PARAM TINY 0.0
PARAM ODS YES
PARAM COUPHASS1
$
ENDDATA → marchează finalul fișierului de input
  
```

nastran:

Modurile proprii indică zonele care prezintă valoarea rigiditate mică. Pentru subsisteme, caietul de sarcini pe care trebuie să-l respecte este de 32 Hz.

3.1.3 Post-procesarea

Pentru vizualizarea rezultatelor obținute după lansarea INPUT-ului, s-a utilizat programul de post-procesare: METAPOST. În urma lansării calculului, au fost obținute următoarele rezultate în figura Fig.4:

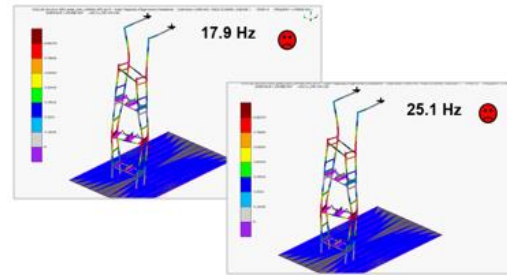


Fig. 4. Rezultate moduri proprii

În urma analizei rezultatelor, se poate observa că primele moduri proprii ale structurii sunt mai mici decât caietul de sarcini (32 Hz) stabilit. Astfel, pentru îmbunătățirea zonelor cu rigiditate mică, s-a stabilit un plan de acțiune prin care: a fost crescută grosimea elementelor susținere și a fost integrat un nou element de tip bară transversală. În urma acestei iterații, a fost relansat INPUT-ul specificat anterior, obținându-se următoarele rezultate prezentate în figura Fig.5:

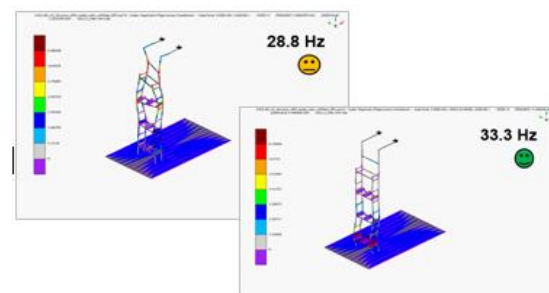


Fig.5. Rezultate moduri proprii pentru iterație

Se remarcă o creștere a valorii modurilor proprii, apropiindu-se primul mod de caietul de sarcini – 32Hz. Modurile devin cât mai locale, ceea ce ne permite să lucrăm pe arii restrânse și să optimizăm zonele care prezintă rigiditate scăzută. Prin urmare, principalele modalități de optimizare ale unei structurii sunt: creșteri de grosimi, modificări de secțiune, integrare de piese, adăugare nervuri sau ambutisări.

3.2 Inertanțe diverse

Curba de inertanțe este o curbă logaritmică în care se pot observa modurile structurii analizate, fiind o curbă în accelerație dependentă de frecvență. Pentru a înțelege mai bine conceptul de inertanță, se poate asocia cu transferul de vibrații. Transferul însă se face prin intermediul panourilor sau a diferitelor componente din cadrul structurii și care se calculează în puncte definite la o anumită distanță, în timp ce inertanțele sunt calculate în zona imediat apropiată de punctul în care se realizează calculul.

Pentru o exemplificare mai clară, se poate observa în figura Fig.6 diferențele dintre cele două concepte:

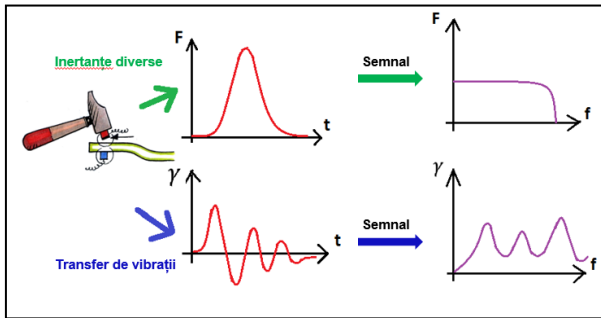


Fig. 6. Inertanțe – Transfer vibrații

3.2.1 Pre-procesarea

Pre-procesarea constă în pregătirea modelului care va fi utilizat pentru lansarea calculului. Modelul pentru inertanțe diverse a fost cel utilizat și pentru moduri proprii, cu definirea celor patru puncte în care s-a dorit realizarea calculului și, anume, în centrul stâlpilor de susținere a depozitului conform cu figura Fig.7:

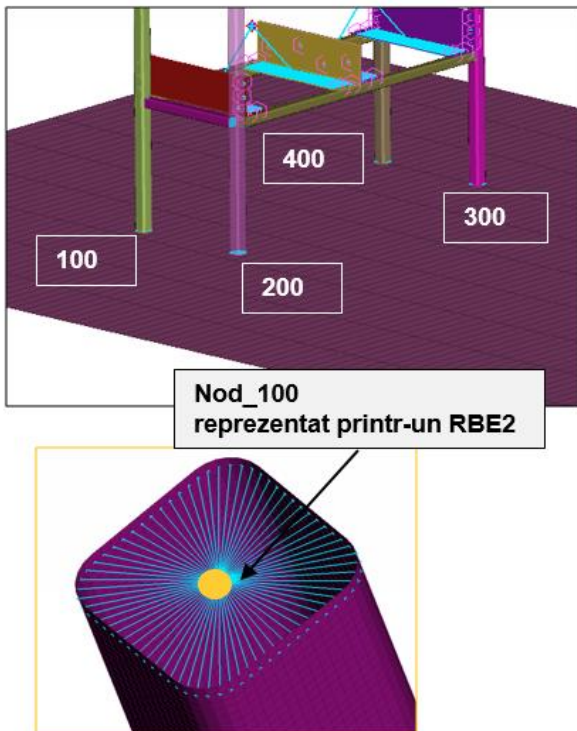


Fig. 7. Pregătirea modelului

3.2.2 Lansarea calculului

Ca și în cazul anterior, lansarea calculului se face printr-un fișier de tip INPUT standard, dar modificat în funcție de o serie de elemente: nodurile, plaja de frecvență în care se dorește a fi efectuat calculul, precum și definirea direcțiilor.

```

-----$
Case Control Cards
-----$
$
$ NODES SETS
$ Acceleration output (IPI)
SET 20 = 100,200,300,400
$ ELEMENTS SETS
$ SEALL=ALL
$ GLOBAL Loads, Boundary Conditions and Output Requests
$ Modal Basis Extraction Call
$ METHOD(STRUCTURE) = 2

```

definirea nodurilor IPI

```

-----$
$ Excitation: EXC_nod_cadrul
$ Point: 100 Dir: X
$
SUBCASE = 31
DLOAD = 31
LABEL = 'EXCITATION EXC_nod_cadrul (N: 100, D: X)'
$ Excitation: EXC_nod_cadrul
$ Point: 100 Dir: Y
SUBCASE = 32
DLOAD = 32
LABEL = 'EXCITATION EXC_nod_cadrul (N: 100, D: Y)'
$ Excitation: EXC_CH13
$ Point: 100 Dir: Z
SUBCASE = 33
DLOAD = 33
LABEL = 'EXCITATION EXC_nod_cadrul (N: 100, D: Z)'
-----$

```

definirea nodurilor IPI pentru fiecare direcție XYZ, pentru toate cele 4 noduri

```

-----$
Modal extraction & Excitation Frequency range
-----$
$ Warning : frequency range only for AMLS
$ Modal basis extraction = 1.5 * frequency range
EIGRL 2 -5. 375
$ Frequency range of interest
FREQ1 2 5. 1. 245
-----$

```

definirea plajei Hz în care se realizează calculul de IPI

Toate aceste date au fost introduse în fișierul prezentat mai jos:

3.2.3 Post-procesarea

Pentru vizualizarea rezultatelor obținute după lansarea INPUT-ului, s-a utilizat programul de post-procesare: VISA. În urma lansării calculului, au fost obținute o serie de fișiere, dintre care un fișier *inertante.pch.gz*, acesta fiind ulterior introdus din nou în VISA. După post-procesarea rezultatelor, s-a obținut un alt fișier de tip *inertante.dscr.mat* din care au rezultat curbele și, implicit, rezultatele numerice pentru fiecare punct în parte.

Rezultatele curbelor sunt definite ca iso-raideur și sunt introduse într-un tabel unde sunt comparate cu un caiet de sarcină, respectiv cu alte subsisteme sau structuri analizate în aceleași condiții. Caietele de sarcini sunt stabilite prin teste sau încercări și pot fi încărcate la rândul lor în VISA pentru a fi post-procesate și vizualizate împreună cu rezultatele structurii analizate.

Unul dintre graficele rezultate în urma post-procesării este prezentat în figura Fig.10, vizualizat în plaja de frecvență [50-200] Hz:

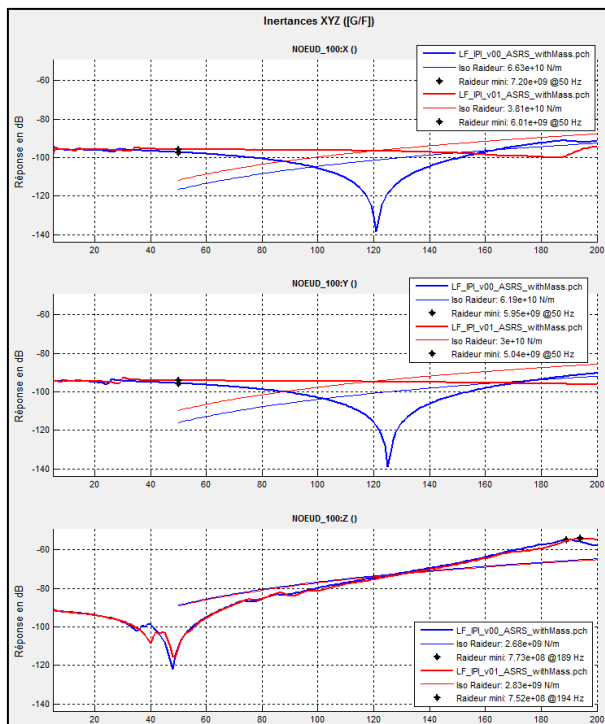


Fig. 10. Exemplu de grafic post-procesat în programul VISA

Curba de Iso-raideur [N/m] semnifică o dreaptă și reprezintă media dintre ariile suprafețelor de deasupra liniei, respectiv de sub linie. Toate valorile au fost trecute în tabelul Tab.1:

Tab.1 Rezultate VISA

Isoraideur 50-200 Hz	v00_AS/RS [N/m]	v01_AS/RS [N/m]	v00_AS/RS / v01_AS/RS [dB]
Nod_100 / Z	2.68	2.83	0.473
Nod_200 / Z	5.46	5.67	0.327
Nod_300 / Z	4.85	5.02	0.299
Nod_400 / Z	8.80	8.41	-0.393

Se poate remarca faptul că în urma calculului atât pentru modelul de referință al depozitului, cât și pentru iterația realizată, există o diferență de Iso-raideur, remarcându-se o ușoară îmbunătățire pe pentru primele trei noduri, iar pentru cel de-al patrulea, o degradare.

Pentru a ajunge la valori mai mari decât cele rezultate, se pot implementa o serie de modificări și se poate stabili un plan de acțiune.

4 CONCLUZII

Unul dintre obiectivele lucrării a fost stabilirea principalelor avantaje cu privire la utilizarea analizei cu element finit. Acestea sunt următoarele:

- costuri reduse, datorită soft-urilor, precum și eliminarea rebuturilor;
- scăderea timpului de analiză și sinteză a rezultatelor;
- posibilități de optimizare fără să implice alte costuri suplimentare;
- posibilitate de interschimbare a pieselor, respectându-se în același timp caietele de sarcină stabilite.
- posibilități de inovare a unor produse noi.

Cel de-al doilea obiectiv a fost modificarea și optimizarea unei structuri, precum și prezentarea noțiunilor teoretice: moduri proprii și inertanțe. Astfel, pornind de la formula:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} [Hz] \quad (1)$$

se pot realiza o serie de modificări ale structurii pentru a obține rezultate pozitive. Așadar, modificările pot fi: fie în zona rigidității prin adăugare de nervuri sau de ranforți, ambutisări, puncte de sudură / șuruburi, fie în zona masei prin modificări de material.

5 MULȚUMIRI

Această capitol se adresează celor care au contribuit la realizarea lucrării prin intermediul căruia doresc să le mulțumesc:

Dl. Prof.dr.ing. Adrian Florin NICOLESCU

D-na. Prof.dr.ing. Cristina PUPĂZĂ

6 BIBLIOGRAFIE

[1]. Nicolescu, A. (2005), *Roboți industriali – Vol.1 Sub sisteme și ansambluri componente. Structura axelor comandate numeric ale RI*, Ed. Didactică și Pedagogică RA, București, 973-30-1244-0.

[2]. Pupăză, C. și Parpală, R. (2011), *Modelare și analiză structurală cu ANSYS Workbench*, Ed. POLITEHNICA PRESS, București.

[3]. Pupăză, C. (2013), *Modelare CAD - FEM*, Ed. POLITEHNICA PRESS, București.

[4]. Nicolescu, A., Marinescu D., Ivan, M. și Avram C. (2011), *Concepția și exploatarea sistemelor de producție robotizate*, Ed. POLITEHNICA PRESS, București, 978-606-515-339-4.