



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 00862**

(22) Data de depozit: **02.09.2011**

(41) Data publicării cererii:  
**30.05.2012** BOPI nr. **5/2012**

(71) Solicitant:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE  
AEROSPAȚIALĂ "ELIE CARAFOLI" -  
INCAS, BD. IULIU MANIU NR. 220  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **BARAN DANIELA, ALEEA ALEXANDRU  
NR. 8, AP. 3, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,  
RO;**  
• **APOSTOLESCU NICOLAE,  
STR. V.G.BIBESCU NR.11-13, BL. 8/3,  
AP. 22, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **SLOAD PROCEDURĂ PENTRU DETERMINAREA UNUI  
SISTEM DE FORȚE CONCENTRATE ECHIVALENT CU UN  
CÂMP DE PRESIUNE DISTRIBUIT**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o procedură pentru determinarea unui sistem de forțe concentrate echivalent cu un câmp de presiune distribuit pentru o analiză cu elemente finite, a unei substructuri aerospațiale. Procedura conform invenției presupune că pe o anumită suprafață există un câmp de presiuni sub forma unor tabele obținute de aerodinamică, iar acest câmp de presiuni

trebuie înlocuit, într-un mod echivalent, cu un sistem de forțe concentrate în niște puncte precizate, pentru calculul de rezistență, care forțe pot fi folosite și la niște probe statice.

Revendicări: 1  
Figuri: 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI  
Cerere de brevet de invenție  
Nr. a 2011 0862  
Data depozit ... 02 -09- 2011

21

## **SLOAD - Procedura pentru determinarea unui sistem de forte concentrate echivalent cu un camp de presiune distribuit**

### **Descrierea inventiei**

Daniela Baran  
Nicolae Apostolescu

Inventia se refera la o procedura pentru determinarea unui sistem de forte concentrate echivalent cu un camp de presiune distribuit pentru o analiza cu elemente finite a unei substructuri aerospatiale. Aceasta procedura presupune: a) pe suprafata considerata exista un camp de presiuni sub forma de tabele obtinute de aerodinamica; b) acest cimp de presiuni trebuie inlocuit intr-un mod echivalent cu un sistem de forte concentrate in punctele precizate pentru calculul de rezistenta. Aceste forte pot fi folosite si la probele statice. O astfel de analiza se poate realiza cu ajutorul unor programe comerciale, dar metodologia propusa este rapida, usor de folosit si nu presupune folosirea codurilor comerciale dedicate analizelor cu elemente finite.

Pentru realizarea acestouii obiectiv s-a elaborat un cod in C++ si pentru realizarea reprezentarilor grafice am utilizat VISUAL BASIC pe platforma Windows, si MATLAB.

Datele de la aerodinamica se gasesc sub forma unor fisiere care sunt preluate de programul SLOAD.

Ideea noua a acestui cod a fost ca s-au calculat forte concentrate in nodurile de la aerodinamica si apoi s-au interpolat valorile in nodurile de la rezistenta. Aproximarea e mai buna deoarece reseaua aerodinamica este mai fina.

#### *Date de intrare:*

Datele de intrare sunt :

- date de la aerodinamica (presiuni si marimi integrate pe partile fixa si mobila ale suprafetei portante);
- date care definesc modelul de analiza cu elemente finite (specifice calculului de rezistenta):
  - coordonatele in plan ale punctelor in care se cer fortele concentrate,
  - numele (numerele) acestor noduri,
  - legaturile intre noduri, care reprezinta un sistem de acoperire a suprafetei portante cu o partitie realizata cu patrulatere.

De asemenea se va preciza daca se face calculul de forte concentrate pe o retea data automat si in acest caz se vor da parametrii care definesc aceasta retea sau se introduc de catre utilizator punctele si elementele.

#### *Date de iesire:*

Principalul obiectiv, dupa cum am mentionat anterior este obtinerea unui fisier de tip text cu fortele concentrate in noduri. De asemenea tot date de iesire vor fi diagramele fortelor taietoare, moment incovoietor si moment de torsiune.

SLOAD furnizeaza fortele concentrate intr-un sistem obtinut prin discretizarea cu elemente finite, dar poate construi si un sistem de forte echivalent pe o retea regulata pe care o precizeaza utilizatorul.

#### *Metoda folosita*

Etapele principale ale programului sunt:

- 1) Preluarea datelor de la aerodinamica. Aceste date reprezinta presiunile pe suprafetele portante (de fapt diferenta de presiune). Aceste date sunt reprezentate si grafic pentru a avea o prima evaluare a presiunilor.
- 2) Se introduc datele care definesc punctele in care se cer forte concentrate echivalente cu presiunea distribuita. De asemenea se introduce si o retea cu care se acopera suprafata respectiva. Reteaua poate fi una generata automat sau una construita de utilizator cu ajutorul codului comercial cu care se face analiza. Si in aceasta etapa se realizeaza reprezentari grafice pentru a evita erorile.
- 3) Ideea noua a acestui cod a fost ca am calculat forte concentrate in nodurile de la aerodinamica si apoi am interpolat valorile in nodurile de la rezistenta. Aproximarea e mai buna deoarece retea aerodinamica este mai fina.

Valoarea totala a fortei si coordonatele punctului de aplicatie echivalent trebuie sa fie cit mai aproape de cel citit din fisierele de la aerodinamica. Acesta este momentul in care se face evaluarea corectitudinii metodei. Eroarea nu trebuie sa fie mai mare de 2%. Daca este mai mare se va factoriza rezultanta astfel incit sa se obtina precizia dorita. In general daca cele doua retele sunt suficient de fine eroarea este sub 2%.

#### Exemplu

Am aplicat aceasta procedura in cazul unui ampenaj orizontal. Datele de intrare de la aerodinamica sunt in figura 1, iar cele de la rezistenta in figura 2. Diagramele de forte si momente sunt prezentate in figura 3. Fortele concentrate obtinute sunt prezentate in tabelul 1 pe prima coloana cele nefactorizate, iar pe a doua coloana cele factorizate.

**Revendicari**

1. Inventia se refera la o procedura pentru determinarea unui sistem de forte concentrate echivalent cu un camp de presiune distribuit pentru o analiza cu elemente finite pentru o substructura a unei structuri aerospatiale. Procedura de analiza si program de calcul este realizata de pe o interfata (figura 1) ce permite:

- vizualizarea suprafetei si a datelor de la departamentul de aerodinamica
- vizualizarea elementelor finite plane de la departamentul de rezistenta.

De asemenea apar reprezentate fortele si momentele (figura 3) atit cele obtinute din presiuni cit si cele obtinute din fortele concentrate.

Principalele avantaje ale acestei proceduri sunt rapiditatea si accesibilitatea care permit utilizatorului efectuarea unui numar mare de variante in vederea stabilirii solutiei optime constructive.

Aceasta procedura este foarte rapida sinu necesita cunostinte de programare pentru utilizator. Pentru a realiza o analiza cu un cod comercial sunt necesare si cunostinte legate de programul respectiv care uneori sunt greu de dobandit.

FINITE ELEMENT ANALYSIS (Preprocessor)															
DataInput	DrawObjPlan		Force Computing				Stop				Load Image				
T=4.020 A.D.*11 G= 18700. CT=.2500 MACH=.7500 N=2.500 ALFA=-10.33GR DELT=-2.50GR PB/2V=.0000 BET2=.00GR H=10000.M															
X/C: Y: Pressure: C: FT: FMT															
X/C:Y	3.600	3.300	3.000	2.700	2.500	2.300	2.100	1.900	1.700	1.500	1.300	1.100	.900	.700	.506
1.000	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
.9904	.6	.0	-6	-1.0	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.5	-1.6	-1.6	-1.6	-1.5	-1.4	-1.5
.9619	-10.4	-42.6	-61.7	-73.7	-76.0	-79.8	-83.3	-86.8	-89.8	-93.2	-97.3	-101.9	-108.4	-117.1	-126.2
.9157	-27.9	-82.6	-113.1	-131.6	-134.7	-140.2	-145.2	-150.0	-154.0	-158.3	-163.4	-168.7	-176.2	-185.6	-194.4
.8536	-51.5	-133.7	-177.3	-203.4	-207.1	-214.5	-221.1	-227.3	-232.1	-237.2	-243.2	-248.9	-256.7	-266.0	-273.2
.7778	-90.7	-209.0	-269.2	-304.6	-309.0	-318.5	-327.0	-334.8	-340.3	-346.1	-352.5	-357.9	-365.0	-372.6	-375.8
.6913	-305.7	-445.0	-506.4	-540.4	-539.0	-545.2	-550.0	-538.3	-544.2	-549.9	-555.7	-558.5	-560.9	-560.0	-550.0
.5975	-212.6	-366.6	-437.0	-477.8	-475.2	-483.0	-489.2	-493.7	-493.5	-492.1	-489.4	-481.5	-472.2	-460.3	-441.7
.5000	-179.6	-366.8	-450.7	-499.6	-495.6	-504.7	-512.4	-518.2	-518.3	-517.5	-515.5	-508.0	-500.4	-491.4	-474.9
.4025	-156.4	-378.3	-475.7	-532.3	-526.9	-537.2	-545.8	-552.4	-552.7	-551.9	-550.3	-542.6	-535.5	-527.8	-511.0
.3087	-143.8	-412.0	-526.4	-592.5	-584.9	-596.6	-606.3	-613.8	-613.9	-612.9	-611.1	-602.4	-595.0	-587.3	-568.7
.2222	-123.1	-455.1	-591.6	-670.1	-659.2	-672.4	-683.3	-691.7	-691.3	-689.6	-687.0	-676.3	-667.7	-659.0	-636.7
.1464	-29.9	-463.2	-639.3	-741.1	-728.2	-746.2	-761.2	-772.9	-773.2	-772.6	-771.5	-761.1	-754.9	-750.4	-731.0
.0843	-11.3	-683.2	-952.9	-1105.	-1095.	-1124.	-1150.	-1170.	-1175.	-1179.	-1184.	-1178.	-1179.	-1184.	-1170.
.0381	-420.6	-1513.	-1916.	-2132.	-2114.	-2152.	-2184.	-2209.	-2214.	-2217.	-2220.	-2205.	-2199.	-2194.	-2152.
.0096	-2045.	-4123.	-4733.	-5024.	-4930.	-4948.	-4957.	-4966.	-4939.	-4906.	-4865.	-4782.	-4699.	-4591.	-4382.
.0000	-2045.	-4123.	-4733.	-5024.	-4930.	-4948.	-4957.	-4966.	-4939.	-4906.	-4865.	-4782.	-4699.	-4591.	-4382.
C	1.793	1.887	1.980	2.074	2.136	2.199	2.261	2.324	2.386	2.449	2.511	2.574	2.636	2.698	2.759
FT	-5.7	-190.1	-501.8	-884.1	-1161.	-1447.	-1746.	-2058.	-2379.	-2710.	-3050.	-3396.	-3749.	-4107.	-4457.
FMT	-14.6	-451.8	-1147.	-1952.	-2506.	-3055.	-3603.	-4146.	-4679.	-5199.	-5705.	-6192.	-6659.	-7104.	-7511.

Mesh Generation					
Plan Projection					
P1	0	1.300	P3	3.5505	3.600
P2	2.759	1.300	P4	1.9141	3.600
Nr of divisions			Angles		
ndivx	17	angle_sup	0.4886		
ndivy	15	angle_inf	0.2164		
Old_Area		Old_Volume			
New_area		New_Volume			

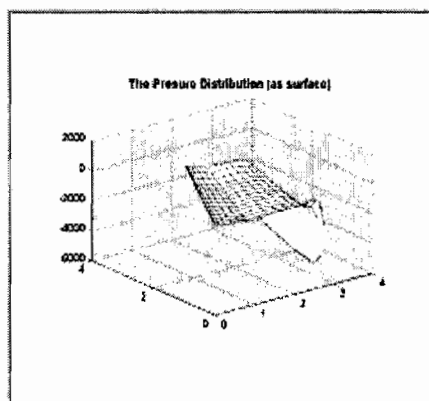
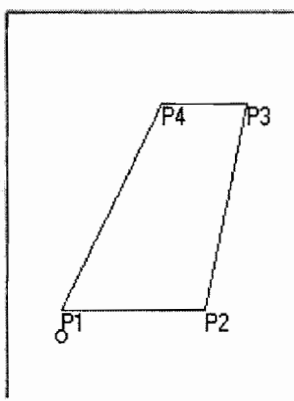


Figura 1

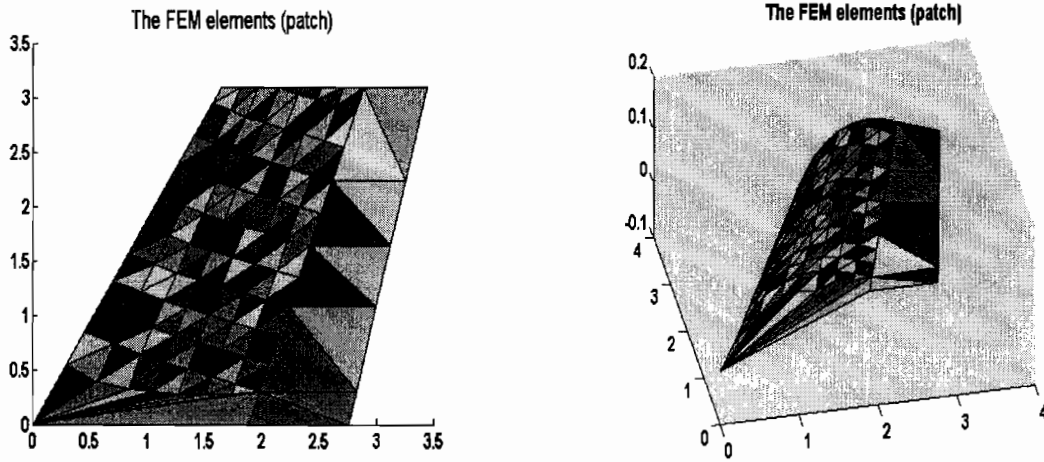


Figura 2

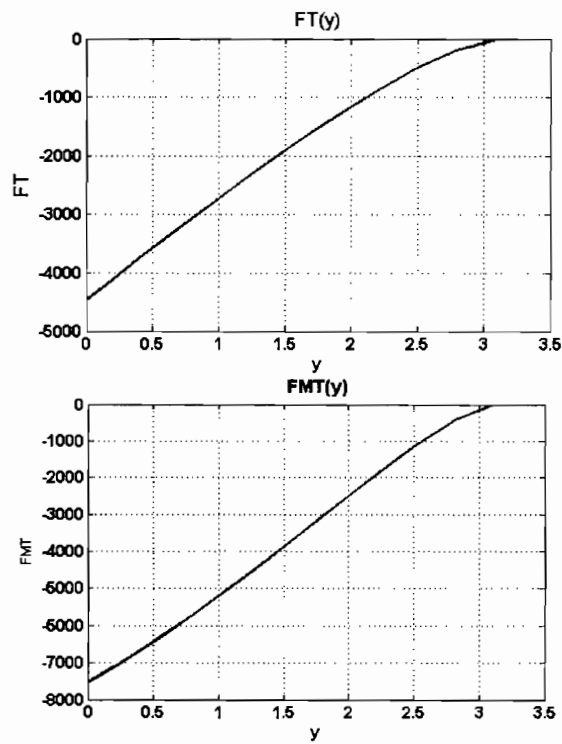


Figura 3

**Tabelul 1**

**Forte si presiuni in retea de la rezistenta**

Node_id	Node_Coordinate/1000			Pressure	Force 1	Force 2
	x	y	z			
1	0.949	0.637	0.094	-392.173	-12.724	-43.761
3	0.719	0.733	0.065	-182.555	-6.449	-22.18
5	1.049	0.879	0.096	-394.806	-12.515	-43.043
7	0.829	0.969	0.068	-184.783	-6.444	-22.164
9	1.152	1.129	0.099	-404.368	-12.075	-41.528
11	0.944	1.215	0.072	-192.386	-6.371	-21.91
13	1.259	1.388	0.102	-408.793	-11.554	-39.736
15	1.063	1.47	0.075	-203.629	-6.277	-21.587
17	1.37	1.657	0.105	-287.93	-10.956	-37.681
19	1.186	1.734	0.078	-209.033	-6.128	-21.075
21	1.485	1.936	0.108	-293.866	-10.402	-35.775
23	1.313	2.007	0.082	-215.702	-5.924	-20.374
25	1.604	2.223	0.11	-299.671	-9.863	-33.919
27	1.444	2.289	0.085	-221.856	-5.682	-19.543
29	1.726	2.52	0.113	-316.225	-9.269	-31.879
31	1.58	2.58	0.089	-136.183	-5.447	-18.733
33	1.852	2.826	0.116	-343.466	-8.756	-30.112
35	1.72	2.881	0.092	-256.293	-5.288	-18.187
37	1.963	3.094	0.118	-323.267	-4.166	-14.328
39	1.82	3.094	0.095	-245.415	-2.612	-8.984
42	1.152	0.572	0.109	-538.827	-17.06	-58.672
44	1.357	0.506	0.119	-442.005	-16.578	-57.015
46	1.564	0.439	0.121	-464.413	-16.316	-56.113
48	1.774	0.371	0.118	-484.252	-16.044	-55.179
84	1.745	1.536	0.132	-520.699	-16.094	-55.351
...	...	...	...	...	...	...
250	3.439	3.094	0.115	-4382.6	-17.485	-60.134
251	3.25	2.234	0.115	-4740.361	-44.611	-153.424
252	3.118	1.635	0.115	-4948.564	-48.991	-168.491
253	2.995	1.073	0.115	-4820.639	-52.141	-179.323
254	2.826	0.302	0.115	-4247.055	-42.728	-146.95
255	2.759	0	0.115	-2045.8	-13.343	-45.889
256	1.888	0	0.115	-144.092	-5.263	-18.1
257	0	0	0	0	-0.067	-0.231
					<b>Total f1</b>	<b>Total f2</b>
					<b>-1284.23</b>	<b>-4416.72</b>

Xg\_Rez= 2.05  
Yg\_Rez= 1.49