

Aplicația AEF-A.2.9

ANALIZA STATICĂ LINIARĂ A ELEMENTELOR FLEXIBILE METALICE DIN TABLĂ

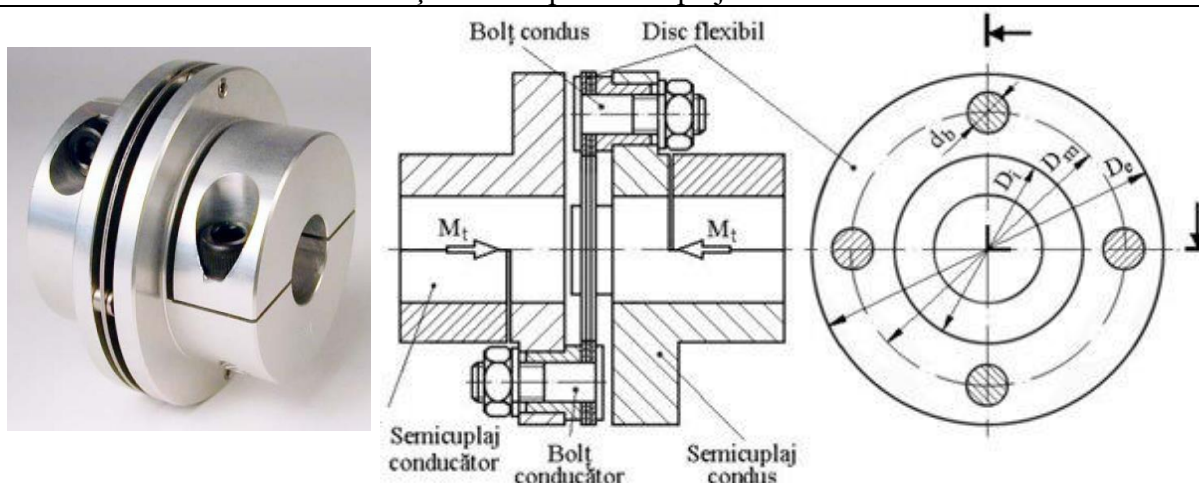
A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. Introducere

Există în componența multor produse tehnice componente mecanice care au structuri compacte distincte cerute de funcția principală de îndeplinit. Reprezentative acestui grup de componente sunt elementele elastice (arcurile), elementele de amortizare, elementele de susținere (carcase) etc. Specificul acestor elemente, de regulă, este dat de legăturile fixe sau cvasifixe ale acestora cu părțile învecinate. Analiza cu elemente finite a acestor componente, pentru obținerea de rezultate precise, presupune definirea cu acuratețe a modelului solid, a restricțiilor impuse de legăturile cu elementele învecinate, precum și a încărcărilor.

A.2. Descrierea aplicației

Cuplajele mecanice sunt subsisteme de legătură importante folosite pentru transmiterea puterii (mișcarea de rotație și momentul de torsiune) între, de obicei, doi arbori care aparțin la subsisteme diferite. Multe cuplaje mecanice au în componență elemente elastice active folosite pentru obținerea de caracteristici elastice torsionale impuse de cerințele funcționale sau, în cazul transmisiilor de precizie controlate, pentru obținerea unor rigidități torsionale și flexibilități transversale (pentru compensarea abaterilor de montaj) mărite. În figura de mai jos se prezintă un cuplaj care aparține ultimei categorii. Cele două semicuplaje sunt fixate rigid pe capetele arborilor prin asamblări cu strângere. Momentul de torsiune este transmis de la semicuplajul conducător prin intermediul a două bolțuri printr-un pachet de discuri metalice la alte două bolțuri fixate pe semicuplajul condus.



A.3. Scopul aplicației

În cazul prezentei aplicații se urmărește determinarea caracteristicilor de rezistență și de rigiditate ale discurilor metalice flexibile, montate în pachet între cele două semicuplaje, în scopul evaluării comportamentului acestui tip de cuplaj în funcționare în diferite aplicații. Cazul particular studiat este reprezentat de cuplaj cu $z = 3$ elemente flexibile sub formă de discuri inelare cu următoarele dimensiuni: $D_m = 95$ mm, $D_i = 80$ mm, $D_e = 110$ mm, $d_b = 10$ mm și grosimea $g = 0,5$ mm. Discurile inelare sunt executate din oțel de arc, 50VCr11A, tratat la 50-55 HRC. Momentul de torsiune transmis este $M_t = 40.000$ Nmm.

B. ÎNTOCMIREA MODELULUI DE ANALIZĂ

B.1. Definirea modelului de analiză

Pentru întocmirea modelului de analiză cu elemente finite asociat aplicației de mai sus se impune identificarea:

- formei și dimensiunilor geometrice,
- restricțiilor induse de legăturile cu elementele adiacente,
- încărcărilor exterioare,
- caracteristicilor materialului.

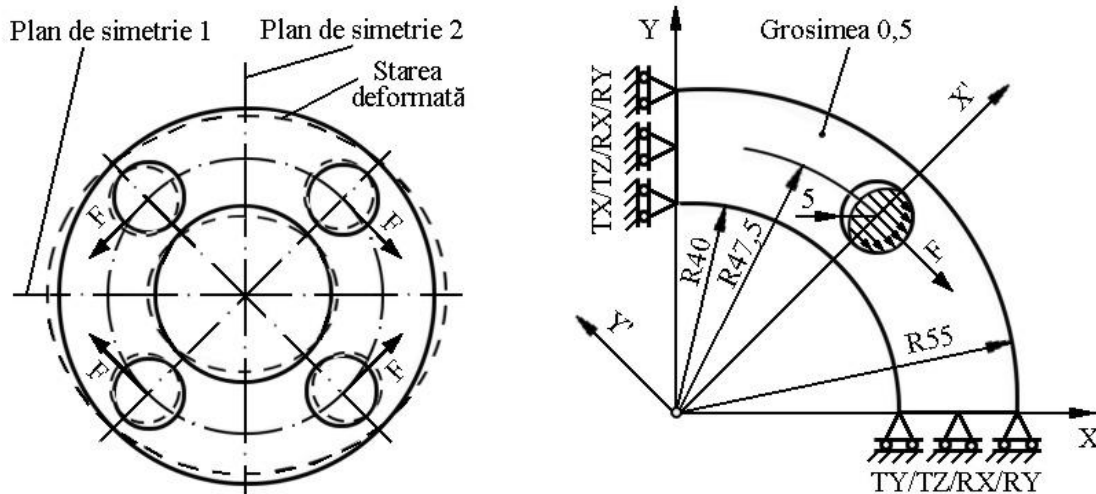
B.2. Descrierea modelului de analiză

Definirea modelului de analiză presupune identificarea valorilor parametrilor geometrici și fizici în raport cu sistemul de coordonate XY.

Ținând cont de simetria geometrică în raport cu două plane perpendiculare a stărilor nedeformată și deformată ale structurii, de simetria încărcării și de izotropia caracteristicilor mecanice ale materialului, pentru analiză se consideră numai un sfert din structura discului inelar.

Pentru ca modelul de analiză să aibă aceeași comportare cu în cazul real este necesar ca punctelor de pe axe X și Y să li se asocieze condiții limită care permit numai deplasări în direcțiile acestor axe.

Încărcarea modelului de analiză, consecință a acțiunii unui bolț cu rigiditate mărită, se face cu o forță, $F = M_t/D_m = 421,05 \text{ N}$, distribuită cu variație parabolică pe semisuprafața cilindrică de contact, echivalentă acțiunii momentului de torsiune. Acțiunea încărcării se face după circumferință în raport cu un sistem de coordonate local predefinit.



B.3. Stabilirea caracteristicilor materialului (50VCr11A)

Pentru analiza cu elemente finite caracteristicile de rezistență ale materialului, oțel de arc 50VCr11A tratat la 50-55 HRC, sunt:

- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 209000 \text{ N/mm}^2$;
- coeficientul contracției transversale (Poisson), $\nu = 0,3$.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ

C.1. Modelarea geometrică

Activarea modului de generare a solidelor și setarea unității de măsură pentru lungimi

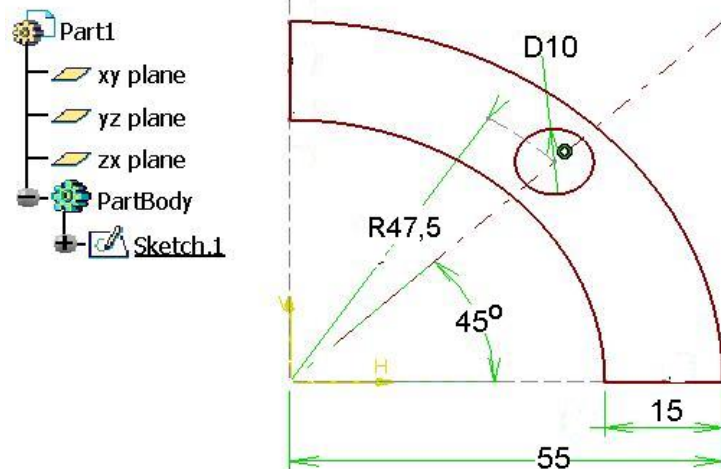
Start → Mechanical Design → Part Design → **New part**: New part name: Disc cuplaj.

Tools → Options ... → **Options**: Parameters and Measure; Units; Length, Milimeter (mm);

↵ OK.

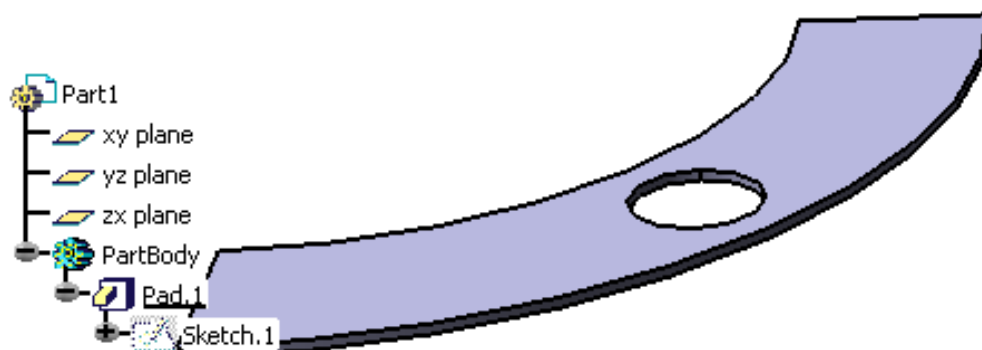
Generarea schiței de referință

(Sketcher) → xy plane →
 (Arc) → [se desenează
 cele două arce de cerc] →
 (Line) → [se desenează cele
 două segmente de cap] →
 (Circle) → [se desenează
 cercul] → (Constraint) [se
 introduc succesiv cotele prin
 selectarea entităților] →
 (Exit Workbench).



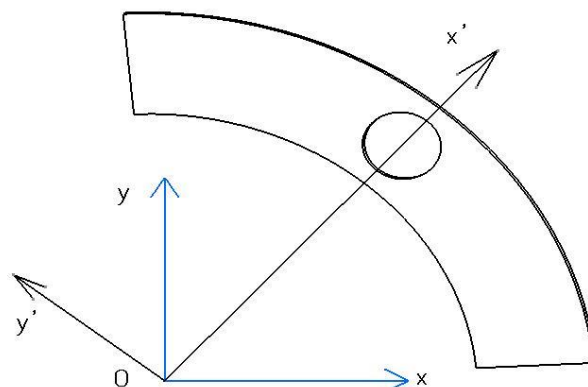
Generarea modelului solid

(Pad) → **Pad Definition:** Length: 0,5; Selection: [se selectează, Sketch.1]; ↵OK.



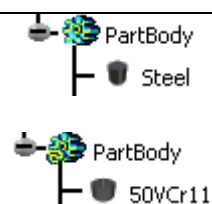
Crearea sistemului de coordonate local

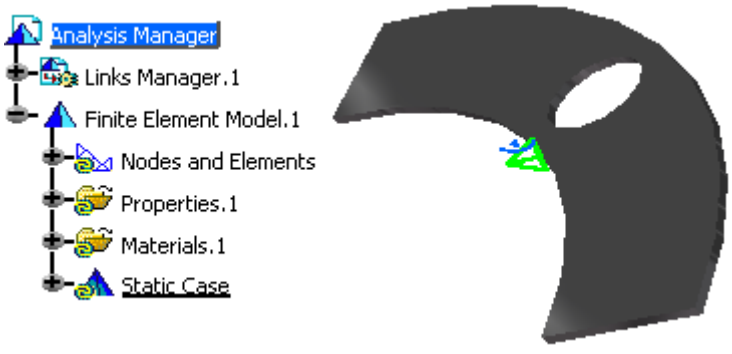
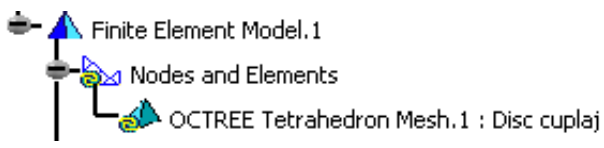
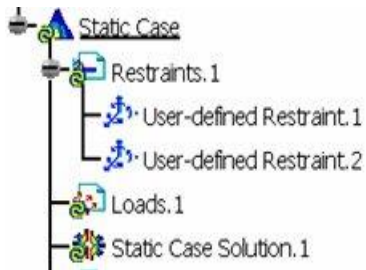
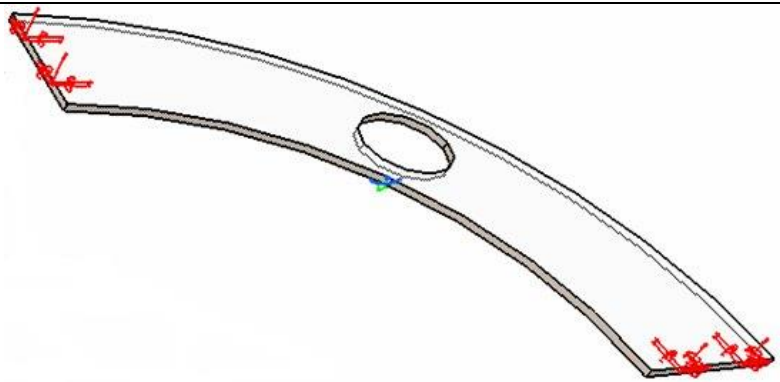
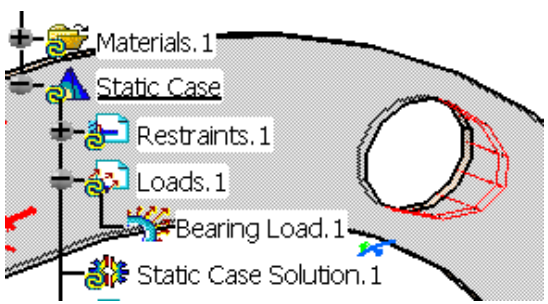
Insert → (Axis System) → **Axis System Definition:** Axis system type: Euler angles;
 Origin: 0,0,0; Angle 1 =45 deg; Angle 2 = 45 deg; Angle 3 = 0 deg; ↵OK.



C.2. Modelarea caracteristicilor materialului

[Selectare corp (PartBody) în structura arborescentă] → (Apply Material) → **Library (ReadOnly):** Metal, Steel; Apply; ↵OK.
 [Selectare Steel din structura arborescentă] → **Properties:** Feature Properties, Feature Name 50VCr11; Analysis: Young Modulus 209000 N/mm², Poisson Ratio 0,3; Apply; ↵OK.



C.3. Modelarea cu elemente finite	
Activarea modului de analiză cu elemente finite	
Start → Analysis & Simulation → Generative Structural Analysis → New Analysis Case: Static Analysis , ↵OK.	
Modificarea dimensiunilor elementelor finite	
[Selectarea cu mouse-ul a specificației OCTREE Tetraedron Mesh: Part1 , în structura arborescentă, sau a simbolului  de pe structura modelului solid] → OCTREE Tetraedron Mesh: Size: 1 mm; Absolute Sag 0,5 mm ; ↵OK.	
C.4. Modelarea constrângerilor geometrice	
Introducerea restricțiilor de deplasare	
 → User-defined Restraint: Supports [se selectează fața de cap din planul XOZ]; [se dezactivează: ☐ Restrain Translation 1, ☐ Restrain Rotation 3 (permite translația de-a lungul axei OX)], ↵OK.  → User-defined Restraint: Supports [se selectează fața de cap din planul YOZ]; [se dezactivează: ☐ Restrain Translation 2, ☐ Restrain Rotation 3 (permite translația de-a lungul axei OY)], ↵OK.	
	
C.5. Modelarea încărcărilor	
Introducerea forței	
 (Bearing Load) → Bearing Load → Supports [selectarea suprafeței cilindrice a găurii de bolt]; Axis System ↓ User, Current Axis [se selectează sistemul de coordonate local, Axis System.1] Force vector X 0N, Y -421,05 N, Z 0N; Angle 180deg; Orientation Parallel; Type Parabolic; ↵OK.	

D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modului de calcul

 (Compute) → **Compute:** ↓ All, ↵OK → **Computation Resources Estimation,** ↵Yes → **Computation Status.**

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

E.1. Vizualizarea stării deformate / Animație

 (Deformation).

 (Animate) → **Animate:** Steps number: 5 (se pot modifica și alți parametri); ↵Close.

Observație

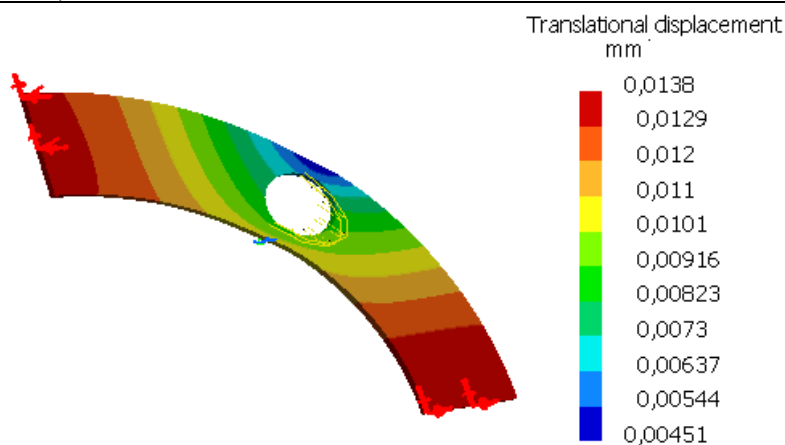
Pentru modificarea amplitudinii deplasărilor la animație în vederea obținerii unei sugestivități îmbunătățite se poate parcurge succesiunea,

 → **Amplification magnitude:** Factor: 1 (se pot seta și alți parametri); ↵OK.



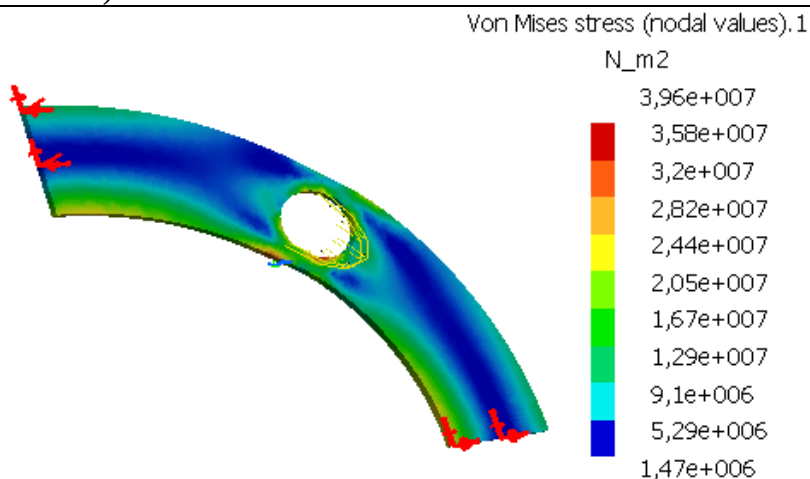
E.2. Vizualizarea câmpului de deplasări

 (Displacement).



E.3. Vizualizarea câmpului de tensiuni

 (Von Mises Stress).



F. CONCLUZII

Datele obținute, în cazul acestei aplicații, se pot utiliza în proiectare pentru verificări de rezistență și de rigiditate. Rigiditatea torsională a cuplajului, se calculează cu relația $k_t = 2zM_t/\delta D_m = 252630 \text{ Nmm/rad}$ considerând $\delta = 0,01 \text{ mm}$ (fig. E.2) deplasarea circumferențială a bolțului. Valoarea mărită a rigidității torsionale recomandă acest cuplaj pentru utilizarea în cadrul sistemelor mecatronice. Valoarea rigidității torsionale se poate folosi pentru compararea cu cea admisibilă în calcule de verificare și în relațiile de calcul a modulelor de comandă și control ale sistemului care conține cuplajul.

Pe de altă parte, în fig. E.3 se evidențiază tensiunea maximă von Mises în valoare de 39,6 MPa care este sub tensiunea de curgere a materialului din care este executat.

G. EXERCITIU

Să se efectueze analiza cu elemente finite a elementului elastic, executat din 50VCr11A tratat la 50-55 HRC, din componenta cuplajului de mai jos [Brevet RO 114670] cu următoarele dimensiuni: $D = 141,4 \text{ mm}$, $l = 100 \text{ mm}$, $R1 = 25 \text{ mm}$, $R2 = 7,5 \text{ mm}$, $d = 8 \text{ mm}$, $b = 20 \text{ mm}$. Momentul de torsiune transmis de cuplaj este $M_t = 40.000 \text{ Nmm}$.

