Aplicația AEF-A.2.3

ANALIZA STATICĂ A STRUCTURII BRAȚULUI UNUI ROBOT INDUSTRIAL

A. DEFINIREA APLICAȚIEI

A.1. IntroducereStructurile mecanismele de ghidare ale roboților industriali, în vederea unei bunecomportări în funcționare, din punct de vedere constructiv sunt cu mase reduse și rigiditățimărite. În plus, configurațiile geometrice ale acestora, de obicei spațiale, sunt complexe,dictate de condițiile constructive și de montaj și de necesitatea unor momente de inerțiemicșorate. Deci, în urma analizelor statice cu elemente finite a unor astfel de structuri, carepresupun identificarea câmpurilor de deplasări și de tensiuni, se urmărește, cu precădere,determinarea valorilor deplasărilor, rigidităților și tensiunilor echivalente pentrucompararea ulterioară a valorilor acestora cu limitele admisibile, dar și pentru utilizareaacestora în calcule ulterioare de dinamică. Analizele cu elemente finite ale acestor structuriserealizează succesiv, pornind de la structuri obținute prin calcule clasice, și terminând,prin modificări pas cu pas, cu soluția optimă care presupune masă minimă și rigiditatemaximă în condiții de rezistență admisibile.A.2. Descrierea aplicațieiÎn figura de mai jos se prezentată schema structural constructivă a unui robot industrialarticulat în care se pot identifica principalele subansamble constructivă a unui robot industrial

articulat, în care se pot identifica principalele subansamble constructive (cuple motoare, elemente de antrenare și elemente de susținere) ale mecanismului de ghidare. Importanță deosebită din punct de vedere constructiv, cu influențe majore asupra performanțelor dinamice și de precizie ale robotului industrial, o au cele două elemente de susținere, antebrațul și brațul. Spre deosebire de braț care este antrenat direct din cupla motoare printr-un servosistem cu reductor, antebrațul este antrenat prin intermediul unui mecanism paralelogram de un servosistem de antrenare cu reductor care este fixat pe carcasa de susținere a structurii de ghidare.



A.3. Scopul aplicației

În această aplicație se prezintă analiza statică a câmpurilor mecanice din structura antebrațului din componența mecanismului de ghidare al robotului de mai sus. Acest element, cu structura monobloc, executat din aliaj de aluminiu (duraluminiu) are dimensiunile: $L_1 = 250 \text{ mm}$, $L_2 = 800 \text{ mm}$, R = 80 mm, $R_1 = 70 \text{ mm}$, $R_2 = 15 \text{ mm}$, $R_3 = 45 \text{ mm}$, $R_4 = 25 \text{ mm}$, $R_5 = 60 \text{ mm}$, a = 5 mm, b = 120 mm, c = 80 mm, e = 60 mm. Structura antebrațului, pentru analiza cu elemente finite, se încarcă cu forțele $F_1 = 1000 \text{ N}$ și $F_2 = 80 \text{ N}$, care reprezintă sarcinile dinamice echivalente corespunzătoare obiectului manipulat și mecanismului de orientare, reduse la axa alezajului mecanismului de orientare.



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,
- elementelor rigide virtuale adiacente,
- restricțiilor induse de legăturile cu elementele exterioare,
- cuplelor virtuale necesare,
- încărcărilor exterioare,
- caracteristicilor materialului.

B.2. Descrierea modelului de analiză

În figura de mai jos se prezintă forma geometrică la nivel de detaliu și dimensiunile antebrațului de analizat.

Simularea legăturii antebrațului cu *pârghia de antrenare* se face prin intermediul unui element rigid virtual care are nodul master fixat prin anularea translațiilor în raport cu sistemul de coordonate global. Legătura cu *brațul* se modelează, de asemenea, printr-un element rigid virtual dar care are nodul master solidarizat cu o cuplă de rotație virtuală cu axa comună cu a alezajului din zona mediană.

Încărcarea în plan frontal cu forța externă F_1 se realizează, având în vedere că în alezajele de legătură cu mecanismul de orientare se montează rulmenți, prin echivalarea acesteia cu forțe distribuite pe semicircumferința alezajului după o lege parabolică (rulmenții au inelele flexibile). În plan axial, încărcarea cu forța F_1 se face prin intermediul unui element rigid care solidarizează cele două laturi ale antebrațului acționând în nodul master poziționat în centrul de simetrie al alezajelor brațelor.



- modulul de elasticitate longitudinală, $E = 73000 \text{ N/mm}^2$;
- coeficientul contracției transversale (*Poisson*), v = 0,18.

C. PREPROCESAREA MODELULUI DE ANALIZĂ











D. REZOLVAREA MODELULUI CU ELEMENTE FINITE

D.1. Lansarea modulului de calcul
(Compute) \rightarrow Compute: \downarrow All, \neg OK \rightarrow Computation Resources Estimation, \neg Yes
\rightarrow Computation Status.
â

E. POSTPROCESAREA REZULTATELOR

E.1. Vizualizarea stării deformate/Animație

(Deformation).

(Animate) \rightarrow Animate: Steps number: 5 (se pot modifica și alți parametri pentru îmbunătățirea vizualizării), \downarrow 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), \neg OK.

E.2. Vizualizarea câmpului de deplasări

La (Displacement).



F. CONCLUZII

Pentru proiectarea elementelor principale ale sistemelor de ghidare ale roboților industriali, studiul câmpurilor mecanice din structurile acestora cu ajutorul programelor performante care au la bază MEF este de neînlocuit.

Importanță deosebită pentru precizia robotului o au valorile deplasărilor elastice asociate punctelor din zona de legătură a antebrațului cu mecanismul de orientare (de exemplu, în cazul acestei aplicații, deplasare maximă este 0,527 mm) care în cazul unor aplicații concrete se limitează la valori admisibile. În cazul nerespectării acestei condiții se modifică

forma și dimensiunile structurii antebrațului și/sau materialul folosit în vederea rigidizării cu menținerea masei acestuia la valori minim posibile.

Din analiza câmpurilor de tensiuni (7,83 MPa, tensiunea principală; 16,3 MPa, tensiunea maximă Von Mises) se evidențiază faptul că structura antebrațului este supradimensionată.

G. EXERCIŢIU

Să se determine câmpurile de deplasări și de tensiuni din structura brațului mecanismului de ghidare al robotului (fig. A.2), prezentat în figura de mai jos. Dimensiunile acestui element, exprimate în mm, se determină în funcție de parametrul, a = 60 mm. Încărcările brațului se vor determina în funcție de forțele care încarcă mecanismul de ghidare prezentate în fig. A.2. Brațul de analizat are o structură obținută prin turnare din oțel cu modulul de elasticitate longitudinală, E = 203950 MPa, și coeficientul Poisson, v = 0.35.

