

## Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Katedra za proizvodno mašinstvo

Laboratorija za kibernetiku i mehatronske sisteme - CMSysLab

Predmet: Projektovanje obradnih sistema

Predmetni nastavnik: Prof. Petar B. Petrović

Predmetni saradnici: Nikola Lukić i Lazar Matijašević

---

Beograd 2020.05.11

### Dinamički proračun MKE

Dinamički simulacioni proračun na vežbanjima iz predmeta Projektovanje obradnih sistema nastavak je prethodne vežbe na temu statičkog proračuna, gde je predmet analize noseća konstrukcija sistema za automatsko merenje debljine metalkord platna na linijama za kalandriranje u okviru procesa proizvodnje pneumatika<sup>1</sup>.

Dinamički proračun, odnosno modalna analiza, kao i bilo koja druga analiza, u opštem slučaju zahteva izvođenje određenih koraka, o čemu je detaljnih navoda bilo na prethodnim vežbanjima, a oni se ovde sastoje iz sledećeg:

- 1) Definisavanje 3D geometrijskog modela konstrukcije koja se analizira;
- 2) Pokretanje modula za simulacije (*Study*), a potom odabir dinamičkog proračuna (*Frequency*);
- 3) Definisavanje materijala;
- 4) Definisavanje oslonaca;
- 5) Definisavanje mreže konačnih elemenata;
- 6) Pokretanje i izvođenje simulacionog proračuna;
- 7) Podešavanje prikaza rezultata i analiza.

U konkretnom slučaju, kako se nadovezujemo na prethodnu vežbu, nakon pokretanja simulacionog proračuna *Frequency*, ovde se prvo samo proverava izabrani materijal (*Plain Carbon Steel*), a zatim se preko sekcije *Fixtures* uvode oslonci (desnim klikom otvara se *menu* sa opcijama), i koriste se fiksni oslonci (*Fixed Geometry*) koji za selektovane površine potpuno blokiraju kretanje u prostoru.

Modalna analiza ne zahteva definisanje opterećenja, jer se kao rezultat dobijaju sopstvene frekvencije i korespondentni modovi oscilovanja, što predstavlja karakteristiku konstrukcije sa svim pratećim parametrima uključujući karakteristike materijala i oslonce, ali nezavisno od opterećenja.

Nakon uvođenja oslonaca, sledi korak generisanja mreže konačnih elemenata. U ovom kontekstu sve napomene koje su prethodno definisane za statički proračun su opšteg karaktera, pa važe i za definisanje mreže konačnih elemenata za dinamički proračun. U konkretnom slučaju odabran je *Standard Mesh*.

Završni korak odnosi se na pokretanje simulacionog proračuna, podešavanje prikaza rezultata i njihovu analizu, odnosno formiranje izveštaja za sprovedene aktivnosti proračuna. U slučaju dinamičkog proračuna kao rezultati dobijaju se sopstvene frekvencije razmatrane konstrukcije, izražene u Hz, i korespondentni oblici oscilovanja. Softverski paket *Solid Works* kao rezultat prikazuje 5 sopstvenih frekvencija i oblika oscilovanja, a često se smatra da su prve tri sopstvene frekvencije najvažnije i dovoljne za analizu, jer sa sobom nose najveću energiju. Kod projektovanja nosećih konstrukcija sopstvene frekvencije su izuzetno značajne sa aspekta stabilnosti, što je kao tema posebno obrađeno u okviru predavanja na predmetu Projektovanje obradnih sistema.

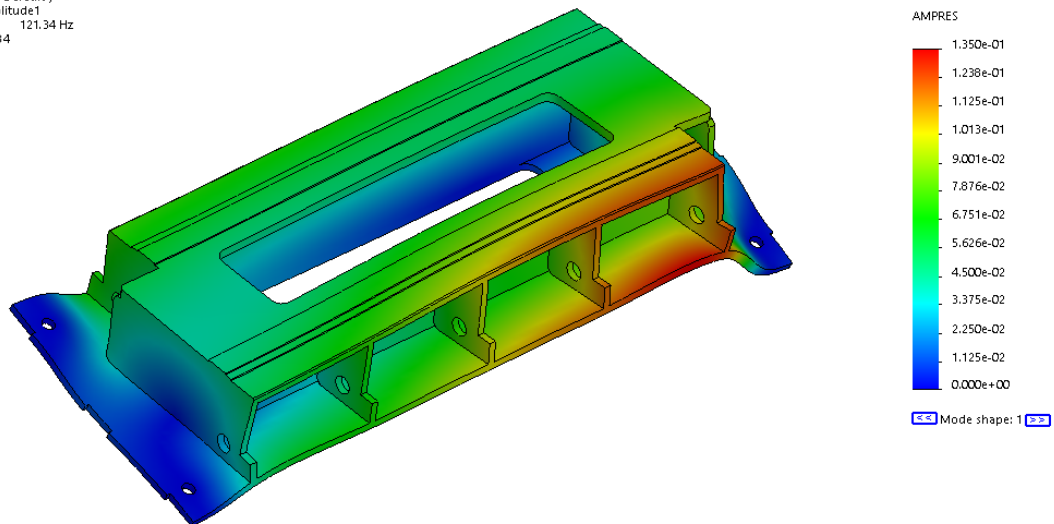
Podešavanje prikaza rezultata nije posebno značajno u ovom kontekstu, jer se po automatizmu dobijaju odgovarajući prikazi. Kod modalne analize posebno je značajna opcija animiranog prikaza oblika

---

<sup>1</sup> Korišćenje materijala koji se odnosi na merni sistem za automatsko merenje debljine metalkord platna (fotografije, 3D modeli i video materijal) striktno se ograničava za potrebe izvođenja vežbanja na predmetu Projektovanje obradnih sistema i najstrože je zabranjeno dalje distribuiranje.

oscilovanja (desni klik na jedan od rezultata, pa izbor opcije *Animate*), jer se na taj način postiže detaljan uvid u karakter ponašanja odnosno oblik oscilovanja konstrukcije za svaku od sopstvenih frekvencija. U nastavku se ilustrativno prikazuje oblik oscilovanja razmatrane konstrukcije na prvoj sopstvenoj frekvenciji koja je približno 121 Hz. Preciznost rezultata zavisi od toga koliko je „fina“ ili „gruba“ mreža konačnih elemenata, pa izračunate sopstvene frekvencije mogu da variraju u određenoj meri, ali su korespondentni oblici oscilovanja uvek isti.

Model name: sklopNK  
Study name: Frequency 1(-Default)  
Plot type: Frequency Amplitude1  
Mode Shape: 1 Value = 121.34 Hz  
Deformation scale: 1.26784



Proceduru koja je prethodno opisana po fazama na temu izvođenja dinamičkog proračuna, odnosno modalne analize u softverskom paketu *Solid Works*, potrebno je pratiti u kombinaciji sa video materijalom za koji se link navodi u nastavku:

[https://masbgacrs-my.sharepoint.com/:v/g/personal/nlukic\\_mas\\_bg\\_ac\\_rs/ESmHZJYJ9YdPqvERvn\\_BvS8B5DAf3CiO61PA7qQBLDcLYw?e=VzwKoP](https://masbgacrs-my.sharepoint.com/:v/g/personal/nlukic_mas_bg_ac_rs/ESmHZJYJ9YdPqvERvn_BvS8B5DAf3CiO61PA7qQBLDcLYw?e=VzwKoP)