Poglavlje 1

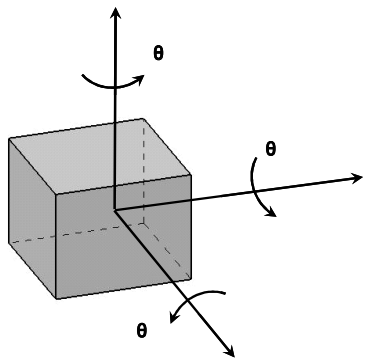
Uvod

Dinamika čvrstih tela je sastavni deo mehanike. U principu, dinamika obuhvata dve zasebne grane, kinematiku i kinetiku.

Kinematika se bavi kretanjem objekata, pri čemu ne razmatra sile koje izazivaju kretanje. Ona se bavi pozicijom, brzinom i ubrzanjem. Za razliku od nje, kinetika proučava sile koje izazivaju kretanje i ubrzanje.

Deo programskog paketa CATIA, pod nazivom Digital Mock Up, sadrži modul DMU Kinematics, u kome se mogu izvoditi dinamičke simulacije vezane za kinematiku. Kinetičke analize, međutim, nisu moguće u paketu CATIA V5. Na tržištu postoje nezavisni programski paketi koji dozvoljavaju proračune sila u okviru mehanizama koji su razvijeni u programu CATIA.

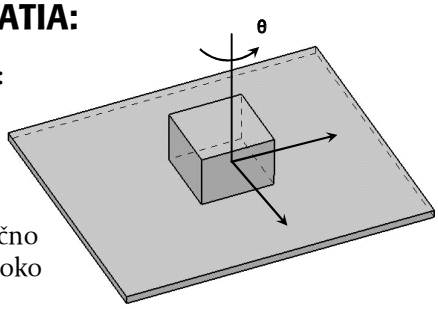
Korisnik mora poznavati osnovne vrste spojeva i ograničenja stepena slobode koja ti spojevi unose u sisteme kako bi mogao efikasno kreirati razne mehanizme u modulu DMU Kinematics. Čvrsto telo u prostoru može se translatorno kretati u tri ortogonalna pravca (najčešće se označavaju sa x, y i z) i rotirati oko svake od tih osa (te rotacije se u engleskom jeziku često označavaju kao roll, pitch i yaw, respektivno). Drugim rečima, čvrto telo u prostoru poseduje šest stepeni slobode (engl. degrees of freedom, u daljem tekstu dof), tri translatorna i tri rotaciona.



Sve spojeve u programu CATIA možemo svrstati u dve grupe: *jednostavne* i *složene*. U nastavku ćemo opisati ove spojeve, počevši od onih jednostavnih.

Jednostavni spojevi u programu CATIA:

1 - PLANARNI SPOJ (ENGL. PLANAR JOINT) **:**



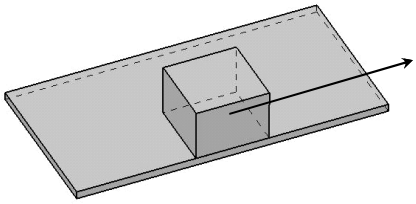
Zamislite situaciju u kojoj gornji blok može kliziti po ravnoj površini, kao što je prikazano na slici desno.

Pozicija bloka je u tom slučaju jednoznačno određena translacijom duž osa x i y i rotacijom oko ose z.

Planarni spoj na taj način uklanja jedan translacioni i dva rotaciona stepena slobode (dof). Ukupan broj stepena slobode kod ovog spoja je tri.

2 - PRIZMATIčNI SPOJ (ENGL. PRISMATIC JOINT) :

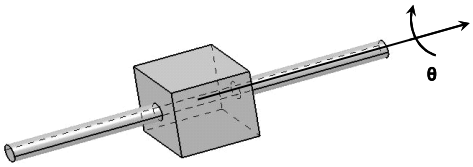
Ukoliko se kod planarnog spoja jedna ivica bloka translatorno kreće duž neke od ivica noseće površine (ili duž bilo koje prave linije na toj površini) bez mogućnosti rotacije, onda dobijamo prizmatični spoj koji ima samo jedan stepen slobode. Ovaj spoj blokira sva tri rotaciona, kao i dva translatorna stepena slobode.



Komanda za ovaj spoj obuhvata translaciju.

3 - CILINDRIčNI SPOJ (ENGL. CYLINDRICAL JOINT) :

Zamislite deo prikazan na slici desno, koji može da klizi duž šipke i istovremeno rotira oko nje. Time se dobija cilindrični spoj koji sadrži dva stepena slobode. Dva od ukupno tri rotaciona i dva od tri translatorna stepena slobode su blokirana, pri čemu je osa preostalog rotacionog kretanja istovremeno i osa zadržane translacije.



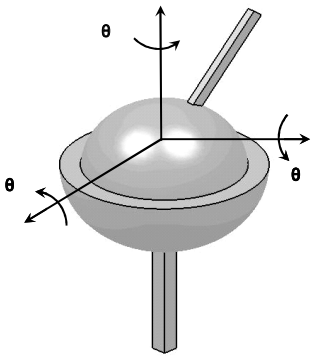
Komanda za cilindrični spoj sadrži podatak o uglu rotacije ili o dužini translacije (ili oba podatka).

4 - SFERIčNI SPOJ (ENGL. SPHERICAL JOINT) :

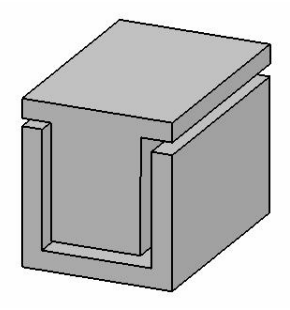
Sferični spoj blokira sva tri translatorna kretanja, zadržavajući istovremeno potpunu slobodu rotacije.

Drugim rečima, sferični spoj sadrži sva tri rotaciona stepena slobode.

Ne postoji specijalna komanda za ovu vrstu spoja.



5 - ČVRST SPOJ (ENGL. RIGID JOINT) :



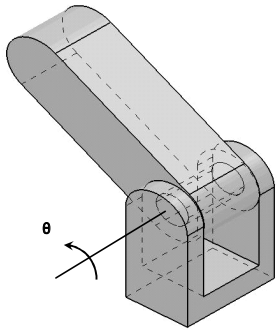
Ovaj spoj predstavlja trivijalan slučaj u kome su pojedinačni delovi međusobno blokirani, tako da nemaju nikakvu slobodu kretanja.

Ne postoji specijalna komanda za ovu vrstu spoja.

Napominjemo da simulacija mehanizma u DMU okruženju zahteva da barem jedan deo bude fiksan (*Fixed Part*), pri čemu je takav deo blokiran u odnosu na inercijalni referentni okvir simulacije

Složeni spojevi u programu CATIA:

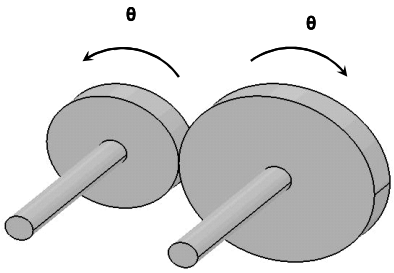
1 - REVOLUCIONI SPOJ (ENGL. REVOLUTION JOINT) :



Mehanizam sa desne strane prikazuje revolucioni spoj koji poseduje jedan stepen slobode - rotaciju. Za konstrukciju revolucionog spoja neophodno je definisati dve ravni i dve linije, pri čemu ravni moraju biti normalne na osu, ali mogu biti međusobno razmaknute.

Komanda za ovaj spoj je "Angle" (ugao).

2 - SPOJ ZUPČANIKA (ENGL. GEAR JOINT) :

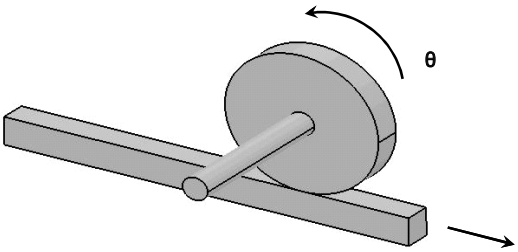


Spoj zupčanika obuhvata dva revoluciona spoja. Korisnik može definisati prenosni odnos između zupčanika, kao i smer rotacije. Ose revolucionih spojeva, međutim, moraju biti definisane u prostoru. CATIA zahteva da dva revoluciona spoja koja sačinjavaju zupčasti spoj imaju zajednički deo. Delovi koji učestvuju u ovom spoju ne moraju biti pravi zupčanici; spoj samo primenjuje matematičku relaciju između uglova dva revoluciona spoja, u skladu sa definisanim prenosnim odnosom.

Zupčasti spoj poseduje samo jedan stepen slobode.

Komanda za zupčasti spoj obuhvata ugao za jedan od revolucionih spojeva.

3 - SPOJ ZUPčASTE LETVE (ENGL. RACK JOINT) :

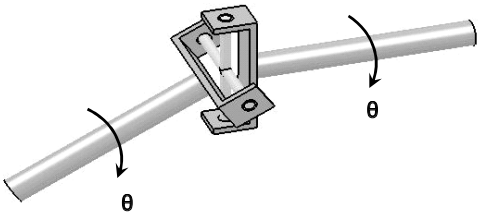


Spoj zupčaste letve je specijalan slučaj zupčastog spoja u kome je prečnik jednog od zupčanika beskonačan. Ovaj spoj se gradi pomoću jednog revolucionog i jednog prizmatičnog spoja. Korisnik može definisati prenosni odnos u *mm* po obrtu i smer rotacije revolucionog spoja.

Kao i ranije, osa revolucionog spoja mora biti definisana u prostoru. Spoj zupčaste letve poseduje jedan stepen slobode - translacija ili rotacija.

Komanda za spoj zupčaste letve obuhvata translaciju ili rotaciju revolucionog spoja.

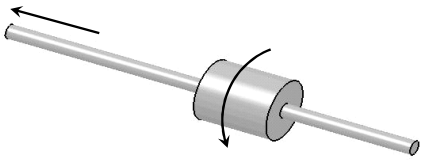
4 - UNIVERZALNI SPOJ (ENGL. UNIVERSAL JOINT) :



Univerzalni spoj omogućava spregnutu rotaciju dve osovine oko sopstvenih osa, pri čemu te ose međusobno zaklapaju određeni ugao, poput slike na desnoj strani. Kretanje svake osovine mora unapred biti ograničeno na sopstvenu osu, u vidu revolucionog ili cilindričnog spoja. Ovaj spoj praktično uklanja sve relativne stepene slobode između dva dela. Drugim rečima, jedan od dva ugla angažovanih revolucionih/cilindričnih spojeva mora biti određen unapred, dok je drugi ugao određen ovim prvim.

Ovaj spoj ne poseduje zasebnu komandu.

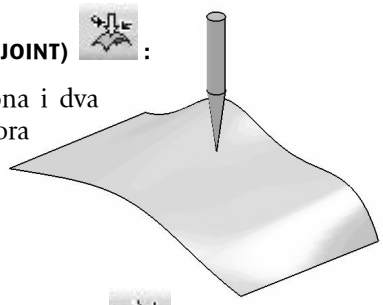
5 - SPOJ TIPA ZAVRTNJA (ENGL. SCREW JOINT) :



Ovaj spoj sadrži dva spregnuta stepena slobode. Da bi se on definisao, potrebno je odrediti zajedničku osu dva dela koji ga sačinjavaju i korak (engl. pitch; linearni pomeraj za jedan puni obrtaj). Spoj tipa zavrtnja poseduje samo jedan stepen slobode - translaciju duž ose ili rotaciju oko te ose.

Komanda za ovaj tip spoja sadrži ugao rotacije ili dužinu translacije.

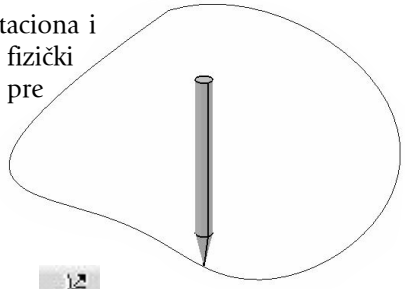
6 - TAČKASTI POVRŠINSKI SPOJ (ENGL. POINT SURFACE JOINT) :



Ovaj spoj poseduje pet stepeni slobode, tri rotaciona i dva translatorna. Da bi se kreirao ovaj spoj, tačka se mora postaviti na površinu na samom početku.

Ne postoji zasebna komanda za ovaj spoj.

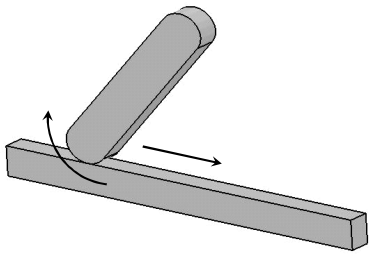
7 - TAČKASTI SPOJ DUŽ KRIVE LINIJE (ENGL. POINT CURVE JOINT) :



Ovaj spoj poseduje četiri stepena slobode, tri rotaciona i jedan translatorni (duž krive). Tačka se mora fizički postaviti na krivu (trodimenzionalnu krivu) pre samog kreiranja spoja.

Odgovarajuća komanda sadrži dužinu translacije duž krive.

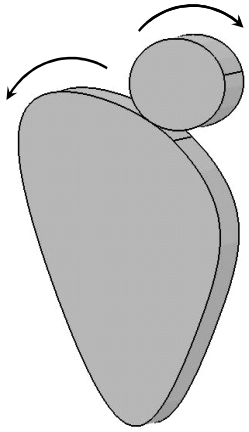
8 - KLIZAJUći SPOJ KRIVIH (ENGL. SLIDE CURVE JOINT) :



Klizajući spoj krivih zadržava kontakt između dve krive, pri čemu jedna od njih može kliziti duž druge. Dve krive moraju biti koincidentne i tangencijalne u jednoj tačci pre samog kreiranja spoja.

Ne postoji zasebna komanda za ovu vrstu spoja.

9 - KOTRLJAJUći SPOJ KRIVIH (ENGL. ROLL CURVE JOINT) :

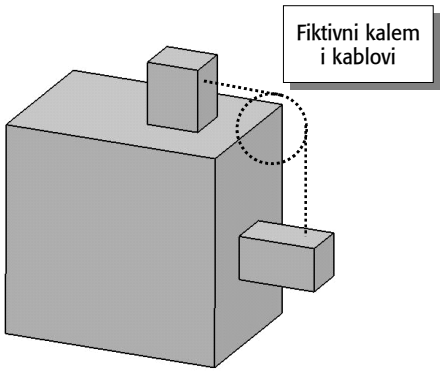


Kotrljajući spoj krivih zadržava kontakt između dve krive, pri čemu je klizanje jedne krive duž druge zabranjeno. Dve krive moraju biti koincidentne i tangencijalne u jednoj tačci.

Komanda za kotrljajući spoj krivih obuhvata dužinu translacije duž krivih u odnosu na spojnu tačku.

10- ŽIČANI SPOJ (ENGL. CABLE JOINT) :

Žičani spoj se može posmatrati kao spoj zupčanika koji spaja dva prizmatična spoja. On uspostavlja odnos između dužina dva prizmatična spoja sa prenosnim odnosom zupčanika. Kablovi i kalem predstavljaju fiktivne elemente i nisu prikazani u modelu niti na ekranu.



Komanda za ovaj spoj obuhvata dužinu za jedan od dva prizmatična spoja.

Ukoliko poznajete osnovne vrste spojeva koje nudi CATIA V5 i imate iskustva u dizajniranju delova i modelovanju sklopova u ovom programskom paketu, spremni ste da otvorite ovaj priručnik.

NAPOMENE: