



SINTEZA MEHANIZAMA

OSNOVNI POJMOVI

Sinteza mehanizama predstavlja postupak **projektovanja mehanizma** koji treba da izvrši postavljeni **zadatak (cilj)**.

Kinematički


Dinamički

Opšti

OSNOVNI POJMOVI - faze

Da bi se uspešno ostvarili svi ciljevi, projektovanje mehanizama se obično obavlja u nekoliko faza:

- **tipska sinteza** - odredjivanje tipa mehanizma
- **strukturna sinteza** - odredjivanje strukture mehanizma
- **dimenziona sinteza** - odredjivanje dimenzija
- **optimalna sinteza** - optimizacija parametara



**Analiza
rešenja**

KINEMATIČKA SINTEZA

- TIPOVI

Postoji veliki broj kinematičkih zadataka koji se mogu postaviti pred mehanizam, međutim, većina ih se može svrstati u tri grupe:

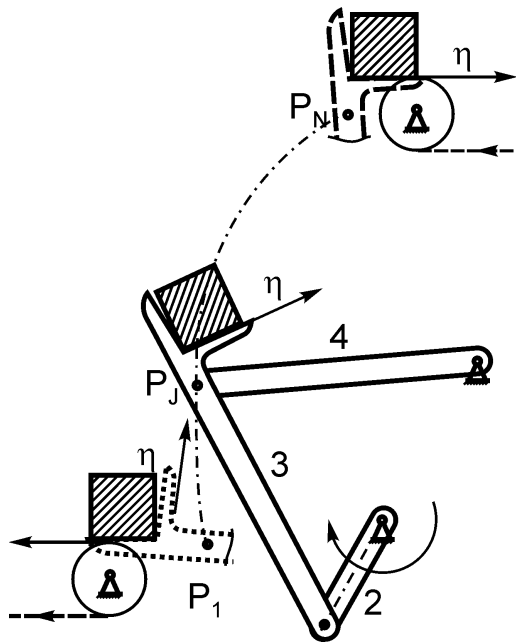
- **ostvarivanje kretanja**
- **ostvarivanje putanje**
- **ostvarivanje funkcije**

Ostvarivanje kretanja znači da jedan član mehanizma mora u toku ciklusa zauzeti unapred propisane položaje

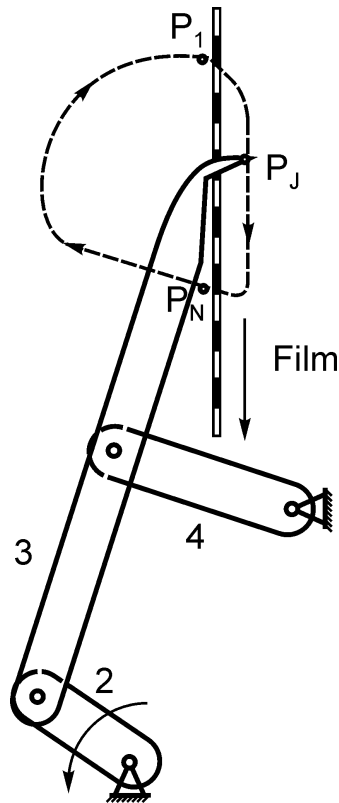
Kod ostvarivanja putanje, jedna tačka u mehanizmu mora da prođe kroz unapred propisan niz zadatih tačaka

Kod ostvarivanja funkcije je propisana funkcionalna zavisnost između kretanja izlaznog i ulaznog člana mehanizma u određenom broju položaja

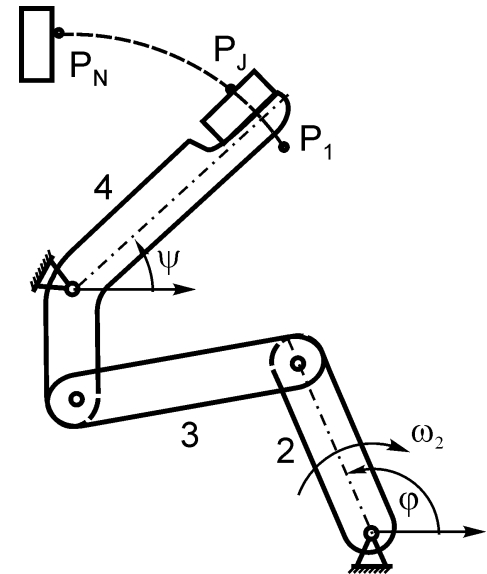
KINEMATIČKA SINTEZA - primeri



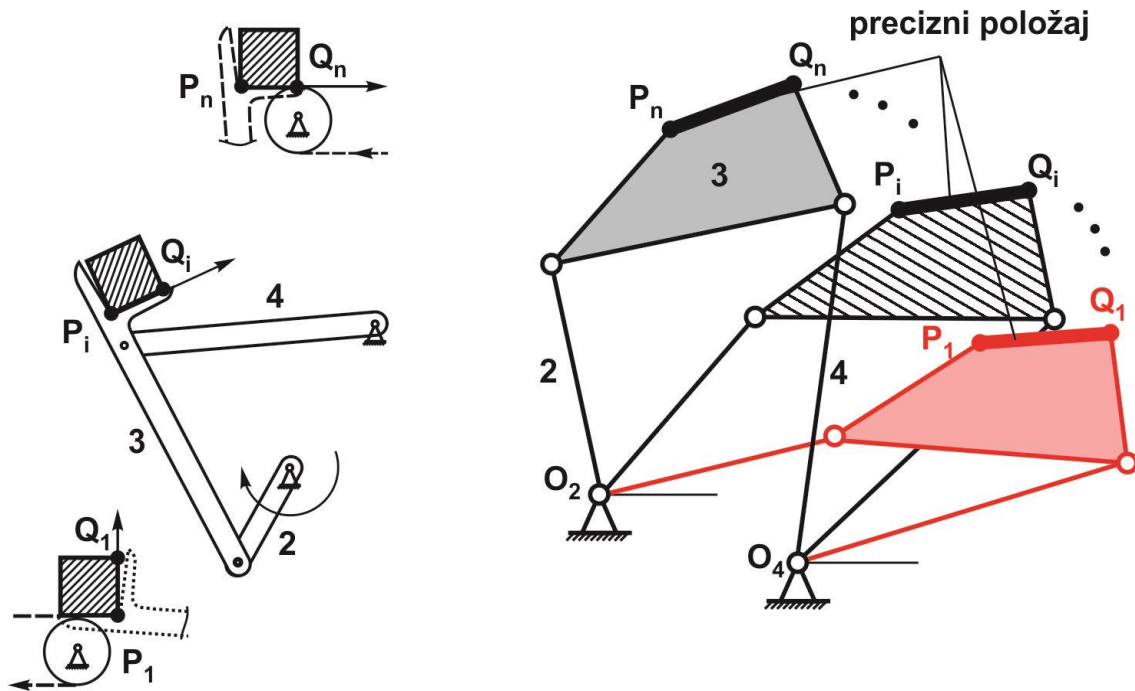
ostvarivanje kretanja



ostvarivanje putanje

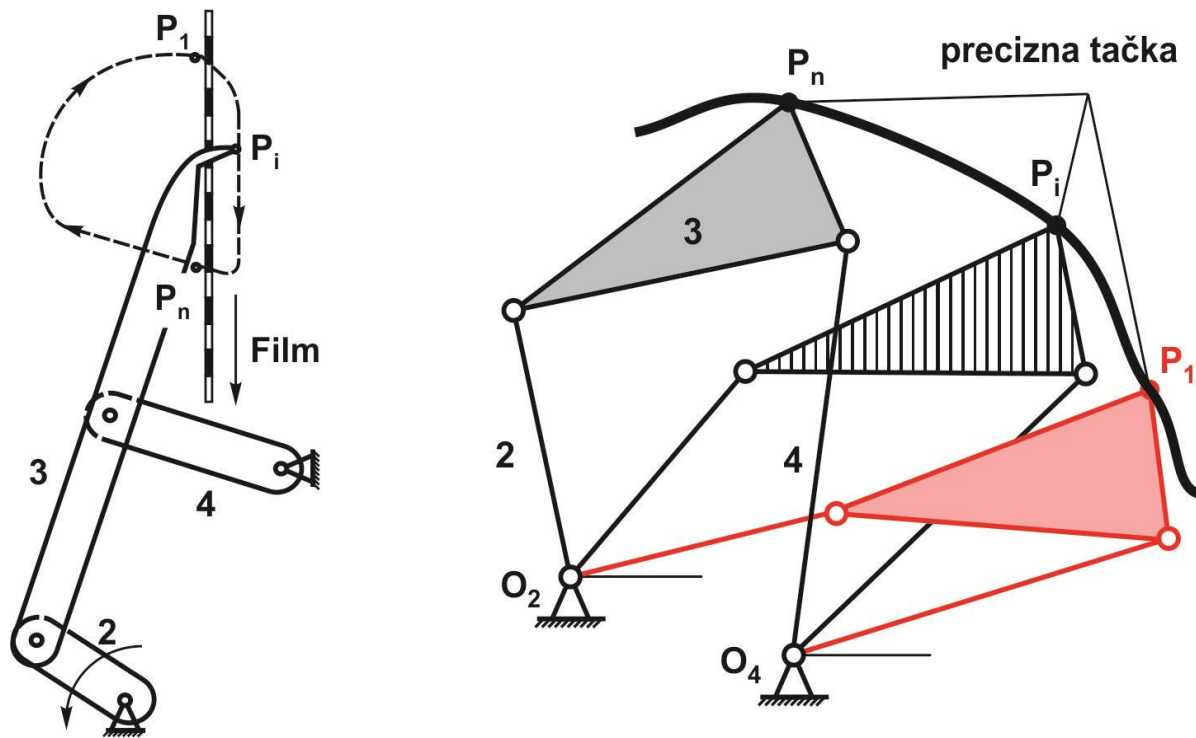


ostvarivanje funkcije



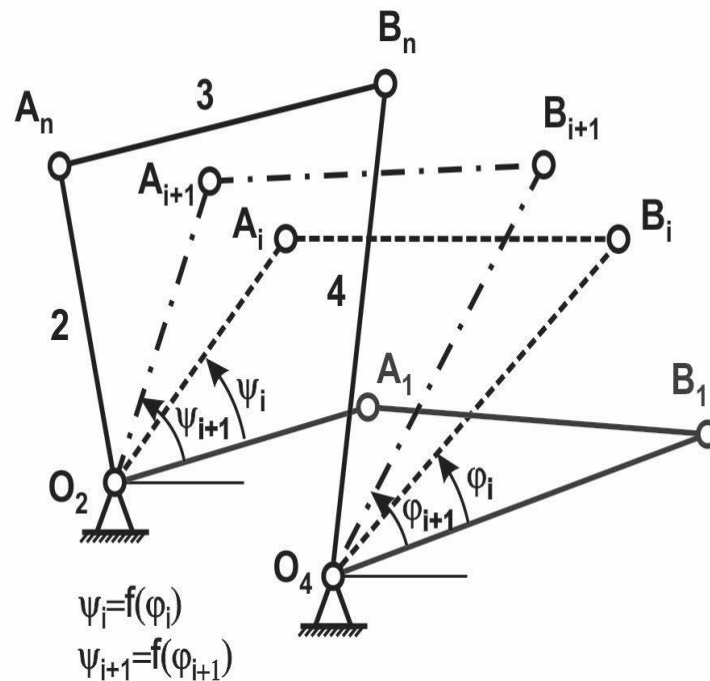
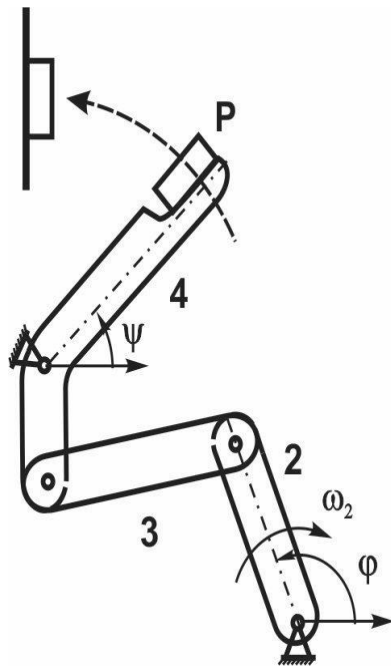
Ostvarivanje kretanja znači da jedan član projektovanog mehanizma mora u toku radnog ciklusa zauzeti unapred propisane položaje. Za položaje koji su propisani projektivnim zadatkom koristi se termin precizni položaji.

Na slici je prikazan mehanizam (zglobni četvorougao), koji premešta radni predmet sa jednog transportera na drugi. Zadatak mehanizma je da radni element 3 ostvari kretanje koje će obezbediti: u početnom položaju prihvatanje predmeta sa prvog transportera, tokom kretanja rotiranje za 90 stepeni, a da pritom na ispadne iz nosača, te da se u krajnjem položaju korektno postavi na drugi transporter. Kontrola položaja predmeta se obezbeđuje kontrolom položaja jedne duži – PQ .



Kod **ostvarivanja putanje**, jedna tačka u mehanizmu mora da prođe kroz unapred propisan niz zadatih pozicija (precizne tačke).

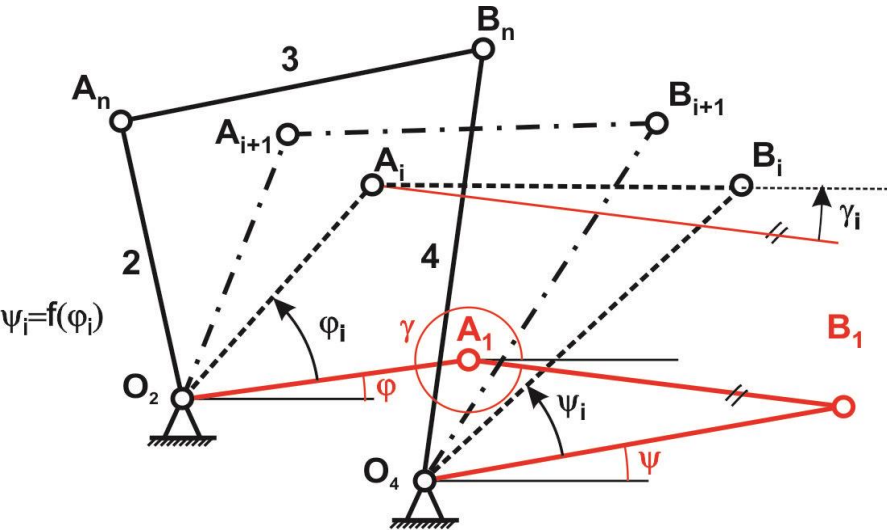
Na slici je prikazan mehanizam uređaja za pomeranje filma. Tačka P na članu 3 zglobnog četvorougla treba tokom rada da opisuje prikazanu krivu. U tački P_1 mora da zahvati film, zatim da ga povuče vertikalno naniže, i na kraju glatko i brzo da izađe iz zahvata.



Sinteza mehanizama za **ostvarivanje funkcije** je takav tip sinteze gde je propisana funkcionalna zavisnost između kretanja izlaznog i ulaznog člana mehanizma u određenom broju položaja.

Zglobni četvorougao, prikazan naslici., treba da, pri konstantnom obrtanju ulaznog člana, na izlaznom članu postigne naglo ubrzanje, kako bi se ostvario udar tačke P (tipke) na podlogu (papir). Ovo se ostvaruje odabranom funkcijom f (recimo eksponencijalnom) koja povezuje ulazno i izlazno kretanje tj. $\psi_j = f(\varphi_j)$, $j=1, \dots, n$.

OSTVARIVANJE FUNKCIJE – generalni postupak



$$\overrightarrow{O_2 A_1} + \overrightarrow{A_1 B_1} + \overrightarrow{B_1 O_4} = \overrightarrow{O_2 A_i} + \overrightarrow{A_i B_i} + \overrightarrow{B_i O_4}$$

$$w e^{j(\varphi + \varphi_i)} + z e^{j(\gamma + \gamma_i)} + u e^{j(\psi + \psi_i)} - w e^{j\varphi} - z e^{j\gamma} - u e^{j\psi} = 0$$

$$w \cos(\varphi + \varphi_i) + z \cos(\gamma + \gamma_i) + u \cos(\psi + \psi_i) - w \cos \varphi - z \cos \gamma - u \cos \psi = 0$$

$$w \sin(\varphi + \varphi_i) + z \sin(\gamma + \gamma_i) + u \sin(\psi + \psi_i) - w \sin \varphi - z \sin \gamma - u \sin \psi = 0$$

Poznati parametri su: uglovi ψ_j , φ_j , gde je $j=2, \dots, n$.

Nepoznati parametri su: dužine w , z i u članova 2, 3 i 4, respektivno, uglovi položaja φ , ψ i γ članova 2, 3 i 4 u prvom položaju kao i uglovi rotacije γ_i člana 3.

Broj preciznih položaja	Broj skalarnih jednačina	Broj nepoznatih (Sinteza za kretanje člana)	Broj nepozn. sa slobodnim izborom	Broj rešenja
2	2	7 $(w, z, u, \varphi, \psi, \gamma_2)$	5	∞^5
3	4	8 $(w, z, u, \varphi, \psi, \gamma_2, \gamma_3)$	4	∞^4
4	6	9 $(w, z, u, \varphi, \psi, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4)$	3	∞^3
5	8	10 $(w, z, u, \varphi, \psi, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5)$	2	∞^2
6	10	11 $(w, z, u, \varphi, \psi, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6)$	1	∞^1
7	12	12 $(w, z, u, \varphi, \psi, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7)$	0	konačan

Ako je broj zadatih preciznih položaja manji od 7 ima više nepoznatih nego jednačina pa se odredjen broj veličina mora zadati da bi se problem mogao rešiti.

Ako je broj zadatih preciznih položaja tačno 7 ima isto nepoznatih koliko jednačina pa će postojati konačan broj rešenja (konačan broj mehanizama koji mogu da odrade zadatak.)

Ako bi broj zadatih preciznih položaja bio veći od 7 - npr. 8 bilo bi manje nepoznatih nego jednačina (za 8 položaja dobilo bi se 14 jednačina a 13 nepoznatih). Ovakvi problemi se rešavaju metodama optimizacije – nepoznate se određuju tako da se najbolje moguće zadovolje jednačine.

Navešće se nekoliko tipičnih zadataka kinematičke sinteze:

- Pick-and place zadatak je uobičajen u procesima proizvodnje i montaže i opisuje se sa dva precizna položaja, mehanizam treba da uzme telo iz prvog položaja i da ga postavi u drugi.
- Atletske sprave i rehabilitaciona oprema se projektuju tako da podražavaju trajektorije određenih humanih pokreta. Tri precizne tačke su iskorišćene da se uspešno sintetizuje mehanizam koji prati tačke prilikom cikličnog ravanskog trčanja i projektovan je mehanizam koji vodi atletičara da usvoji ispravne pokrete prilikom trčanja i time poboljša učinak. Tri precizne tačke su iskorišćene i prilikom projektovanja mehanizama za vešanje vozila, za vođenje kontejnera za smeće, za mehanizam prese.
- Četiri precizna položaja su korišćena za sintezu kašike utovarivača - kašika mora da dosegne maksimalnu visinu a da se na nagne prema operateru.
- Pet preciznih tačaka su propisane da bi se sintetizovao mehanizam za upravljanje sa posebnim zahtevima u vezi međusobnog položaja tačkova.

Očigledno se značajno veliki broj konkretnih praktičnih projektnih problema može definisati i rešiti sintezom u nekoliko karakterističnih položaja/tačaka, tako se ovaj pristup uglavnom koristi u projektovanju.

Po načinu rešavanja, metode sinteze se dele na:

- Grafičke
- Analitičke

Grafičke metode problem rešavaju grafičkim putem, crtanjem, dok analitičke metode podrazumevaju formiranje jednačina koje, u zavisnosti od propisanog zadatka, mogu biti i linearne i nelinearne. Uglavnom se dobija veliki broj jednačina sa puno članova pa se dobijene jednačine rešavaju korišćenjem računara. Pritom se za rešavanje nelinearnih jednačina moraju koristiti posebne numeričke metode (Newton-Raphson i sl.)

Međutim, važno je istaći da se na ovaj način ponašanje mehanizma određuje samo u preciznim položajima/tačkama dok je ponašanje između njih potpuno neodređeno.

Ukoliko se želi kontrola (npr. minimalno odstupanje od željenog) kretanja između propisanih položaja/tačaka moraju se propisati dodatni uslovi (jednačine) a za rešavanje koristiti metode optimizacije i numeričke matematike (metoda interpolacije, metoda najmanjih kvadrata, metoda najboljeg približenja zadatoj funkciji i sl.).