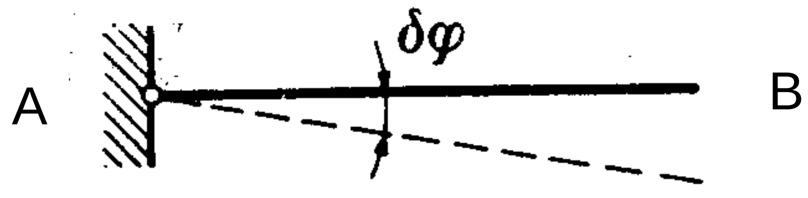
KINEMATSKE METODE

-Princip virt. pomaka u sebi sadrži izričaj ravnoteže.

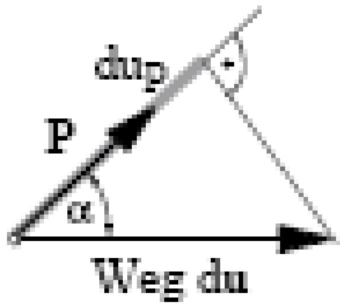
-Nužan i dovoljan uvjet ravnoteže krutog sistema s idealnim vezama je da je suma radova aktivnih sila na bilo kojem virtualnom pomaku sistema jednaka 0.



-Virtualni pomaci su beskonačno mali pomaci koje dozvoljavaju veze u sistemu.

Rad sile na virtualnom pomaku

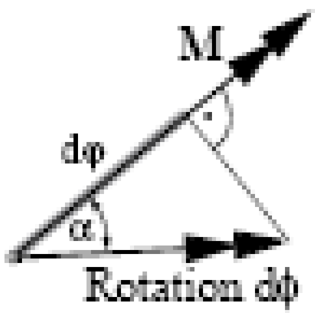
Rad sile



$$dW = \mathbf{P} \cdot \mathbf{du}.$$

$$dW = P \cdot du = |P| \cdot |du| \cdot \cos\alpha = P \cdot du_P$$

Rad momenta



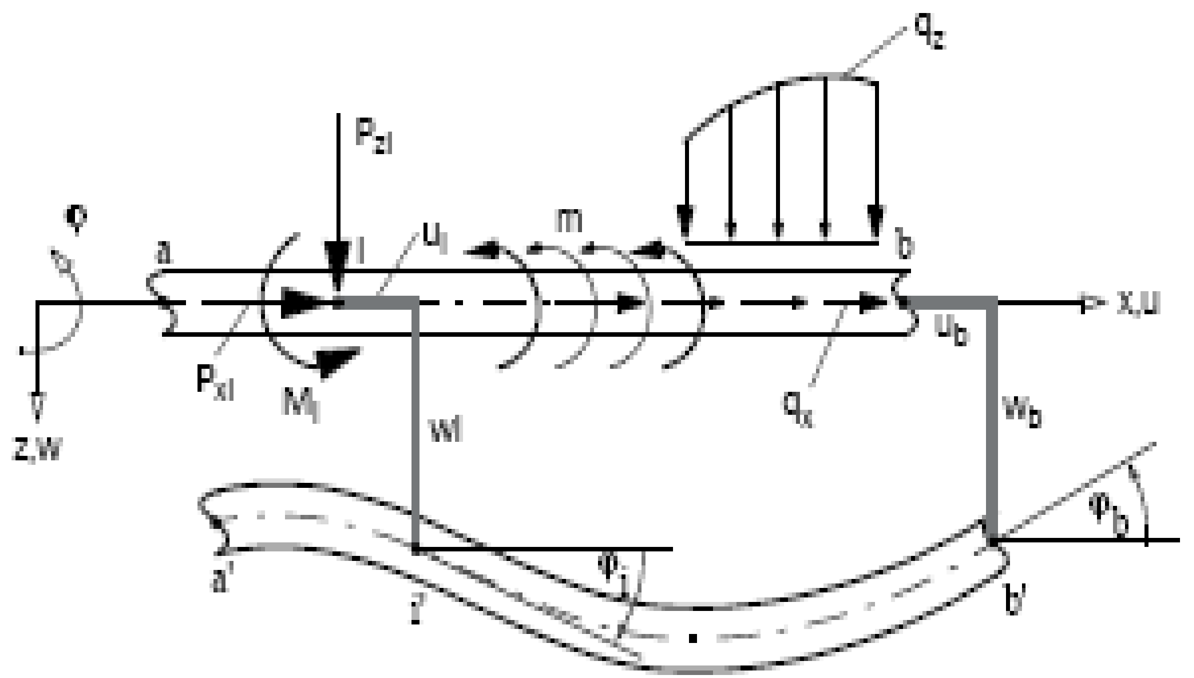
$$dW = M \cdot d\varphi = |M| \cdot |d\varphi| \cdot \cos\alpha = M \cdot d\varphi_M$$

$$W = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M \cdot d\varphi_M$$

Rad vanjskih sila na virtualnim pomacima.

$$W^{(a)} = \int_0^{u_i} P_{xi}\, du_i + \int_0^{w_i} P_{zi}\, dw_i + \int_0^{\varphi_i} M_i d\varphi_i$$

$$+ \int_a^b \left(\int_0^u q_x\, du + \int_0^w q_z\, dw + \int_0^{\varphi} m\, d\varphi \right) dx$$

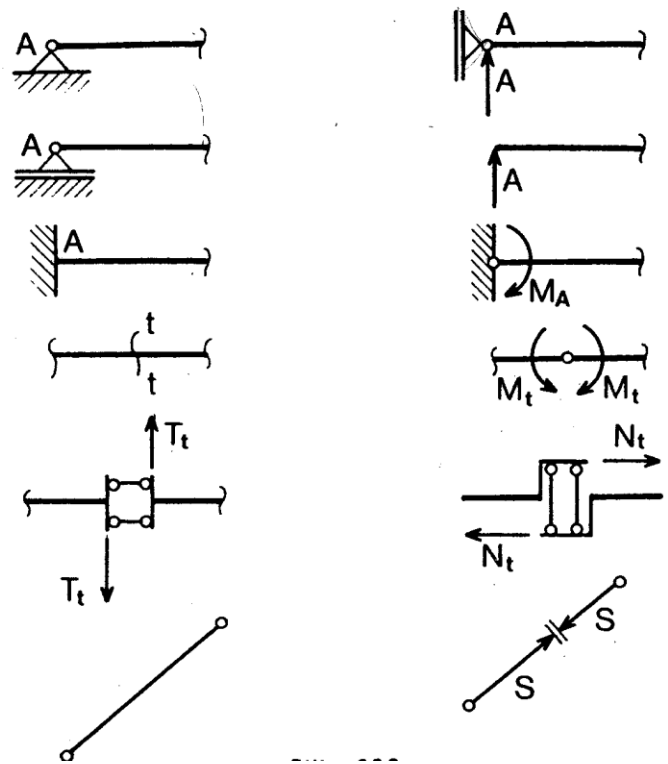


Rad na virtualnim pomacima

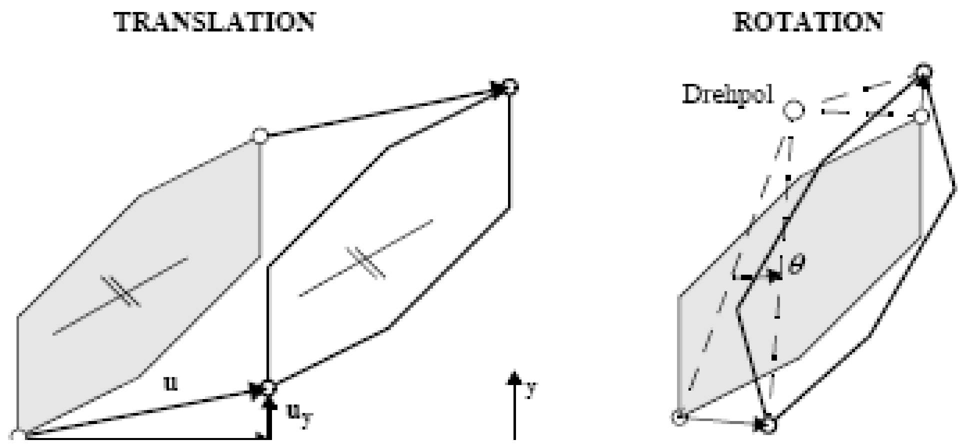
- Pretpostavka kod statički odr. sistema -UNUTARNJE SILE ne vrše rad.
- Da bi se mogao primijeniti princip virt. pomaka sistem se mora pretvoriti u mehanizam.

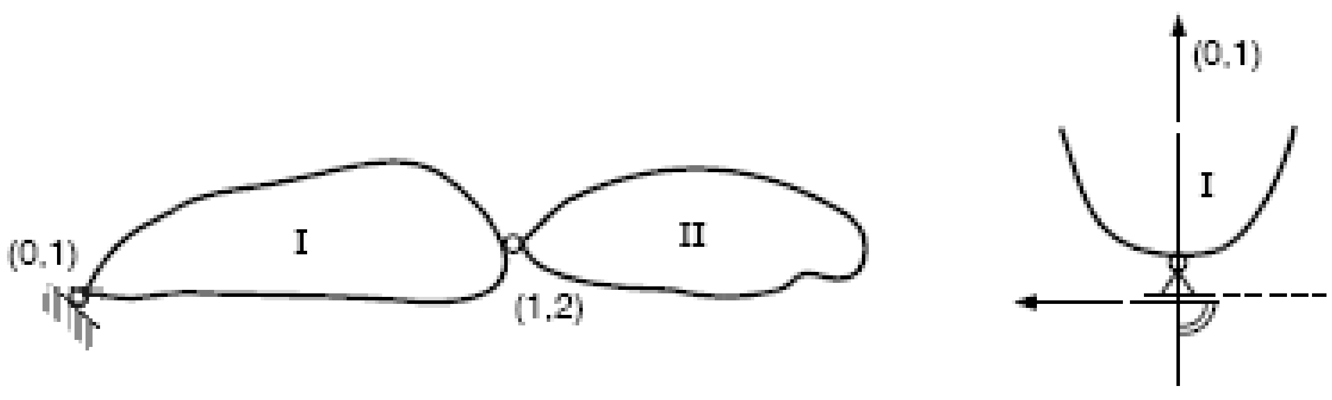
Raskidanje

Veza:



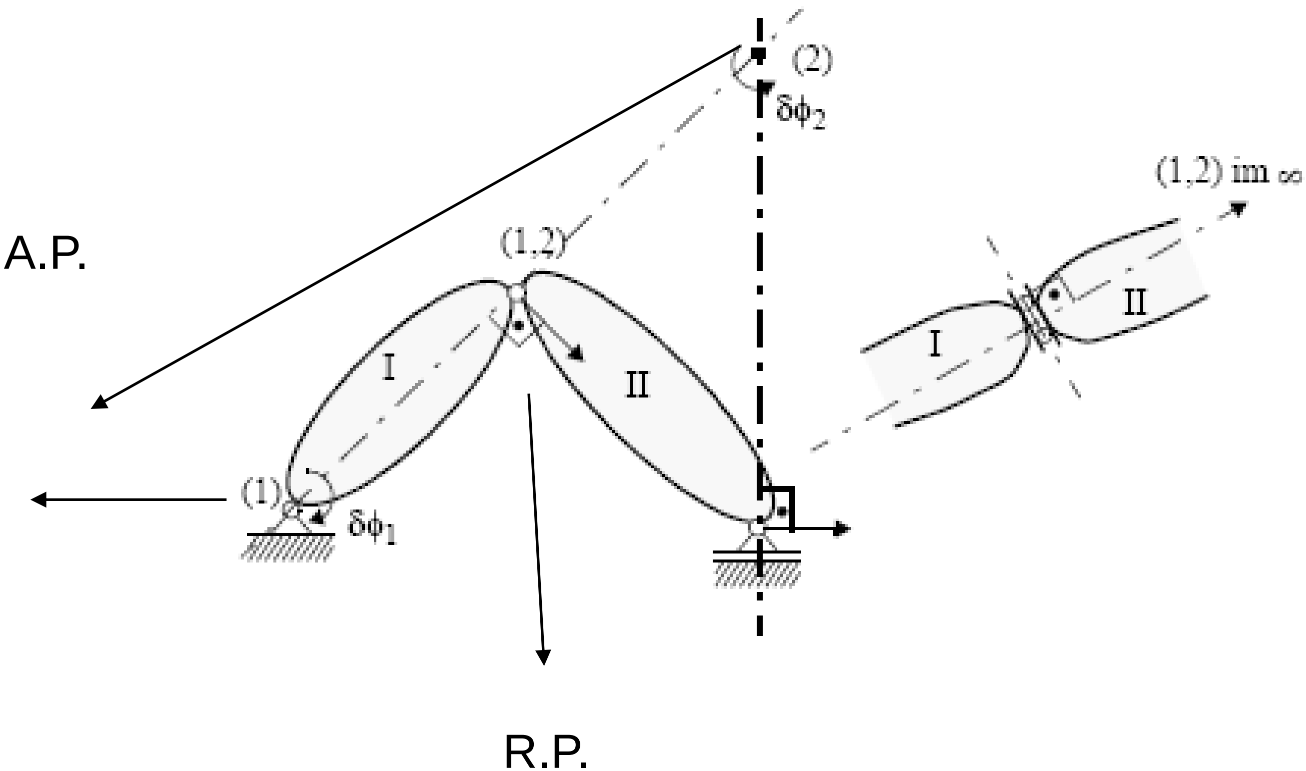
Crtanje plana pomaka





Plan pomaka moguć na sistemu s jednim stupnjem slobode.

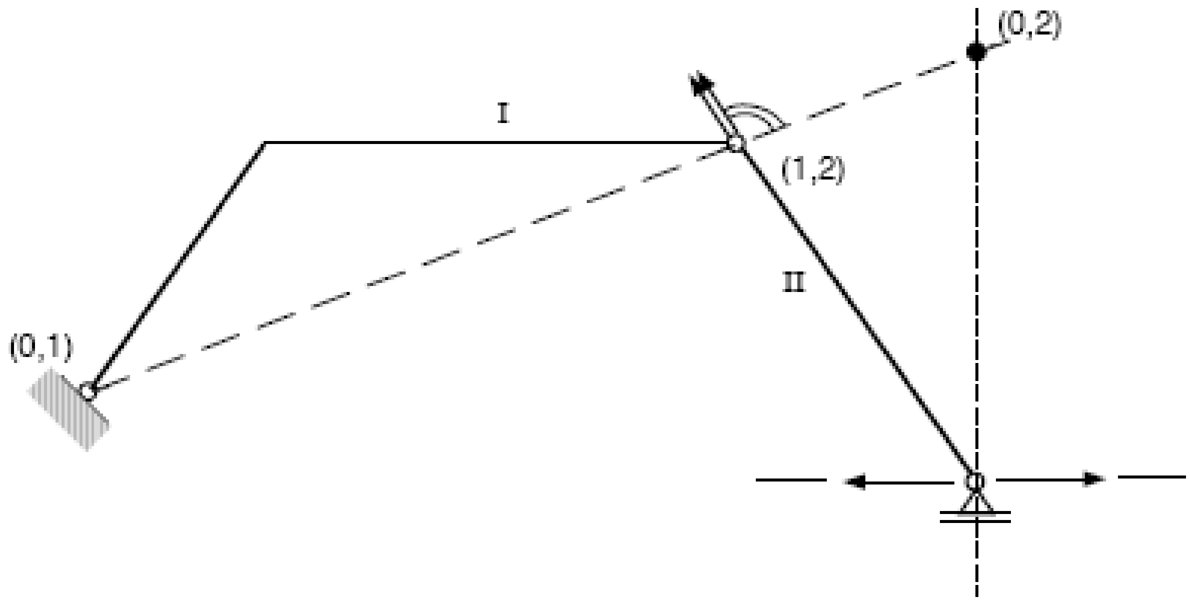
Apsolutni i relativni polovi diskova



U relativnom polu ima okretanja jednog tijela u odnosu na drugo-
a nema međusobnih translatornih pomaka.

Apsolutni pol je točka u kojoj ne može doći do translatornih pomaka tijela,
a moguć je zaokret.

Apsolutni i relativni polovi diskova

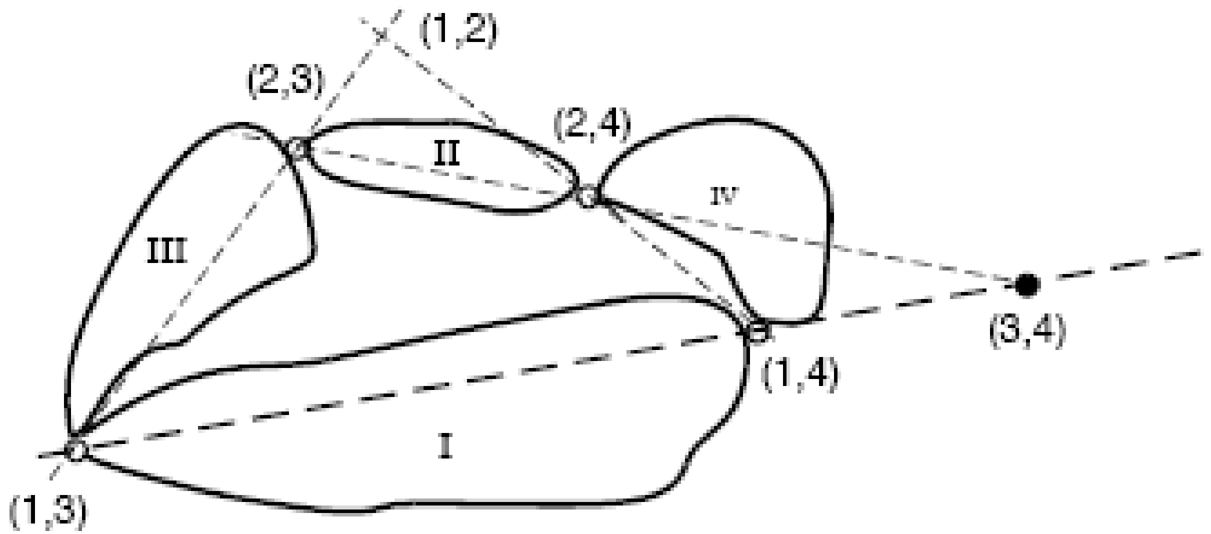


Točka okretanja-t.j.nepomični zglob diska je apsolutni ili glavni pol.

Apsolutni pol zglobno pomičnog ležaja leži okomiti na pravac mogućeg pomaka tog ležaja-u točki oslonca.

Dva apsolutna i jedan relativni pol oba diska moraju ležati na 1 pravcu-po teoremu triju polova.

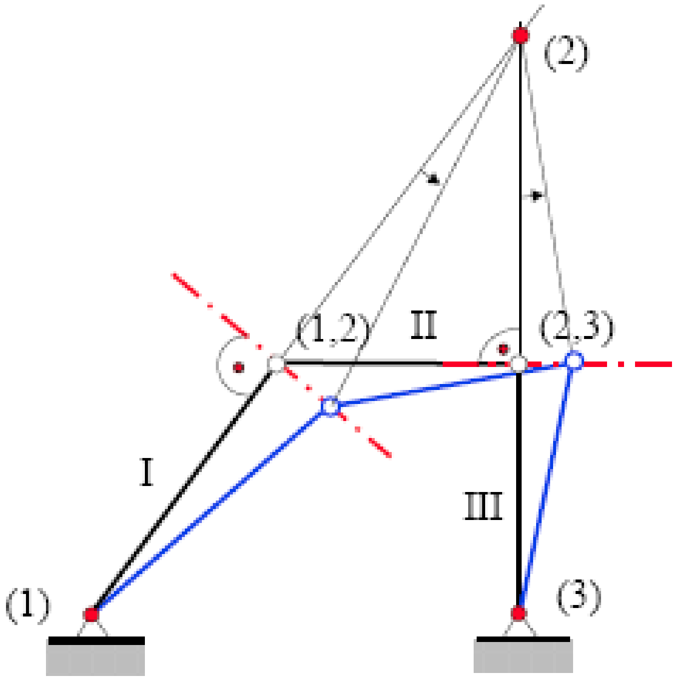
Odnos relativnih polovi diskova

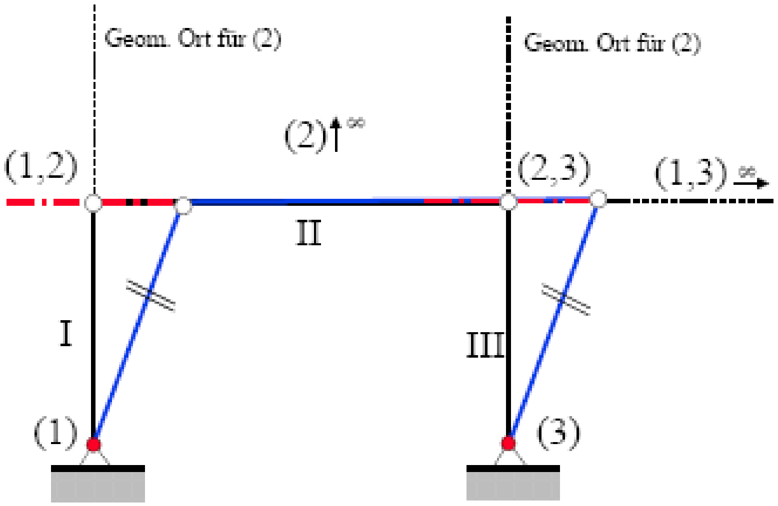


- Relativni polovi 3 diska leže na 1 pravcu -(1,3)-(2,3)-(1,2), isto kao (i,j)-(j,k)-(i,k)

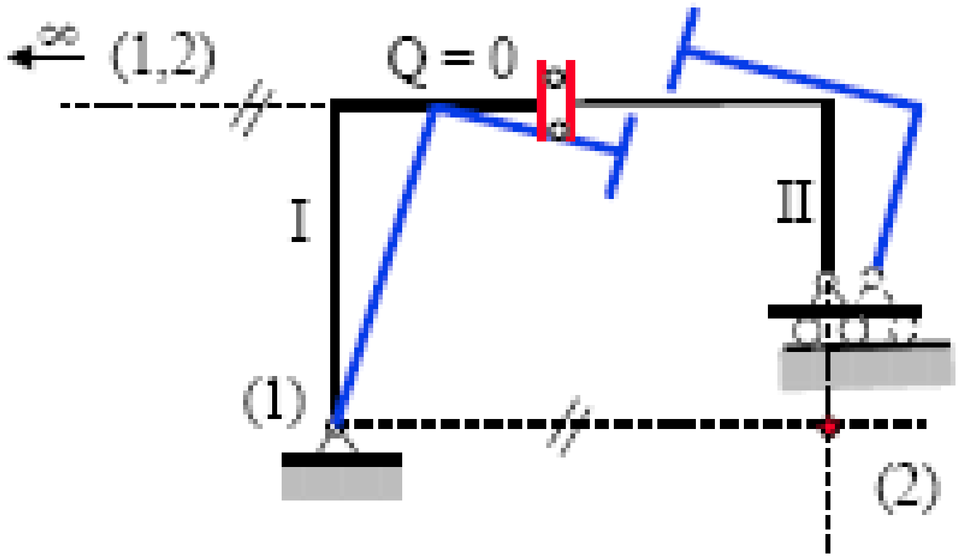
- Ako se relativni polovi (i,j) i (j,k) nađu u istoj točci, tada i relativni pol (i,k) leži u istoj točci.

Apsolutni i relativni polovi diskova



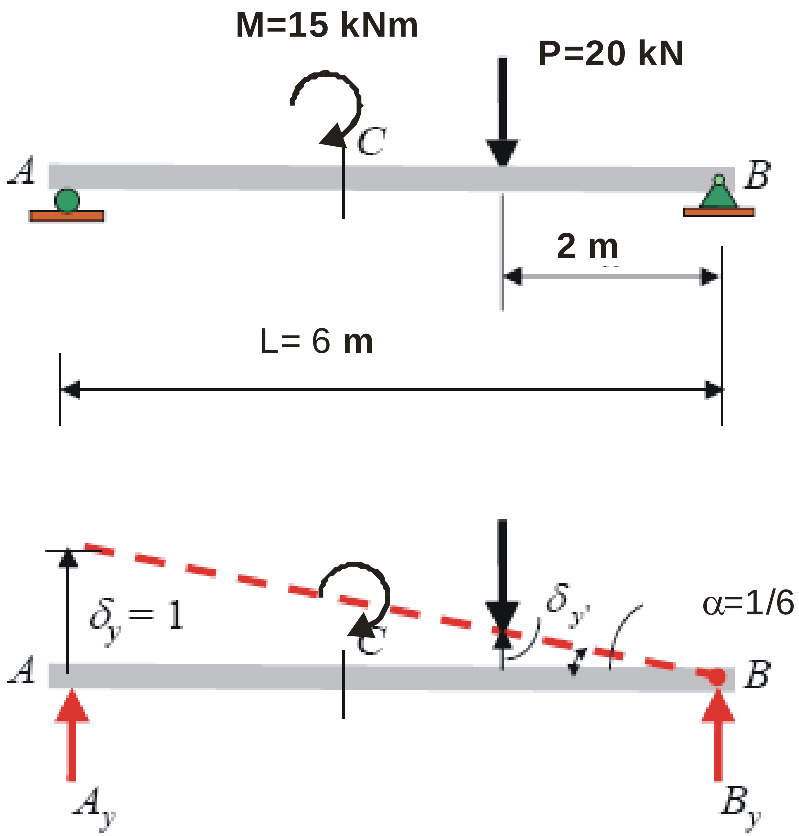


Apsolutni i relativni polovi diskova



Relativni pol 1,2 između 2 diska-za prekinutu vezu koja prenosi T Silu, leži okomito na pravac mogućeg pomaka raskinute veze u beskonačnici.

Primjer određivanja reakcije A:



$\delta y' = 2/6=1/3$

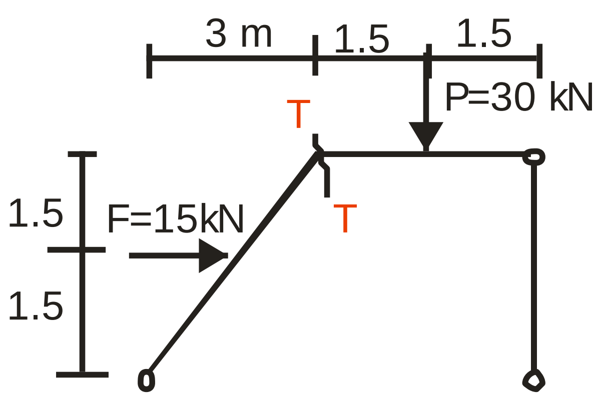
$\alpha=\text{tg }\alpha= 1/6$

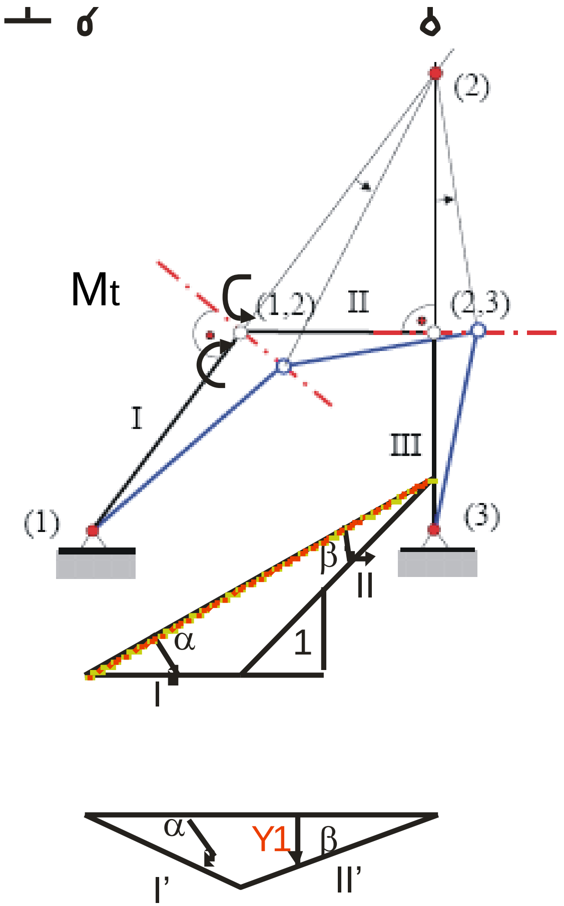
Jednadžba rada na virt. pomacima:

$Ay*1-P*\delta y' + M*\alpha =0$

$Ay = 20*1/3-15*1/6 =4,20 \text{ kN}$

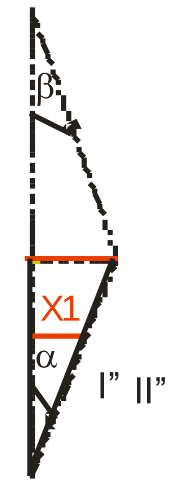
Primjer određivanja momenta u presjeku t





Vertikalna projekcija

Horizontalna projekcija



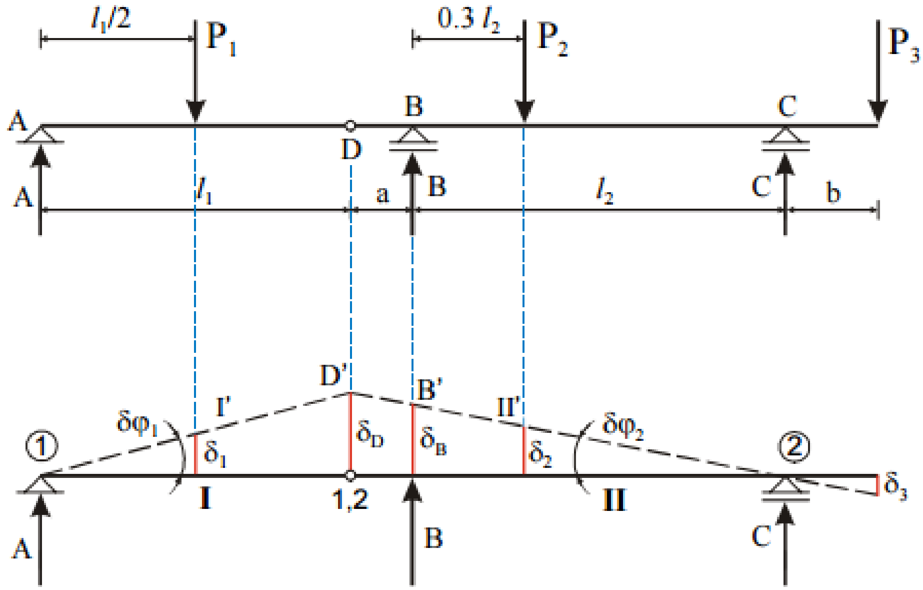
$$Mt^*(\alpha+\beta) + F^*X1 + P^*Y1 = 0$$

$$(\alpha+\beta) = 1$$

$$Mt = -15^*X1-30^*Y1$$

Primjeri:

Određivanje reakcije u ležaju B za Gerberov nosač

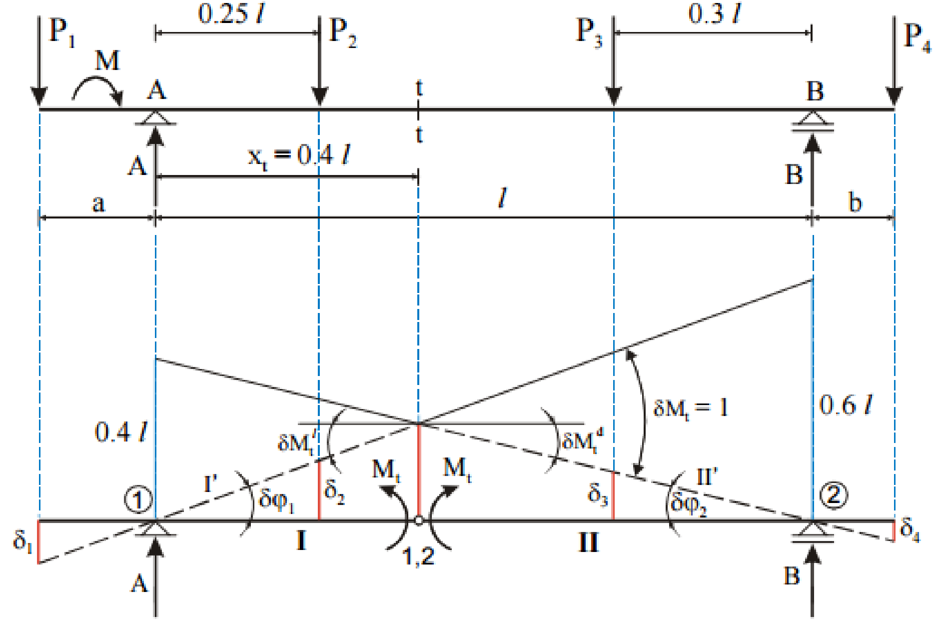


$$\delta W = 0 \quad \rightarrow \quad B\,\delta_B - P_1\,\delta_1 - P_2\,\delta_2 + P_3\,\delta_3 = 0$$

Inicijalni jedinični pomak: $\delta_B = 1$

$\cos\delta\varphi \approx 1$; $\sin\delta\varphi = \mathrm{tg}\delta\varphi \approx \delta\varphi$

Određivanje momenta savijanja u presjeku t-t na gredi s prepustima

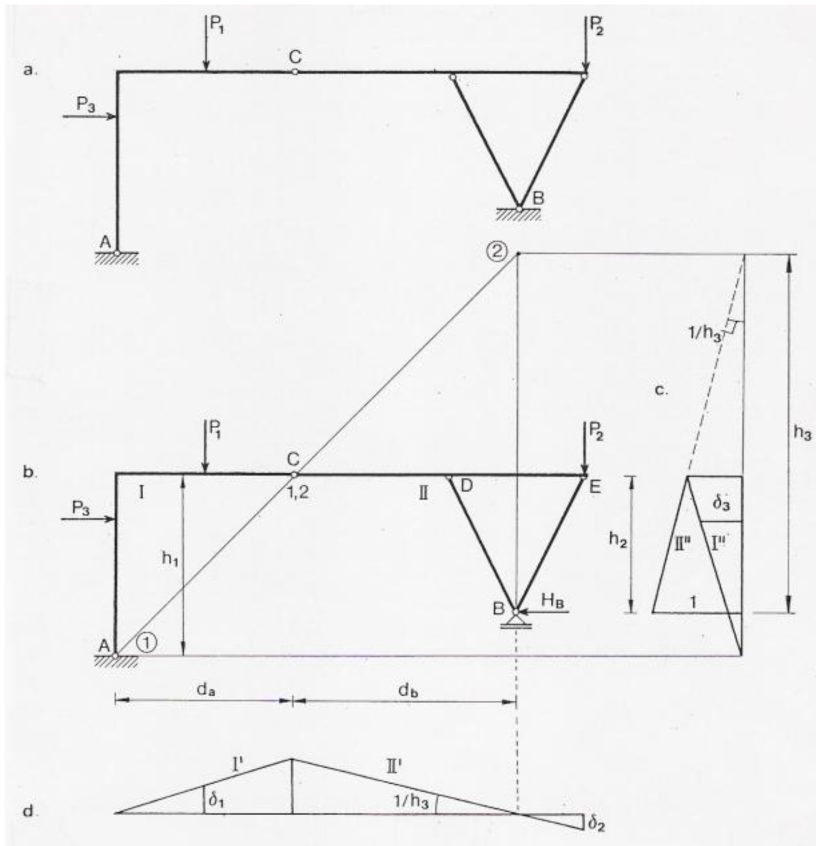


$$\delta W = 0 \quad \rightarrow \quad M_t \left(\delta^{l}_{Mt} + \delta^{d}_{Mt}\right) + P_1\,\delta_1 - P_2\,\delta_2 - P_3\,\delta_3 + P_4\,\delta_4 - M\,\delta\varphi_1 = 0$$

$$\delta^{l}_{Mt} + \delta^{d}_{Mt} = \delta_{Mt} = 1 \quad \rightarrow$$

$$M_t = -0.6\,a\,P_1 + 0.15\,l\,P_2 + 0.12\,l\,P_3 - 0.4\,b\,P_4 + 0.6\,M$$

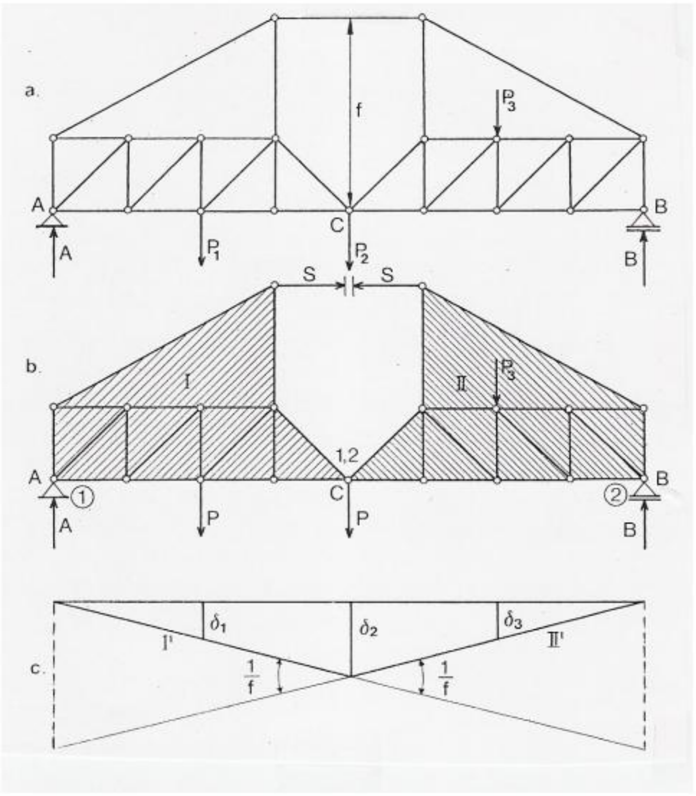
Određivanje horizontalne komponente reakcije u ležaju B za složeni nosač



Inicijalni jedinični pomak na mjestu i u smjeru H_B

$$\delta W = 0 \quad \rightarrow \quad H_B = P_1\,\delta_1 - P_2\,\delta_2 + P_3\,\delta_3$$

Određivanje sile u štapu rešetkastog nosača



Inicijalni jedinični pomak na mjestu i u smjeru sile S

$$\delta W = 0 \quad \rightarrow \quad S = -P_1\,\delta_1 - P_2\,\delta_2 - P_3\,\delta_3$$