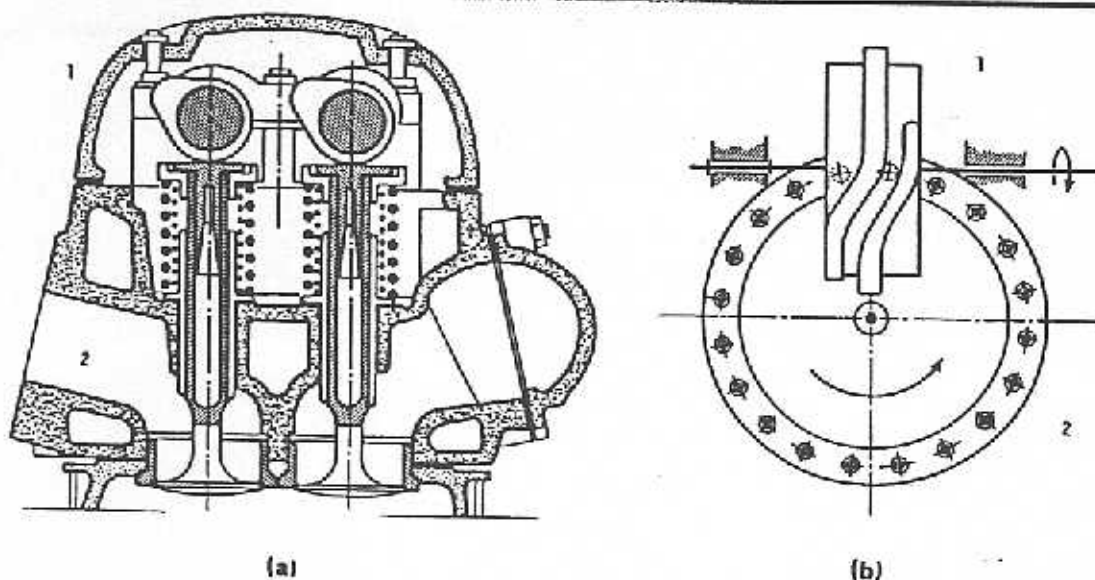


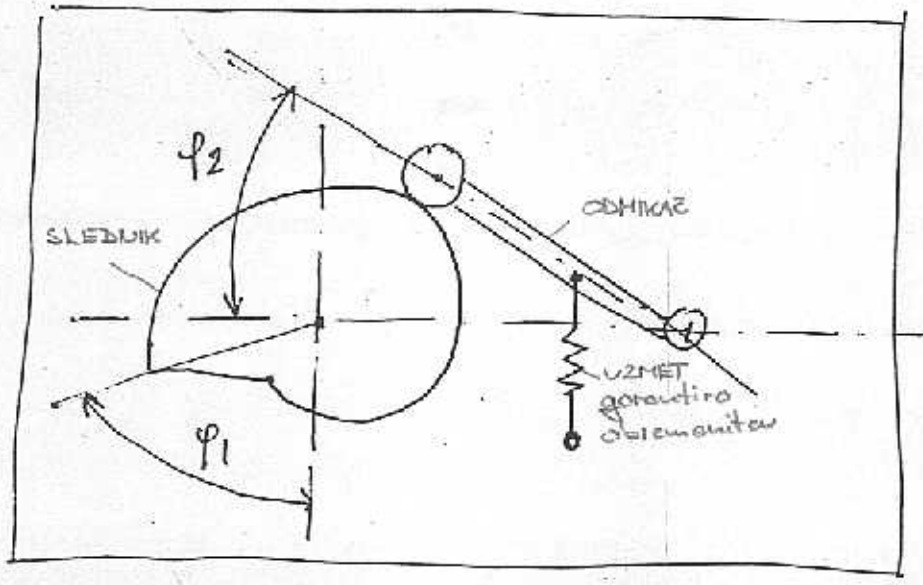
KRIVULJNI MEHANIZMI

Podane so osnove krivuljnih mehanizmov. Izvedena je analiza primernosti krivulj za oblikovanje prehodnih delov krivuljnih mehanizmov za hitrotekoče mehanizme. Prikazana je geometrično konstruiranje odmičnih plošč krivuljnih mehanizmov.

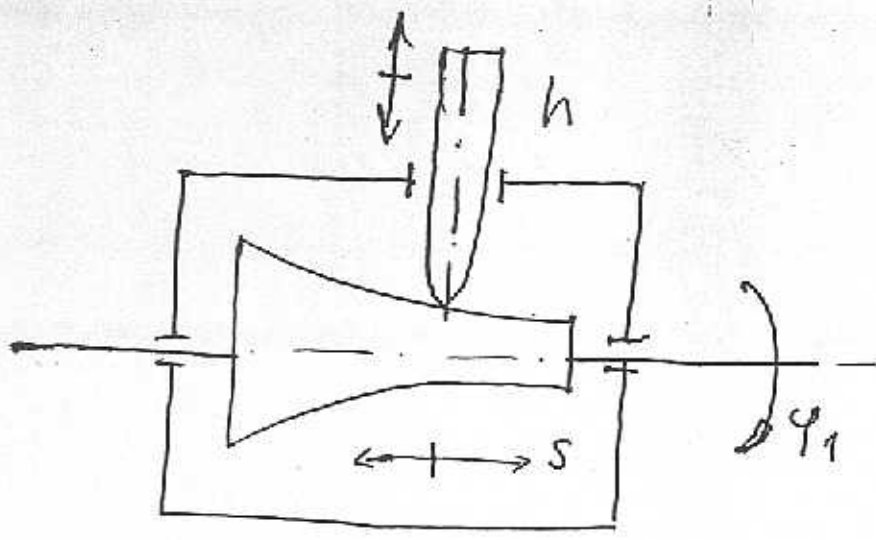
Krivuljni mehanizmi



- a) ravninski mehanizem za odpiranje ventilov z odmično gredjo
b) prostorski mehanizem za pogon 16mm filmskega projektorja



$$\varphi_2 = f(\varphi_1)$$

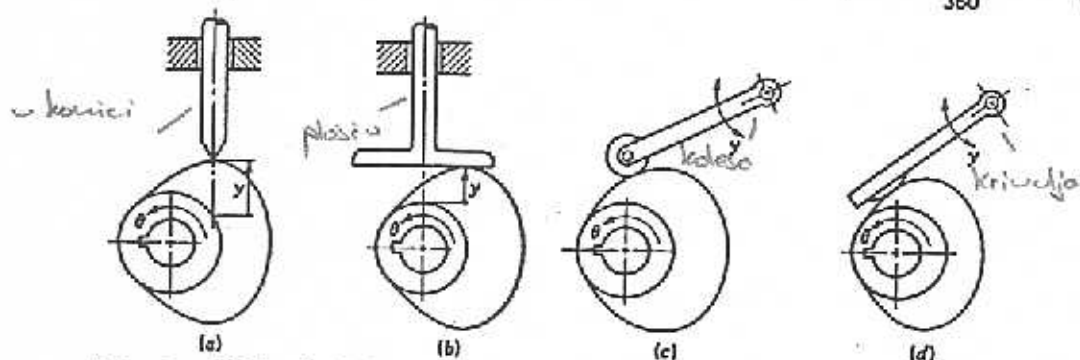
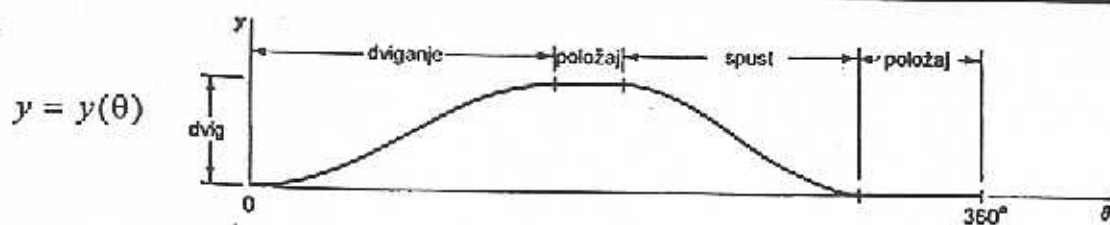


$$h = f(\varphi_1, s)$$

Osnovni tipi krivuljnih mehanizmov

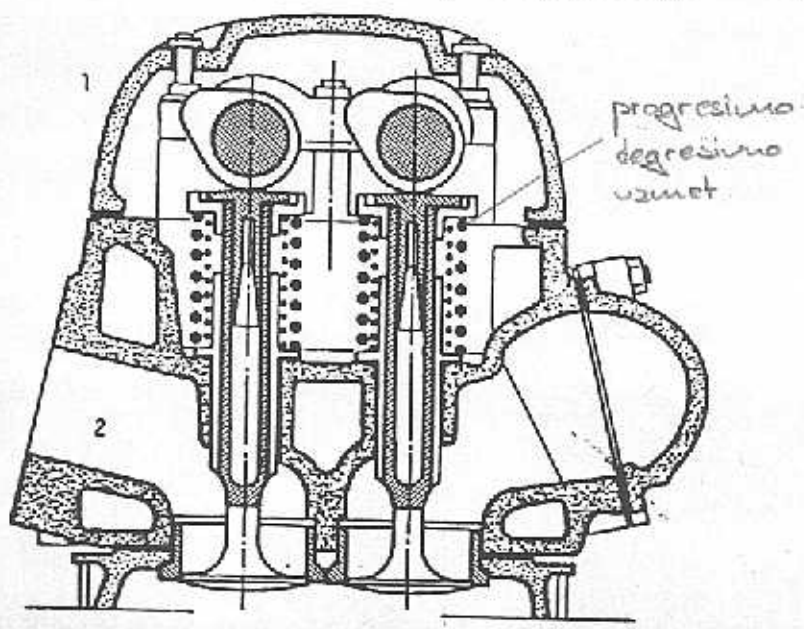
(a) *razvinski de*
 (b) *ODMIKAČ (hitrost se spreminja)*
 4. sklopi:
 a) odmična plošča
 b) odmična zagozda
 c) odmični valj
 d) odmično dno

Osnovni tipi slednikov



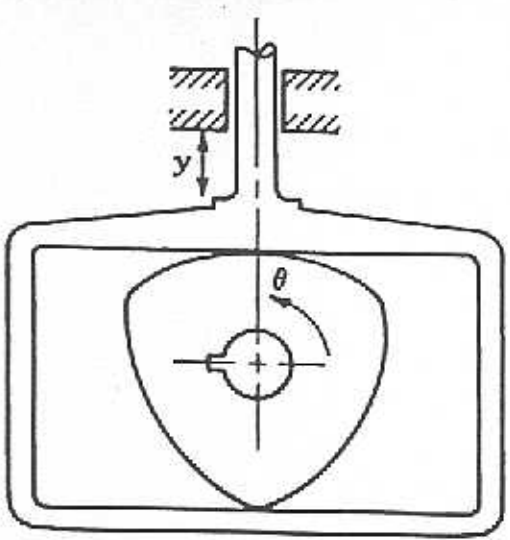
- a) izmenični slednik s konico
 b) ploščati izmenični slednik
 c) oscilacijski slednik s kotalko
 d) oscilacijski slednik z ukrivljenim drsnikom

Mehanska zagotovitev kontakta med slednikom in krivuljno ploščo

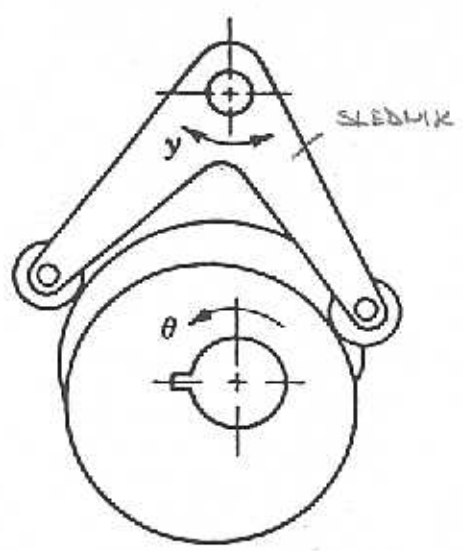


z vzmetjo

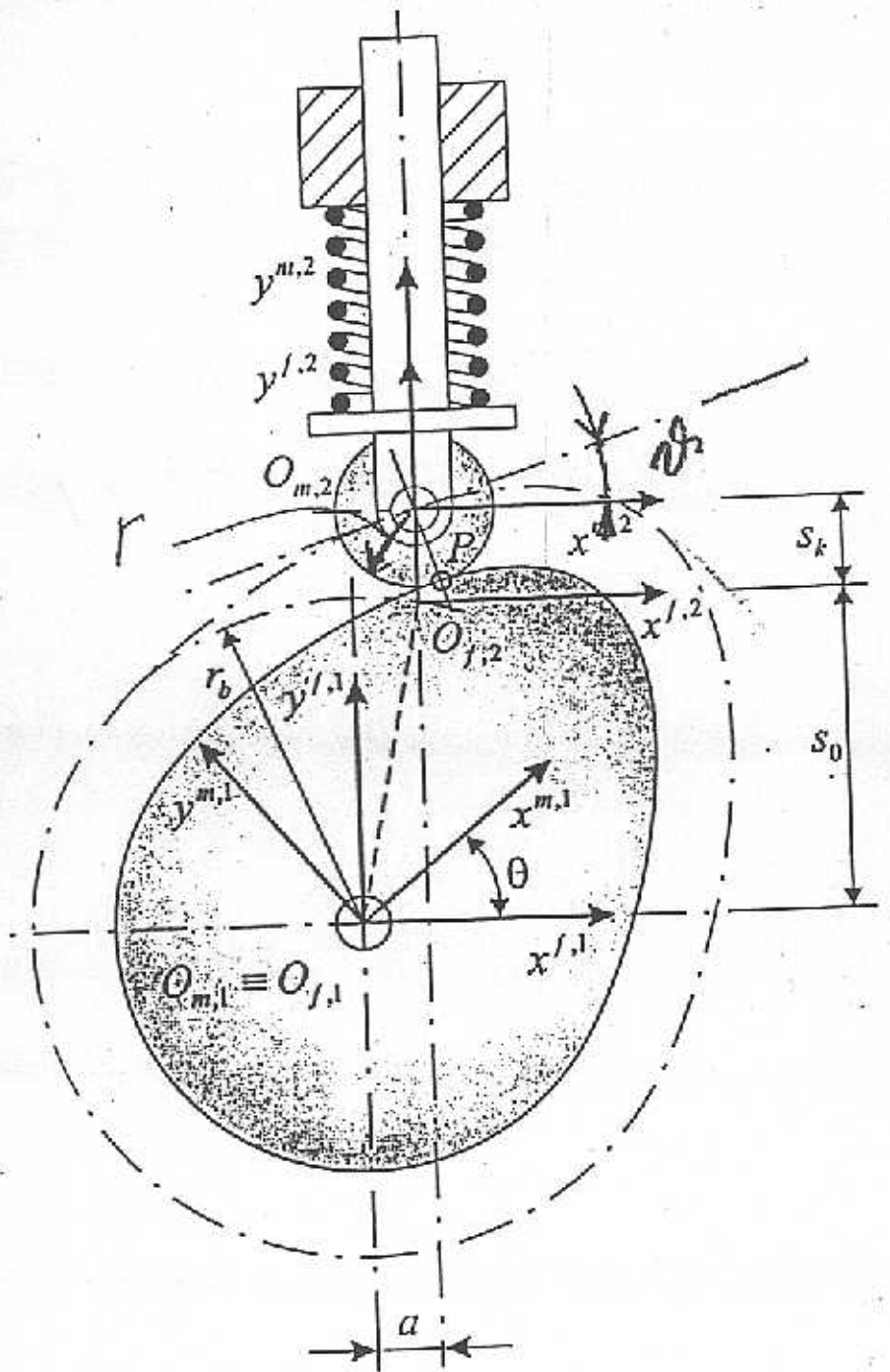
Mehanska zagotovitev kontakta med slednikom in krivuljno ploščo



obojestranski slednik

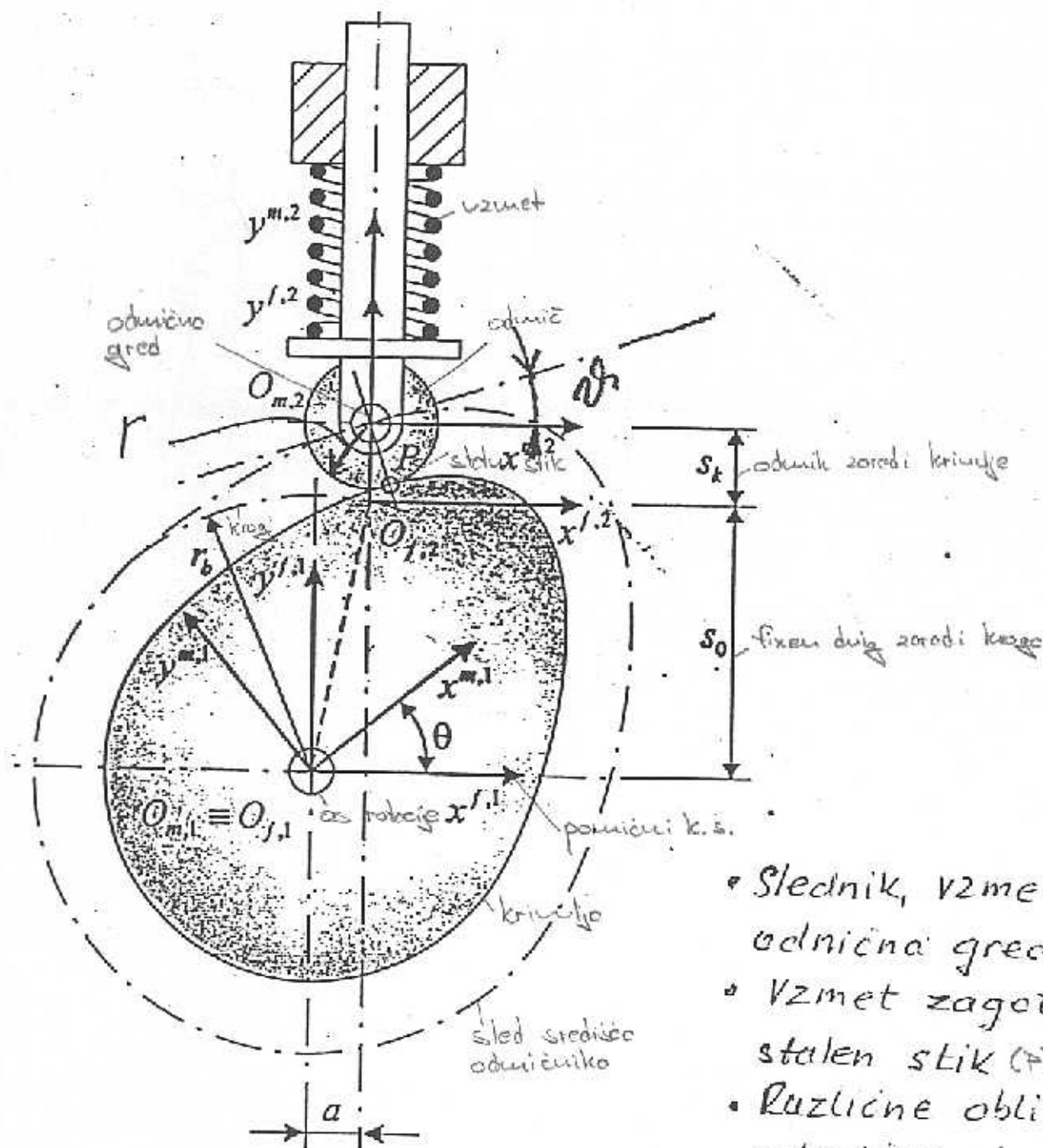


dvojna konjugirana krivuljna plošča in slednik



N_r - vektor relativne hitrosti, ki leži v skupni tangencialni ravnini obeh ploskev.

Kinematika krivuljnega mehhanizma



- Slednik, vzmet, odmerno gred
- Vzmet zagotavlja stalen stik (P)
- Ruzlične oblike odmerno ploskve

se odražajo v gibanju slednika $s_k(t)$

8.

Konstantna kotna hitrost

$$\phi = \omega \cdot t$$

Holonomsna vez

glej str. 7!

$$r^{m_{i2}} = T_{2,1} r^{m_{i1}}$$

$$T_{2,1} = \begin{pmatrix} \cos \phi & \sin \phi & a \cos \phi + (s_k + s_0) \sin \phi \\ -\sin \phi & \cos \phi & -a \sin \phi + (s_k + s_0) \cos \phi \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Transformacijska matrika med koordinatnima sistemoma, točno za to sistem

in so imava znano

Anholonomsna vez

Odnos od oblike krivulje; kot na "črta"

$$n_p N_r^{m_{i1}} = \begin{pmatrix} \cos \psi & \sin \psi \end{pmatrix} \begin{vmatrix} -\omega (s_k + s_0 + r \sin \psi) \\ \omega (a + r \cos \psi - \dot{s}_k) \end{vmatrix} = 0$$

$$s_0^2 = r_0^2 + a^2$$

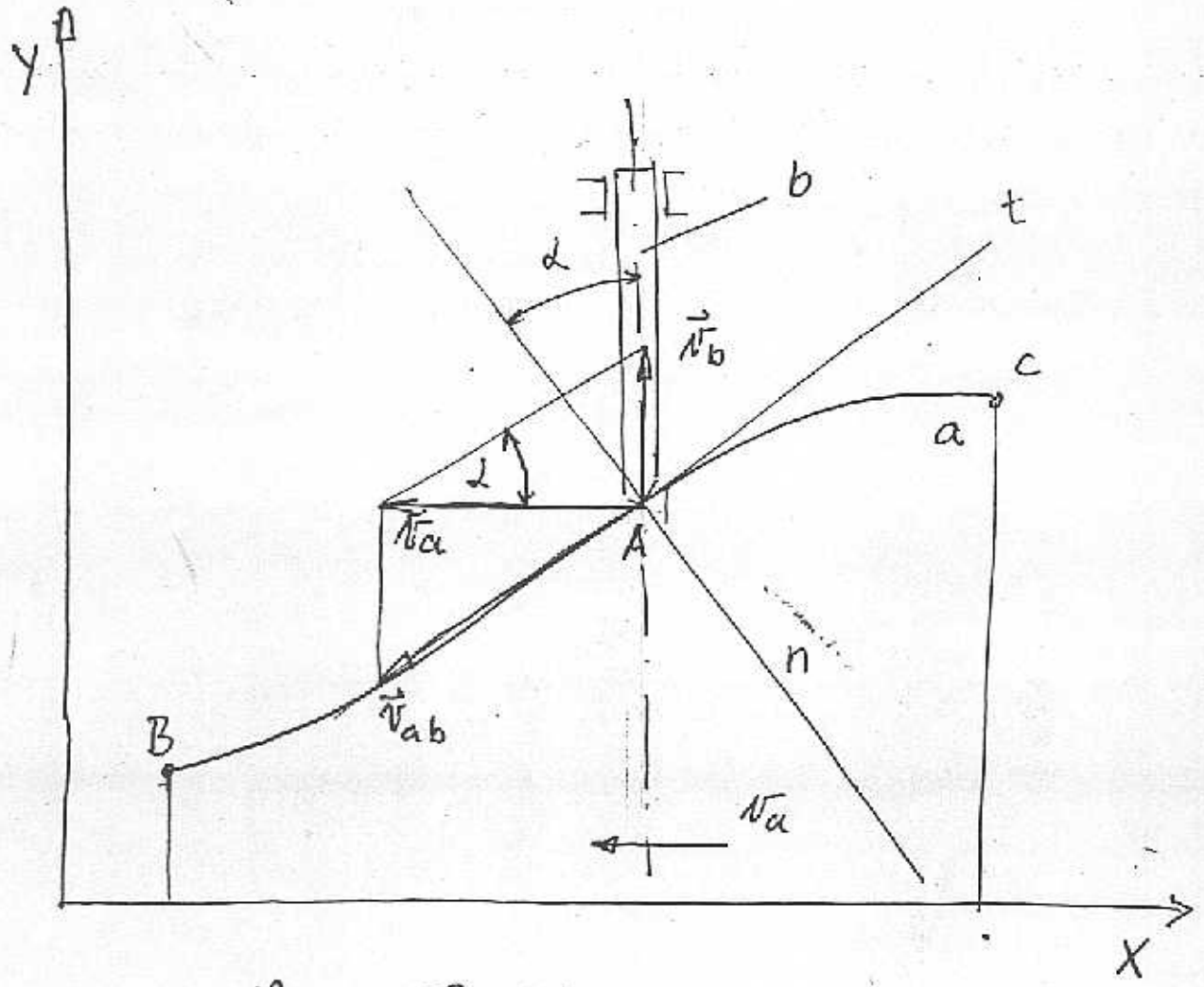
Če poznamo r_0 , a , r ; lahko definiramo koordinate točk profila odmične gredi

$$X^{m_{i2}} = r \cos(\psi - \phi) + a \cos \phi + (s_k + s_0) \sin \phi$$

$$Y^{m_{i2}} = r \sin(\psi - \phi) - a \sin \phi + (s_k + s_0) \cos \phi$$

$$s_k = X^{m_{i2}} \sin \phi + Y^{m_{i2}} \cos \phi - r \sin \psi - s_0$$

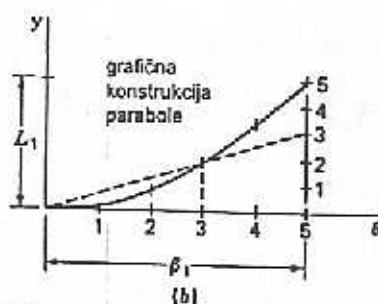
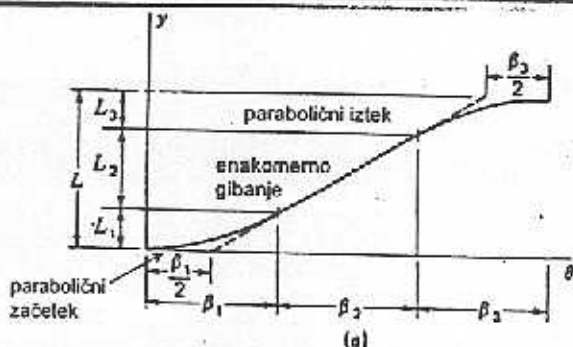
Pot zagozde nas zanima!



$$\vec{N}_b = \vec{N}_a \cdot \sin \alpha$$

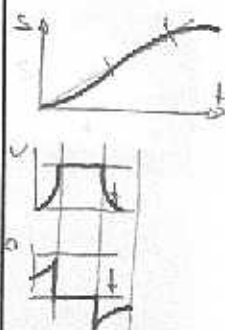
Čeprav je N_a konstantna, se N_b spreminja neenakomerno, ker se spreminja kot tangente na odmični zagozdi.

Lastnosti krivulj pomikov

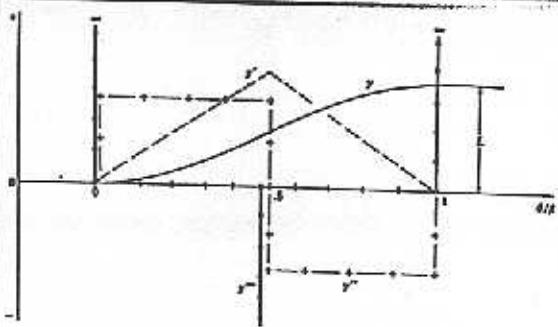


$y = y(\theta)$	- krivulja pomika
$y'(\theta) = \frac{dy}{d\theta}$	- strmina krivulje
$y''(\theta) = \frac{d^2y}{d\theta^2}$	- ukrivljenost krivulje
$y'''(\theta) = \frac{d^3y}{d\theta^3}$	- stopnja spremembe ukrivljenosti krivulje

$y = y(\theta) ; \theta = \theta(t)$	- pot
$\dot{y} = \frac{dy}{dt} = \frac{dy}{d\theta} \frac{d\theta}{dt} = y' \omega$	- hitrost
$\ddot{y} = \frac{d^2y}{dt^2} = y'' \omega^2$	- pospešek
$\dddot{y} = \frac{d^3y}{dt^3} = y''' \omega^3$	- sunek



Parabolična krivulja pomikov



splošna enačba parabole:

$$y = A\theta^2 + B\theta + C \quad y' = 2A\theta + B$$

$$y'' = 2A \quad y''' = 0$$

robni pogoji za $\theta \in \langle 0, \beta/2 \rangle$:

$$\theta = 0 \Rightarrow y(0) = y'(0) = 0 \Rightarrow B = C = 0$$

$$\theta = \beta \Rightarrow y(\beta) = L \Rightarrow A = \frac{2L}{\beta^2}$$

robni pogoji za $\theta \in \langle \beta/2, \beta \rangle$:

$$\left. \begin{aligned} \theta = \beta/2 \Rightarrow y'(\beta/2) = 2L/\beta \\ \theta = \beta \Rightarrow y(\beta) = L \end{aligned} \right\} \Rightarrow A = -\frac{2L}{\beta^2}; B = \frac{4L}{\beta}; C = -L$$

enačbe za $\theta \in \langle 0, \beta/2 \rangle$:

$y = 2L \left(\frac{\theta}{\beta}\right)^2$	$y' = \frac{4L}{\beta} \frac{\theta}{\beta}$
$y'' = \frac{4L}{\beta^2}$	$y''' = 0$

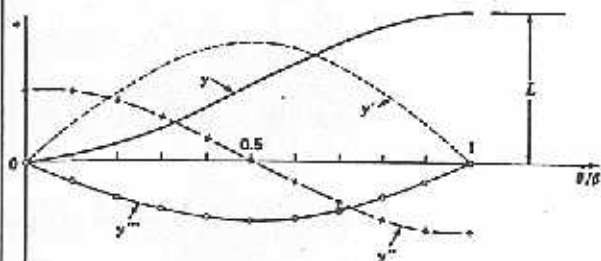
enačbe za $\theta \in \langle \beta/2, \beta \rangle$:

$y = L \left[1 - 2 \left(1 - \frac{\theta}{\beta} \right)^2 \right]$	$y' = \frac{4L}{\beta} \left(1 - \frac{\theta}{\beta} \right)$
$y'' = -\frac{4L}{\beta^2}$	$y''' = 0$

Modeli za različne oblike krivulj glej naprej na 11!

Krivuljni mehanizmi za velike hitrosti

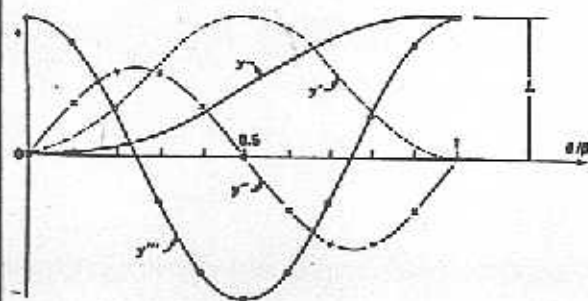
za velike hitrosti:



harmonično gibanje za polni dvig:

$$y = \frac{L}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi\theta}{\beta} \right) \quad y' = \frac{\pi L}{2\beta} \sin \frac{\pi\theta}{\beta}$$

$$y'' = \frac{\pi^2 L}{2\beta^2} \cos \frac{\pi\theta}{\beta} \quad y''' = -\frac{\pi^3 L}{2\beta^3} \sin \frac{\pi\theta}{\beta}$$



cikloidno gibanje za polni dvig:

$$y = L \left(\frac{\theta}{\beta} - \frac{1}{2\pi} \sin \frac{2\pi\theta}{\beta} \right) \quad y' = \frac{L}{\beta} \left(1 - \cos \frac{2\pi\theta}{\beta} \right)$$

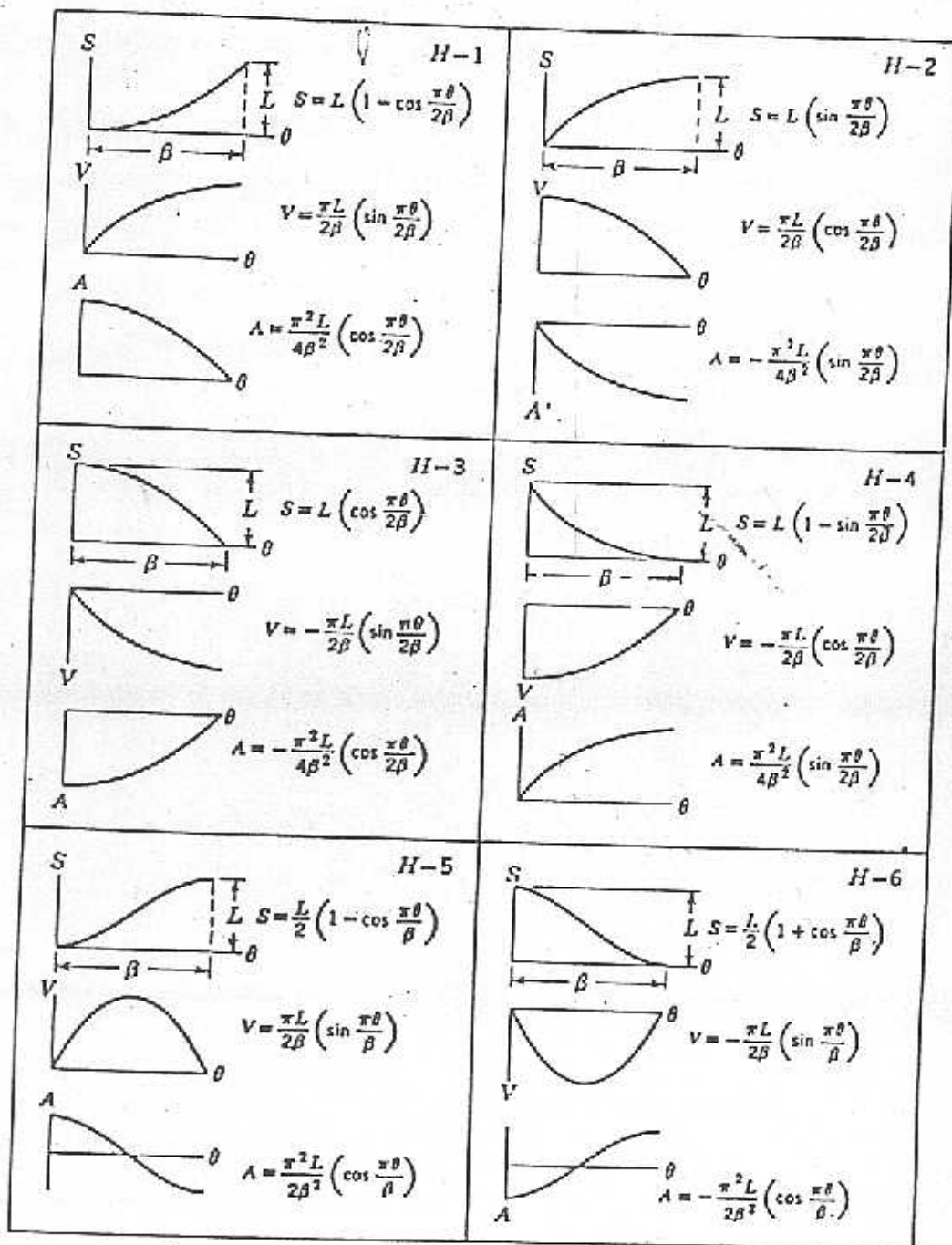
$$y'' = \frac{2\pi L}{\beta^2} \sin \frac{2\pi\theta}{\beta} \quad y''' = -\frac{4\pi^2 L}{2\beta^3} \cos \frac{2\pi\theta}{\beta}$$

Pravila oblikovanja krivuljnih mehanizmov

Potrebni pogoji za pravilno oblikovanje krivuljnih mehanizmov:

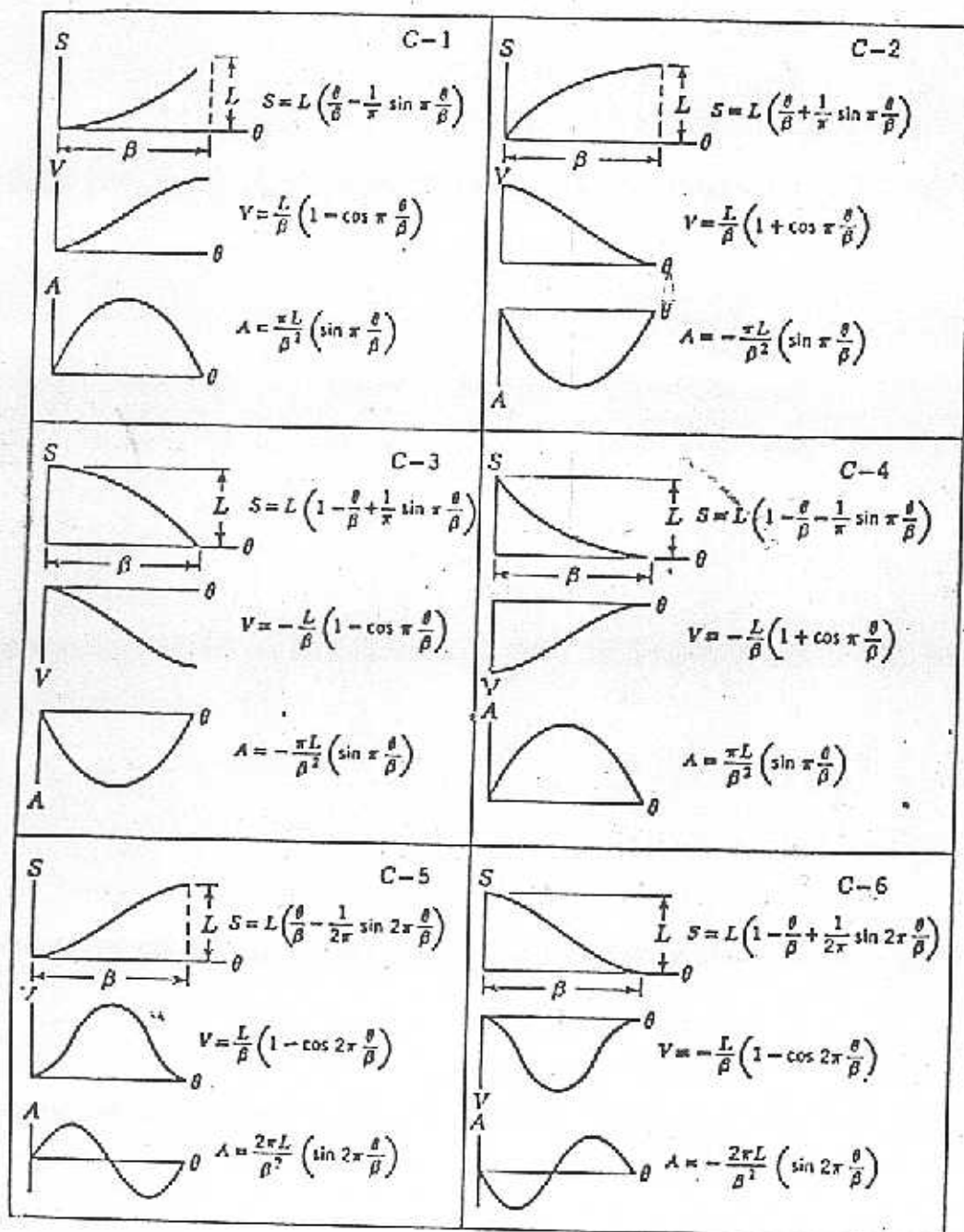
- zahteve gibanja slednika zadovoljene (diagram pomikov);
- krivulje pomikov, hitrosti in pospeškov so zvezne preko mej posameznih segmentov; krivulje sunkov so lahko nezvezne, ne smejo pa biti neskončne - torej mora biti krivulja pospeškov zvezna, lahko pa vsebuje ostre prehode;
- največje vrednosti hitrosti in pospeškov naj bodo čim manjše ob upoštevanju gornjih pogojev.
- karakteristika gibanja (caotičnost, suok. pospešeno litanst...)
- podano vidno pomike ali pa smer rotacije

Karakteristike harmoničnega gibanja



Možne oblike harmoničnega gibanja
in njihovi odzivi glede na hitrost
in pomšek gibanja

Karakteristike cycloidnega gibanja

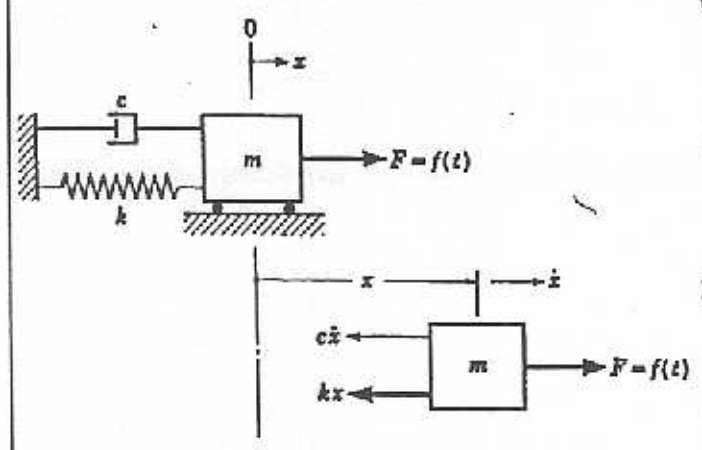


Možne oblike cycloidnega gibanja
in njihove odzivi glede na hitrost
in poročila gibanja

ANALIZA NIHANJ MECHANIZMOV

Poglavje je namenjeno obnovitvi znanj potrebnih za analizo in vrednotenje nihanj mehanizmov.

Diferencialna enačba longitudinalnega nihanja



vzmetna togost:

$$k = \frac{F}{x}$$

koeficient viskoznega dušenja:

$$c = \frac{F}{\dot{x}}$$

zunanja obremenitvena funkcija:

$$F = f(t)$$

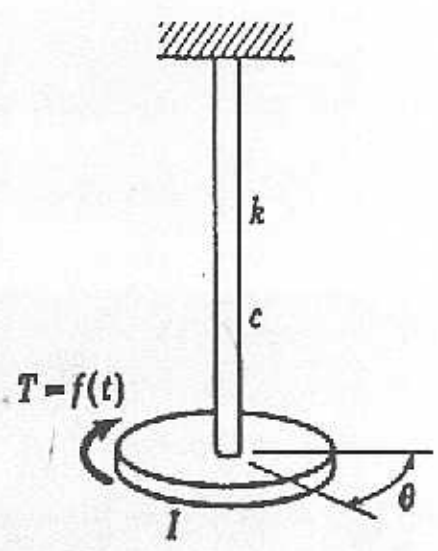
ravnotežje sil:

$$\sum F = -kx - c\dot{x} + f(t) + (-m\ddot{x}) = 0$$

diferencialna enačba nihanja:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t)$$

Diferencialna enačba torzijskega nihanja



vzmetna togost:

$$k = \frac{T}{\theta}$$

koeficient viskoznega dušenja:

$$c = \frac{T}{\dot{\theta}}$$

zunanja obremenitvena funkcija:

$$T = f(t)$$

ravnotežje momentov:

$$\sum T = -k\theta - c\dot{\theta} + f(t) + (-I\ddot{\theta}) = 0$$

diferencialna enačba nihanja:

$$I\ddot{\theta} + c\dot{\theta} + k\theta = f(t)$$

||
Neki je govornik do bi to na kotalniji? Do ne samo zidna gledol??

Lastna nedušena nihanja

Diferencialna enačba lastnega nedušenega nihanja:

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

Lastna krožna frekvenca nedušenega nihanja:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

Rešitev diferencialne enačbe nedušenega nihanja:

$$x = A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

$$\dot{x} = A\omega \cos \omega t - B\omega \sin \omega t$$

$$\ddot{x} = -A\omega^2 \sin \omega t - B\omega^2 \cos \omega t$$

Začetni pogoji določajo koeficiente A in B:

$$t = 0 \Rightarrow x = x_0; \dot{x} = 0 \Rightarrow A = 0; B = x_0$$

$$t = 0 \Rightarrow x = 0; \dot{x} = v_0 \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega}; B = 0$$

$$t = 0 \Rightarrow x = x_0; \dot{x} = v_0 \Rightarrow A = \frac{v_0}{\omega}; B = x_0$$

Perioda nihanja:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Frekvenca nihanja:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Lastna dušena nihanja

Diferencialna enačba dušenega nihanja:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$

Krožna frekvenca dušenja nihanj:

$$\omega_D = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m}\right)^2} = \sqrt{\omega^2 - \left(\frac{c}{2m}\right)^2}$$

Rešitev diferencialne enačbe nedušenega nihanja:

$$x = e^{-pt} \left(A \sin \omega_D t + B \cos \omega_D t \right)$$

$$p = \frac{c}{2m}$$

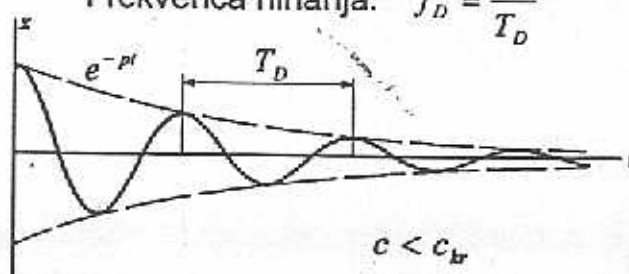
Kritično dušenje:

$$\omega_D = 0 \Rightarrow c = c_{kr} = 2m\omega$$

$$c \geq c_{kr} \Rightarrow \text{ne pride do nihanja}$$

Perioda nihanja: $T_D = \frac{2\pi}{\omega_D}$

Frekvenca nihanja: $f_D = \frac{1}{T_D}$



Vsiljena nihanja - harmonično vzbujanje

Diferencialna enačba:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \sin \Omega t$$

Krožna frekvenca dušenja nihanj:

$$\omega_D = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m}\right)^2} = \sqrt{\omega^2 - \left(\frac{c}{2m}\right)^2}$$

Rešitev diferencialne enačbe:

$$x = x_H + x_N$$

$$x_H = e^{-pt} \left(A \sin \omega_D t + B \cos \omega_D t \right)$$

$$x_N = \frac{F_0}{\sqrt{(k - m\Omega^2)^2 + (c\Omega)^2}}$$

$$t \rightarrow \infty \Rightarrow x \rightarrow x_N$$

$$x = \frac{F_0/k}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\Omega}{\omega}\right)^2\right)^2 + \left(2\delta \frac{\Omega}{\omega}\right)^2}} = x_S \cdot \beta$$

Perioda nihanja: $T_D = \frac{2\pi}{\omega_D}$

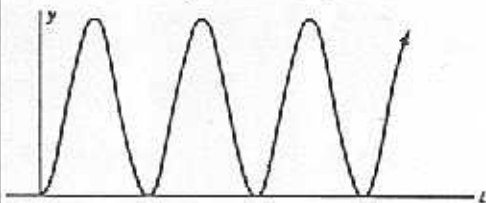
Frekvenca nihanja: $f = \frac{1}{T_D}$

$$\Omega = \omega \Rightarrow \beta \rightarrow \infty \Rightarrow \text{resonanca}$$

$$\delta = \frac{c}{c_{kr}} = \frac{p}{\omega} \quad p = \frac{c}{2m}$$

Resonanca

Vsiljeno nihanje



Odziv

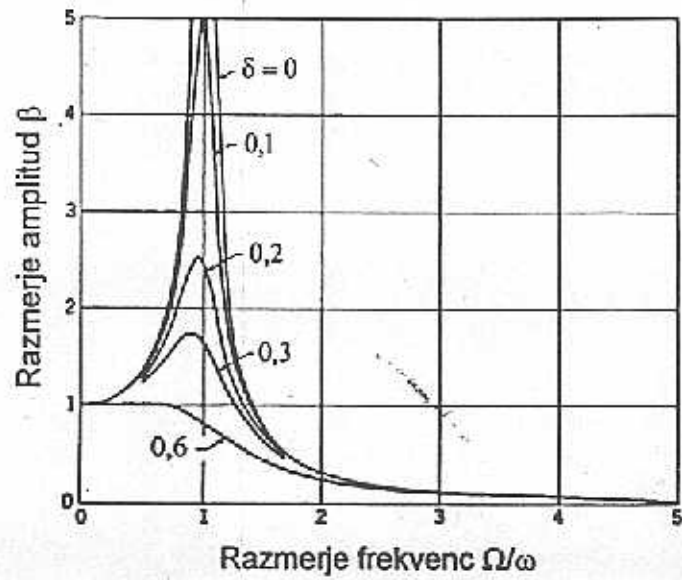
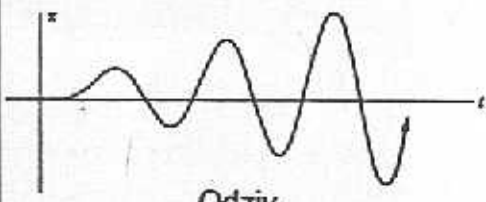


Diagram pomikov lastnih nedušenih nihanj

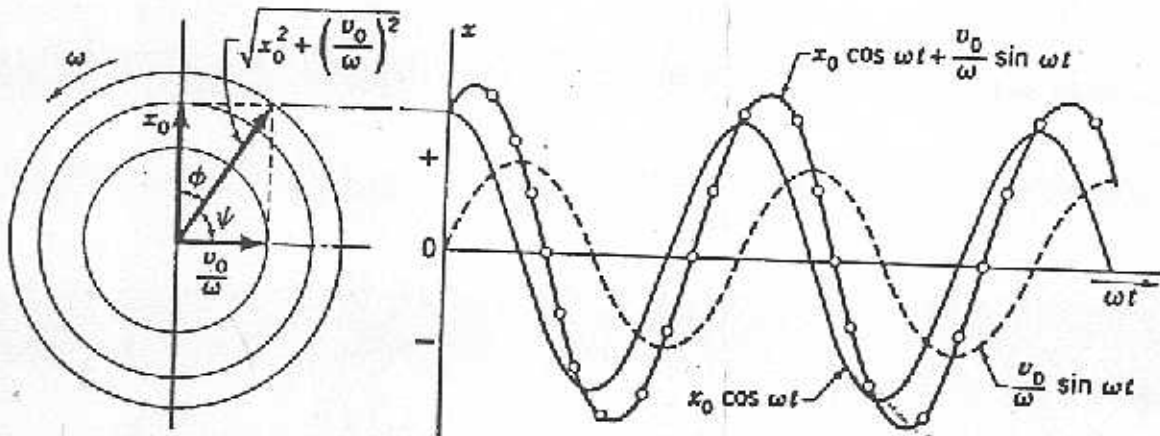
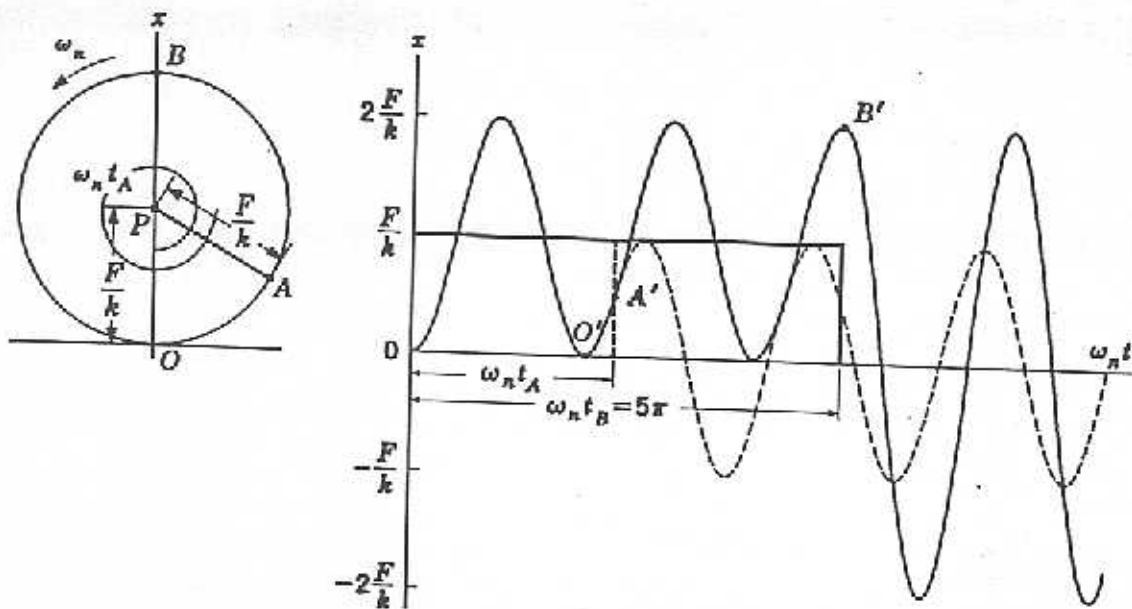
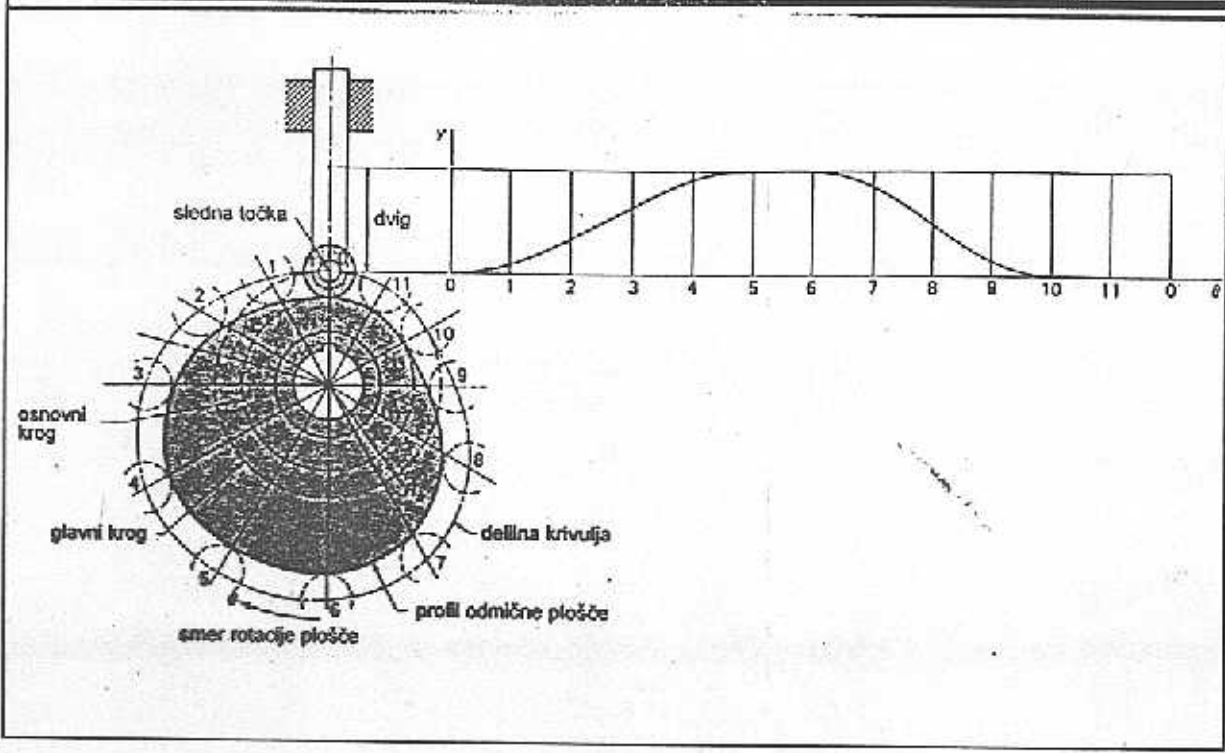


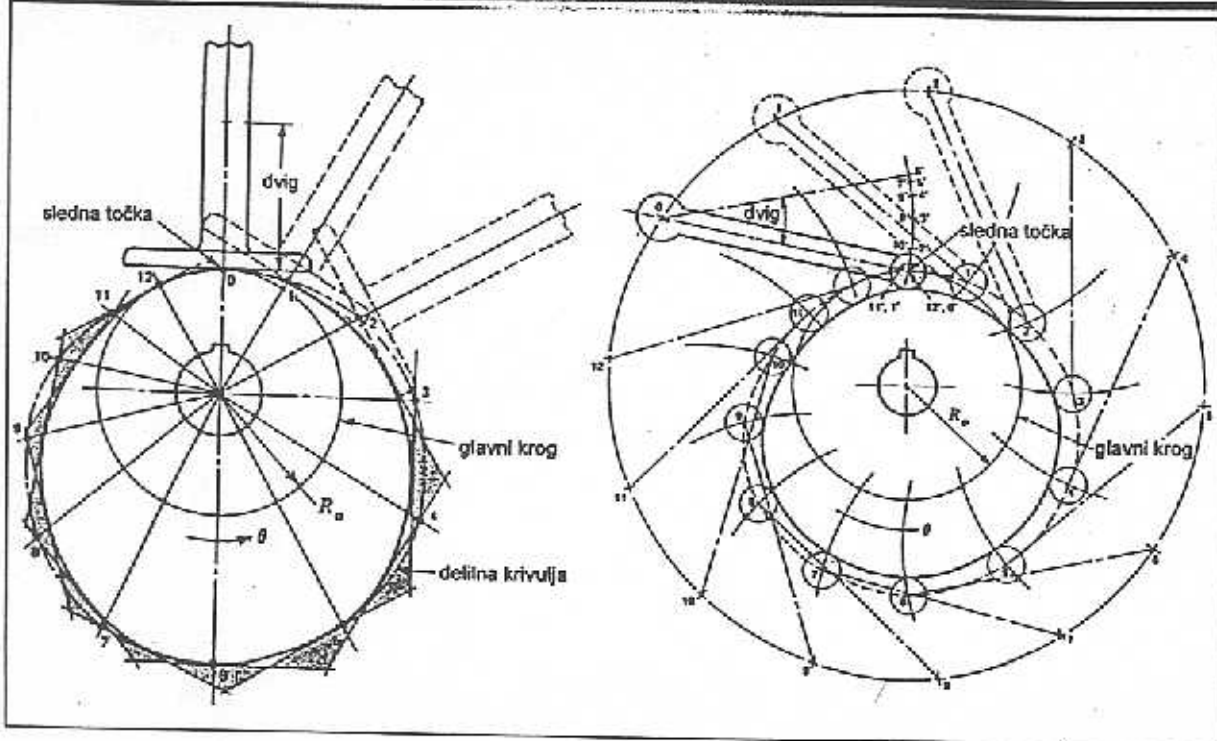
Diagram pomikov lastnih nedušenih nihanj pri stopničasti zunanji sili



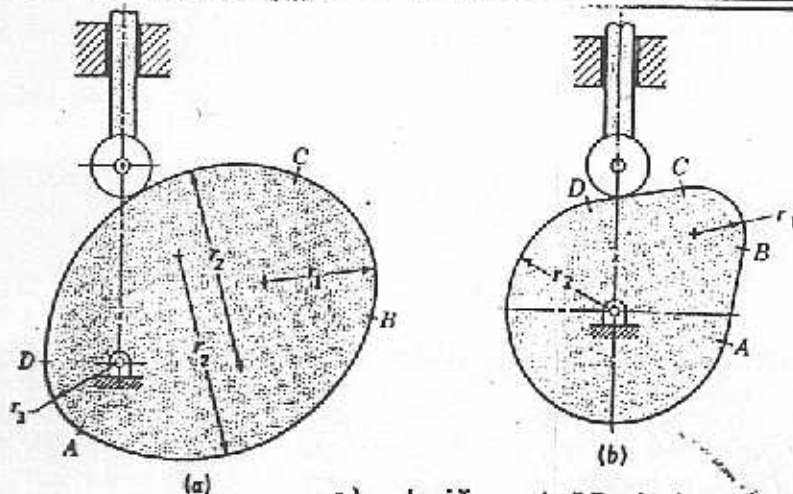
Geometrična konstrukcija odmične plošče I



Geometrična konstrukcija odmične plošče II



Krivuljni mehanizmi za majhne hitrosti



a) odmična plošča iz krožnih lokov
b) tangenta odmična plošča

V razmejitvanih točkah posameznih segmentov A, B, C in D pride zaradi trenutne spremembe ukrivljenosti profila do nezvezne spremembe pospeška.

Štirikolesni pogon z Haldex sklopko

