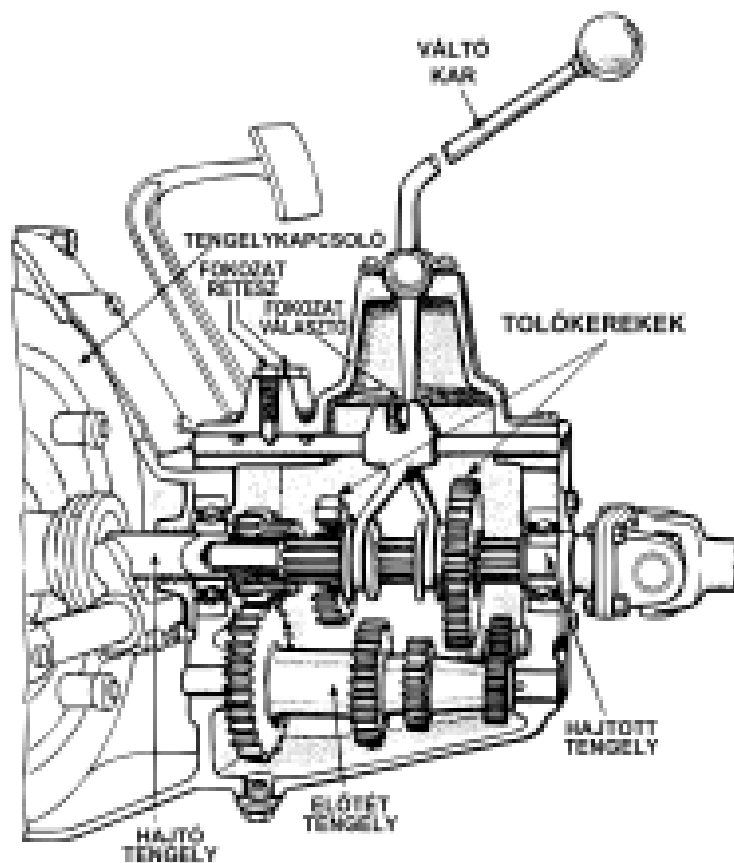
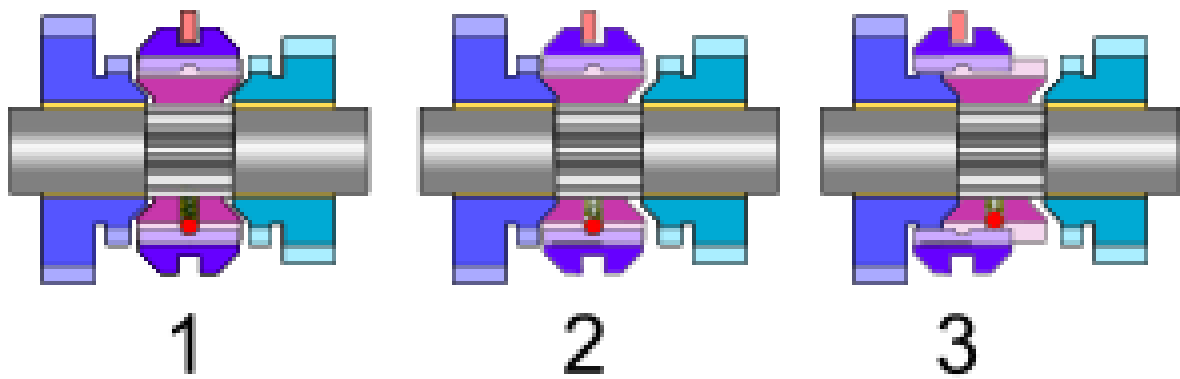


Irodalom:

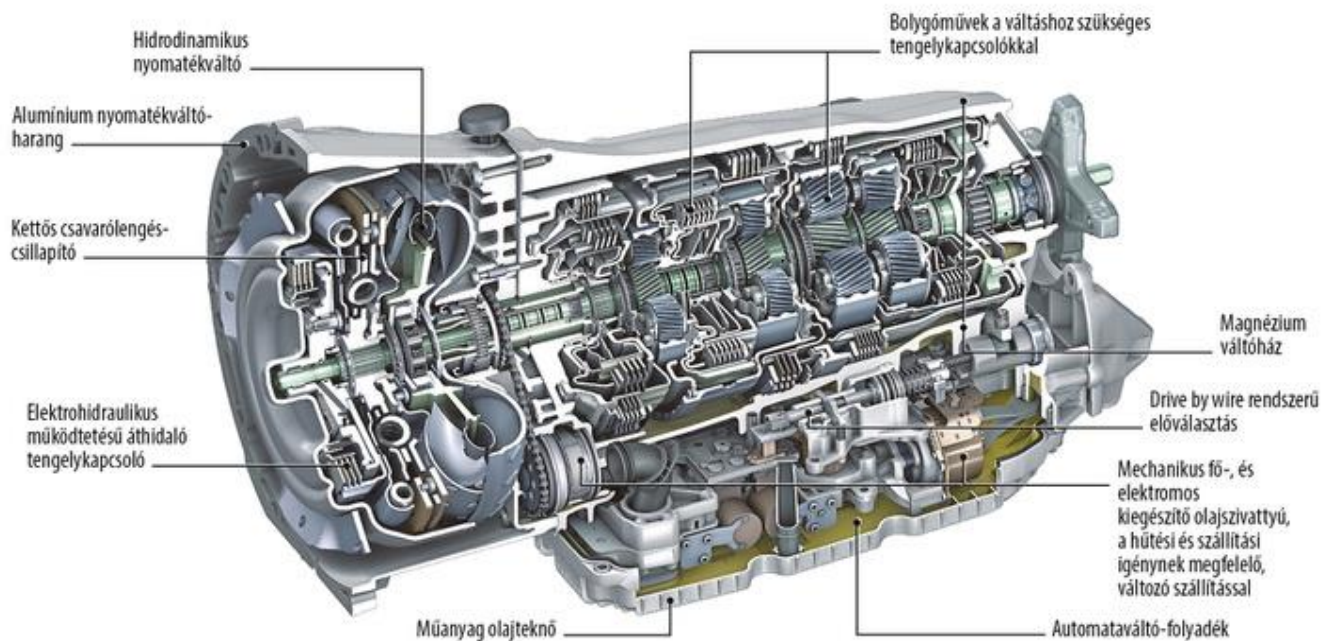
- 1) SZE honlap: jegyzet.sze.hu „A mechatronika alapjai” jegyzet 144. oldaltól 161. oldalig
- 2) mgt.sze.hu honlap /oktatás/ mechatronika csoport/ mechatronika alapjai 1 tárgy/ Gyakorló feladatok/HAJTÁSOK példák
- 3) Motor és erőátviteli rendszerek mechatronikája(6. fejezet)
www.mogi.bme.hu/TAMOP/motor_eroatviteli_rendszerek_mechatronikaja
- 4) Gépelemek
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Gepelemek/ch06s02.html

Sebváltó (tolókerekes)





Automata sebváltó





Sebességváltó szerepe Példa

Cél: a belsőégésű motor fordulatszámát a jó hatásfokú 2500-4000 fordulatszám tartományban tartani tetszőleges haladási sebességnél.

Adatok:

$R=0,3\text{m}$ Autó abroncs sugár

$i_1=3,55$ Sebváltó áttételek

$i_2=1,95$

$i_3=1,28$

$i_4=0,89$

$i_5=0,71$

$i_d=4$ Differenciálmű áttétel

$n_{\text{max}}=6000 \text{ f/min}$ max. motor fordulatszám

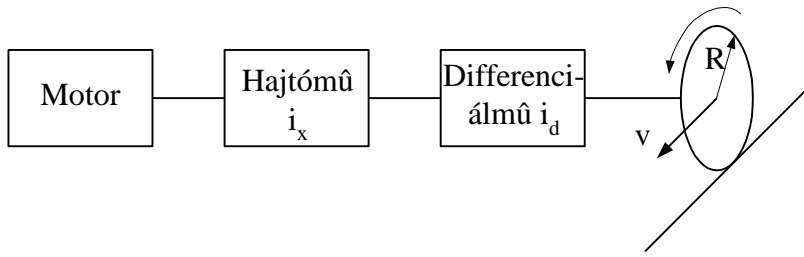
Váltási sebességek

1-2 20 km/h $n_{\text{mot}}=2506 \text{ f/min}$

2-3 45 km/h $n_{\text{mot}}=3097 \text{ f/min}$

3-4 75 km/h $n_{\text{mot}}=3389 \text{ f/min}$

4-5 115 km/h $n_{\text{mot}}=3612 \text{ f/min}$

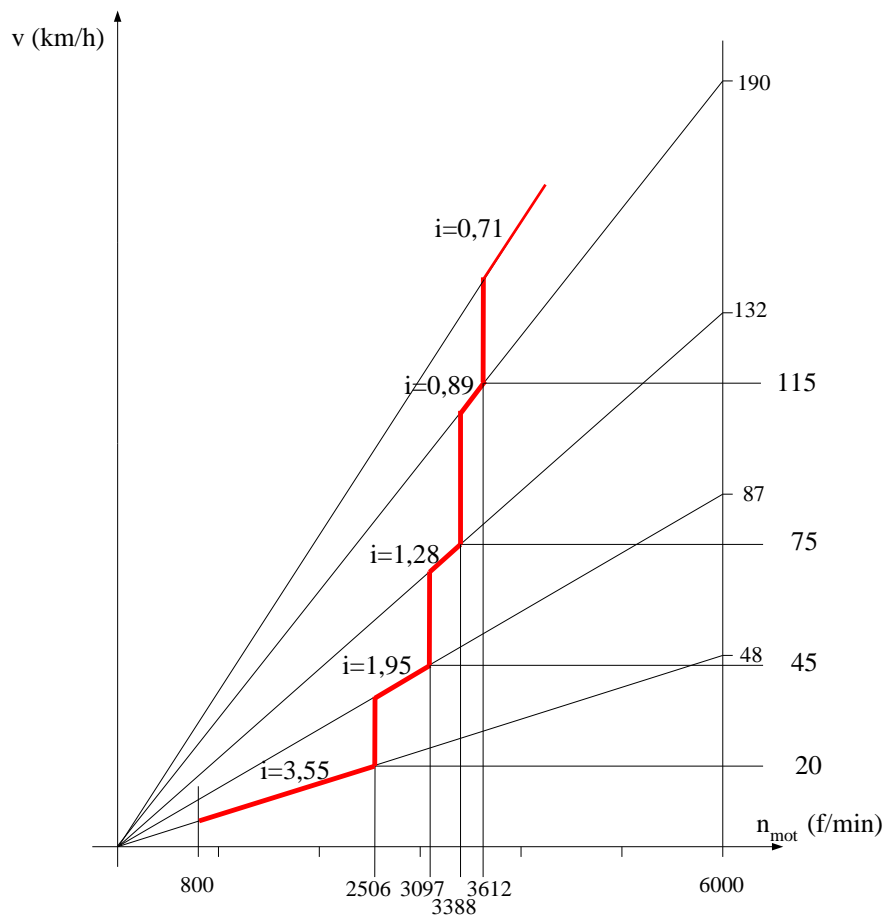


Az autó sebessége

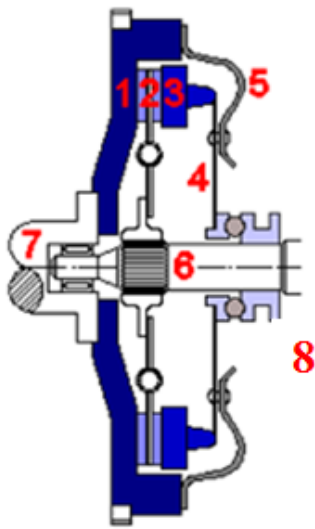
$$v = R \frac{n_{\text{mot}}}{\underbrace{9,55}_{\omega}} \cdot \frac{1}{i_x i_d} 3,6 \quad (\text{km/h})$$

6000 f/min motor fordulatszámnál az autó sebessége az egyes fokozatokban $v = \frac{169,6}{i_x}$ lenne.
(48, 87, 132, 190, 238 km/h)

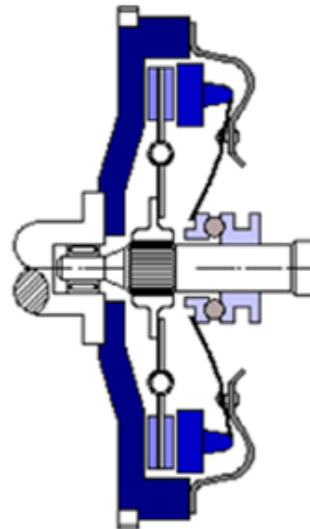
Az adott „v” kapcsolási sebességeknél a motor fordulatszáma $n = 9,55 \frac{v/3,6}{R} i_x i_d = 35,3 i_x v$
(2506, 3097, 3388, 3612 f/min)



Tengelykapcsoló

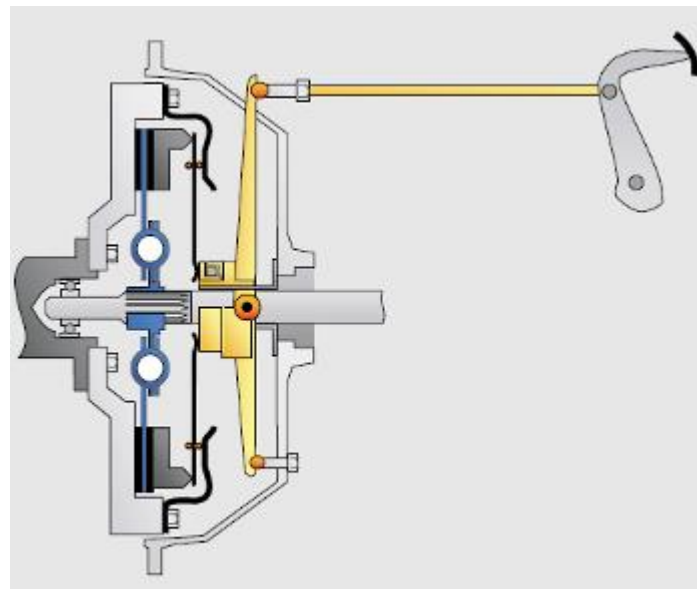


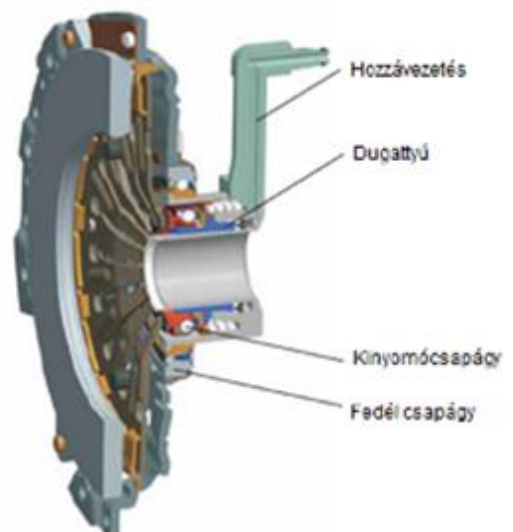
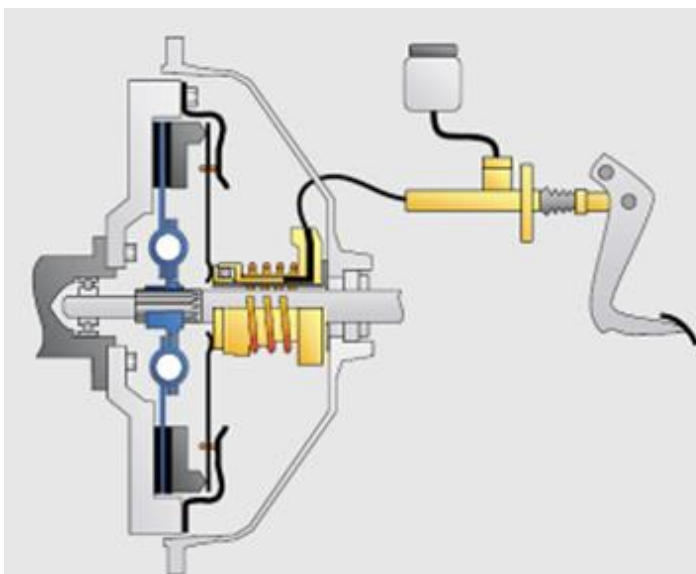
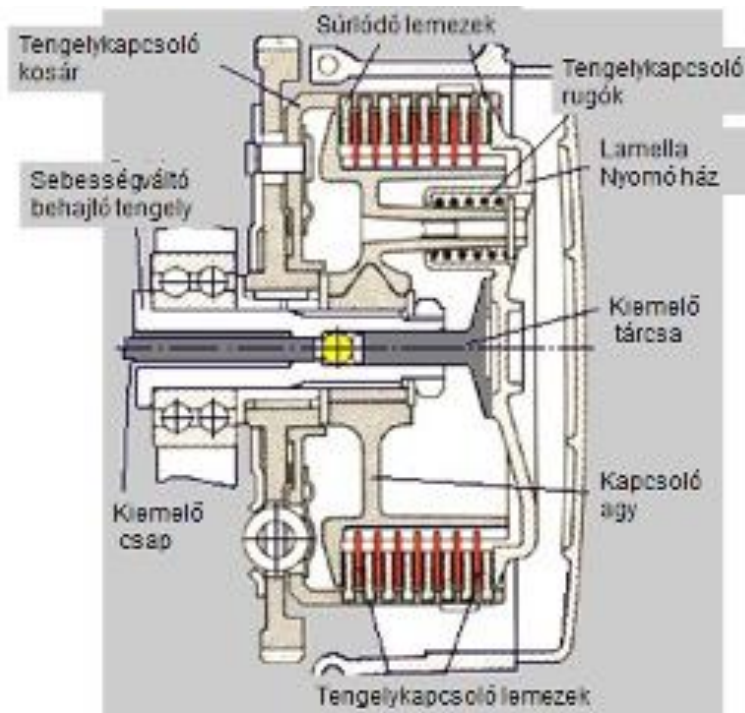
Zárt tengelykapcsoló



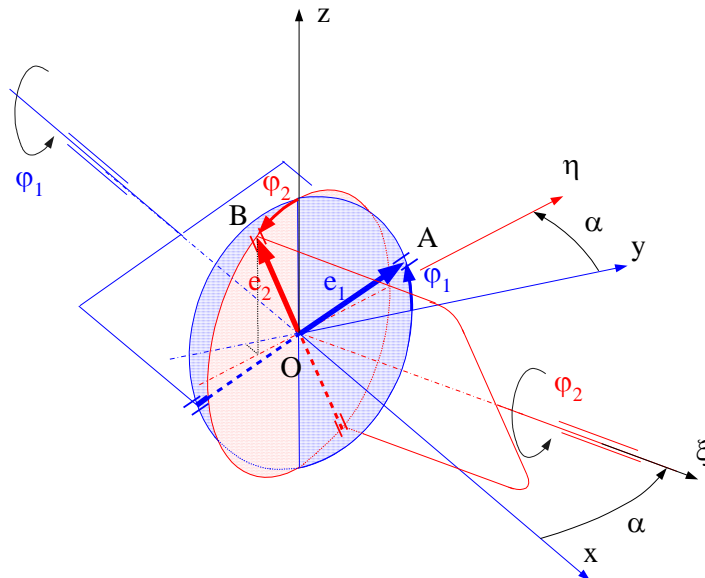
Nyitott tengelykapcsoló

- 1 lendkerék
- 2 súrlódótárcsa
- 3 nyomólap
- 4 membrán rugó
- 5 fedél
- 6 sebességváltó tengely
- 7 motor fő tengely
- 8 kinyomócsapágy





hajtott tengely szögelfordulása φ_2 . A kardánkereszt piros szárának A végpontja az y - z síkban köríven mozog, míg a rá merőleges kék szár B végpontja az η - z síkban szintén köríven mozog (1. ábra).



1. ábra. A kardántengely geometriai viszonyai

A kardánkereszt OA és OB szárai irányába mutató egységvektorok rendre

$$\underline{e}_1 = \cos \varphi_1 \underline{j} + \sin \varphi_1 \underline{k}$$

$$\underline{e}_2 = \sin \varphi_2 \sin \alpha \underline{i} - \sin \varphi_2 \cos \alpha \underline{j} + \cos \varphi_2 \underline{k}$$

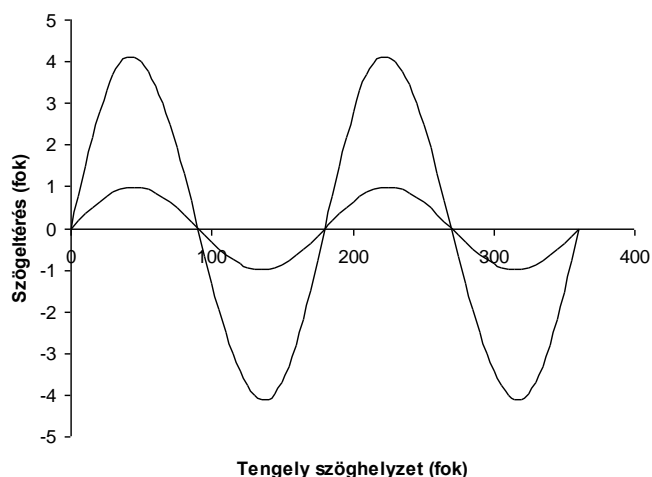
A kardánkereszt szárai merőlegesek egymásra, ezért irányvektoraik skalár szorzata zérus:

$$\underline{e}_1 \underline{e}_2 = 0 = -\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos \alpha + \sin \varphi_1 \cos \varphi_2$$

Innen a hajtott tengely szögelfordulása

$$\varphi_2 = \arctg\left(\operatorname{tg} \varphi_1 \frac{1}{\cos \alpha}\right) \quad (1)$$

A hajtó és a hajtott tengely φ_2 - φ_1 szögeltérését a hajtó tengely szöghelyzetének függvényében a 2. ábrán láthatjuk $\alpha=15$ és $\alpha=30$ fokos tengelyszögekre. A hajtótengely egy teljes körülfordulása alatt a hajtott tengely szögelfordulás-ingadozása két periódust ír le. A hajtott tengely hol siet, hol késik a hajtó tengelyhez képest.



2. ábra A hajtó és a hajtott tengely φ_2 - φ_1 szögeltérését a hajtó tengely szöghelyzetének függvényében

Az egyenlőtlen forgás következtében a hajtott tengely szögsebessége és szöggyorsulása is ingadozni fog. Ez utóbbi azért káros, mert a tehetetlenségi erők és nyomatékok révén a szerkezeti elemek járulékos terhelését okozza.

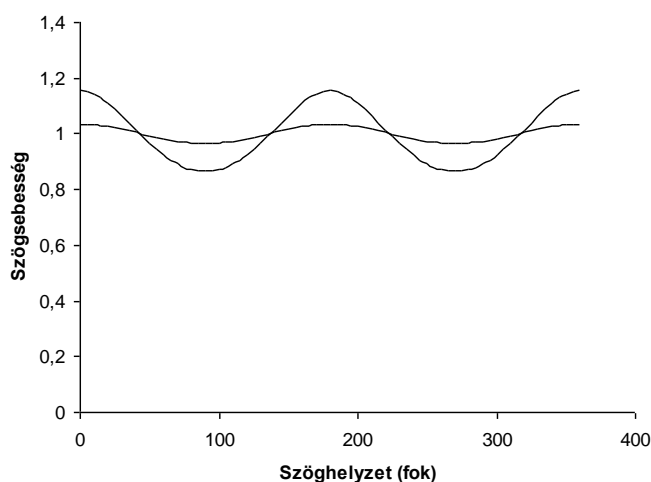
A hajtott tengely szögsebességének ingadozását állandó hajtó tengely szögsebességnél az

$$\omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} \cdot \underbrace{\frac{d\varphi_1}{dt}}_{\omega_1} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\operatorname{tg}\varphi_1}{\cos\alpha}\right)^2} \cdot \frac{1}{\cos\alpha} \cdot \frac{1}{\cos^2\varphi_1} \omega_1$$

összefüggés írja le. A levezetésnél felhasználtuk az $(\operatorname{arctg}x)' = \frac{1}{1+x^2}$ és a $(\operatorname{tg}x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$ deriválási szabályokat. Egyszerűsítés után a szögsebességek aránya

$$\boxed{\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\cos\alpha}{1 - \sin^2\alpha \cos^2\varphi_1}} \quad (2)$$

A hajtott tengely szögsebességének ingadozását a hajtó tengely szöghelyzetének függvényében $\alpha=15$ és $\alpha=30$ fokos tengelyszögekre a 3. ábrán láthatjuk.



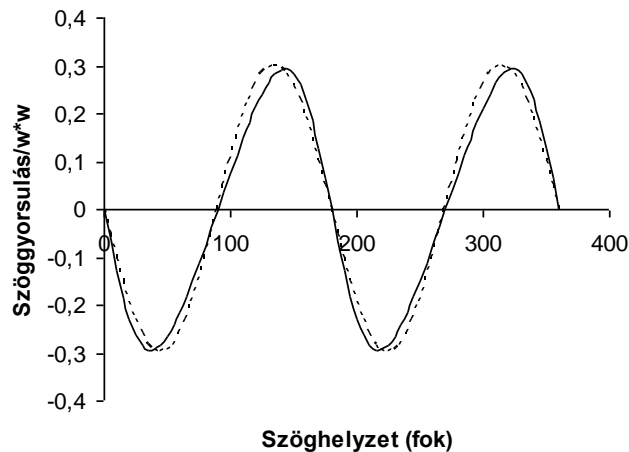
3. ábra. A hajtott tengely szögsebességének ingadozását a hajtó tengely szöghelyzetének függvényében

A dinamikus jelenségek tekintetében a hajtott tengely szöggyorsulása a döntő, melyet az

$$\varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{d\omega_2}{d\varphi_1} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = -\frac{\cos \alpha \sin^2 \alpha}{(1 - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi_1)^2} \cos 2\varphi_1 \cdot \omega_1^2$$

összefüggéssel számíthatunk. A hajtott tengely szöggyorsulásának ingadozását a hajtó tengely szöghelyzetének függvényében $\alpha=30$ fokos tengelyszögre a 4. ábrán láthatjuk. A szöggyorsulás közelítőleg szinuszosan változik. A pontos szinusz függvényt szaggatott vonallal ábrázoltuk. Az ábrázolt esetben a járulékos csavaró nyomaték $\omega=100$ rad/s hajtó tengely szögsebességnél és $J=0,1$ kgm^2 hajtott oldali tehetetlenségi nyomatéknál

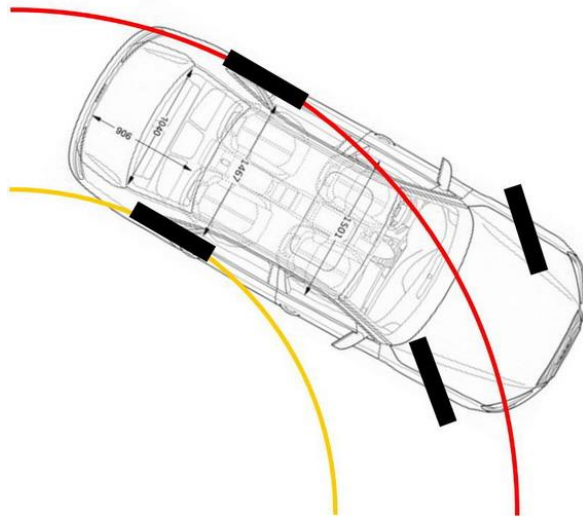
$M = J\varepsilon = 0,1 \cdot (0,3 \cdot 100^2) = 300$ Nm! A járulékos csavaró nyomaték általában káros, de fárasztó vizsgálatoknál ily módon egyszerűen lehet közel harmonikus nyomatékgerjesztést létrehozni



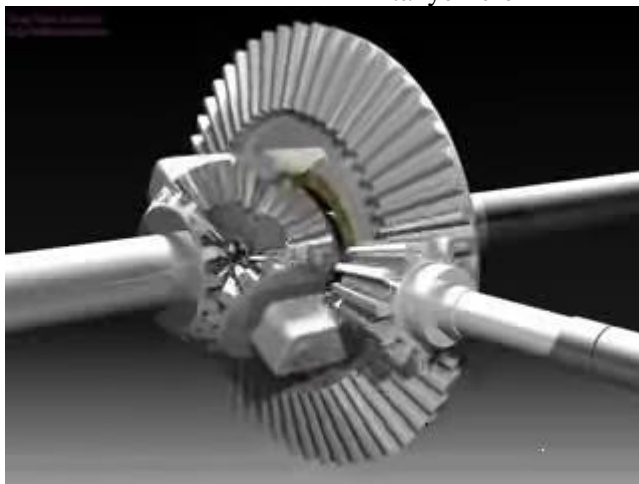
4. ábra. A hajtott tengely szöggyorsulásának ingadozása a hajtó tengely szöghelyzetének függvényében

Differenciálmű A differenciálmű kinematikája

Kanyarban haladáskor biztosítani kell, hogy a külső íven futó kerék szögsebessége nagyobb legyen.



tányérkerék



nyeles kerék (behajtás)

A tányérkerék szögsebessége $-\omega_t \mathbf{i}$, míg a hozzá kapcsolt bolygókerék tányérkerékhez képesti (relatív) szögsebessége $\omega_{bt} \mathbf{j}$. A bolygókerék abszolút szögsebessége $\omega_b = -\omega_t \mathbf{i} + \omega_{bt} \mathbf{j}$. A bolygókerék pillanatnyi forgásonja (momentán centruma) a „P” pont, ami körül ω_b szögsebességű forgó mozgást végez.

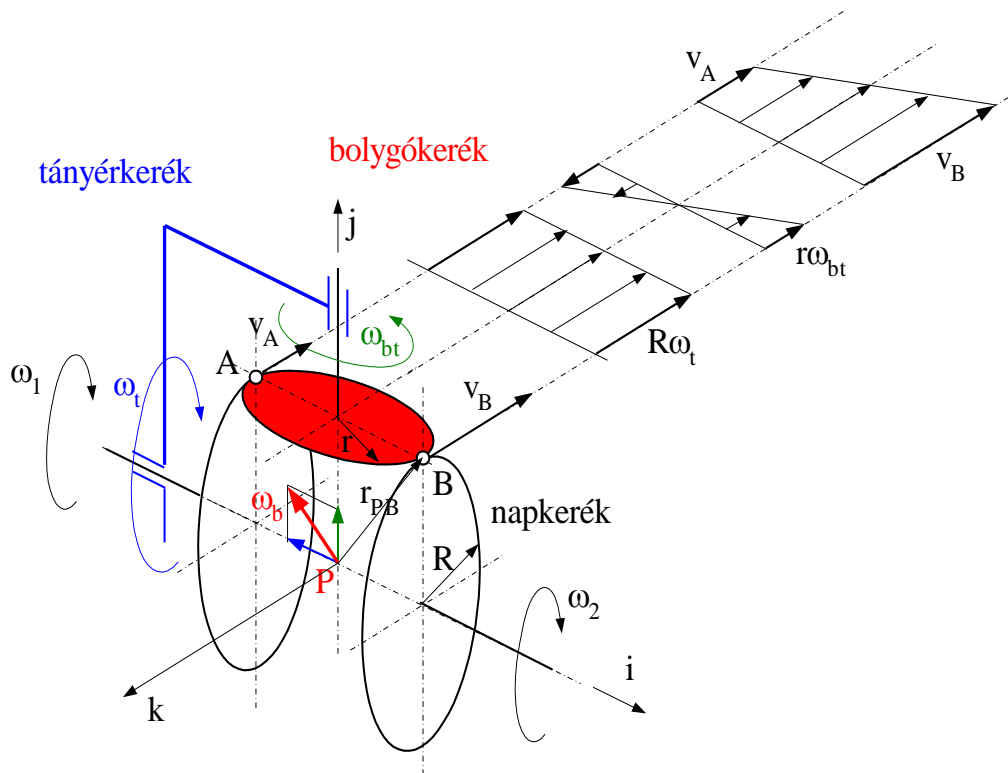
A jobb oldali kúpkerek (napkerék) B pontjának sebessége

$$\mathbf{v}_B = \boldsymbol{\omega}_b \times \mathbf{r}_{PB} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ -\omega_t & \omega_{bt} & 0 \\ r & R & 0 \end{vmatrix} = (-\omega_t R - \omega_{bt} r) \mathbf{k}$$

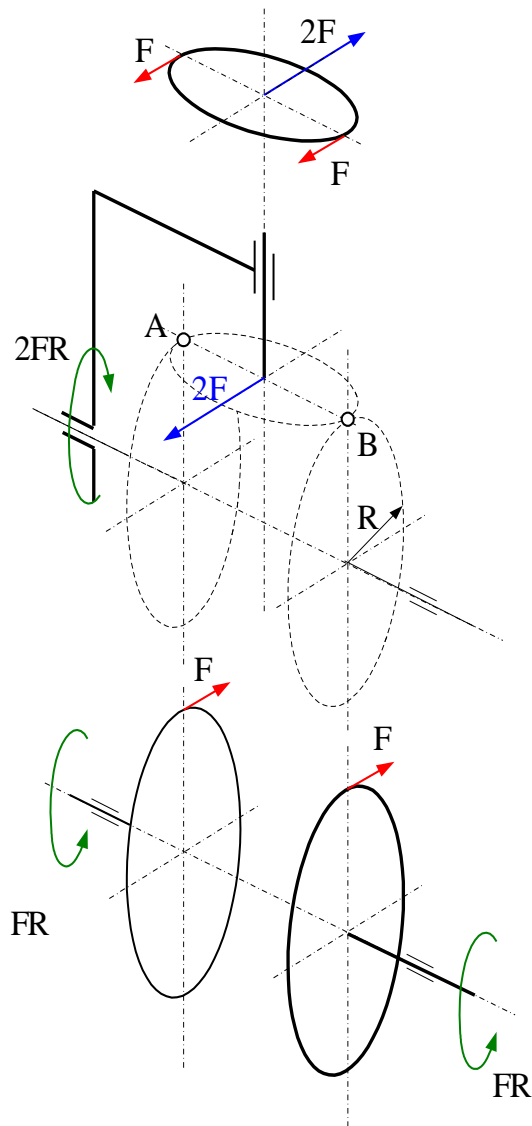
A bal oldali kúpkerék A pontjának sebessége:

$$\mathbf{v}_A = \boldsymbol{\omega}_b \times \mathbf{r}_{PA} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ -\omega_t & \omega_{bt} & 0 \\ -r & R & 0 \end{vmatrix} = (-\omega_t R + \omega_{bt} r) \mathbf{k}$$

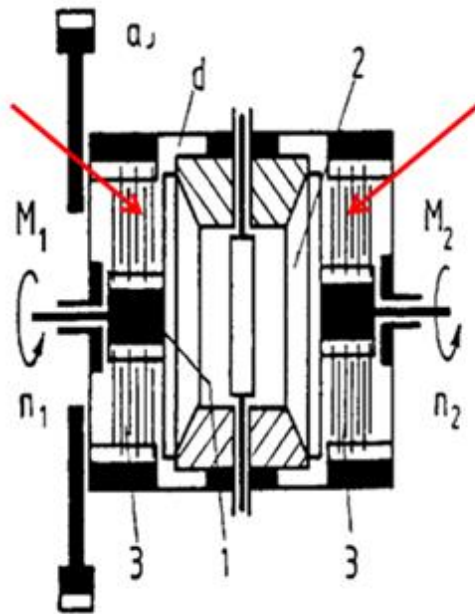
A kihajtó tengelyeken lévő kerek $\omega_2 = \frac{v_B}{R}$ és $\omega_1 = \frac{v_A}{R}$ szögsebességei tehát eltérhetnek, ha a bolygókerék ω_{bt} relatív szögsebessége zérustól különbözik.



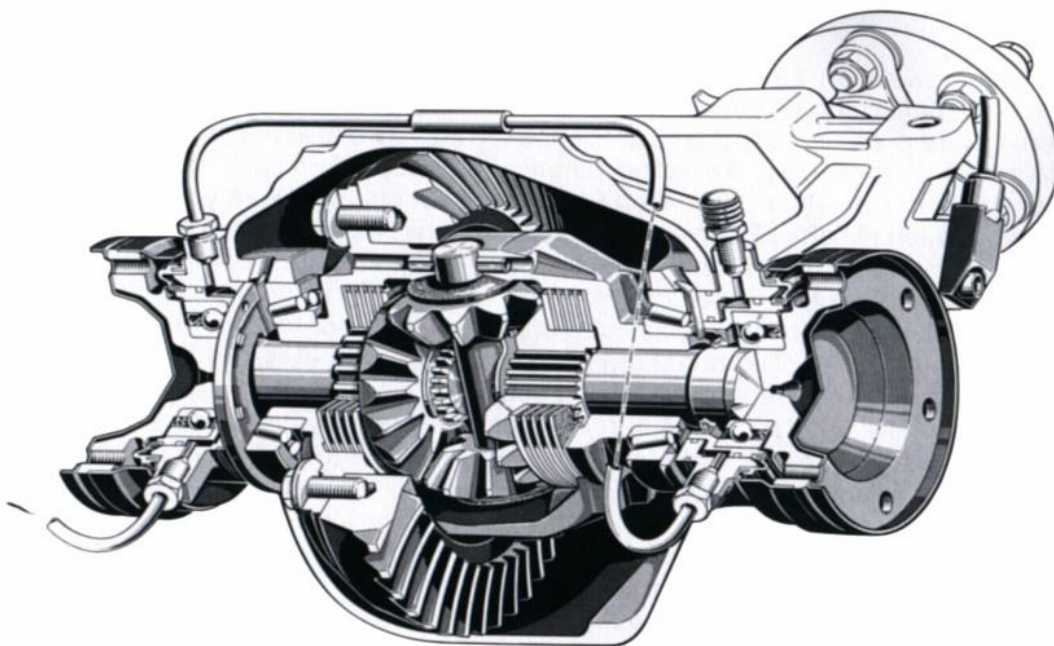
Differenciálmű erő és nyomaték viszonyai



A két kihajtó keréken a nyomatékok megegyeznek. Ha az egyik kerék nem visz át nyomatékot (pl. kipörög), akkor a másik kerék sem hajt. Differenciálzár kell!



- d differenciálmű ház
- 1 kihajtó tengely
- 2 napkerék
- 3 súrlódó lemezes tengelykapcsoló



A differenciálmű házba szerelt olajlemezes tengelykapcsolók működnek differenciálzárként.

Energiák részaránya autó hajtásakor

$m=1200$ kg (autó tömege)
 $v=30$ m/s (108 km/h)
 $c=0,3$ (alaktényező)
 $A=2,5$ m² (autó merőleges keresztmetszete)
 $\rho=1,3$ kg/m³ (levegő sűrűsége)

Gördülési ellenállás:

$$P_g = 0,015 \cdot mg \cdot v = 0,01 \cdot 12000 \cdot 30 = 5400 \text{ W}$$

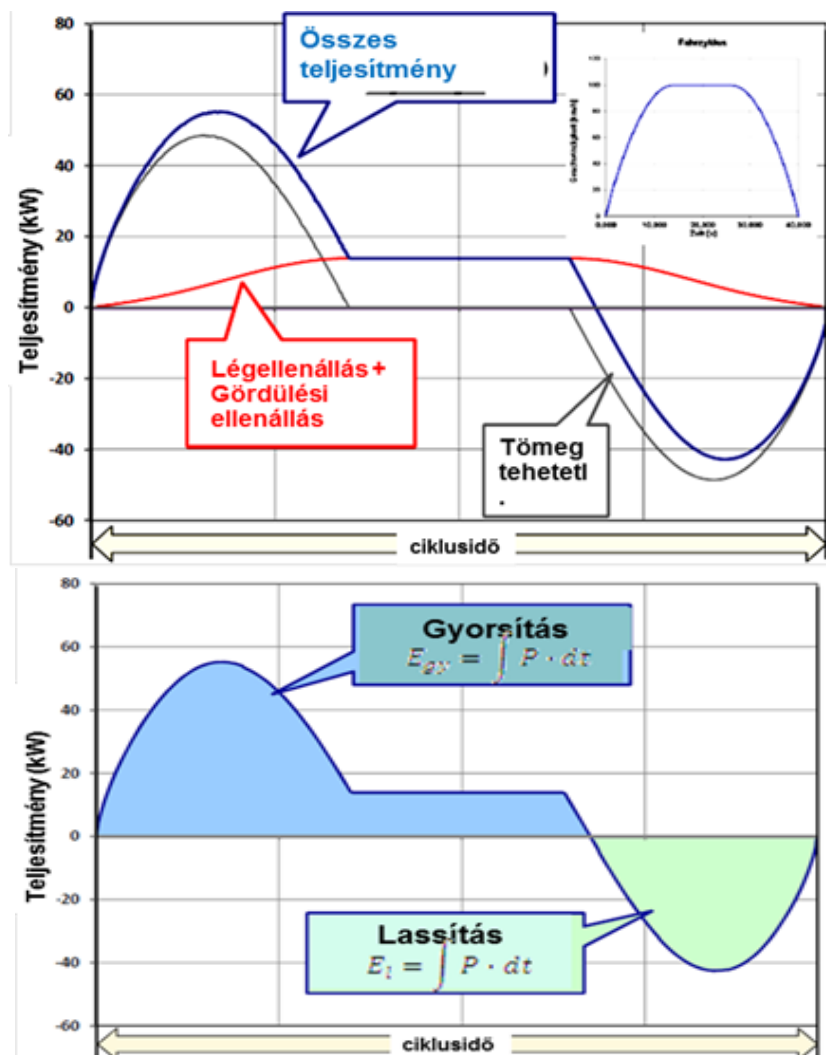
Légellenállási teljesítmény maximuma:

$$P_L = cA\rho \frac{v^2}{2} \cdot v = 0,3 \cdot 2,5 \cdot 1,3 \cdot \frac{30^2}{2} \cdot 30 = 13162 \text{ W}$$

Gyorsítási teljesítmény maximuma:

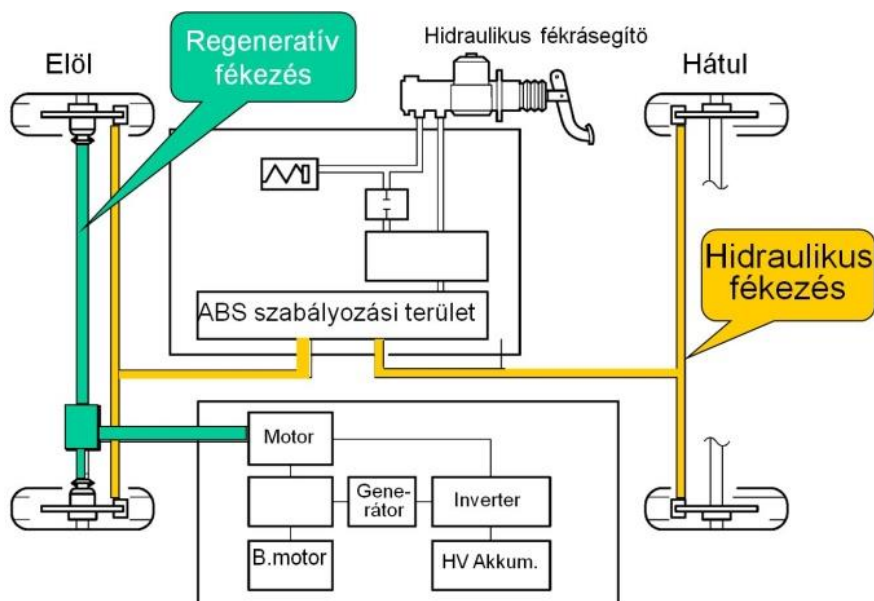
gyorsulás maximuma $a=1,5$ m/s²

$$P_{gy} = ma \cdot v = 1200 \cdot 1,5 \cdot 30 = 54000 \text{ W}$$



Zöld terület: elméletileg visszanyerhető energia regeneratív fékezésnél..

A fék elektronika a leggyakrabban, amikor nincs szükség vészfékezésre, az energia visszatáplálásos fékezést működteti. Ilyenkor az elektromos hajtó motor generátorként üzemel, mely természetesen csak a hajtott kerekek fékezésére képes. Az így létrehozott három fázisú 300 V-os névleges értékű váltakozó áramot a konverter alakítja egyenárammá és transzformálja is. A 2004 utáni változatba a 12 V-os akkumulátor töltéséhez 28 db kondenzátorból összeállított telepet is beépítenek a gépkocsi csomagtartójába. Ez a töltőáram csúcsokat hivatott kissé kisimítani. Így valósítják meg a normál akkumulátor töltését. A regeneratív fékezés akkor valósul meg, amikor a fékpedált a gépkocsivezető nem hirtelen nyomja le. Az akkumulátor töltésére pillanatnyilag 21 kWh energia fordítható. A fékezések java részénél ennyi energia jön létre. Az ennél nagyobb energia, ha szükségessé válik a súrlódásos fékkel alakítandó hővé úgy, mint a többi gépkocsinál. A két fékrendszer működését az elektronika hangolja össze. Ha a regeneratív fékezés meghibásodik, csak a hidraulikus fékrendszer lassítja a gépkocsit.



10.14. ábra - A hidraulikus fék mind a négy kerékre hat, a regeneratív fékezés csak a hajtottakra.

A kétféle fékezés összehangolása

A kétféle fékezés lehetőségét a fék elektronika úgy hangolja össze, hogy a lehető legnagyobb energia hányad fordítható az akkumulátorok töltésére. A kétféle fékerő összege pedig mindenkor meg kell feleljen a gépkocsivezető lassítási igényének. Ezt az információt a fékpedál elmozdulás érzékelője közvetíti az elektronikának. A fék elektronika a kerekeknél lévő munkahengerekben a nyomást növelni, vagy csökkenteni is tudja úgy, hogy a fékezés közbeni stabilitásnak és a lassítási igénynek is megfelelően. A fékerők megosztása függ a gépkocsi sebességétől és a fékezés időtartamától is.

DC motoros hajtás (Példa)

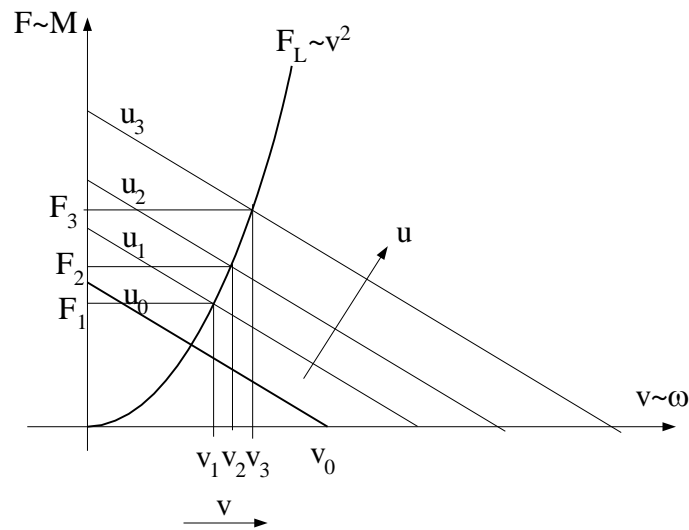
Hogyan változik a motor kapocsfeszültsége a sebesség függvényében?

A DC motor statikus egyenletét $(\frac{M}{M_0} + \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{u}{u_0})$ haladó mozgásra átalakítva

$$\frac{F}{F_0} + \frac{v}{v_0} = \frac{u}{u_0}$$

Itt az F vonóerő szükséglet a légellenállás legyőzésére:

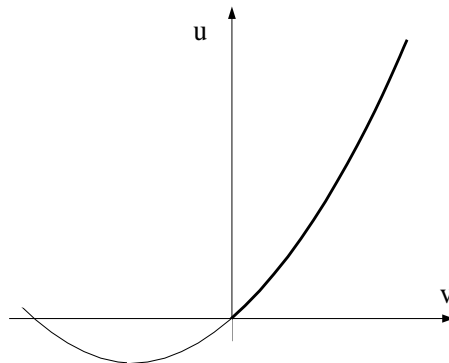
$$F = \frac{\rho c A}{2} v^2 = kv^2$$



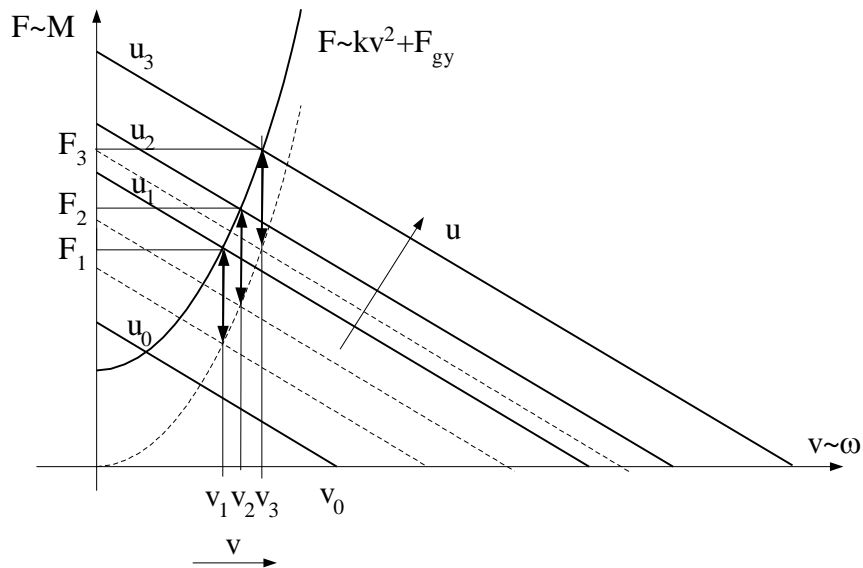
A motor egyenletébe helyettesítve és a motor kapocsfeszültségét kifejezve

$$u = \frac{ku_0}{F_0} \cdot v^2 + \frac{u_0}{v_0} \cdot v$$

adódik. Láthatóan az autó sebességének növeléséhez a kapocsfeszültséget négyzetesen kell növelni!



Amennyiben gyorsítás is van, az F_{gy} gyorsító erő hozzáadódik a légellenálláshoz. Az ábrán látható, hogy a motor kapocsfeszültsége még nagyobb lesz.



Villamos hajtású autó indulása (Példa)

Adatok

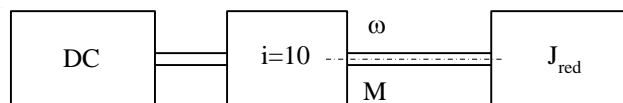
Autó tömege	$m=1100$ kg
Kerék sugara	$r=0,3$ m
DC motor indító nyomatéka	$M_0=180$ Nm
DC motor üresjárási szögsebessége	$\omega_0=1600$ rad/s
DC motor névleges kapocsfesz.	$u_0=300$ V
Motor lassító áttétele	$i=10$
Gyorsítás ideje	$t_{gy}=10$ s

Légellenállás elhanyagolva. Motor „T” időállandója elhanyagolva.

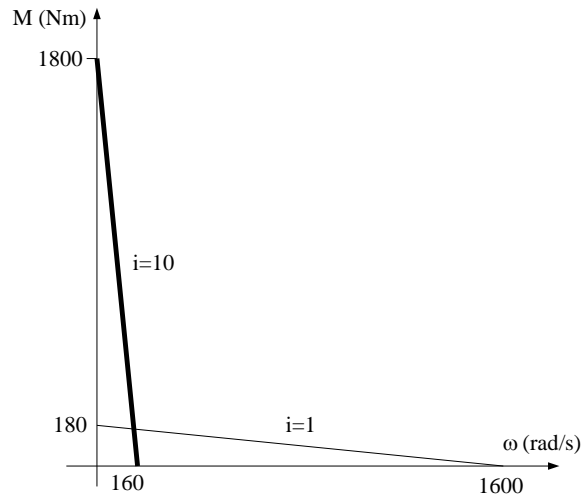
Határozzuk meg az autó végsebességét és maximális teljesítményét a gyorsulási szakasz végén!

Megoldás

A hajtáslánc modellje:



A DC motor statikus jelleggörbéje az „i” áttétel figyelembe vételével az ábrán látható.



A DC motor dinamikus egyenlete idő tartományban

$$T \frac{d\omega}{dt} + \omega = Au(t) - BM_t(t)$$

A motor T időállandója kicsi, ezért elhanyagoljuk.

A motorkonstansok a jelleggörbéből számítva $A=0,533 \text{ rad/sV}$ és $B=0,088 \text{ rad/sNm}$.

Az autó haladó tömegét forgó tömeggé redukáljuk:

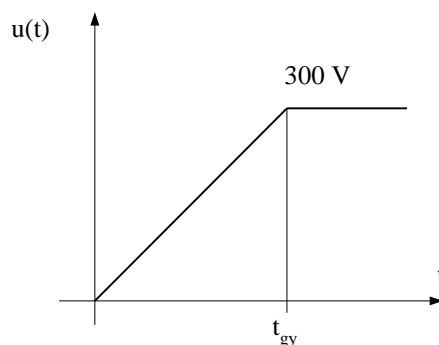
$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}J_{\text{red}}\omega^2 \rightarrow J_{\text{red}} = mr^2 = 1100 \cdot 0,3^2 \approx 100 \text{ kgm}^2$$

A terhelő nyomaték a J_{red} tárcsa gyorsításából adódik: $M_t = J_{\text{red}} \frac{d\omega}{dt}$

A mozgásegyenlet ezzel

$$BJ_{\text{red}} \frac{d\omega}{dt} + \omega = Au(t)$$

Lineárisan változó kapcsolófeszültséget tételezünk fel: $u(t) = \frac{300}{10}t = 30t$



A mozgásegyenlet ezzel így alakul

$$BJ_{\text{red}} \frac{d\omega}{dt} + \omega = A30t$$

A differenciálegyenlet kezdeti feltétele $t=0 \omega=0$.

A homogén rész megoldása

$$\omega_h = Ke^{-\frac{t}{8,88}}$$

A partikuláris megoldás (részletek mellőzésével)

$$\omega_p = 16t - 142,2$$

Az általános megoldás a kezdeti feltétel figyelembe vételével

$$\omega(t) = 16t - 142,2(1 - e^{-\frac{t}{8,88}})$$
$$\omega(10) = 63,96 \text{ rad/s}$$

Az autó sebessége $t=10$ s elteltével

$$v(10) = r\omega(10) = 0,3 \cdot 63,96 = 19,18 \text{ m/s} = \underline{\underline{69 \text{ km/h}}}$$

A tárcsa szöggyorsulása

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 16(1 - e^{-\frac{t}{8,88}})$$
$$\varepsilon(10) = 10,8 \text{ rad/s}^2$$

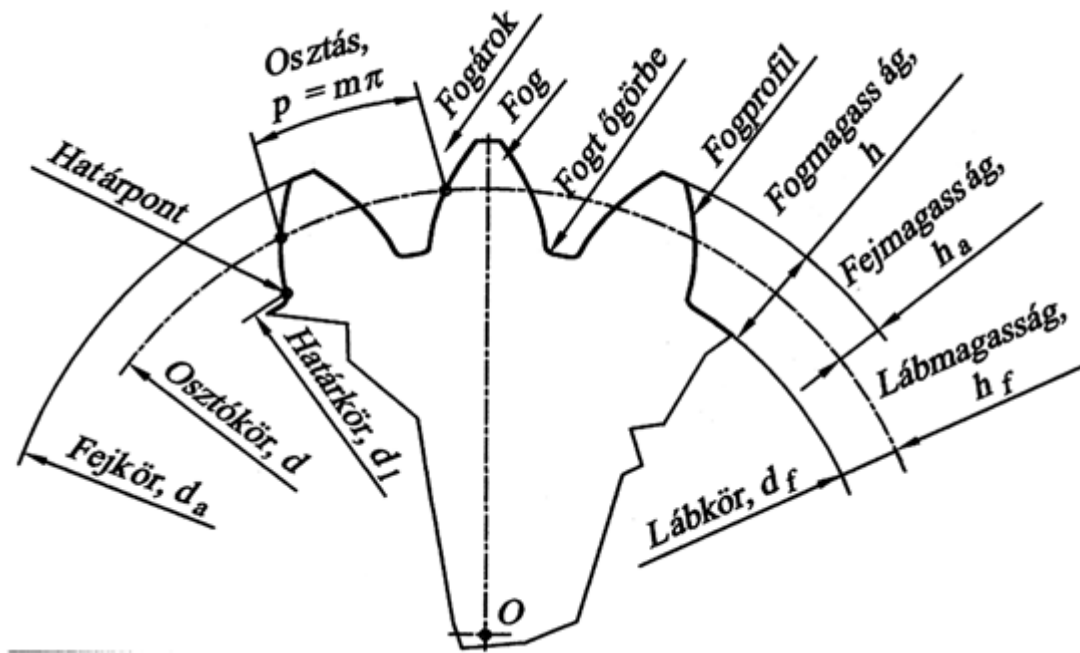
A motor által kifejtett maximális nyomaték

$$M(10) = J_{\text{red}} \varepsilon(10) = 100 \cdot 10,8 = 1080 \text{ Nm}$$

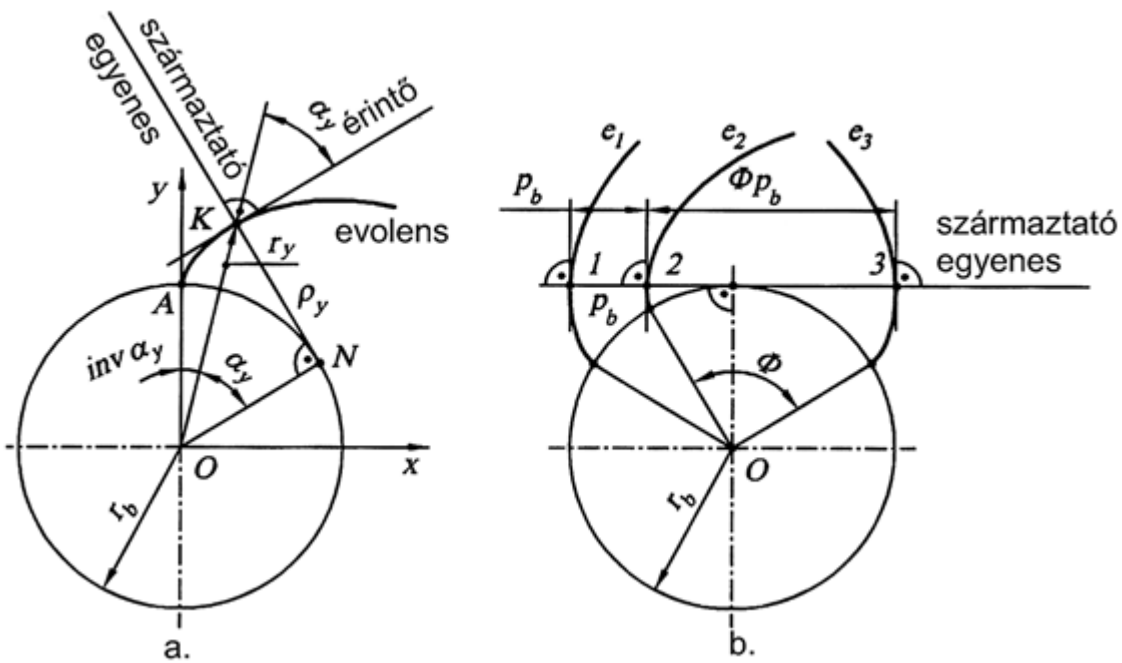
A motor maximális teljesítménye

$$P(10) = M(10) \cdot \omega(10) = 1080 \cdot 63,96 = \underline{\underline{69076 \text{ W}}}$$

Fogaskerek jellemzői

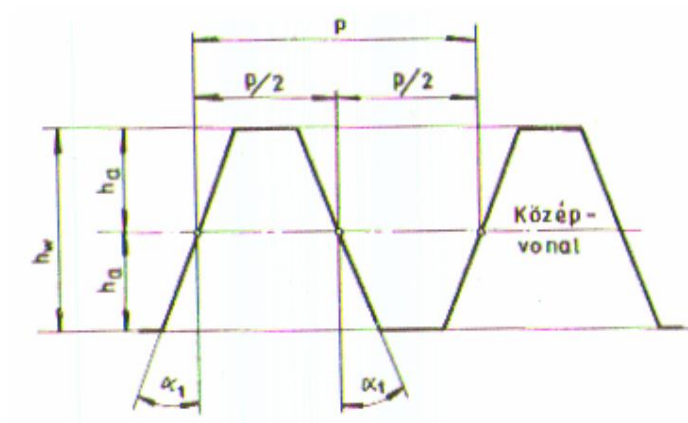


Evolvens fogprofil származtatása

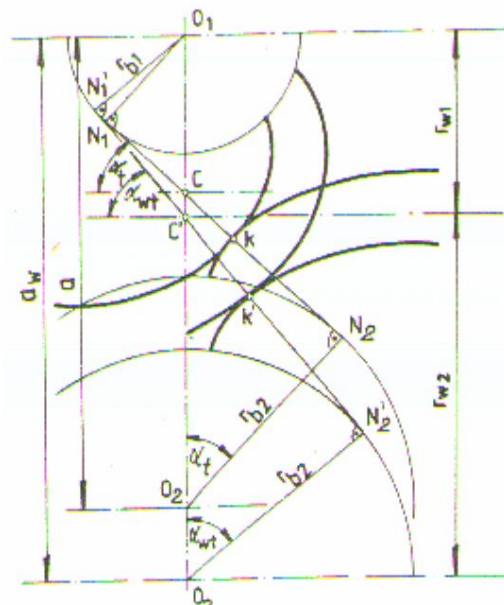


$$r_b (\text{inv } \alpha + \alpha) = r_b \text{tg} \alpha \rightarrow \text{inv } \alpha = \text{tg} \alpha - \alpha$$

Az alapprofil:



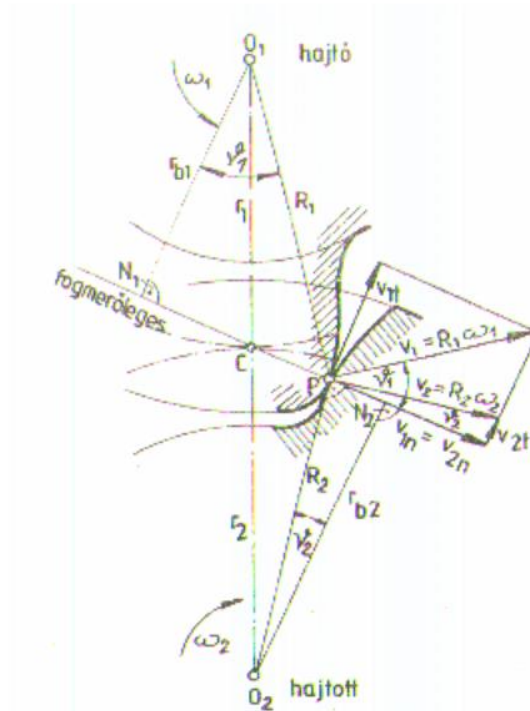
A tengelytáv megváltozásakor is helyes a kapcsolódás evolvens fogprofilnál:



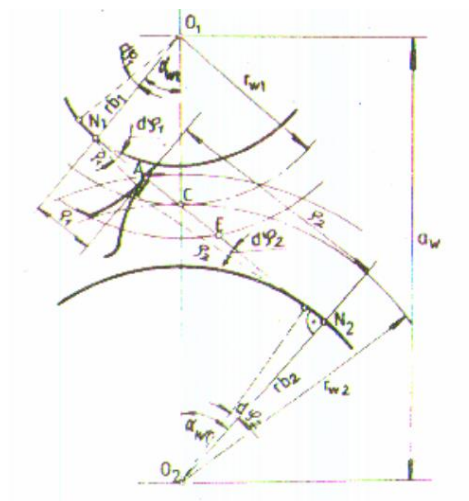
A tengelytáv és a kapcsolószög kapcsolata.....

$$r_{b1} + r_{b2} = \underline{\underline{a_0 \cos \alpha_0 = a \cos \alpha}}$$

Állandó áttétel feltétele: kerületi sebességek normál irányú komponensei megegyeznek! A tangenciális komponensek nem egyenlők, ami relatív csúszást jelent. **Fogmerőleges tétele**



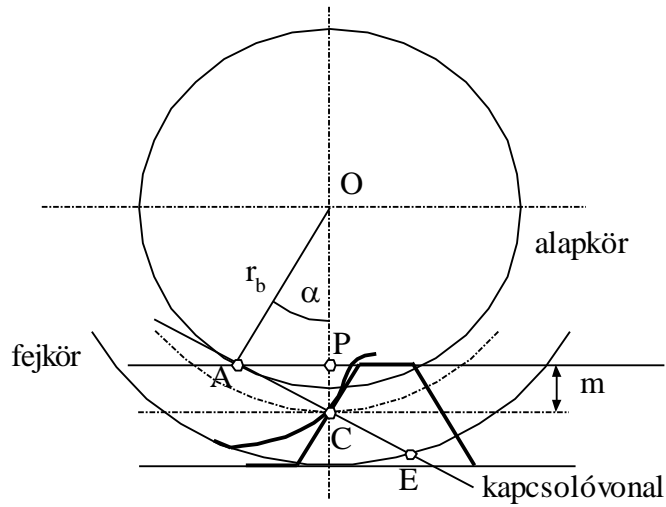
A relatív csúszás értelmezése:



$$\frac{\rho_1 d\varphi_1 - \rho_2 d\varphi_2}{\rho_1 d\varphi_1}$$

Határfogsám egyenes fogazatnál

Cél: alámetszés elkerülése



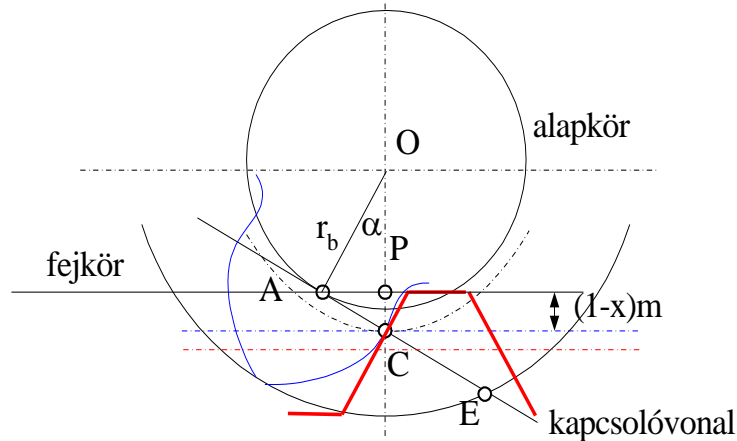
$$OC : AC = AC : PC$$

$$\frac{mz}{2} : \frac{mz}{2} \sin \alpha = \frac{mz}{2} \sin \alpha : m \quad \rightarrow z_0 = \frac{2}{\sin^2 \alpha} = 17$$

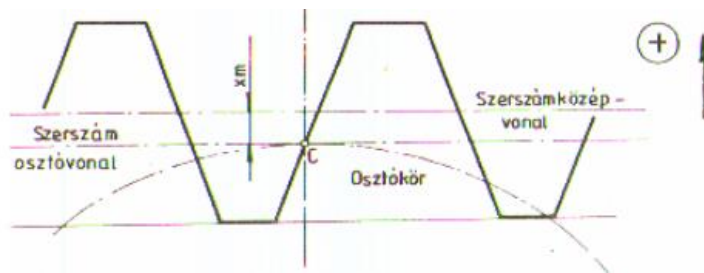
Ha „x·m” profileltolás is van, akkor

$$\frac{mz}{2} : \frac{mz}{2} \sin \alpha = \frac{mz}{2} \sin \alpha : (1-x)m \quad \rightarrow z = \frac{2(1-x)}{\sin^2 \alpha} = z_0(1-x) \rightarrow x = \frac{z_0 - z}{z_0}$$

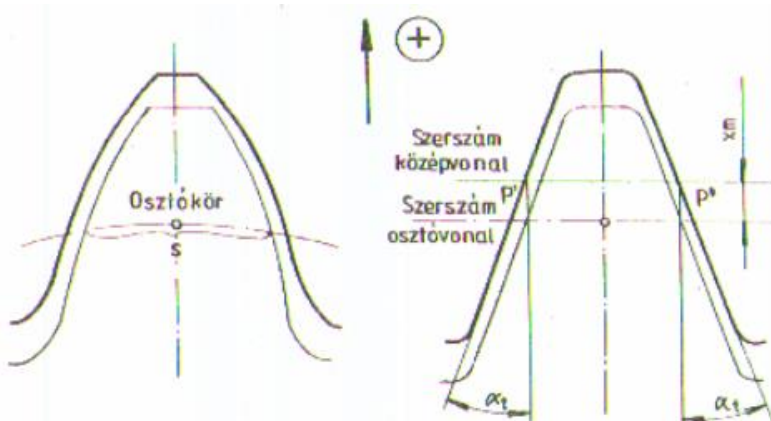
Például ha $z=12$ fogsámú kereket akarunk gyártani, akkor $x = \frac{17-12}{17} = +0,294$ profileltolás-tényező szükséges. A fogsám csökkentésének a fog kihegyesedése szab határt.



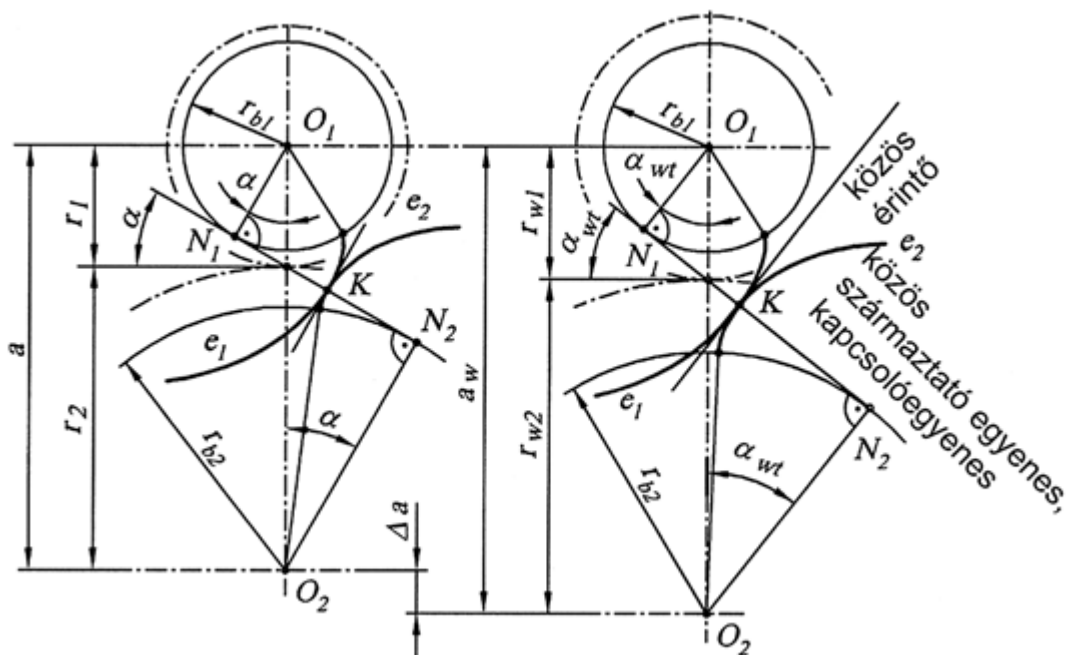
Profiletolás (+mx=kihúzott szerszám)



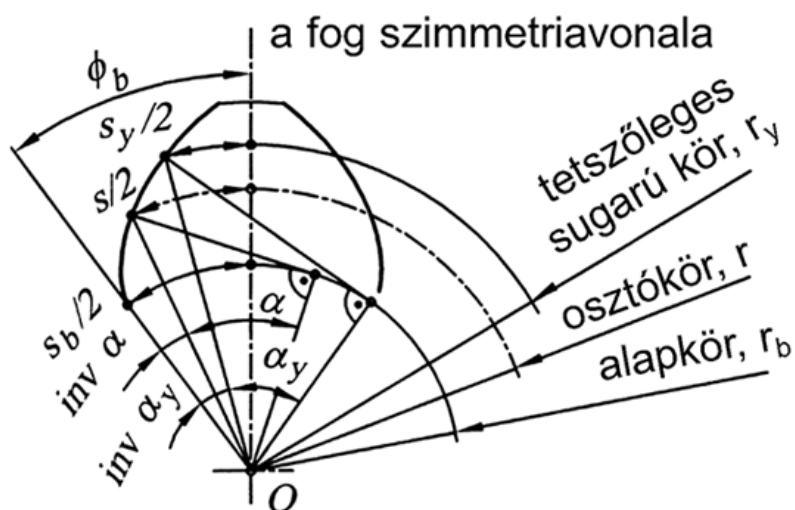
Fogvastagság az osztóköron: $s = \frac{m\pi}{2} + 2mx \cdot \operatorname{tg}\alpha_0$



Kapcsolódás megváltozott tengelytávnál



Fogvastagság tetszőleges sugáron



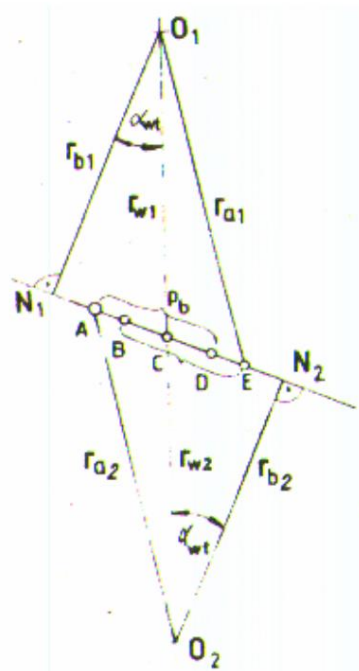
A fogszelesség tetszőleges sugáron: A Φ_b szöget kétféleképpen felírva

$$\text{inv } \alpha_0 + \frac{s_0/2}{r_0} = \text{inv } \alpha_y + \frac{s_y/2}{r_y}$$

Ha tetszőleges +x profiletolás is van, akkor a kihegyesedés határesetete (r_H) sugár:

$$\text{inv } \alpha_0 + \frac{(\frac{m\pi}{2} + 2x \text{mtg } \alpha_0)/2}{\frac{mz}{2}} = \text{inv } \alpha_H \rightarrow \alpha_H \rightarrow r_0 \cos \alpha_0 = r_H \cos \alpha_H \rightarrow r_H$$

A kapcsolószám: AE/AD

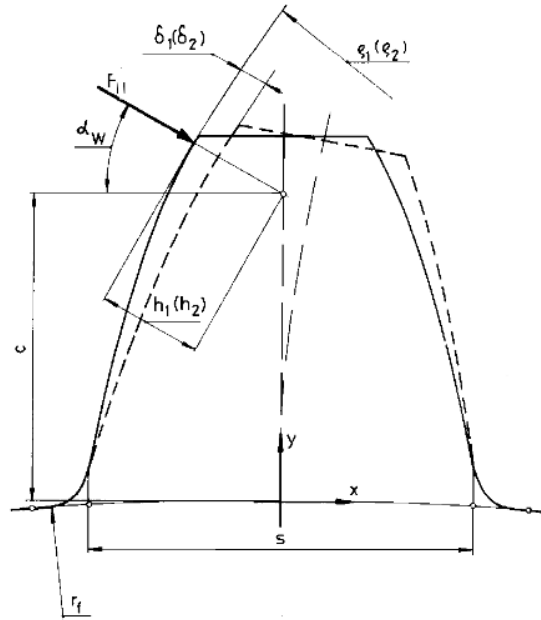


$$\varepsilon = \frac{AN_2 - EN_2}{P_b} = \frac{AN_2 - (N_1N_2 - N_1E)}{P_b} = \frac{\sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} - (a \sin \alpha - \sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2})}{P_b}$$

$$1 \leq \varepsilon < 2$$

Fogdeformáció-foglenyesés

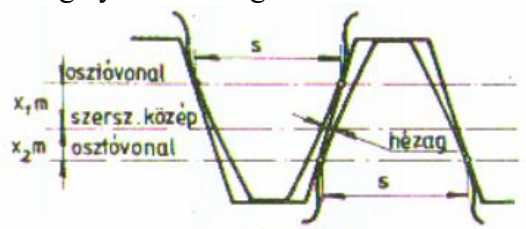
A terhelt fogpár kissé előre halad, az új fogpár kapcsolásba lépése ekkor ütközéssel történne.
Megoldás: a belépő fog fejét kissé levékonyítják (foglenyesés)



Általános fogazat

A profileltolások összege nem nulla $x_1 + x_2 \neq 0$.

Kis fogszám, tetszőleges tengelytáv lehetséges.

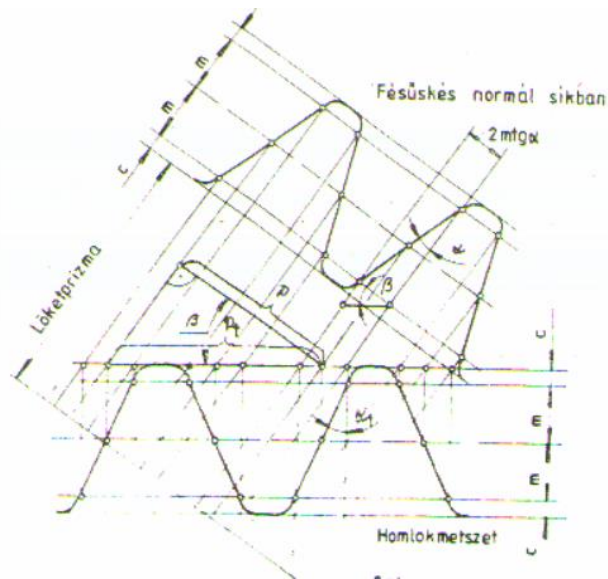
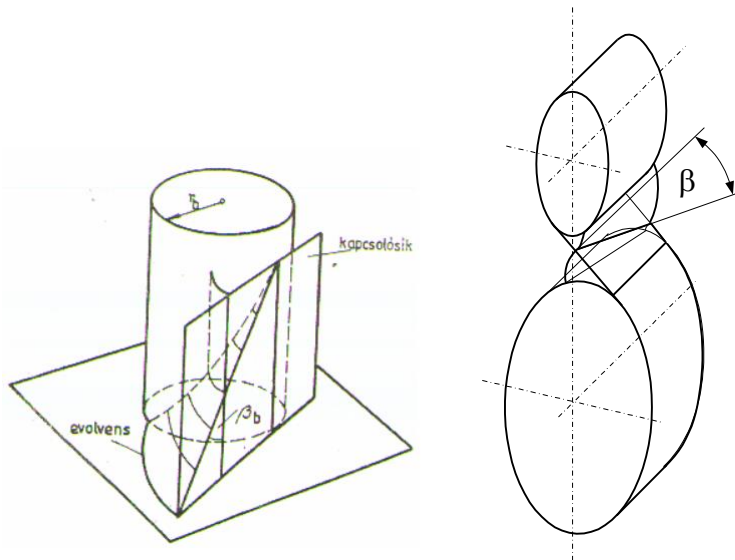


Belső fogazat

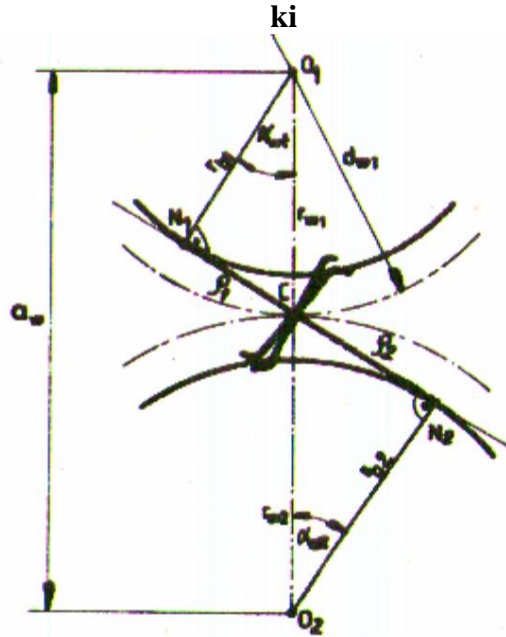
- | | |
|---------------|---|
| - előnyei | <ul style="list-style-type: none"> - kis helyszükséglet - jó hatásfok - nagy teherbírás |
| - hátrányai : | <ul style="list-style-type: none"> - bolygókeres hajtóműben való felhasználhatóság - csak fogaskerék alakú szerszámmal gyártható - többféle interferenciára is hajlamos - nagyobb a kapcsolódó kerekek alámetszési határfogszáma - a kiskerék tengelye nem lehet átmenő, ezért csak egy oldalról csapágyazható |

Ferde fogazat

- előnyei :
 - rezgésmentes, csendes üzem
 - a fogvastagság növekedése miatt nagyobb teherbírás
 - elemi fogazat esetén is kötetlen tengelytáv
 - nagyobb kapcsolószám
 - kisebb alámetszési határfogszám
- hátránya :
 - minden esetben keletkezik axiális erőkomponens



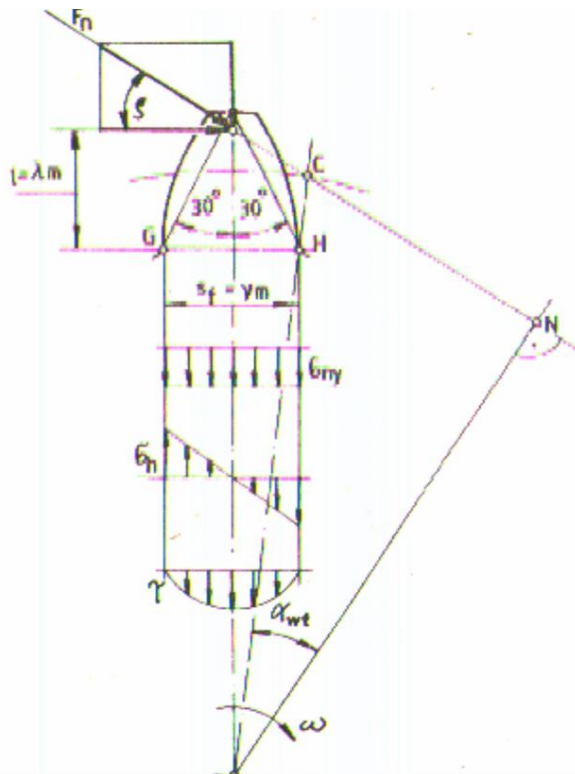
Méretezés felszíni szilárdságra/kifáradásra. Hertz-feszítés.→ebből a tengelytávot számítjuk ki



42. ábra(Tk.68.ábra)

$$\sigma^2_{Hmax} = 0.35 \frac{F_n}{b} \times \frac{E_m}{2\rho_{red}}$$

Méretezés szilárdságra. Húzás+hajlítás összetett igénybevétel..Fogalaktényező→ebből a modul értékét számítjuk ki. Fogszám kisebb is lehet.

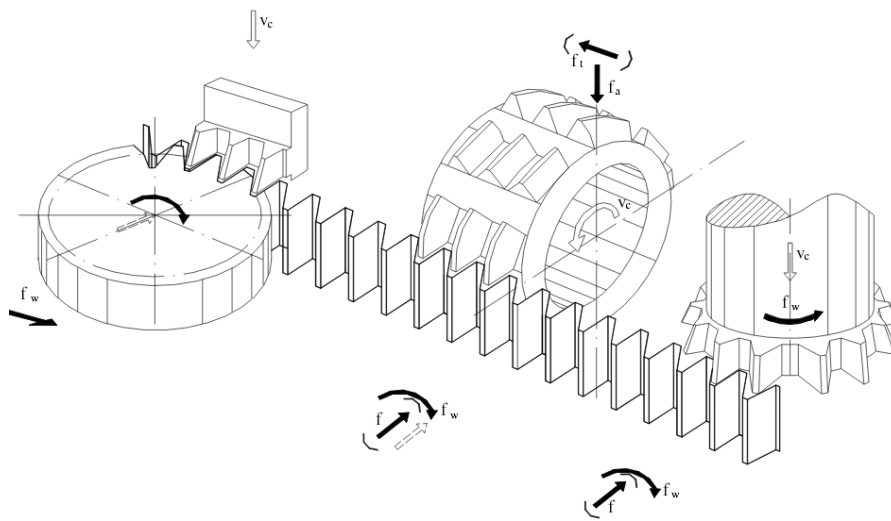


Fogaskerék gyártási eljárások

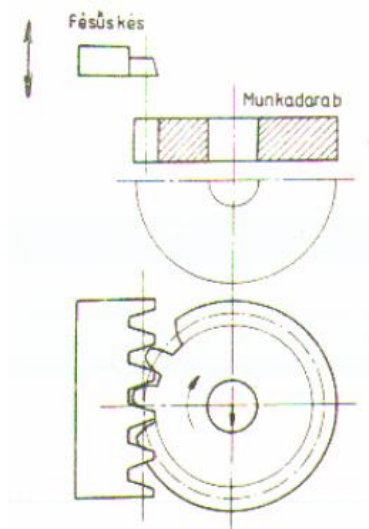
Maag

Pfauter

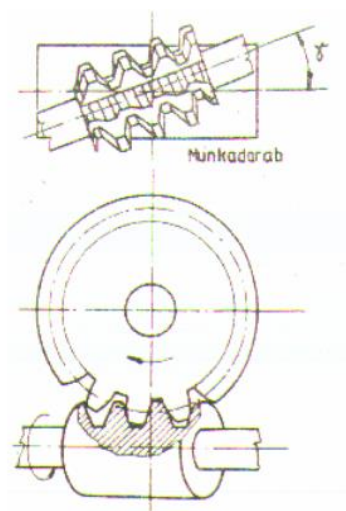
Fellows



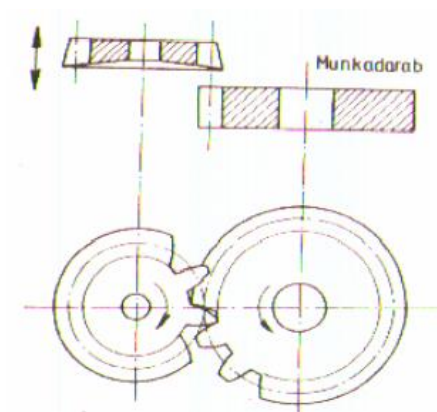
Maag fogazás



Pfauter fogazás

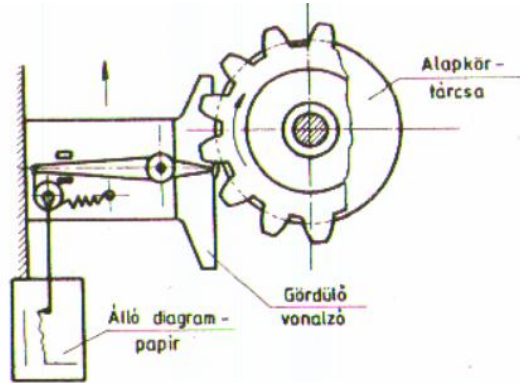


Fellows-fogazás

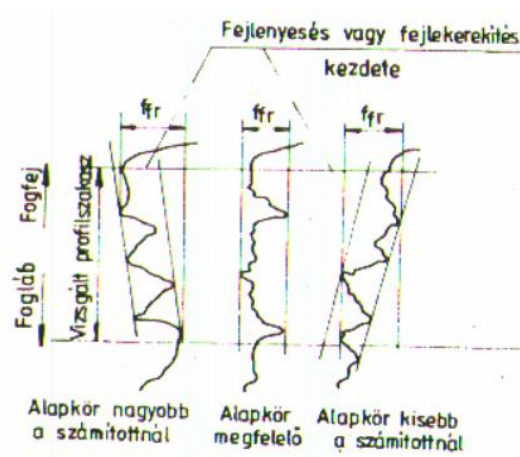


Fogaskerek hibái

Profilhiba mérése

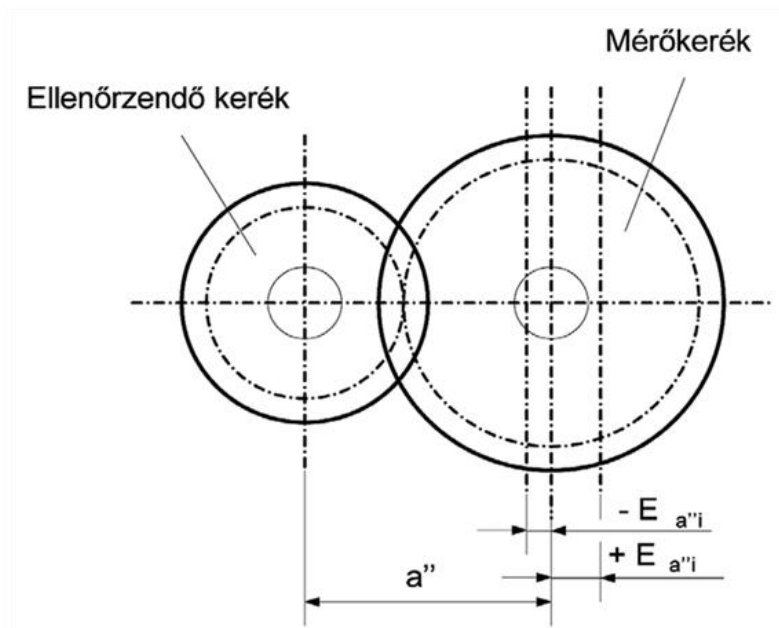


51. ábra(Tk. 80.ábra)



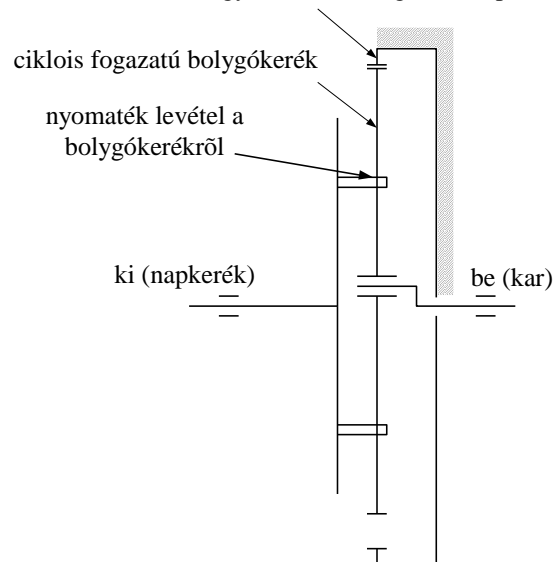
Kétprofilos mérés

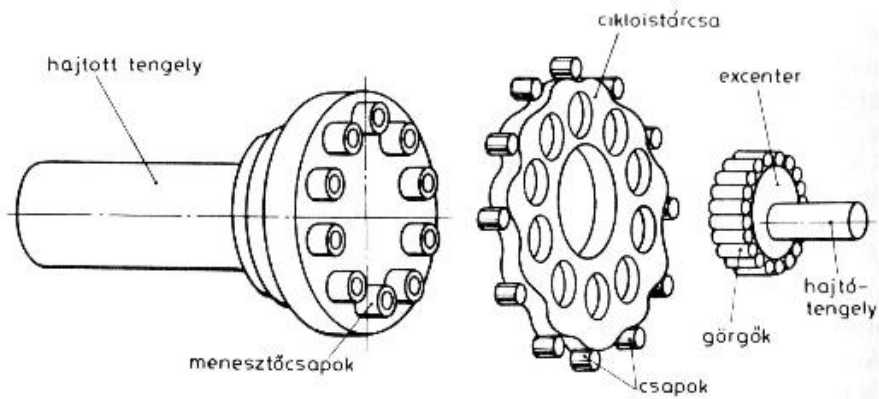
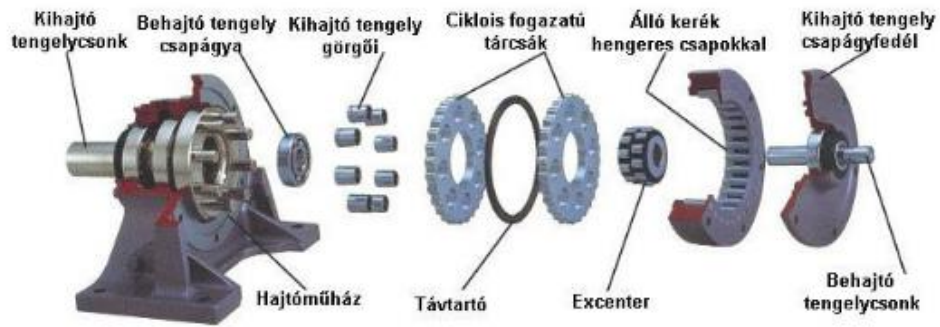
A kerekeket összeszorítják. Forgás közben a tengelytáv változását mérik.



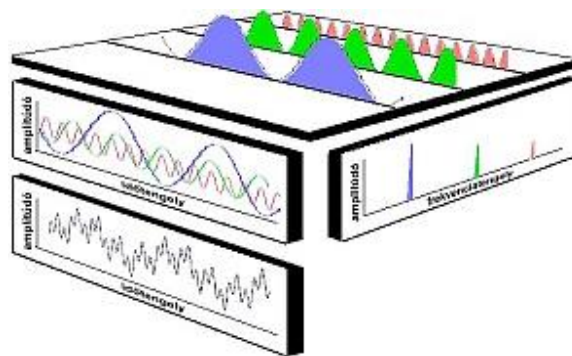
Ciklois hajtómű

Speciális fogazatú bolygómű
gyűrűkerék (hengeres csapok)

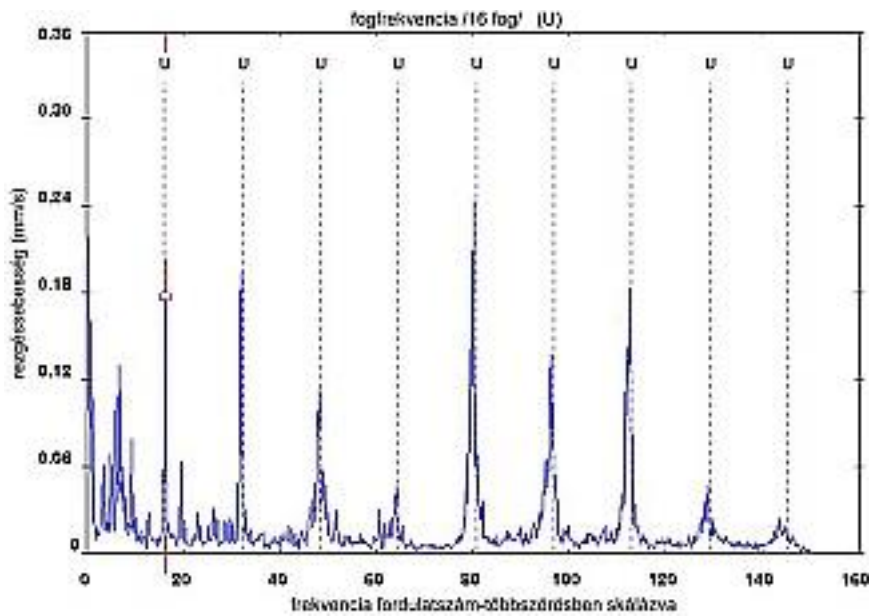




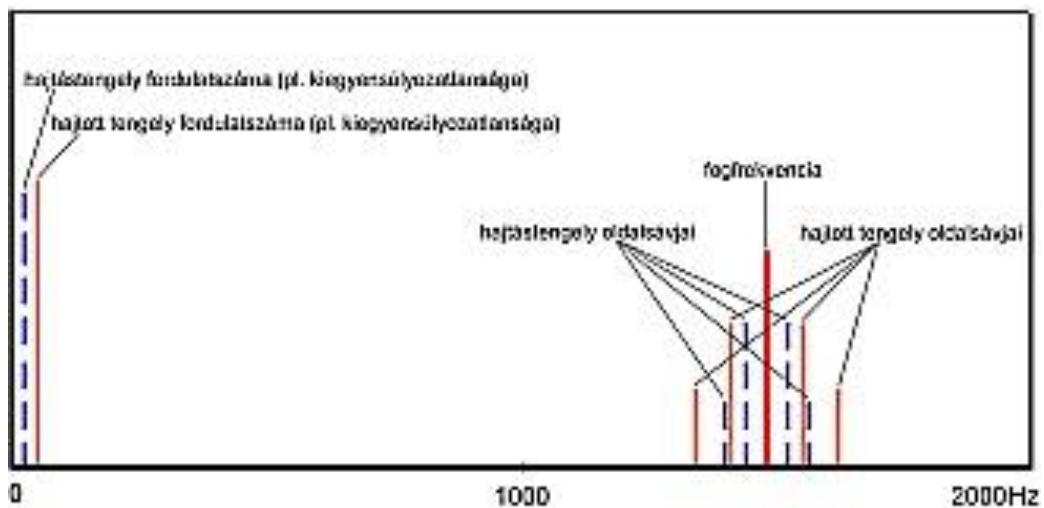
**Zaj és rezgésmérés
Frekvenciaanalízis (Fourier sorfejtés)**



Fogaskerék frekvenciaspektruma



Frekvenciamoduláció. Oldalsávok létrejötte (moduláció torziós rezgések miatt)

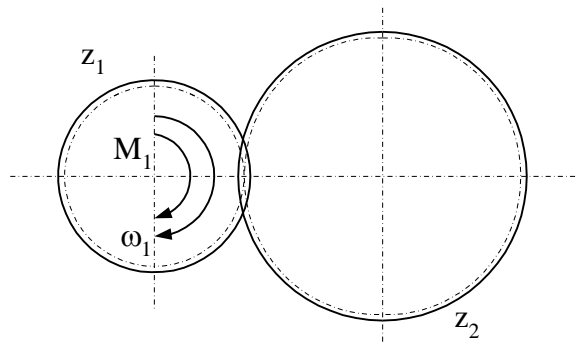


Egyszerű hajtástechnika példák

Hajtások

P1)

Egy fogaskerék-hajtás $z_1=18$ fogú kerek $\omega_1=300$ rad/s állandó szögsebességgel forog, miközben a hajtó motor $M_1=14$ Nm nyomatékot fejt ki.



Mekkora a $z_2=54$ fogú hajtott fogaskerék szögsebessége és terhelő nyomatéka, ha a hajtás hatásfoka 97%?

Megoldás

Alakzáró kapcsolatnál a szögsebességek arányára a geometriai áttétel igaz:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} \rightarrow \omega_2 = \omega_1 \frac{z_1}{z_2} = 300 \frac{18}{54} = \underline{\underline{100 \text{ rad/s}}}$$

A hatásfok értelmezéséből

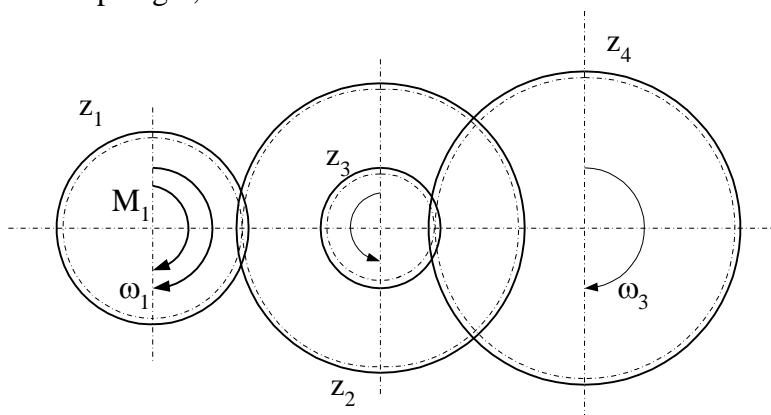
$$\eta = \frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} \rightarrow M_2 = \eta M_1 \frac{\omega_1}{\omega_2} = 0,97 \cdot 14 \frac{300}{100} = \underline{\underline{40,74 \text{ Nm}}}$$

P2)

Egy esztergagép vonóorsóját az $\omega_1=140$ rad/s szögsebességű motor hajtja fogaskerék áttételen keresztül. A fogaskerek fogszámai rendre $z_1=20$, $z_2=45$, $z_3=18$.

a) Mekkora legyen z_4 , ha a vonóorsó szükséges szögsebessége $\omega_3=32$ rad/s?

b) Mekkora a hajtás hatásfoka, ha a vonóorsót terhelő súrlódó nyomaték $M_3=15$ Nm, a motor hajtónyomatéka pedig 3,5 Nm?



Megoldás

A szükséges áttétel

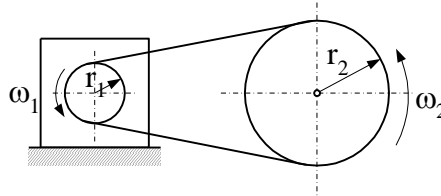
$$i = \frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{140}{32} = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} \rightarrow z_4 = \frac{140 z_1 z_3}{32 z_2} = \frac{140 \cdot 20 \cdot 18}{32 \cdot 45} = \underline{\underline{35}}$$

A hatásfok

$$\eta = \frac{M_3 \omega_3}{M_1 \omega_1} = \frac{15 \cdot 32}{3,5 \cdot 140} = \underline{\underline{0,979}}$$

P3)

Az $n_1=1440$ ford/perc állandó fordulatszámú forgó motor szíjhajtással hajtja az $\omega_2=60$ rad/s szögsebességgel forgó gépet. A szíjtárcsák sugarai rendre $r_1=50$ mm és $r_2=120$ mm.



- Mekkora a hajtás szlipje?
- Mekkora a hajtás hatásfoka?

Megoldás

Ad a)

A hajtó tárcsa szögsebessége $\omega_1 = \frac{n_1}{60} \cdot 2\pi = \frac{1440}{9,55} = 150,78$ rad/s

A tárcsák kerületi sebességei különböznek (erőzáró kapcsolat!):

$$r_2 \omega_2 = r_1 \omega_1 (1-s) \rightarrow s = 1 - \frac{r_2 \omega_2}{r_1 \omega_1} = 1 - \frac{0,12 \cdot 60}{0,05 \cdot 150,78} = \underline{\underline{0,045}}$$

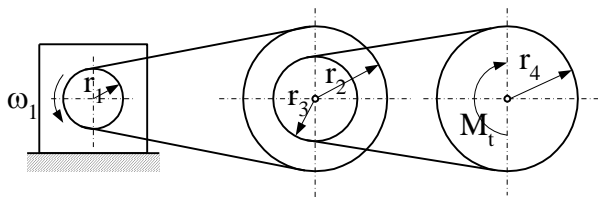
Ad b)

Erőzáró kapcsolatnál a tárcsákat terhelő F kerületi erő megegyezik.

$$\eta = \frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} = \frac{F r_2 \frac{r_1 (1-s)}{r_2} \omega_1}{F r_1 \omega_1} = 1 - s = \underline{\underline{0,955}}$$

P4)

Egy faeszterga főorsóját kétfokozatú szíjattétellel forgatjuk, melynek tárcsa sugarai rendre $r_1=25$ mm, $r_2=75$ mm, $r_3=30$ mm, $r_4=75$ mm. Mindkét fokozat szlipje 4%. Esztergáláshoz a főtengelyen $M_t=12$ Nm nyomaték és $\omega_3=40$ rad/s szögsebesség szükséges.



- Mekkora a motor szögsebessége?
- Mekkora nyomatékot fejt ki a motor?
- Mekkora a motor teljesítménye esztergáláskor?

Megoldás

Ad a)

Az első fokozat áttétele (erőzáró kapcsolatnál a tárcsák kerületi sebessége nem egyezik meg!)

$$i_1 = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\frac{v}{r_1}}{\frac{v}{r_2(1-s)}} = \frac{r_2}{r_1(1-s)}$$

Az eredő áttétel

$$i = \frac{r_2}{r_1(1-s)} \cdot \frac{r_4}{r_3(1-s)} = \frac{0,075 \cdot 0,075}{0,025 \cdot 0,03(1-0,04)^2} = 8,138$$

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_3} \rightarrow \omega_1 = i\omega_3 = 8,138 \cdot 40 = \underline{\underline{325,52 \text{ rad/s}}}$$

Ad b)

Erőzáró kapcsolatra a nyomatékok aránya a geometriai áttétellel azonos, mivel a kerületi erő megegyezik (ha nincs egyéb veszteség, pl. csapágysúrlódás):

$$M_2 = M_1 \frac{r_2}{r_1} \text{ és } M_3 = M_2 \frac{r_4}{r_3} \rightarrow M_3 = \frac{r_2 r_4}{r_1 r_3} M_1$$

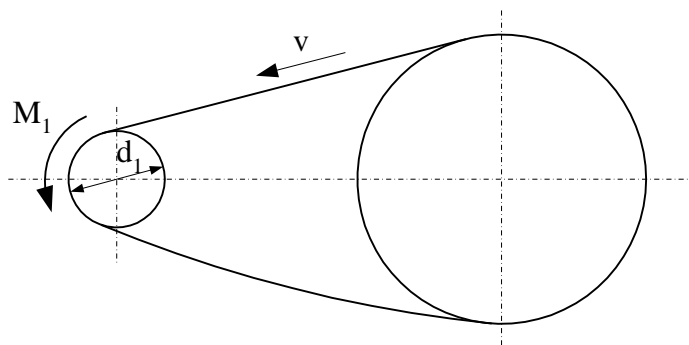
$$\rightarrow M_1 = \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4} M_3 = \frac{0,025 \cdot 0,03}{0,075^2} 12 = \underline{\underline{1,6 \text{ Nm}}}$$

Ad c)

$$P = M_1 \omega_1 = 1,6 \cdot 325,52 = \underline{\underline{520,83 \text{ W}}}$$

P5)

Egy szíjhajtás hajtó tárcsájának átmérője $d_1=80\text{mm}$, hajtott tárcsájának átmérője $d_2=240\text{mm}$. A szlip 5%. A hajtó nyomaték $M_1=10\text{Nm}$, a terhelő nyomaték $M_2=28\text{Nm}$.



a) Mekkora a szíjhajtás áttétele?

b) Mekkora a szíjhajtás hatásfoka?

Megoldás

Ad a)

A szíj sebességét v -vel jelölve

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\frac{v}{r_1}}{\frac{v}{r_2(1-s)}} = \frac{r_2}{r_1(1-s)} = \frac{0,12}{0,04(1-0,05)} = \underline{\underline{3,157}} \text{ (nem egyezik meg a geometriai áttétellel,}$$

mivel ez erőzáró kapcsolat)

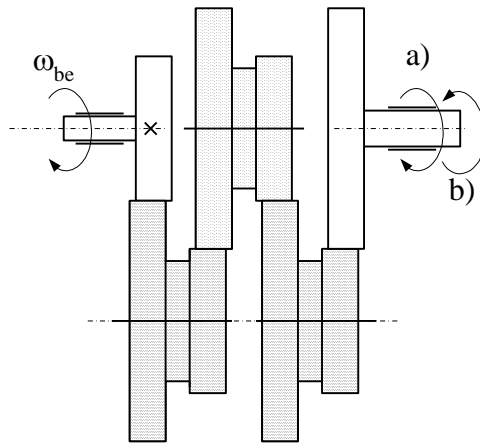
Ad b)

$$\eta = \frac{P_{ki}}{P_{be}} = \frac{M_2 \omega_2}{M_1 \omega_1} = \frac{28}{10 \cdot 3,157} = \underline{\underline{0,887}}$$

(Megjegyzés: a nyomatékok arányára elvileg teljesülnie kellene a geometriai áttételnek, ha nem lenne a csapágyakban veszteség). Ebben a példában az adatok szerint egyéb veszteség (pl. csapágy súrlódás) is fellépett.

P6)

Egy lassító hajtómű $z_1=18$ és $z_2=36$ fogú fogaskerekekből áll.



a) Merre forog a kihajtó tengely? (a irány)

b) Mekkora a kimenő tengely szögsebessége, ha a bemenő tengely szögsebessége $\omega_{be}=10$ rad/s?

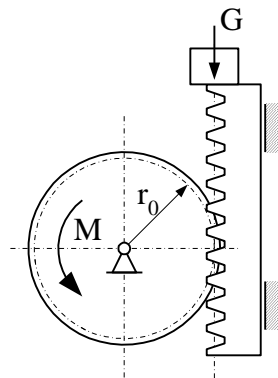
Megoldás

Vegyük észre, hogy négy, azonos áttételű fokozat soros kapcsolásáról van szó.

$$i = \frac{\omega_{be}}{\omega_{ki}} = \left(\frac{z_2}{z_1} \right)^4 = 16 \rightarrow \omega_{ki} = \frac{\omega_{be}}{i} = \frac{10}{16} = \underline{\underline{0,625}} \text{ rad/s}$$

P7)

Mekkora a $G=190$ N súlyú testet mozgató fogaskerék-fogasléces emelő hatásfoka, ha a fogaskerék osztókör-sugara $r_0=50$ mm, a hajtásához szükséges nyomaték $M=10$ Nm.



Megoldás

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} = \frac{G(r_0\omega)}{M\omega} = \frac{190 \cdot 0,05}{10} = \underline{\underline{0,95}}$$

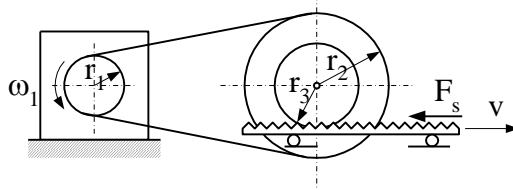
P8)

Az $\omega_1=150$ rad/s szögsebességgel forgó motor szíjhajtással forgatja az $r_3=30$ mm gördülőkör sugarú fogaskereket, mely fogasléccel kapcsolódik. A fogaslécre a mozgással ellentétes értelmű $F_s=100$ N súrlódó erő hat.

Adatok: $r_1=50$ mm, $r_2=120$ mm, $\omega_1=200$ rad/s.

a) Mekkora a hajtás szlipje, ha az asztal sebessége $v=1,8$ m/s?

b) Mekkora a fogaskerék-fogasléccé áttétel hatásfoka, ha a motor hajtó nyomatéka $M_1=1,28$ Nm?



Megoldás

Ad a)

$$i = \frac{r_2}{r_1(1-s)} \cdot \frac{1}{r_3} = \frac{\omega_1}{v} \rightarrow s = 1 - \frac{r_2 v}{r_1 r_3 \omega_1} = 1 - \frac{0,12 \cdot 1,8}{0,05 \cdot 0,03 \cdot 150} = \underline{\underline{0,04}}$$

Ad b)

Az eredő hatásfok a rész-hatásfokok szorzata:

$$\eta = \frac{F_s v}{M_1 \omega_1} = (1-s) \cdot \eta_f \rightarrow \eta_f = \frac{F_s v}{M_1 \omega_1 (1-s)} = \frac{100 \cdot 1,8}{1,28 \cdot 150 \cdot 0,96} = \underline{\underline{0,9765}}$$

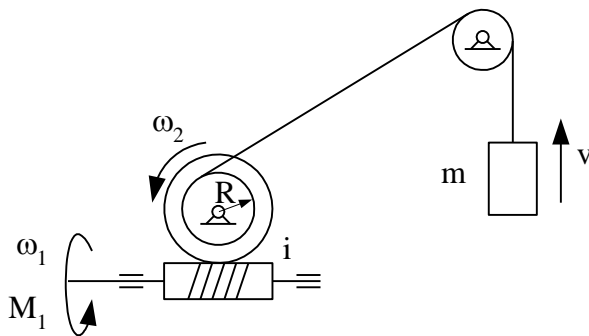
P9)

Egy csörlő $m=500$ kg tömegű terhet emel $v=0,05$ m/s állandó sebességgel. Az $\eta=75\%$ hatásfokú, $i=30$ áttételű csigahajtómű kimenő tengelyére szerelt kötéldob sugara $R=0,15$ m.

a) Mekkora nyomatékkal kell forgatni a csigahajtómű behajtó tengelyét?

b) Mekkora a hajtás teljesítményigénye emeléskor?

c) Mit jelent, hogy a hajtás „önzáró”?



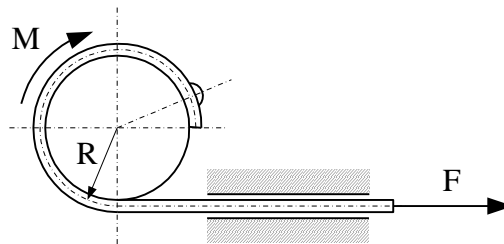
$$M_1 = 33,3 \text{ Nm}$$

$$\omega_1 = 10 \text{ 1/s}$$

$$P = 333 \text{ W}$$

P10)

Egy szalaghajtás vékony acél szalagja $R=6\text{mm}$ sugarú dobra tekeredik fel (pl. floppy disc meghajtó mechanikában). A dob forgatásához $M=2,5\text{ Ncm}$ hajtónyomaték szükséges $F=3\text{ N}$ erő kifejtéséhez.



- a) Mekkora a szalaghajtás áttétele?
b) Mekkora a szalaghajtás hatásfoka?

Megoldás

Ad a)

$$\text{Az áttétel } i = \frac{\omega}{v} = \frac{\omega}{R\omega} = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,006} = \underline{\underline{166,6 \text{ l/m}}}$$

Ad b)

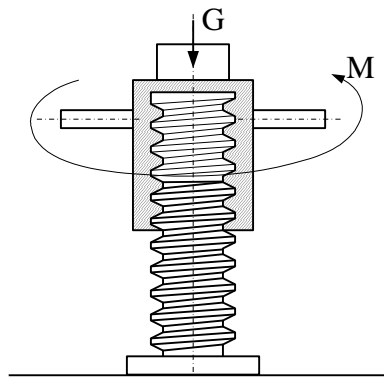
A hatásfok

$$\eta = \frac{P_{ki}}{P_{be}} = \frac{Fv}{M\omega} = \frac{F}{Mi} = \frac{3}{0,025 \cdot 166,6} = \underline{\underline{0,72}}$$

A látszólagos energiavesztés a szalag hajlítására fordítódik.

P11)

Mekkora a $G=190\text{N}$ súlyú testet mozgató lapos menetű orsó-anya emelő hatásfoka, ha az orsó menetemelkedése 5 mm , a hajtásához szükséges nyomaték $M=0,4\text{ Nm}$?

**Megoldás**

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} = \frac{G \cdot v}{M \cdot \omega} = \frac{G}{M} \cdot \frac{h}{2\pi} = \frac{190 \cdot 0,005}{0,4 \cdot 2\pi} = \underline{\underline{0,378}}$$

P12)

- a) Mekkora a hatásfoka a $h=5$ mm menetemelkedésű, $d_0=26$ mm középátmérőjű laposmenetű orsó-anya emelőnek emelés, illetve
 b) süllyesztés közben, ha az orsó és az anya közötti súrlódási tényező $\mu=0,2$?
 c) Önzáró-e az emelő?

Megoldás

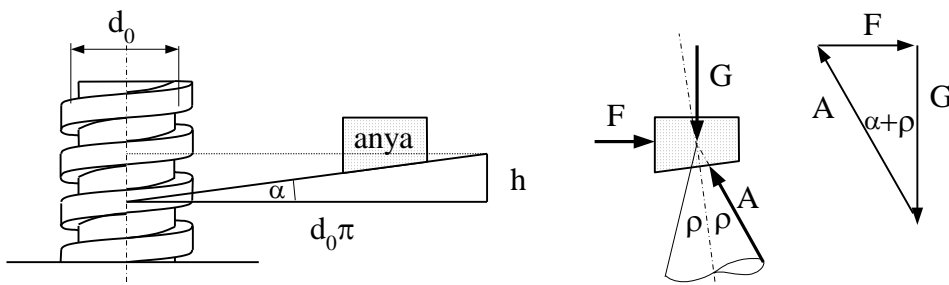
Ad a)

A menetes orsó nem más, mint egy henger köré tekert lejtő, melynek menetemelkedési

szöge $\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{d_0\pi} \rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0,005}{0,025\pi}\right) = 3,64^\circ$. A súrlódási félkúpszög

$$\rho = \tan^{-1} \mu = \tan^{-1} 0,2 = 11,3^\circ.$$

Az egy pontba koncentrált anyára ható erőket megrajzoljuk felfele emelés közben, mikor az A reakcióerő a súrlódási kúp jobb szélső alkotójába esik, mert az A reakcióerő súrlódó komponense akadályozza a jobbra történő mozgást (Free-body diagram). A vektorábrából az anya mozgásához szükséges kerületi erő $F = G \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$. („Három erő egyensúlya”)



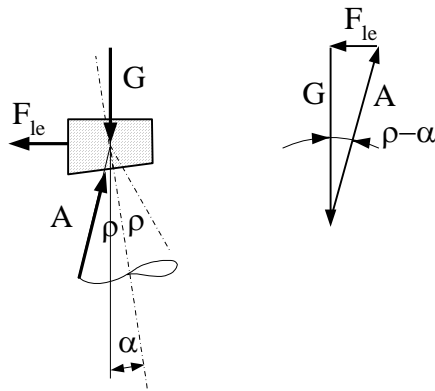
A hatásfokot egy menetemelkedésnyi elmozdulásra számítjuk: Fr nyomatékkal forgatjuk az anyát 2π radián elfordulási szögig, miközben a G súllyal terhelt anya h emelkedést végez.

$$\eta = \frac{W_h}{W_{be}} = \frac{G \cdot h}{F \cdot r \cdot 2\pi} = \frac{G \cdot h}{G \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \cdot d_0\pi} = \frac{0,005}{0,025\pi \cdot \operatorname{tg}(3,64^\circ + 11,3^\circ)} = \underline{\underline{0,238}}.$$

A súrlódás miatt csekély, mindössze 23,8% a hajtás hatásfoka.

Ad b)

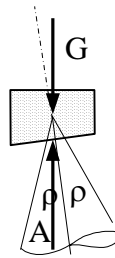
A teher süllyesztésekor a vektorábra módosul. A reakcióerő a súrlódási kúp bal oldali alkotójába esik (az A reakcióerő súrlódó komponense akadályozza a balra történő mozgást)



$$\eta = \frac{W_h}{W_{be}} = \frac{G \cdot h}{F_{le} \cdot r \cdot 2\pi} = \frac{G \cdot h}{G \cdot \operatorname{tg}(\rho - \alpha) \cdot d_0 \pi} = \frac{0,005}{0,025 \pi \cdot \operatorname{tg}(11,3^\circ - 3,64^\circ)} = \underline{\underline{0,473}}$$

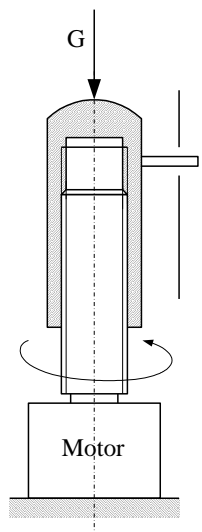
Ad c)

Az F mozgató erőt megszüntetve az anya képes egyensúlyban maradni, mert a függőleges A reakcióerő a súrlódási kúpon belül esik, ha $\rho > \alpha$. A kapcsolat önzáró, az egyensúly külső segéderő nélkül is fennmarad!



P13)

A $G=30$ N súlyú testet csavarorsós emelővel mozgatjuk. A lapos menetű orsó menetemelkedése $h=1$ mm, középátmérője $d=6$ mm, a súrlódási tényező $\mu=0,15$. A hajtó DC motor indító nyomatéka $M_0=0,04$ Nm, üresjárási szögsebessége $\omega_0=500$ rad/s, ha a kapcsolófeszültség 12V.



- Mekkora a teher állandósult sebessége emeléskor?
- Mekkora a teher állandósult sebessége süllyesztéskor?

Megoldás

Ad a)

$$\text{Az orsó menetemelkedési szöge } \alpha = \arctg \frac{h}{d\pi} = \arctg \frac{0,001}{0,006\pi} = 3,03^\circ$$

$$\text{A súrlódási félkúpszög } \rho = \arctg(\mu) = \arctg 0,15 = 8,53^\circ$$

A teher emeléséhez szükséges nyomaték

$$M^+ = G \frac{d}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = 30 \frac{0,006}{2} \operatorname{tg}(3,03^\circ + 8,53^\circ) = 0,0184 \text{ Nm}$$

Az M^+ nyomatékot a DC motor $\frac{M}{0,04} + \frac{\omega}{500} = 1$ egyenletébe helyettesítve, a szögsebesség

$$\omega^+ = 270 \text{ rad/s} \rightarrow v^+ = \omega^+ \frac{h}{2\pi} = 270 \frac{0,001}{2\pi} = \underline{\underline{0,0429 \text{ m/s}}}$$

Ad b)

A teher süllyesztéséhez szükséges nyomaték

$$M^- = G \frac{d}{2} \operatorname{tg}(\rho - \alpha) = 30 \frac{0,006}{2} \operatorname{tg}(8,53^\circ - 3,03^\circ) = 0,00866 \text{ Nm}$$

A szögsebesség hasonló módon számolva

$$\omega^- = 391,7 \text{ rad/s} \rightarrow v^- = \omega^- \frac{h}{2\pi} = 391,7 \frac{0,001}{2\pi} = \underline{\underline{0,0623 \text{ m/s}}}$$

A teher lefele gyorsabban mozog, ha a motort szabályozás nélkül, azonos kapocsfeszültséggel működtetjük.

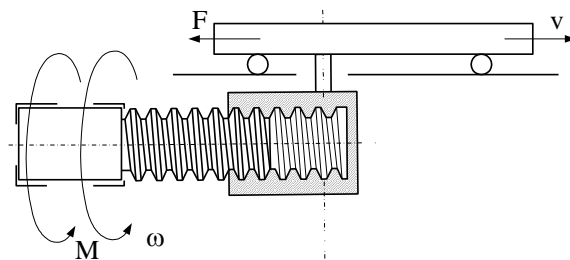
P14)

Egy $h=1\text{mm}$ menetemelkedésű $d=6\text{mm}$ középátmérőjű, lapos menetű csavarorsót $\omega=20 \text{ rad/s}$ szögsebességgel forgatunk. A motor $M=0,02\text{Nm}$ maximális forgatónyomaték kifejtésére képes. Az orsó axiálisan rögzítve van, az anyához egy pozícionáló asztal van erősítve.

a) Mekkora az asztal sebessége?

b) Mekkora, a mozgással ellentétes irányú F erőt képes kifejteni az asztal, ha a súrlódási tényező $\mu=0,12$?

c) Mekkora a hajtás hatásfoka előre mozgáskor?



Megoldás

Ad a)

$$i = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{h} \rightarrow v = \frac{h\omega}{2\pi} = \frac{0,001 \cdot 20}{2\pi} = \underline{\underline{0,00318 \text{ m/s}}}$$

Ad b)

$$\alpha = \arctg\left(\frac{h}{d\pi}\right) = \arctg\left(\frac{0,001}{0,006\pi}\right) = 3,03 \text{ fok}$$

$$\rho = \arctg(\mu) = \arctg(0,12) = 6,84 \text{ fok}$$

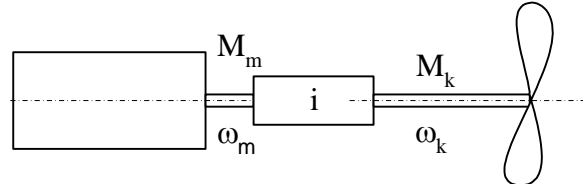
$$M = F \frac{d}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \rightarrow F = \frac{2M}{d \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} = \frac{2 \cdot 0,02}{0,006 \cdot \operatorname{tg}(3,03 + 6,84)} = 38,31 \text{ N}$$

Ad c)

$$\eta = \frac{P_{ki}}{P_{be}} = \frac{F \cdot v}{M \cdot \omega} = \frac{38,31 \cdot 0,00318}{0,02 \cdot 20} = 0,3 \rightarrow 30\%$$

P15)

Egy keverőgép az $M_k=10\text{Nm}$ és $\omega_k=50 \text{ 1/s}$ munkapontban működik optimálisan. A rendelkezésre álló DC motor jellemzői $M_0=5\text{Nm}$ indítónyomaték és $\omega_0=450 \text{ 1/s}$ üresjárási szögsebesség.



Mekkora „i” áttételű, $\eta = 0,95$ hatásfokú fogaskerék-hajtóművet kell a motor és a keverőgép közé beépíteni?

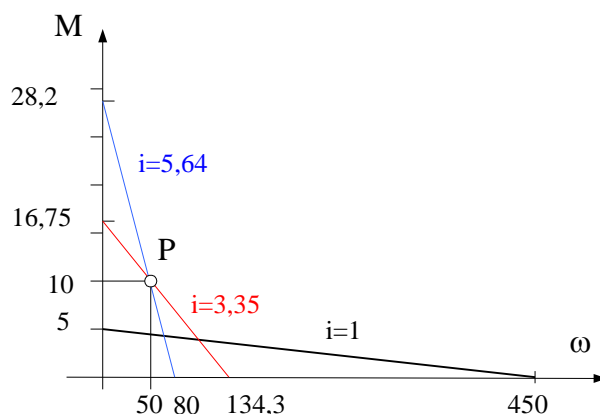
Megoldás

A fogaskerék hajtómű alakzáró, ezért $\omega_k = \frac{\omega_m}{i}$ és $M_k = \eta i M_m$. Innen $\omega_m = 50i$ és $M_m = \frac{10}{0,95i}$.

Ezeket a DC motor egyenletébe (egyenes tengelymetszetes alakja) helyettesítve:

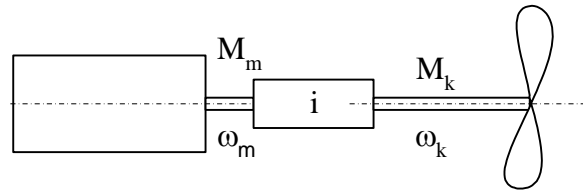
$$\frac{10}{0,95i} + \frac{50i}{450} = 1. \text{ Az áttétel } i_1=3,35 \text{ és } i_2=5,64. \text{ Mindkettő megfelel.}$$

Az ábrán jól látható, hogy mindkét áttételnek megfelelő (M_k, ω_k) jelleggörbe átmegy az adott munkaponton.



P16)

Egy keverőgép meghajtásának nyomatékigénye és a keverőgép szögsebessége között az összefüggés $M_k=2+0,1\omega_k$ [Nm].



Mekkora „i” áttételű, $\eta = 0,9$ hatásfokú fogaskerék-hajtóművet kell a motor és a keverőgép közé beépíteni, hogy az $M_0=6$ Nm indítónyomatékú és $\omega_0=400$ rad/s üresjárási szögsebességű motor maximális teljesítménnyel üzemeljen?

Megoldás

A DC motor a maximális teljesítményt az $(M_0/2, \omega_0/2)$ munkapontban adja le, tehát $M_m=3$ Nm és $\omega_m=200$ rad/s.

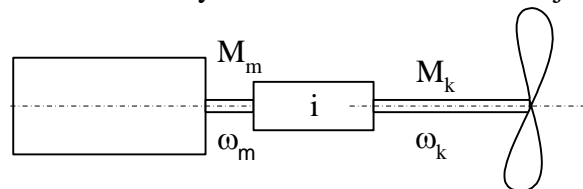
A fogaskerék hajtómű alakzáró kényszerkapcsolatot létesít, ezért a szögsebességek aránya a hatásfoktól függetlenül $\omega_k = \frac{\omega_m}{i}$. A teljesítményekre érvényes $M_k \omega_k = \eta M_m \omega_m$ összefüggésből $M_k = \eta i M_m$ adódik. A gép jelleggörbéjének egyenletébe helyettesítve M_k és ω_k értékét

$$\eta i M_m = 2 + 0,1 \frac{\omega_m}{i}$$

Innen a másodfokú egyenlet valós gyöke $i = 3,11$.

P17)

Egy keverőgép az $M_k=10$ Nm és $\omega_k=50$ 1/s munkapontban működik optimálisan. A rendelkezésre álló DC motor jellemzői $M_0=5$ Nm indítónyomaték és $\omega_0=450$ 1/s üresjárási szögsebesség.



Mekkora „i” áttételű, $\eta = 0,95$ hatásfokú ($s=0,05$) szíjhajtást kell a motor és a keverőgép közé beépíteni, hogy a keverőgép optimális paraméterekkel működjön?

Megoldás

A szíjhajtás erőzáró, a szíj által a tárcsákra kifejtett súrlódó erő a hatás-ellenhatás törvénye

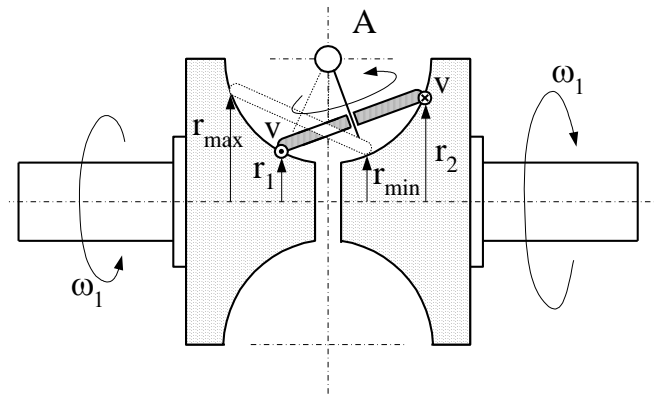
értelmében megegyezik, ezért $M_k = i M_m$ és $\omega_k = \eta \frac{\omega_m}{i}$. Innen $M_m = \frac{10}{i}$ és $\omega_m = \frac{50i}{0,95}$. Ezeket a

DC motor „tengelymetszetes” egyenletébe helyettesítve:

$$\frac{10}{i} + \frac{50i}{450} = 1. \text{ Az áttétel } i_1=2,8 \text{ és } i_2=5,75. \text{ Mindkettő megfelel.}$$

P18)

Egy fokozatmentesen változtatható áttételű dörzshajtómű (variátor) dörzskerékének tengelye az A csukló körül elforgatható. Az elforgatási szögtől függően a dörzskerék az íves tárcsákkal $r_{\min}=30\text{mm}$ és $r_{\max}=75\text{mm}$ sugártartományon belül érintkezhet. Határozza meg a hajtómű áttételének tartományát! (Szlip elhanyagolható)



Megoldás

A dörzskerék érintkezési pontjainak sebességét jelölje v , (mindkettő a papír síkjára merőleges és egyenlő, ha a szlip elhanyagolható), ezzel az áttétel

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{v}{v}$$

A minimális áttétel

$$i_{\min} = \frac{r_{\min}}{r_{\max}} = \frac{30}{75} = 0,4 \quad (\text{gyorsító áttétel})$$

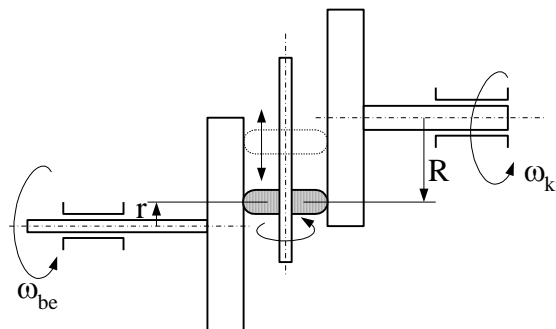
A maximális áttétel

$$i_{\max} = \frac{r_{\max}}{r_{\min}} = \frac{75}{30} = 2,5 \quad (\text{lassító áttétel})$$

Összességében a fokozatmentes hajtással egy fokozatban $i=i_{\max}/i_{\min}=6,25$ -szörös áttételi viszony érhető el.

P19)

Egy fokozatmentesen változtatható áttételű dörzshajtómű (variátor) dörzskereke a két tárcsa között függőlegesen tengelyen eltolható. Az érintkezési pontok sugarai a vázolt helyzetben $r=40\text{mm}$ és $R=100\text{mm}$. A hajtás szlipje 4%. A hajtó motor szögsebessége 100 rad/s , a súrlódási tényező $0,3$.

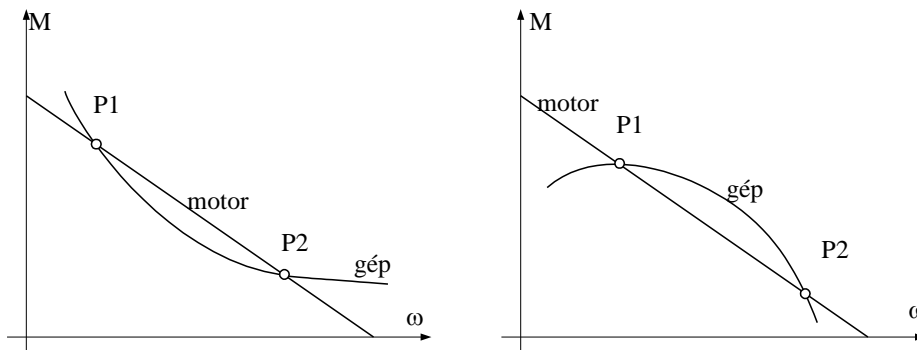


a) Mekkora a kimenő tengely szögsebessége?

b) Legalább mekkora erővel kell a tárcsákat összeszorítani, ha a hajtó nyomaték 25 Nm?

P20)

Jellemezze az ábrákon látható munkapontokat stabilitás szempontjából!

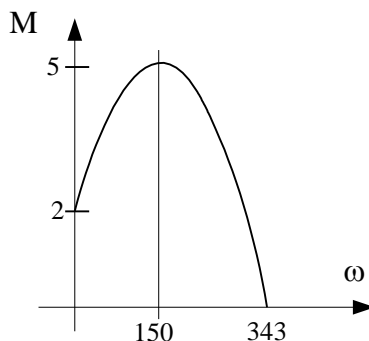


P21)

Egy aszinkron motor nyomaték-szögsebesség jelleggörbéjét az

$$M = -0,0001333 (\omega - 150)^2 + 5$$

egyenlettel közelíthetjük, ahol a nyomaték Nm, a szögsebesség rad/s mértékegységben helyettesítendő.



Határozzuk meg annak a munkapontnak a jellemzőit, melyben a motor maximális teljesítményt ad le. Mekkora ez a teljesítmény?

Segítség: A teljesítmény $P=M(\omega)\omega$. Deriválja ω szerint és a deriváltat tegye nullává.

$$(\omega=222,486 \text{ rad/s})$$

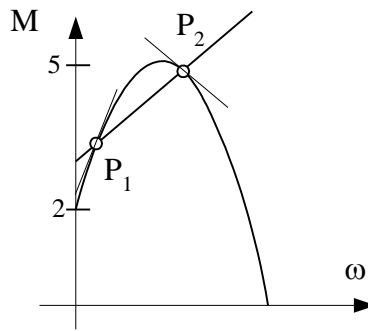
$$(P=956,5 \text{ W})$$

P22)

Az előző példában szereplő $M = -0,0001333 (\omega - 150)^2 + 5$ egyenletű aszinkronmotor egy

$$M_g = 0,01\omega_g + 3$$

egyenlettel adott gépet hajt meg. Határozza meg a gépegyüttes munkapontját (munkapontjait) és döntse el azok stabilitását!

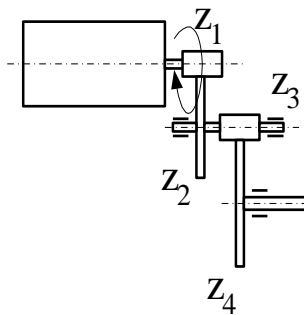


$(M_1=3,4 \text{ Nm}; \omega_1=40,69 \text{ rad/s}; P_1 \text{ instabil, mert } dM_m/d\omega=+0,0291 > dM_g/d\omega=+0,01$

$M_2=4,843 \text{ Nm}; \omega_2=184,3 \text{ rad/s}; P_2 \text{ stabil, mert } dM_m/d\omega= -0,4514 < dM_g/d\omega=+0,01)$

P23)

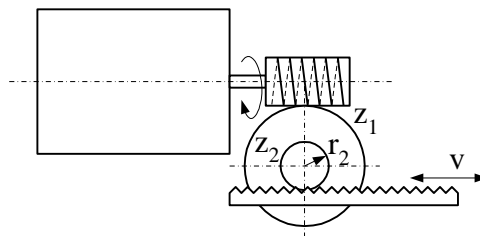
Egy motor tengelyére $z_1=12$ fogú fogaskerék van rögzítve, mely a közlőtengely $z_2=40$ fogú fogaskerekét hajtja. Ezzel közös tengelyen van a $z_3=18$ fogú fogaskerék, mely a $z_4=45$ fogú fogaskereket hajtja. Mekkora a kihajtó tengely szögsebessége, ha a motor fordulatszáma $n=65$ ford/s és az eredő mechanikai hatásfok $\eta=0,9$?



(49 rad/s)

P24)

Egy CD lejátszó fejmozgató mechanikája a motor tengelyére szerelt egy bekezdésű csigából, a vele érintkező $z_1=30$ fogszerű csigakerékből, a vele közös tengelyen lévő $z_2=12$ fogszerű ($r_2=3 \text{ mm}$ gördülőkör-sugarú) fogaskerékből, valamint egy fogaslécből áll.



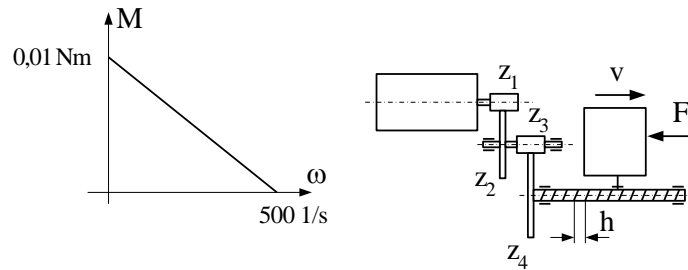
Mekkora a fogaslécbe rögzített olvasófej sebessége, ha a motor 23 ford/s fordulatszámmal forog?
(0,01445 m/s)

Mekkora a hajtáslánc hatásfoka, ha a motor nyomatéka 0,00012 Nm és az olvasófej mozgatásához $F=0,6 \text{ N}$ súrlódó erőt kell legyőzni?

(50%)

P25)

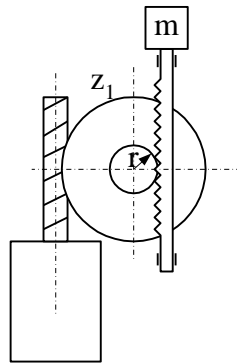
Egy CD lejátszó fejmozgató mechanikája a $z_1=12$, $z_2=36$, $z_3=16$ és $z_4=40$ fogszámú fogaskerekekből, valamint a $h=3\text{mm}$ menetemelkedésű orsóból áll. A DC motor statikus jelleggörbéje az ábrán látható. A mozgatott olvasófejet $F=2\text{ N}$ súrlódó erő terheli. Az eredő mechanikai hatásfok $\eta=0,9$. Mekkora az olvasófej állandósult sebessége?



(0,03138 m/s)

P26)

Egy motorizált autóemelő $z_1=30$ fogszámú csigakerékből, valamint $r=52\text{ mm}$ osztókör sugarú, $z_2=26$ fogszámú fogaskerékből és fogaslécből áll. A csigahajtás hatásfoka $\eta_1 = 0,6$, a fogaskerék-fogasléc hajtás hatásfoka $\eta_2 = 0,92$. Mekkora motornyomaték szükséges $m=1200\text{ kg}$ tömeg emeléséhez?



(37,68 Nm)

P27)

Egy emelőgép $z=40$ fogszámú, egybekezdésű csigahajtásból, valamint a csigakerékkel közös tengelyre szerelt $r=150\text{ mm}$ sugarú kötél dobából áll. A csigahajtás hatásfoka 70%. Az emelőgép $G=1000\text{ N}$ súlyú terhet emel. A motor egyenáramú, indító nyomatéka 8 Nm , üresjárási szögsebessége 400 rad/s

- a) Mekkora a motor szükséges nyomatéka a teher állandó sebességgel történő mozgatásához?
(5,357 Nm)
- b) Mekkora a teher állandósult sebessége ($a=0$)?
(0,495 m/s)