

VILLAMOS GÉPEK

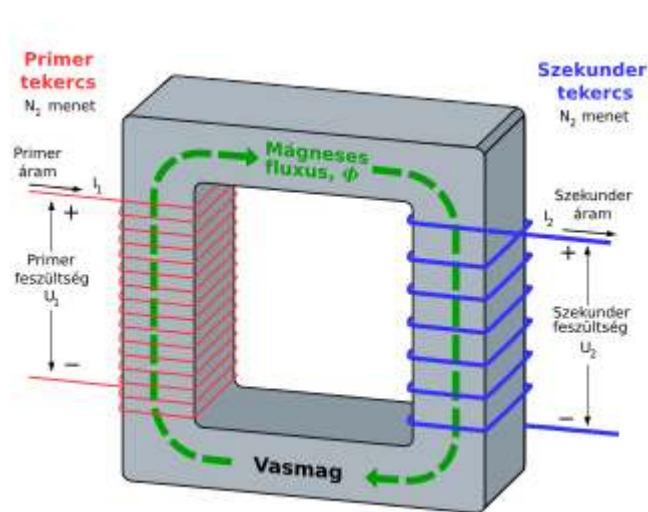
Alapfogalmak, osztályozás

- Gépek:
 - *szervezetek, amelyek energia felhasználása árán munkát végeznek, vagy a felhasznált energiát átalakítják más jellegű energiává*
- Működési elv:
 - *indukált áram mágneses mezőinek kölcsönhatása*
- Osztályozás:
 - Energiaátalakítás szerint: - generátorok
 - motorok
 - Áram szerint: - egyenáramú
 - váltakozó áramú: - szinkron
 - aszinkron
 - egyfázisú
 - háromfázisú

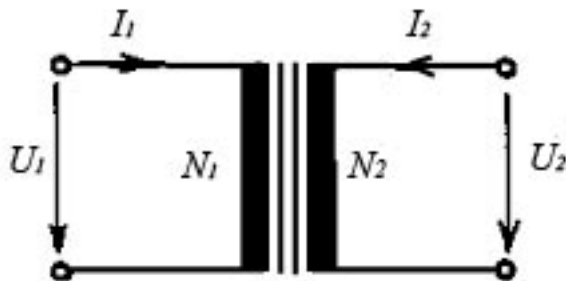
Transzformátorok

- Villamos energiaátvitel gépei
 - Magyar találmány (Ganz): 1885, Déri-Bláthy-Zipernowszki
 - Mozgó elemeket nem tartalmaz
 - Váltakozó feszültséget csökkentik vagy növelik
 - Csak váltakozó feszültségen működnek
- felépítés:
 - Zárt lemezelt vasmagon tekercseket helyeznek el:
 - Primer tekercs
 - Szekunder tekercs(ek)

Egyfázisú transzformátor

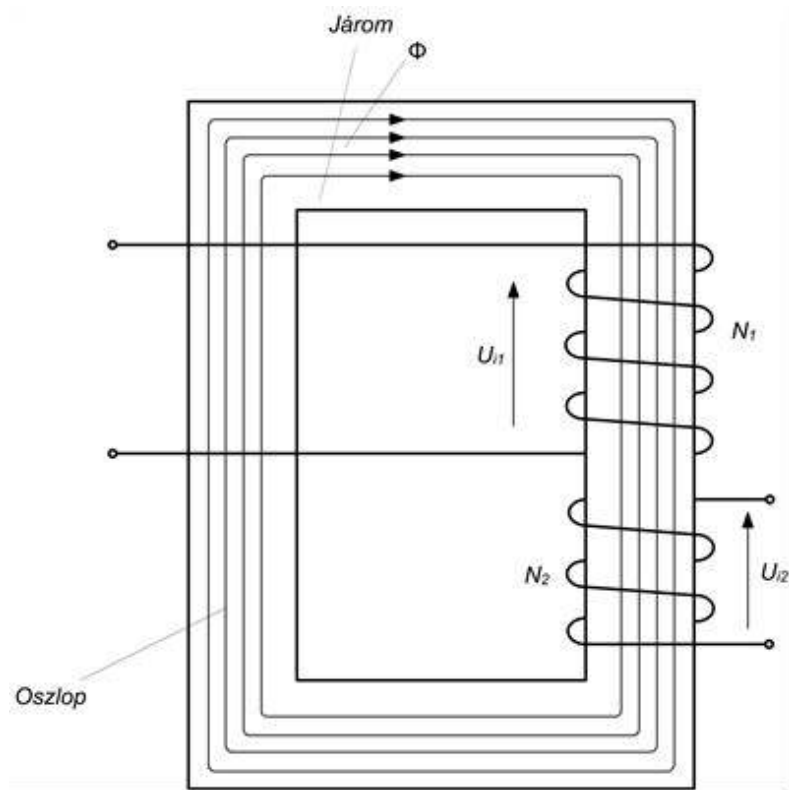


- Villamos jelölése:



- N_1 , N_2 primer, szekunder tekercs
- U_1 , U_2 primer, szekunder feszültség
- I_1 , I_2 primer, szekunder áram

Működés, jellemző értékek



- N_1 menetszámú primer tekercsre f frekvenciájú, U_1 szinuszos feszültséget kapcsolunk, amely Φ váltakozó fluxust hoz létre.

$$U_1 = 4,44N_1\Phi f$$

- Az N_2 menetszámú szekunder tekercsben U_2 feszültség indukálódik.

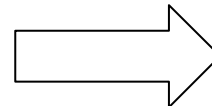
$$U_2 = 4,44N_2\Phi f$$

- A transzformátor áttétele:

$$a = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- a transzformátor hatásfoka: 95-99%. Ha a szekunder tekercsre fogyasztót kapcsolunk, felírható:

$$P_1 = P_2$$
$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{a}$$

Üzemállapotok

1. Üresjárás

$I_2 = 0$; az I_0 primer áram I_m mágnesezési összetevője P_V veszteségi teljesítményt hoz létre.

$$P_V = U_I I_m \cos \varphi$$

(jelentős a meddő teljesítmény (Q), mert a $\cos \varphi$ kicsi)

2. Terhelés

I_{2n} névleges szekunder árammal terhelve a transzformátort, a névleges teljesítmény közelében lesz a legjobb a transzformátor hatásfoka.

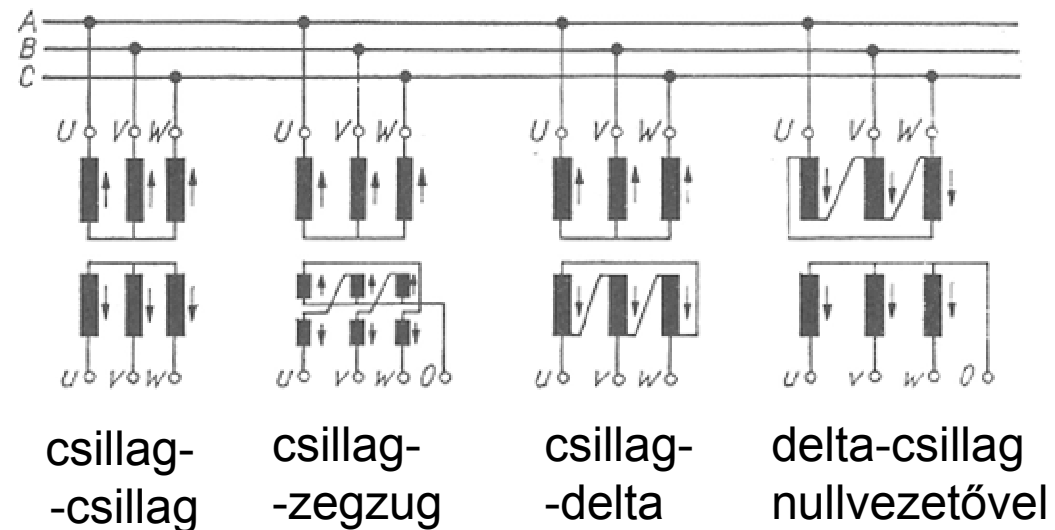
3. Rövidzáras

$U_2 = 0$; növelve a primer feszültséget egészen addig U_{1z} , míg el nem érjük az I_{1n} primer névleges áramot.

$$\varepsilon = \frac{U_{1z}}{U_{1n}} 100\% \quad - \text{ Ez a transzformátor } \textit{dropja}.$$

Háromfázisú transzformátor

- Lemezelt háromoszlopos vasmagon 3 azonos primer és három 3 szekunder tekercs
- A primer tekercsekbe háromfázisú feszültséget kapcsolunk
- Kapcsolási módok



Villamos motorok

- Villamos energiát alakítanak át mechanikai energiává
- Osztályozás:
 - Egyenáramú: - soros
 - párhuzamos
 - külső gerjesztésű
 - állandó mágneses gerjesztésű (szervo)
 - Váltakozó áramú: - szinkron (ritkán használják)
 - aszinkron: - háromfázisú
 - egyfázisú

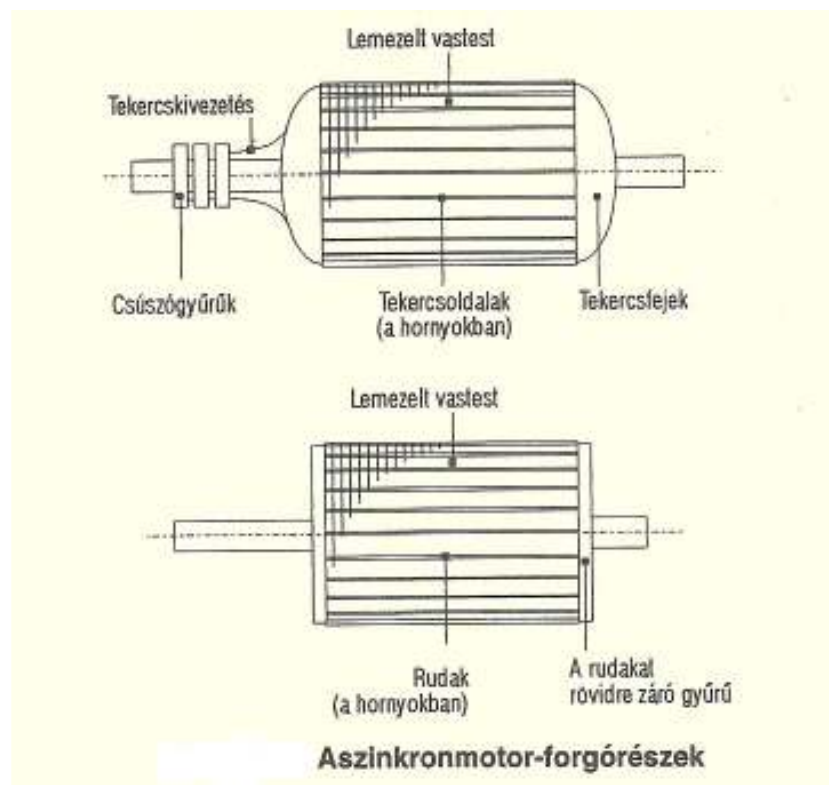
Háromfázisú aszinkron motor

- Legelterjedtebb villamos gép
- Szerkezete egyszerű, működése üzembiztos, alacsony ár.
- Hátránya: folyamatos fordulatszám változtatása csak külső berendezéssel lehetséges.
- Aszinkron: nem a hálózati frekvenciának megfelelő szinkron fordulatszámon jár, hanem attól alacsonyabban.

Felépítése

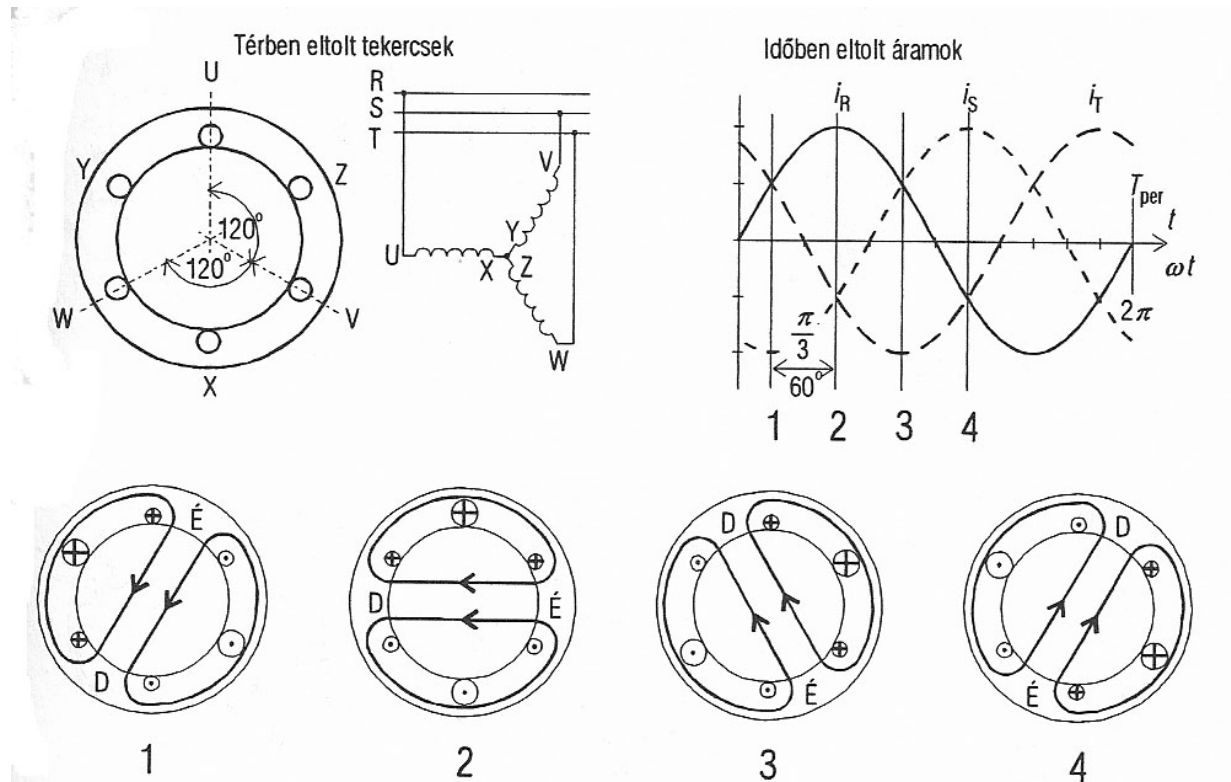
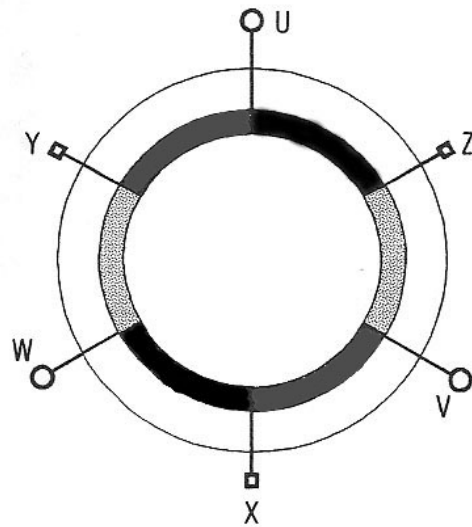


- Állórész:
 - hornyolt, lemezelt vastest
 - 120° fokos szögben elhelyezett három tekercs
- Forgórész:
 - Kalickás (rövidre zárt fémrudas)
 - Tekercselt (csúszógyűrűs)



Működés

- Forgó mágneses mező
 - 1 póluspár (60°-os elfordulást okoz)



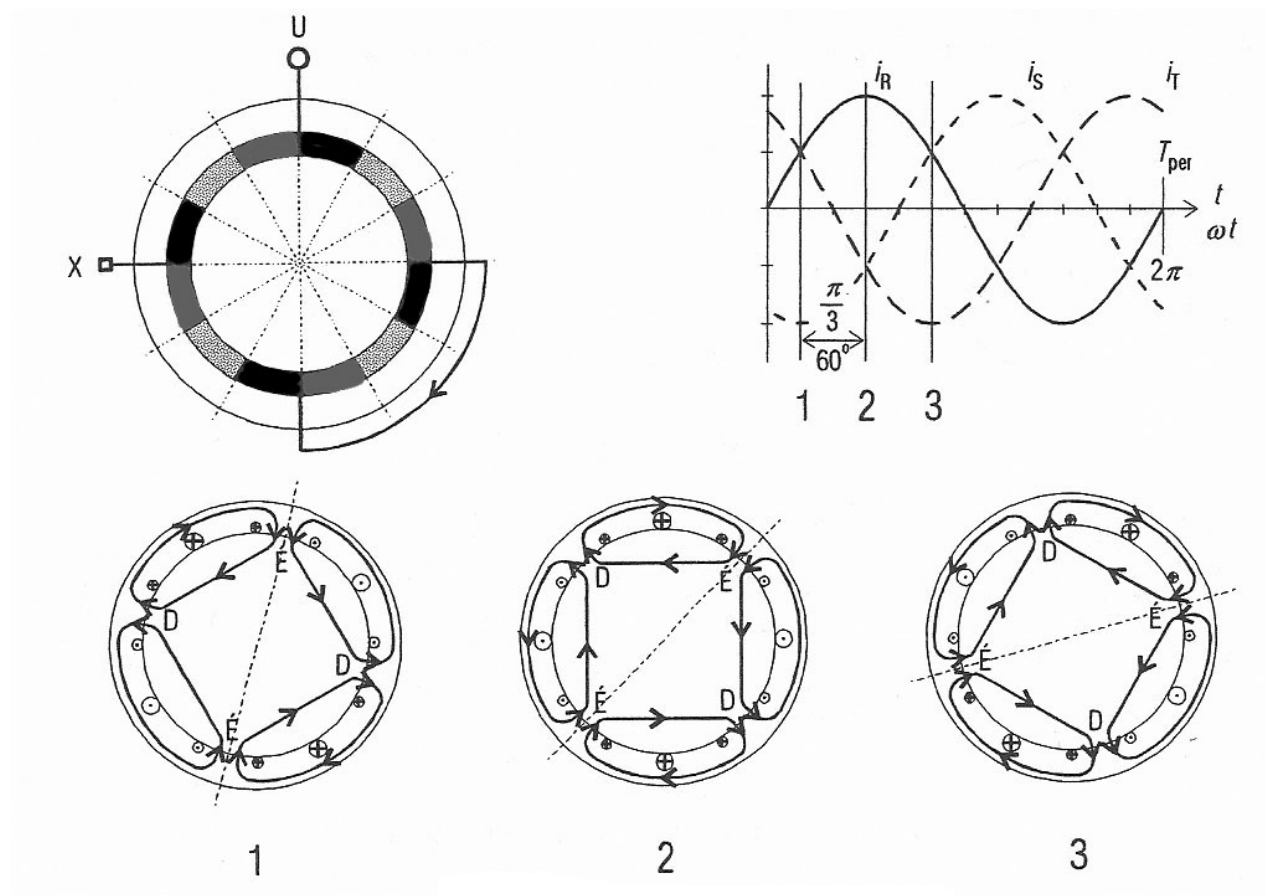
Működése

- Az egymáshoz képest 120° -os geometriai szögben elhelyezett tekercsekre kapcsolt háromfázisú feszültség (fázisai között ugyancsak 120° -os villamos szög van) az állórészben forgó mágneses mezőt indukál.
- szinkron fordulatszám:
$$n_0 = 60 \frac{f}{p}$$

-f: frekvencia
-p: póluspárok száma
- A tér erővonalai metszik a forgórész tekercsfelületét, amelyben ugyancsak feszültség indukálódik. Mivel rövidre vannak zárva, a forgórész árama létre hozza a saját mágneses mezejét.
- A két mágneses mező kölcsönhatásaként keletkező nyomaték a forgórészt elforgatja. A forgás iránya megegyezik a forgó mágneses mező irányával.
- A forgórész fordulatszáma mindig elmarad a forgó mágneses mező szinkron fordulatszámától (szlip), mert csak így lehetséges az erővonal metszés. (Ezért aszinkron.)

Póluspárok növelése

- A szinkron fordulatszám csökkenését eredményezi
 - 2 póluspár már csak 30°-os elfordulást eredményez



A motor fordulatszáma

- Szlip:
 - A szinkron fordulatszám és a forgórész fordulatszáma közötti eltérés (csúszás) mértéke

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0} 100\%$$

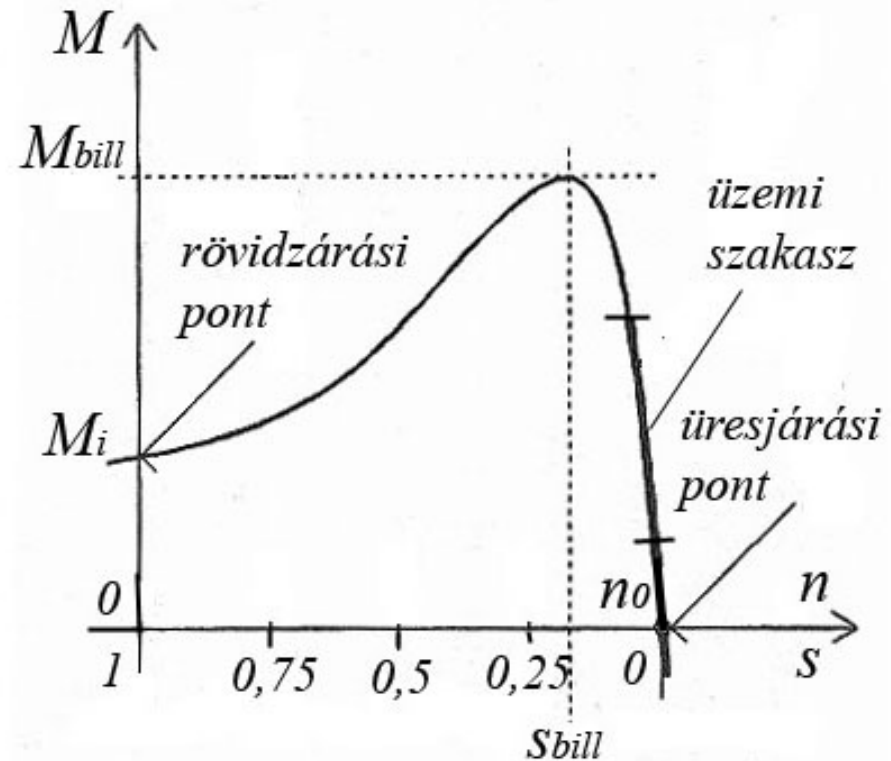
- A motor fordulatszáma:

$$n = n_0(1 - s) = 60 \frac{f(1 - s)}{p}$$

- f a frekvencia
- p a póluspárok száma

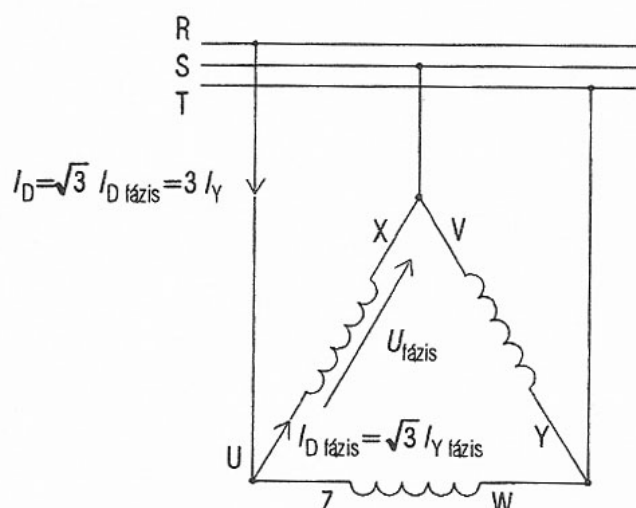
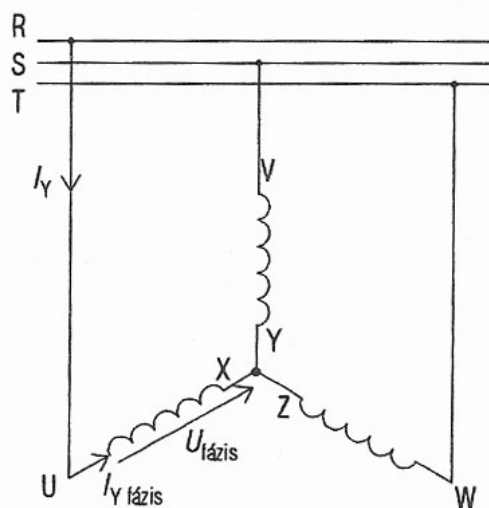
Üzemállapotok

- Üresjárás ($M_t = 0$)
 - $M_t = 0$, $I_2 = 0$, $s \approx 0$, I_1 kicsi
 - $n \approx n_0$
- Terhelés ($M_t \approx M_n$)
 - Névleges terhelés környezetében a fordulatszám állandó, a szlip kicsi: $s \approx (4 - 6)\%$, $I_1 = I_{1n}$
- Rövidzár ($M_t > M_n$)
 - A szlip megnő, a fordulatszám lecsökken, akár le is állhat a motor, I_1 nagyon nagy, akár 7-9-szerese is lehet a névleges áramnak.
 - Mindenképp kerülendő



Kalickás motor indítása

- Indítási áram 7 – 9 szerez a névleges áramnak
- Indítási módok:
 - Közvetlen indítás
 - kisebb teljesítményű motoroknál
 - Csillag-delta indítás
 - lényege, a motort csillag kapcsolásban indítjuk, majd amikor a fordulatszám elérte a névleges értéket, átkapcsoljuk deltába. Az indítási áram 3x kisebb.

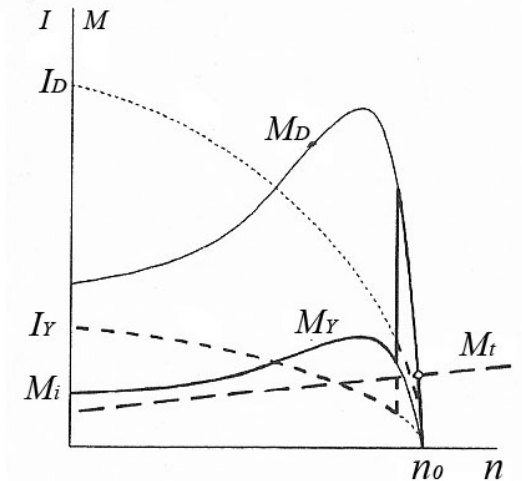
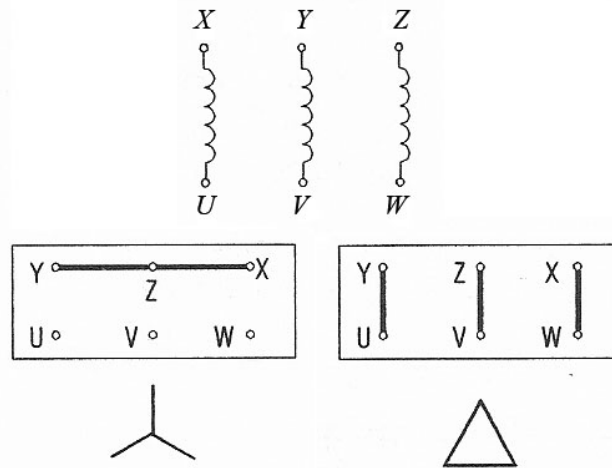
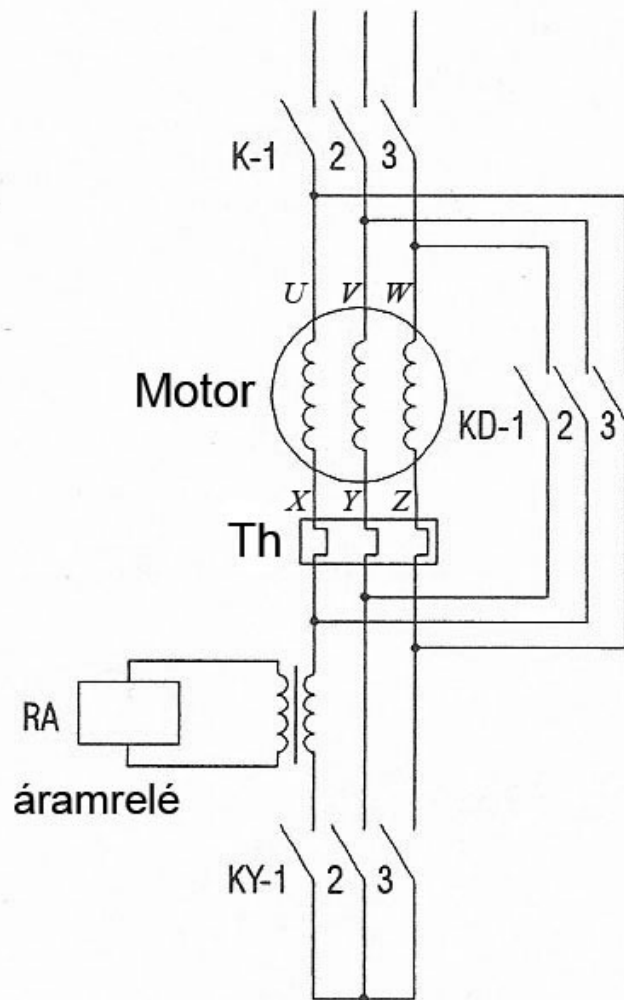


Csillag-delta feszültségek és áramok

$$I_{Yfázis} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{Dfázis}$$

$$I_{Dvonal} = \sqrt{3} I_{Dfázis} = 3 I_Y$$

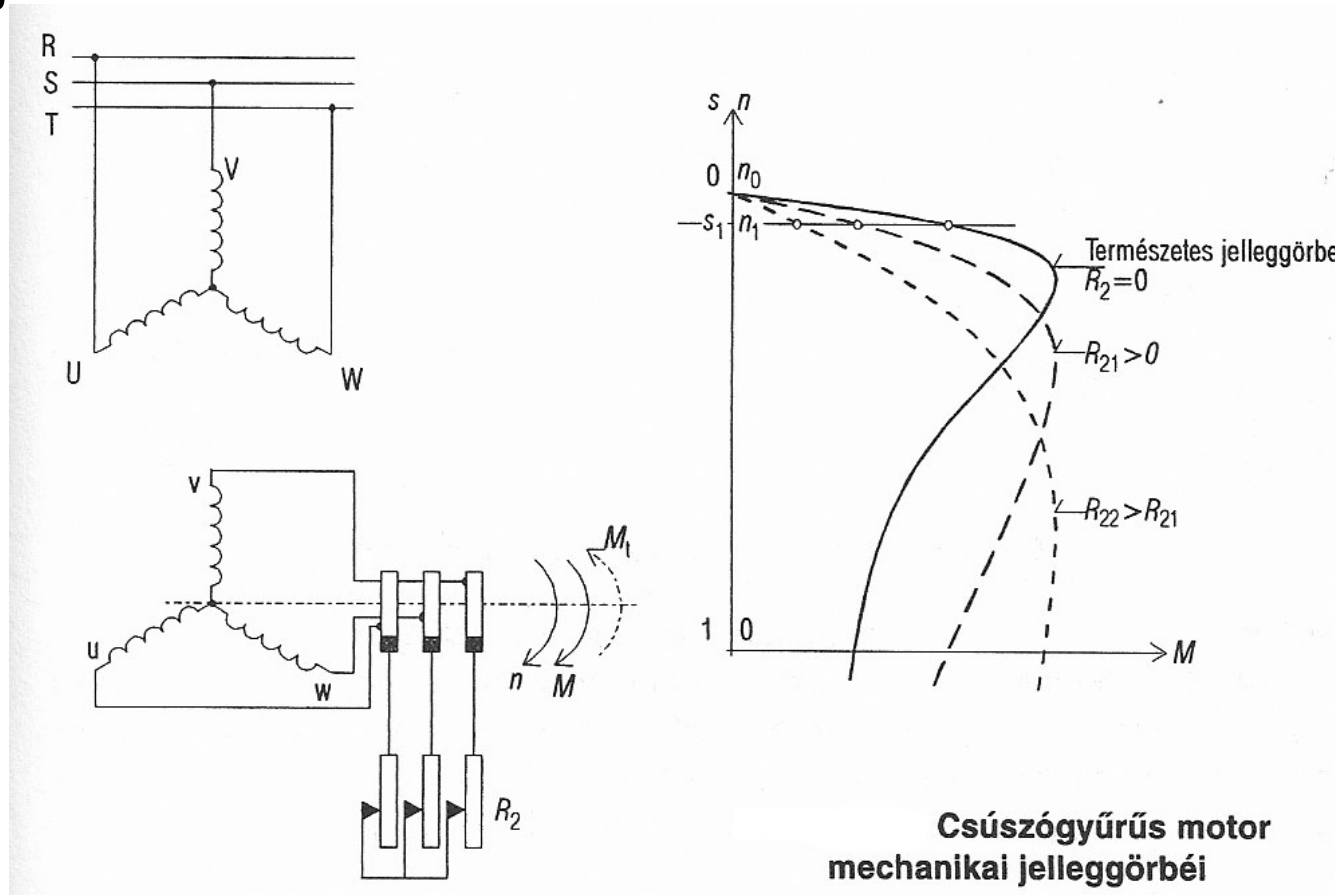
Csillag-delta indítás



- Kézi átkapcsolás
 - kapcsolóval
- Automatikus átkapcsolás:
 - áramrelével
 - időrelével

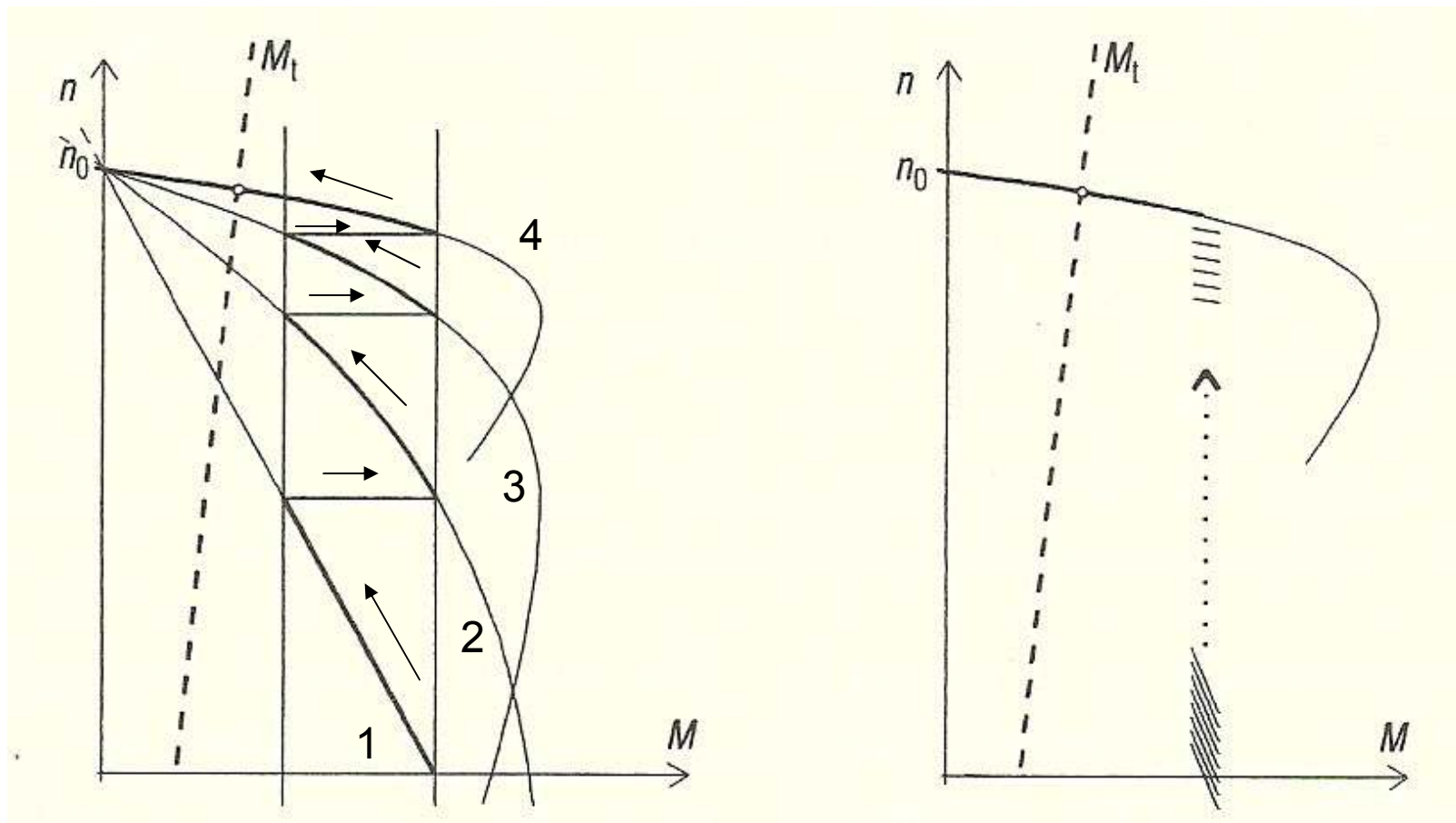
Csúszógyűrűs motor indítása

- A csúszógyűrűk közé ellenállásokat iktatnak, fokozatosan csökkentik végül pedig rövidre zárják



Csúszógyűrűs motor indítása

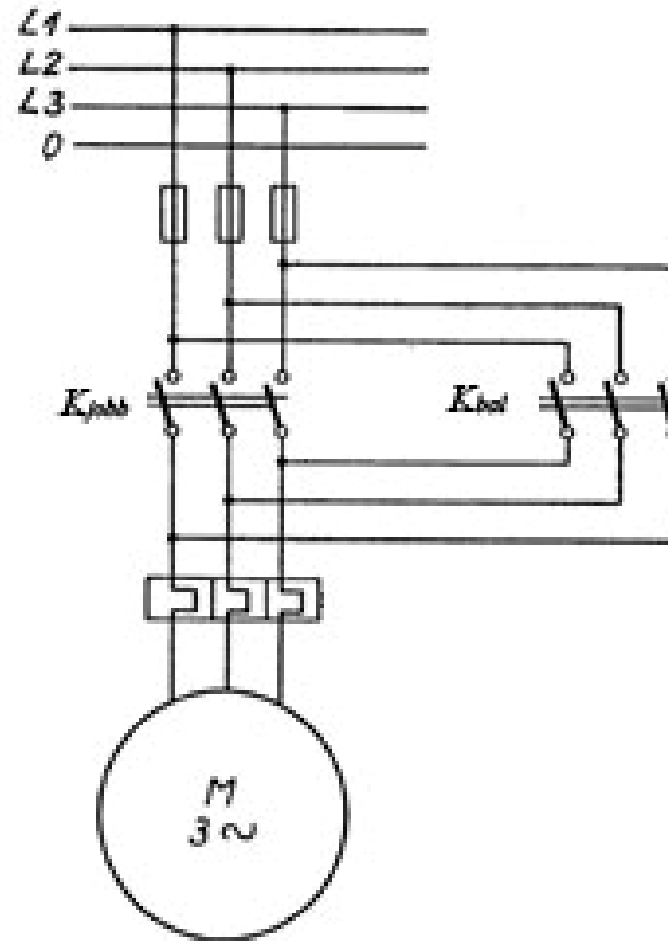
- Fokozatos és folyamatos csökkentés



$$R_1 > R_2 > R_3 > R_4 = 0$$

Irányváltás

- Két fázis felcserélésével
- Szabály:
 - Csak kikapcsolt állapotban legyen lehetséges
 - Ha az egyik irány be van kapcsolva, a másikat ne lehessen indítani csak leállítás után
 - A két irányt egy időben ne lehessen kapcsolni



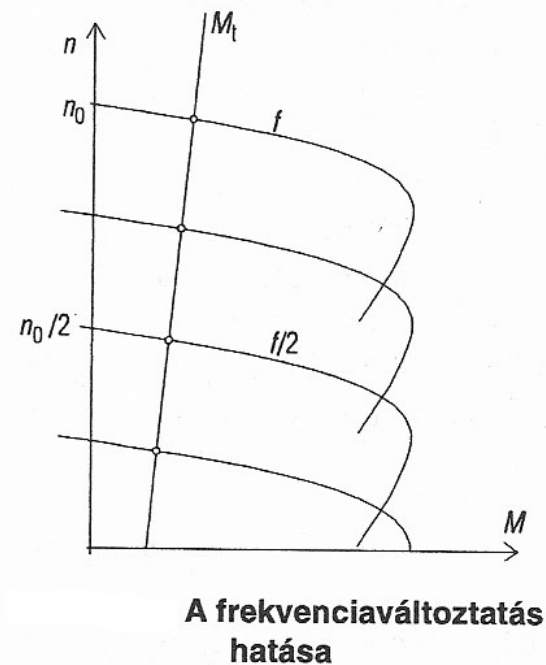
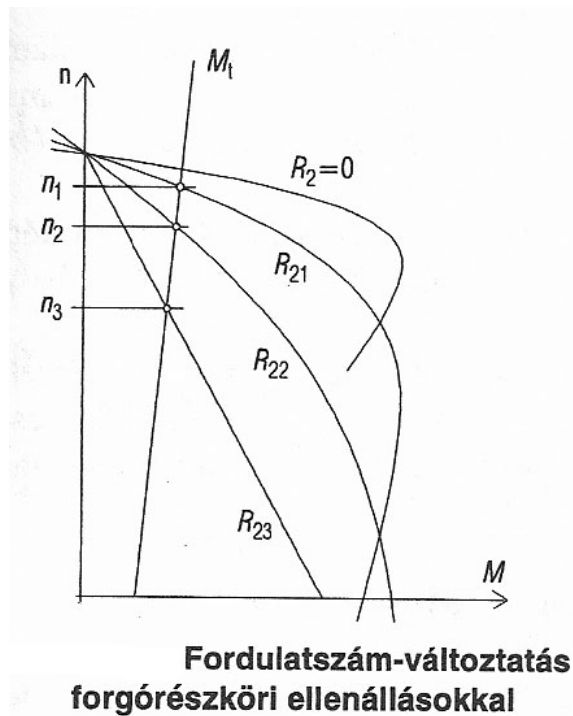
Fordulatszám változtatás

$$n = n_0(1 - s) = 60 \frac{f(1 - s)}{p}$$

- Kalickás motoroknál:
 - a póluspárok számával fokozatosan: n ; $n/2$; $n/4$
 - **a frekvencia változtatásával folytonosan**
- Csúszógyűrűs motoroknál:
 - a póluspárok számával fokozatosan: n ; $n/2$; $n/4$
 - **a frekvencia változtatásával folytonosan**
 - a szlip változtatásával folytonosan

Fordulatszám változtatás

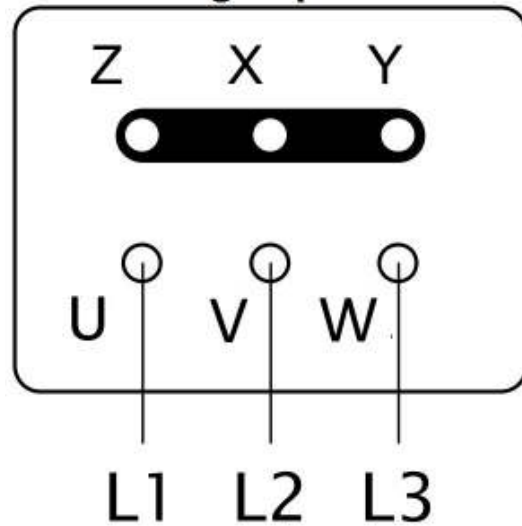
- Csúszógyűrűs motornál



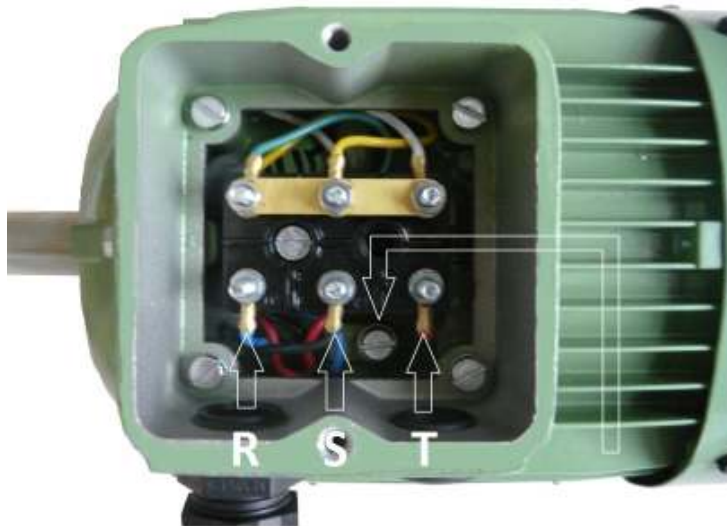
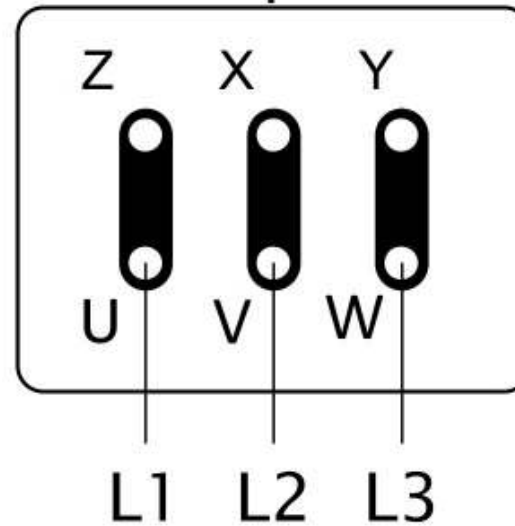
- Kalickás motornál
 - frekvenciaváltóval

A motor bekötése

csillag kapcsolás



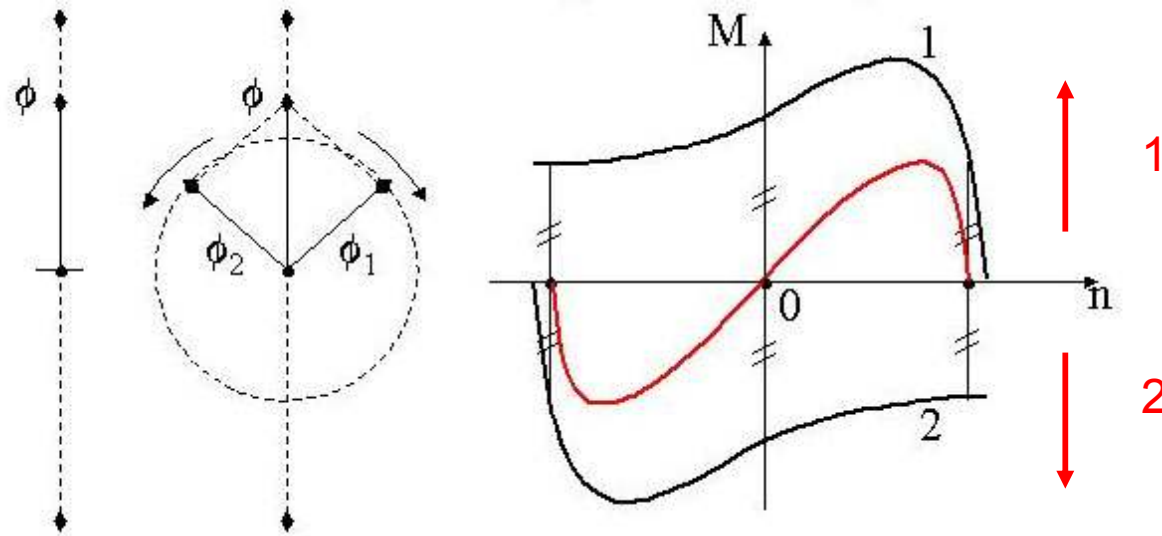
delta kapcsolás



Egyfázisú aszinkron motorok

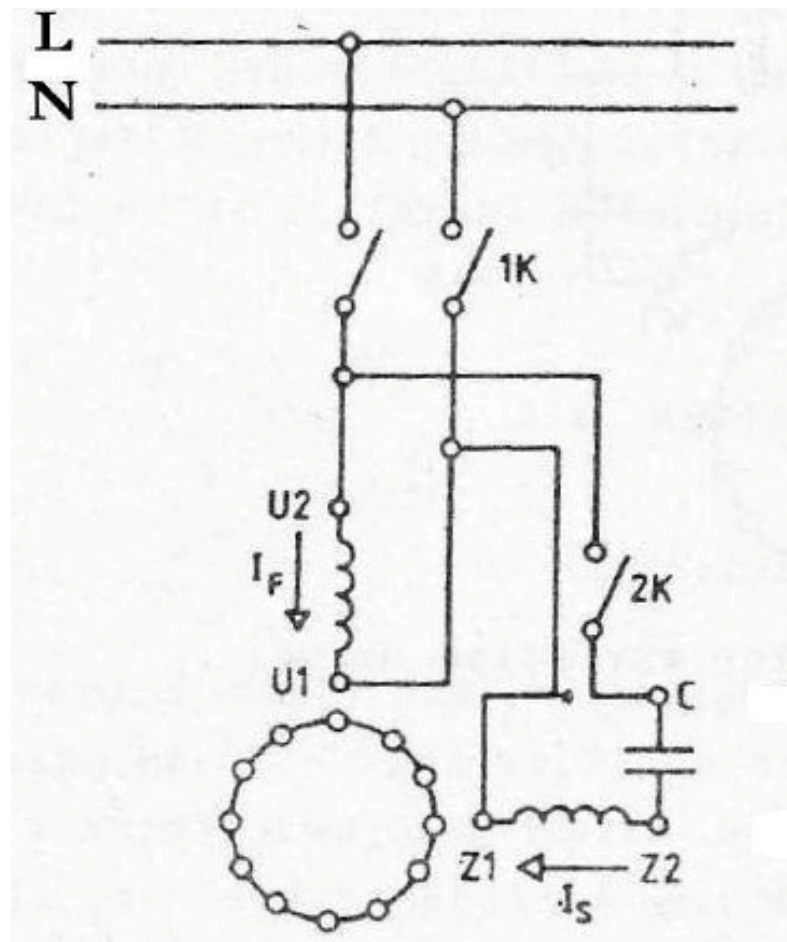
- Lüktető mágneses mező
- Két ellentétes irányú nyomaték
 - M_V vele forgó
 - M_E ellene forgó
- Nincs indító nyomaték

$$M_V = M_E = 0$$



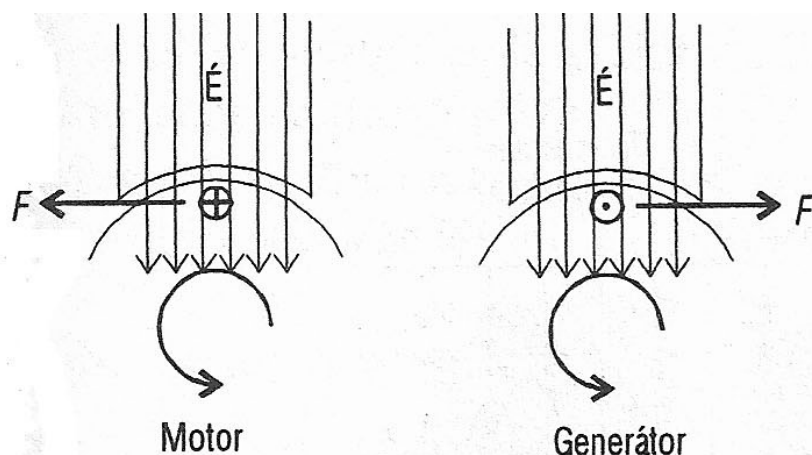
Indítási megoldás

- A gép 2/3 tekercselése; *főfázis*
- 1/3 tekercselés, 90° -os geometriai szögben; *segédfázis*
- A segédfázis 90° -os fázisfeszültségét pedig kondenzátorral biztosítják.
- A segédfázis csak az indítás idejére, vagy állandó üzemű is lehet

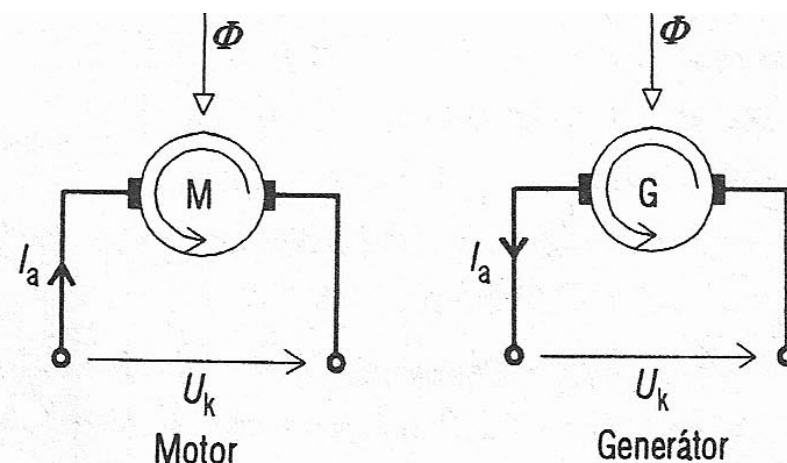


Egyenáramú gépek

- Reverzibilis működés:
 - motor: villamos energia $\rightarrow$ mechanikai energia
 - generátor: mechanikai energia $\rightarrow$ villamos energia (egyre kevésbé használják)
 - tahogenerátor

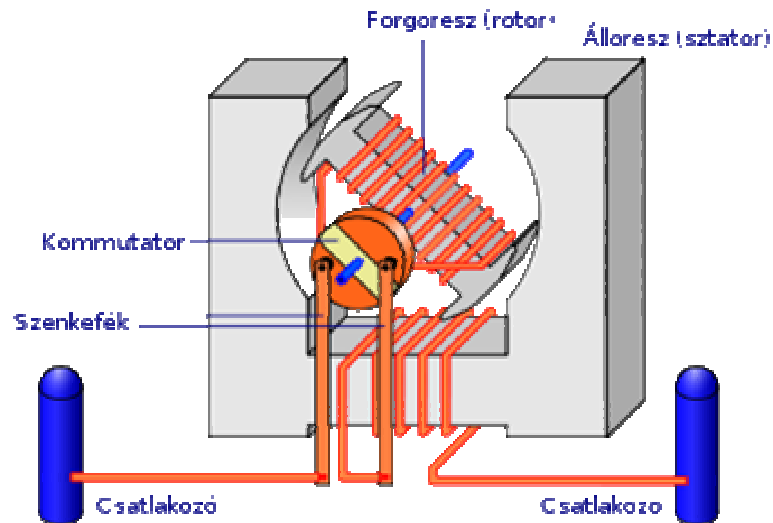


Motoros és generátoros üzem

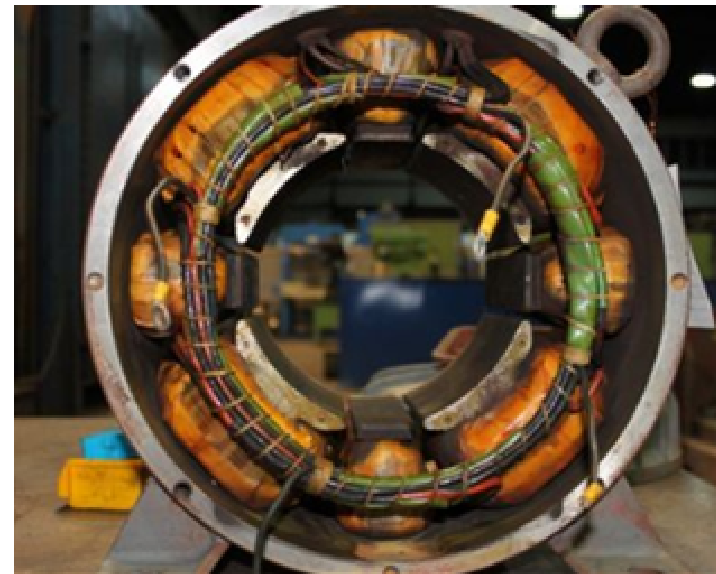
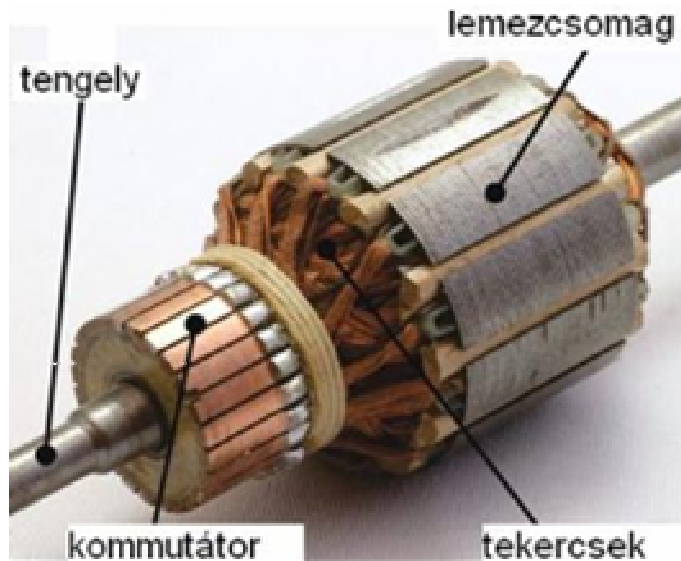


Feszültség és áramirányok az egyenáramú gépben

Felépítés

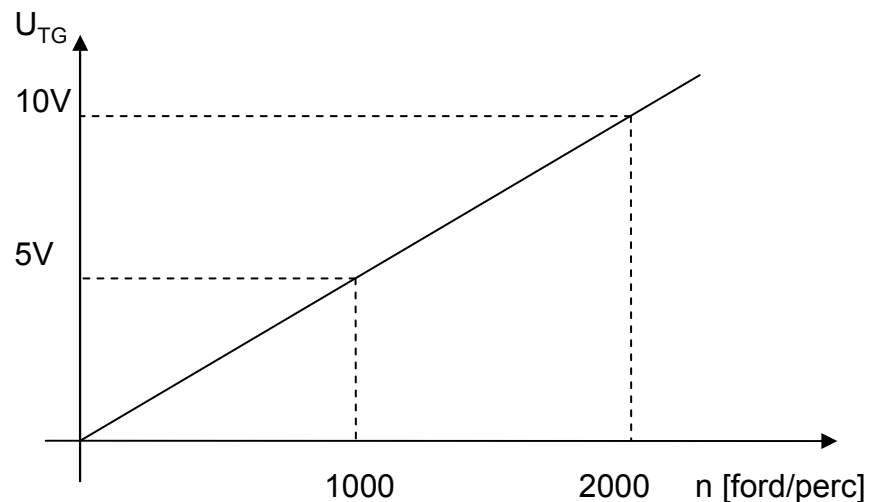


- Állórész:
 - tekercselt vagy állandó mágnes
- Forgórész:
 - tekercselt; a tekercsek végei kommutátorokhoz kapcsolódnak
 - kommutátor; mechanikus egyenirányító



Tachogenerátor

- Kis teljesítményű generátor
- Vezérléstechnikában; fordulatszámmal arányos egyenfeszültséget állít elő
- A motor forgórészének tengelyére szerelik
- Együtt forog a motorral

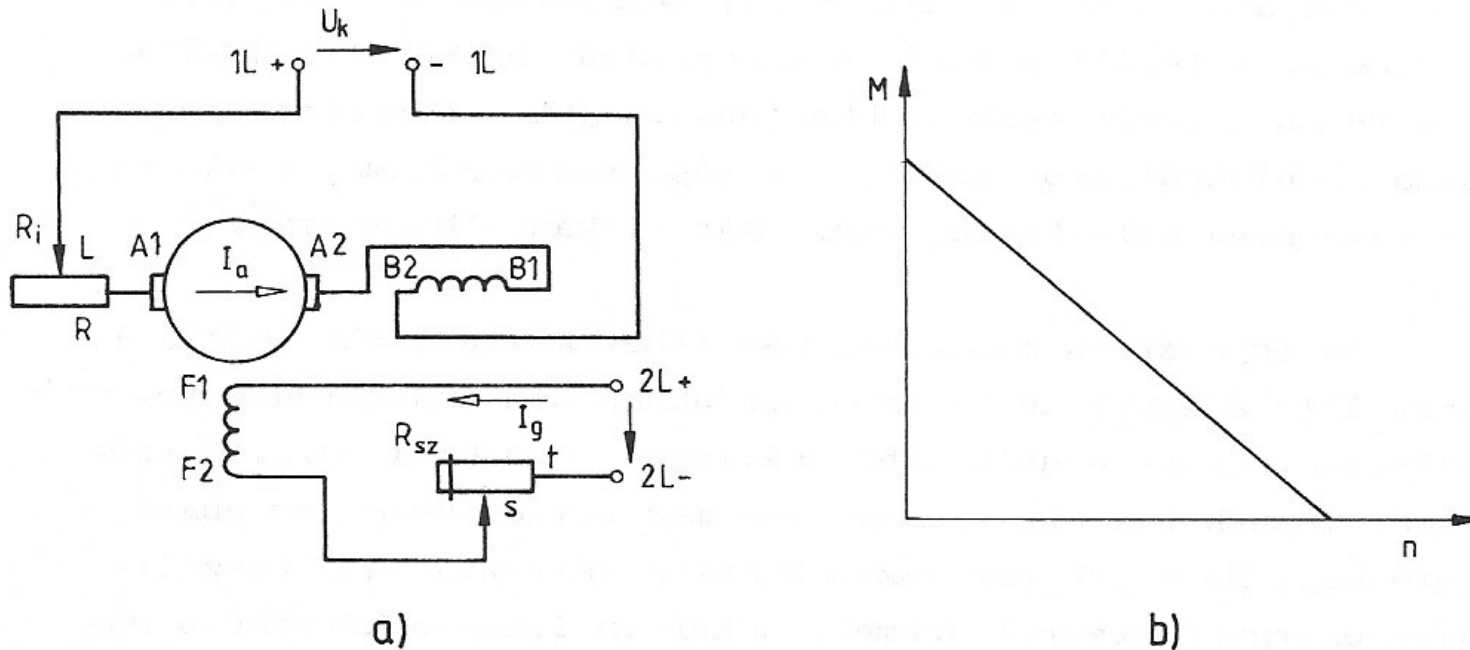


- névleges feszültségértéke a gyártó által megadott érték;
- Pl. $n = 1000 \text{ ford/min};$
 $U_{TG} = 5 \text{ V}$

Egyenáramú motorok

- Egyenáramú villamos energiát alakítanak át mechanikai energiává
- Előnyei:
 - fordulatszámát folytonosan és veszteségmentesen lehet változtatni
- Hátrányai:
 - az egyenáram előállítása; berendezést igényel
 - viszonylag drágák
- Osztályozás:
 - Soros, párhuzamos és külső gerjesztésű

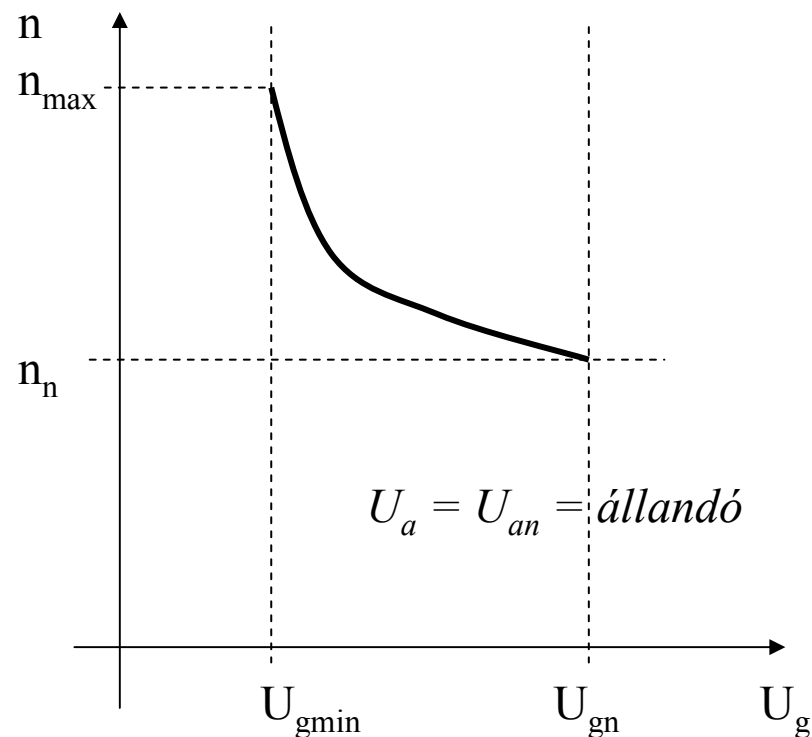
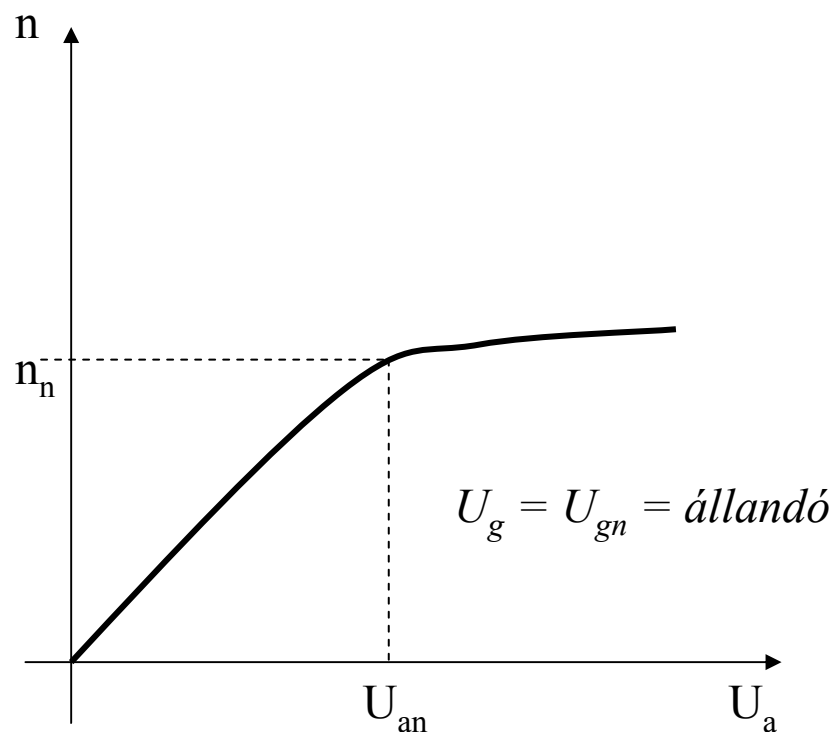
Külső gerjesztésű motor



- F1, F2 gerjesztő tekercs (állórész)
- A1, A2 armatura (forgórész)
- B1, B2 a forgórész tekercse

Fordulatszám változtatás

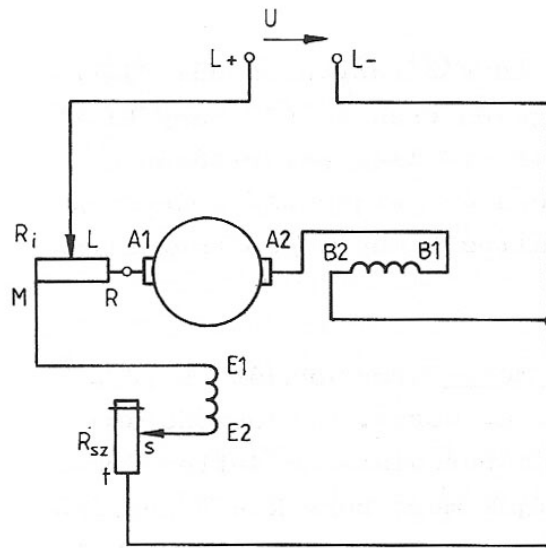
- Az armatura feszültség változtatásával lineárisan változik a fordulatszám a névleges fordulatszámig
- További fordulatszám növelés a fluxus gyengítésével lehetséges (a gerjesztő áram csökkentésével)



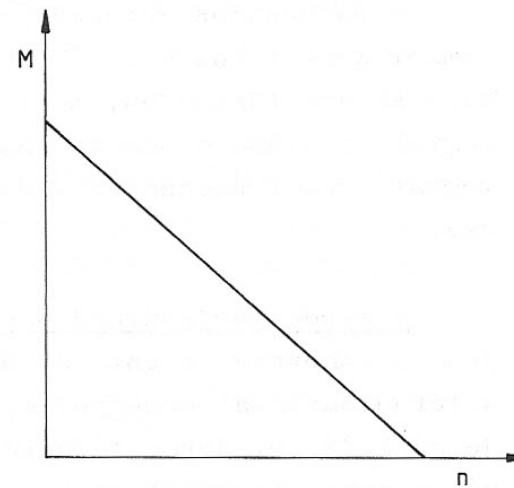
Indítás, irányváltás

- Közvetlen indítás nem lehetséges
 - ha nincs gerjesztés az armatura árama nagyon nagy lenne
- Először a gerjesztést kapcsolják a motorra
- Majd az armatura feszültséget folyamatosan növeljük nulláról a kívánt értékre
- Irányváltás:
 - az armatura feszültség polaritásának megváltoztatása
 - Vagy a gerjesztő feszültség polaritásának megváltoztatása

Párhuzamos gerjesztésű motor



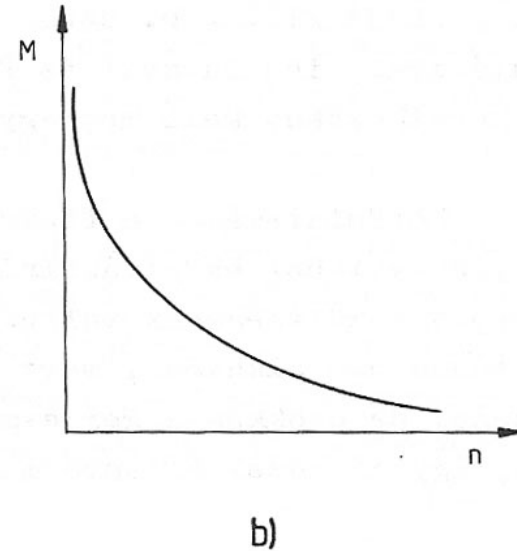
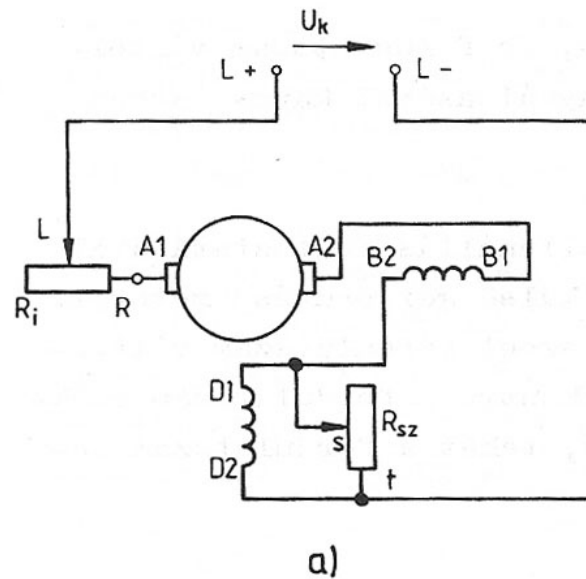
a)



b)

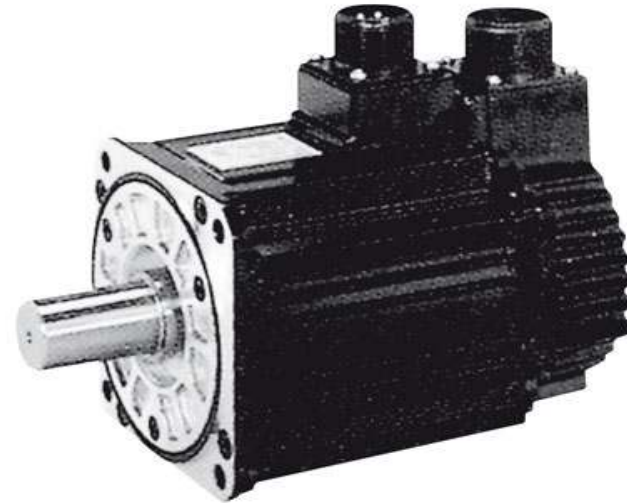
- Nincs külön gerjesztő feszültség
- Fordulatszama csak fluxus változtatással változtatható
- Közvetlenül nem indítható
- Forgásirány nem változtatható

Soros gerjesztésű motor



- kis terhelésnél nagy a fordulatszám
- Csak terhelés alatt indítható
 - gépjármű indító motor
- Fordulatszáma változtatható

Szervomotorok



- Robotok, szerszámgépek tengelyeinek hajtására használják

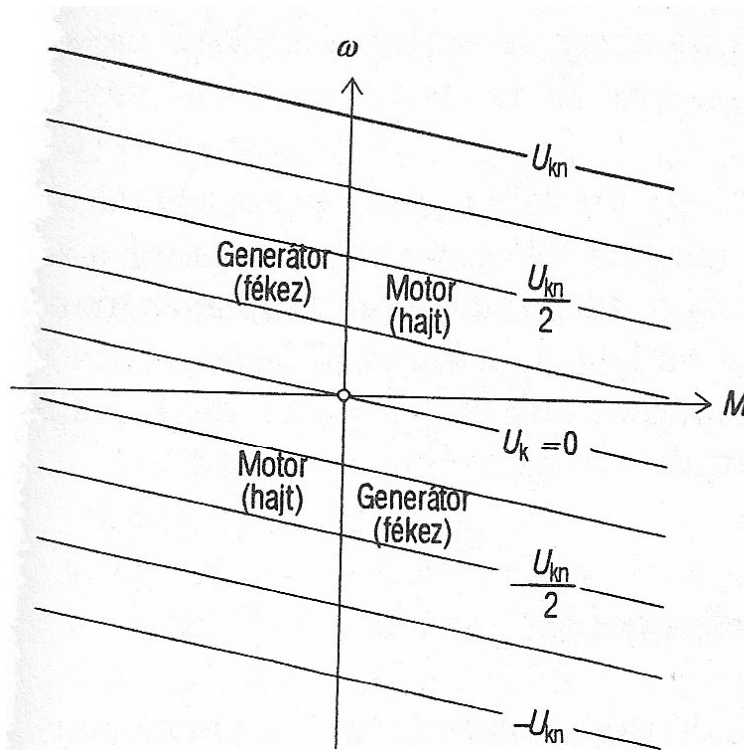
Szervomotorok

- Állandó mágneses gerjesztés
- Fordulatszám változtatás armatura feszültséggel
- Irányváltás az armatura feszültség polaritásának megváltoztatásával
- Közvetlenül indítható
- Digitális vezérléssel is működtethető
- Fékezés energia visszanyeréssel

Jellemzők

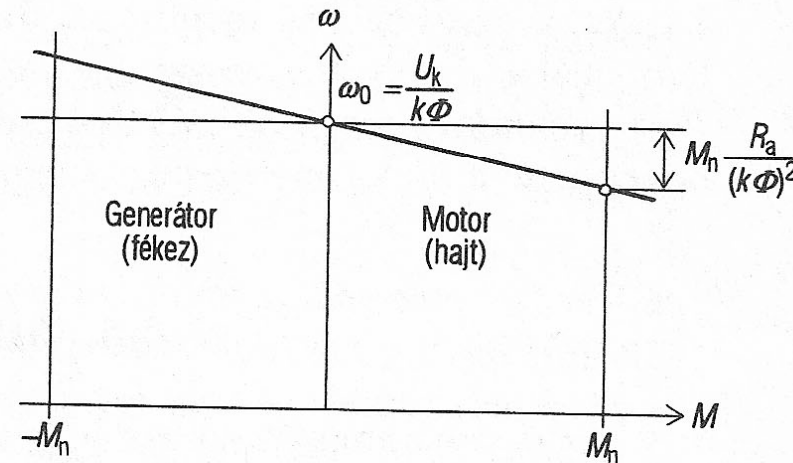
- Szervohajtásoknál alkalmazott AC vagy DC motorok
- Állandó mágneses gerjesztésű motorok
- Fordulatszámuk tág határok között változtatható: 0-3000 ford/perc
- Alacsony fordulatszámon is jó nyomatékkal rendelkeznek
- Rövid ideig nagymértékben túlterhelhetők
- Beépített tachogenerátorral vagy encoderrel (inkrementális jeladó) vannak ellátva
- Teljesítményük 100W-10KW
- Működtetésük szervovezérlővel történik

Négynegyedes vezérlés



Az állandó fluxusú gép
mechanikai jelleggörbéje

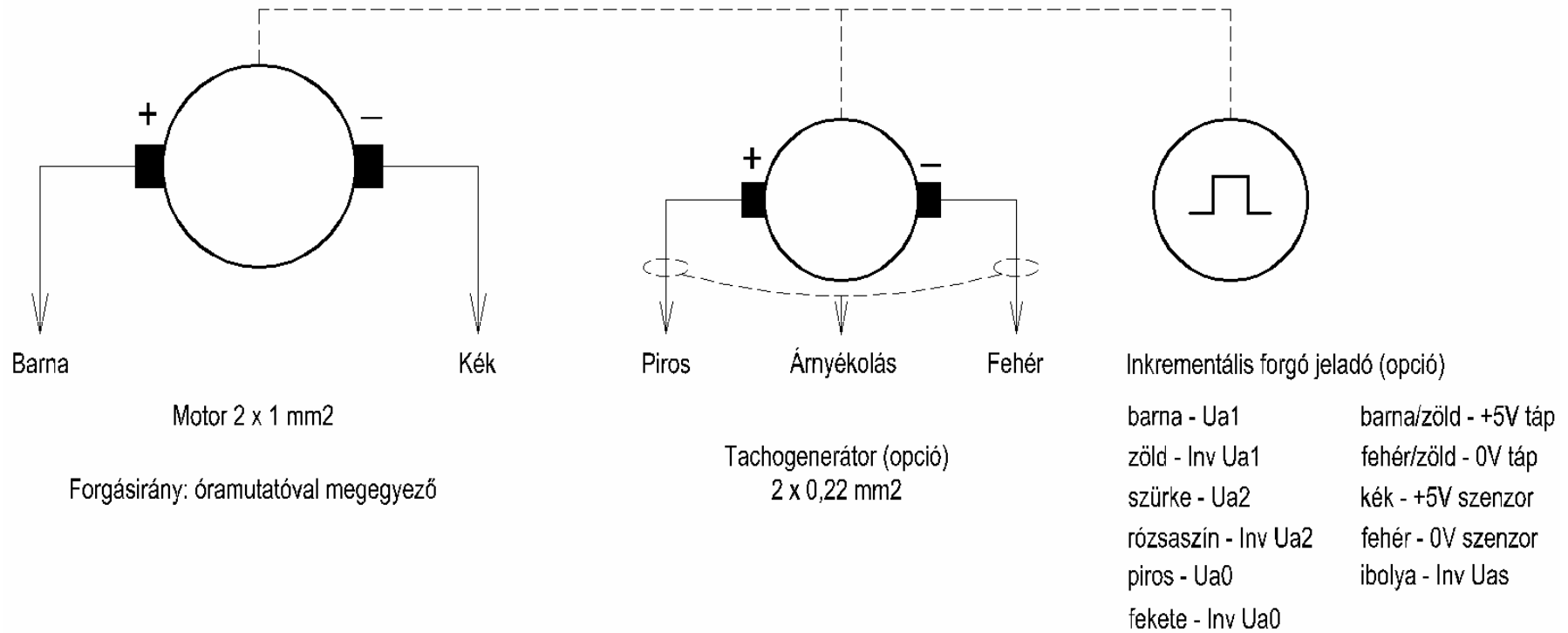
$$U_k = k\Phi\omega + \frac{M}{k\Phi}$$



Különböző feszültségekhez
tartozó karakterisztikák

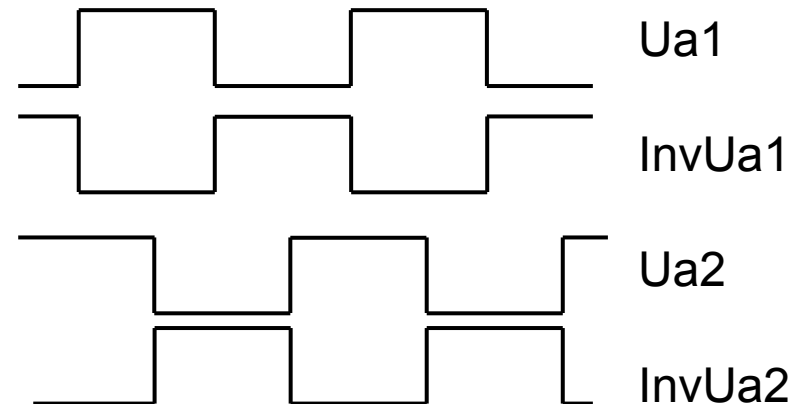
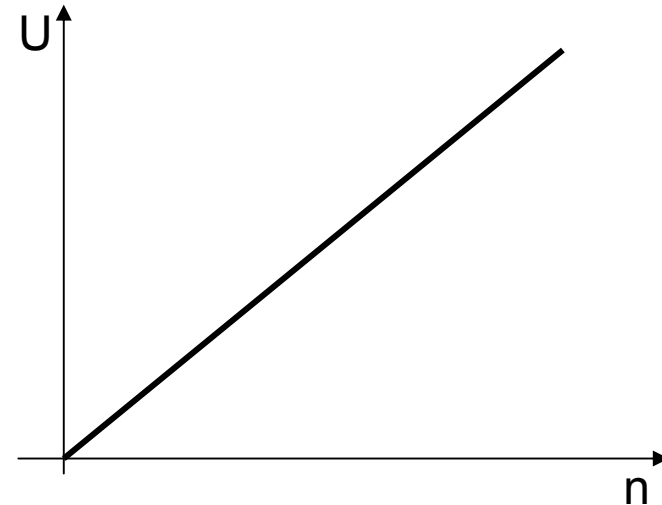
$$\omega = \frac{U_k}{k\Phi} - \frac{M}{(k\Phi)^2} R_a$$

DC szervomotor bekötési vázlat

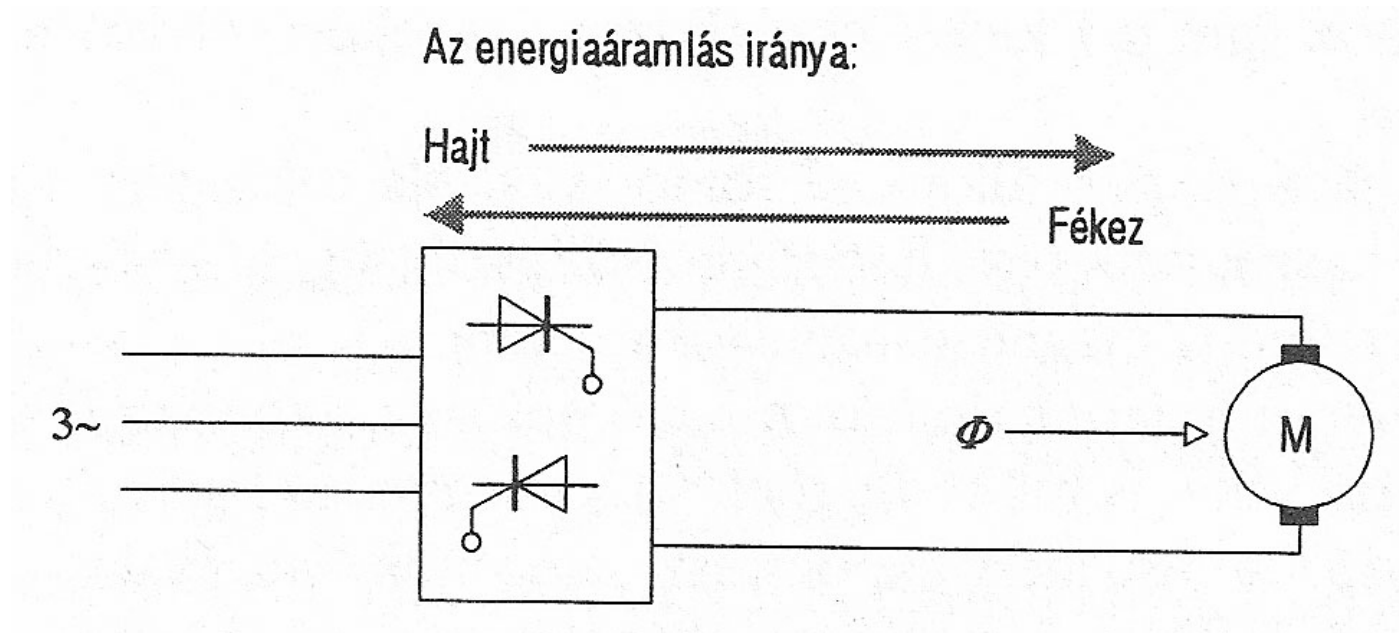


Visszacsatoló elemek jellemzői

- **Tachogenerátor**
 - A motor fordulatszámaival arányos egyenfeszültséget szolgáltat. Pl. $n = 1000$ ford/perc, $U = 10V$
- **Inkrementális jeladó**
 - Forgatáskor két, egymástól 90° fáziseltolású négyyszögjel (U_{a1} és U_{a2}) és ezek inverze ($InvU_{a1}$ és $InvU_{a2}$) jön létre



Háromfázisú negynegyedes vezérlés



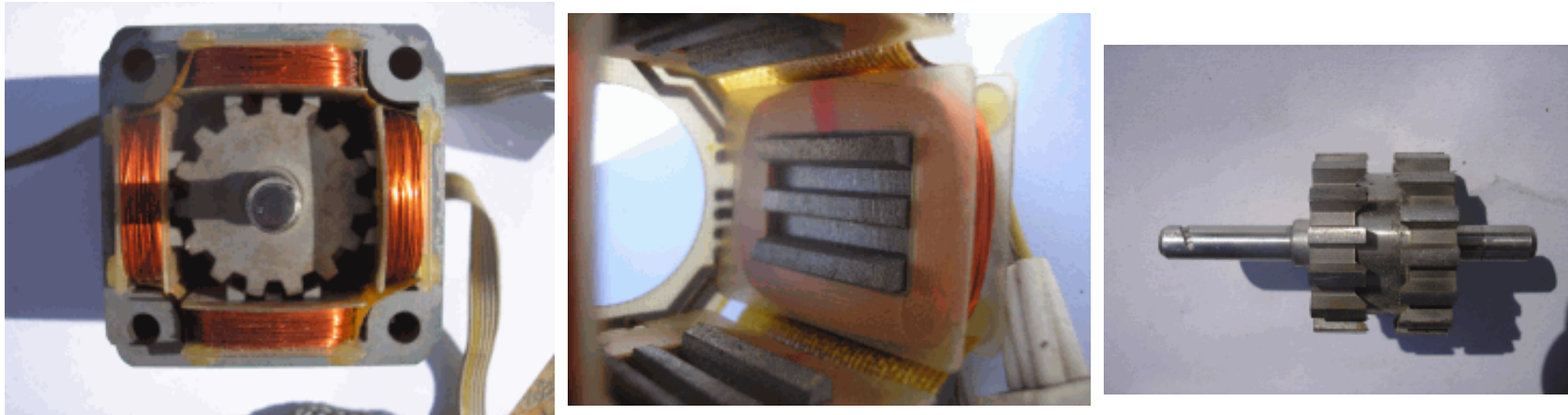
- Háromfázisú táplálás
- Hajtás
 - vezérelt egyenirányító
- Fékezés
 - Vezérelt inverter

Léptető motorok

Lépető motorok jellemzői

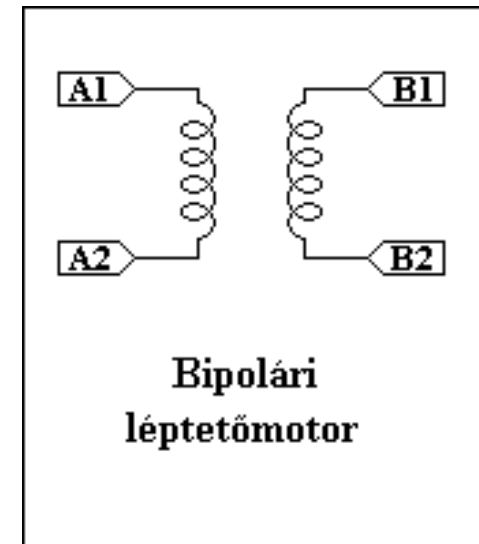
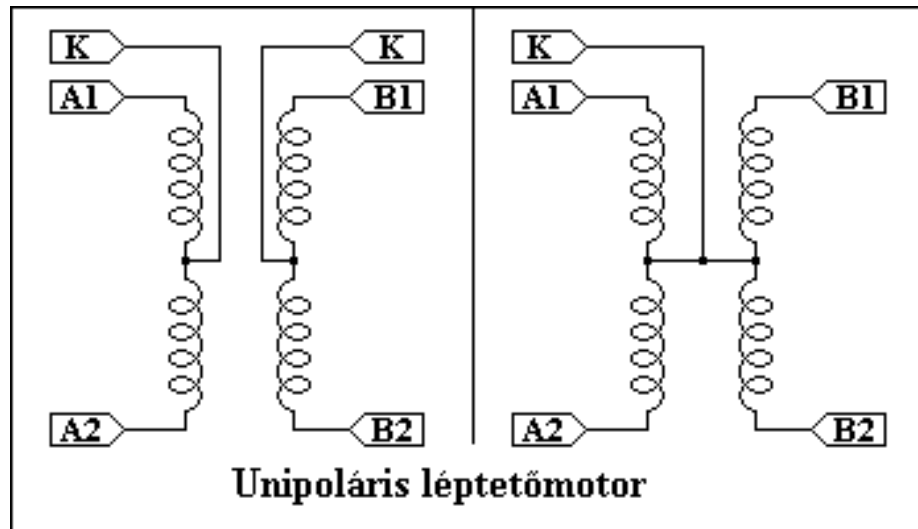
- digitális jellel vezérelhetők
- a jel hatására adott, előre meghatározott pozícióba tud fordulni, visszacsatolás nélkül is
- felépítésük egyszerű
- szénkefét vagy kommutátort nem tartalmaz
- kisebb teljesítményekig (300W) viszonylag olcsók
- Fordulatszámuk alacsony 500-600 ford/perc
- Vezérlése digitális környezetet igényel

Léptető motorok felépítése



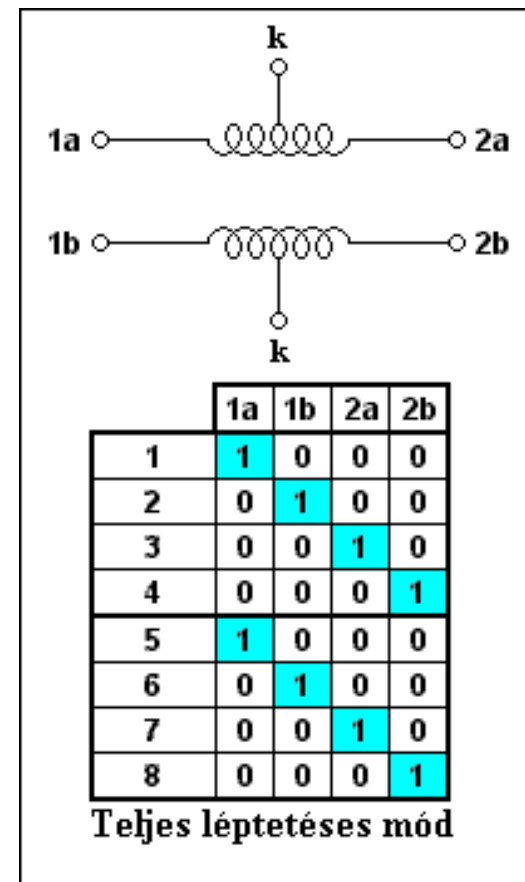
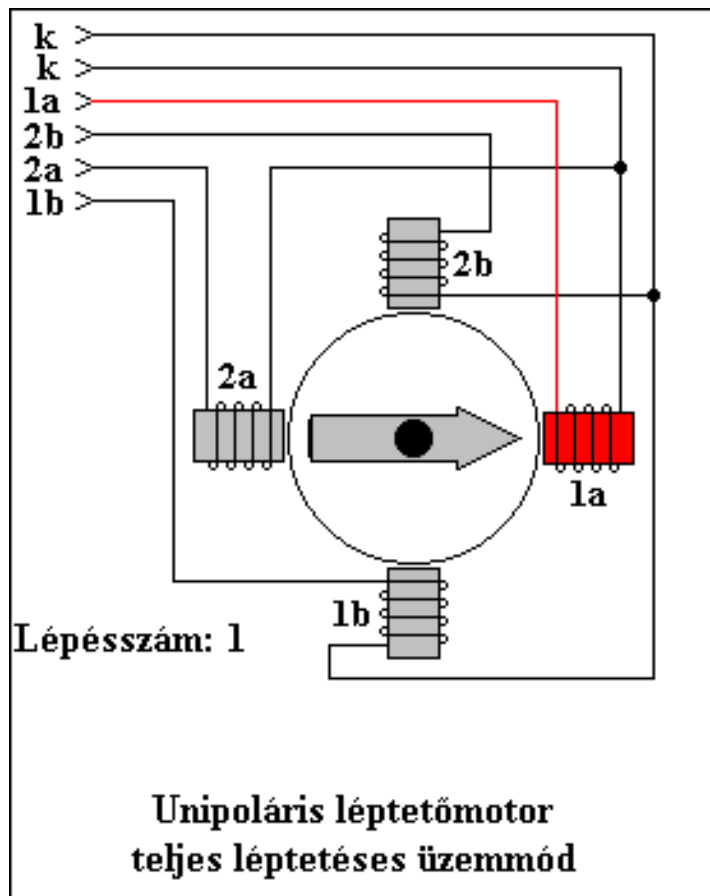
- Tekercselt állórész (4 különálló tekercs) bordázott vasmag
- Forgórész két fogazott rész, állandó mágnesre préselve, a fogak száma páratlan
- A fogak száma X a tekercsek számával = egy fordulathoz tartozó lépések száma.
- Pl.
 - fogak száma 15
 - tekercsek száma 4
 - lépések száma 60

Léptető motorok kivitelezési formái



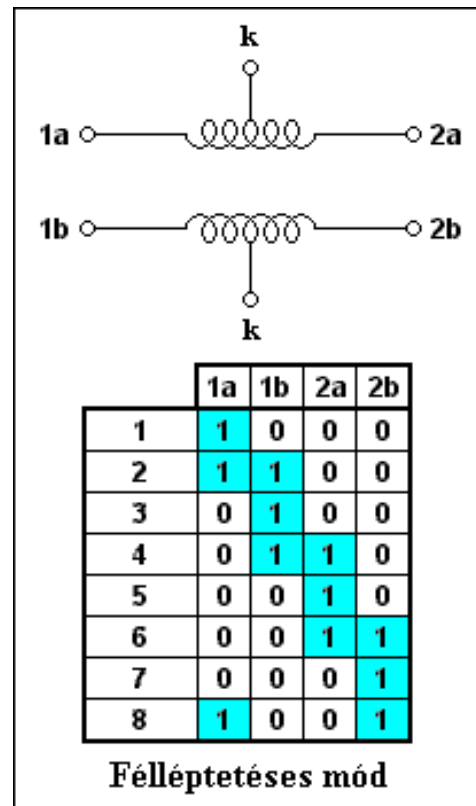
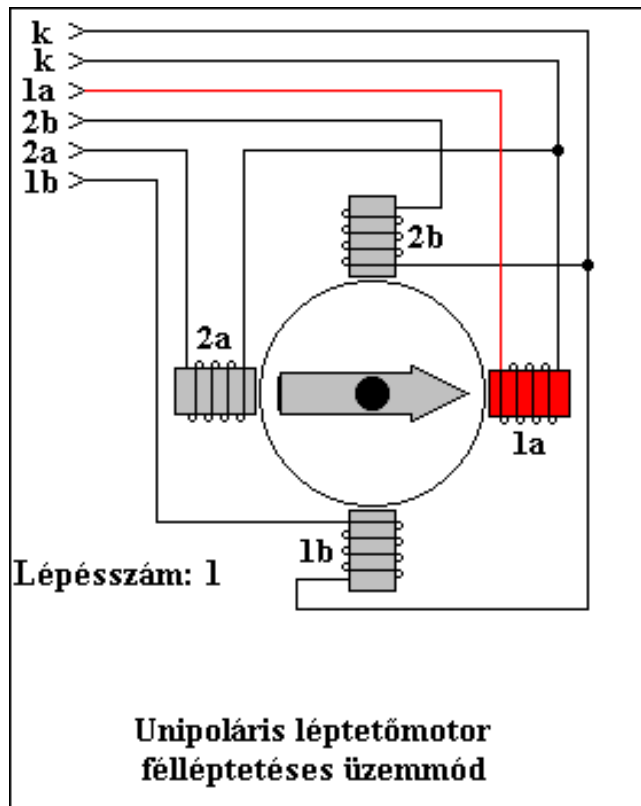
Üzem módok

- Teljes léptetés (egyfázisú mód)



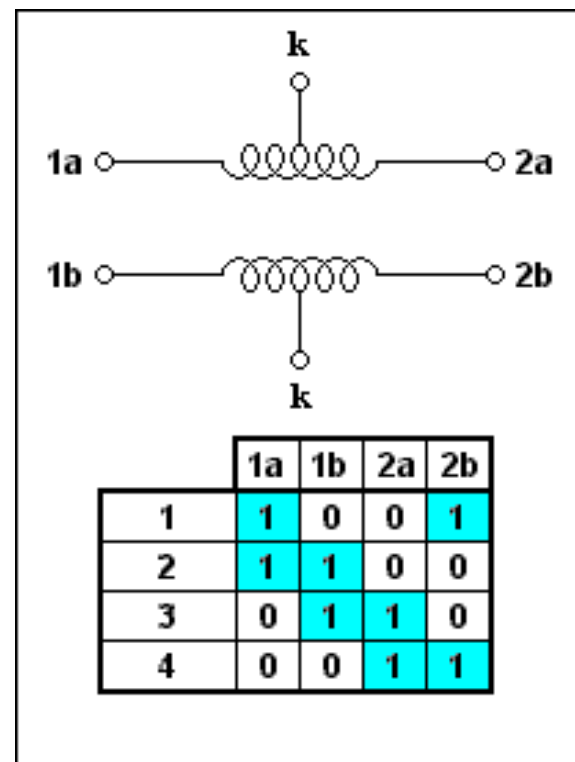
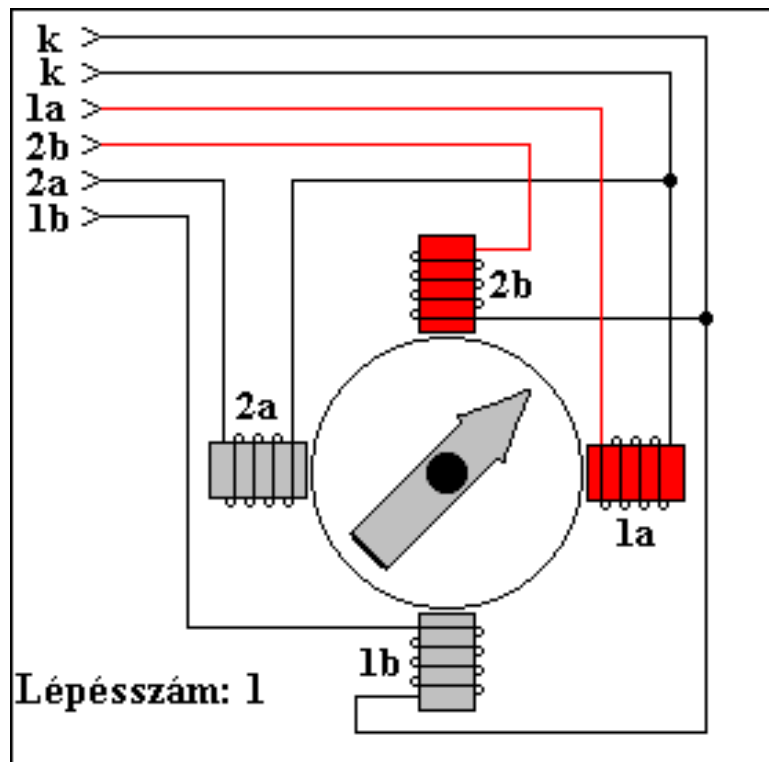
Üzem módok

- Fél léptetés mód



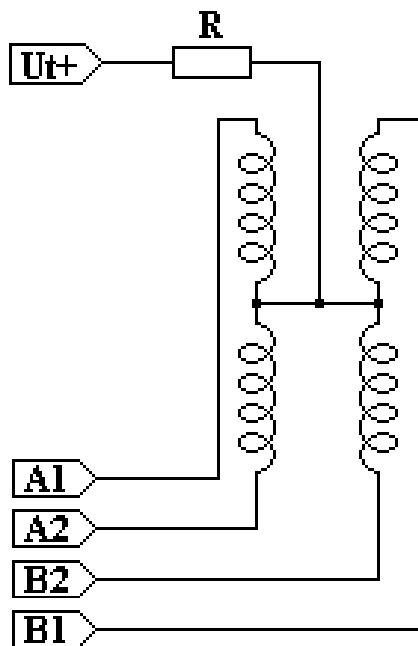
Üzem módok

- Teljes léptetés (kéttetekercses mód)

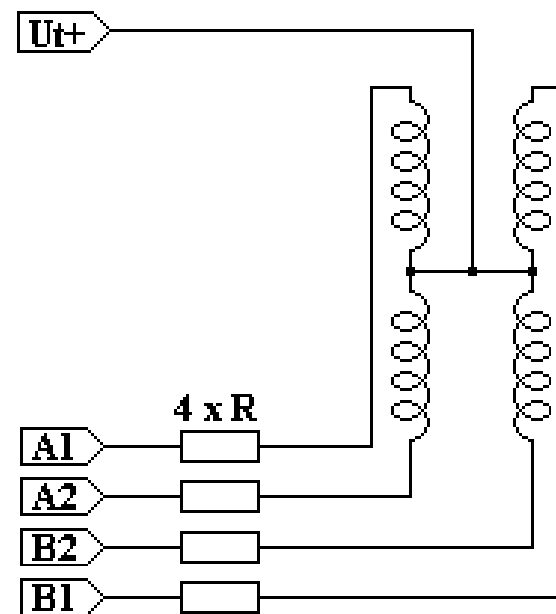


A motor teljesítménye nő (megduplázódik), de ezáltal melegszik is.
Csak rövid ideig alkalmazható.

Léptető motorok bekötése



1. variáció



2. variáció