

12. tétel

Milyen mennyiségektől függ a rövidre zárt forgórészű aszinkron motor fordulatszámja?
Milyen módon lehet a fordulatszámot változtatni?

Gyakran előfordul, hogy a villamos motorok fordulatszámát változtatni kell. Ilyen igény az aszinkron motorokkal kapcsolatban is felmerülhet. Vizsgáljuk meg, hogyan lehet az aszinkron motorok fordulatszámát változtatni!

A motor fordulatszámát az $n = n_0 (1 - s)$ összefüggéssel határozható meg. Helyettesítve a forgó mágneses mező

$$n_0 = \frac{60f_1}{p}$$

fordulatszámát az $n = \frac{60f_1}{p}(1 - s)$

képletet kapjuk. Ebből látható, hogy a motor fordulatszámát

- a) az f_1 állórész frekvencia,
- b) a p póluspárszám és
- c) az s szlip

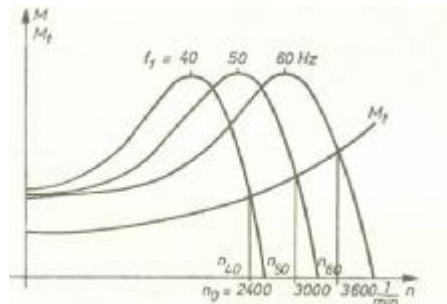
változtatásával módosíthatjuk.

Az állórész-frekvencia változtatása

Az állórész-frekvencia változtatásával a motor szinkron fordulatszámja arányosan változik. Arányosan változik az aszinkron fordulatszám is, ha a szlip változatlan marad. Ha ezzel a módszerrel akarjuk a fordulatszámot változtatni, akkor a motort változtatható frekvenciájú generátorról vagy frekvencia-átalakítóról kell táplálni. A frekvenciával együtt a tápláló feszültséget is arányosan változtatni kell, mivel a motorban indukált feszültségek a frekvenciával arányosak. Így a fluxus változatlan marad.

Az ábrán frekvencia-átalakítóról táplált motor nyomatékgörbéit rajzoltuk meg $f_1 = 40, 50$ és 60 Hz frekvenciákon. Egy póluspár esetén a szinkron fordulatszámok $2400, 3000$ és 3600 1/min. Az aszinkron fordulatszámokat a motor nyomaték-fordulatszám görbéinek és a terhelő nyomaték görbéjének metszéspontjai adják (n_{40}, n_{50} és n_{60}).

E módszer előnye, hogy veszteségmentes és ha a frekvenciát folyamatosan változtatjuk, akkor a fordulatszám-változtatás is folyamatos. Hátránya viszont, hogy drága, mert a motor nem táplálható közvetlenül a hálózatról. Ezért ritkán alkalmazzák.



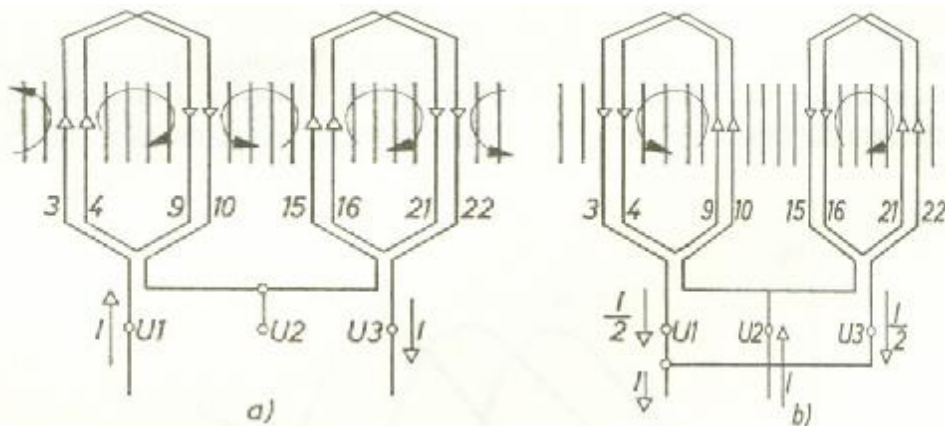
Aszinkron motor fordulatszám változtatása az állórész-frekvencia változtatásával

A póluspárszám változtatása

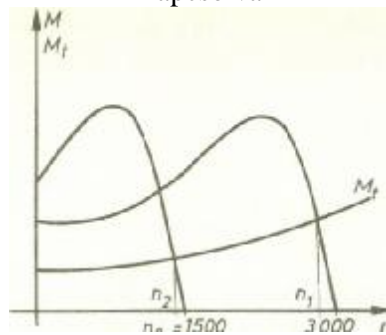
Állandó állórész frekvencia és állandó szlip esetén a motor fordulatszáma a póluspár-számmal fordítottan arányos. A póluspár-szám változtatásával veszteségmentes, de nem folyamatos, hanem több fokozatú fordulatszám változtatást lehet elérni.

A legegyszerűbb megoldás az, ha a gép hornyaiban több, egymástól független, különböző póluspár-számra készült tekercselést helyeznek el és mindig csak egyet kapcsolnak a hálózatra. Ez a megoldás azonban nem gazdaságos, mert a beépített tekercselési anyagnak mindig csak egy része van kihasználva és a tekercselés nagy helyszükséglete miatt a vastest és ezzel együtt az egész gép nagy lesz. Gazdaságosabb megoldás olyan tekercselés alkalmazása, amely két különböző póluspár-számra használható. Ezzel két fordulatszám-fokozat valósítható meg 2:1 arányban. Több tekercselést csak akkor alkalmazunk, ha kettőnél több fordulatszám-fokozatra vagy a 2:1 aránytól eltérő fordulatszámokra van szükség.

Csúszógyűrűs gépeknél az állórész póluspár-számával azonos kell legyen a forgórész póluspár-száma, tehát az álló- és forgórészen egyszerre kell a póluspár-számot megváltoztatni. Ehhez a forgórészen háromnál több csúszógyűrűt kell alkalmazni, ami jelentősen drágítja a gépet és nehézkesé teszi a póluspár-szám-változtatást, ezért ezt a megoldást csúszógyűrűs gépeknél csak ritkán, különleges esetekben alkalmazzák.



A Dahlander tekercselés elve. Ugyanaz a tekercselés a) $p = 2$ és b) $p = 1$ póluspárszámra kapcsolva



Dahlander motor nyomatékgörbéi

Kalickás gépeknél a kalicka rúdjaiban mindig úgy folynak az áramok, hogy a forgórész póluspár-száma az állórészével megegyezzen. Ez azt jelenti, hogy kalickás gépeknél csak az állórészen kell póluspár-számot változtatni. Ezért kalickás gépeknél ezt a módszert gyakran alkalmazzák.

A legismertebb és leggyakrabban használt Dahlander tekercseléssel a póluspórok száma 1:2 arányban, tehát a szinkron fordulatszám 2:1 arányban változtatható meg. Ha valamelyik félperiódusban egyik fázistekercsének elején folyik be és végén folyik ki az áram, akkor a tekercsoldalakban folyó áram gerjesztése 4 pólust hoz létre (ne feledjük, hogy a hornyok hengerpalást-felületen vannak, Tehát az ábra utolsó hornyja után az első következik). Ha az áram ugyanennek a tekercselésnek a középmezsgapolásán folyik be és az elején valamint a végén folyik ki, akkor a tekercsoldalakban folyó áramok már csak 2 pólust gerjesztenek, hiszen a 9., 10. és 15, 16. hornyokban folyó áramok azonos irányúak, tehát közöttük pólus nem létesül. Ugyanezért nincs pólus a 21., 22. és 3., 4. hornyok között sem. A második esetben tehát a tekercselés $p = 1$ póluspárszámú, a gép szinkron fordulatszáma 3000 1/min, az aszinkron fordulatszám $s = 0,04$ szlip esetén 2880 1 /min. Az első esetben $p = 2$, $n_0 = 1500$ 1/min és ugyancsak $s = 0,04$ szlip esetén $n = 1440$ 1/min. Készíthető ilyen tekercselés nagyobb póluspárszámokra is, pl. $p = 2$ és $p = 4$ -re vagy $p = 3$ és $p = 6$ -ra, stb.

Szlipváltoztatás

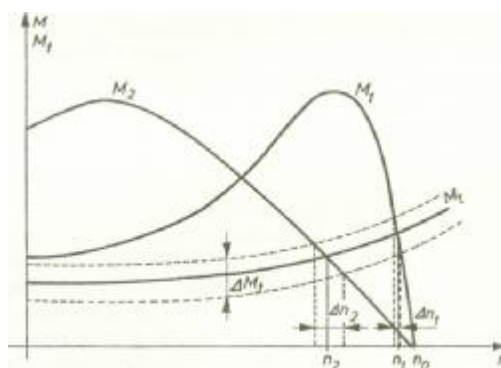
Az aszinkron motorok indításánál már láttuk, hogy ha a csúszógyűrűs motor csúszógyűrűi közé rezisztenciákat iktatunk, akkor a motor nyomatékgörbéje a kisebb fordulatszámok felé elhúzóódik úgy, hogy a szinkron fordulatszám helyben marad. Az ábrán M_1 -eyel jelöltük a motor természetes jelleggörbéjét. Az M_2 -vel jelölt jelleggörbe akkor érvényes, amikor a csúszógyűrűk között rezisztenciák vannak. A fordulatszámokat az M_t terhelő nyomaték jelleggörbéjének, valamint az M_1 és az M_2 nyomatékgörbéknek a metszéspontjai határozzák meg. Ha a csúszógyűrűk között rezisztenciák vannak, akkor a fordulatszám kisebb (n_2), mint a természetes jelleggörbén jelentkező fordulatszám (n_1).

Bár a csúszógyűrűk közötti rezisztencia megfelelő megválasztásával gyakorlatilag a szinkron alatt bármilyen fordulatszám beállítható, ezt a módszert két jelentős hátránya miatt mégse szívesen alkalmazzák.

Láttuk, hogy az aszinkron gép mechanikai teljesítménye és a forgórész áramkörében hővé alakuló vesztesége a szlip függvénye.

$$P_{\text{mech}} = P_1 (1-s)$$

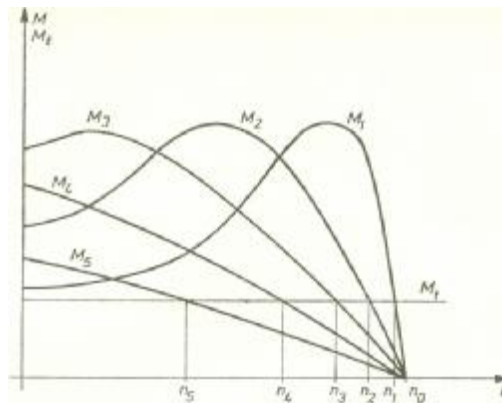
$$P_{V2} = sP_1$$



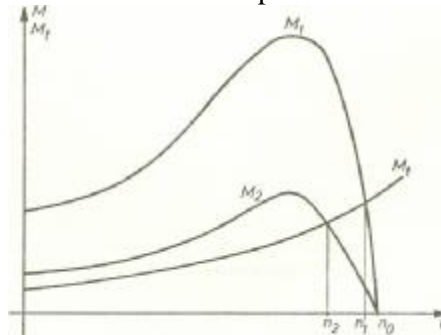
Csúszógyűrűs motor szlip változtatásának hatása a nyomaték-fordulatszám jelleggörbére

A forgórész áramköreibe iktatott rezisztenciák növelésével csökken a fordulatszám, tehát nő a szlip. Ezzel a gép mechanikai teljesítménye csökken, a forgórész körüli veszteség pedig a szlippel arányosan nő. Ez azt is jelenti, hogy a szlip csak úgy növekedhet, ha megnövekszik a forgórész körüli veszteség. P_{V2} -nek egy része a fordulatszám-változtató ellenállásokon alakul át hővé. 40%-os fordulatszám csökkentés esetén a szlip 0,4. Ezt azt

jelenti, hogy a légrésteljesítmény 40%-a a forgórész áramkörében hővé alakulva elvesz s így a gép hatásfoka 60%-nál is rosszabb, hiszen figyelembe kell venni a többi veszteséget is. E nagy mértékű hatásfokromlás a szlip változtatás egyik hátránya.



Többfokozatú szlip változtatás



Rövidrezárt motor szlip változtatásának hatása a nyomaték-fordulatszám jelleggörbére

A forgórész áramkörébe iktatott rezisztencia miatt a gép nyomatékgörbéjének leszálló ága veszít meredekségéből. Ez azt eredményezi, hogy míg a természetes jelleg görbén a terhelő nyomaték ΔM_t megváltozása csak kis Δn_1 fordulatszám változást okoz, addig csökkentett fordulatszámnál ugyanez a ΔM_t , már sokkal nagyobb Δn_2 fordulatszám változást idéz elő. Tehát szlip változtatással a gép elveszti fordulatszám-tartó jellegét, fordulatszáma a terhelő nyomatéktól nagy mértékben függővé válik.

Több fordulatszám fokozatot kaphatunk, ha a forgórész áramkörébe több fokozatú rezisztenciát iktatunk. A különböző rezisztencia fokozatokhoz tartozó nyomatéki jelleggörbéket mutatja az ábra. Ezen az ábrán a fordulatszámtól független, állandó-terhelő nyomatékot tételeztünk fel és ennek alapján határoztuk meg a fordulatszám fokozatokat.

A fordulatszám változtatására az indító rezisztencia is felhasználható, de akkor azt tartós üzemre kell méretezni.

Kalickás motorok szlip-változtatása az állórész feszültségének változtatásával történhet. A feszültség csökkentésével a motor nyomatéka négyzetesen csökken. Az ábra M_1 görbéje névleges feszültségre, az M_2 görbe csökkentett feszültségre vonatkozik. Az M_t görbével képzett metszéspontok határozzák meg a fordulatszámokat. Látható, hogy a feszültség további csökkentése esetén, a metszéspont a görbe labilis szakaszára kerülhet és a gép leáll.

E módszer hátrányai a csúszógyűrűs motorok szlip-változtatásának hátrányaival azonosak.