



Hollenczer Lajos

Aszinkron gépek vizsgálata



A követelménymodul megnevezése:
Erősáramú mérések végzése

A követelménymodul száma: 0929-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-005-50



MUNKKANYAG

ASZINKRON GÉPEK VIZSGÁLATA

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy olyan üzemben dolgozik, ahol aszinkron motorok tekercselésével, javításával, javítás utáni üzembehelyezéssel foglalkoznak. Munkahelyére egy olyan kolléga került, akinek a témakörben csak régen tanult ismeretei vannak, illetve nagyrészt már elfelejtette azokat. Munkahelyi vezetőjétől azt a feladatot kapta, hogy munkatársával ismétlje át az iskolában tanult ismereteit az aszinkron gépek működéséről, felépítéséről, általános jellemzőiről.

Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet egy megjavított aszinkron motor paramétereit méréssel igazolni. Az Ön feladata annak eldöntése is, hogy a motor paramétereit (cosfi, áramfelvétel, hatásfok, nyomaték) megfelelnek-e az eredeti (gyári) értékeknek.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. AZ ASZINKRON GÉPEK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

Aszinkron gépek felépítése

Az aszinkron gép a forgó gépek családjába tartozik. Két nagy szerkezeti egysége van: az állórész és a forgórész. Az aszinkron gépek lemezelt állórészének hornyaiban leggyakrabban háromfázisú, váltakozóáramú tekercselés található. A forgórész lehet tekercselt és kalickás. A kalickás forgórész tulajdonképpen pácákból áll, melyeket hornyolt vaslemezek fognak össze. Tekercselt forgórész esetén a három fázistekercs egyik végét csillagba kötik, a másik végét egy-egy csúszógyűrűre vezetik ki.



1. ábra. Az aszinkron motor kalickás forgórésze szétszerelt állapotban

Aszinkron gépek működése

A háromfázisú állórész tekercselésre háromfázisú, szinuszos feszültséget kapcsolunk. A tekercsek tengelyei egymástól 120° -os szögre helyezkednek el. Mivel a térben elolt tekercsekben fázisban elolt áramokat hajt át a rákapcsolt hálózati feszültség, a gép állórészén egy szinkron fordulatszámmal forgó mágneses mező alakul ki. A mező percenkénti fordulatszáma:

$$n_o = \frac{60 * f_1}{p}$$

összefüggéssel számítható ki, ahol f_1 a hálózati frekvencia, p pedig a póluspárok száma. Ez utóbbi a gép állórészének illetve a tekercselésének a kialakításától függ, leggyakrabban $p=1,2,3,4$ póluspárú motorokkal találkozhatunk. A nagyobb póluspárszám viszonylag ritka.

Az állórészben és a forgórészben feszültség indukálódik. Az állórész indukált feszültsége egyensúlyt tart a hálózati feszültséggel, és a két feszültség különbsége hozza létre az állórész áramát. A forgórész indukált feszültségének hatására a forgórészben áram indul meg. Az általa létesített mágneses mező és az állórész mágneses mezejének kölcsönhatásaképpen a forgórész elmozdul, forogni kezd a forgó mező irányába. Ez Lenz törvényének értelmében is belátható, miszerint az indukált feszültség által hajtott áram mágneses hatásával az indukciót kiváltó okot akadályozza. Itt a forgó mező forgása a kiváltó ok, ha a forgórész a mező után halad, az indukált feszültség csökken. A forgórész a mező szinkron fordulatszámát nem érheti el, hiszen ezzel megszűnne a forgást kiváltó feszültségindukció.

A forgó mező és a forgórész közötti lemaradás mérőszáma a szlip, amelyet %-ban adunk meg.

$$s = \frac{n_o - n}{n_o} * 100,$$

átlagos mértéke névlegesen terhelt motor esetében 3–7 %. A képletben n_0 a szinkron mező, n pedig a tengely fordulatszáma percenként. A motor indulásakor a szlip 100%, ami a felfutás során csökken. A forgórészben indukált feszültség frekvenciája $f_2 = s * f_1$.



2. ábra. A rövidrezárt forgórészű aszinkron motor

Az aszinkron gépek veszteségei:

A bevezetett P_1 nagyságú teljesítmény a következő összetevőkre bontható :

- az állórészen hővé alakuló tekercsveszteség (P_{t1})
- a forgó mágneses mező által az állórészben létrehozott vasvesztés (P_{vas})
- a forgórész tekercsvesztesége (P_{t2})
- a tengelyen levehető hasznos teljesítmény (P_h)
- a csapágy-és légsúrlódás okozta járulékos veszteség (P_j)
- Ennek megfelelően a következő teljesítménysort írhatjuk fel :

$$P_1 = P_h + P_j + P_{t2} + P_{t1} + P_{vas}$$

A P_h és a P_j összege a mechanikai teljesítmény, a P_{mech} és P_{t2} összege pedig az ún. légrésteljesítmény. (P_l)

Az aszinkron motor nyomatéka :

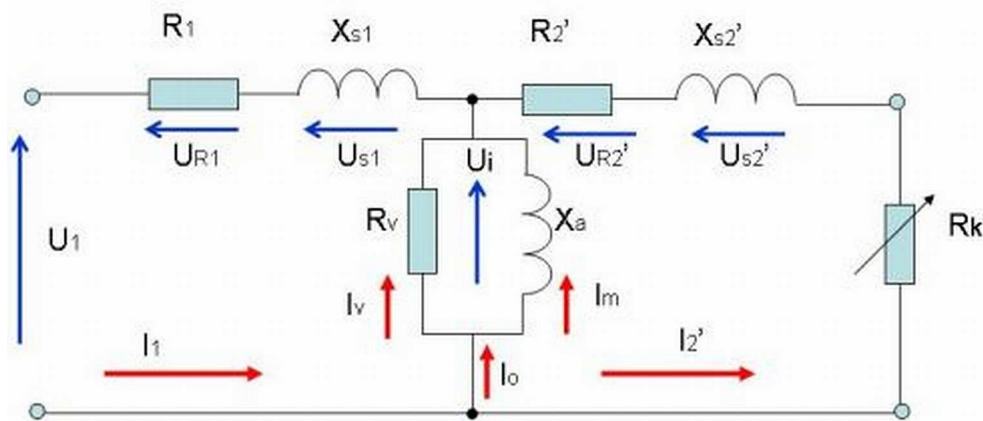
$$M_{mech} = \frac{P_{mech}}{\omega}, \text{ ahol } \omega = \frac{2 * \pi * n}{60}$$

A P_{mech} meghatározható még a következőkből is :

$$P_{mech} = P_l * (1 - s)$$

2. AZ ASZINKRON GÉPEK HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁSA ÉS A KÖRDIAGRAM

Az aszinkron gép tulajdonképpen egy nagy légrésű transzformátor. A transzformátornál tanultak alapján az aszinkron gépnek is fel lehet rajzolni a helyettesítő kapcsolását.



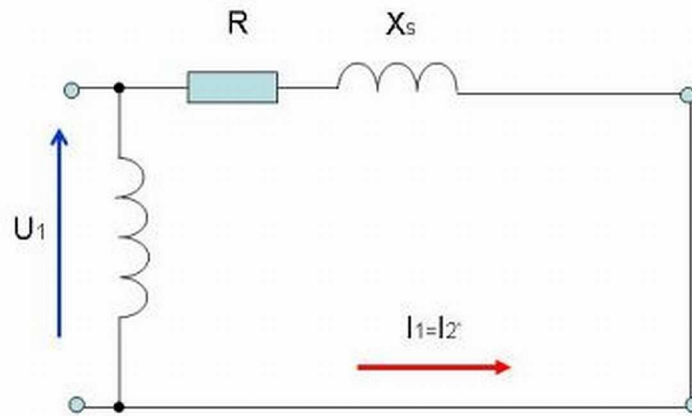
3. ábra. Az aszinkron motor helyettesítő kapcsolása

Mint látható, a kapcsolatban a terhelést egy, a szlipről függő ellenállás modellezi, aminek a meghatározása $R_k' = R_2' \cdot \frac{1-s}{s}$

Tehát induláskor, amikor a szlip értéke 1, R_k' értéke nulla, a szekunder oldal rövidzársban van. Ez magyarázza az aszinkron motorok nagy rövidzársi áramát. A névleges terhelési tartományban a szlip értéke sokkal kisebb, mint 1, ezért a motor áramfelvétele csökken.

Az egyszerűsített helyettesítő kapcsolat és a kördiagram

Az egyszerűsített helyettesítő kapcsolat a transzformátorhoz hasonlóan az aszinkron motorra is felrajzolható :



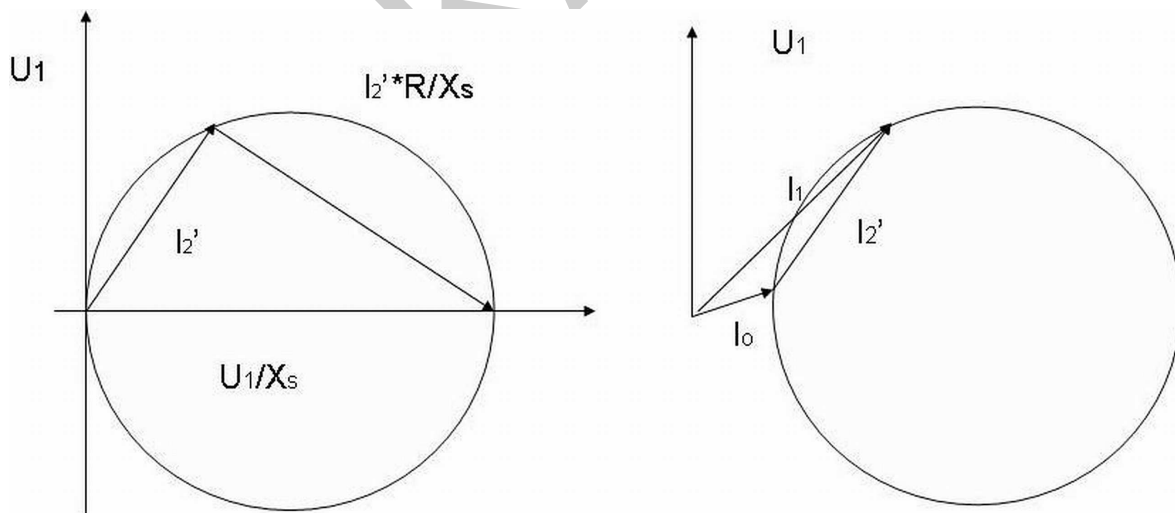
4. ábra. Az egyszerűsített helyettesítő kapcsolás

$R = R_1 + \frac{R_2'}{s}$, illetve $X_s = X_{s1} + X_{s2}'$. Az ábra alapján a következő egyenlet írható fel :

$U_1 = I_2' * X_s + I_2' * R$, Ha mindkét oldalt elosztjuk X_s -el: $\frac{U_1}{X_s} = I_2' + \frac{I_2' * R}{X_s}$. Ennek az

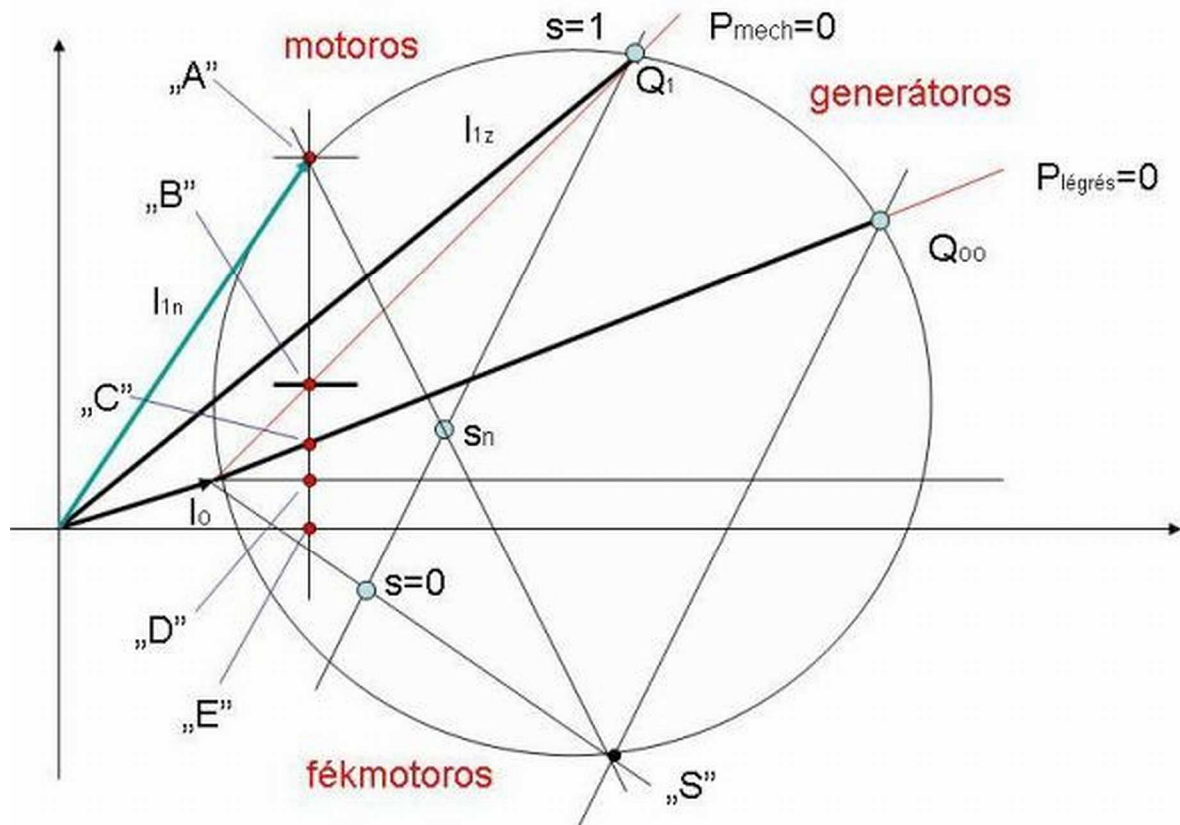
egyenletnek megfelelő vektorábráról könnyen belátható, hogy az U_1/X_s mennyiség U_1 -hez képest 90° -al késik, $I_2' * R/X_s$ mennyiség pedig I_2' -höz képest 90° -ot. I_2' fi szöggel késik U_1 -hez képest. I_2' vektor végpontja tehát egy körön mozog a Thalész-tétel szerint. Mivel $I_1 = I_2' + I_0$, ezért elmondható, hogy I_1 is egy körön fog mozogni.

Az aszinkron motor kördiagramja tehát az állórész áramvektor végpontjának mértani helye különböző terhelési állapotokban.



5. ábra. A kördiagram származtatása

Nézzük most egy aszinkron gép teljes kördiagramját . Az ábrában megtalálható a szlipskála, illetve a gép valamely I_1 áramához tarozó ún . teljesítménymetszések is.



6. ábra. A kördiagram és metszékei

A kördiagram felrajzolása történhet 2, ill 3 pontból történhet .A felrajolás lépéseit itt nem ismertetjük. A kördiagram metszékeinek segítségével az aszinkron motor legfontosabb jellemzői megállapíthatóak.

Az AE hosszúság arányos a befektetett teljesítménnyel:

$$P_{be} = 3 * U_f * AE * l, \text{ ahol "l" a lépték, AE pedig az "A" és "E" pontok távolsága cm-ben}$$

Az AB hosszúság arányos a mechanikai teljesítménnyel:

$$P_{mech} = 3 * U_f * AB * l, \text{ ahol "l" a lépték, AB pedig az "A" és "B" pontok távolsága cm-ben}$$

A BC hosszúság arányos a szekunder tekercsveszteséggel :

$$P_{t2} = 3 * U_f * BC * l, \text{ ahol "l" a lépték, BC pedig az "B" és "C" pontok távolsága cm-ben}$$

A CD hosszúság arányos a primer tekercsveszteséggel :

$$P_{t1} = 3 * U_f * CD * l, \text{ ahol "l" a lépték, CD pedig az "C" és "D" pontok távolsága cm-ben}$$

A DE hosszúság arányos a vasvesztéssel :

$$P_{vas} = 3 * U_f * DE * l, \text{ ahol "l" a lépték, DE pedig az "D" és "E" pontok távolsága cm-ben}$$

Az AC hosszúság arányos a légrésteljesítménnyel :

$P_l = 3 * U_f * AC * l$, ahol "l" a lépték, AC pedig az "A" és "C" pontok távolsága cm-ben

Meghatározható a motor névleges terheléséhez tartozó hatásfok:

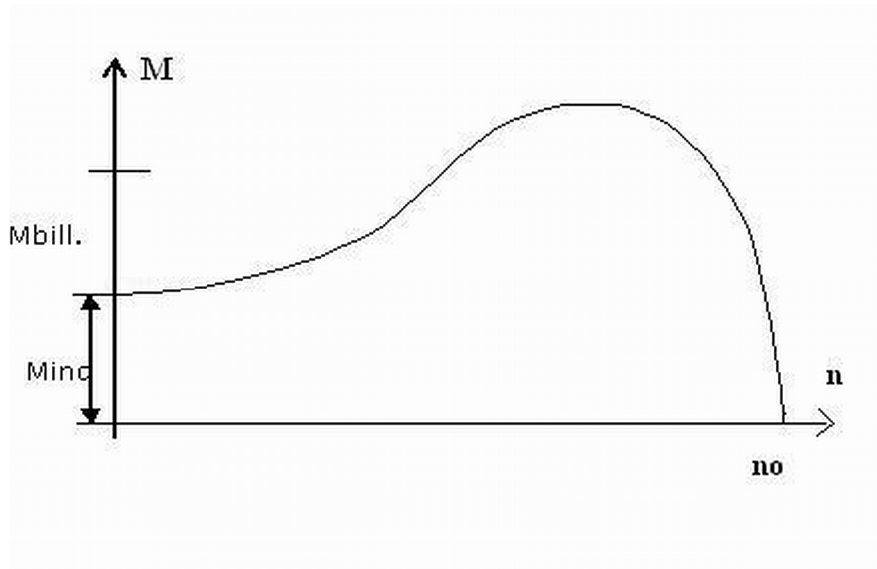
$$\eta = \frac{P_{mech}}{P_{be}}$$

A kördiagramot a mérések alapján a rövidzárási és az üresjárási pontból rajzoljuk fel, közelítő módszerrel. Ez azt jelenti, hogy a fenti két pontból a szükséges harmadik pontot úgy kapjuk, hogy az I_0 végpontjából húzunk egy függőlegest. Ahol ez metszi a zárlati áram vektorát, ott lesz a kör harmadik pontja. A $\cos\phi$ és a szlip skála a tanult módon kerül megrajzolásra. A kördiagramon jól elkülöníthető az aszinkron gép három üzemiállapota :

- Motoros üzemiállapot, (a szlip 1-nél kisebb): Q_0 ponttól Q_1 pontig tart.
- Fékmotoros üzemiállapot (a szlip 1-nél nagyobb) Q_z ponttól Q_{00} pontig tart.
- Generátoros üzemiállapot (a szlip negatív) Q_{00} ponttól a Q_0 -ig tart.

4. AZ ASZINKRON MOTOROK ÜZEMI JELLEMZŐI:

A kalickás forgórészű aszinkron motor M - n jelleggörbéje a kördiagramból megszerkeszthető :



7. ábra. A kalickás forgórészű aszinkron motor M - n jelleggörbéje

A fenti ábráról leolvasható, hogy az aszinkron motorok indulási nyomatéka nem nagy, ugyanakkor a kördiagram alapján I_z vektor tulajdonképpen az aszinkron motor indulási pillanatában fennálló áramerősség. Az induláskor fellépő áramlökés a névleges áram 4 –8-szorosa is lehet.

Aszinkron motorok fordulatszámának változtatása

Az aszinkron motorok működési elvénél láttuk, hogy a motor fordulatszámát a szinkron forgó mező fordulatszáma határozza meg. Ez a szinkron mező n_0 fordulatszámát meghatározó képletből láthatóan két módon lehetséges :

- a hálózati frekvencia változtatásával
- a póluspárok számának változtatásával.

A hálózati frekvencia változtatás előnye, hogy a frekvencia tág határok között folyamatosan változtatható. Ma már olyan mikroprocesszor által vezérelt frekvencia-átalakító berendezések vannak forgalomban, amelyek a frekvencia változtatásán kívül számos hajtástechnikai jellemzőt is befolyásolnak (pl. fékezés, szlip kompenzálása, stb.). Hátránya, hogy drága készülék, és a kimeneti jel alakja a szinuszosztól jelentősen eltér. A póluspárok változtatása (az ún. Dahlander motor) olcsóbb, de probléma az, hogy a motor fordulatszáma csak 1:2 arányban változtatható. A fenti problémák tehát az olcsó, megbízható, egyszerű szerkezetű kalickás aszinkron motorok felhasználhatóságát hátrányosan befolyásolják.

A kalickás forgórészű aszinkron gépek indítási módjai és legfontosabb indítási jellemzői:

- közvetlen indítás (nagy áram, kicsi indító nyomaték)
- Y/D indítás (Csillagban elindítjuk a motort, majd kézzel vagy időrelével a felfutás után átkapcsoljuk deltába az állórész tekercseket. Hátránya, hogy a csillagkapcsolás miatt $1/3$ -ad lesz az indító nyomaték ahhoz képest, ha közvetlenül deltában indítanánk a motort. Előnye viszont az, hogy az indítási áram is $1/3$ -ad lesz! Csak olyan motorok esetében alkalmazhatók, melyek tekercsei a vonali feszültségre vannak méretezve!)
- Frekvenciaváltón, lágýindítón keresztül történő indítás (nagyon jó megoldás, bár viszonylag drága)
- Transzformátoron, vagy ellenálláson keresztül történő közvetett indítás. (Ma már ritkán használatos, drága megoldás. Az indítási áram ugyan jelentősen csökkenthető, de az indítási nyomaték igen nagy mértékben csökken.)

5. CSÚSZÓGYŰRŰS ASZINKRON MOTOROK

A kalickás motor indítási árama nagy, indítási nyomatéka kicsi, fordulatszámának változtatása nehézkes. Mindezekre a problémákra megoldást jelenthet a tekercselt forgórészű aszinkron motorok alkalmazása, melyeket csúszógyűrűs aszinkron motorként ismer a szakirodalom. A csúszógyűrűs aszinkron motorok úgy alakultak ki, hogy kézenfekvőnek látszott az a megoldás, mely szerint a nagy indítási áram korlátozható úgy, hogy az indítási periódusban a forgórész körbe ohmos ellenállást kötünk. Ezzel már nem nulla az R_k' értéke indításkor, és ha a motor kis árammal elindult, a külső ellenállás kiiktatható. A külső ellenállás a szekunder áramot korlátozza. A motor fogórésze tehát háromfázisú tekercselés, amelynek egyik vége csillagba van kötve, a másik pedig egy-egy csúszógyűrűre van kivezetve.

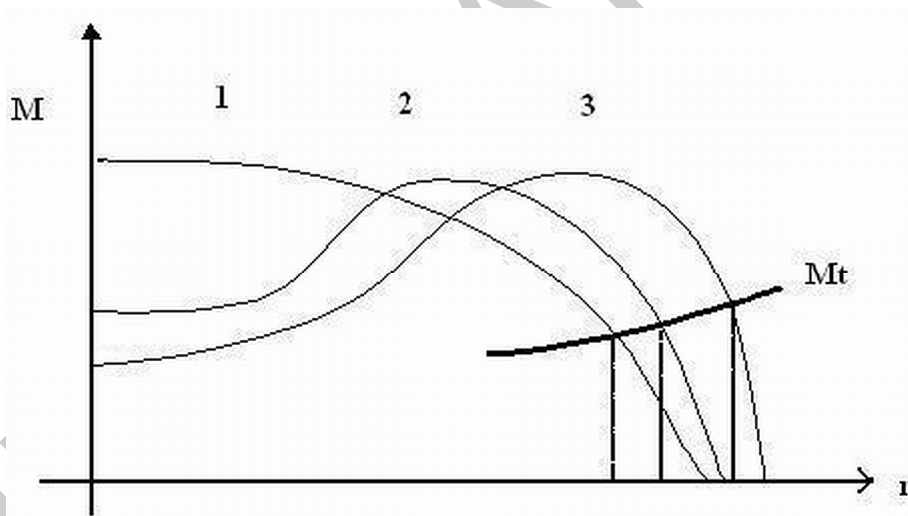


8. ábra. A csúszógyűrűs aszinkron motor



9. ábra. Egy régi csúszógyűrűs gép forgórészének kivezetései a csúszógyűrűkkel és a szénkefékkel

A csúszógyűrűs motor M - n jelleggörbéje, illetve a terhelés (vastag vonal) görbéje látható a következő ábrán. (Az 1,2,3 számok a motor M - n jelleggörbéit jelzik különböző R_k' ellenállások esetén.)



10. ábra. A csúszógyűrűs gép M - n jelleggörbéi különböző R_k ellenállások esetén

Az 1. görbe olyan motorhoz tartozik, amelynek akkora ellenállást kötöttünk a forgórész körébe, hogy a motor a billenőnyomatékkal indul. A 2. görbe egy ennél kisebb ellenállásra a 3. görbe pedig nulla ohmos külső ellenállásra vonatkozik. (Ilyenkor a csúszógyűrűs gép tulajdonképpen kalickás motornak tekinthető.) Mint látható, a csúszógyűrűs motor indítási nyomatéka megfelelő nagyságú forgórész körbeli ellenállással a billenőnyomaték is lehet, miközben kicsi az indítási áram. A forgórész körébe kötött ellenállással a motor fordulatszámát is befolyásolni lehet, hiszen változatlan terhelőnyomatékhoz rövidezárta forgórész tekercselés mellett nagyobb fordulatszám tartozik, mint akkor, ha a forgórész körébe ellenállást iktatunk.

A csúszógyűrűs motor hátrányai :

- kényes szerkezete miatt gyakori karbantartást igényel
- a beiktatott ellenállás miatt megnő a vesztesége, rossz a hatásfoka
- drága
- nem fordulatszám tartó terhelés megváltozásakor

A csúszógyűrűs aszinkron motor ma már viszonylag ritkán használatos, mert kényes a szerkezete, drága a beszerzése. A frekvencia-váltók térhódítása azt eredményezte, hogy inkább kalickás motorokat használnak olyan helyen is, ahol régebben csúszógyűrűs gép volt beépítve.

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet egy megjavított aszinkron motor paramétereit méréssel igazolni. Az Ön feladata annak eldöntése is, hogy a motor paramétere (cosfi, áramfelvétel, hatásfok, nyomaték) megfelelnek-e az eredeti (gyári) értékeknek.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Az aszinkron motorok műszeres vizsgálatához ki kell választania a célra legmegfelelőbb műszert, és adatait. Ezeket az adatokat egy táblázatban kell rögzíteni. Ennek az a célja, hogy amennyiben a mérést meg akarjuk ismételni, pl. ellenőrzéskor, ugyanazokat a műszereket tudjuk majd felhasználni. Ezt követően minden egyes mérési feladat esetében összeállítjuk a mérési kapcsolást, és a megadott értékeket beállítva leírjuk a műszereket, majd elvégezzük az esetleges számításokat, ábrázoljuk a kért diagramokat.

Első feladat egy adott háromfázisú, csúszógyűrűs motor üresjárási, rövidzárási vizsgálata .

A mérés sorszáma:	Mérési jegyzőkönyv	A mérés kelte:
--------------------------	--------------------	----------------

A mérésnél használt műszerek adatai:

Mérendő			A műszer		
mennyiség	rendszere	gyártója	gyári száma	méréshatára	Skála terjedelme

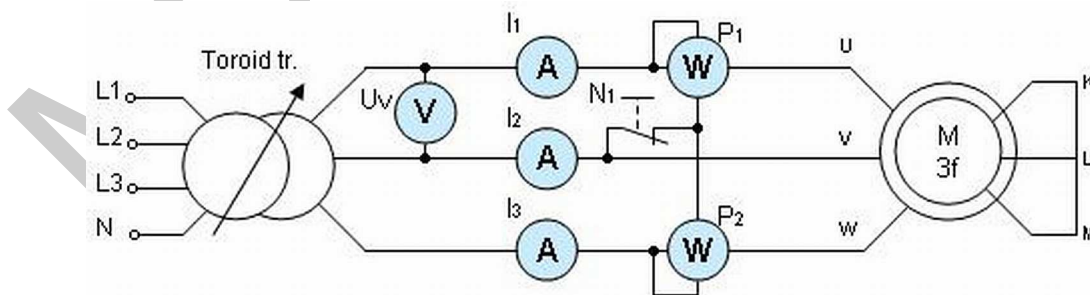
A mért készülék és egyéb eszközök adatai:

- 1. eszköz:
- 2. eszköz:
- 3. eszköz:

A motor adattáblán rögzített adatai:

Névl. teljesítmény (kW)	Névleges feszültség (V)	Névleges áram (A)	Névleges fordulatszám (1/min)	cosfi	Gyártó/gyártási év	Gyártási szám

A mérés kapcsolása:



11. ábra. Háromfázisú aszinkron motor vizsgálata

A méréshez javasolt műszerek adatai:

Rajzjel	Típus	Méréshatár
Uv	HLV-2	600 V
I1, I2, I3, Io,	HLA-2	6 A
PI, PII	GU-3	5 A, 480 V
M 3f		
Toroid tr.		3x0-240V; 9,6 A
N1	NC	6A

Üresjárás mérés

Mérési feladatok:

- Készítse el a kapcsolását a megadott eszközökkel!
- Ellenőrizze az eszközök alaphelyzetét, és azt, hogy nincs-e rögzítve a motor forgórésze !
- Kapcsolja hálózatra az áramkört, majd a toroiddal állítsa be a motor névleges feszültségét!
- A mérési eredményeket az alábbi táblázatban rögzítse!
- A mérés végeztével kapcsolja ki és feszültségmentesítse az áramkört!

Uv	I1	I2	I3	PI	PII
V	A	A	A	W	W

Rövidzárási mérés

Mérési feladatok:

- Rögzítse a motor forgórészét (zárja rövidre a motort)!
- Ellenőrizze az eszközök alaphelyzetét!
- Ismét kapcsolja hálózatra az áramkört, majd a feszültséget növelve állítson be $I_{zcs} = 1,5 \cdot I_n$ áramot!
- A műszereket gyorsan olvassa le, és a mérési eredményeket az alábbi táblázatban rögzítse!

Uv	I1	I2	I3	PI	PII
V	A	A	A	V	V

Az ellenállások mérése:

- Mérje meg az álló- és forgórész tekercseinek ellenállását digitális OHM mérővel!
- A mérési eredményeket az alábbi táblázatban rögzítse!

RU-V	RV-W	RW-U	RK-L	RL-M	RM-K
Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm

Számítások:

Számítsa ki a kördiagram szerkesztéséhez szükséges két pont paramétereit!

Q0 paramétere (10 végpontja)

$$I_{\text{ótlag}} = \frac{1}{3} * (I_{01} + I_{02} + I_{03})$$

$$P_0 = P_1 \pm P_2$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3} * U_v}$$

Qz paramétere (1z végpontja)

$$I_{\text{zcsátlag}} = \frac{1}{3} * (I_{zcs1} + I_{zcs2} + I_{zcs3})$$

$$P_{zcs} = P_1 \pm P_2$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_{zcs}}{\sqrt{3} * U_{vzcs}}$$

(A "CS" indexek a csökkentett értékekre utalnak.)

2. feladat: a mért aszinkron motor kördiagramjának a felrajzolása és a metszések meghatározása

Az alábbiakat kell elvégeznie:

- A mellékelt diagramban szerkessze meg a vizsgált aszinkron motor kördiagramját!
- Számítással határozza meg a Q_∞ pont szerkesztési adatait, és rajzolja be a diagramba!

- Az 1. feladatban meg kellett mérnie az állórész és a forgórész ellenállását. Most ki kell töltenie az alábbi adatokat! $R_1 = 0,5 * (\frac{R_{u-v} + R_{v-w} + R_{w-u}}{3})$. (Miótan a motor állórésze csillagkapcsolású, az R_1 értéke a három mérés számtani átlagának a fele, ugyanis két végpont közötti ellenállás mérésekor a két tekercs soros eredő ellenállását mérjük.) Forgórész-ellenállás mérésénél a csúszógyűrűk között mért ellenállás átlagát szintén 2-vel kell elosztania! $R_2 = 0,5 * (\frac{R_{K-L} + R_{L-M} + R_{M-K}}{3})$. Az a (áttétel) értékét a motor adattáblájáról olvassa le!

$R_1 =$

$R_2 =$

$a =$

$R_2' = R_2 * a^2 =$

- Szerkessze meg a $P_{mech} = 0$ és az $M = 0$ vonalakat!
- Rajzolja be a névleges áramhoz tartozó teljesítmény-metszékeket, majd azok alapján határozza meg az alábbi teljesítményeket és a hatásfokot!

$P_{felvett} =$

$P_{mechanikai} =$

$P_{légrés} =$

$\eta =$

(a számítások során az információtartalomnál megadott képletekkel dolgozzon !)

- Szerkessze meg a slip-skálát és határozza meg a névleges áramhoz tartozó slipet, majd számítsa ki a névleges fordulatszámot!

$n_n =$

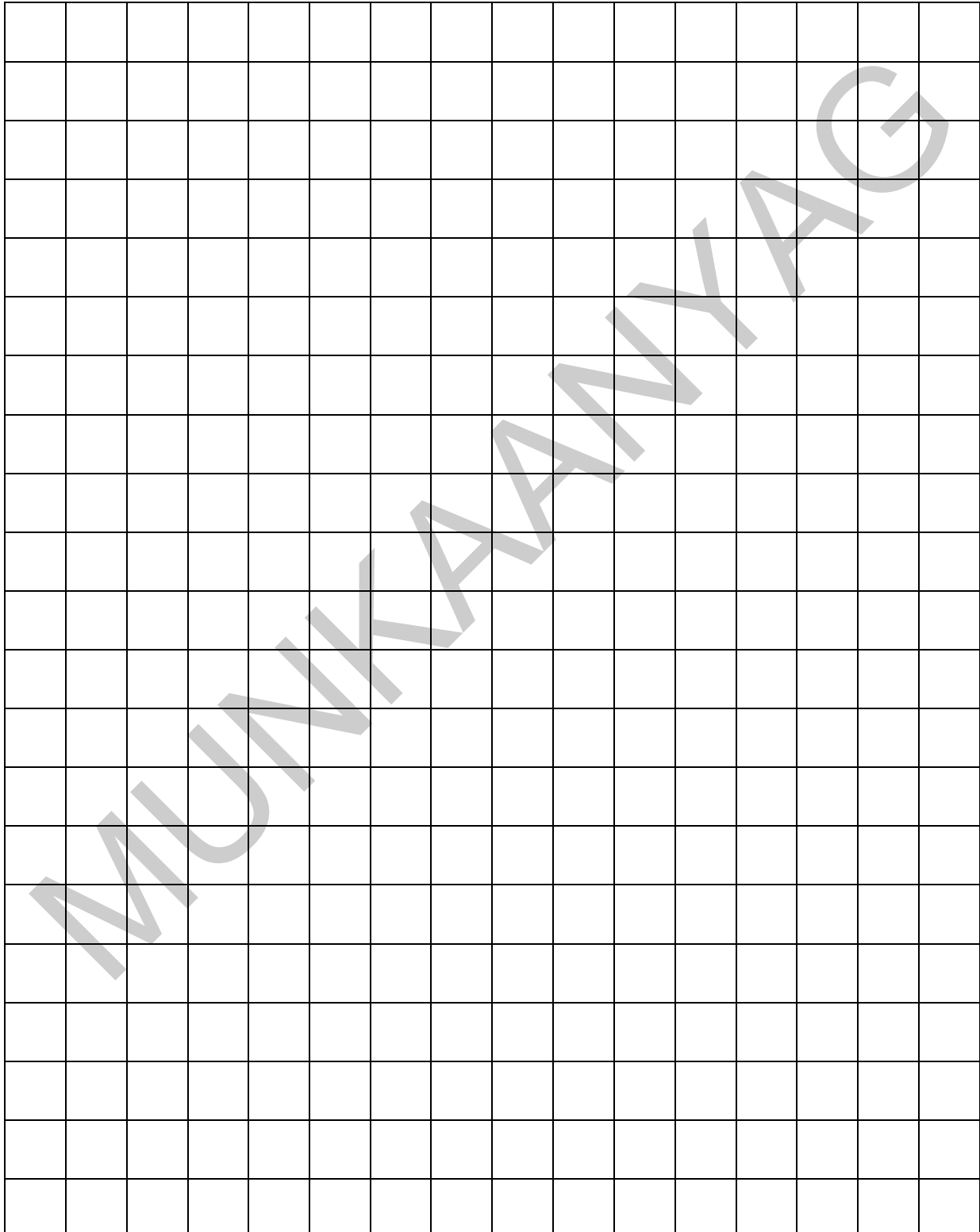
- Szerkesztéssel határozza meg a névleges teljesítménytényezőt ($\cos\phi_n$)!

$\cos\phi_n =$

- A P_{mech} , $\cos\phi_n$, n_n , Ön által meghatározott értékeket írja be az alábbi táblázatba, és hasonlítsa össze a gép eredeti adataival. Milyen eltérést tapasztal? Mi lehet az eltérés oka?

Névl. teljesítmény (kW)	Névleges feszültség (V)	Névleges áram (A)	Névleges fordulatszám (1/min)	cosφ	Gyártó/gyártási év	Gyártási szám

A kördiagram:



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Harmadik feladatként egy csúszógyűrűs aszinkron motor M-n jellegörbáját kell felvennie, illetve meghatározni az üresjárási és a névleges üzemi fordulatszámot

A mérés sorszáma:	Mérési jegyzőkönyv	A mérés kelte:
--------------------------	--------------------	----------------

A mérésnél használt műszerek adatai:

Mérendő			A műszer		
menyiség	rendszere	gyártója	gyári száma	méréshatára	Skála terjedelme

A mért készülék és egyéb eszközök adatai:

1. eszköz:

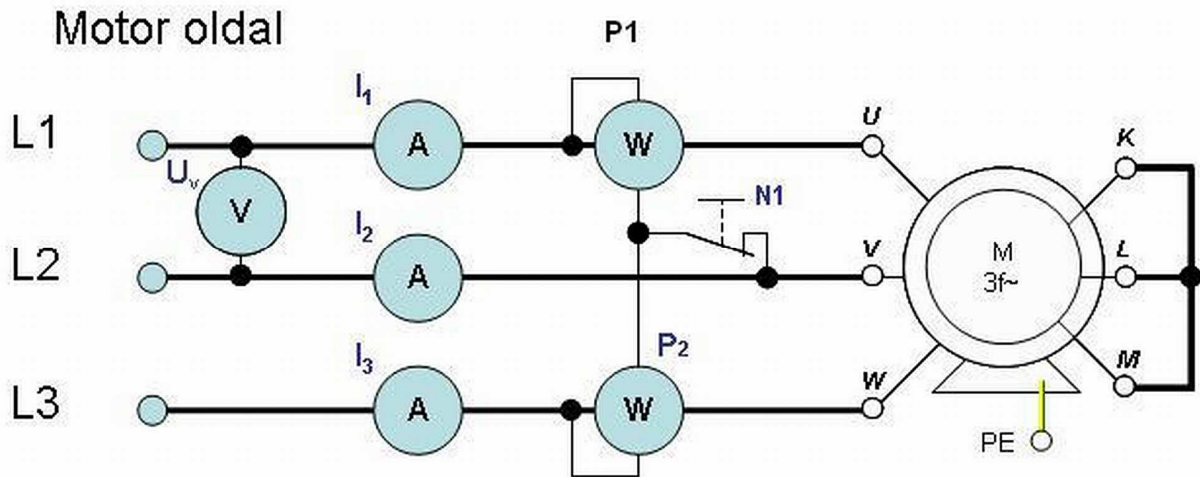
2. eszköz:

3. eszköz:

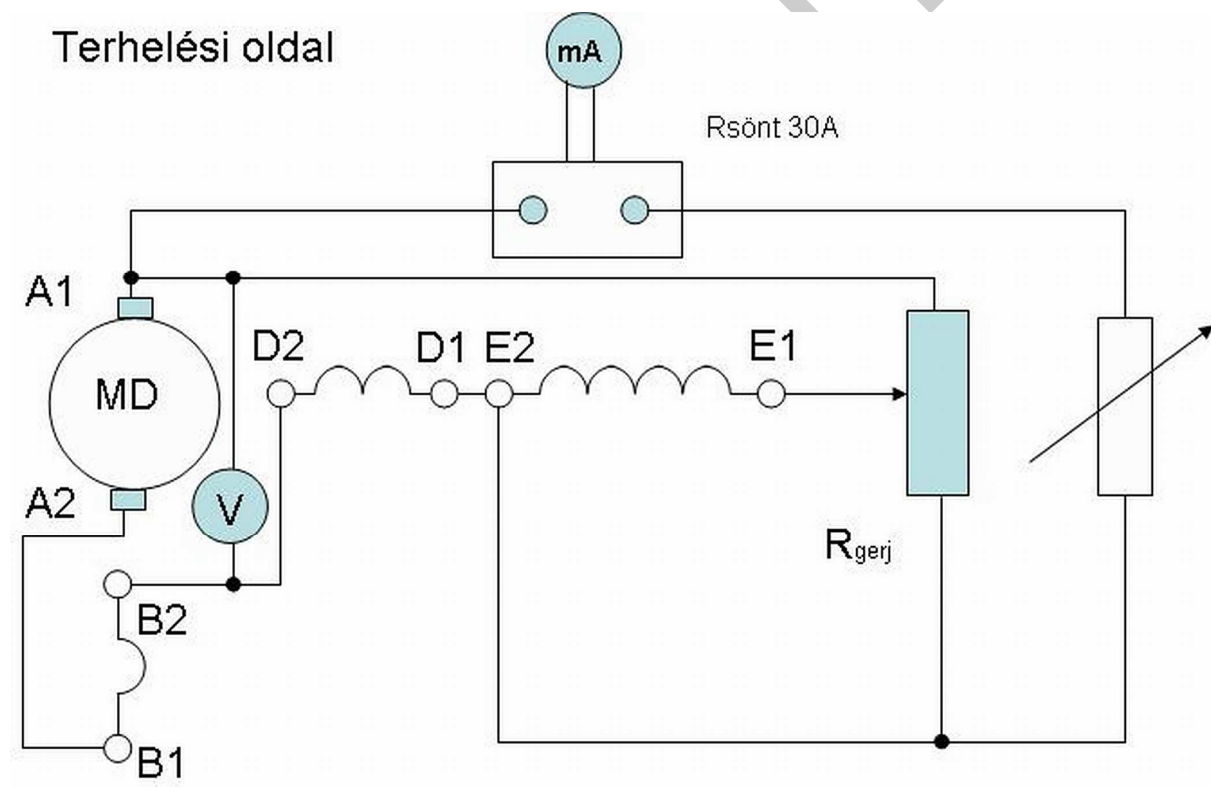
A motor adattáblán rögzített adatai:

Névl. teljesítmény (kW)	Névleges feszültség (V)	Névleges áram (A)	Névleges fordulatszám (1/min)	cosfi	Gyártó/gyártási év	Gyártási szám

A mérés kapcsolása:



12. ábra. Kapcsolási rajz az aszinkron gép M-n jellegörbe vizsgálatához



13. ábra. Az aszinkron motor M-n jellegörbe felvételéhez tartozó terhelés kapcsolása

A méréshez javasolt műszerek adatai:

Rajzjel	Típus	Méréshatár
U _v	HLV-2	600 V

$I_1, I_2, I_3,$	HLA-2	6 A
PI, PII	GU-3	5 A, 480 V
U_{gen}	HDV-2	600 V
I_{gen}	HDA-2	6 A

A méréshez egy aszinkron motorból és egy egyenáramú generátorból álló gépcsoportra van szükség. Az M-n jellegörbe felvételéhez természetesen terhelni kell az aszinkron motort, ehhez pl. a 13. ábrán található vegyes gerjesztésű egyenáramú generátor –mint terhelés– megfelelő. Az "MD" jelölés egy különleges gépet, a mérlegdinamót jelenti. Ez a gép nem csupán generátorként–így terheléskén– funkcionál, hanem a nyomaték mérésére is alkalmas. A gép állórésze ún. bakcsapágyazású, így saját tengelye körül képes bizonyos határok között elfordulni. Ez egyben azt is jelenti, hogy a gép által létesített fékező nyomatékot megmérhetjük, ha a mérlegdinamóra szerelt, ismert hosszúságú kar, és súlyok segítségével a gépet egyensúlyi állapotba hozzuk. (Ez azt jelenti, hogy a gép nyomatéka és az erőkar $M=F \cdot l$ nyomatéka egymással azonos, így az állórész már nem fordul el.). A gépcsoport fordulatszámát tachogenerátorral vagy stroboszkóppal lehet meghatározni. A tachogenerátor olyan kis egyenáramú generátor, melynek kimenő feszültsége egyenesen arányos a fordulatszámmal, és a vizsgálandó géppel együtt forog.

Mérési feladatok:

- állítsa össze a kapcsolást;
- Indítsa el a gépcsoportot az alábbiak szerint:

1. vizsgálja meg a gépek kapocstábláját
2. állítsa az indítóellenállást indulási helyzetbe
3. gerjesztőellenállást olyan állásba hozza, hogy a mérlegdinamó párhuzamos tekercse rövidzárba kerüljön
4. műszerek áramtekercseit induláskor zárja rövidre
5. terhelőellenállást állítsa 0- s helyzetbe
6. kapcsolja be a háromfázisú feszültséget
7. iktassa ki a forgórészközi ellenállást
8. vizsgálja meg azt, hogy a mérlegdinamó felgerjed-e.
9. ha nem gerjed felé úgy álljon le, végezzen az állórészen fáziscserét, és végezze el a 2.)-7.) pontokban foglalt feladatokat
10. vegyen le minden súlyt az erőkarról

- Vegye fel a motor M-n jelleggörbét az alábbiak szerint :

1. a dinamó legerjesztett állapotában kapcsoljon be egy terhelési fokozatot a terhelő ellenálláson
2. gerjessze fel a dinamót;
3. a dinamó erőkarjára tegyen 0.5 kg súlyt ($l=0.5m$) majd minden további mérési pontnál plusz 0.5 kg-ot !)

4. a gerjesztőellenállást addig szabályozza, míg a dinamón középhelyzet nem áll be
5. olvassa le a súly nagyságát ,és a műszereket
6. a legnagyobb terhelőáramig végezze el az fenti műveleteket;

A mért értékek táblázata:

IL -1	IL -2	IL - 3	P 1	P 2	U v	U gen.	I gen	n

Számítási feladatok:határozza meg minden mérési pontban a cosfi értékét (P_{3f}/S_{3f})

P_{3f}				
S_{3f}				
P_{din}				
Hatásfok				

A szükséges összefüggések:

$$P_{3f} = P_1 \pm P_2$$

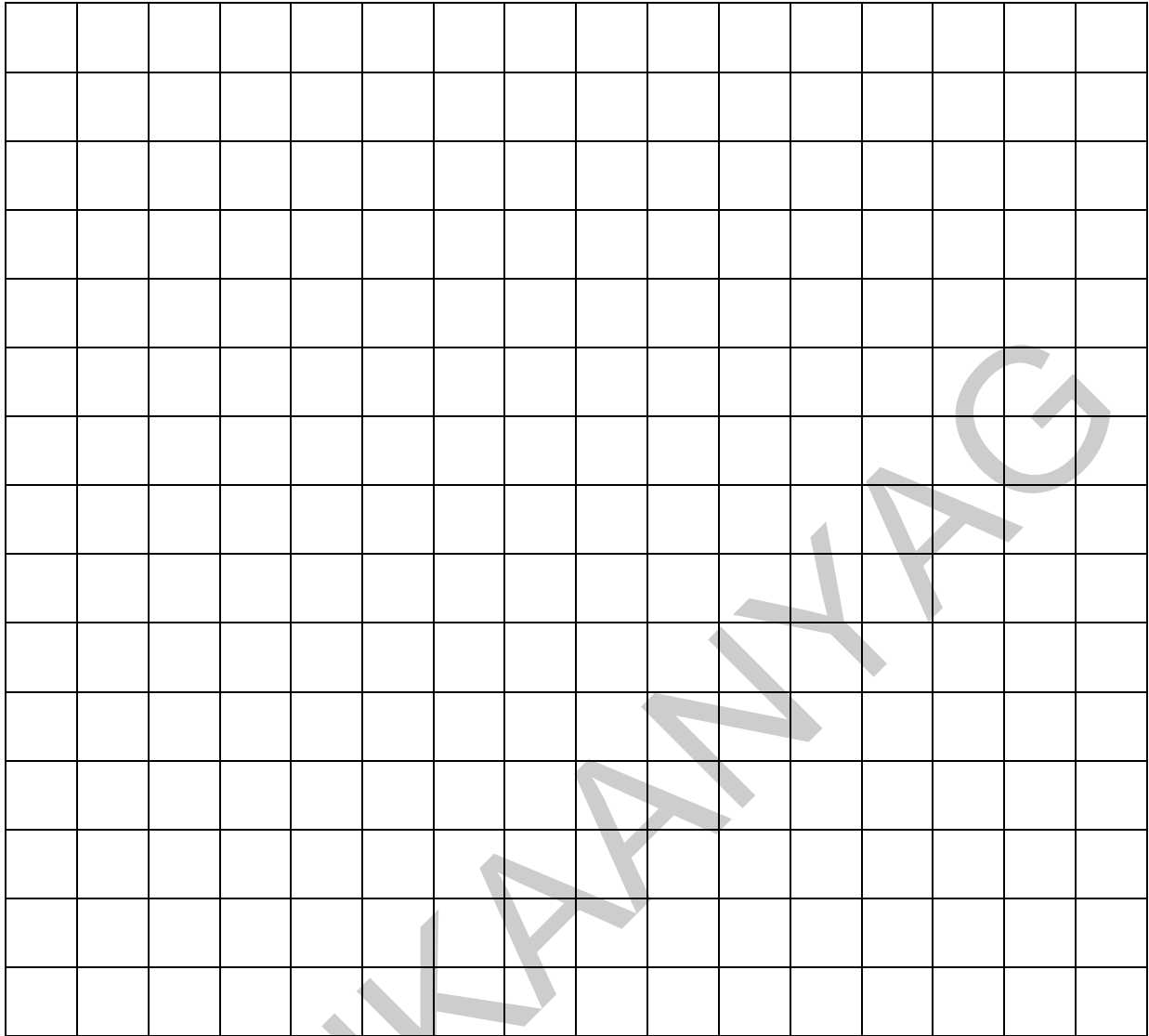
$$S_{3f} = \sqrt{3} * U_v * I_{át}$$

$$P_{din} = U_g * I_{gen} , \text{ ahol } U_g \text{ és } I_{gen} \text{ az egyenáramú generátor feszültsége ill. árama.}$$

$$\eta = \frac{P_{din}}{P_{3f}}$$

Természetesen a hatásfok számítása nem pontos, hiszen a gépcsoportnak van vesztesége is.

Rajzolja fel a mért M-n jellegörbét ! Tüntesse fel az üresjárási fordulatszámot !



FELADATOK

Önállóan válaszoljon az alábbi kérdésekre!

1. Az aszinkron gép általános jellemzői, kördiagram és használata

1.1. Rajzolja le az aszinkron motorok helyettesítő kapcsolásait, nevezze meg részeit!



1.2. Az egyszerűsített helyettesítő kapcsolás alapján bizonyítsa, hogy az aszinkron motor terhelőáramának vektora az összes lehetséges terhelési állapotot figyelembe úgy változik, hogy a végpontja egy köríven mozog!



1.3. Írja le a kördiagram szerkesztésének lépéseit a "kétpont módszer" szerint! A leírásban a fővonalak berajzolása és a szükséges skálák szerkesztése is szerepeljen!

1.4. Milyen módon oszlik meg az aszinkron motor felvett teljesítménye?

1.5. Miért fontos egy motor esetében a kördiagram ismerete:

1.6. Milyen fordulatszám-változtatási módokat ismer, és melyek ezek jellemzői?

1.7. Mi a slip, és miért fontos az ismerete?

1.8. Milyen indítási módokat ismer?

2. Az aszinkron motor üzemi jellemzői

2.1. Milyen előnyei és hátrányai vannak a kalickás forgórészű aszinkron motornak ?

2.2. Milyen előnyei és hátrányai vannak a csúszógyűrűs aszinkron motornak ?

2.3. Mi a mérlegdinamó, és mire lehet használni ?

2.4. Milyen egyszerű módokat ismer a fordulatszám mérésére?

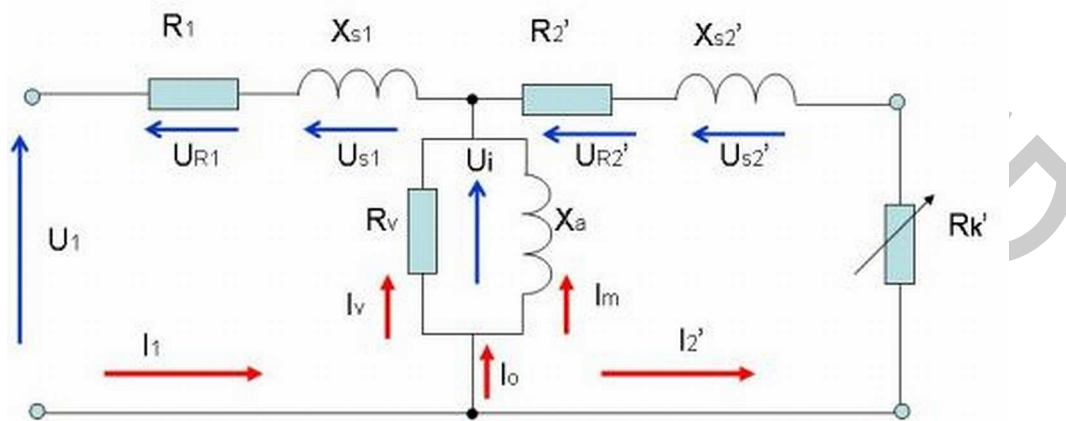
2.5. Milyen esetekben használna csúszógyűrűs aszinkron motort ?

2.6. Az M–n jelleggörbe alapján milyen mértékben és hogyan változik az aszinkron motor fordulatszáma üzemi tartományban a terhelés hatására?

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. 1 feladat

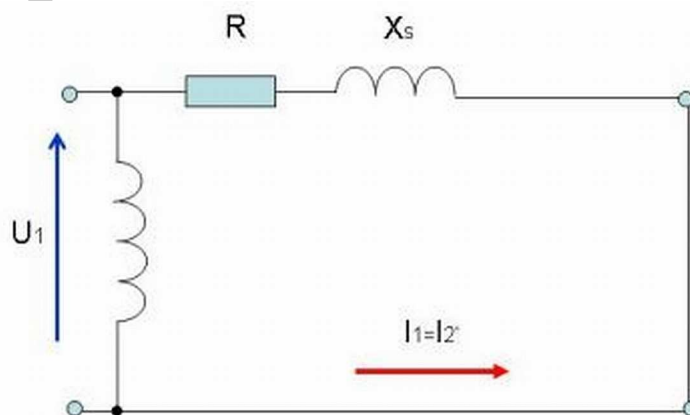


14. ábra. Az aszinkron gép helyettesítő kapcsolása

Részei:

- R_1 - a primer tekercs ohmos ellenállása
- R_2' - a szekunder tekercs redukált ohmos ellenállása
- X_{s1} - a primer tekercs szórását jelképező rektancia
- X_{s2}' - a szekunder tekercs szórását jelképező rektancia redukált értéke
- $R_{k'}$ - a terhelést jelképező ellenállás
- R_v - a vasvesztéget jelképező ellenállás
- X_a - a motor ideális tekercse

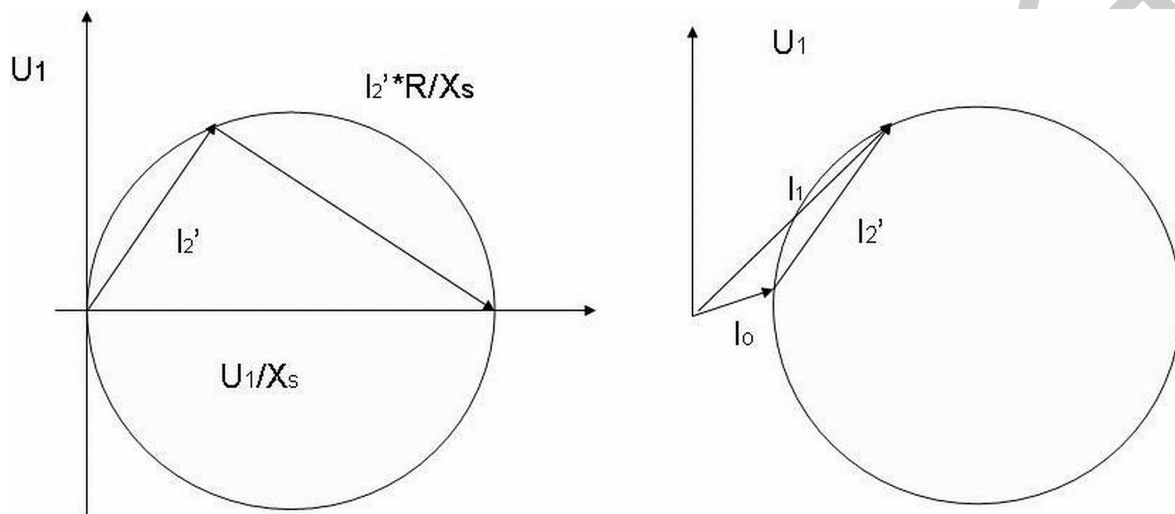
1.2 feladat



15. ábra. Az aszinkron motor egyszerűsített helyettesítő kapcsolása

$R = R_1 + \frac{R_2'}{s}$, illetve $X_s = X_{s1} + X_{s2}'$. Az ábra alapján a következő egyenlet írható fel :

$U_1 = I_2' * X_s + I_2' * R$, Ha mindkét oldalt elosztjuk X_s -el: $\frac{U_1}{X_s} = I_2' + \frac{I_2' * R}{X_s}$. Ennek az egyenletnek megfelelő vektorábráról könnyen belátható, hogy az U_1/X_s mennyiség U_1 -hez képest 90° -al késik, $I_2' * R/X_s$ mennyiség pedig I_2' -höz képest 90° -ot. I_2' fi szöggel késik U_1 -hez képest. I_2' vektor végpontja tehát egy körön mozog a Thalész -tétel szerint. Mivel $I_1 = I_2' + I_0$, ezért elmondható, hogy I_1 is egy körön fog mozogni.



16. ábra. A kördiagram származtatása

Az aszinkron motor kördiagramja tehát az állórész áramvektor végpontjának mértani helye különböző terhelési állapotokban.

1.3. feladat

- Koordináta-rendszer felrajzolása
- Lépték választása
- Cosfi skála szerkesztése
- I_0 vektor berajzolása
- I_2 vektor berajzolása
- A kör 3. pontjának megszerkesztése (I_0 vektor végpontjából húzott függőleges, és I_2 vektorának metszéspontja)
- A kör középpontjának szerkesztése
- Szlipskála szerkesztése sorozópont segítségével. (a sorozópontot és I_0 vektort összekötő pont jelöli ki a skálán az $s=0$, a sorozópontot és a zárlati vektor végpontját összekötő egyenes pedig az $s=1$ pontot.
- $P_{\text{mech}}=0$ és $P_1=0$ vonal berajzolása
- Metszékek megállapítása adott áramvektorhoz.

1.4. feladat

$$P_{be} = P_{hasznos} + P_{súrlódási} + P_{t2} + P_{járulékos1} + P_{t1} + P_{vas}$$

Az egyes index az állórészre, a 2-es index a forgórészre vonatkozik. A hasznos teljesítmény a tengelyen levehető teljesítmény.

1.5. feladat

A kördiagram ismeretében megállapítható a motor bármilyen áramához tartozó összes jellemzője. (cosfi, teljesítmények, nyomatékok).

1.6. feladat

Állórész-frekvencia változtatása (jó, de költséges módszer)

Póluspárok számának a változtatása (különleges motort igényel, és csak 1/2 arányú átkapcsolást tesz lehetővé)

Slip változtatása (csak csúszógyűrűs gépeknél lehetséges, de romlik a motor hatásfoka, és a motor nagyobb slipnél nem lesz fordulatszám tartó.)

1.7. feladat

A slip a motor forgórészének %-os lemaradása az állórész forgó mezejéhez képest.

Ismerete többek között azért fontos, hogy meghatározzuk a tengely (üzemi) fordulatszámát.

1.8. feladat

- Követlen indítás
- Y/D indítás
- Transzformátoros indítás
- Ellenállásos indítás
- Frekvenciaváltón/lágyindítón keresztül történő indítás

2.1. feladat

A kalickás forgórészű aszinkron motor egyszerű, megbízható szerkezetű, karbantartást nem igényel és üzembiztos. Hátránya a kicsi indítási nyomaték és nagy indítási áram, valamint az, hogy fordulatszáma csak költséges módon (frekvenciaváltó) szabályozható.

2.2. feladat

A csúszógyűrűs motor előnye, hogy nagy nyomatékkal és kis árammal indul megfelelően méretezett forgórészközi ellenállások esetén. Alkalmas a fordulatszám egyszerű módon történő szabályozására forgórészközi ellenállás segítségével. Hátránya a gyakori karbantartási igény, bonyolult, drága szerkezet, valamint az, hogy bekötött forgórészközi ellenállással slipet csak komoly hatásfok-romlással lehet szabályozni, és a motor nem lesz fordulatszám-tartó.

2.3. feladat

A mérlegdinamó egy különleges gép mely nem csupán generátorként-így terhelésként-funkcionál, hanem a nyomaték mérésére is alkalmas. A gép állórésze ún. bakcsapágyazású, így saját tengelye körül képes bizonyos határok között elfordulni. Ez egyben azt is jelenti, hogy a gép által létesített fékező nyomatékot megmérhetjük, ha a mérlegdinamóra szerelt, ismert hosszúságú kar, és súlyok segítségével a gépet egyensúlyi állapotba hozzuk. (Ez azt jelenti, hogy a gép nyomatéka és az erőkar $M=F \cdot l$ nyomatéka egymással azonos, így az állórész már nem fordul el.).

2.4. feladat

Fordulatszám mérése legegyszerűbben tachogenerátorral, vagy stroboszkóppal mérhető. A tachogenerátor egy olyan kicsi egyenáramú generátor, melynek kimeneti feszültsége egyenesen arányos a fordulatszámmal, ismert a V/min jellemző. Így ha a mérendő gép tengelyével összekapcsoljuk, és megmérjük a kimeneti feszültségét, a fordulatszám egy egyszerű szorzással kiszámítható. A stroboszkóp egy villanócsöves szerkezet, melynek villogási frekvenciája állítható. Amikor a villogási frekvencia és a tengely fordulatszáma megegyezik, a szemlélő a tengelyt kvázi álló állapotban látja.

2.5. feladat

Egyszerű, hajtástechnikailag nem túl igényes szerkezetekben. Legfőképpen olyan helyeken, ahol a nagy indítási áram komoly problémát jelent a hálózat számára, illetve olyan helyeken, ahol nagy indítási nyomatékra van szükség.

2.6. feladat

Az aszinkron motorok fordulatszáma terhelő nyomaték növekedésekor csökken. A csökkenés mértéke általában nem túl jelentős, tehát olyan esetekben, ahol nincs nagy igény a fordulatszám stabilitására, nem okoz problémát.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Magyar István: Villamos gépek I. Műszaki Könyvkiadó, 1985

AJÁNLOTT IRODALOM

MUNKANYAG

A(z) 0929-06 modul 005-ös szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 522 01 0000 00 00	Erősáramú elektrotechnikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
20 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató