



Hollenczer Lajos

Szinkron gépek vizsgálata



NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Erősáramú mérések végzése

A követelménymodul száma: 0929-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-006-50



MUNKKANYAG

SZINKRON GÉPEK VIZSGÁLATA

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy villamos erőműben dolgozik. Munkahelyére egy erősáramú végzettségű, de olyan kolléga került, akinek e 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 a szinkron gépek működéséről, felépítéséről, általános jellemzőiről.

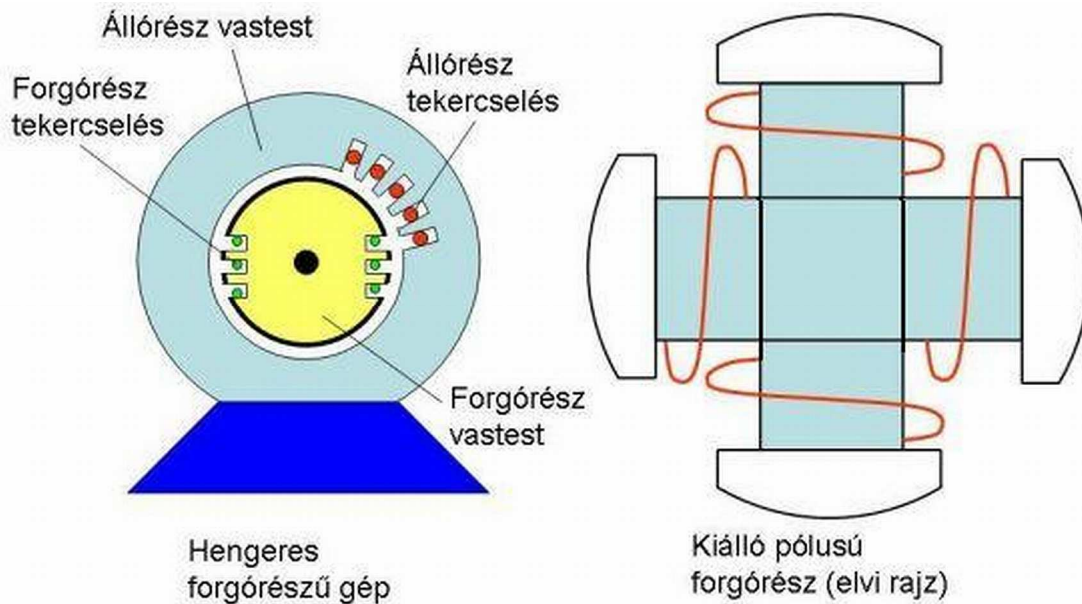
Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet egy szinkron generátort a hálózatra kapcsolni, és legfontosabb jellemzőit megmérni. Fel kell venni a generátor "V" görbéit méréssel.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. A SZINKRON GÉPEK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A szinkron gépek szerkezeti felépítése:

A szinkron gépek lemezelt, háromfázisú tekercseléssel ellátott állórésszel és egyenáramú forgórésszel rendelkeznek. A forgórész lehet lemezelt és tömör. Nagy fordulatszámoknál hengeres, kis fordulatszámoknál kiálló pólusú gépet használnak.



1. ábra. A szinkron gép forgórészének lehetséges kialakításai

Ebből az következik, hogy a hőerőművekben alkalmazott generátorok forgórésze hengeres, míg a vízierőművek kisfordulatszámú generátoraiban alkalmazott forgórész lehet kiálló pólusú is. A fenti ábra elvi rajz, $p=1$ póluspárú hengeres, és $p=2$ póluspárú kiálló pólusú gépeket illetve forgórészt mutat. Az ábrán látható néhány állórész horony és az állórész tekercselésének vezetékai. A szinkron gép működhet motorként és generátorként.

A szinkron generátor működési elve:

Az egyenáramú tekercselésű forgórészre gerjesztést kapcsolva egy álló mágneses mező alakul ki. Ha a forgórészt megforgatjuk, az állórész vezetőiben (az armatúrában) a mozgási indukció következtében feszültség indukálódik. A feszültség frekvenciája a forgatás sebességétől és a pólusok számától függ. Ebből az is következik, hogy a nagyfordulatszámú gépek kevés póluspárúak, a kis fordulatszámú gépek sokpólusúak. Ha a generátor állórészére fogyasztót kapcsolunk, áram indul meg, a gép a tengelyen bevezetett mechanikai energiát villamos energiává alakítja át.

A szinkron motor működési elve:

Ha a motor állórészére háromfázisú váltakozó feszültséget kapcsolunk, az szinkron fordulatszámmal forgó mágneses mezőt hoz létre. Ezt úgy is felfoghatjuk, hogy az állórész mezeje egy szinkron fordulatszámmal forgó mágnes. Ha a forgórész egyenáramú gerjesztését bekapcsoljuk, az állórész mágneses vonzást hoz létre a még álló forgórészre. A gép forgórésze nagy tehetetlenségénél fogva ezt a gyors változást követni nem tudja, így a szinkron motor csak úgy képes forogni, hogy a forgórészt az állórész hálózatra kapcsolása előtt szinkron, vagy közel szinkron fordulatszámmal kell hozni. A szinkron motor alkalmazása elég ritka, ezért a továbbiakban csak a szinkron generátorral foglalkozunk.

Az önálló üzemű szinkron generátor üzemállapotai:

A villamosítás kezdetén a generátorok önállóan üzemeltek, egy-egy körzet fogyasztóit látták el villamos energiával. Ma a generátorok egymással összekapcsolva ún. párhuzamos üzemben működnek, tehát egy generátor üzemi jellemzőit az együttműködő rendszerhez kell beállítani. A generátorok összekötése az országos alaphálózaton, az ún. átviteli hálózaton keresztül történik. Ennek feszültsége 400 kV. A generátorok feszültség szintje ennél jóval kisebb, ahhoz, hogy az átviteli hálózati vezeték feszültségére emeljük, szükség van a generátorok mellett egy nagyteljesítményű transzformátorra is. A transzformátor és a generátor alkot egy blokkot az erőműn belül.



2. ábra. A Tisza II. erőmű szinkron generátora

Ahhoz, hogy a párhuzamosan üzemelő generátorok jellemző tulajdonságait megismerjük, tudnunk kell azt, hogy a generátor hogyan működik önálló üzemben. Az önálló üzemben járó generátor lehetséges üzemállapotai: **üresjárás, tiszta ohmos terhelés, induktív terhelés, kapacitív terhelés.**

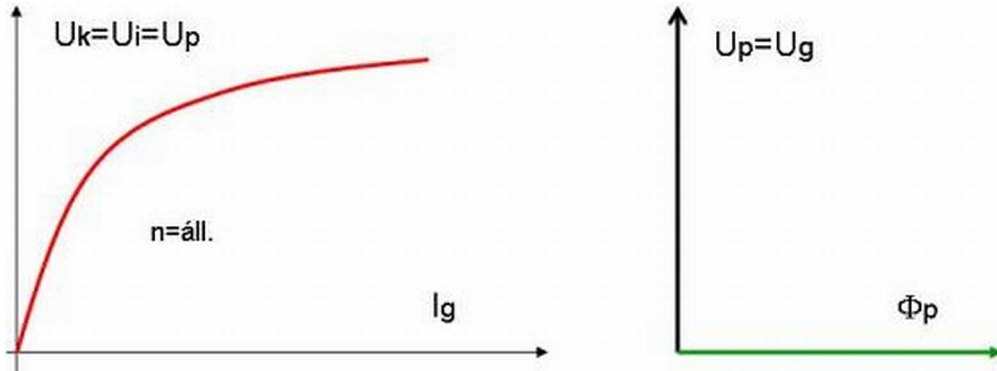
Üresjárás:

Üresen jár a szinkron generátor, ha kapcsaira terhelést nem kapcsolunk, pólusait I_g egyenárammal gerjesztjük, és szinkron fordulatszámmal forgatjuk. A pólusok gerjesztőárama létrehozza az ún. pólusfluxust, amely az állórész tekercselésében a pólusfeszültséget indukálja:

$$U_p = 4,44 * \Phi * f * N * \xi ,$$

1 <http://villany.uw.hu/kepek/068.jpg>

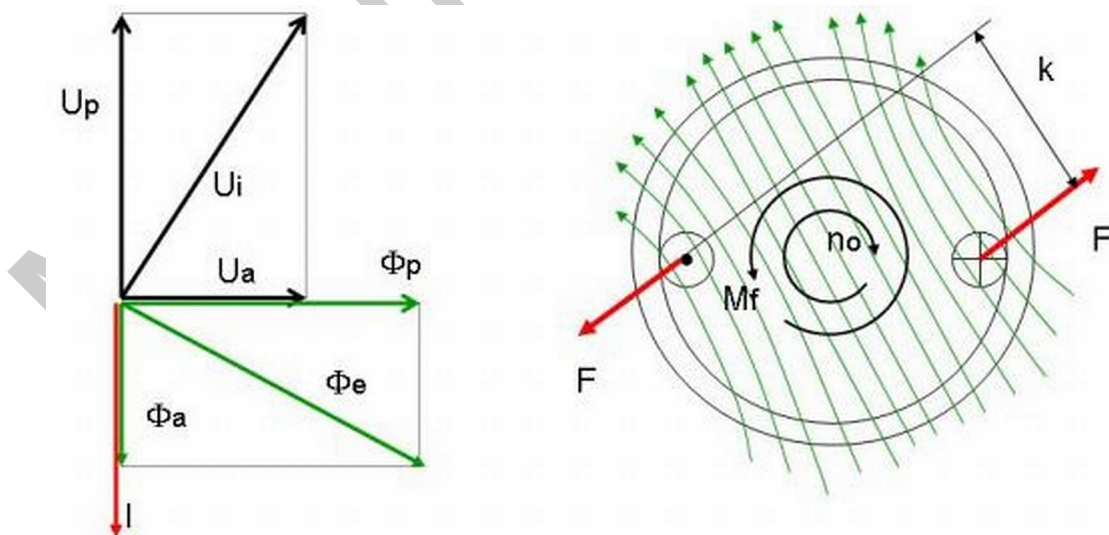
ahol ξ a tekercselési tényező. Felrajzolható a generátor üresjárású jelleggörbéje és a vektorábrája is. Jól megfigyelhető, hogy az üresjárásban indukált feszültség csak egy bizonyos I_g áramig változik lineárisan, azután a görbe ellaposodik. E jelenség magyarázata a vasmag mágneses telítődése.



3. ábra. A szinkron generátor üresjárású jelleggörbéje és a és vektorábrája

Ohmos terhelés

A generátor állórészében tisztán ohmos jellegű áram folyik, s az állórész árama is létrehoz egy mágneses teret, ami az armatúrában feszültséget indukál. Az armatúraáram fluxusa eredőt képez a pólusfluxussal. Az armatúraáram mágneses tere tehát visszahat a forgórész mágneses terére. Ez az armatúra visszahatás. A vektorábra felrajzolásánál a pólusfeszültséghez képest 180° -kal eltolt az armatúra áram vektora, az armatúraáram fluxusa az árammal fázisban van, az armatúrafluxus által az állórészben indukált feszültség az armatúrafluxushoz képest 90° -kal siet.

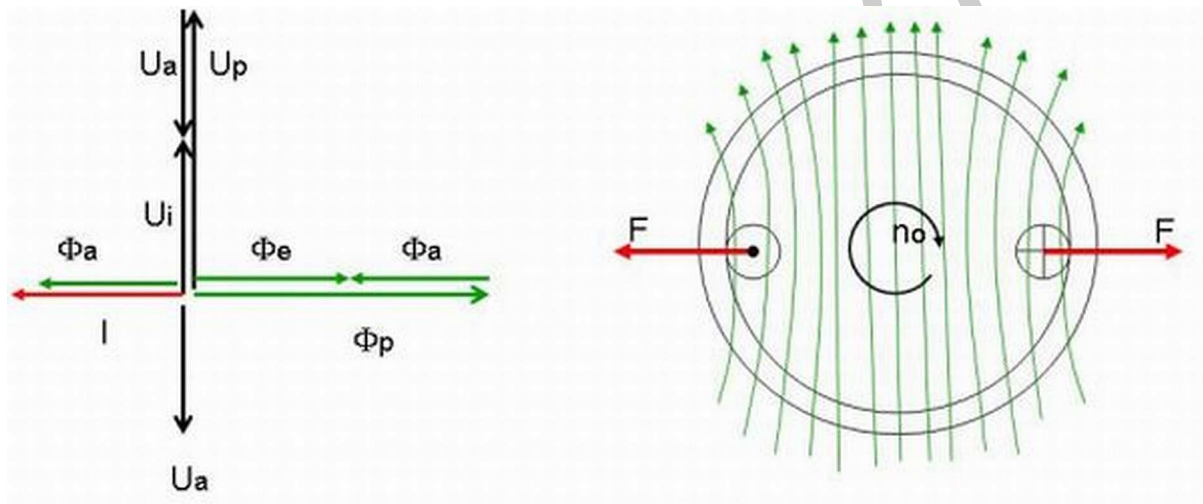


4. ábra. Az armatúra visszahatás ohmos terhelésnél

A vektorábra szerint ohmos terheléskor az indukált feszültség nagyobb lesz, mint a pólusfeszültség. A valóságban a gép mágneses körének telítődése miatt az indukált feszültség kisebb lesz, mint a pólusfeszültség. A feszültség nagyságának a helyreállítása a gerjesztés növelésével történik. A fenti ábrán megrajzoltuk az eredő fluxus indukcióvonalait és a forgórész tekercsét. Figyelembe véve a forgórész gerjesztő áramának irányát, megállapíthatóak a forgórészre ható F erők irányai. A két F erő erőpárt alkot, és a forgással ellentétes M_f fékező nyomatékot hoz létre, mely a gép fordulatszámát és frekvenciáját csökkenteni akarja. A frekvencia állandósága a hajtónyomaték növelésével biztosítható.

Tiszta induktív terhelés:

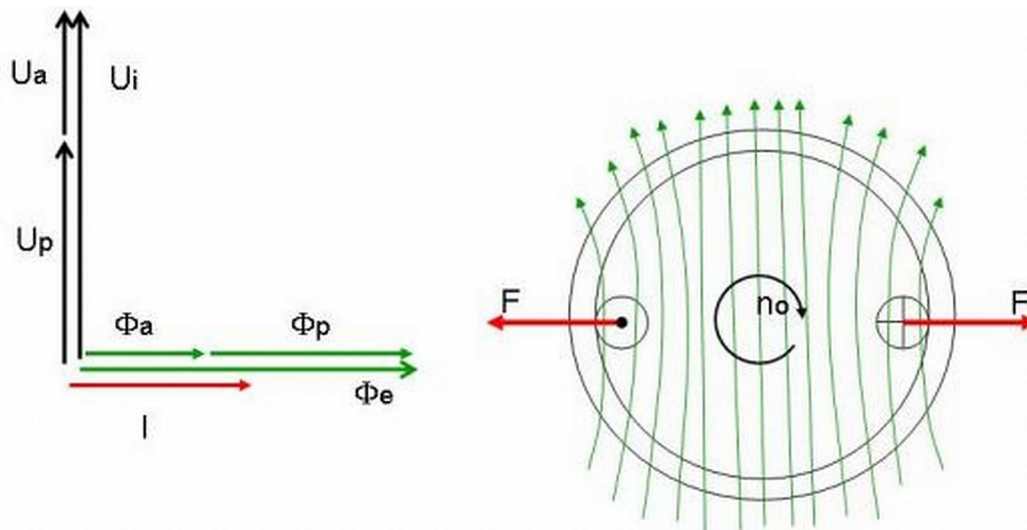
A vektorábra felrajzolásánál ugyanúgy járunk el, mint az előző esetben, azzal a különbséggel, hogy az induktív terhelés árama 90° -kal siet a feszültséghez képest. Amint látható, itt a gép eredő fluxusa csökken, a generátor lemágneseződik.



5. ábra. Armatúra visszahatás induktív terhelésnél

Tiszta kapacitív terhelés:

A felrajzolás lépései megegyeznek az eddigiekkel, de a kapacitív áram a feszültséghez képest 90° -kal késik. Mint látható, a kapacitív terhelés hatására a gép indukált feszültsége emelkedik, a gép felmágneseződik.



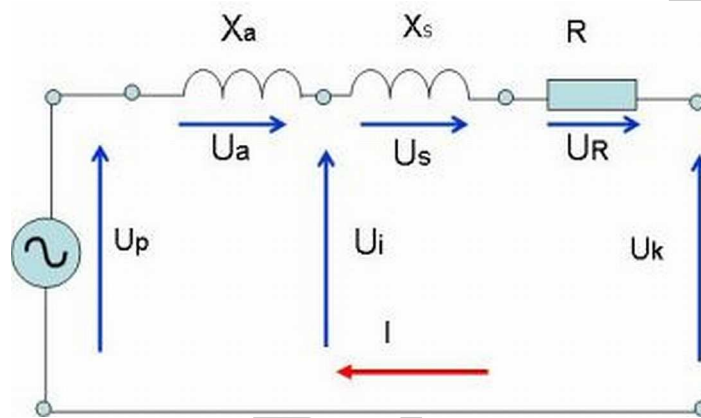
6. ábra. Armatúra visszahatás kapacitív terhelésnél

Összegzés: Ohmos terhelés hatására az önállóan üzemelő szinkron generátor feszültsége csökken, fékezi a hajtó gépet. Ideális induktív terhelés hatására a gép feszültsége jelentősen csökken, de fékező nyomaték nem lép fel. Ideális kapacitív terhelés hatására a gép feszültsége megemelkedik, de fékező nyomaték nem lép fel. Amennyiben a terhelés induktív, vagy kapacitív jellegű (de nem "tisztán" induktív vagy kapacitív), úgy a feszültség csökken, illetve nő, és fékező nyomaték is fellép.

2. A SZINKRON GÉP HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁSA ÉS VEKTORÁBRÁI

A helyettesítő kapcsolás felrajzolásánál a következőket tartjuk szem előtt:

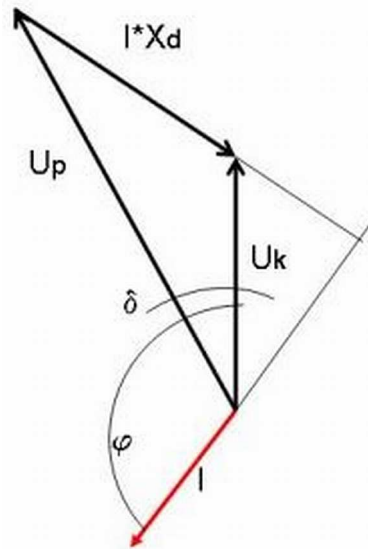
- a tekercselésnek van ohmos ellenállása
- a szórást és az armatúra visszahatást reaktanciával vesszük figyelembe.



7. ábra. A szinkron gép helyettesítő kapcsolása

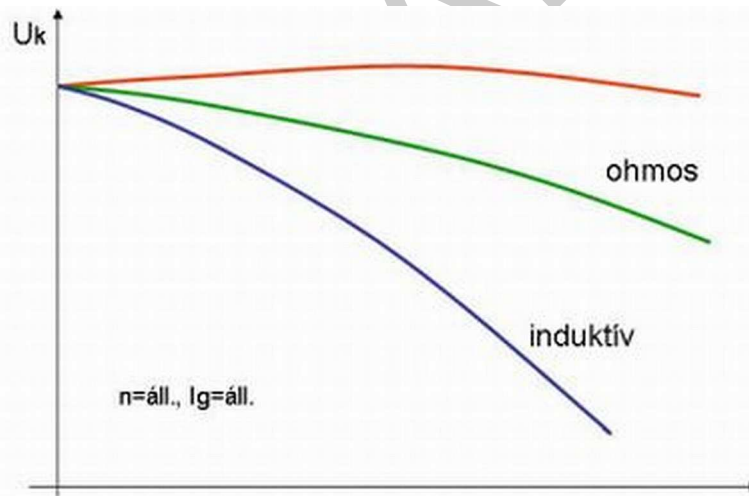
A helyettesítő kapcsolás alapján felrajzolható a szinkron generátor vektorábrája különböző jellegű és nagyságú terhelések esetére. A vektorábra alapja a következő hurokegyenlet ill. egyenletek:

$$\bar{U}_k = \bar{U}_p + \bar{U}_a + \bar{U}_s + \bar{U}_R, \text{ ebben } \bar{U}_R = \bar{I} * R, \bar{U}_s = \bar{I} * X_s, \text{ és } \bar{U}_i = \bar{U}_k - \bar{U}_s - \bar{U}_R, \text{ valamint } \bar{U}_a = \bar{I} * X_a. \text{ Példaképpen rajzoljuk fel az induktív jellegű terhelés vektorábráját:}$$



10. ábra. A szinkron generátor egyszerűsített vektorábrája induktív terhelés esetére

Az eddigiek alapján felrajzolható a generátor ún. terhelési jelleggörbéje is. A 11. ábrán egy ohmos, egy induktív és egy kapacitív jellegű terhelés okozta feszültségváltozást követhetünk nyomon a kapocsáram függvényében.



11. ábra. Az önálló szinkron generátor terhelési jelleggörbéje

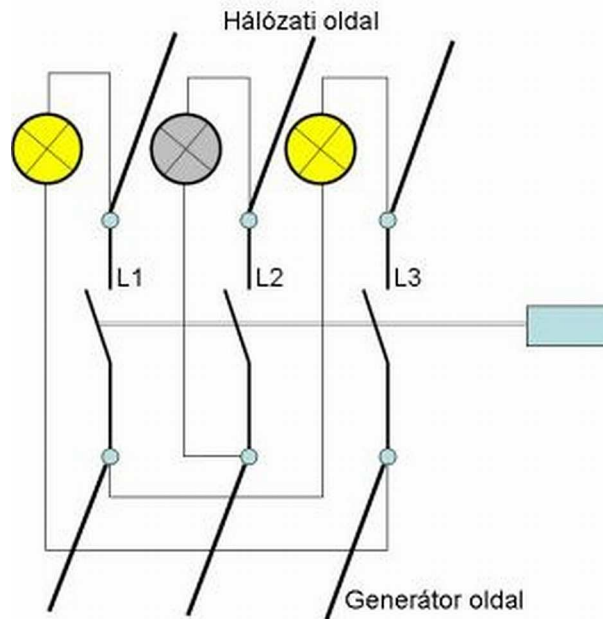
3. A SZINKRON GENERÁTOR PÁRHUZAMOS ÜZEME

Mint már említettük, a vilamosenergia-rendszer szinkron generátorai nem önálló üzemben dolgoznak, hanem egymással távvezetékekkel össze vannak kötve. A szinkron generátorok összekötése, az ún. szinkronozás, csak meghatározott feltételek teljesülése esetén lehetséges. Ezek a következők:

- feszültség azonossága
- frekvencia azonossága
- fázissorrend azonossága
- fázishelyzet azonossága

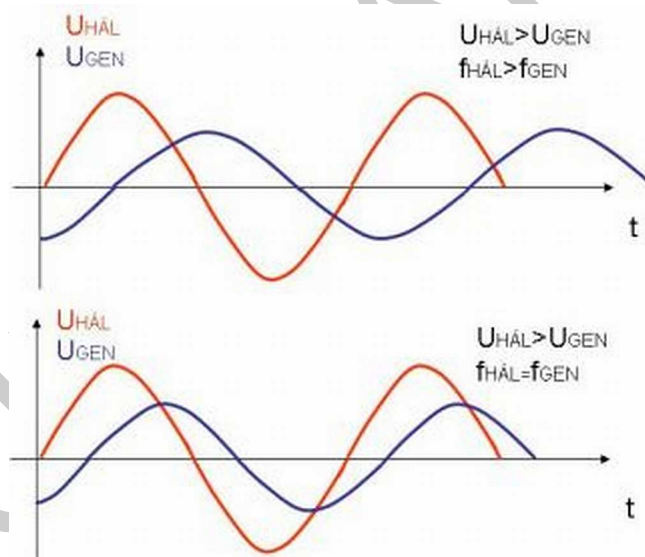
Ha a fenti feltételek teljesülnek, akkor a szinkronozás pillanatában nem folyik kiegyenlítő áram a generátor és a hálózat között.

A párhuzamos üzem feltételeinek az ellenőrzése műszerek segítségével lehetséges. A frekvencia azonosságát frekvenciamérővel, a feszültség azonosságát pl. lágyvasas voltmérővel ellenőrizzük. A fázissorrend azonosságát egy ún. fázissorrend-mutató jelzi, amely nem más, mint egy kicsi háromfázisú aszinkron motor, amelynek a forgásiránya fázissorrend-függő. A fázishelyzet azonosságát legegyszerűbben sötétre és világosra kapcsolt lámpákkal lehet ellenőrizni. Ezt a 12. ábrán követhetjük nyomon. A generátor és a hálózat azonos fázisait az ún. szinkronozó kapcsoló fogja össze a megfelelő pillanatban. A sötétre kapcsolt lámpa a gép és a hálózat azonos fázisára, a világosra kapcsolt lámpák a gép és a hálózat ellentétes fázisára van kapcsolva. Fázishelyzet azonossága esetén a sötétre kapcsolt lámpára jutó feszültség értéke nulla, a világosra kapcsolt lámpák vonali feszültséget kapnak, és ha minden más feltétel is teljesül, ekkor kell zárni a szinkronozó kapcsolót. Ezt a műveletsort általában automatika végzi.



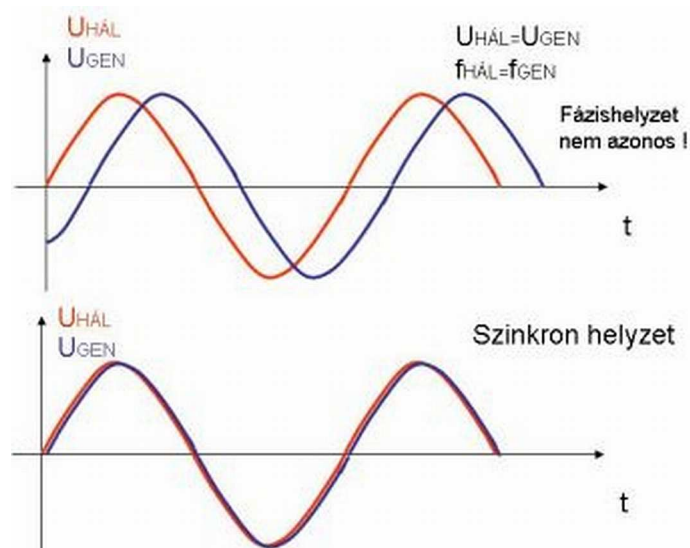
12. ábra. A fázishelyzet azonosságának ellenőrzése

A szinkronozás folyamata:



13. ábra. A szinkronozás folyamata I.

A fenti ábrán azt az esetet látjuk, amikor egy meglévő, állandó feszültségű és frekvenciájú hálózathoz szeretnénk egy szinkron generátort kapcsolni. A felső ábrán a generátor elindítása utáni pillanatot látjuk, amikor a generátor feszültsége és frekvenciája egyaránt kisebb a hálózati feszültségnél és frekvenciánál. Először a frekvenciát állítjuk be, ez látható a 13. ábra alsó felében. Itt $f_{HÁL} = f_{GEN}$.



14. ábra. A szinkronozás folyamata II.

A 14. ábra felső részén azt a helyzetet látjuk, amikor már a feszültség és a frekvencia azonos, de még van fázishelyzet-eltérés. Majd amikor ezt kompenzáltuk, eljutunk a 14. ábra alsó részén látható szinkron állapothoz.

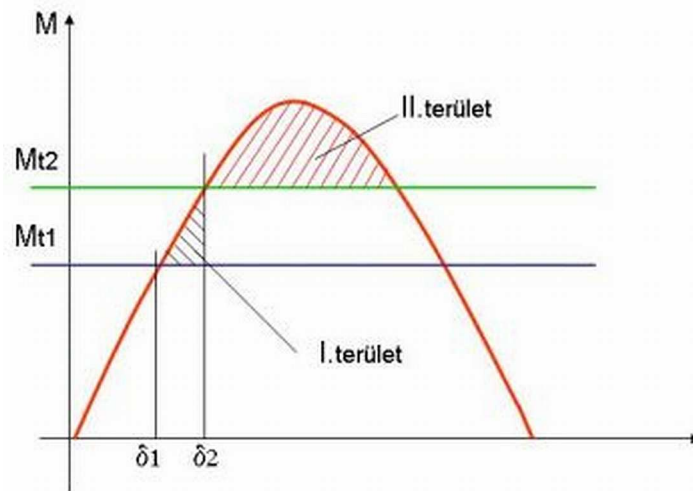
A párhuzamos üzem szabályozási módjai:

- wattos teljesítményt a generátor úgy ad a hálózatnak, hogy növeljük a hajtónyomaték értékét.
- meddőteljesítményt a generátor úgy szolgáltat, hogy növeljük a gerjesztőáram értékét a szinkronozás állapotához képest.
- meddőteljesítményt a generátor úgy vételez, hogy a szinkronozás állapotához képest csökkentjük a gerjesztőáram értékét.

A szinkron generátor nyomatéka és lengései:

A szinkron generátor nyomatéka:
$$M = \frac{-3 \cdot U_K \cdot U_P}{X_d \cdot \omega} \cdot \sin \delta.$$

Mint a képletből látható, a nyomaték állandó feszültségek esetén csak az ún. terhelési szögtől és annak szinuszáttól függ. A szinkron generátorok esetén ez az érték 150–250 %. A nyomaték képletében szereplő terhelési szög nem más, mint a 8. és 10. ábra U_k és U_p vektora között mérhető szög. Úgy is fogalmazhatunk, hogy a szinkron generátor terheléskor továbbra is szinkron fordulatszámmal forog, csak az üresjárásához képest a terhelési szöggel eltérő szöghelyzetben. A terhelési szög maximális értéke 90° . (hiszen a $\sin 90^\circ = 1$.) A terhelési szög meghatározza azt, hogy egy szinkron generátor normál üzemben mennyire terhelhető. Tegyük fel, hogy a szinkron generátor 45° -os terhelési szöggel üzemel. Ha hirtelen terhelésváltozás lép fel, pl. hálózati zárlat, a szinkron generátor terhelési szöge az új terhelési állapotnak megfelelően legyen pl. 65° .

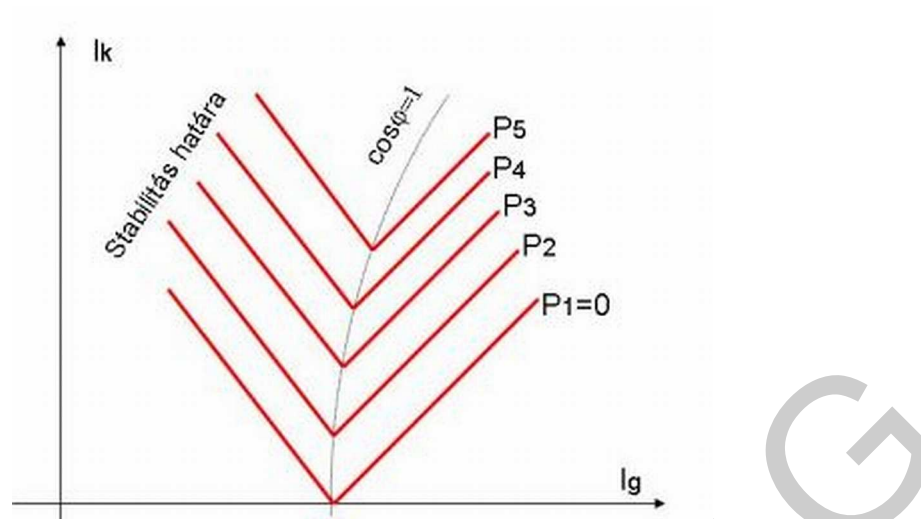


15. ábra. A szinkron generátor nyomatéki görbéje

A régi állapotnak megfelelő terhelési szög az 1-es jelű, az új állapotnak megfelelő a 2-es jelű. A generátor nem azonnal áll be az új terhelési szögre, hanem a forgórész mechanikusan lengésbe jön. A lengések az időben csillapodnak, a gép forgórésze végül is megállapodik az új terhelési szögnek megfelelő helyzetben. A probléma akkor van, ha a gép az 1-es üzemállapotban túl nagy terhelési szöggel dolgozik, mert a terhelés hirtelen megnövekedésekor a forgórész átlendülhet a 90 feletti tartományba. Ez a szinkronból való kiesés. A szinkron generátor még éppen stabil hirtelen terhelésváltozáskor, ha a I. feketével vonalkázott terület éppen megegyezik a II. -es, pirossal vonalkázott területtel. Ez a transziens stabilitás feltétele.

A szinkron generátor "V" görbéi

Kapcsoljuk a szinkron generátort olyan hálózatra, amelynek a feszültsége és a frekvenciája állandó. A szinkron állapothoz képest növeljük meg a generátor gerjesztő áramát. Azt tapasztaljuk, hogy a generátorból tisztán meddőáram folyik a hálózat felé. Ilyenkor a generátor úgy viselkedik, mint egy kapacitás. Most a gerjesztő áram értékét csökkentjük a szinkronozás pillanatában fennálló értékhez képest. Azt tapasztaljuk, hogy a hálózatból folyik áram a gép felé, és a generátor úgy viselkedik, mint egy induktivitás. Ha változtatjuk a gép hajtónyomatékát is, akkor a generátor az előbbihez hasonlóan viselkedik, csak most az áramnak lesz wattos összetevője is. Az elmondottakat az ún. „V” görbék mutatják meg, amelyek a generátor kapocsáram-változását adják meg a gerjesztő áram függvényében.



16. ábra. A szinkron generátor "V" görbéi

A görbesereg jellemzői:

- egy görbe mentén a wattos teljesítmény állandó
- a P_1 -hoz tartozó görbe wattos összetevőjének értéke nulla.
- a görbék legalsó pontján csak wattos áram folyik, a $\cos\phi = 1$

A szinkron generátor zárlata

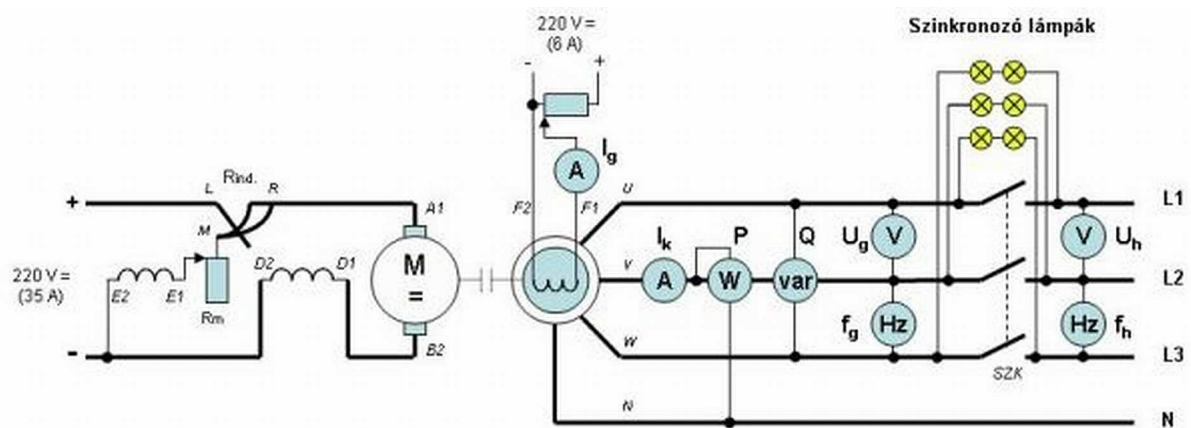
A szinkron generátor kapocszárlata ritka jelenség. Jellemzője, hogy a zárlat fellépésének pillanatától függően a zárlati áram diagramja lehet szimmetrikus, ill. aszimmetrikus. Szimmetrikus a zárlati áram diagramja, ha a zárlat a feszültség maximumánál következett be, és minden más esetben aszimmetrikus. Aszimmetrikus zárlatoknál fellép az ún. egyenáramú összetevő, amely az exponenciális függvény szerint csökken

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet egy szinkron generátort a hálózatra kapcsolni, és legfontosabb jellemzőit megmérni. Fel kell venni a generátor "V" görbéit mérésel.

3. eszköz:

A mérés kapcsolása:



17. ábra. A szinkron generátor hálózatra kapcsolása

A mérés eszközei:

Rajzjel	Típus	Mérési tart.
Uh , Ug	HLV-2	600 V
fh; fg	ÜRF	380 V
Ik	LLA	10 A
Ig	HDA-2	6 A
P; Q	LEWa	10 A; 600 V
Rgerj.; Rm	TE	328 \square
Rind	GEH 1.2	220 V; 7 A

Mérési feladatok:

1. Állítsa össze a kapcsolást;
2. Az indítás előtt az alábbiakat végezze el:
3. állítsa "INDUL" helyzetbe a hajtómotor indító ellenállását;
4. Állítsa rövidrezárt állapotba a hajtómotor "R_m" mezőgyengítő ellenállását;
5. A szinkron generátor gerjesztő ellenállását állítsa olyan helyzetbe, hogy a feszültség bekapcsolásakor ne folyjon gerjesztő áram;
6. A műszerek áramtekercseit állítsa rövidzárba, illetve a feszültségtekercseket a legnagyobb méréshatárba kapcsolja;

A gépcsoporton az alábbi műveleteket végezze el:

1. Kapcsolja be a motor tápfeszültségét, és lassan iktassa ki az indító ellenállást;
2. Állítsa be a generátor gerjesztő áramának 25%-át;
3. Hozza olyan fordulatra a szinkron generátort, hogy frekvenciája megegyezzen a hálózati frekvenciával. Ehhez az egyenáramú motor mezőgyengítő ellenállását használja!
4. A gerjesztő áram lassú növelésével állítsa a generátor feszültségét a hálózat feszültségével azonos értékűre;
5. Ellenőrizze a fázissorrendet a fázissorrend-mutató segítségével;
6. A mezőgyengítő ellenállás segítségével állítsa be a szinkron helyzetet! Ezt a szinkronozó lámpák segítségével ellenőrizheti;
7. Ha a frekvencia, feszültség, fázissorrend és fázishelyzet azonosság fennáll, kapcsolja a szinkrongépet a hálózatra!

Második feladata a már párhuzamosan üzemelő szinkron generátor "V" görbéjének felvétele lesz.

Mérési feladatok:

1. A W-mérő "0" állása mellett a generátor névleges áramának 75%-ig növelje a terhelőáramot a gerjesztő áram növelésével. (Túlgerjesztett állapot.) Legalább öt mérési pontot vegyen fel!
2. Lassan csökkentse a gerjesztő áramot, és a generátor névleges áramának 75%-ig növelje a terhelőáramot a gerjesztő áram csökkentésével. (Alulgerjesztett állapot). Legalább öt mérési pontot vegyen fel!
3. A generátor névleges teljesítményének 10%-ig növelje meg a gép által szolgáltatott wattos teljesítményt a hajtónyomaték növelésével. (R_m változtatásával)
4. Ismétlje meg az előző két pontban foglalt méréseket-
5. A mért értékeket írja az alábbi táblázatba!

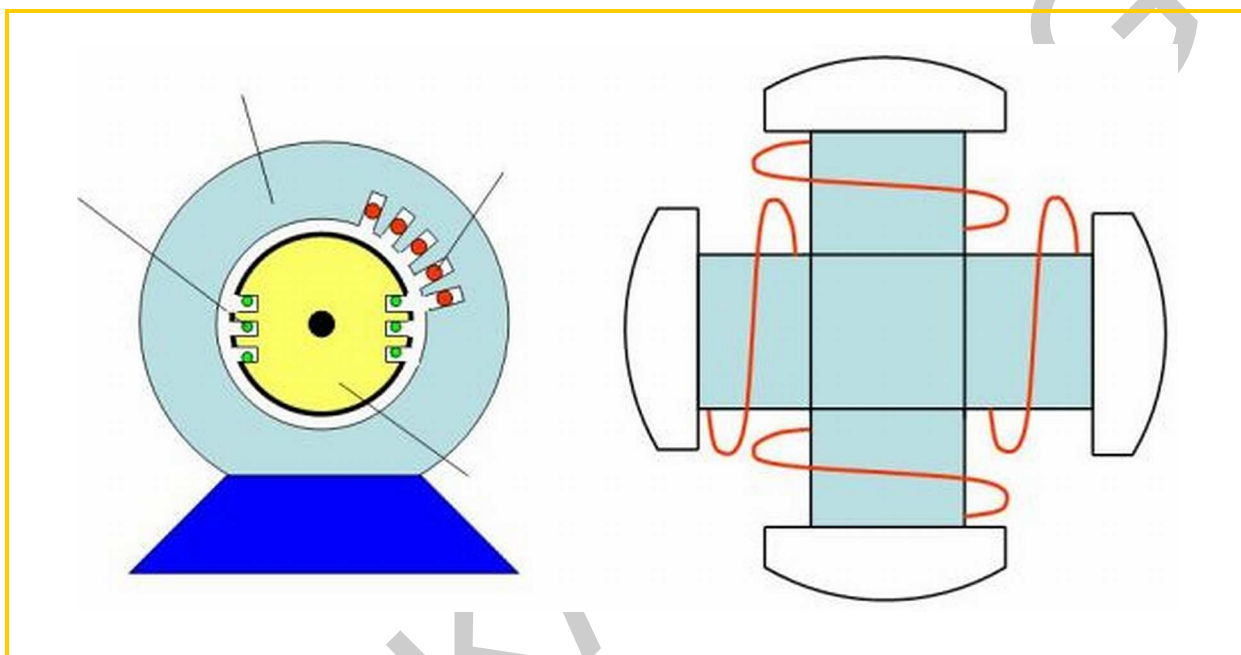
	P1	Q1	Ik	Ig
	W	var	A	A
P = 0 W				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

FELADATOK

Önállóan válaszoljon az alábbi kérdésekre!

1. A szinkron gép általános jellemzői

1.1. Az alábbi ábrán nevezze meg a szinkron gép fő részeit és a forgórész típusait!



18. ábra. A szinkron gép szerkezete (kiegészítendő ábra)

MUNK

1.2. Ismertesse a szinkron generátor működési elvét!

1.3. Ismertesse a szinkron motor működési elvét!

1.4. Jellemezze, hogy mi történik az önálló üzemű szinkron generátor tisztán ohmos, tisztán induktív, tisztán kapacitív, valamint induktív jellegű, és kapacitív jellegű terhelése esetén!

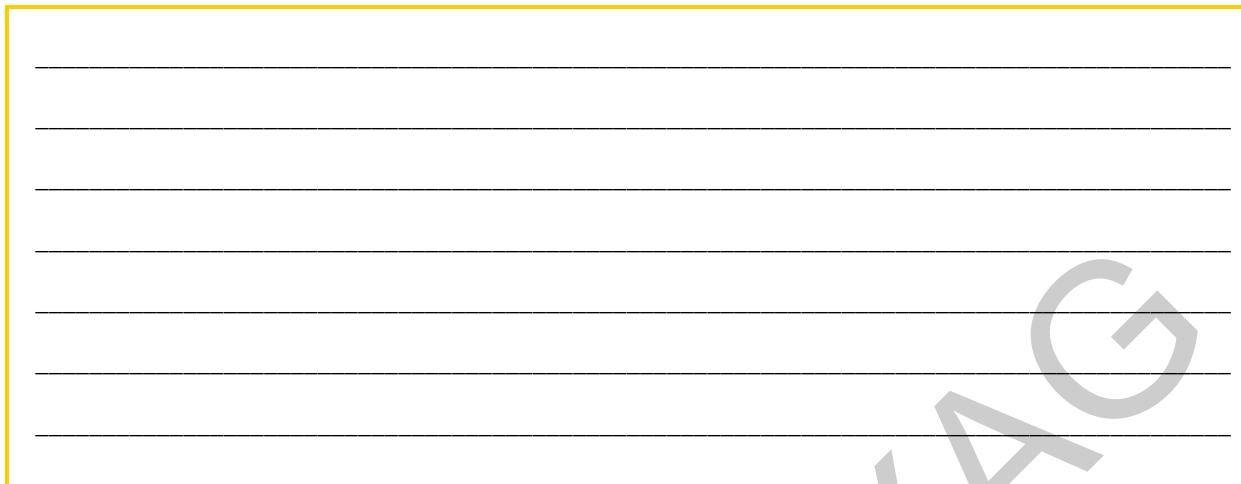
1.5. Az alábbi diagramba rajzolja be az önálló üzemű szinkron generátor terhelési jelleggörbáját!



19. ábra. A szinkron generátor U_k - I_k diagramja (kiegészítendő ábra)

1.6. Rajzolja le a szinkron generátor teljes helyettesítő kapcsolását!

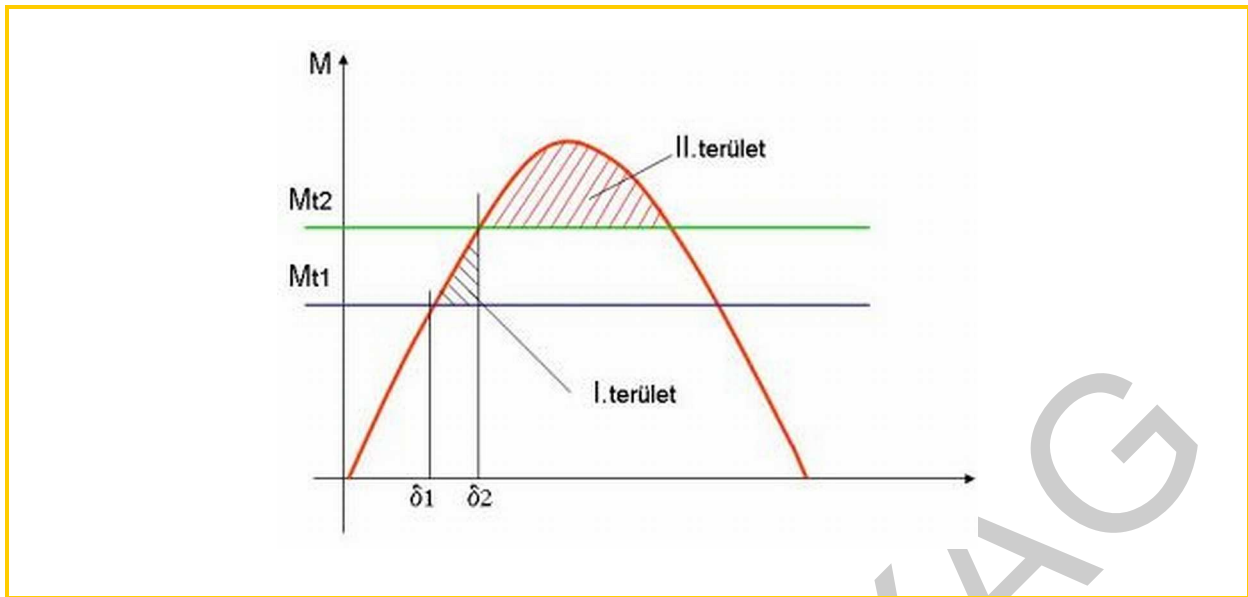
2.3. Hogyan adhatunk a hálózatnak wattos és meddő teljesítményt? Hogyan vételezhetünk a hálózatból meddő teljesítményt?



2.4. Mi a terhelési szög?

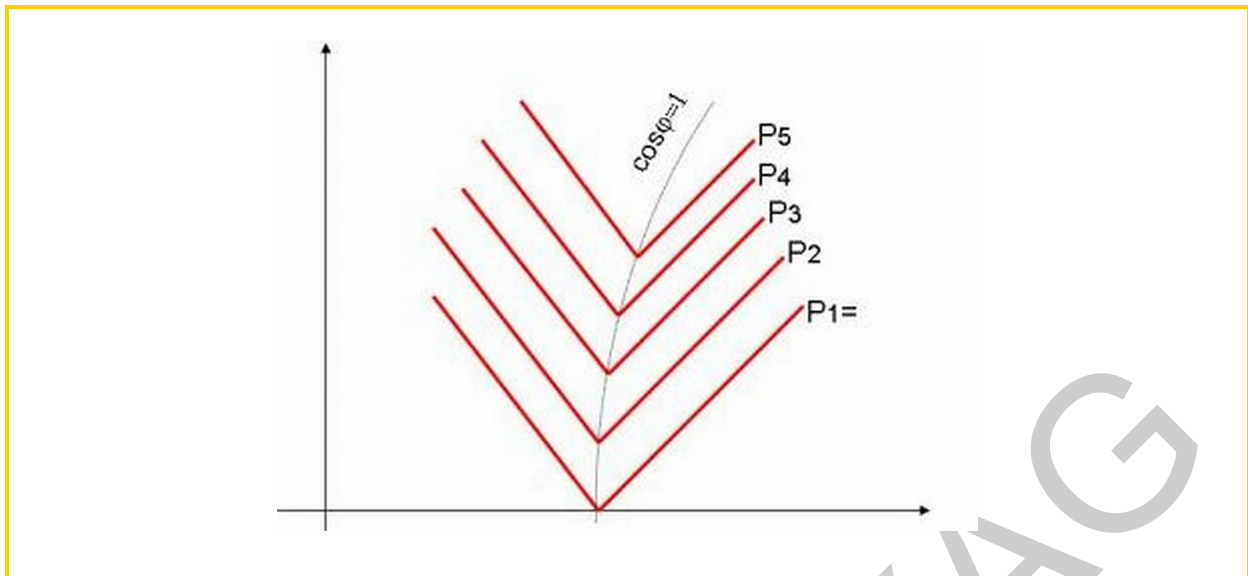


2.5. Mikor jön lengésbe a szinkron generátor forgórésze? Válaszát az alábbi ábra alapján írja le!



20. ábra. A szinkron generátor lengései (magyarázó ábra)

2.6. Egészítse ki az alábbi diagramot! Mit olvashatunk le a „V” - görbéről?



21. ábra. A szinkron generátor "V" görbéi (kiegészítendő ábra)

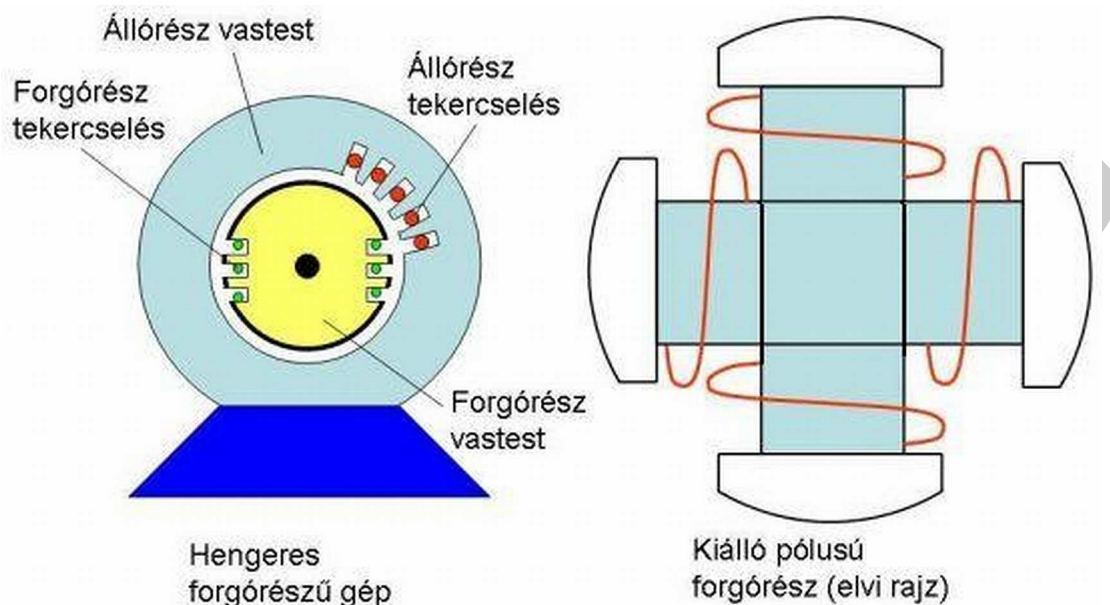
2.7. Rajzolja le a fázishelyzet azonosság ellenőrzésére szolgáló lámpák bekötését!



MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1.1. feladat



22. ábra. A szinkron generátor szerkezeti felépítése

1.2. feladat

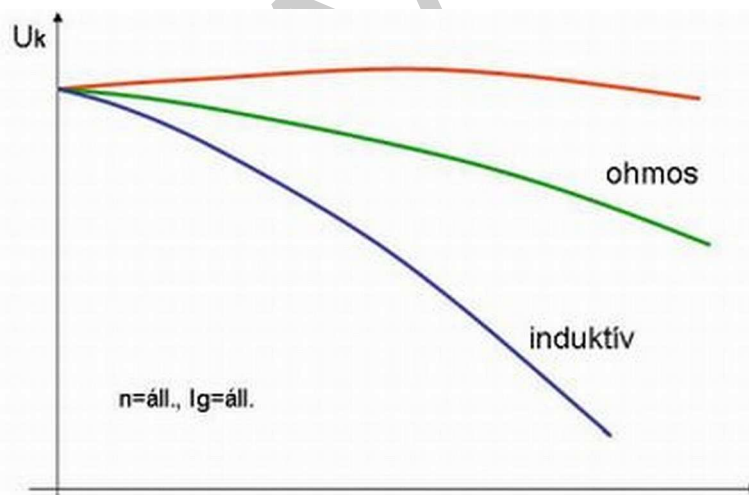
Az egyenáramú tekercselésű forgórészre gerjesztést kapcsolva egy álló mágneses mező alakul ki. Ha a forgórészt megforgatjuk, az állórész vezetőiben (az armatúrában) a mozgási indukció következtében feszültség indukálódik. A feszültség frekvenciája a forgatás sebességétől és a pólusok számától függ. Ebből az is következik, hogy a nagyfordulatszámú gépek kevés póluspárúak, a kis fordulatszámú gépek sokpólusúak. Ha a generátor állórészére fogyasztót kapcsolunk, áram indul meg, a gép a tengelyen bevezetett mechanikai energiát villamos energiává alakítja át.

1.3. feladat

Ha a motor állórészére háromfázisú váltakozó feszültséget kapcsolunk, az szinkron fordulatszámmal forgó mágneses mezőt hoz létre. Ezt úgy is felfoghatjuk, hogy az állórész mezeje egy szinkron fordulatszámmal forgó mágnes. Ha a forgórész egyenáramú gerjesztését bekapcsoljuk, az állórész mágneses vonzást hoz létre a még álló forgórészre. A gép forgórésze nagy tehetetlenségénél fogva ezt a gyors változást követni nem tudja, így a szinkron motor csak úgy képes forogni, hogy a forgórész az állórész hálózatra kapcsolása előtt szinkron, vagy közel szinkron fordulatszámmal kell forogni.

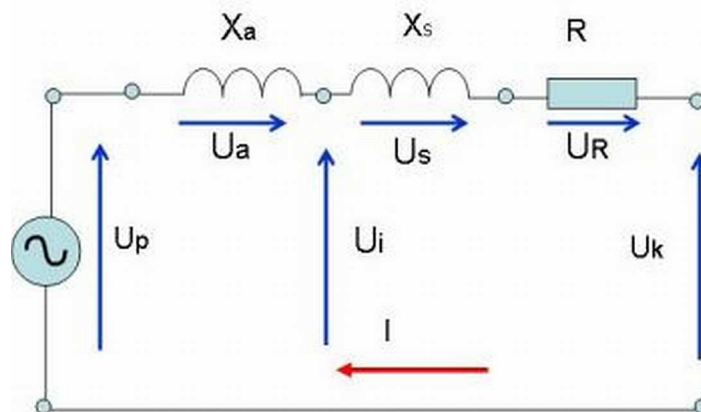
1.4. feladat

Összegzés: Ohmos terhelés hatására az önállóan üzemelő szinkron generátor feszültsége csökken, fékezi a hajtó gépet. Ideális induktív terhelés hatására a gép feszültsége jelentősen csökken, de fékező nyomaték nem lép fel. Ideális kapacitív terhelés hatására a gép feszültsége megemelkedik, de fékező nyomaték nem lép fel. Amennyiben a terhelés induktív, vagy kapacitív jellegű (de nem "tisztán" induktív vagy kapacitív), úgy a feszültség csökken, illetve nő, és fékező nyomaték is fellép.

1.5. feladat

23. ábra. A szinkron generátor terhelési jelleggörbéje

1.6. feladat



24. ábra. A szinkron generátor helyettesítő kapcsolása

2.1. feladat

A szinkronozás csak meghatározott feltételek teljesülése esetén lehetséges. Ezek a következők:

- feszültség azonossága
- frekvencia azonossága
- fázissorrend azonossága
- fázishelyzet azonossága

2.2. feladat

A párhuzamos üzem feltételeinek az ellenőrzése műszerek segítségével lehetséges. A frekvencia azonosságát frekvenciamérővel, a feszültség azonosságát pl. lágyvasas voltmérővel ellenőrizzük. A fázissorrend azonosságát egy ún. fázissorrend-mutató jelzi, amely nem más, mint egy kicsi háromfázisú aszinkron motor, amelynek a forgásiránya fázissorrend-függő. A fázishelyzet azonosságát legegyszerűbben sötétre és világosra kapcsolt lámpákkal lehet ellenőrizni.

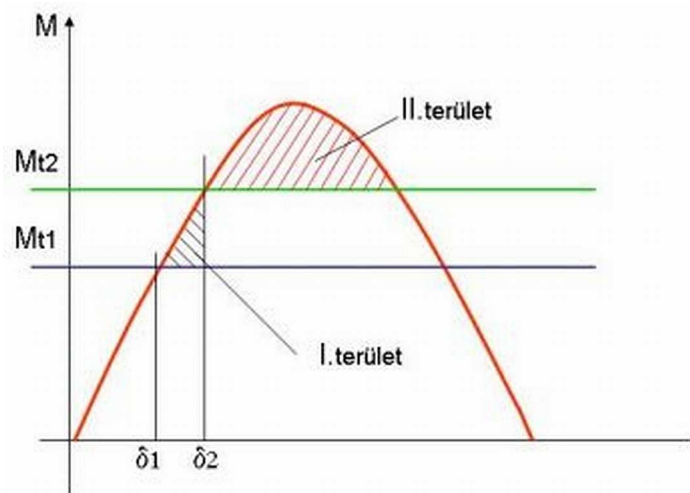
2.3. feladat

- wattos teljesítményt a generátor úgy ad a hálózatnak, hogy növeljük a hajtónyomaték értékét.
- meddőteljesítményt a generátor úgy szolgáltat, hogy növeljük a gerjesztőáram értékét a szinkronozás állapotához képest.
- meddőteljesítményt a generátor úgy vételez, hogy a szinkronozás állapotához képest csökkentjük a gerjesztőáram értékét.

2.4. feladat

A terhelési szög nem más, mint a terhelési vektorára U_k és U_p vektora között mérhető szög. Úgy is fogalmazhatunk, hogy a szinkron generátor terheléskor továbbra is szinkron fordulatszámmal forog, csak az üresjárásához képest a terhelési szöggel eltérő szöghelyzetben. A terhelési szög maximális értéke 90° . (hiszen a $\sin 90^\circ = 1$.) A terhelési szög meghatározza azt, hogy egy szinkron generátor normál üzemben mennyire terhelhető.

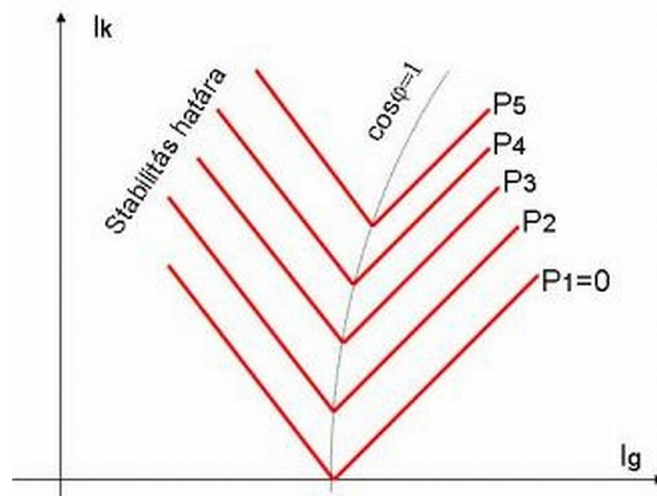
2.5. feladat



25. ábra. A szinkron generátor lengései

Ha hirtelen terhelésváltozás lép fel, pl. hálózati zárlat, a szinkron generátor terhelési szöge megváltozik. A régi állapotnak megfelelő terhelési szög az 1-es jelű, az új állapotnak megfelelő a 2-es jelű. A generátor nem azonnal áll be az új terhelési szögre, hanem a forgórésze mechanikusan lengésbe jön. A lengések az időben csillapodnak, a gép forgórésze végül is megállapodik az új terhelési szögnek megfelelő helyzetben. A probléma akkor van, ha a gép az 1-es üzemállapotban túl nagy terhelési szöggel dolgozik, mert a terhelés hirtelen megnövekedésekor a forgórész átlendülhet a 90° feletti tartományba. Ez a szinkronból való kiesés. A szinkron generátor még éppen stabil hirtelen terhelésváltozáskor, ha a I. feketével vonalkázott terület éppen megegyezik a II. -es, pirossal vonalkázott területtel. Ez a tranziens stabilitás feltétele.

2.6. feladat



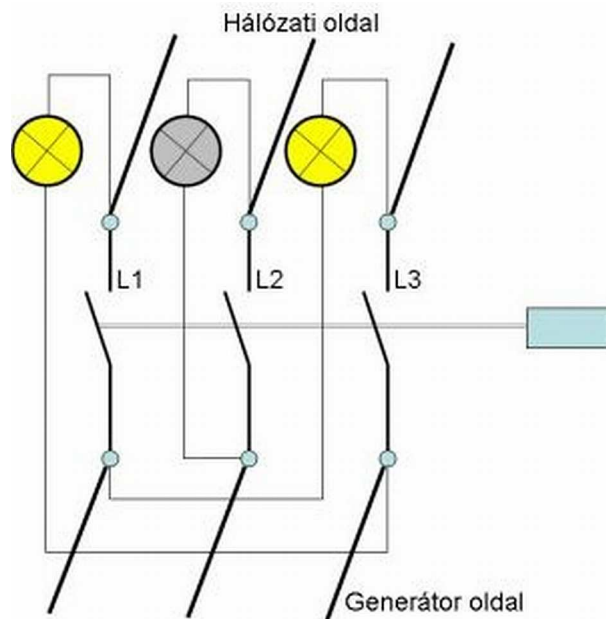
26. ábra. A szinkron generátor "V" görbái

A szinkron állapothoz képest növeljük meg a generátor gerjesztő áramát. Azt tapasztaljuk, hogy a generátorból tisztán meddőáram folyik a hálózat felé. Ilyenkor a generátor úgy viselkedik, mint egy kapacitás. Most a gerjesztő áram értékét csökkentjük a szinkronozás pillanatában fennálló értékhez képest. Azt tapasztaljuk, hogy a hálózatból folyik áram a gép felé, és a generátor úgy viselkedik, mint egy induktivitás. Ha változtatjuk a gép hajtónyomatékát is, akkor a generátor az előbbihez hasonlóan viselkedik, csak most az áramnak lesz wattos összetevője is. A „V” görbék a generátor kapocsáram-változását adják meg a gerjesztő áram függvényében.

A görbesereg jellemzői :

- egy görbe mentén a wattos teljesítmény állandó
- a P_1 -hoz tartozó görbe wattos összetevőjének értéke nulla.
- a görbék legalsó pontján csak wattos áram folyik, a $\cos\phi = 1$

2.7. feladat



27. ábra. A fázishelyzet azonosságának megállapítására szolgáló szinkronozó lámpák

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Magyar István: Villamos gépek I. Műszaki Könyvkiadó, 1985

AJÁNLOTT IRODALOM

MUNKANYAG

A(z) 0929–06 modul 006–os 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:

16 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