



Hollenczer Lajos

Transzformátorok vizsgálata

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Erősáramú mérések végzése

A követelménymodul száma: 0929-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-004-50

TRANSZFORMÁTOROK VIZSGÁLATA

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Ön egy transzformátorjavítással foglalkozó üzemben dolgozik. Munkahelyére egy erősáramú szakközépiskola tanulói érkeztek üzemi gyakorlatra. Munkahelyi vezetőjétől azt a feladatot kapta, hogy a tanulókkal ismételje át az iskolában tanult ismereteiket a transzformátor működéséről, felépítéséről, általános jellemzőiről, valamint idézze fel a méréssel kapcsolatos fogalmakat.

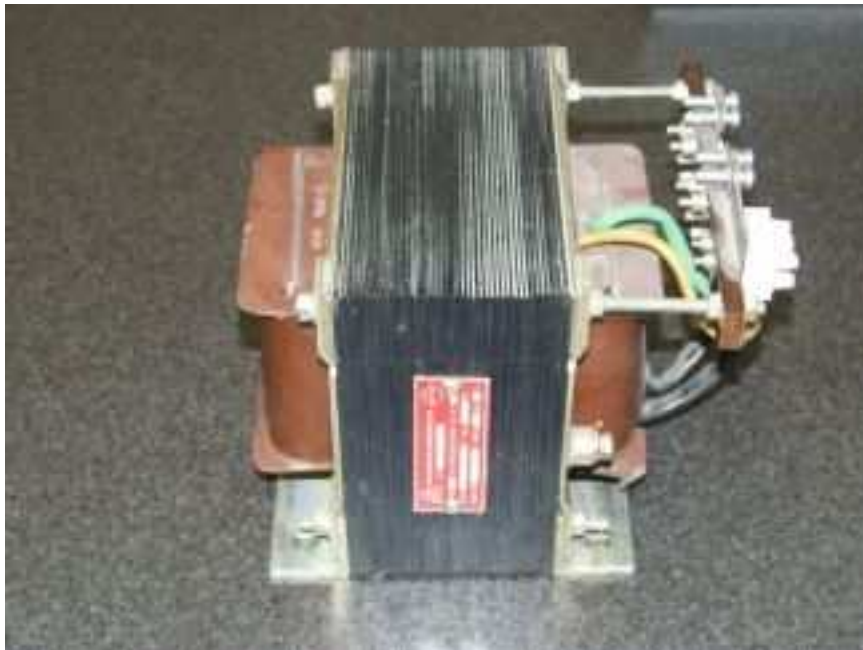
Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet mérésekkel igazolni a transzformátorok működőképességét, meghatározni azok legfontosabb paramétereit.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. A TRANSZFORMÁTOR ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A transzformátor felépítése

A transzformátor lemezelt, jól mágnesezhető vasmagból, és tekercsekből áll. A vasmag lemezélése az örvényáram okozta veszteségek csökkentése miatt használatos. A tekercselés anyaga leggyakrabban vörösréz.



1. ábra. A transzformátor felépítése

A transzformátor működése

Üresjárá

A transzformátor primer tekercsére szinuszos feszültséget kapcsolva azon I_g nagyságú gerjesztő áram folyik. Ennek $I_g \cdot N_1$ nagyságú gerjesztése a vasmagban szinuszosan változó fluxust hoz létre.

A fluxus változása miatt a primer tekercsben

$$U_{i1} = 4,44 \cdot N_1 \cdot \phi \cdot f$$

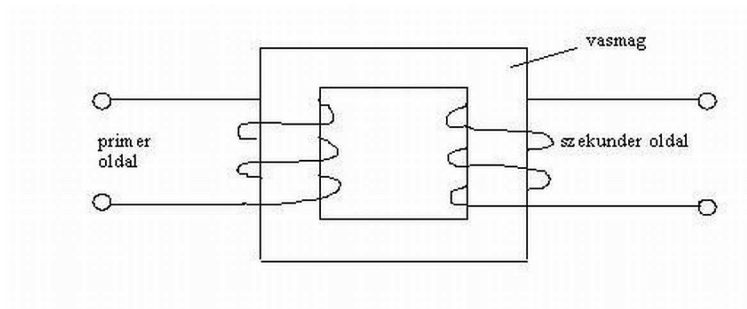
nagyságú feszültség indukálódik. A szekunder tekercsben

$$U_{i2} = 4,44 \cdot N_2 \cdot \phi \cdot f$$

feszültség mérhető. A két indukált feszültség hányadosa a transzformátor áttétele :

$$a = \frac{U_{i1}}{U_{i2}}$$

A fluxus nem csak a vasmagon keresztül záródik, hanem egy kis része a levegőn halad át. A vasmagon záródó részt főfluxusnak, a levegőn keresztül záródó részt szórt fluxusnak hívjuk.



2. ábra. A transzformátor tekercsei és vasmagja

Terhelés

Ha a transzformátorra terhelő ellenállást kötünk, az U_2 szekunder oldali feszültség I_2 nagyságú áramot hajt. Ennek következtében a szekunder tekercselés $I_2 \cdot N_2$ nagyságú gerjesztést hoz létre, ami a főfluxust megváltoztatja. A primer áram értéke az üresjárásihoz képest I_1 nagyságúra változik, a primer gerjesztés értéke $I_g \cdot N_1$ -ről $I_1 \cdot N_1$ -re változik, ami a főfluxust közel az eredeti értékre állítja vissza. A primer és a szekunder gerjesztés egymással ellentétes irányú, különbségük éppen az üresjárási gerjesztés:

$$I_1 \cdot N_1 - I_2 \cdot N_2 = I_g \cdot N_1$$

A terhelt szekunder oldalon is jelentkezik a szórt fluxus, amit I_2 hoz létre, és ami a szekunder tekercs körül záródik. Az áttétel az áramokkal is kifejezhető

$$a = \frac{I_2}{I_1}$$

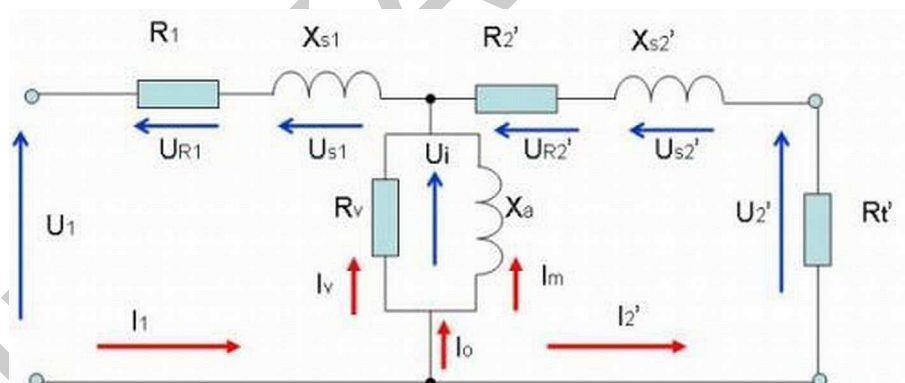
2. A HELYETTESÍTŐ KAPCSOLÁS ÉS TERHELÉSI VEKTORÁBRA

A helyettesítő kapcsolás felrajzolásánál a következőket tételezzük fel :

- a primer szórt fluxus csak a primer, a szekunder szórt fluxus csak a szekunder tekercselésben indukál feszültséget. Ezek a szórési feszültségek 90°-ot szelnek az áramokhoz képest, ezért hatásuk reaktanciával modellezhető.
- a tekercsek ohmos ellenállása nem hanyagolható el
- a kapcsolás felrajzolásánál a szekunder oldali elemeket a primer oldalra vonatkoztatjuk redukálással :

$$U_2' = U_2 \cdot a, I_2' = \frac{I_2}{a}, R_2' = \frac{R_2}{a^2}$$

- a helyettesítő kapcsolás áthidaló ágában az áram két összetevőre bomlik: egy tisztán induktív (mágnesező), illetve egy tisztán ohmos (vesztési) összetevő különböztethető meg.
- A helyettesítő kapcsolás ennek megfelelően:



3. ábra. A transzformátor helyettesítő kapcsolása

A 3. ábra alapján elmondható, hogy a transzformátor üresjárása esetén az R_1 elemen keletkező veszteség értéke elhanyagolható, hiszen az üresjárási áram a névleges értéknek csak néhány százaléka.

Az áthidaló ág veszteségi ellenállásán az U_{i1} mérhető, ami jó közelítéssel megegyezik a primer feszültség értékével. Ennek következtében a rajta keletkező veszteség:

$$P_{\dot{u}} = \frac{U_1^2}{R_v}$$

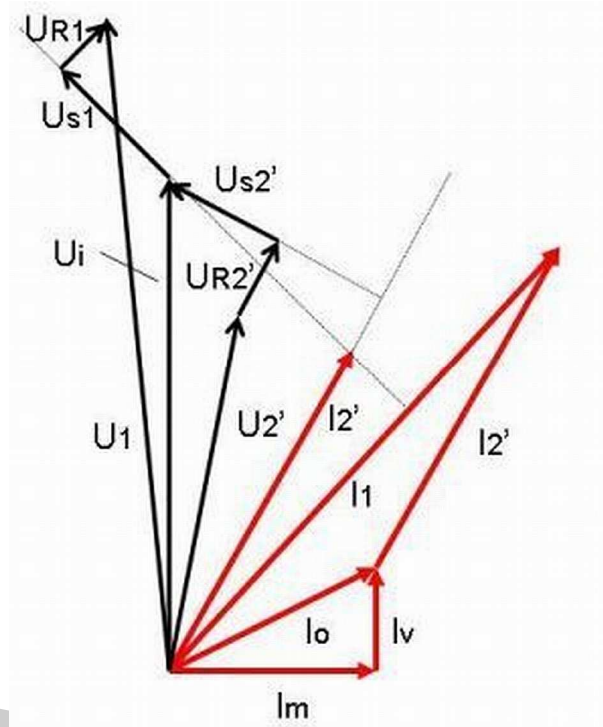
ami gyakorlatilag az üresen járó transzformátor vesztesége, és nem más, mint a vasvesztés. A helyettesítő kapcsolás alapján a következő hurokegyenletek írhatók fel :

$$U_1 = U_i + U_{s1} + U_{R1}, \text{ illetve } U_i = U_2' + U_{s2}' + U_{R2}'$$

A csomópontokra:

$$I_o = I_m + I_v, \text{ illetve } I_1 = I_2' + I_o$$

Ezek alapján a terhelési vektorábrára:



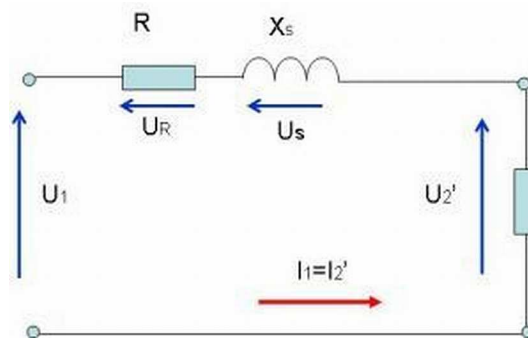
4. ábra. A transzformátor terhelési vektorábrája

Az egyszerűsített helyettesítő kapcsolás :

Nagy terhelések esetén I_g értéke I_1 -hez képest elhanyagolható, az áthidaló ág így gyakorlatilag kiemelhető. Az így kapott kapcsolásban végezzük el a soros elemek összevonását :

$$R = R_1 + R_2', \text{ illetve } X_S = X_{s1} + X_{s2}'$$

Ennek eredményeképpen jutunk az 5. ábrán látható egyszerűsített helyettesítő kapcsoláshoz:



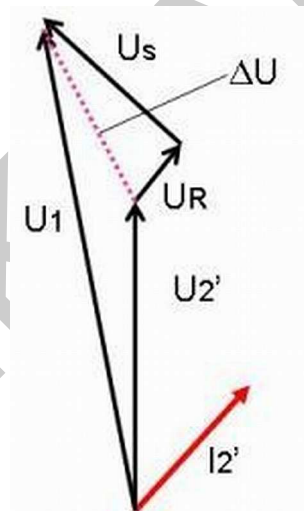
5. ábra. Az egyszerűsített helyettesítő kapcsolás

A transzformátor feszültségesése

Az 5. ábra alapján a következő hurokegyenlet írható fel terhelés esetén :

$$\bar{U}_1 = \bar{U}_2' + \bar{U}_R + \bar{U}_S,$$

ami alapján a következő vektorábra rajzolható fel: (a rajzoláskor induktív jellegű áramot vettünk alapul) :



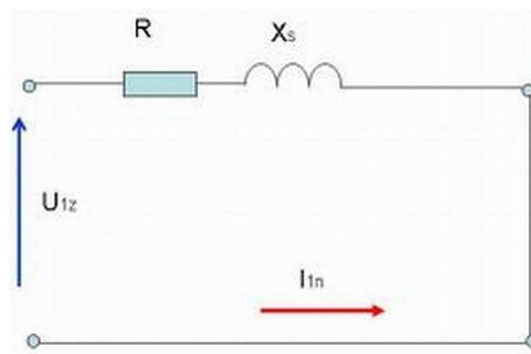
6. ábra. A transzformátor feszültségesése

A 6.ábrába berajzoltuk a transzformátor feszültségesését is. A feszültségcsökkenés nagyságát megkapjuk, ha U_1 vektorát az U_2' hatásvonalába beforgatjuk. Az egyszerűbb matematikai meghatározás miatt azonban nem beforgatást, hanem vetítést alkalmazunk. Így a terhelés hatására bekövetkező feszültségváltozás: $\Delta U = I * R * \cos \varphi \pm I * R * \sin \varphi$

A képletben a + előjel helyett - előjel szerepel, ha a terhelés jellege kapacitív. Abban az esetben, ha a terhelőáram abszolút értéke állandó, de fázisszöge 0–360 –ig változik, a feszültségesés vektora egy ΔU sugarú körön mozog.

A transzformátor rövidzárása

Rövidzárási mérésben $R_t = 0 \text{ Ohm}$, a zárlati áramot csak X_s és R korlátozza.



7. ábra. A rövidzárási mérés helyettesítő kapcsolás

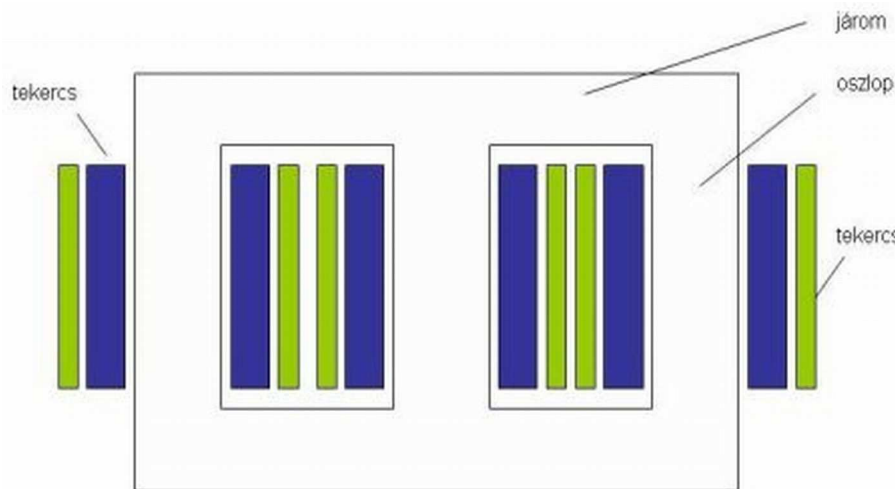
A 7. ábra alapján a következőket lehet megállapítani:

- névleges feszültséget kapcsolva a transzformátorra, azon nagy zárlati áram folyik keresztül, aminek az értékét csak a Z_z rövidzárási impedancia korlátozná.

$$Z_z = \sqrt{R^2 + X_s^2}$$
- megállapítható egy olyan, a névleges feszültségnél kisebb feszültségérték, amely a transzformátoron a névleges áramot hatja keresztül. Ez a rövidzárási feszültség.
- a rövidzárási feszültségnek a névleges feszültséghez viszonyított % -os értékét dropnak nevezzük. $\varepsilon = \frac{U_{1z}}{U_{1N}} * 100$
- a drop segítségével meghatározható a transzformátor tényleges zárlati árama, amely a névleges feszültség hatására folyik. $I_{1z} = \frac{100}{\varepsilon} * I_{1N}$
- A transzformátorok dropja 5 - 12 % . Könnyen belátható, hogy a drop nem más, mint a transzformátornak a névleges áram hatására bekövetkező feszültségesése .
- Mivel a transzformátor rövidzárási mérésekor az áthidaló ágat elhanyagoltuk, ezért az ilyenkor mérhető veszteség az egyszerűsített helyettesítő kapcsolás R elemén mérhető ún. **tekercsveszteség**, hiszen az $R = R_1 + R_2'$ a transzformátor tekercselési ellenállása. Könnyen belátható, hogy az áthidaló ág elhanyagolásával nem követünk el nagy hibát, hiszen a rövidzárási mérésakor a feszültség a névleges feszültségnek csak néhány %-a, így az áthidaló ág ohmos ellenállásán keletkező veszteség a névleges feszültséghez tartozó értéknek csak néhány ezreléke lesz, tehát elhanyagolható.

3. A HÁROMFÁZISÚ TRANSZFORMÁTOR

A háromfázisú transzformátor vasmagjának felépítése :



8. ábra. A háromfázisú transzformátor hengeres tekercsekkel

A háromfázisú transzformátor primer és szekunder feszültségei között szögeltérés tapasztalható, amelynek nagysága a transzformátor kapcsolásától függ. A szögeltérés mérőszámát órában adják meg.

A fázisfordítási szög megadása úgy történik, hogy a primer fázisfeszültséghez képest vizsgáljuk a szekunder fázisfeszültség helyzetét. Pl. Dy 5 jel az mutatja, hogy a transzformátor primer oldala delta, szekunder oldala csillag kapcsolású, és a primer feszültséghez képest a szekunder feszültség vektora 150° -al, azaz 5 órával késik.



9. ábra. Egy "kicsi" háromfázisú transzformátor

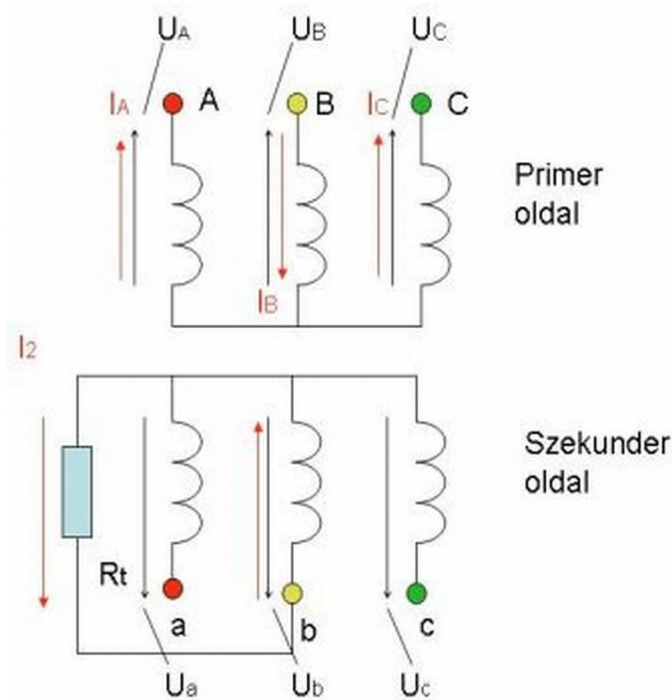


10. ábra. A győri OVIT Állomás 400 kV-os transzformátora

4. A HÁROMFÁZISÚ, Y/YO KAPCSOLÁSÚ TRANSZFORMÁTOR EGYENLŐTLEN TERHELÉSE

A kiegyenlítetlen gerjesztések kialakulása

Terheljük egyenlőtlenül az alábbi transzformátort:



11. ábra. Y/yo transzformátor egyenlőtlen terhelése

A feszültségek irányát úgy vettük fel, hogy a csillagpontból kifelé mutassanak. Ennek megfelelően I_b áram iránya csak a rajzon bejelölt szerinti lehet. A terhelt fázisnak megfelelő primer tekercsben folyó áramot I_B -vel jelöljük, és ez I_2 -vel ellentétes irányú. A csomóponti törvény szerint: $\vec{I}_B = \vec{I}_A + \vec{I}_C$

Belátható, hogy $I_A = I_C = \frac{I_B}{2}$

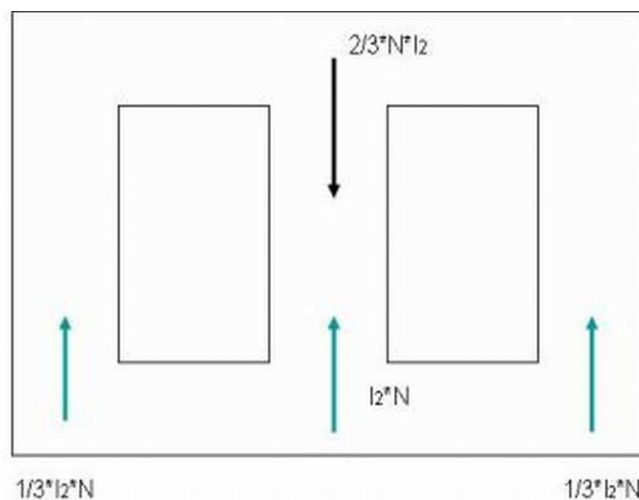
Vizsgáljuk meg most a transzformátor mágneses köreit a 11. ábra segítségével. A jelölt mágneses körre elmondható, hogy a primer és a szekunder gerjesztések összege zérus, ha az üresjárási gerjesztés értékét elhanyagoljuk. A jelölt irányítást figyelembe véve, és feltételezve, hogy mindkét oldal menetszáma azonos:

$$I_2 * N - I_B * N - I_A * N = 0$$

Figyelembe véve e két egyenletet, és N -el egyszerűsítve :

$$I_2 = \frac{3}{2} * I_B, \text{ illetve } I_B = \frac{2}{3} * I_2 \text{ és } I_A = I_C = \frac{1}{3} * I_2$$

Most a teljes transzformátorra rajzoljuk fel oszloponként a kialakuló gerjesztéseket.



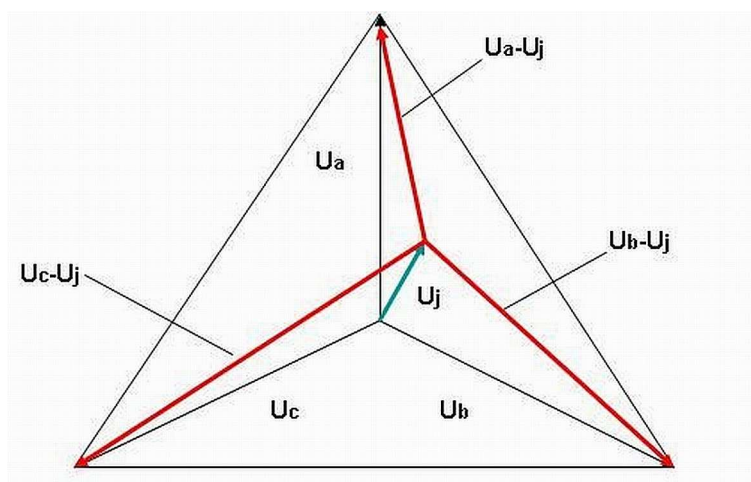
12. ábra. A kiegyenlítetlen gerjesztések kialakulása

A felrajzoláskor mindkét oldal menetszámát N -nek vettük, és a vonatkoztatási irányok az előzőekben foglaltaknak megfelelőek. A két szélső oszlopon csak primer gerjesztés van, míg a középső oszlopon van egy lefelé mutató primer, és egy felfelé mutató szekunder gerjesztés. Megállapítható, hogy a terhelt oszlopon eredőben egy felfelé mutató, $\frac{1}{3} * I_2 * N$ értékű gerjesztés alakul ki. Végeredményben tehát mindhárom oszlop gerjesztése azonos nagyságú lesz, és azonos irányba mutat. Ez azt eredményezi, hogy a kialakuló gerjesztések nem tudnak a vasmagon belül záródni, – hiszen egyirányúak, – hanem kilépnek a vasmagból, és a levegőben, ill. ha van, akkor a környezetben lévő vastárgyakon keresztül záródnak. A gerjesztések által létesített fluxus neve: kiegyenlítetlen fluxus, melynek kialakulása az alábbi következményekkel jár:

1. A fluxus a környezetben lévő vastárgyakban feszültséget indukál, a feszültség örvényáramot létesít, ami a vastárgyakat melegíti. Ez a veszteség a primer hálózathoz pótlódik, és a transzformátor eredő hatásfokát rontja.
2. A vastárgyakban indukált feszültség életveszélyes nagyságot is elérhet.
3. A kiegyenlítetlen gerjesztések következtében megváltozik a szekunder oldali feszültségkép.
4. Az üresjárási szimmetria felborul, lesz olyan fázis, amelynek feszültsége nő, és lesz olyan, amelynek csökken. A fogyasztó számára mindkettő eset elfogadhatatlan.

Megjegyezzük, hogy a fent tárgyalt jelenség neve csillagpontletolódás. Megállapítható, hogy a Y/yo kapcsolású transzformátor egyenlőtlenül nem terhelhető. Ha ilyen igény merül fel, akkor olyan transzformátort kell alkalmazni, amely esetében a csillagpontletolódás jelensége nem lép fel. Pl. delta/csillag kapcsolás.

A csillagpontletolódás vektorait az alábbi ábra mutatja :



13. ábra. A csillagpontletolódás

A vékony fekete vonallal jelölt vektorok azt az esetet mutatják, amikor a három szekunderoldali feszültség összege zérus. (szimmetrikus a terhelés). A piros vonallal jelzett vektorok a kiegyenlítetlen fluxusok okozta megváltozott szekunder oldali feszültségeket, a kék vonallal jelzett vektor pedig a csillagpontletolódás mértékét mutatja.

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Az információk megbeszélését követően az Ön feladata annak bemutatása, hogyan lehet mérésekkel igazolni a transzformátorok működőképességét, meghatározni azok legfontosabb paramétereit.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A transzformátorok 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. ellenőrzésképpen, 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 Y/yo kapcsolású transzformátor egyenlőtlen terhelésének illetve a kialakuló csillagpont-eltolódás vizsgálata.

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

A mérés tárgya: Csillagpont-eltolódás vizsgálata

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:

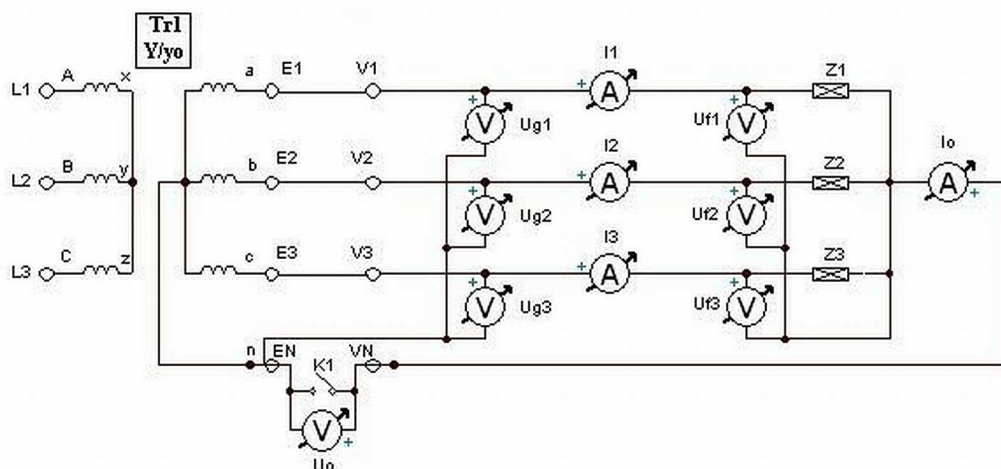
2. eszköz:

3. eszköz:

A mérés célja: –

- A háromfázisú fogyasztók Y kapcsolásának megismerése
- A csillagpont-eltolódás jelenségének megismerése
- A csillagpont-eltolódás mértékének, irányának meghatározása
- A jelenség vizsgálata számítógépes telemechanikus rendszerrel

A műszerek kiválasztása után el kell készítenie az alábbi kapcsolást a mérőasztalon:



14. ábra. A csillagponteltolódás mérése

Az E1,E2,E3, V1,V2,V3 pontokra a rövidzárok helyett csatlakoztathat telemechanikai rendszert (amennyiben ilyen a mérőteremben rendelkezésre áll). A mérés javasolt eszközei:

Rajzjel	Típus	Méréshatár
Ug1, Ug2, Ug3	HLV-2	30 V
Uf1, Uf2, Uf3	GU-3	1000 V
Uo	GU-1	1200 V
Transzformátor	Dyo5	3x 380/24, 630 VA
I1, I2, I3, Io,	GU-3	10 A
Z1, Z2, Z3 (az alábbi rendelkezésre álló készletből)		
R	TE	85Ω
L	HAGY	80 W
C	FK	4,2 ... 8 uF

Végezze el a méréseket, és az eredményeket írja a megfelelő táblázatba! A transzformátor primer oldalán a névleges feszültséget állítsa be !

1.Szimmetrikus terhelés négyvezetős hálózaton (Z1=Z2=Z3= R; K1 zárt)

U _{g1}	U _{g2}	U _{g3}	I ₁	I ₂	I ₃	I ₀	U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}	U ₀
V	V	V	A	A	A	A	V	V	V	V

2.Szimmetrikus terhelés háromvezetős hálózaton ($Z_1=Z_2=Z_3= R$; K1 nyitott)

U _{g1}	U _{g2}	U _{g3}	I ₁	I ₂	I ₃	I ₀	U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}	U ₀
V	V	V	A	A	A	A	V	V	V	V

3.Aszimmetrikus terhelés négyvezetős hálózaton ($Z_1=R$; $Z_2=C$; $Z_3= L$; K1 zárt)

U _{g1}	U _{g2}	U _{g3}	I ₁	I ₂	I ₃	I ₀	U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}	U ₀
V	V	V	A	A	A	A	V	V	V	V

4.Aszimmetrikus terhelés háromvezetős hálózaton ($Z_1=R$; $Z_2=C$; $Z_3= L$; ; K1 nyitott)

U _{g1}	U _{g2}	U _{g3}	I ₁	I ₂	I ₃	I ₀	U _{f1}	U _{f2}	U _{f3}	U ₀
V	V	V	A	A	A	A	V	V	V	V

Szerkessze meg az 1. mérés vektorábráját!

Az áramvektorok szerkesztésekor a tekercset és a kondenzátort ideálisnak vegye!

aI = mA/cm							aU = V/cm						

[illegible]

Szerkessze meg a 2. mérés vektorábráját!

Az áramvektorok szerkesztésekor a tekercset és a kondenzátort ideálisnak vegye!

[illegible]

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

Második feladatként a fenti transzformátor üresjárási, rövidzárási és névleges terheléshez tartozó paramétereit kell meghatározni méréssel.

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

A mérés tárgya: Háromfázisú transzformátor vizsgálata

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 mérés célja:

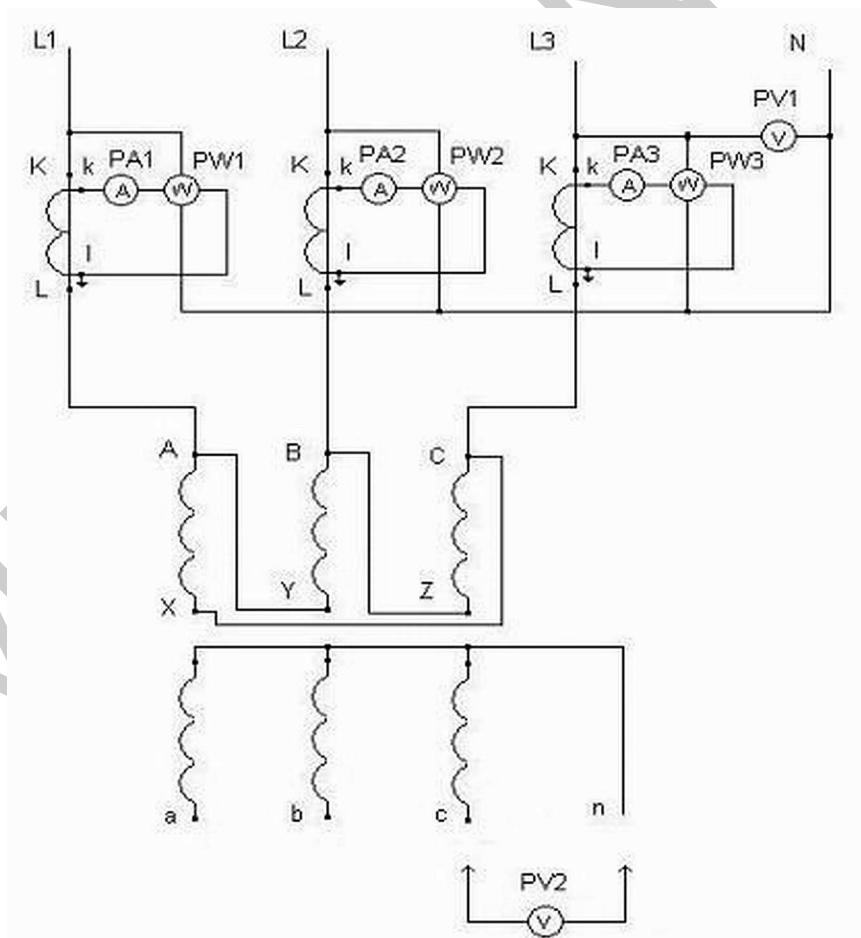
- A háromfázisú transzformátor jellemző adatainak a meghatározása
- Üresjárási mérés: P_{vas} , $\cos \phi$, I_0 meghatározása
- Névleges terheléshez tartozó jellemzők meghatározása
- Névleges áramhoz tartozó zárlati jellemzők meghatározása

A mérés eszközei:

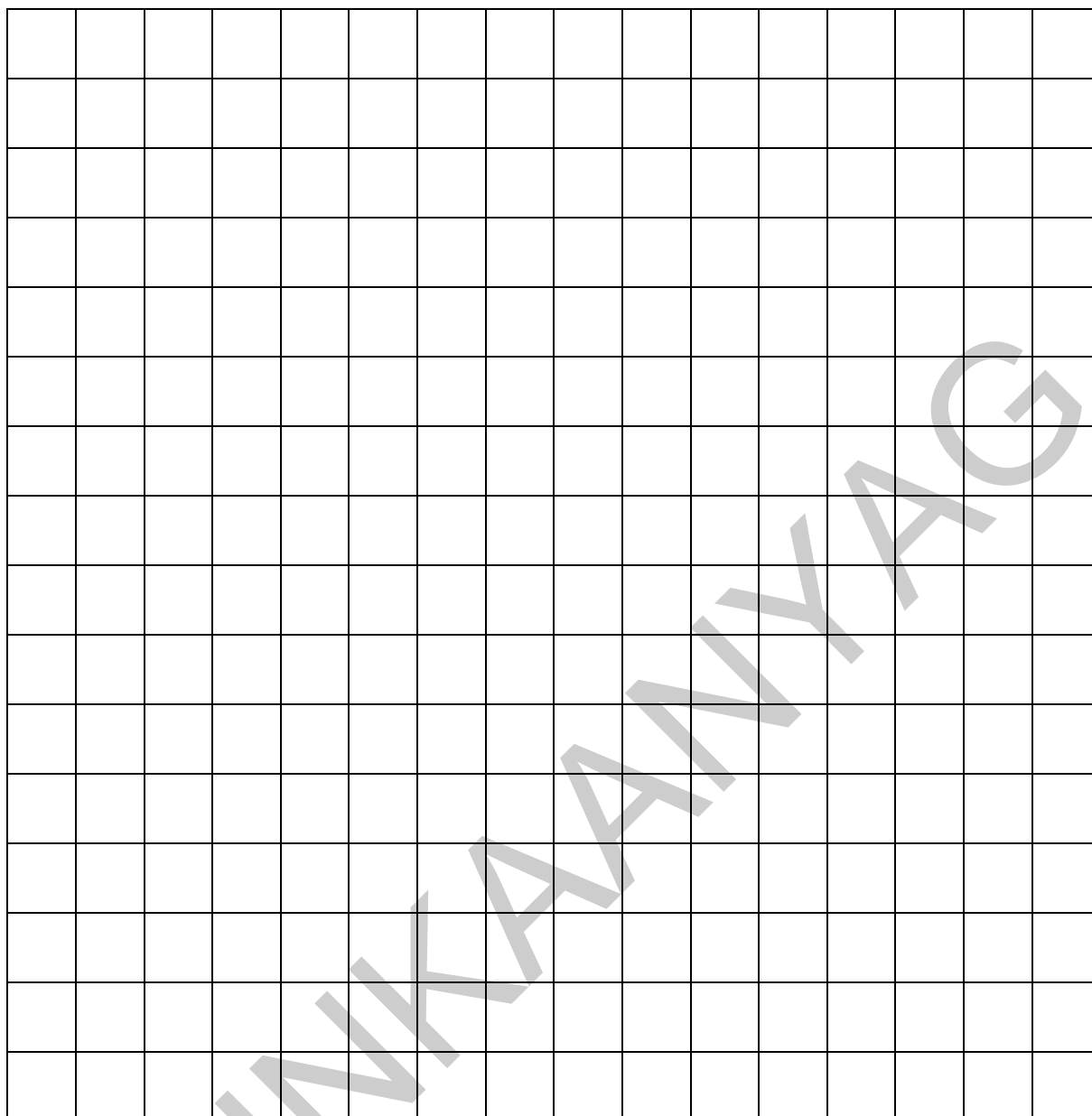
Rajzjel	Típus	Mérési tart.
PA1, PA2, PA3	HLA-2	5A
PA1sz, PA2sz, PA3sz	GU-3	10A
PW1, PW2, PW3	HEWA-2	
PV1, PV2	HLV-2	600 V
Háromfázisú toroid		
Transzformátor		630 VA, 3*400/24V
Áramváltók		0,5/5A
Terhelő ellenállások		4,37 Ohm

Feladat: Az üresjárási mérés

Adott kapcsolási rajz alapján készítse elő a háromfázisú transzformátort az üresjárási méréshez.



15. ábra. A transzformátor üresjárási mérésének kapcsolása

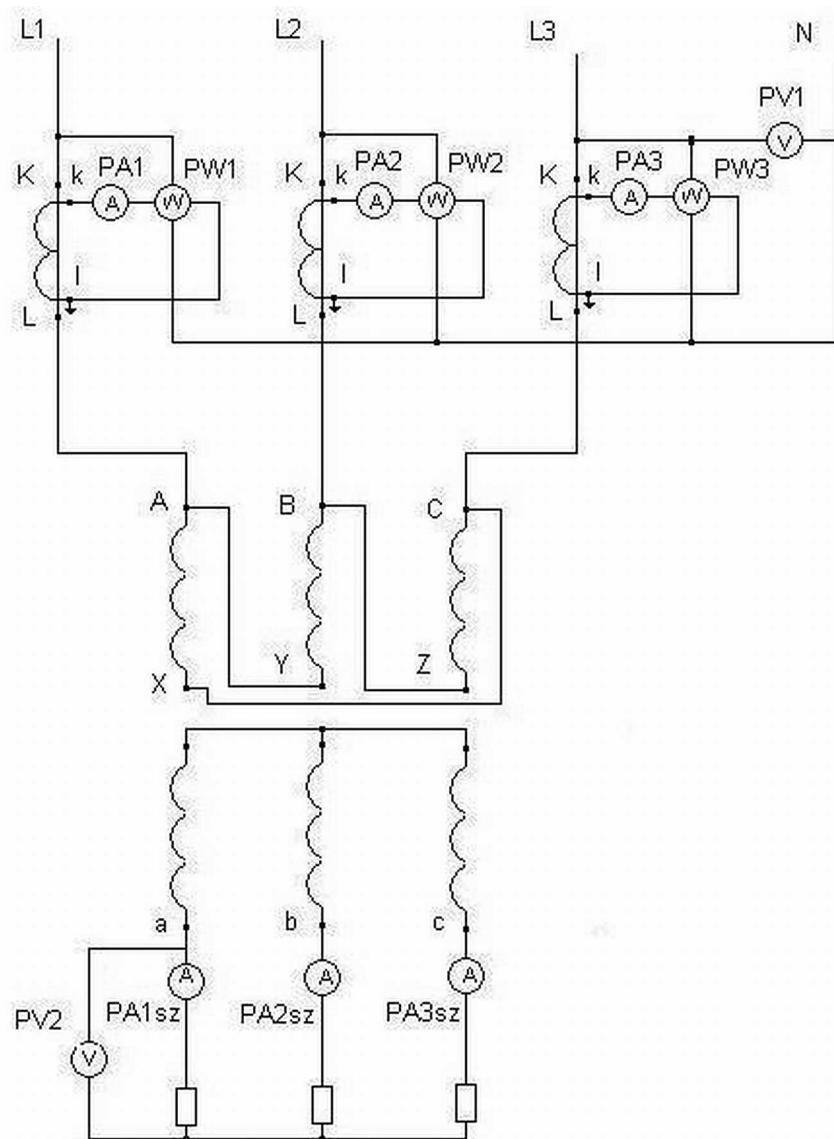
**Feladat: A terhelési mérés**

Adott kapcsolási rajz alapján készítse elő a háromfázisú transzformátort a terhelési méréshez.

A mérési feladatok:

1. Állítsa be a terhelő ellenállásokat a maximális értékre.
2. Állítson be 230V fázisfeszültséget a primer oldalon.
3. A terhelő ellenállások szimmetrikus változtatásával állítsa be a névleges áramot.
4. Az ellenállások csökkentésével különböző mérési pontoknál végezze el a mérést.

A mérés kapcsolása:



16. ábra. A transzformátor terhelési mérésének kapcsolása

A műszerek mutatott értékeit írja be az alábbi táblázatba!

PA1			PA2			PA3			PW1			PW2			PW3		
α	c	A	α	c	A	α	c	A	α	c	W	α	c	W	α	c	W
PU1 fázis			PU2 fázis			PA1 szekunder			PA2 szekunder			PA3 szekunder					
α	c	V	α	c	V	α	c	A	α	c	A	α	c	A			

$$P_{T3f} = a_{\acute{a}} * (PW1 + PW2 + PW3)$$

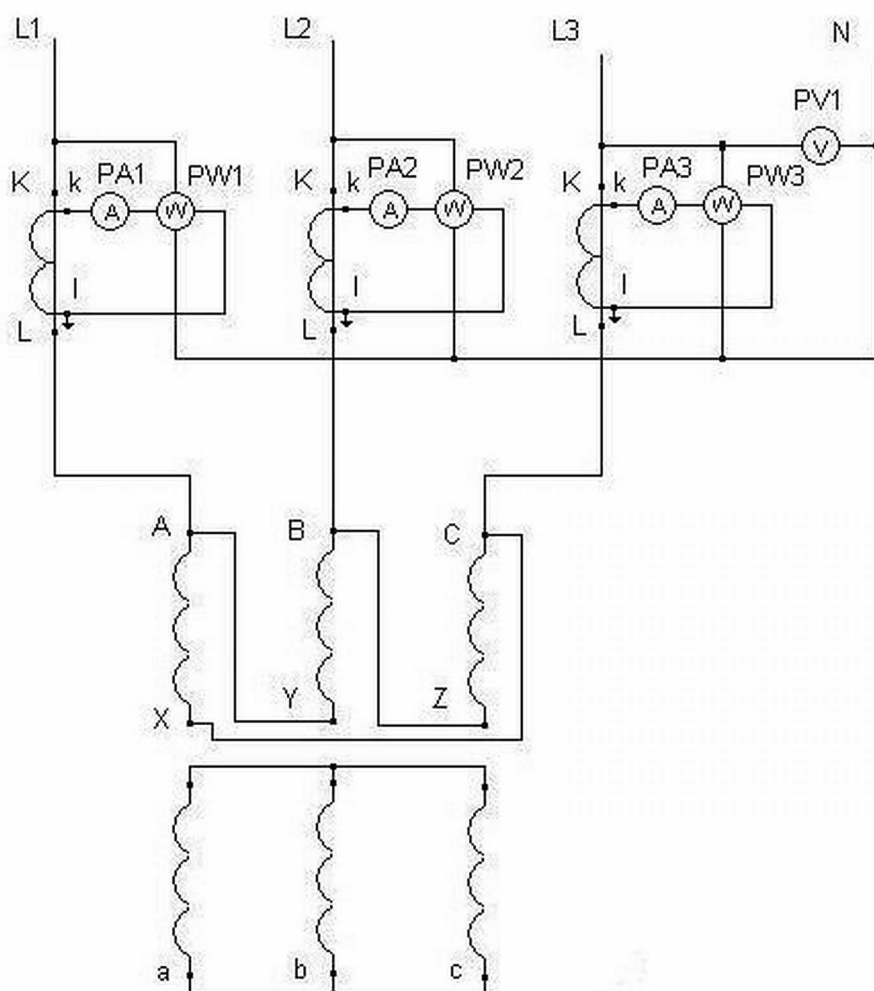
$$I_2 = \frac{1}{3} * (PA1sz + PA2sz + PA3sz)$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{T3f}}{S_{T3f}}$$

A blank grid of 15 columns and 15 rows, with a large diagonal watermark reading 'МУНКАА' across the center.

Feladat: A rövidzárási mérés

Adott kapcsolási rajz alapján készítse elő a háromfázisú transzformátort a rövidzárási méréshez.

A mérés kapcsolása:

17. ábra. A transzformátor rövidzárási mérésének kapcsolása

A mérési feladatok:

1. A mérést $U=0$ feszültség értékről indulva kezdje.
2. Különböző feszültség értékeket állítson be, és olvassa le a hozzájuk tartozó áramokat.
3. A mérési sorozatot az $1,2 \cdot I_n$ nagyságú áram elérésekor fejezze be.

A műszerek mutatott értékeit írja az alábbi táblázatba!

PA1			PA2			PA3			PW1			PW2			PW3			Uz		
α	c	A	α	c	A	α	c	A	α	c	W	α	c	W	α	c	W	α	c	V

Végezze el az alábbi számításokat:

$$P_{Z3f} = a_d * (PW1 + PW2 + PW3)$$

$$I_{1n} = \frac{1}{3} * a_d * (PA1 + PA2 + PA3)$$

$$S_{Z3f} = 3 * PV1 * I_{1n}$$

$$\cos \varphi_z = \frac{P_{Z3f}}{S_{Z3f}}$$

$$\varepsilon = \frac{U_{1z}}{U_{1n}} * 100$$

Ábrázolja P_z és $\cos \varphi$ változását a terhelőáram függvényében.

Harmadik feladata egy háromfázisú transzformátor áttételének és kapcsolási csoportjának a meghatározása.

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

A mérés tárgya: Transzformátor áttételének és kapcsolási csoportjának vizsgálata

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:

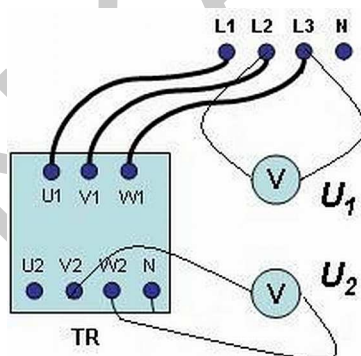
4. eszköz:

A mérés célja:

- A transzformátor feszültségátvitelének vizsgálata
- A kapcsolási csoport megállapítása

A feszültségátvitel meghatározása:

A mérés kapcsolása:



18. ábra. A transzformátor áttételének a meghatározása

A mérés eszközei:

Rajzjel	Típus	Mérési tart.
U1f, U2f	GU-3	1000V

Feladatok:

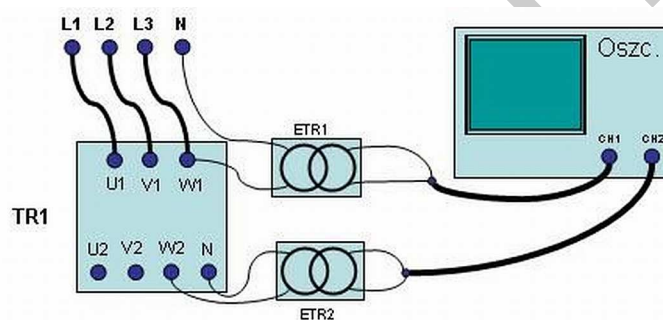
1. Állapítsa meg a transzformátor primer és szekunder oldalának kapcsolási módját ! (pl.Dy, Yy)
2. Készítse el az 17. ábra szerinti kapcsolást!
3. Bekapcsolás után mérje meg a transzformátor primer és szekunder oldali feszültségeit, az eredményt az alábbi táblázatba írja!
4. A mért értékekből számolja ki a transzformátorok áttételét!

Transz. kapcs.	U_1 (V)	U_2 (V)	a

$$a_u = \frac{U_1}{U_2}$$

A fázisforgatási szög, illetve kapcsolási csoport meghatározása:

A mérés kapcsolása:



19. ábra. A fázisforgatási szög megállapítása

A mérés eszközei:

Rajzjel	Típus
ETR1, ETR2	230/12 V
Oscilloszkóp	kétsugaras

Feladatok:

1. Készítse el az 19. ábra kapcsolását!
2. Bekapcsolás után ábrázolja az oscilloszkóp képernyőjén a transzformátor primer és szekunder feszültségeinek (AZONOS FÁZIS!!!) időfüggvényeit! Az oscillogramot másolja az 1.1 grafikonba!
3. Állítsa a TIME VARIABLE potenciométerrel a félperiódus hosszát hat egységre és az 1.2 grafikonba rajzolja a látott képet! A további méréseket ezzel a beállítással végezze!

4. Cserélje fel az oszcilloszkóp egyik csatornájának bemeneti kapcsait, és ismételje meg a mérést! A képernyőn látható ábrát az 1.3 grafikonba rajzolja!
5. Állítsa vissza az eredeti állapotot, majd cseréljen fel a transzformátor primer oldalán két fázist! Az ábrát az 1.4 grafikonba rajzolja!
6. Határozza meg az egyes esetekben a képernyőn látható ábrák alapján a transzformátor fázisforgatási szögét illetve az ezt jelölő óraszámot !

1.1. grafikon

Óraszám:

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

1.2. grafikon

Óraszám:

1.3. grafikon

Óraszám:

1.4. grafikon

Óraszám:

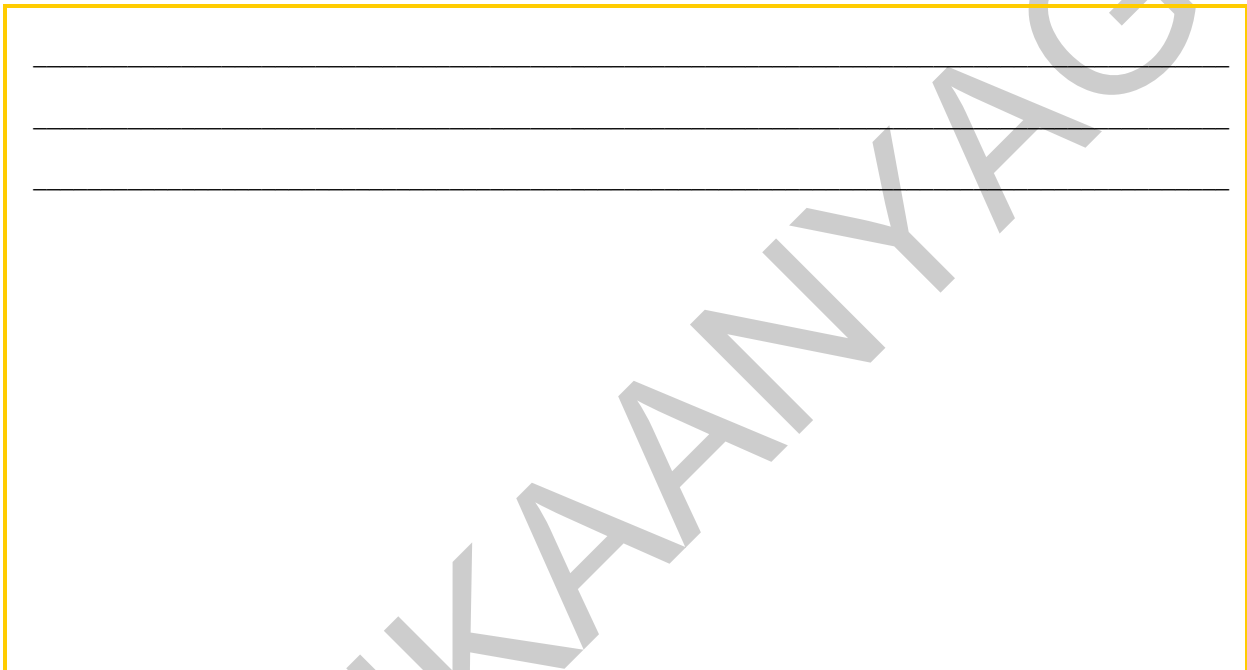
MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

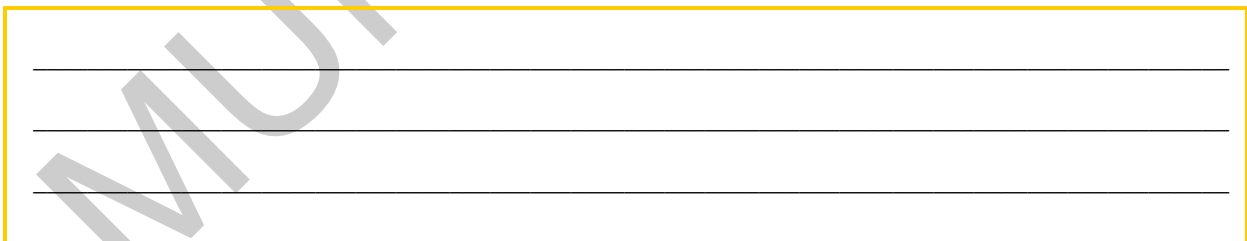
Önállóan válaszoljon az alábbi kérdésekre!

1. A háromfázisú Yyo kapcsolású transzformátor

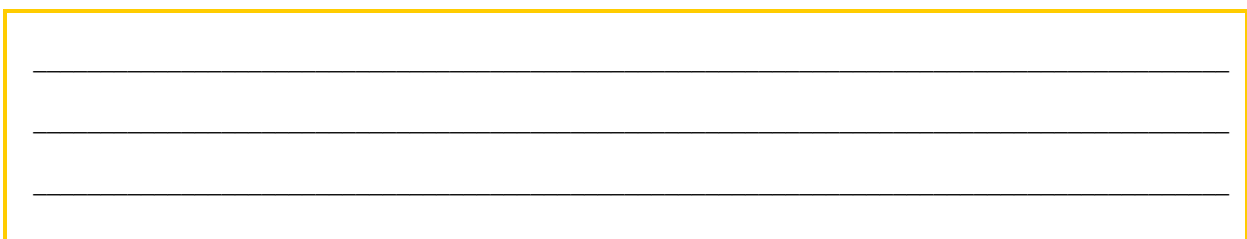
1.1. Milyen kapcsolat van a háromfázisú hálózat fázis és vonali mennyiségei között? Állítását igazolja a vektorábrák alapján !



1.2. Mit nevezünk csillagpont-eltolódásnak?



1.3. Mely hálózaton, milyen fogyasztónál jön létre csillagpont-eltolódás?



1.4.Hogyan függ a csillagpont–eltolódás nagysága a fogyasztóktól?

1.5.Milyen hatása van a fogyasztók aszimmetriájának a négyvezetős hálózatra?

1.6.Milyen hatása van a fogyasztók aszimmetriájának a háromvezetős hálózatra?

2. A transzformátor üresjárási, terhelési és rövidzárási jellemzői

2.1.Milyen veszteségek mérhetők üresjárásban?

2.2.Az üresjárási áram milyen összetevőkkel rendelkezik?

2.3.Milyen következtetés vonható le az üresjárási $\cos\phi$ értékéből?

2.4.Milyen veszteség mérhető rövidzárársban?

2.5.Milyen gyakorlati jelentősége van a drop ismeretének?

3. A transzformátor áttétele, kapcsolási csoportja

3.1.Mit nevezünk pozitív és negatív fázissorrendnek?

3.2.Mit nevezünk fázisfordítási szögnek ill. óraszámnak?

3.3.Adja meg az ön által vizsgált transzformátor jelölését, és elemezze azokat!

3.4.Hogyan célszerű az oszcilloszkópot beállítani az óraszám meghatározásakor?

3.5.Milyen mérési hibák fordulhatnak elő az óraszám meghatározásakor, és mit eredményeznek?

3.6.Mit nevezünk névleges rövidzárási feszültségnek!

3.7.Hogyan mérhető?

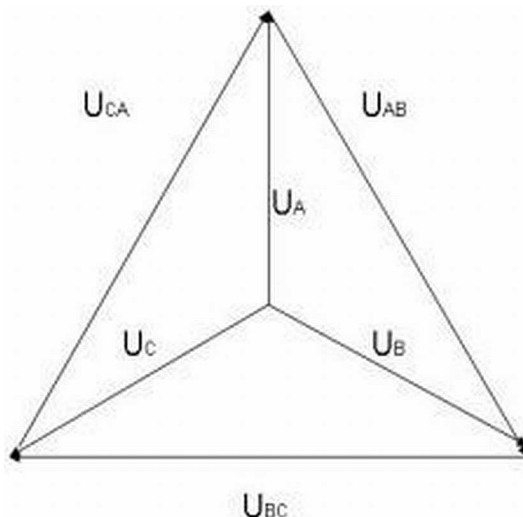
3.8.Mit nevezünk névleges százalékos rövidzárási feszültségnek,és hogyan számolható?

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. 1.feladat

A fázisvezető és nullavezető között az ún. fázis feszültség, a fázisvezetők között az ún. vonali feszültség mérhető. A kettő közötti viszonyszám: $\frac{U_{\text{vonali}}}{U_{\text{fázis}}} = \sqrt{3}$



20. ábra. A fázis és vonali feszültségek vektorai

1.2 feladat

Csillagpont-eltolódás: egyenlőtlen terhelés hatására felborul a feszültség-vektorok szimmetriája. Lesz olyan fázis, ahol nagyobb, lesz olyan, ahol kisebb feszültség mérhető, mint a szimmetrikus terhelés esetén.

1.3. feladat

Abban az esetben fordul elő, ha Y₀ transzformátort egyenlőtlenül terhelünk, vagy háromfázisú négyvezetős hálózat táppontjában a transzformátor szekunder oldalán az üzemi földelés megszűnik, és a nullavezető potenciálját a hálózati fogyasztók impedanciái határozzák meg.

1.4. feladat

A csillagpont-eltolódás nagysága függ a fogyasztók impedanciájának abszolút-értékétől, és a fogyasztó jellegétől (ohmos, induktív, kapacitív).

1.5. feladat

Négyvezetős hálózaton a csillagponti vezetők kiegyenlítő áram folyik, a csillagpontok (transzformátor és fogyasztói csillagpont) között nincs feszültség-különbség.

1.6. feladat

A csillagpontok (fogyasztói és a tr. csillagpontja) között feszültség mérhető.

2.1. feladat

Üresjárásban gyakorlatilag a helyettesítő kapcsolás áthidaló ágának R_v ellenállásának jelentkező veszteséget mérhetjük, ami a transzformátor vasvesztése.

2.2. feladat

Az R_v ellenálláson átfolyó I_v áram, valamint az X_a induktivitáson átfolyó I_m mágnesező áram.

2.3. feladat

Az üresjárásos $\cos\phi$ értéke nagyon kicsi, ezért a hálózaton üresen járó transzformátor "felesleges" meddőárammal terheli azt.

2.4. feladat

Rövidzársban a transzformátor tekercsvesztése mérhető, azaz az egyszerűsített helyettesítő kapcsolás R ellenállásán a névleges áram hatására jelentkező veszteség.

2.5. feladat

A drop ismeretében meghatározható a transzformátor rövidzársi árama, valamint a feszültségesése.

3.1. feladat

Pozitív sorrend esetén a vektorok az óramutató járással ellentétesen, negatív sorrend esetén pedig az óramutató járásának irányában forognak.

3.2. feladat

A fázisfordítási szög azt mutatja meg, hogy a szekunder feszültség vektora hány fokkal késik a primer feszültség vektorához képest pozitív sorrendet feltételezve. Az óraszám e szögnek a 30-ad része.

3.3. feladat

Dy_{o5} jelentése: D a primer oldal delta kapcsolású, y_o a szekunder oldal kivezetett csillagponttal rendelkező csillagkapcsolású, 5 pedig azt jelenti, hogy a primer feszültség vektorához képest a szekunder feszültség vektora 150°-ot zár be.

3.4. feladat

Az időalapot úgy kell beállítani, hogy a félperiódus (180°) 6 osztás, azaz 6 cm legyen. Így egy osztás 30°-nak, azaz 1 órának felel meg. Így a primer és szekunder feszültségek közötti eltérés (és óraszám) könnyen leolvasható.

3.5. feladat

Ha a fenti beállítás nem jó, elronthatjuk a leolvasást. Figyelni kell arra, hogy véletlenül ne cseréljük meg valamelyik jel polaritását, vagy a leválasztó transzformátorok szekunder oldali vezetőkeit. Ebben az esetben 180°-al meghamisított eredményt kapunk.

3.6. feladat

A rövidzárási feszültség az a feszültség érték, melynek hatására a rövidrezárt transzformátoron a névleges áram folyik keresztül.

3.7. feladat

A rövidzárási feszültség úgy mérhető, hogy a rövidrezárt transzformátort szabályozható feszültségforrásról úgy tápláljuk, hogy a névleges áram folyjon.

3.8. feladat

A rövidzárási feszültség %-os értéke a drop. Számítása: $\varepsilon = \frac{U_{z1}}{U_{n1}} * 100$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Magyari István: Villamos gépek I. Műszaki Könyvkiadó, 1985

AJÁNLOTT IRODALOM

MUNKANYAG

A(z) 0929–06 modul 004–es 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