

Tantárgyi dosszié

Tárgy: ELEKTROTECHNIKA- ELEKTRONIKA
Tárgyjegyző: Szabó Norbert *mesteroktató*
Szak: BSc Alapszak

Tárgykód: GEVEE050-B
félév: 3. (őszi)
Szak: (BSc)
Szakirány: közös tárgy
Kredit: 5 kredit
ETF: GEVEE501B

a) Tantárgyprogram

Előadások ütemterve

Hét	Előadás (kedd 14-16)	Gyakorlat (hétfő 12,16, szerda 14, csütörtök 12)
1 (37)	Az elektrotechnika, mint tudományág. Összefüggés a villamos és mechanikai mennyiségek között. Villamos töltés, töltésszétválasztás. Villamos áramkör fogalma.	Egyenáramú áramkörök számítása
2 (38)	Áramköri alaptörvények: Ellenállás-hálózatok számítása. Valóságos generátorok, Kapacitás, induktivitás fogalma.	Váltakozó áramú áramkörök számítása
3 (39)	Villamos és mágneses erőter. Kölcsönhatások és következményeik, energiaátalakulások. Mágneses gerjesztés, indukció, fluxus. Váltakozó feszültség és áram, szinuszos jelalak jellemzői. A forgóvektoros ábrázolás bevezetése. Komplex leírásmód alkalmazása szinuszos váltakozás esetén. Effektív érték fogalma.	Áramkör számítási tételek
4 (40)	Villamos munka és teljesítmény számítása egyenáramú hálózatban. Váltakozó áramú teljesítmények. A háromfázisú hálózat előnyei, aszimmetrikus és szimmetrikus terhelés.	Áramkör számítási tételek váltakozó áramú áramkörök esetén
5 (41)	Villamos mennyiségek mérőműszerei. A transzformátor működési elve. Érintésvédelmi megoldások.	Mérési hibákkal kapcsolatos számítások
6 (42)	I. Zárhelyi	Háromfázisú rendszerek számítása
7 (43)	Aszinkron gépek felépítése, működési elv, áramköri modell. Üzemállapotok, jelleggörbék.	Transzformátorok számítása
8.(44)	Szinkron gépek felépítése, működési elv, áramköri modell. Üzemállapotok, jelleggörbék	Transzformátorok számítása
9 (45)	Egyenáramú gépek indítása fékezése, reverzálása. Fordulatszám változtatás.	Aszinkron gépek számítása
10 (46)	Félvezető eszközök fizikai alapjai. Dióda és bipoláris tranzisztor áram-feszültség karakterisztikái. Diódás egyenirányító kapcsolások.	Szinkron gépek számítása
11 (47)	Térvezérlésű tranzisztor működése. Erősítő alapkapsolások bipoláris tranzisztossal. Félvezetők kapcsolóüzeme. Inverter, kapuáramkörök. Digitális áramkörök TTL és CMOS elemekkel.	Egyenáramú gépek számítása
12 (48)	II. Zárhelyi	Áramirányítós kapcsolások számítása 1F esetben
13 (49)	Mérési gyakorlat (Transzformátor mérés, Diódás alapkapsolások)	Áramirányítós kapcsolások számítása 3F esetben
14. (50)	Pót ZH	Gyakorló példamegoldás

b) Ajánlott irodalom:

- 1, Uray V. – dr. Szabó Sz.: Elektrotechnika, Tankönyvkiadó Bp. 1981.
- 2, Zoltán István: Méréstechnika, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1997.

c) Félévi követelmények:

A tantárgy lezárásának módja:

aláírás, kollokvium

Félév elismerésének módja:

Az aláírás megszerzésének feltétele:

1. A gyakorlati órákon való részvétel, legalább 7 alkalommal a félév során. *Minden hallgató csak a saját gyakorlatán vehet részt.*
2. A 2 db zárthelyi dolgozat külön-külön legalább elégséges szintű megírása. Időpontja **6.(42) és 12.(48.) hét**, időtartama **60 perc**, értékelése 0-40pont. Elégséges szint 50% (20 pont).

A zárthelyik elméleti kérdéseket és számítási feladatokat tartalmaznak. Az 5 db minimum kérdésből legalább 3-at kell helyesen megválaszolni, hogy valaki jogot szerezzen a vizsgajegy megajánlására.

A zárthelyi feladatok értékelése:

Elégtelen 0 - 19 pont

Aki eléri év közben a min. 60 pontot az megajánlott vizsgajegyet kaphat.

Jó 60 - 69 pont

Jeles 70 - 79 pont

Két db elégtelen vagy mulasztott zárthelyi nem pótolható az utolsó héten, hanem automatikusan az aláírás végleges megtagadását vonja maga után. A pótzárthelyik tananyaga, időtartama és értékelése azonos a zárthelyikével. Elégtelen pótzárthelyi esetén a tanszék az aláírást pótolhatóan tagadja meg.

Laboratóriumi gyakorlat (nem kötelező):

Laboratóriumi mérési gyakorlaton csak az a hallgató vehet részt, aki balesetvédelmi oktatásban részesült.

Laboratóriumi méréseken csak az a hallgató vehet részt, aki a mérés anyagát ismeri, és a méréshez tartozó elméleti részből (2db zárthelyiből) legalább 35pontot teljesített.

A mérésen 3 plusz pont szerezhető.

Az aláírás pótlása:

A félév végéig meg nem szerzett aláírás, a kar dékánja által kijelölt időszakban, a tanulmányi és vizsgaszabályzatban előírtak szerint lehet pótolni. Az aláíráspótló zárthelyi a félév teljes elméleti és gyakorlati anyagát tartalmazza.

Aki a két zárthelyit nem teljesítette, vagy 7 alkalomnál többször hiányzott, a tanszék az aláírást nem pótolható módon tagadja meg.

A vizsgára bocsátás feltétele:

Az aláírás megszerzése.

Vizsgajegy megajánlása:

Az a hallgató kaphat 4-es vagy 5-ös megajánlott jegyet, aki minimálisan 60 pontot vagy 70 pontot szerez a félév során.

Vizsga

A vizsga írásbeli, és tartalmazza a félév során elhangzott előadások és gyakorlati órák ismeretanyagát. Max 40 pont szerezhető. Az elégséges szinthez 50%-ra (20 pontra) van szükség. A közepes szint (25 pont), jó (30 pont), jeles (35 pont)-tól szerezhető.

d) Zárthelyi minta:

Elektrotechnika- elektronika vizsga zárthelyi

GEVEE050-B tárgy hallgatói számára

A

.....

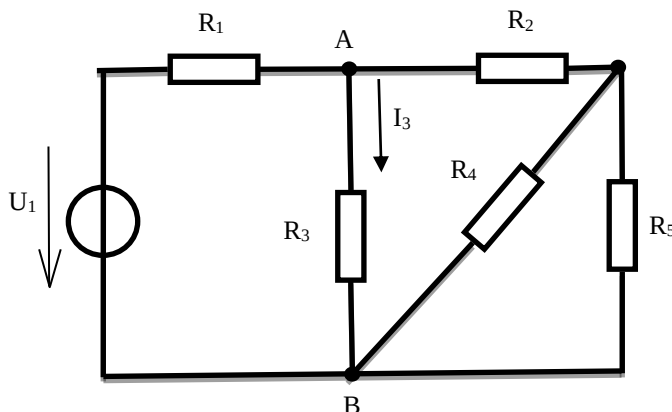
Név, Neptun kód

1., Lényegre törő választ adjon az alábbi kérdésekre! Adja meg a képletekben, tengelyeken használt betűk (jelek) jelentését is! (7x2pont)

- a) Aszinkron motor esetén adja meg a légrés- a mechanikai-, és a tengelyteljesítmény számításának módját!
- b) Értelmezze a delta terhelési szöget, és a nyomatékot!
- c) Adja meg az egyenáramú gépben az indukált feszültség és a nyomaték kiszámításának képletét!
- d) Adja meg a külső gerjesztésű egyenáramú gép kapcsolási rajzát, és fő jellemzőit!
- e) Adja meg két sorbakapcsolt ellenállás esetén a feszültség osztás képleteit!

- f) Hogyan lehet egy feszültségmérő műszer méréshatárát növelni?
 g) Rajzolja fel az 2utas 2ütemű diódás kapcsolást $R=100\Omega$ terheléssel és simító kondenzátorral!

2. Adja meg az ábrán látható hálózat A-B pontokra vonatkozó Thévenin helyettesítő képét, majd ennek segítségével határozza meg az I_3 áramot! (8 pont)



$$U_1 = 120V$$

$$R_1 = R_3 = 20\Omega$$

$$R_2 = 14\Omega$$

$$R_4 = 10\Omega$$

$$R_5 = 15\Omega$$

3. Egy egyfázisú 50Hz-es transzformátorról tudjuk: $S_N = 1000VA$ $U_{1N} = 230V$ $U_{2N} = 42V$
- a.) Határozza meg a transzformátor névleges áramait! (2 pont)
 Ezen transzformátoron a szekunder kapcsait rövidrezárva, (rövidzárási mérést) végeztünk. A mérés az alábbi eredményt adta: $U_{1Z} = 10V$ $I_{1Z} = 3,5A$ $P_{1Z} = 16W$
- b.) Készítse el az egyszerűsített rövidzárási helyettesítő kapcsolási rajzot! (1 pont)
 c.) Ez alapján határozza meg a rövidzárási impedanciát, és a $\cos \varphi_Z$ -t! (2 pont)
 d.) Majd adja meg ennek a vektornak a két (ohmos és induktív) komponensét a primer oldalra vonatkoztatva! (2 pont)
 e.) Határozza meg a transzformátor feszültség áttételét! (1 pont)
4. Egy háromfázisú 6pólusú csillagkapcsolású kalickás aszinkron motor, 400V-os, 50Hz-es frekvenciájú hálózatról üzemel. Névleges nyomatéka $20Nm$ és a névleges fordulatszáma $n_n = 960 \frac{1}{min}$. A billenő nyomaték és a névleges nyomaték aránya $\frac{M_b}{M_n} = 2,7$. Az állórész ohmos ellenállását elhanyagolhatjuk.
- a.) Határozza meg a motor névleges szlipjét! (1 pont)
 b.) Számítsa ki a billenő szlip értékét a (Klass) képlet alapján! (3 pont)
 c.) Számítsa ki az együttes szórési reaktanciát (X_s)! (2 pont)
 d.) Határozza meg a forgórész ellenállásának redukált értékét (R_2')! (2 pont)
 e.) Mekkora a gép indítónyomatéka ($s=1$)? (2 pont)

Vizga ZH megoldás:

- 1., Lényegre törő választ adjon az alábbi kérdésekre! Adja meg a képletekben, tengelyeken használt betűk (jelek) jelentését is! (6x2pont)

- a) Aszinkron motor esetén adja meg a légrés- a mechanikai-, és a tengelyteljesítmény számításának módját!

Állórész tekercsvesztesége: $P_{r1} = 3 \cdot I_1^2 \cdot R_1$ Vasveszteség: $P_v = 3 \cdot \frac{U_i^2}{R_0}$

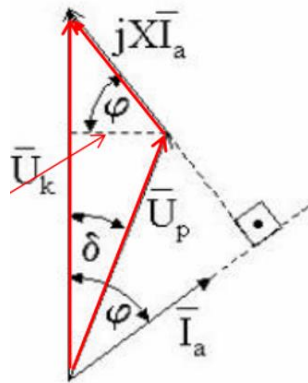
Légrés teljesítmény: $P_l = P_1 - P_{t1} - P_v = M \cdot \omega_o$

Mechanikai teljesítmény: $P_m = M \cdot \omega = P_l - P_{t2} = P_l(1-s)$

Forgó tekercs veszteség: $P_{t2} = s \cdot P_l = P_l - P_m = M \cdot \omega_o - M \cdot \omega = M \cdot \omega_o \frac{\omega_o - \omega}{\omega_o}$

Tengely teljesítmény: $P_2 = P_h = M_t \cdot \omega$

b) Értelmezze a delta terhelési szöget, és a nyomatékot!



δ : terhelési szög (U_p és U_k közötti szög)

$$M = \frac{3}{\omega_0} \cdot \frac{U_k \cdot U_p}{X_d} \cdot \sin \delta$$

M: nyomaték
 δ : terhelési szög (U_p és U_k közötti szög)

c) Adja meg az egyenáramú gépben az indukált feszültség és a nyomaték kiszámításának képletét!

Indukált feszültség:

A főpólus mágneses terében forgó vezetőkeretben indukálódó feszültség középértéke.

$$U_i = k \cdot \Phi \cdot \omega$$

Nyomaték:

Egyenáramú gép belső teljesítménye alapján

$$P_{mech} = P_{vill}$$

$$M \cdot \omega = U \cdot I_a = k \cdot \Phi \cdot I_a \cdot \omega$$

k - Gépállandó

Φ - Fluxus [Wb]

ω - Kőrfrekvencia [rad/s]

I_a - Armatúra áram [A]

$$M = k \cdot \Phi \cdot I_a$$

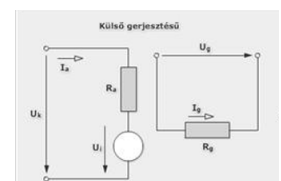
$$k = \frac{2 \cdot N \cdot p}{\pi}$$

N - Vezetőkeretek száma

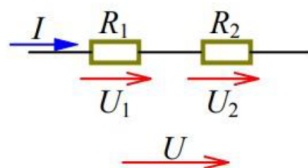
p - Póluspárok száma

d) Adja meg a külső gerjesztésű egyenáramú gép kapcsolási rajzát, és fő jellemzőit!

•Külső gerjesztés: Az U_g feszültség független áramforrásból ered, ezen gépnek a legdinamikusabbak, működési jellemzői, ezek a legjobban szabályozhatóak.



e) Adja meg két sorbakapcsolt ellenállás esetén a feszültség osztás képleteit!



$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\cdot R_1$$

$$R_2 = 0$$

$$I \cdot R_1 = 0$$

φ

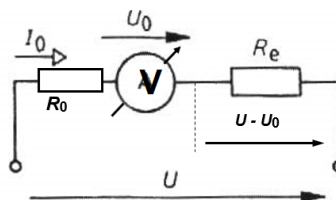
Zárt áramkörben a részfeszültségek úgy aránylanak egymáshoz, mint az ellenállások értékei, amelyeken a részfeszültségek esnek.

f) Hogyan lehet egy feszültségmérő műszer méréshatárát növelni?

SOMT-ellenállásokkal töltöttük.

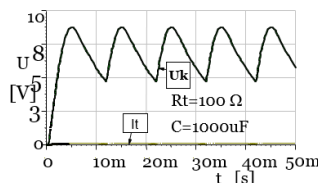
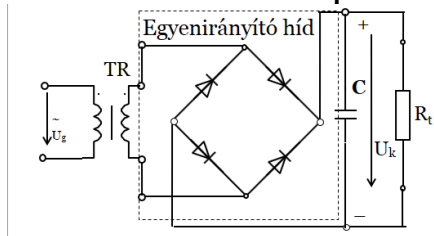
Feszültség-méréshatár kiterjesztés

Előtét ellenállás alkalmazása
feszültség - méréshatár bővítésére



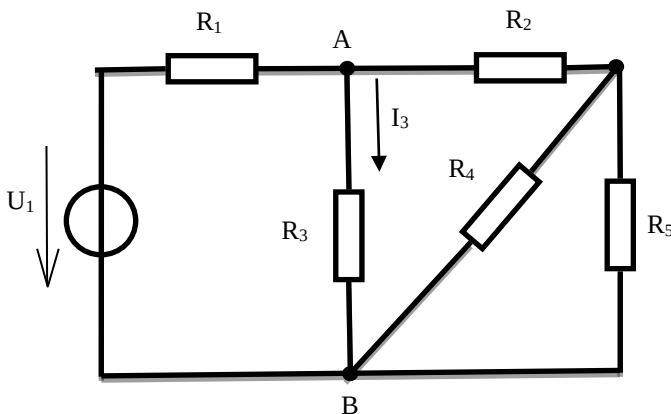
Előtétellenállás számítása: R_0 az alaplámpa belső ellenállása, $R_0 = U_0 / I_0$, $R_e = (n-1) \cdot R_0$ ahol $n = U / U_0$, a méréshatár kiterjesztés mérőszáma

g) Rajzolja fel az 2utas 2ütemű diódás kapcsolást $R=100\Omega$ os terheléssel és simító kondenzátorral!



Az egyenirányító kapcsolás jelalakja 100Ω -os

2. Adja meg az ábrán látható hálózat A-B pontokra vonatkozó Thévenin helyettesítő képét, majd ennek segítségével határozza meg az I_3 áramot! (8 pont)



$$U_1 = 120V$$

$$R_1 = R_3 = 20\Omega$$

$$R_2 = 14\Omega$$

$$R_4 = 10\Omega$$

$$R_5 = 15\Omega$$

R_3 eltávolítjuk U_1 -t zárjuk rövidre:

$$R_b = (R_1 \times (R_2 + R_4 \times R_5)) = (20 \times (14 + 10 \times 15)) = 10\Omega$$

$$U_{T\Box} = U \frac{R_2 + R_4 \times R_5}{R_1 + R_2 + R_4 \times R_5} = 120 \frac{14 + 6}{20 + 14 + 6} = 60V$$

$$I_3 = \frac{U_{T\Box}}{R_b + R_3} = \frac{60}{10 + 20} = 2A$$

3. Egy EGYFÁZISÚ 50Hz-es transzformátor névleges adatai a következők: $S_N = 1000VA$ $U_{1N} = 230V$ $U_{2N} = 42V$

a.) Határozza meg a transzformátor névleges áramait!

(2 pont)

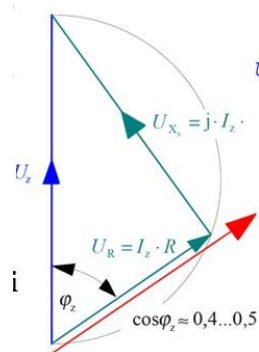
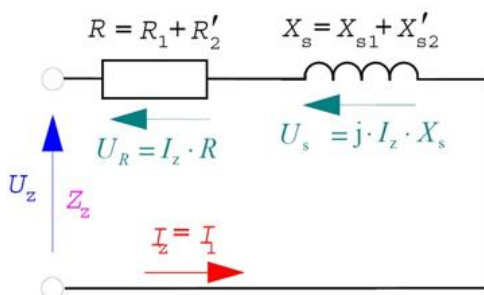
$$I_{1n} = \frac{S_n}{U_{1n}} = \frac{1000VA}{230V} = 4,34A$$

$$I_{2n} = \frac{S_n}{U_{2n}} = \frac{1000VA}{42V} = 23,8A$$

Ezen transzformátoron a szekunder kapcsait rövidrezárva, (rövidzárási mérést) végeztünk. A mérés az alábbi eredményt adta: $U_{1Z} = 10V$ $I_{1Z} = 3,5A$ $P_{1Z} = 16W$

b.) Készítse el az egyszerűsített rövidzárási helyettesítő kapcsolási rajzot!

(1 pont)



c.) Ez alapján határozza meg a rövidzárási impedanciát, és a $\cos \phi_Z$ -t! (2 pont)

$$Z = \frac{U_{1Z}}{I_{1Z}} = \frac{10V}{3,5A} = 2,857\Omega$$

$$\cos \phi_Z = \frac{P_{1Z}}{U_{1Z} \cdot I_{1Z}} = \frac{16W}{10V \cdot 3,5A} = 0,457 \quad \phi_Z = 62,8^\circ$$

d.) Majd adja meg ennek a vektornak a két (ohmos és induktív) komponensét a primer oldalra vonatkoztatva! (2 pont)

$$R^{(1)} = Z \cdot \cos \phi_Z = 2,857\Omega \cdot 0,457 = 1,3056\Omega$$

$$X^{(1)} = Z \cdot \sin \phi_Z = 2,857\Omega \cdot \sin(62,8^\circ) = 2,541\Omega$$

e.) Határozza meg a transzformátor feszültség áttételét! (1 pont)

$$a = \frac{U_{1n}}{U_{2n}} = \frac{230V}{42V} = 5,48$$

4. Egy háromfázisú 6pólusú csillagkapcsolású kalickás aszinkron motor, 400V-os, 50Hz-es frekvenciájú hálózatról üzemel. Névleges nyomatéka 20Nm és a névleges fordulatszáma $n_n = 960 \frac{1}{min}$. A billenő nyomaték és a névleges nyomaték aránya $\frac{M_b}{M_n} = 2,7$. Az állórész ohmos ellenállását elhanyagolhatjuk.

a.) Határozza meg a motor névleges szlipjét! (1 pont)

$$n_0 = \frac{f}{p} \cdot 60 = \frac{50}{3} \cdot 60 = 1000 \frac{1}{min} \quad s = \frac{n_0 - n}{n_0} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0,04$$

b.) Számítsa ki a billenő szlip értékét a (Klass) képlet alapján! (3 pont)

$$M = \frac{2 \cdot M_b}{\frac{s_b}{s} + \frac{s}{s_b}}$$

$$\frac{s_b}{s} + \frac{s}{s_b} = \frac{2 \cdot M_b}{M}$$

$$s_b^2 + s^2 = \frac{2 \cdot M_b}{M} \cdot s \cdot s_b$$

$$s_b^2 + s^2 = \frac{2 \cdot M_b}{M} \cdot s \cdot s_b \Rightarrow s_b^2 - \frac{2 \cdot M_b}{M} \cdot s \cdot s_b + s^2 = 0$$

$$s_b^2 - 2 \cdot 2,7 \cdot 0,04 \cdot s_b + 0,04^2 = 0$$

$$s_{b1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} = \frac{0,216 \pm \sqrt{0,216^2 - 4 \cdot 1 \cdot 0,0016}}{2 \cdot 1} = \begin{cases} s_{b1} = 0,208 \\ s_{b2} \neq 0,0077 \end{cases}$$

c.) Számítsa ki az együttes szórási reaktanciát (X_S)! (2 pont)

$$X_S = \frac{3 \cdot U_{1f}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot M_b} = \frac{3 \cdot \left[\frac{400V}{\sqrt{3}} \right]^2}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{f}{p} \cdot M_b} = \frac{[400V]^2}{2 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{50Hz}{3} \cdot 54Nm} = 14,15\Omega$$

d.) Határozza meg a forgórész ellenállásának redukált értékét (R_2')! (2 pont)

$$R_2' = s_b \cdot X_S = 0,208 \cdot 14,15\Omega = 2,9425\Omega$$

e.) Mekkora a gép indítónyomatéka ($s=1$)? (2 pont)

$$M_i = \frac{2 \cdot M_b}{\frac{s_b}{1} + \frac{1}{s_b}} = \frac{2 \cdot 54Nm}{\frac{0,208}{1} + \frac{1}{0,208}} = 21,53Nm$$

e) Lehetséges mérési feladatok:

TRANSZFORMÁTOR MÉRÉS

Mérési feladatok

A mérés célja:

A transzformátor áramköri modelljének meghatározása méréssel.

A transzformátor névleges adatai:

$$S_n = 2500 \text{ VA}; \quad U_{1n} = 380 \text{ V}; \quad U_{2n} = 110 \text{ V}; \quad R_1 = 0,38 \, \Omega$$

1. Áttétel mérés

Mérje meg a transzformátor feszültségátvitelét üresjárásban. A táplálás névleges feszültséggel, a 380 V-os oldalon történjen (1. ábra).

2. Üresjárási mérés

Állítsa össze a 2. ábrán látható kapcsolási vázlatot. Mérje meg a transzformátor primer feszültségét, üresjárási áramát és a felvett határos teljesítményt. A transzformátort a 380 V-os oldalról, névleges feszültséggel táplálja.

3. Rövidzárási mérés

Állítsa össze a 3. ábrán látható kapcsolási vázlatot. Mérje meg a transzformátor rövidzárási feszültségét, áramát és a felvett határos teljesítményt. A mérést a 24 V-os hálózatra csatlakoztatott toroid transzformátoron keresztül, a 380 V-os oldalról végezze. A toroid "0" helyzetéből indulva, a feszültség növelésével állítson be 5 A-es primer áramot.

4. Kiértékelés

- Rajzolja fel a transzformátor teljes áramköri modelljét!
- Számítsa ki a modell elemeinek értékét a szokásos közelítésekkel!
- Határozza meg a transzformátor dropját!

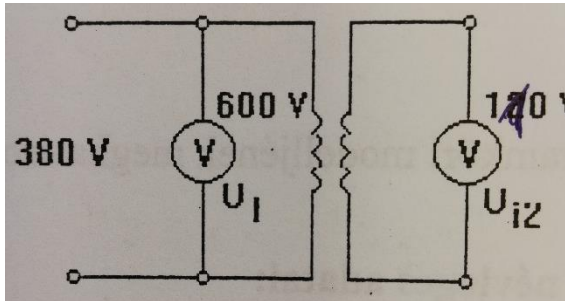
Megoldása:

Transzformátor mérés

Mérés célja: A transzformátor áramköri modelljének meghatározása méréssel.

A transzformátor névleges adatai: $S_n = 2500\text{VA}$; $U_{1n} = 380\text{V}$; $U_{2n} = 110\text{V}$; $R_1 = 0,38\Omega$

1., Áttétel mérés kapcsolási vázlata:



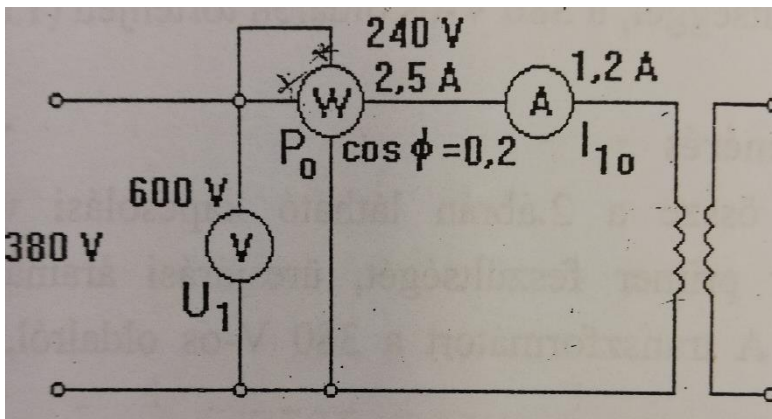
Mért adatok:

$$U_1 = 404\text{V}; U_{i2} = 119,6\text{V}; U_{i1} \cong U_1$$

Számítás:

$$a = \frac{U_{i1}}{U_{i2}} \cong \frac{U_1}{U_{i2}} = \frac{404\text{V}}{119,6\text{V}} = 3,37$$

2., Üresjárási mérés kapcsolási vázlata:



Mért adatok:

$$I_{10} = 0,72\text{A}; U_1 = 404\text{V}; P_0 = \frac{240 \cdot 2,5 \cdot 0,2}{150} \cdot 72 = 58\text{W};$$

Számítás:

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_1 \cdot I_{10}} = \frac{58\text{W}}{404\text{V} \cdot 0,72\text{A}} = 0,2$$

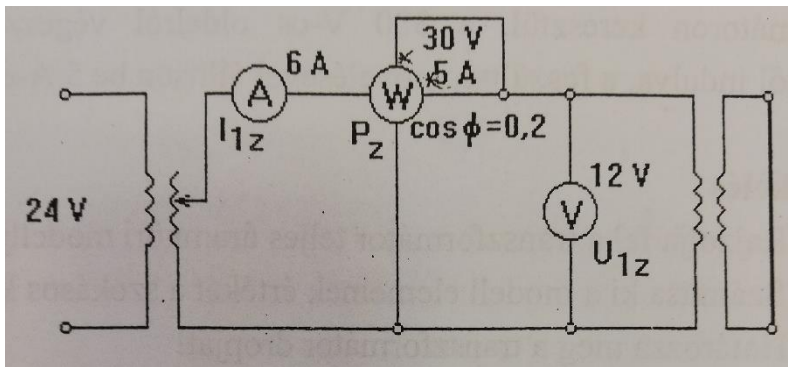
$$I_{gh} \cong I_{10} \cdot \cos \varphi = 0,144$$

$$I_{gm} \cong I_{10} \cdot \sin \varphi = 0,705$$

$$R_0 = \frac{U_1^2}{P_0} = \frac{U_1}{I_{gh}} = \frac{404\text{V}}{0,144\text{A}} = 2805\Omega$$

$$X_0 = \frac{U_{i1}}{I_{gm}} = \frac{U_1}{I_{gm}} = \frac{404\text{V}}{0,705\text{A}} = 573\Omega$$

3., Rövidzárási mérés kapcsolási vázlata:



Mért adatok:

$$I_{1z} = 5A; U_{1z} = 6,9V; P_z = \frac{30 \cdot 5 \cdot 0,2}{150} \cdot 123 = 24,6W$$

Számítás:

$$I_{1n} = \frac{S_n}{U_{1n}} = \frac{2500VA}{380V} = 6,57A$$

$$U_{1z}^* = U_{1z} \frac{I_{1n}}{I_{1z}} = 6,9V \frac{6,57A}{5A} = 9,07V$$

$$\varepsilon = \frac{U_{1z}}{U_{1n}} = \frac{9,07V}{380V} = 0,023 \Rightarrow 2,3\%$$

$$Z = \frac{U_{1z}}{I_{1z}} = \frac{6,9V}{5A} = 1,38\Omega$$

$$\cos \varphi_z = \frac{P_z}{U_{1z}^* \cdot I_{1z}} = \frac{24,6W}{9,07V \cdot 5A} = 0,71$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi_z = 1,38\Omega \cdot 0,71 = 0,9798\Omega$$

$$R_2' = R - R_1 = 0,9798\Omega - 0,38\Omega = 0,5998\Omega$$

$$X = Z \cdot \sin \varphi_z = 1,38\Omega \cdot 0,7011 = 0,9675\Omega$$

$$X_{s1} = X \cdot \frac{R_1}{R} = 0,9675\Omega \cdot \frac{0,38\Omega}{0,9798\Omega} = 0,3752\Omega$$

$$X_{s2}' = X - X_{s1} = 0,9675\Omega - 0,3752\Omega = 0,5922\Omega$$

Helyettesítő kapcsolási rajz:

