



Thodory Csaba

Elektromos berendezések villamos
jellemzői mérési eredményeinek
feldolgozása



A követelménymodul megnevezése:

Víz- és szennyvíztechnológus és vízügyi technikus feladatok

A követelménymodul száma: 1223-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-014-20



ELEKTROMOS BERENDEZÉSEK VILLAMOS JELLEMZŐI MÉRÉSI EREDMÉNYEINEK FELDOLGOZÁSA

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy villamos berendezéseket felújító kft. dolgozója. Főnökétől feladatuk kapta a berendezések mért villamos jellemzőiből határozza meg a tájékoztatáshoz még szükséges jellemzőket.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. ELEKTROMOS ELMÉLETI ALAPOK

– **Elektromos áramerősség:** A keresztmetszeten áthaladó összes töltésmennyiség és a közben eltelt idő hányadosával jellemzett fizikai mennyiség. Jele: I

Mértékegysége az amper, amelynek jele **A** (amper).

1 A az áram erőssége, ha két párhuzamos, egyenes, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny kör keresztmetszetű, vákuumban, egymástól 1 m távolságban lévő vezető között méterenként 2×10^{-7} N erőt hoz létre.

$$I = \frac{Q[C]}{t[s]} [A] \quad \text{áramerősség} = \frac{\text{átáramlott töltés}}{\text{átáramlási idő}} \quad \text{ahol } Q \text{ az elektromos töltés jele,}$$

amit C (Coulomb), s a t az idő jele, amit s (secundum) mértékegységben adunk meg.

Az áramerősség számértéke megmutatja, hogy a vezető keresztmetszetén egységnyi idő alatt mekkora töltésmennyiség áramlik át.

– **Ellenállás:** Az elektromos ellenállás mértéke azt jelzi, hogy mekkora munkát kell végeznie az elektromos térnek, amíg egy adott tárgyon egy egységnyi elektront áramoltat. Azért keletkezik az egyenáramú ellenállás, mert a töltést hordozó részecskék ütköznek az adott anyag atomjaival.

Az ellenállás jele: **R**, mértékegysége az ohm, melynek a jele: Ω (ohm).

1 Ω ellenálláson **1 A** erősségű áramot át bocsátva a feszültségesés **1 V**.

A vezetők a töltések mozgásával szemben ellenállást fejtenek ki.

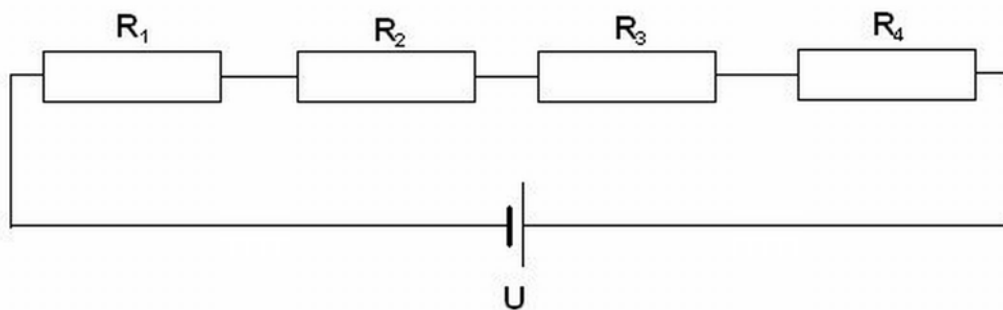
Állandó hőmérsékleten hengeres keresztmetszetű vezeték ellenállása (R [Ω]):

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Itt l [m] a vezető hossza, A [mm²] a keresztmetszete és ρ [Ω mm²/m] a vezető fajlagos ellenállása.

– Ellenállások soros és párhuzamos kapcsolása:

Ellenállások soros kapcsolásakor:



1. ábra. Ellenállások soros kapcsolása

Az eredő ellenállás az ellenállások összege:

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots$$

Minden ellenálláson ugyanakkora áram folyik:

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

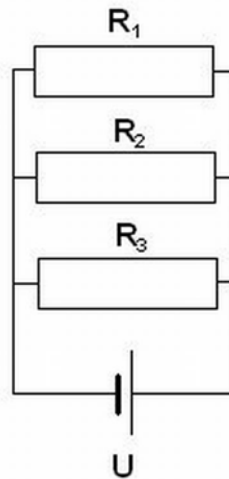
Az áramforrás sarkai közti feszültség egyenlő az egyes ellenállásokon eső feszültségek összegével:

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

A fogyasztókon eső feszültségek egyenesen arányosak a fogyasztók ellenállásaival:

$$U_1 : U_2 : \dots = R_1 : R_2 : \dots$$

Ellenállások párhuzamos kapcsolásakor:



2. ábra. Ellenállások párhuzamos kapcsolása

Az eredő ellenállás reciproka egyenlő az ellenállások reciprokösszegével:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

Minden ellenálláson ugyanakkora feszültség esik:

$$U = U_1 = U_2 = \dots$$

A főágban folyó áram erőssége egyenlő a mellékágakbeli áramerősségek összegével:

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

A fogyasztókon átfolyó áramok erőssége fordítottan arányos a fogyasztók ellenállásaival

– **Feszültség:** Az elektromos tér egy adott pontjához viszonyított munkavégző képességet potenciálnak, két pont munkavégző képességének különbségét potenciálkülönbségnek vagy *feszültség*nek nevezzük.

Az *elektromos feszültség* vagy potenciálkülönbség jele: **U**, mértékegysége a volt, amelynek a jele: **V** (volt).

1 V olyan vezető két pontja közötti elektromos feszültség, amelyben 1 A állandó erősségű áram folyik, ha az áram teljesítménye e két pont között 1 W.

– **Villamos munka**

A villamos tér a töltések mozgatásával munkát végez. Ha a villamos tér U feszültsége Q töltést elmozdít, a végzett munka (jele **W**):

$$W = Q \cdot U = I \cdot t \cdot U$$

Ha az U villamos feszültség egy vezetőben t ideig I áramot hoz létre, akkor a villamos tér által végzett munka arányos az U feszültséggel, a vezetékben folyó I árammal és az áramlás idejével (t).

A munka mértékegysége: $V \cdot A \cdot s = W \cdot s$

$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$

A $\text{W}\cdot\text{s}$ mellett a villamos munka nagyobb egységeit is használjuk $\text{W}\cdot\text{h}$, wattórát és a $\text{k}\cdot\text{W}\cdot\text{h}$ kilowattórát.

$1 \text{ W}\cdot\text{h} = 3600 \text{ W}\cdot\text{s}$; $1 \text{ k}\cdot\text{W}\cdot\text{h} = 1000 \text{ W}\cdot\text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W}\cdot\text{s}$

– **Villamos teljesítmény**

A villamos tér általi időegység alatt elvégzett munkát villamos teljesítménynek nevezzük.

Villamos teljesítmény jele P , mértékegysége a watt, melynek a jele W

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$

Egy fázisú rendszer hatásos teljesítménye:

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} \cdot \cos\varphi$$

$P [W]$ – egy fázis teljesítménye (hatásos teljesítménye)

A **hatásos teljesítmény** a látszólagos teljesítménynek az a része, amely a fogyasztón más energiává alakul.

$U_{\text{eff}} [V]$ – effektív feszültség

$I_{\text{eff}} [A]$ – effektív áramerősség

$\cos\varphi$ – teljesítménytényező

A *villamos áram effektív értéke* (vagy négyzetes középértéke) az áram hőhatására ad útmutatást. Az effektív érték annak az egyenáramnak az értékével egyenlő, amely azonos idő alatt ugyanakkora munkát végez (hőt termel), mint a vizsgált váltakozó áram.

(Az effektív értéket azért hívják négyzetes középértéknek, mert ha R ellenálláson I áram folyik keresztül, azon $U = I \cdot R$ feszültség esik, és $P = U \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$ teljesítmény alakul hővé; így az effektív érték az áram négyzetével arányos középérték.)

$$S = U \cdot I$$

$S [VA]$ – a **látszólagos teljesítmény**

A **látszólagos teljesítmény** könnyen mérhető és számítható. Számértéke mindig nagyobb, mint a hatásos és meddő teljesítményé.

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

Q [Var – voltamper-reaktív -] – a **meddő teljesítmény**

A **meddő teljesítmény** a látszólagos teljesítménynek az a része, amely a reaktanciák energiatároló-képességéből adódóan a generátor és a reaktanciák között ide-oda áramlik. Mivel ez a teljesítmény nem végez munkát, meddő teljesítménynek nevezzük. A reaktanciák jelenléte miatt használatos a **reaktív teljesítmény** elnevezés is.

Hogy a látszólagos teljesítményből mennyi a hatásos, munkavégző teljesítmény, és mennyi a meddő teljesítmény, az a feszültség és az áramerősség egymáshoz képest mért időbeli eltolódásától függ. Ezt a fáziseltérést láthatjuk a teljesítmény vektorábrán. Felhasználva azt, hogy a vektorábra derékszögű háromszög, felírhatjuk az egyes teljesítmények közötti összefüggéseket:

$$P^2 + Q^2 = S^2$$

$$P = S \cdot \cos\varphi = U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$Q = S \cdot \sin\varphi = U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

– **Teljesítménytényező**

A **cosφ** megmutatja, hogy a látszólagos teljesítmény hányad része hatásos teljesítmény. Jelentősége miatt külön elnevezést kapott: **teljesítménytényezőnek** nevezzük.

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Háromfázisú rendszer hatásos teljesítménye (szimmetrikus terhelés esetén):

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_v \cdot I_v \cdot \cos\varphi$$

P [W] – háromfázisú rendszer hatásos teljesítménye

U_f [V] – fázisfeszültség

U_v [V] – vonalfeszültség

I_f [A] – fázis áramerősség

I_v [V] – vonali áramerősség

cosφ – teljesítménytényező

A háromfázisú rendszer látszólagos teljesítménye – **S [VA]**:

$$S = 3 \cdot U_f \cdot I_f$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_v \cdot I_v$$

A háromfázisú rendszer meddő teljesítménye – Q [Var – voltamper-reaktív –]:

$$Q = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \sin \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_v \cdot I_v \cdot \sin \varphi$$

– Villamos motor hatásfoka – η [%]:

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 \text{ [%]}$$

P_h [kW] – hasznos teljesítmény = a motor tengelyén leadott teljesítmény (P_t)

P_{be} [kW] – befektetett teljesítmény = a motor által felvett villamos teljesítmény (P_v)

– Villamos motor terhelése – x [%]:

$$x = \frac{P_t}{P_{névl}} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$P_{névl}$ [kW] – névleges teljesítmény

– **Ohm-törvény:** Az áramkör valamely két pontja között átfolyó áram erőssége (I) egyenesen arányos a két pont közötti feszültséggel (U). Az arányossági tényező a két pont közötti vezetékszakas ellenállásának reciproka ($\frac{1}{R}$), illetve a vezetékszakas vezetőképessége (G).

$$I = \frac{1}{R} \cdot U = G \cdot U$$

Másképp megfogalmazva:

Az áramkör két pontja közötti feszültség (U) arányos a két pont között átfolyó áram erősségével (I). Az arányossági tényező a vezetékszakas ellenállása (R).

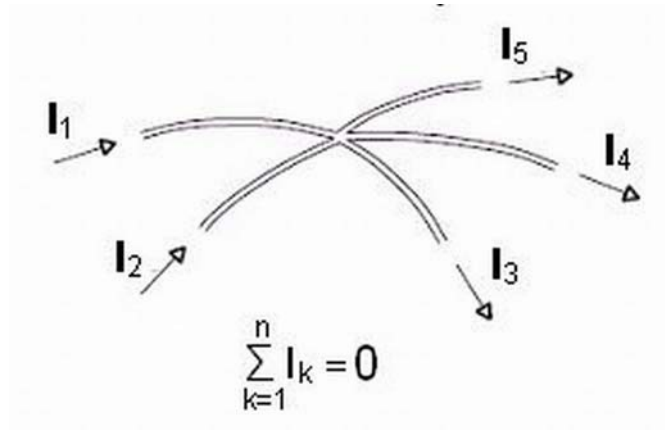
$$U = R \cdot I$$

Megjegyzés: Az Ohm-törvényt a nemlineáris ellenállásoknál csak megszorításokkal tudjuk alkalmazni.

– **Kirchhoff I. törvénye** (a csomóponti törvény):

A csomópontba befolyó áramok összege megegyezik a csomópontból kifolyó áramok összegével.

$$\Sigma I_{be} = \Sigma I_{ki}$$

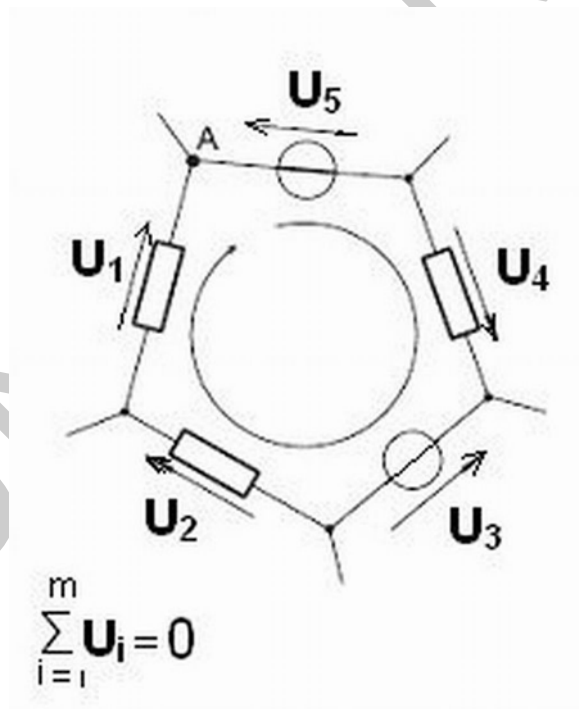


3. ábra. Kirchhoff I. törvénye

– Kirchhoff II. törvénye (a huroktörvény):

Bármely zárt hurokban a feszültségek előjeles összege nulla.

$$\sum U_i = 0$$



4. ábra. Kirchhoff II. törvénye

2. VILLAMOS JELLEMZŐK MÉRÉSE

A villamos jellemzők mérése digitális multiméterrel (MX-25 201 /5. ábra./) és lakatfogós multiméterrel (VOLT CRAFT VC609 /6. ábra./ és UNITEST CHB-48 /7. ábra./) történt.



5. ábra. MX-25 201 digitális multiméter



6. ábra. VOLTcraft VC609 TRMS lakatfogós multiméter



7. ábra. UNITEST-CHB-48 lakatfogó villamos teljesítménymérő

A mérések leírása:

2.1. Áramerősség mérés

A mérés lépései digitális multiméterrel:

1. A funkciókapcsolóval beállítjuk az üzemmódot (AC/DC) és a méréshatárt.

A méréshatárt ismeretlen áramerősség esetén a maximális értékre (AC és DC esetén is 20 A) állítjuk.

2. A fekete műszerzsinórt a „COM” hüvelybe, a piros műszerzsinórt DC esetén a „20 A”, AC esetén a „VΩ” hüvelybe helyezjük.

3. A műszerzsinórokat csatlakoztatjuk a mérendő áramkörhöz.

4. A „POWER” gombbal bekapcsoljuk a műszert, s az LCD kijelzőn A-ben leolvashatjuk az áramerősség értékét.

5. A „HOLD” kapcsoló – amelyik műszeren van, a **MX-25 201**-en van – segítségével rögzíthetjük a mért értéket.

Amennyiben a mért áramerősség kisebb, mint 0,2 A, csökkenthetjük a méréshatárt a pontosabb mérési eredmény érdekében.

(A méréshatár váltását célszerű kikapcsolt állapotban – „POWER” gombbal – elvégezni.)

A mérést elvégezhetjük lakatfogós mérőműszerrel is.

A **VC 609 lakatfogós mérőműszer** kezelési utasítása az alábbi URL-címen érhető el:

http://www.produktnfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf

Az **UNITEST-CHB-48 lakatfogós mérőműszerrel** a mérésnél lényeges eltérés, hogy a mérendő villamos jellemzőt a forgókapcsolóval választjuk ki.

2.2. Feszültségmérés

A mérés lépései digitális multiméterrel:

1. A funkciókapcsolóval beállítjuk az üzemmódot (AC/DC) és a méréshatárt.

A méréshatárt ismeretlen feszültség esetén a maximális értékre (AC esetén 750 V, DC esetén 1000 V) állítjuk.

2. A fekete műszerzsinórt a „COM” hüvelybe, a piros műszerzsinórt a „VΩ” hüvelybe helyezjük.

3. A műszerzsinórokat csatlakoztatjuk a mérendő áramkörhöz.

4. A „POWER” gombbal bekapcsoljuk a műszert, s az LCD kijelzőn V-ban leolvashatjuk a feszültség értékét.

5. A „HOLD” kapcsoló – amelyik műszeren van, a **MX-25 201**-en van – segítségével rögzíthetjük a mért értéket.

Amennyiben a mért feszültség kisebb, mint 200 V, változtathatjuk a méréshatárt a pontosabb mérési eredmény érdekében.

(A méréshatár váltását célszerű kikapcsolt állapotban – „POWER” gombbal – elvégezni.)

A mérést elvégezhetjük lakatfogós mérőműszerrel is.

A **VC 609 lakatfogós mérőműszer** kezelési utasítása az alábbi URL-címen érhető el:

http://www.produktnfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf

Az **UNITEST-CHB-48 lakatfogós mérőműszerrel** a mérésnél lényeges eltérés, hogy a mérendő villamos jellemzőt a forgókapcsolóval választjuk ki.

2.3. Ellenállásmérés

A mérés lépései digitális multiméterrel:

Ellenállást kikapcsolt vagy kiépített alkatrészen KELL mérni!

1. A funkciókapcsolóval beállítjuk a méréshatárt.

A méréshatárt ismeretlen ellenállás esetén a maximális értékre 20 M Ω állítjuk.

2. A fekete műszerzsinórt a „COM” hüvelybe, a piros műszerzsinórt a „V Ω ” hüvelybe helyezzük.

3. A műszerzsinórokat csatlakoztatjuk a mérendő ellenálláshoz.

4. A „POWER” gombbal bekapcsoljuk a műszert, s az LCD kijelzőn Ω -ban leolvashatjuk az ellenállás értékét.

5. A „HOLD” kapcsoló – amelyik műszeren van, a **MX-25 201**-en van – segítségével rögzíthetjük a mért értéket.

Amennyiben a mért ellenállás kisebb, mint 200 k Ω , változtathatjuk a méréshatárt a pontosabb mérési eredmény érdekében.

(A méréshatár váltását célszerű kikapcsolt állapotban – „POWER” gombbal – elvégezni.)

2.4. Teljesítmény mérése

A mérést *lakatfogós mérőműszerrel* végezhetjük.

A **VC 609 lakatfogós mérőműszer** kezelési utasítása az alábbi URL-címen érhető el:

http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf

A **VC 609 lakatfogós mérőműszerrel** az elektrotechnikában megkülönböztetett mindhárom teljesítmény (a hatásos teljesítmény [W], a látszólagos teljesítmény [VA], s a meddő teljesítmény [var]) mérhető.

Az **UNITEST-CHB-48 lakatfogós mérőműszerrel** a mérésnél lényeges eltérés, hogy a mérendő villamos jellemzőt a forgókapcsolóval választjuk ki. Meddő teljesítmény mérése nem alkalmas.

2.5. $\cos\varphi$ mérése

A mérést *lakatfogós mérőműszerrel* végezhetjük.

A **VC 609 lakatfogós mérőműszer** kezelési utasítása az alábbi URL-címen érhető el:

http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf

Az **UNITEST-CHB-48 lakatfogós mérőműszerrel** a mérésnél lényeges eltérés, hogy a mérendő villamos jellemzőt a forgókapcsolóval választjuk ki.

3. MINTAFELADAT

Feladat: Villamos gép teljesítményének és hatásfokának a kiszámítása.

Számítsa ki, egy háromfázisú villamos motor elektromos teljesítményfelvételét mértékadó terhelésnél, s határozza meg a villamos motor hatásfokát az alábbi adatok mellett:

Adott:

- A villamos motor névleges teljesítménye: **45 kW**
- A mértékadó terhelés: **89 %**
- A mértékadó terhelésnél mért villamos jellemzők:

Terhelés	U_f	I_f	$\cos\varphi$
x			
[%]	[V]	[A]	
89	226	77,9	0,94

Megoldás:

A villamos motor mértékadó terhelése:

$$x = \frac{P_{mot}}{P_{névl}} \cdot 100 [\%] \rightarrow P_{mot} = x \cdot P_{névl} = 0,89 \cdot 45 = 40,05 \text{ kW}$$

$x = 89 \%$ terheléshez tartozó villamos jellemzők:

$$U_f = 226 \text{ V}$$

$$I_f = 77,9 \text{ A}$$

$$\cos\varphi = 0,94$$

A háromfázisú villamos motor felvett teljesítménye:

$$P_v = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226 \cdot 77,9 \cdot 0,94 \cong 49647 \text{ W} = 49,647 \text{ kW}$$

A háromfázisú villamos motor hatásfoka:

$$\eta = \frac{P_{mot}}{P_v} \cdot 100 = \frac{40,05}{49,647} \cdot 100 \cong 80,7 \%$$

Összefoglalás

Az adott szakmai információtartalom áttanulmányozásával és a "TANULÁSIRÁNYÍTÓ" segítségével feleleveníthetjük ismereteinket a villamos mérésekről; megismerhetjük az elektromos gépek, berendezések mért villamos jellemzőiből más jellemzők kiszámítását és az eredmények feldolgozását. Az "ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK" és a "MEGOLDÁSOK" segítik ismereteink megerősítését.

Összefoglalásként válasz a felvetett esetre:

A szakmai információtartalom, s a "TANULÁSIRÁNYÍTÓ" biztosítja az "ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET" részben leírtak megvalósítását.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Tanulmányozza a villamos alpméréseket, az elektromos erőforrású gépek, berendezések, villamos jellemzőinek mérését, s a mért adatok feldolgozásával új villamos jellemzők meghatározásával foglalkozó szakmai információtartalmat!

Oldja meg a következő tanulásirányító gyakorló feladatokat! A mért adatokból határozza meg az új villamos jellemzőket, illetve végezze el a feldolgozásukat!

Deákvári József – dr. Földesi István: Villamos motor diagnosztikája¹ anyagból használjuk fel a 45 kW névleges teljesítményű villamos motor mérési adatait, más villamos jellemzők (P_v , η , S , Q) meghatározására.

A mérés során egy 45 kW névleges teljesítményű hajtóműves háromfázisú, aszinkron villamos motort a tengelyen keresztül fékeztünk egy villamos fékpaddal. A méréseket üresjárásban, 5kW, 10kW, 15kW, 20kW, 25kW, 30kW, 35kW, 40kW, 45kW terhelésnél végeztük. Minden terhelési szintnél **CHB-48 típusú lakatfogóval** megmértük a motor áramfelvételét (I_f), a fázisfeszültséget (U_f), a felvett teljesítményt (felvett fázisteljesítményt P_f) és a $\cos\varphi$ -t.²

A mérés összeállítása (8. ábra.):

¹ http://www.fvmmi.hu/doc/kutat/618_rezges.pdf?PHPSESSID=d7b5c61d90d0c85b81eb490a9cbaa783 (2010. október 10.)

² http://www.fvmmi.hu/doc/kutat/618_rezges.pdf?PHPSESSID=d7b5c61d90d0c85b81eb490a9cbaa783 (2010. október 10.)



8. ábra. A villamos motor mérési összeállítása³

A villamos motor mért adatai a tengelyen leadott terhelések függvényében:

1. TÁBLÁZAT⁴:

Terhelés	U _f	I _f	P _f	cosφ
[kW]	[V]	[A]	[kW]	
0,6	229,8	18,6	1,5	0,43
5	229	22,7	3,1	0,67
10	229,6	28,9	5	0,82
15	228,5	36,1	6,7	0,87
20	229,1	43,4	8,6	0,91
25	226	51,5	10,4	0,92

³ http://www.fvmmi.hu/doc/kutat/618_rezges.pdf?PHPSESSID=d7b5c61d90d0c85b81eb490a9cbaa783 (2010. október 10.)

⁴ http://www.fvmmi.hu/doc/kutat/618_rezges.pdf?PHPSESSID=d7b5c61d90d0c85b81eb490a9cbaa783 (2010. október 10.)

30	225,4	59,7	12,2	0,93
35	226,4	68,1	14,2	0,93
40	226	77,9	16	0,94
45	224,3	86,4	17,9	0,94

1. Határozza meg a háromfázisú aszinkron villamos motor összesen felvett villamos teljesítményét (P_{v0}), és a villamos motor hatásfokát (η) 10 kW terhelésnél!

2. Határozza meg a háromfázisú aszinkron villamos motor összesen felvett villamos teljesítményét (P_{v0}), a látszólagos teljesítményét (S) és a meddő teljesítményét (Q) 40 kW terhelésnél!


3. Ábrázolja a háromfázisú aszinkron motor áramfelvételét (I_f) a leadott teljesítmény függvényében! Az 1. TÁBLÁZAT adatait használja a grafikon készítéséhez!

MUNKANYAG

4. Ábrázolja a háromfázisú aszinkron motor teljesítménytényezőjét ($\cos\varphi$) a leadott teljesítmény függvényében! Az 1. TÁBLÁZAT adatait használja a grafikon készítéséhez!



5. Határozza meg a háromfázisú aszinkron villamos motor hatásfokát 30 kW terhelésnél!



6. Határozza meg hány %-os az eltérés, ha a mért fázisteljesítményből (P_f) számolom ki az összes felvett villamos teljesítményt, a mért fázisáramból (I_f), a fázisfeszültségből (U_f), teljesítménytényezőből ($\cos\varphi$) kiszámított összes felvett villamos teljesítményhez viszonyítva, 0,6 kW-os, 25 kW-os és 45 kW-os terheléseknél!



7. Mekkora áramot (I) vesz fel egy 144 V-os és 22 kW-os teljesítményt leadó egyenáramú motor, melynek hatásfoka 80 %?

8. Három ellenállás – 5 Ω , 10 Ω , 20 Ω – eredő ellenállását számítsa ki

a.) ha sorba kötjük!

b) ha párhuzamosan kötjük!

9. 10 m hosszú, 1 mm átmérőjű vezetéken 2 Ω ellenállást mértünk. Mennyi a vezeték fajlagos ellenállása?

MEGOLDÁS

1. Adatok az "1. TÁBLÁZAT"-ból:

$$U_f = 229,6 \text{ V}; \quad I_f = 28,9 \text{ A}; \quad \cos \varphi = 0,82$$

A háromfázisú aszinkron motor összesen felvett villamos teljesítménye:

$$P_{v\ddot{o}} = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi = 3 \cdot 229,6 \cdot 28,9 \cdot 0,82 \cong 16323 \text{ W} = \underline{16,323 \text{ kW}}$$

$$P_h = 10 \text{ kW}; \quad P_{be} = P_{v\ddot{o}} = 16,323 \text{ kW}$$

A villamos motor hatásfoka:

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{10}{16,323} \cdot 100 \cong \underline{61,3 \%}$$

2. Adatok az "1. TÁBLÁZAT"-ból:

$$U_f = 226 \text{ V}; \quad I_f = 77,9 \text{ A}; \quad \cos \varphi = 0,94$$

A háromfázisú aszinkron motor összesen felvett villamos teljesítménye:

$$P_{v\ddot{o}} = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi = 3 \cdot 226 \cdot 77,9 \cdot 0,94 \cong 49647 \text{ W} = \underline{49,647 \text{ kW}}$$

A háromfázisú aszinkron motor látszólagos teljesítménye (S [kW]) 40 kW terhelésnél:

$$S = 3 \cdot U_f \cdot I_f = 3 \cdot 226 \cdot 77,9 \cong 52816 \text{ W} = \underline{52,816 \text{ kW}}$$

A háromfázisú aszinkron motor meddő teljesítménye (Q [kW]) 40 kW terhelésnél:

$$\cos \varphi = 0,94 \rightarrow \sin \varphi \cong 0,34$$

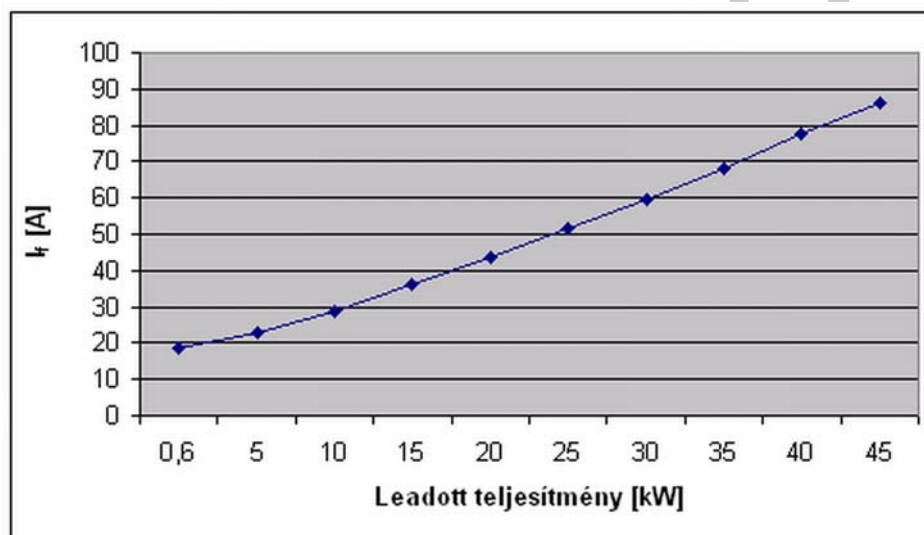
$$Q = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \sin \varphi = 3 \cdot 226 \cdot 77,9 \cdot 0,34 \cong 17958 \text{ W} = \underline{17,958 \text{ kW}}$$

3. Adatok az "1. TÁBLÁZAT"-ból:

Terhelés	I_f
[kW]	[A]
0,6	18,6
5	22,7
10	28,9

15	36,1
20	43,4
25	51,5
30	59,7
35	68,1
40	77,9
45	86,4

A megoldás:



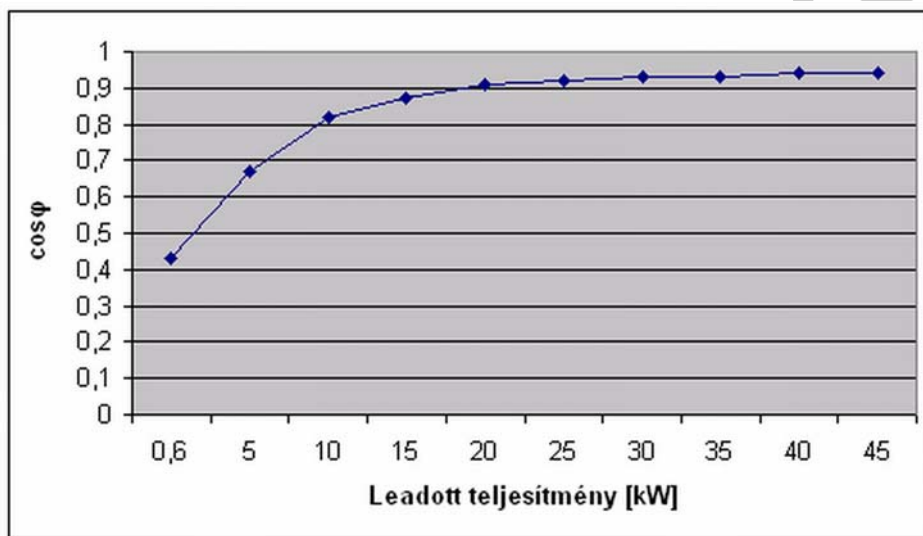
9. ábra. A háromfázisú motor áramfelvétele (I_t) a leadott teljesítmény függvényében

4. Adatok az "1. TÁBLÁZAT"-ból:

Terhelés [kW]	$\cos\varphi$
0,6	0,43
5	0,67
10	0,82
15	0,87

20	0,91
25	0,92
30	0,93
35	0,93
40	0,94
45	0,94

A megoldás:



10. ábra. A háromfázisú motor teljesítménytényezője ($\cos\varphi$) a leadott teljesítmény függvényében

5. Adatok az "1. TÁBLÁZAT"-ból:

$$U_f = 225,4 \text{ V}; \quad I_f = 59,7 \text{ A}; \quad \cos\varphi = 0,93$$

A háromfázisú aszinkron motor összesen felvett villamos teljesítménye:

$$P_{v\acute{o}} = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 225,4 \cdot 59,7 \cdot 0,93 \approx 37543 \text{ W} = \underline{\underline{37,543 \text{ kW}}}$$

$$P_h = 30 \text{ kW}; \quad P_{be} = P_{v\acute{o}} = 37,543 \text{ kW}$$

A villamos motor hatásfoka:

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{30}{37,543} \cdot 100 \cong \underline{79,9 \%}$$

6. Adatok az "1. TÁBLÁZAT"-ból a számított adatokkal kiegészítve:

Terhelés	U _f	I _f	P _f	cosφ	P _{vő} (P _f)	P _{vő} (U,I,cosφ)	%
[kW]	[V]	[A]	[kW]		[kW]	[kW]	
0,6	229,8	18,6	1,5	0,43	4,5	5,514	18,4
25	226	51,5	10,4	0,92	31,2	32,124	2,9
45	224,3	86,4	17,9	0,94	53,7	54,650	1,7

0,6 kW terhelésnél:

- P_f-ből számított P_{vő} = 3 · 1,5 = 4,5 kW

- U_f, I_f, cosφ-ből számított P_{vő} = 3 · 229,8 · 18,6 · 0,43 ≅ 5514 W = 5,514 kW

$$-\% \text{-eltérés} = 100 - \frac{P_{v\ddot{o}}(P_f)}{P_{v\ddot{o}}(U, I, \cos \varphi)} \cdot 100 = 100 - \frac{4,5}{5,514} \cdot 100 \cong \underline{18,4 \%}$$

25 kW terhelésnél:

- P_f-ből számított P_{vő} = 3 · 10,4 = 31,2 kW

- U_f, I_f, cosφ-ből számított P_{vő} = 3 · 226 · 51,5 · 0,92 ≅ 32124 W = 32,124 kW

$$-\% \text{-eltérés} = 100 - \frac{P_{v\ddot{o}}(P_f)}{P_{v\ddot{o}}(U, I, \cos \varphi)} \cdot 100 = 100 - \frac{31,2}{32,124} \cdot 100 \cong \underline{2,9 \%}$$

45 kW terhelésnél:

- P_f-ből számított P_{vő} = 3 · 17,9 = 53,7 kW

- U_f, I_f, cosφ-ből számított P_{vő} = 3 · 224,3 · 86,4 · 0,94 ≅ 54650 W = 54,650 kW

$$-\% \text{-eltérés} = 100 - \frac{P_{v\ddot{o}}(P_f)}{P_{v\ddot{o}}(U, I, \cos \varphi)} \cdot 100 = 100 - \frac{53,7}{54,650} \cdot 100 \cong \underline{1,7 \%}$$

7. Adott: U = 144 V; η = 80 %; P_h = 22 kW = 22000 W

Egyenáram villamos teljesítménye: P_v = U · I

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} = \frac{P_h}{P_v} = \frac{P_h}{U \cdot I} \rightarrow I$$

Az egyenáramú motor által felvett áram erőssége (I [kW]):

$$I = \frac{P_h}{U \cdot \eta} = \frac{22000}{144 \cdot 0,8} \cong 191 \text{ A}$$

8. Adott: $R_1 = 5 \Omega$; $R_2 = 10 \Omega$; $R_3 = 20 \Omega$

a) Sorba kötött ellenállások eredője (R_e [Ω]):

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 = 5 + 10 + 20 = \underline{35\Omega}$$

b) Párhuzamosan kötött ellenállások eredője (R_e [Ω]):

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{4+2+1}{20} \rightarrow R_e = \frac{20}{7} \cong \underline{2,86 \Omega}$$

9. Az ellenállás képlete:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = \rho \cdot \frac{l}{\frac{d^2 \cdot \pi}{4}} \text{ (ebből) } \rightarrow$$

A fajlagos ellenállás értéke:

$$\rho = \frac{R \cdot d^2 \cdot \pi}{4 \cdot l} = \frac{2 \cdot 1^2 \cdot \pi}{4 \cdot 10} \cong \underline{0,157 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}$$

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Határozza meg a háromfázisú, aszinkron villamos motor mért jellemzői (a mellékelt TÁBLÁZAT-ban) alapján a különböző terheléseknél felvett villamos teljesítményét (P_{v0}) és ábrázolja a leadott teljesítmény függvényében! Az eredményeket írja be a táblázat üres oszlopába! A villamos motor névleges teljesítménye: 45 kW.

Terhelés	U_f	I_f	Pf	$\cos\varphi$	P_{v0}
[kW]	[V]	[A]	[kW]		[kW]
0,6	229,8	18,6	1,5	0,43	
5	229	22,7	3,1	0,67	
10	229,6	28,9	5	0,82	
15	228,5	36,1	6,7	0,87	
20	229,1	43,4	8,6	0,91	
25	226	51,5	10,4	0,92	
30	225,4	59,7	12,2	0,93	
35	226,4	68,1	14,2	0,93	
40	226	77,9	16	0,94	
45	224,3	86,4	17,9	0,94	



MUNKANYAG

MUNKANYELV

2. feladat

Határozza meg a háromfázisú, aszinkron villamos motor mért jellemzői (a mellékelt TÁBLÁZAT-ban) alapján, a különböző terheléseknél a villamos motor hatásfokát (η), s ábrázolja a leadott teljesítmény függvényében! Az eredményeket írja be a táblázat üres oszlopaiba! A villamos motor névleges teljesítménye: 45 kW.

Terhelés	U _f	I _f	P _f	cos φ	P _{vö}	η
[kW]	[V]	[A]	[kW]		[kW]	[%]
0,6	229,8	18,6	1,5	0,43		
5	229	22,7	3,1	0,67		
10	229,6	28,9	5	0,82		
15	228,5	36,1	6,7	0,87		
20	229,1	43,4	8,6	0,91		
25	226	51,5	10,4	0,92		
30	225,4	59,7	12,2	0,93		
35	226,4	68,1	14,2	0,93		
40	226	77,9	16	0,94		
45	224,3	86,4	17,9	0,94		



MUNKANYAG

MUNKANYAG

3. feladat

Mekkora áramot (I) vesz fel egy 72 V-os és 10 kW-os teljesítményt leadó egyenáramú motor, melynek hatásfoka 75 %?

4. feladat

Ismertesse a teljesítménymérést a VC 609 lakatfogó mérőműszerrel.

Segítségül használhatja a műszer kezelési utasítását.

http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf

MUNKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Terhelés	U_f	I_f	P_f	$\cos\varphi$	$P_{v\phi}$
[kW]	[V]	[A]	[kW]		[kW]
0,6	229,8	18,6	1,5	0,43	5,514
5	229	22,7	3,1	0,67	10,449
10	229,6	28,9	5	0,82	16,323
15	228,5	36,1	6,7	0,87	21,529
20	229,1	43,4	8,6	0,91	27,144
25	226	51,5	10,4	0,92	32,124
30	225,4	59,7	12,2	0,93	37,543
35	226,4	68,1	14,2	0,93	43,035
40	226	77,9	16	0,94	49,647
45	224,3	86,4	17,9	0,94	54,650

0,6 kW terhelésnél:

$$P_{v\phi} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229,8 \cdot 18,6 \cdot 0,43 \cong 5514 \text{ W} = \underline{5,514 \text{ kW}}$$

5 kW terhelésnél:

$$P_{v\phi} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229 \cdot 22,7 \cdot 0,67 \cong 10449 \text{ W} = \underline{10,449 \text{ kW}}$$

10 kW terhelésnél:

$$P_{v\phi} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229,6 \cdot 28,9 \cdot 0,82 \cong 16323 \text{ W} = \underline{16,323 \text{ kW}}$$

15 kW terhelésnél:

$$P_{v\phi} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 228,5 \cdot 36,1 \cdot 0,87 \cong 21529 \text{ W} = \underline{21,529 \text{ kW}}$$

20 kW terhelésnél:

$$P_{v\phi} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229,1 \cdot 43,4 \cdot 0,91 \cong 27144 \text{ W} = \underline{27,144 \text{ kW}}$$

25 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226 \cdot 51,5 \cdot 0,92 \cong 32124 \text{ W} = \underline{32,124 \text{ kW}}$$

30 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 225,4 \cdot 59,7 \cdot 0,93 \cong 37543 \text{ W} = \underline{37,543 \text{ kW}}$$

35 kW terhelésnél:

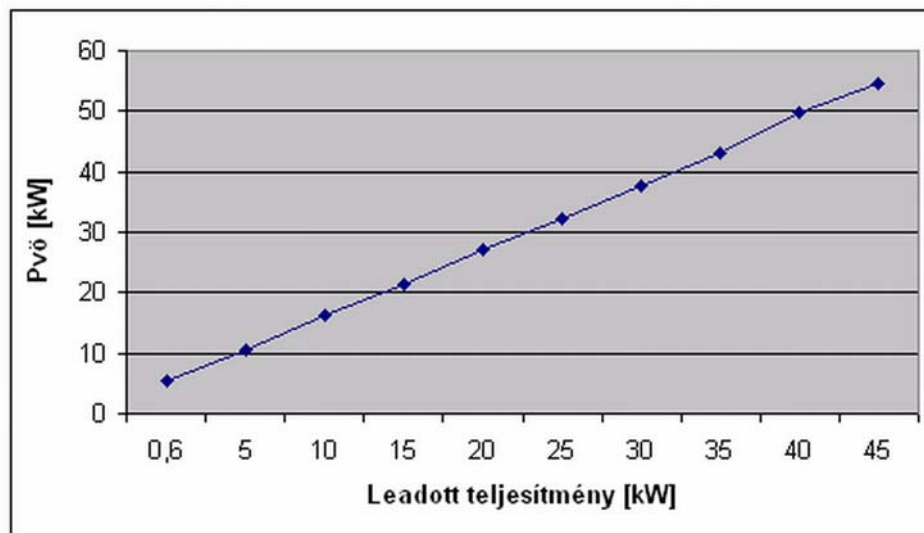
$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226,5 \cdot 68,1 \cdot 0,93 \cong 43035 \text{ W} = \underline{43,035 \text{ kW}}$$

40 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226 \cdot 77,9 \cdot 0,94 \cong 49647 \text{ W} = \underline{49,647 \text{ kW}}$$

45 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 224,3 \cdot 86,4 \cdot 0,94 \cong 54650 \text{ W} = \underline{54,650 \text{ kW}}$$



11. ábra. A háromfázisú motor felvett villamos teljesítménye ($P_{v\ddot{o}}$) a leadott teljesítmény függvényében

2. feladat

Terhelés	U_f	I_f	P_f	$\cos\varphi$	$P_{v\ddot{o}}$	η
[kW]	[V]	[A]	[kW]		[kW]	[%]
0,6	229,8	18,6	1,5	0,43	5,514	10,9
5	229	22,7	3,1	0,67	10,449	47,9

10	229,6	28,9	5	0,82	16,323	61,3
15	228,5	36,1	6,7	0,87	21,529	69,7
20	229,1	43,4	8,6	0,91	27,144	73,7
25	226	51,5	10,4	0,92	32,124	77,8
30	225,4	59,7	12,2	0,93	37,543	79,9
35	226,4	68,1	14,2	0,93	43,035	81,3
40	226	77,9	16	0,94	49,647	80,6
45	224,3	86,4	17,9	0,94	54,650	82,3

0,6 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229,8 \cdot 18,6 \cdot 0,43 \cong 5514 \text{ W} = 5,514 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{0,6}{5,514} \cdot 100 \cong \underline{10,9\%}$$

5 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229 \cdot 22,7 \cdot 0,67 \cong 10449 \text{ W} = 10,449 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{5}{10,449} \cdot 100 \cong \underline{47,9\%}$$

10 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229,6 \cdot 28,9 \cdot 0,82 \cong 16323 \text{ W} = 16,323 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{10}{16,323} \cdot 100 \cong \underline{61,3\%}$$

15 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 228,5 \cdot 36,1 \cdot 0,87 \cong 21529 \text{ W} = 21,529 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{15}{21,529} \cdot 100 \cong \underline{69,7\%}$$

20 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 229,1 \cdot 43,4 \cdot 0,91 \cong 27144 \text{ W} = 27,144 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{20}{27,144} \cdot 100 \cong \underline{73,7\%}$$

25 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226 \cdot 51,5 \cdot 0,92 \cong 32124 \text{ W} = 32,124 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{25}{32,124} \cdot 100 \cong \underline{77,8\%}$$

30 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 225,4 \cdot 59,7 \cdot 0,93 \cong 37543 \text{ W} = 37,543 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{30}{37,543} \cdot 100 \cong \underline{79,9\%}$$

35 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226,5 \cdot 68,1 \cdot 0,93 \cong 43035 \text{ W} = 43,035 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{35}{43,035} \cdot 100 \cong \underline{81,3\%}$$

40 kW terhelésnél:

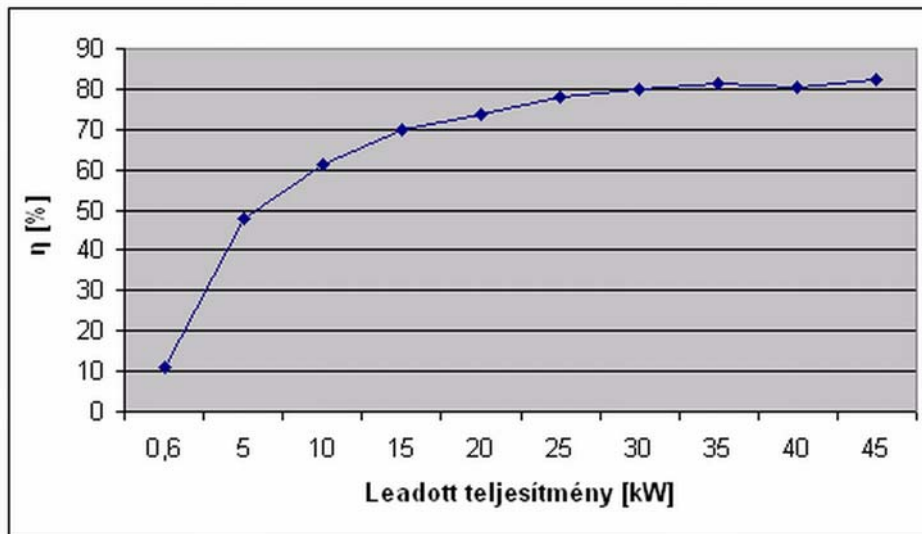
$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 226 \cdot 77,9 \cdot 0,94 \cong 49647 \text{ W} = 49,647 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{v\ddot{o}}} \cdot 100 = \frac{40}{49,647} \cdot 100 \cong \underline{80,6\%}$$

45 kW terhelésnél:

$$P_{v\ddot{o}} = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 224,3 \cdot 86,4 \cdot 0,94 \cong 54650 \text{ W} = 54,650 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} \cdot 100 = \frac{P_{mot}}{P_{vő}} \cdot 100 = \frac{45}{54,650} \cdot 100 \cong 82,3 \%$$



12. ábra. A háromfázisú aszinkron villamos motor hatásfoka a leadott teljesítmény függvényében

3. feladat

Adott: $U = 72 \text{ V}$; $\eta = 75 \%$; $P_h = 10 \text{ kW} = 10000 \text{ W}$

Egyenáram villamos teljesítménye: $P_v = U \cdot I$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} = \frac{P_h}{P_v} = \frac{P_h}{U \cdot I} \rightarrow I$$

Az egyenáramú motor által felvett áram erőssége (I [kW]):

$$I = \frac{P_h}{U \cdot \eta} = \frac{10000}{72 \cdot 0,75} \cong 185 \text{ A}$$

4. feladat

Az elektrotechnikában a váltakozó áram esetében háromféle teljesítményt különböztetünk meg:

- a hatásos teljesítményt (W),
- a látszólagos teljesítményt (VA - voltamper),
- a meddő teljesítményt (var - voltamper reaktív).

A VC 609-es lakatfogó mérőműszerrel mindhárom mérhető.

A mérés:

1. Tegye fel a krokodilcsipeszeket a vezetékek mérőhegyeire, és csatlakoztassa a piros vezetéket a piros hüvelybe, a fekete vezetéket a fekete hüvelybe.
2. "ON/OFF" felső féllal kapcsolja be a készüléket.
3. Nyomja a következő három kapcsoló alsó felét, attól függően, hogy milyen teljesítményt akar mérni:

"VA" a látszólagos teljesítményhez (balra lent), vagy

"W" a hatásos teljesítményhez (jobbra mellette lent) vagy

"var" a meddő teljesítményhez (középső alsó fél)

4. A jobb kéz mutató és középső ujjával nyissa a fogó nyitóját és tegye a fogót a vezető köré (áramsín vagy szigetelt egyes vezeték), amelyet mérni akar. A fázis- (L) vagy nullavezető (N) viszonylag lazán legyen a fogónyílásban.

5. Kösse össze a két mérővezetéket a mérés tárgyának (fogyasztó, áramkör stb.) nullavezetőjével (fekete csipesz) valamint az "L1" fázissal (piros csipesz), és olvassa le a mért teljesítményt.

Teljesítménymérés csak max. 600 VAC rms áramkörben végezhető!

A VC 609-es lakatfogó alapvetően egyfázisú rendszerek mérésére való.

Háromfázisú rendszerekhez az opcionálisan beszerezhető adaptert lehet használni.

Károsodott (megtört, beszakadt stb.) vezetéket okvetlenül ki kell cserélni.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Kerékgyártó László **Elektrotechnika** 8. kiadás Tankönyvmester Kiadó, Budapest 2008

Deákvári József – dr. Földesi István: Villamos motor diagnosztikája

http://www.fvmmi.hu/doc/kutat/618_rezges.pdf?PHPSESSID=d7b5c61d90d0c85b81eb490a9cbaa783 (2010. október 10.)

http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf (2010. október 10.)

http://www.eximus.cz/PDF_katalogy/5_klestove_eximus_unitestkleste.pdf (2010. október 15.)

<http://www.mee.hu/>

AJÁNLOTT IRODALOM

Kerékgyártó László **Elektrotechnika** 8. kiadás Tankönyvmester Kiadó, Budapest 2008

Deákvári József – dr. Földesi István: Villamos motor diagnosztikája

http://www.fvmmi.hu/doc/kutat/618_rezges.pdf?PHPSESSID=d7b5c61d90d0c85b81eb490a9cbaa783 (2010. október 10.)

http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/100000-124999/120474-an-01-HU-VC609_lakatfogos_meromuszer.pdf (2010. október 10.)

Hámori Zoltán: **Az elektrotechnika alapjai** Tankönyvmester Kiadó, Budapest 2006

Kerékgyártó László: **Elektrotechnikai feladatgyűjtemény** Tankönyvmester Kiadó, Budapest 2003

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

MUNKKANYAG