



UNIVERZA V MARIBORU



FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO
2000 Maribor, Smetanova ul. 17

Študij. leto: 2011/2012

Skupina: 9

MERITVE

LABORATORIJSKE VAJE

Vaja št.: 5.2 Merjenje moči trifaznega bremena z metodo dveh vatmetrov

Datum: 07.12.2011

Priimek in ime: NIKOLIĆ GREGOR

BESEDILO NALOGE: Izmerite delovno moč P , jalovo moč Q in faktor delavnosti $\cos\varphi$ trifaznega bremena z metodo dveh vatmetrov (Aronovo vezavo) z indirektno vezavo instrumentov.

Pregledal: _____

Ocena: _____

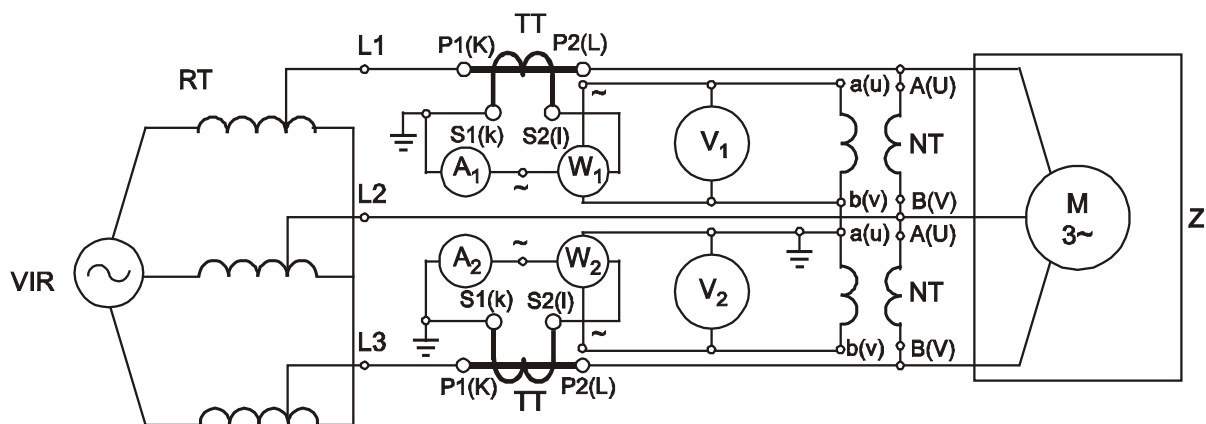
Datum: _____

POROČILO NAJ VSEBUJE

1. besedilo naloge
2. vezalni načrt
3. popis instrumentov, naprav in elementov
4. vplivne veličine
5. opis poteka meritev in izračunov
6. prikaz merilnih rezultatov (tabele, grafi)
7. komentar



1. Vezalni načrt



2. Popis instrumentov, naprav in elementov

Z	trifazni motor, ($P=2,2$ kW, $U=220$ V, $I_0 \approx 5$ A)
A_1	ampermeter, ØFL0120, E33083
V_1	voltmeter, ØFL0125, E33212
W_1	digitalni vatmeter, NORMA, D 1150, E39583
A_2	ampermeter, ØFL0120, 14094
V_2	voltmeter, ØFL0125, E33213
W_2	digitalni vatmeter, NORMA, D 1150, E39585
TT_1	tokovni merilni transformator, ISKRA, št. 283, TPL1a
TT_2	tokovni merilni transformator, ISKRA, št. 256, TPL1a
NT_1	napetostni merilni transformator, E39554
NT_2	napetostni merilni transformator, E39558
RT	trifazni regulacijski transformator, AC 0-380 V/3 A, del. mesto št. 5
VIR	omrežje 380 V

3. Vplivne veličine

Temperatura prostora.....	24,7 °C
Tlak v prostoru.....	1000,3 hPa
Vlažnost zraka v prostoru.....	30,8 %

4. Potek meritev in izračunov

Izberemo si pet enakomerno razmaknjenih merilnih točk v napetostnem območju med 105 in 225 V. Nastavljeno napetost odčitavamo na enem od voltmetrov. Ker merimo posredno, si pred meritvijo preračunamo kazanje instrumentov z upoštevanjem prestav merilnih transformatorjev. Prestavno razmerje merilnih transformatorjev izberemo ustrezno podatkom o elektromotorju in priključenih instrumentih. Pri zagonu bremena - motorja moramo paziti, da ne presežemo maksimalnih tokov, ki jih še kažejo instrumenti, oz. lahko z njimi obremenimo regulacijski transformator.

Delovna moč: $P = P_1 + P_2$

Jalova moč: $Q = \sqrt{3}(P_2 - P_1)$.

Pri izračunu P_1 in P_2 upoštevamo, da z digitalnimi vatmetri merimo moči P_{W1} in P_{W2} na sekundarnih navitjih napetostnih in tokovnih merilnih transformatorjev:



$$P_1 = p_U \cdot p_I \cdot P_{W1}$$

$$P_2 = p_U \cdot p_I \cdot P_{W2}$$

Pri tem sta:

$$p_U = \frac{U_P}{U_S}$$

prestavno razmerje napetostnega merilnega transformatorja definirano kot razmerje med nazivno primarno napetostjo U_P in nazivno sekundarno napetostjo U_S ter

$$p_I = \frac{I_P}{I_S}$$

prestavno razmerje tokovnega merilnega transformatorja definirano kot razmerje med nazivnim primarnim tokom I_P in nazivnim sekundarnim tokom I_S .

Navidezna moč je:

$$S = \sqrt{3} p_U p_I UI \text{ in } \cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

Pri izračunu P , Q in e_P moramo upoštevati predznak moči P_{W1} in P_{W2} , ki ju pokažeta vatmetra.

Ocena meje pogreška delovne moči:

$$e_{P1} = \pm \left(|e_{W1}| + |e_{NT}| + |e_{TT}| + |e_{\xi}| \right)$$

$$e_{P2} = \pm \left(|e_{W2}| + |e_{NT}| + |e_{TT}| + |e_{\xi}| \right)$$

$$e_{W_i} = \pm \left| \frac{1,2 \cdot 1200}{100 \cdot P_{W_i}} \right|, i \in [1, 2].$$

e_{NT} mejni relativni pogrešek prestave napetostnega transformatorja.

e_{TT} mejni relativni pogrešek prestave tokovnega transformatorja.

e_{ξ} mejni relativni kotni pogrešek merilnih transformatorjev.

$$e_{\xi} = \pm \left(\frac{\pi}{10800} (\xi_{NT} + \xi_{TT}) \operatorname{tg} \varphi \right)$$

ξ_{NT} mejni kotni pogrešek napetostnega transformatorja (v minutah).

ξ_{TT} mejni kotni pogrešek tokovnega transformatorja (v minutah).

e_{NT} in ξ_{NT} sta podana v tabeli 1.1 na strani 16 za napetostni transformator.

e_{TT} in ξ_{TT} sta podana v tabeli 1.2 na strani 17 za tokovni transformator.

φ fazni kot bremena (dobimo iz $\cos \varphi$).

$$e_P = \pm \left(\frac{|e_{P1} P_1| + |e_{P2} P_2|}{P_1 + P_2} \right).$$

Moč je: $P = P(1 \pm e_P)$.



4.1 Izračun za zadnjo merilno točko

$$P_1 = p_U \cdot p_I \cdot P_{W_1} = 3,8 \cdot 1,0 \cdot (-104,1) = -396 \text{ W}$$

$$P_2 = p_U \cdot p_I \cdot P_{W_2} = 3,8 \cdot 1,0 \cdot (151,8) = 557 \text{ W}$$

$$P = P_1 + P_2 = -396 + 557 = 181 \text{ W}$$

$$Q = \sqrt{3} (P_2 - P_1) = \sqrt{3} \cdot (557 - (-396)) = 1684 \text{ VAr}$$

$$S = \sqrt{3} p_U p_I UI = \sqrt{3} \cdot 3,8 \cdot 1,0 \cdot \frac{59,2 + 58,2}{2} \cdot \frac{4,50 + 4,40}{2} = 1719 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = 0,105 \Rightarrow \varphi = \arccos \frac{P}{S} = \arccos \frac{181}{1719} = 83,9^\circ$$

4.2 Izračun meje pogreška delovne moči

$$e_{W_1} = \pm \left| \frac{1,2 \cdot 1200}{100 \cdot P_{W_1}} \right| = \pm \left| \frac{1,2 \cdot 1200}{100 \cdot (-104,1)} \right| = \pm 0,138$$

$$e_{W_2} = \pm \left| \frac{1,2 \cdot 1200}{100 \cdot P_{W_2}} \right| = \pm \left| \frac{1,2 \cdot 1200}{100 \cdot 151,8} \right| = \pm 0,0949$$

$$e_\xi = \pm \left(\frac{\pi}{10800} (\xi_{NT} + \xi_{TT}) \operatorname{tg} \varphi \right) = \pm \left(\frac{\pi}{10800} (10 + 5) \operatorname{tg} 83,9 \right) = \pm 0,0408$$

$$e_{P_1} = \pm (|e_{W_1}| + |e_{NT}| + |e_{TT}| + |e_\xi|) = \pm (|0,138| + |0,002| + |0,001| + |0,0408|) = \pm 0,182$$

$$e_{P_2} = \pm (|e_{W_2}| + |e_{NT}| + |e_{TT}| + |e_\xi|) = \pm (|0,0949| + |0,002| + |0,001| + |0,0408|) = \pm 0,139$$

$$e_P = \pm \left(\frac{|e_{P_1} P_1| + |e_{P_2} P_2|}{P_1 + P_2} \right) = \pm \left(\frac{|0,182 \cdot (-396)| + |0,139 \cdot 557|}{-396 + 557} \right) = \pm 0,841$$

$$\text{Moč je: } P = P(1 \pm e_P) = 181 \cdot (1 \pm 0,9) \text{ W}$$

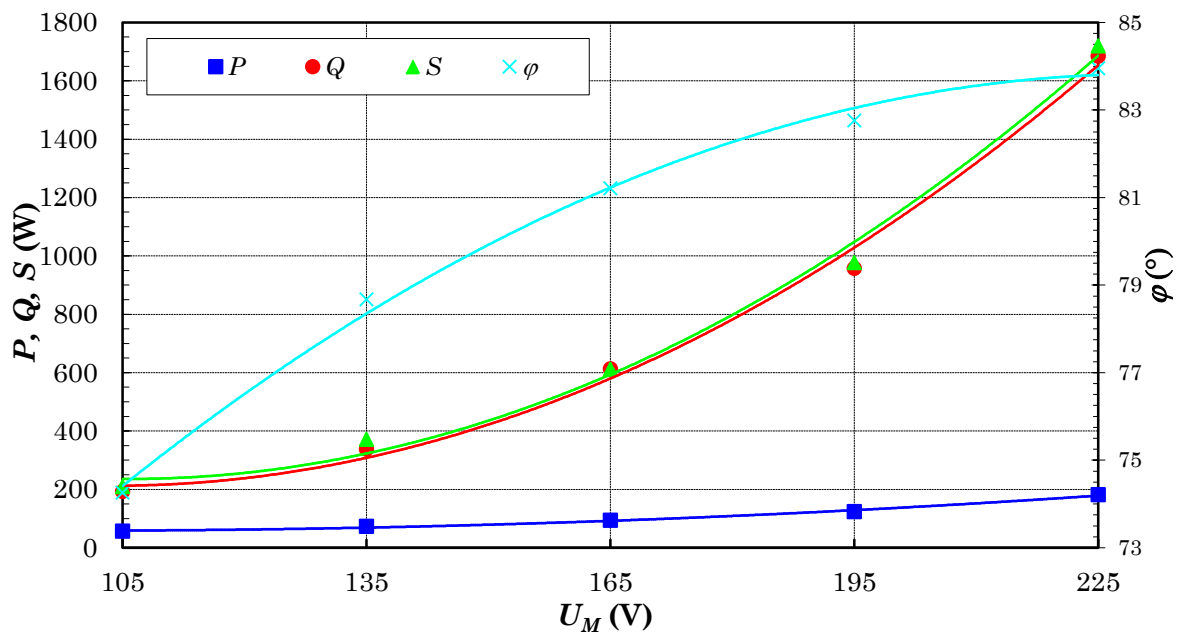


5. Prikaz merilnih rezultatov

Tabela 1: Tabela izmerjenih in izračunanih vrednosti.

št. mer.	1	2	3	4	5
U_M (V)	105	135	165	195	225
p_U	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
k_V (V/del)	1	1	1	1	1
α_{V1} (del)	27,6	35,5	43,4	51,3	59,2
U_1 (V)	27,6	35,5	43,4	51,3	59,2
α_{V2} (del)	27,5	35,0	43,0	51,0	58,2
U_2 (V)	27,5	35,0	43,0	51,0	58,2
p_I	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
k_A (A/del)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
α_{A1} (del)	6,0	8,5	11,0	15,0	22,5
I_1 (A)	1,20	1,70	2,20	3,00	4,50
α_{A2} (del)	5,5	7,5	10,5	14,0	22,0
I_2 (A)	1,10	1,50	2,10	2,80	4,40
P_{W1} (W)	-7,2	-16,0	-34,2	-56,5	-104,1
P_{W2} (W)	22,1	35,2	58,8	88,9	151,8
P_1 (W)	-27	-61	-130	-215	-396
P_2 (W)	84	134	223	338	577
P (W)	57	73	93	123	181
Q (VAr)	193	337	612	957	1684
S (VA)	209	371	611	976	1719
$\cos \varphi$	0,271	0,196	0,153	0,126	0,105
φ (°)	74,3	78,7	81,2	82,8	83,9



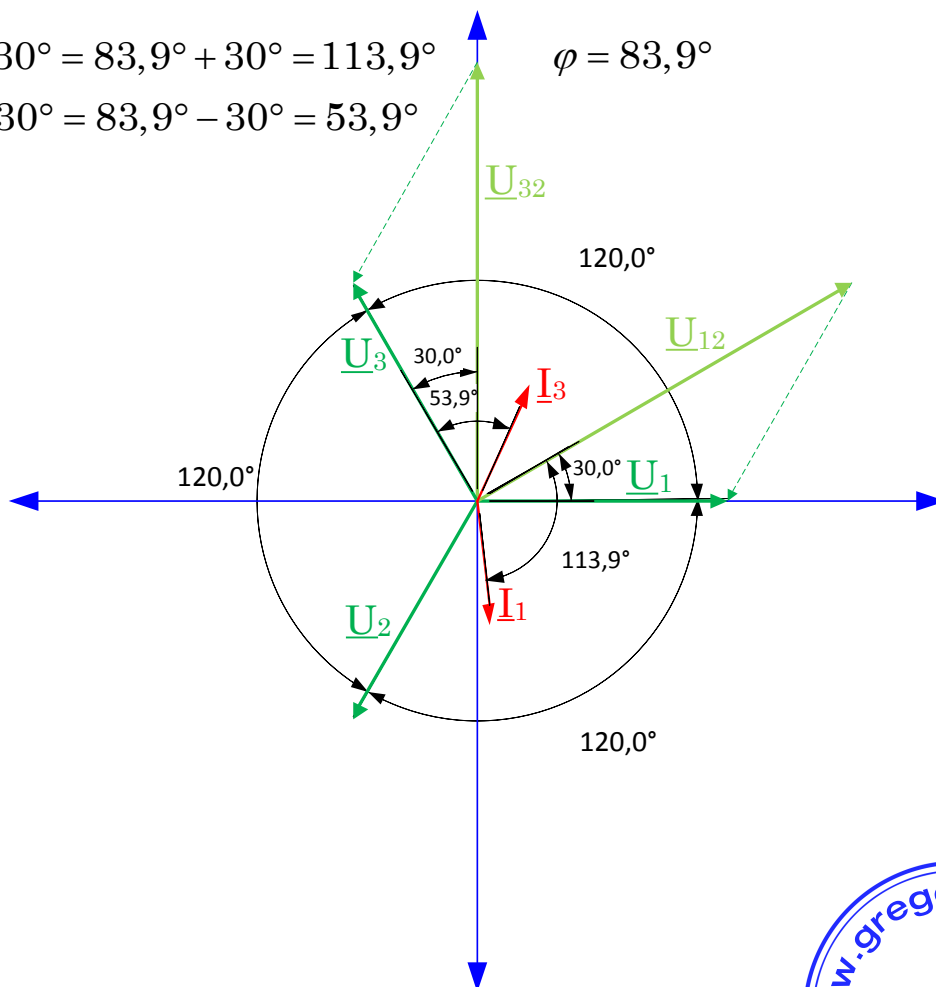


Slika 1: Grafi odvisnosti P , Q , S in $\cos\varphi$ od U_M .

$$\alpha_1 = \varphi_1 + 30^\circ = 83,9^\circ + 30^\circ = 113,9^\circ$$

$$\alpha_2 = \varphi_1 - 30^\circ = 83,9^\circ - 30^\circ = 53,9^\circ$$

$$\varphi = 83,9^\circ$$



Slika 2: Kazalčni diagram za zadnjo merilno točko.



6. Komentar

Na začetku izvajanja vaje moramo zaradi velikih zagonskih tokov, ki jih potrebuje motor za zagon, napajalno napetost dvigovati počasi, da se napetost in z njo tok počasi stopnjuje in ne pride do sunkovitih velikih tokov, ki bi lahko poškodovali merilne naprave. Pred meritvijo smo si izračunali kazanje posameznega watt-metra. Prvi watt-meter nam kaže meritev z negativnim predznakom, saj velja, da kadar je fazni kot $\cos \alpha$ med napetostjo in tokom večji od 90° bo imel negativen predznak ($\alpha_1 = \varphi_1 + 30^\circ = 83,9^\circ + 30^\circ = 113,9^\circ$) ter drugi watt-meter, bo kazal s pozitivnim predznakom, saj je fazni kot $\cos \alpha$ med napetostjo in tokom manjši od 90° ($\alpha_2 = \varphi_1 - 30^\circ = 83,9^\circ - 30^\circ = 53,9^\circ$). Z watt-metroma smo merili delovno moč, katera razvidno iz grafa, raste linearno. Posredno iz delovne moči P, smo izračunali jalovo moč Q in navidezno moč S iz napetosti in toka, kateri pa razvidno iz grafa, rasteta po neki eksponentni funkciji.

Mejo pogreškov so nam ponovno vnašali merilni transformatorji zaradi svoje neidealnosti, ter posamezni merilni instrumenti. Pri zadnji meritvi moči 181 W je bila meja pogreška $\pm 0,9$ W.

