

# Modeliranje električnih strojev

LABORATORIJ ZA  
ELEKTRIČNE STROJE

## VAJA 1 Nadomestno vezje enofaznega transformatorja

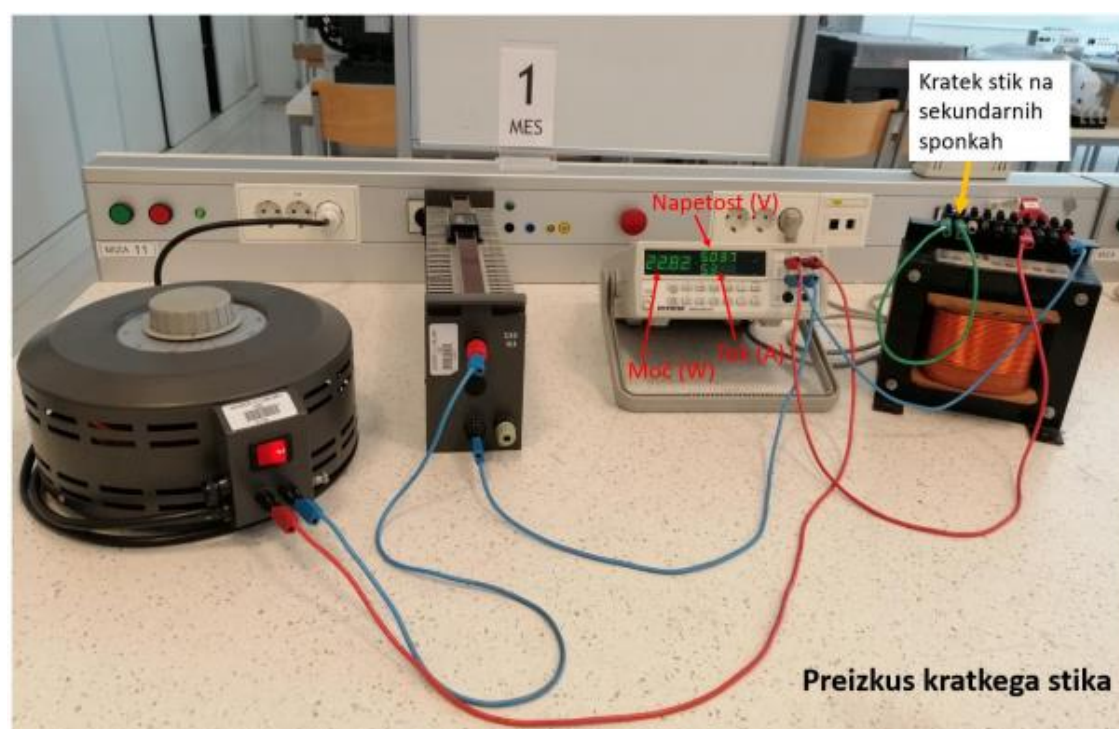
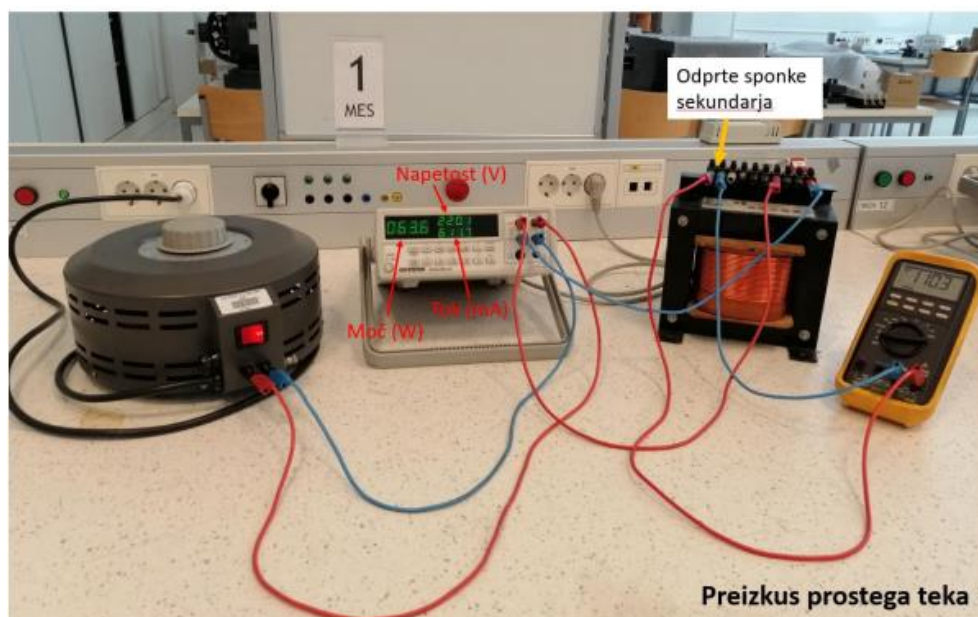
Ime in priimek: Jaka Ambruš

Datum in ura: petek ob 17.00

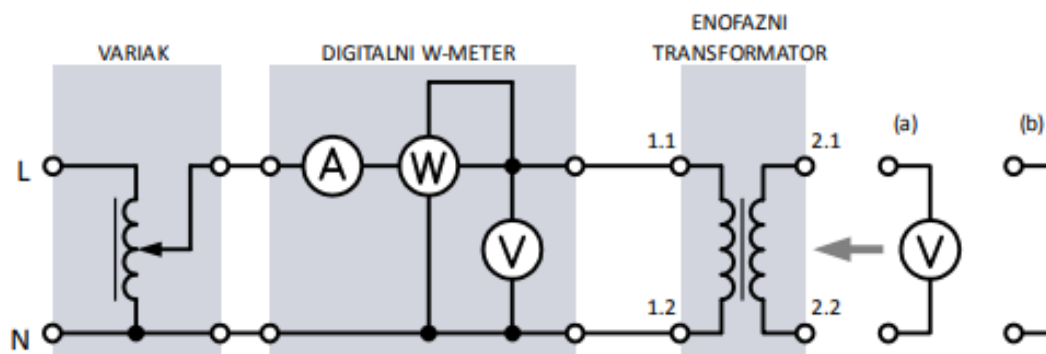
Ocena poročila:

### 1 Merilno vezje, vezalni načrt in nazivni podatki

Merilno vezje:



Vezalni načrt:



**Slika 1:** Vezalni načrt za (a) preizkus prostega teka in (b) preizkus kratkega stika.

Podatki o merjencu:

<b>Avtotransformator (Variac)</b>	Iskra HSN 03003		
<b>Digitalni W-meter</b>	GWINSTEK GPM-8212		
<b>Digitalni multimeter</b>	Unitest		
<b>Spremenljivi/drsni upor</b>	Iskra	10 $\Omega$	
<b>Enofazni transformator (merjenec)</b>	Elma PV/0-5753	<b>Nazivna moč:</b>	1,2 kVA
	<b>Napetost primarnega navitja (primar)</b>		200 V – 240 V
	<b>Napetost sekundarnega navitja (sekundar)</b>		110 V
	<b>Nazivni tok primarnega navitja</b>		5,3 A
	<b>Nazivni tok sekundarnega navitja</b>		10,3 A
	<b>Nazivna frekvenca</b>		50 Hz

### 3 Karakteristika prostega teka

Rezultati merjenja, graf in izračuni:

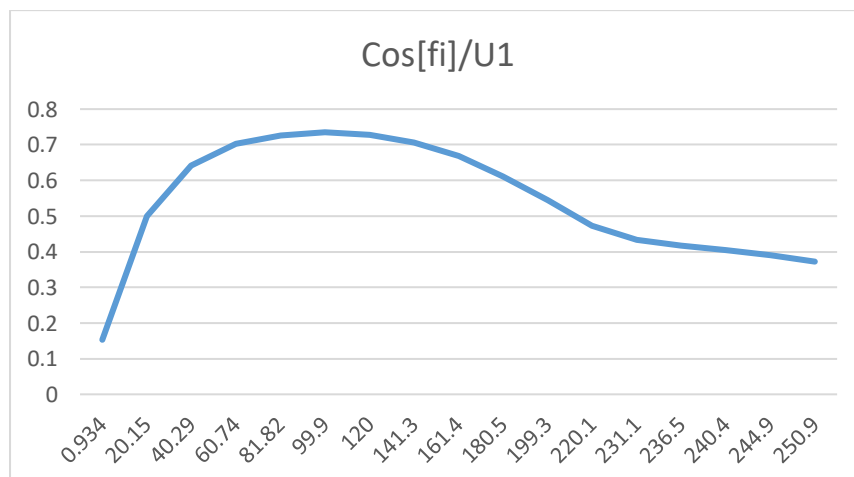
U1/V	I1/A	U2/V	Cos[fi]	P/Watt	Q/Var	R0/Ohm	X0/Ohm
0,934	0,0116	0,472	0,153	0,001658	0,011	526,256	81,48
20,15	0,083	10,1	0,5	0,836225	1,448	485,542	280,33
40,29	0,1099	20,3	0,641	2,838265	3,399	571,928	477,64
60,74	0,1433	30,5	0,702	6,110237	6,199	603,798	595,17
81,82	0,1617	41,1	0,726	9,605193	9,098	696,968	735,79
99,9	0,187	50,1	0,735	13,73076	12,667	726,836	787,86
120,0	0,22	60,4	0,728	19,2192	18,099	749,251	795,61
141,3	0,2616	71,1	0,707	26,1336	26,141	763,985	763,76
161,4	0,3131	81,2	0,669	33,80747	37,560	770,539	693,55
180,5	0,3825	90,8	0,611	42,1842	54,655	772,333	596,10
199,3	0,4758	100,0	0,544	51,58586	79,568	769,988	499,20
220,1	0,6117	110,3	0,472	63,6	118,694	762,324	408,14
231,1	0,7029	115,9	0,434	70,49904	146,344	757,559	364,94
236,5	0,753	118,6	0,417	74,26124	161,862	753,182	345,56
240,4	0,792	120,5	0,404	76,92031	174,167	751,325	331,82
244,9	0,838	123,0	0,390	80,03822	188,975	749,342	317,38
250,9	0,905	126,0	0,372	84,46799	210,769	745,262	298,67

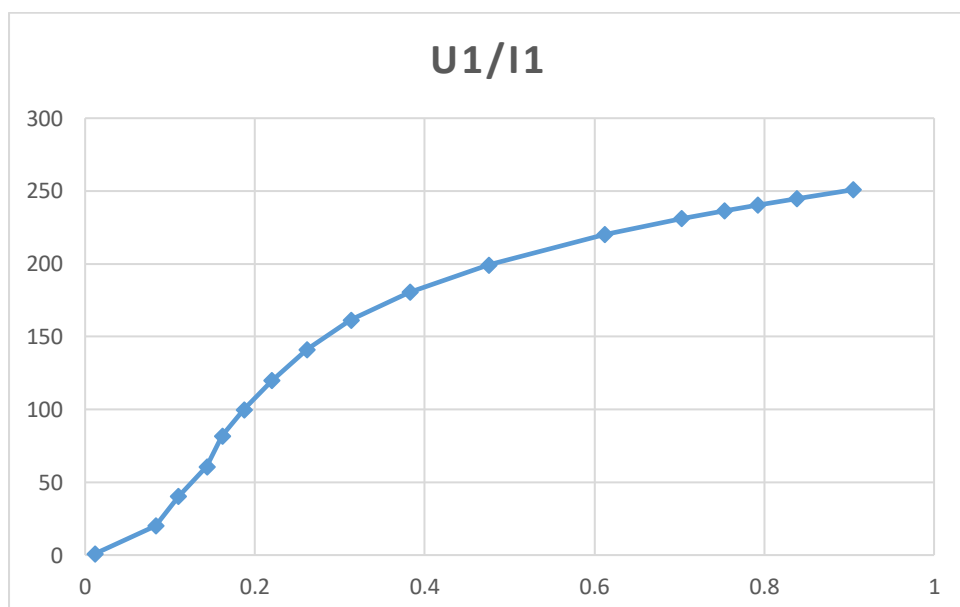
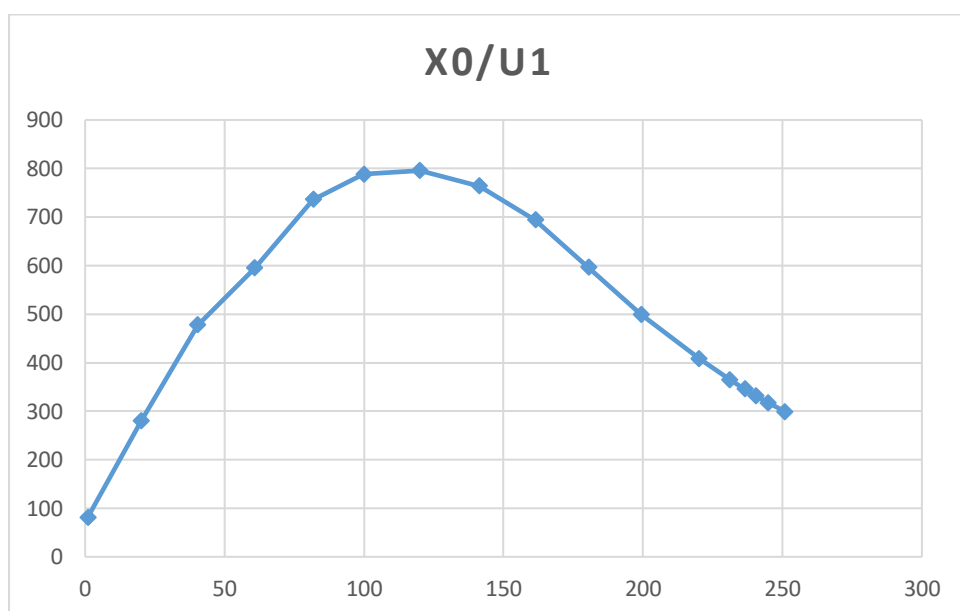
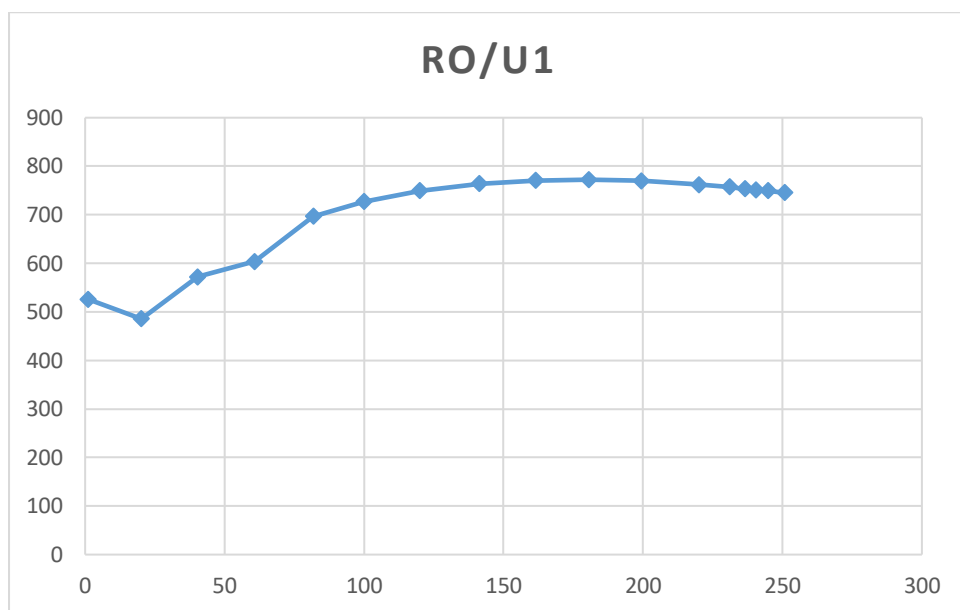
Vrednosti Q, R0 in X0 so bile izračunane iz naslednjih enačb:

$$Q = U_1 \cdot I_1 \cdot \sin[\varphi];$$

$$R_0 = U_1 / (I_1 \cdot \cos[\varphi]);$$

$$X_0 = U_1 / (I_1 \cdot \sin[\varphi]);$$



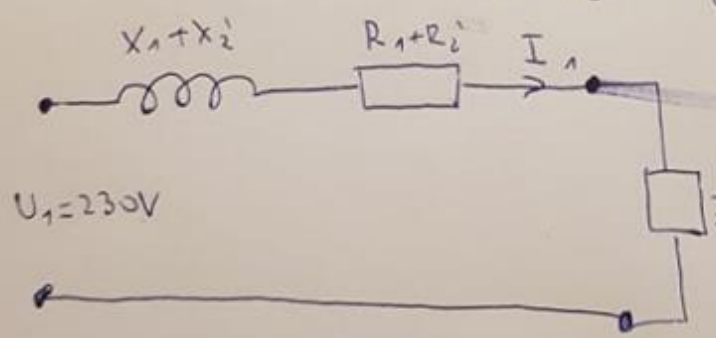


$U_1 = 5,037 \text{ V}$   
 $I_1 = 5,3 \text{ A}$   
 $P = 22,82 \text{ W}$   
 $\cos \phi = 0,85$

$\underline{Z} = R_1 + R_2' + j(X_1 + X_2')$   
 $|\underline{Z}| = \sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_1 + X_2')^2}$

$P = I^2 (R_1 + R_2')$   
 $R_1 + R_2' = \frac{P}{I^2} = 0,812 \Omega$  torej  $R_1 = R_2' = 0,406 \Omega$   
 $X_1 + X_2' = 0,433 \Omega$   
 $X_1 = X_2' = 0,2165 \Omega$

Pri prostemu teku:  
 $U_1 = 230 \text{ V}$  torej  $X_0 = 367,34 \Omega$   
 $I_1 = 0,7025 \text{ A}$   
 $R_0 = 757,56 \Omega$

(2)  $I_2$  priloge  


$p = 9,583$   
 $\underline{Z}_B = (2,5 + j1,5) \Omega$

$\underline{Z}_S = X + R + \underline{Z}_B$   
 $|\underline{Z}_S| = 276,215 \Omega$

$I_1 = \frac{U_1}{|\underline{Z}_S|} = 0,833 \text{ A}$   
 $|\underline{Z}_B'| = p^2 |\underline{Z}_B| = 267,57 \Omega$

$U_B' = I_1 |\underline{Z}_B'| = 223,4 \text{ V}$   
 $U_B = \frac{U_B'}{p} = 23,3 \text{ V}$

**4. Matlab koda**

```

% 1. Laboratorijska vaja MES %
U1=220; % Za KS U1=5.0370
R1=0.4062;
X1=0.2466;
R2=0.4062;
X2=0.2466;
R0=761.6983;
X0=408.2376;
Zb=42.718; %Pri KS pa sem dal prib. 0 (Zb=0.0000000001)

% Impedance vezja za analizo
Z1=R1+1i*X1;
Z2=R2+1i*X2;
Z3=R0;
Z4=1i*X0;
Z5=Zb;
% Matriki za izražun vezja
U=[U1;0;0];
Z=[Z1+Z3,-Z3,0;-Z3,Z3+Z4,-Z4;0,-Z4,Z4+Z2+Z5];
% Izražun zanrnih tokov
I=Z\U;
Ia=I(1,1);
Ib=I(2,1);
Ic=I(3,1);
% Izražun vejnih tokov
I1=Ia;
I2=Ic;
Ir=Ia-Ib;
Iu=Ib-Ic;
% Izražun sekundarne napetosti
U2=I2*Zb;
disp("Sekundarna napetost (V):");
disp(abs(U2));
disp("-----");
% Izražun izgub v navitjih
Pcu1=abs(I1)^2*R1;
Pcu2=abs(I2)^2*R2;
Pcu=Pcu1+Pcu2;
disp("Izgube v navitjih (W):");
disp(Pcu);
disp("-----");
% Izražun izgub v železu
Pfe=abs(Ir)^2*R0;
disp("Izgube v železu (W):");
disp(Pfe);
disp("-----");
% Izražun izkoristka
S2=U2*conj(I2);
P2=abs(I2)^2*Rb;
S1=U1*conj(I1);
Izk=real(S2)/real(S1);
disp("Izkoristek (%):");
disp(Izk*100);
disp("-----");
% Izražun faktorja delavnosti primarja
cosfil=real(S1)/abs(S1);
disp("cos(fil):");
disp(cosfil);
disp("-----");

```

