

## 5. LABORATORIJSKA VAJA

Ime in priimek: Jaka Ambruš

Datum in ura: 17.11.2020, 17:00

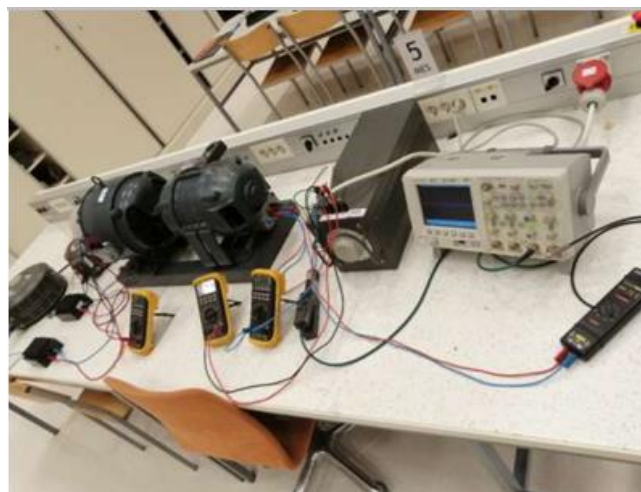
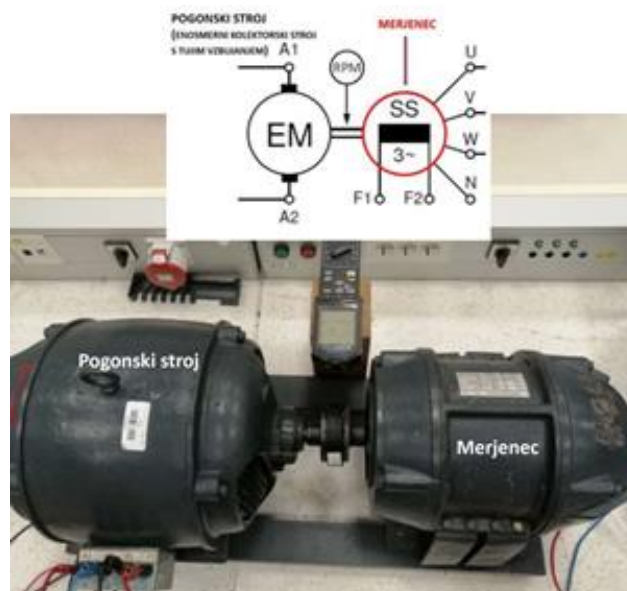
### 1. Uvod

Pri tej vaji smo trifaznemu sinhronskemu stroju merili prečno in vzdolžno sinhronsko reaktanco. Prav tako smo izmerili ter narisali graf odvisnosti medsebojnih induktivnosti dveh faznih navitij od kota rotorja in s tem določili izraženost.

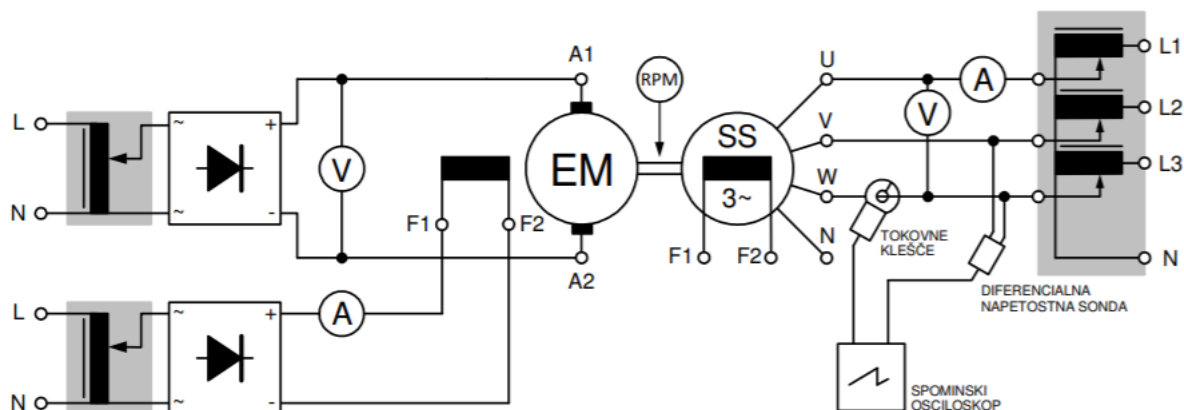
### 2. Merjenec, vezalni načrt nazivni podatki

Merjenec in merilno vezje:

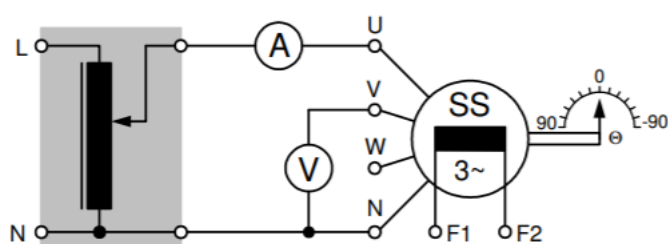
Sinhronski generator z dvema viroma napajanja (vrtimo z enosmernim kolektorskim strojem, ki ima tujo vzbujanje).



Vezalni načrt:



**Slika 1:** Vezalni načrt za asinhronski teka sinhronskega stroja.



**Slika 2:** Vezalni načrt za merjenje medsebojne induktivnosti faznih navitij.

Podatki o merjencu:

Sinhronski stroj		3 ~ $\Delta$
$U_n$	190	V
$S_n$	2.6	kVA
$\cos \varphi$	0.8	
$n_n$	1500	vrt/min

### 3. Merjenje sinhronskih reaktanc z metodo asinhronskega teka, izračuni in grafi

Prvo napajanje je namenjeno statorskemu navitju, medtem, ko drugo pa rotorskemu. Z rotorskim navitjem povečujemo število vrtljajev rotorja enosmernega kolektorskega stroja. Merimo z metodo asinhronskega teka.

Na osciloskopu opazujemo signale ene faze in s pomočjo tokovnega odziva določimo sinhronski reaktanci.

Vrednosti vzdolžne in prečne sinhronske reaktance izenačimo z absolutno vrednostjo impedanc, to je posledica pretežne induktivne karakteristike navitja.

$$X_d \doteq |Z_d| = \frac{U_d}{\sqrt{3} I_d},$$

$$X_q \doteq |Z_q| = \frac{U_q}{\sqrt{3} I_q}.$$

Relativna vrednost sinhronske reaktance:

$$x_d = \frac{\sqrt{3} I_n X_d}{U_n},$$

Osnovna impedanca stroja:

$$Z_{osn} = \frac{U_n}{\sqrt{3} I_n} = \frac{U_n^2}{S_n}.$$

Relativna vrednost sinhronskih reaktanc:

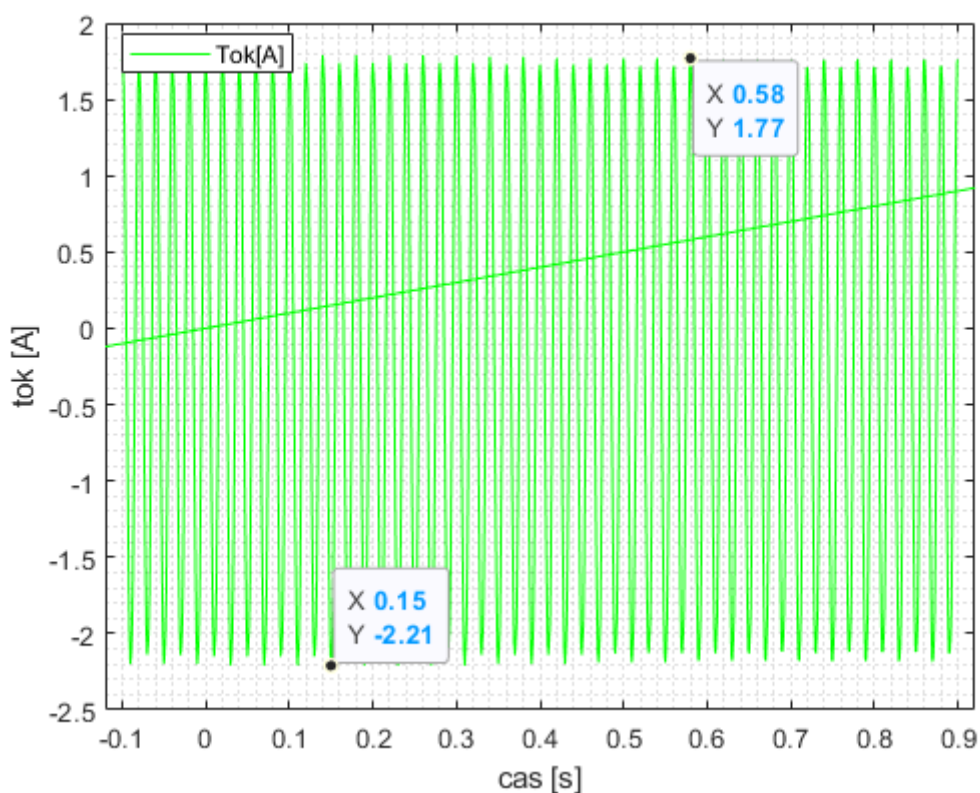
$$x_d = \frac{X_d}{Z_{osn}} \text{ oz. } x_q = \frac{X_q}{Z_{osn}}.$$

Te enačbe bomo potrebovali pri nadaljnjih izračunih.

Statorsko navitje je napajano z manjšo napajalno napetostjo (1/4 nazivne), saj bi se lahko drugače poškodovalo statorsko navitje pod vplivom velikih tokov. Naš stroj je 4 polen. Podatke merjenja obdelamo v programskem okolju Matlab ter izrišemo graf signala z naslednjo kodo:

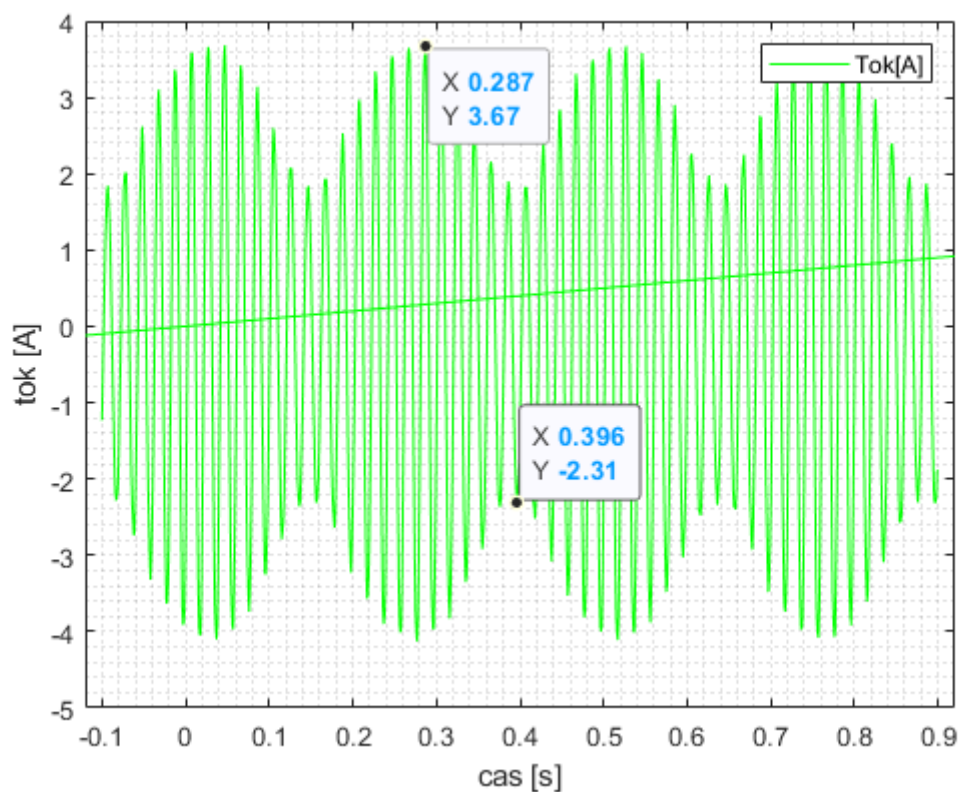
```
% 5. LABORATORIJSKA VAJA MES %
clc
clear all
close all
cd 'C:\Users\Jaka\Desktop\mes\Vaja 5'
t = table2array(readtable('signal2.CSV', 'Range', 'A3:A1002')); %signal1 pri
1. grafu
i = table2array(readtable('signal2.CSV', 'Range', 'B3:B1002'));
figure(1)
plot(t, i, 'Color', [0 1 0]);
xlabel('cas [s]');
ylabel('tok [A]');
xlim([-0.12, 0.92]);
legend('Tok[A]')
grid minor
```

-1. signal: časovni potek toka:



Maksimalni tok je enak 1,77A. Stroj teče v sinhronizmu.

-Signal 2: Časovni potek toka asinhronskega teka stroja



Iz grafa s pomočjo programskega okolja Matlab lahko odčitamo maksimum(tok, ki teče po prečni smeri) in minimum(tok, ki teče po vzdolžni smeri):

$$I_{min} = 1,85 \text{ A} \quad \text{in} \quad I_{max} = 3,67 \text{ A}$$

S pomočjo prej navedenih enačb smo izračunali:

$X_d = 21,94 \text{ Ohm}$ , kjer uporabimo efektivno vrednost:  $I_d = I_{\min}/1,414 = 1,25 \text{ A}$

$X_q = 10,57 \text{ Ohm}$ , kjer uporabimo efektivno vrednost:  $I_d = I_{\max}/1,414 = 2,595 \text{ A}$

Za izračun relativne vrednosti sinhronske reaktance smo morali izračunati nazivni tok:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_n} = 7,9 \text{ A}$$

$x_d = 1,58 \text{ in } x_q = 0,761$

## 5. Rezultati meritev medsebojne induktivnosti

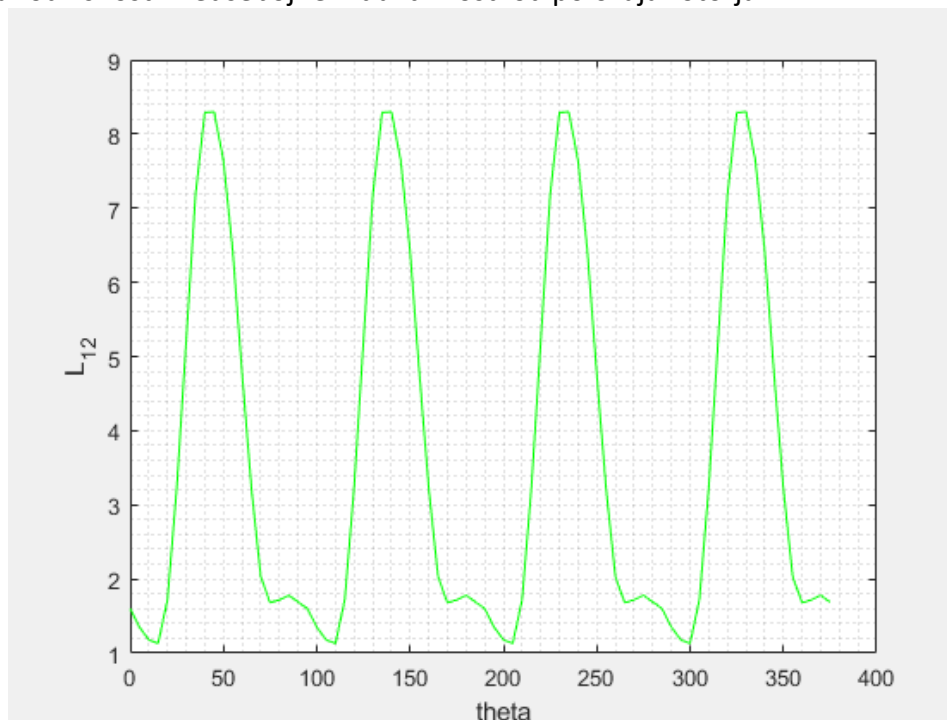
S pomočjo naslednje enačbe:

$$L_{12} = \frac{U_2}{2\pi f I_1} \cdot \quad \text{kjer je:} \quad U_2 = \omega L_{12} I_1 = 2\pi f L_{12} I_1.$$

In podane tabele meritev v Excelu smo s pomočjo Matlab okolja izpisali naslednjo kodo:

```
clc
clear all
close all
cd 'C:\Users\Jaka\Desktop\mes\Vaja 5'
f=50;
u2 = table2array(readtable('TabelaMeritev.CSV','Range','A2:A77'));
i1 = table2array(readtable('TabelaMeritev.CSV','Range','B2:B77'));
theta = table2array(readtable('TabelaMeritev.CSV','Range','C2:C77'));
l=u2./(2* pi * f * i1);
figure(1)
plot(theta, u2, 'Color',[0 1 0]);
xlabel('theta');
ylabel('L_1_2');
grid minor
```

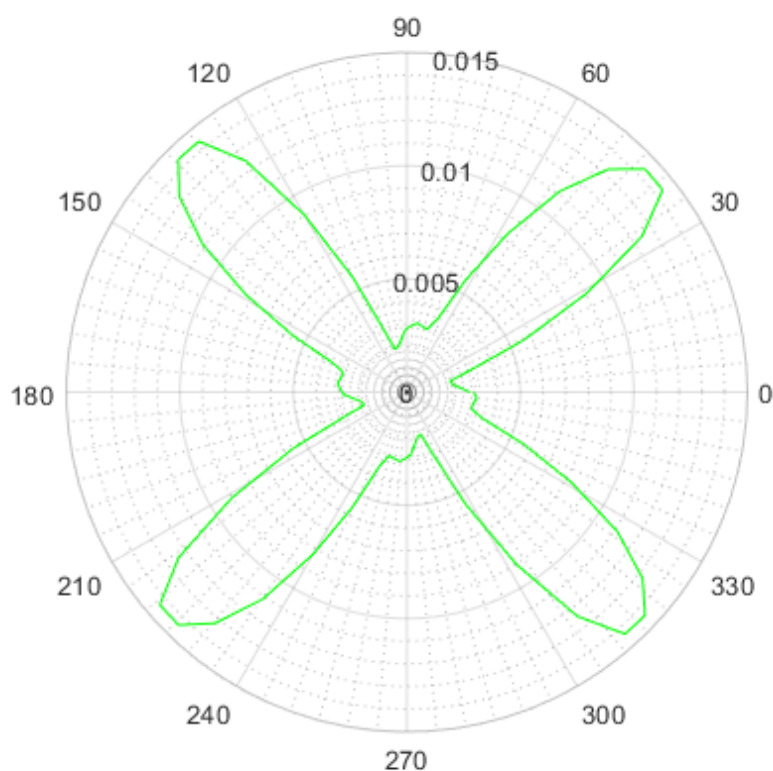
Izrisali graf odvisnosti medsebojne induktivnosti od položaja rotorja:



S pomočjo ukaza polar plot smo v Matlabu izrisali še potek medsebojne induktivnosti v polarni obliki:

```
clc
clear all
close all
cd 'C:\Users\Jaka\Desktop\mes\Vaja 5'
f=50;
u2 = table2array(readtable('TabelaMeritev.CSV','Range','A2:A77'));
i1 = table2array(readtable('TabelaMeritev.CSV','Range','B2:B77'));
theta = table2array(readtable('TabelaMeritev.CSV','Range','C2:C77'));
l=u2./(2* pi * f * i1);
figure(1)
polarplot(l,'Color',[0 1 0]);

grid minor
```



## 5. Domača naloga

Handwritten calculations on grid paper:

Left column:

$$I_g = 1,6625 \text{ A}$$
$$U_n = 400 \text{ V}$$
$$f_n = 50 \text{ Hz}$$
$$S_n = 5500 \text{ VA}$$
$$n_1 = 3000 \frac{\text{vrt}}{\text{min}}$$
$$\cos \phi_n = 0,8$$
$$U = 39,3 \text{ V}$$

Right column:

$$X_g = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{U}{I_g} = 48,75 \Omega$$
$$Z_{\cos} = \frac{U_n}{S_n} = 29,1 \Omega$$
$$\lambda_g = \frac{X_g}{Z_{\cos}} = 1,68$$
$$X_d = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \frac{U}{I_o} = 103,94 \Omega$$

An arrow points from the  $I_o$  term in the  $X_d$  formula to the value  $732,5 \text{ mA}$  written below it.

$$x_d = \frac{X_d}{Z_{\sin}} = 3,778$$