



Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za elektrotehniko*

ELEKTROENERGETSKA OMREŽJA IN NAPRAVE

**Poročilo 5. laboratorijske vaje: Kompenzacija jalove
moči**

Avtor: Jaka Ambruš

Vpisna številka: 64180037

Profesor: dr. Boštjan Blažič

Asistentka: Janja Dolenc

Datum: 9.1.2021

Kazalo vsebine

1. Podane naloge	2
2. Podatki uporabljenih elementov in shema vezja	2
3. Rezultati nalog	3
3.1 Omrežje	3
3.2 Motor	6
3.3 Kompensator	9
3. Odgovori na vprašanja	10

Kazalo tabel:

Slika 1: Podatki nekaterih uporabljenih elementov 5. laboratorijske vaje	2
Slika 2: Shema vezja 5. laboratorijske naloge	2
Slika 3 Časovni potek napetosti in tokov(pred kompenzacijo, OMREŽJE)	4
Slika 4 Časovni potek napetosti in tokov(po kompenzaciji, OMREŽJE)	4
Slika 5 Kazalčni diagram napetosti in tokov omrežja pred in po kompenzaciji.....	5
Slika 6 Časovni potek napetosti in tokov (pred kompenzacijo, MOTOR)	7
Slika 7 Časovni potek napetosti in tokov(po kompenzaciji, MOTOR)	7
Slika 8 Kazalčni diagram napetosti in tokov motorja pred in po kompenzaciji.....	8
Slika 9 Časovni potek napetosti in tokov(KOMPENZATOR).....	9
Slika 10 Kazalčni diagram napetosti in tokov kompensatorja	10

1. Podane naloge

- s pomočjo osciloskopa izmerite:
 - vse tri fazne napetosti in tokove pred priklopom kompenzacije,
 - vse tri fazne napetosti in vseh devet tokov po priklopu kompenzacije (tokovi omrežja, motorja in kompenzatorja),
- narišite kazalčni diagram napetosti in tokov pred priklopom in po priklopu kompenzacije,
- ob priklopljeni kompenzaciji izračunajte P in Q motorja, P in Q kompenzatorja ter P in Q iz omrežja,
- izračunajte faktor delavnosti omrežja pred in po kompenzaciji.

2. Podatki uporabljenih elementov in shema vezja

Uporabljeni elementi:

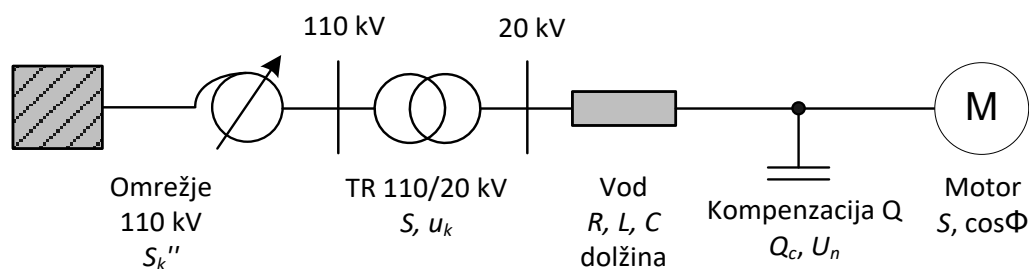
- transformator:
 - 110/20 kV
 - $u_k=10\%$
 - $S=35\text{ MVA}$
 - $X'=0,200\ \Omega/\text{km}$
 - $C'=0,270\ \mu\text{F}/\text{km}$
- nadzemni vod:
 - $l=20\text{ km}$
 - $R'=0,265\ \Omega/\text{km}$
- asinhronski motor:
 - $U_N=20\text{ kV}$
 - $S=4,7\text{ MVA}$
 - $\cos\varphi=0,89$

2020/21

Laboratorijska vaja 5

Slika 1: Podatki nekaterih uporabljenih elementov 5. laboratorijske vaje

Shema vezja:



Slika 2: Shema vezja 5.. laboratorijske naloge

3. Rezultati nalog

3.1 Omrežje

Tabele karakteristike faznih napetosti in tokov:

Pred kompenzacijo:

Rezultati napetosti:

Tabela 1: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} napetosti(pred kompenzacijo, OMREŽJE)

Napetost	Amplituda/kV	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
U_{L1}	16,28	-90,37	0
U_{L2}	16,01	149,20	239,57
U_{L3}	16,19	29,84	120,21

Rezultati tokov:

Tabela 2: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} tokov(pred kompenzacijo, OMREŽJE)

Tok	Amplituda/A	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
I_{L1}	137,5	-124,90	-34,53
I_{L2}	130,8	109,70	200,07
I_{L3}	133,7	-1,03	89,34

Po kompenzaciji:

Rezultati napetosti:

Tabela 3: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} napetosti(po kompenzaciji, OMREŽJE)

Napetost	Amplituda/kV	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
U_{L1}	16,67	-90,01	0
U_{L2}	16,56	149,5	239,51
U_{L3}	16,72	30,25	120,26

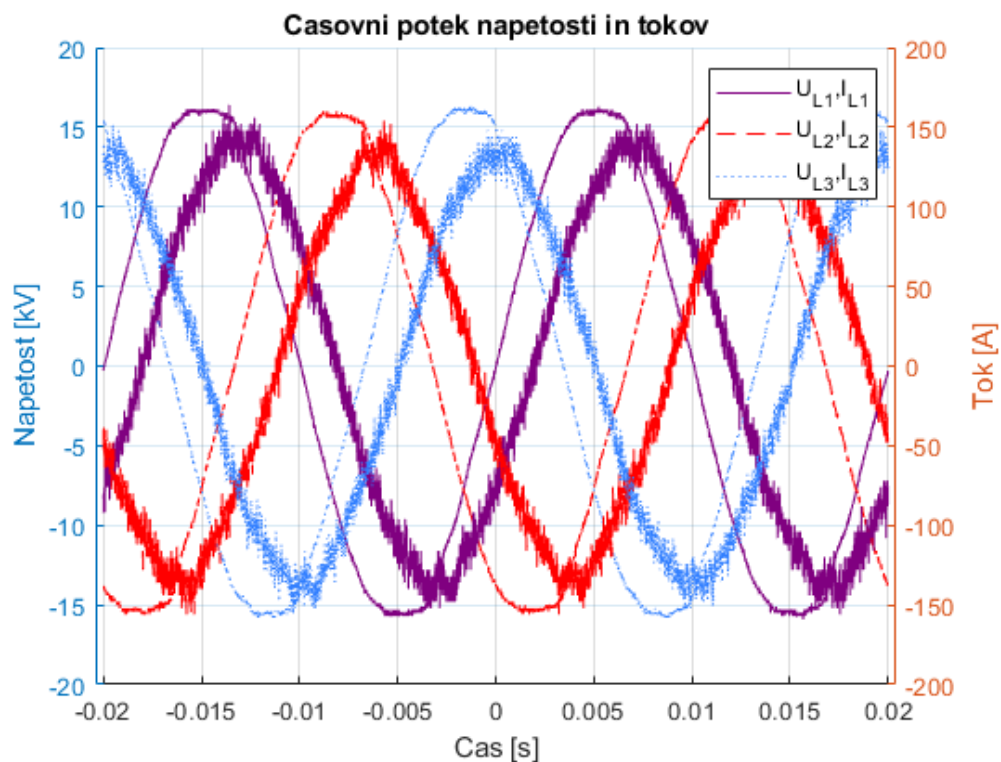
Rezultati tokov:

Tabela 4: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} tokov(po kompenzaciji, OMREŽJE)

Tok	Amplituda/A	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
I_{L1}	118,3	-94,87	-4,86
I_{L2}	107,5	140,7	230,71
I_{L3}	109,1	28	118,01

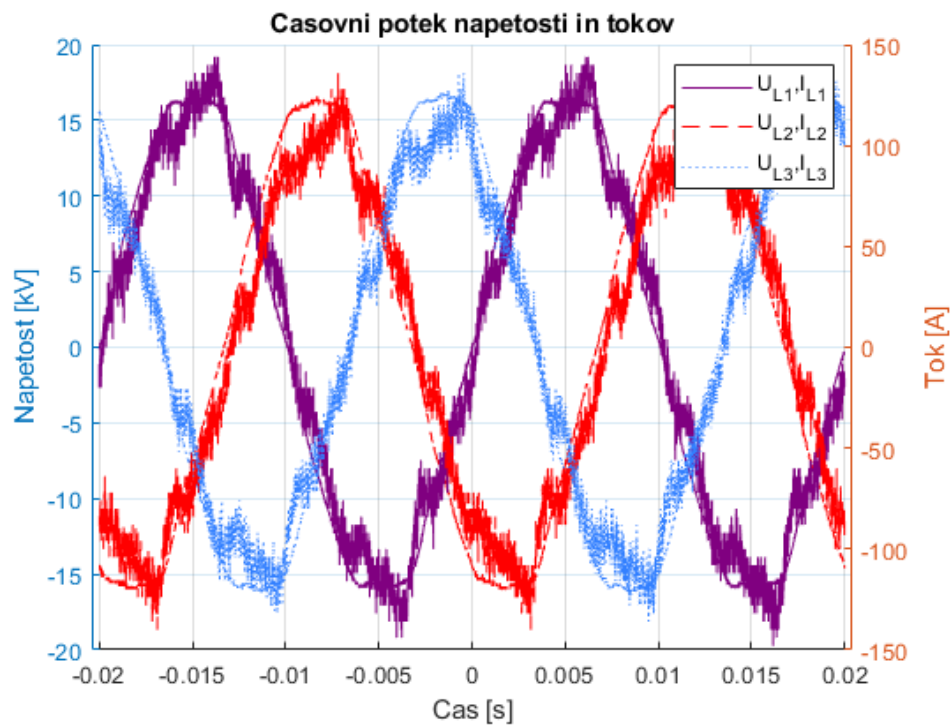
Opazimo, da so vrednosti napetosti pred in po kompenzaciji skoraj identični, medtem ko so amplitude tokov manjše in se koti razlikujejo za približno 30°.

Pred kompenzacijo:



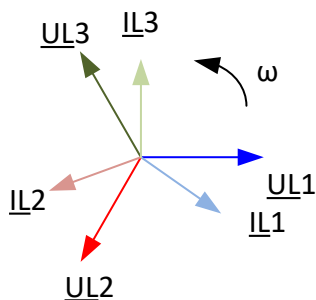
Slika 3 Časovni potek napetosti in tokov (pred kompenzacijo, OMREŽJE)

Po kompenzaciji:



Slika 4 Časovni potek napetosti in tokov (po kompenzaciji, OMREŽJE)

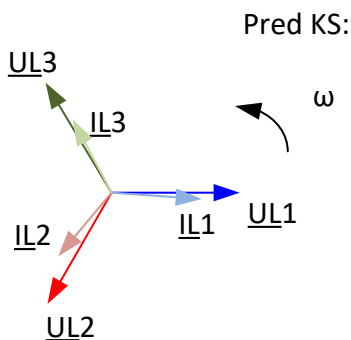
Pred KOM:



Merilo napetosti:
1mm:1000V

Merilo tokov:
1mm:10A

Po KOM:



Pred KS:

Slika 5 Kazalčni diagram napetosti in tokov omrežja pred in po kompenzaciji

Kazalci tokov zaostajajo za napetostjo, kar ponazarja induktiven značaj.

Izračun navidezne moči in faktorja delavnosti

$$\underline{S}_{predK} = \frac{U_{L1} I_{L1}^*}{2} + \frac{U_{L2} I_{L2}^*}{2} + \frac{U_{L3} I_{L3}^*}{2} = (2,66 + j1,85) \text{ MVA}$$

$$\cos(fi)_{pred} = \frac{P}{|S_{predK}|} = 0,821$$

$$\underline{S}_{poK} = \frac{U_{L1} I_{L1}^*}{2} + \frac{U_{L2} I_{L2}^*}{2} + \frac{U_{L3} I_{L3}^*}{2} = (2,77 + j0,25) \text{ MVA}$$

$$\cos(fi)_{po} = \frac{P}{|S_{poK}|} = 0,99$$

Tabele karakteristike faznih napetosti in tokov:

Rezultati napetosti:

Tabela 5: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} napetosti(pred kompenzacijo, MOTOR)

Napetost	Amplituda/kV	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
U_{L1}	16,47	-90,38	0
U_{L2}	16,16	149,20	239,58
U_{L3}	16,37	29,76	120,14

Rezultati tokov:

Tabela 6: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} tokov(pred kompenzacijo, MOTOR)

Tok	Amplituda/A	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
I_{L1}	156,6	-134,00	-43,62
I_{L2}	146,4	104,70	195,08
I_{L3}	148,9	-10,79	79,59

Rezultati napetosti:

Tabela 7: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} napetosti(po kompenzaciji, MOTOR)

Napetost	Amplituda/kV	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
U_{L1}	16,74	-89,63	0
U_{L2}	16,59	149,60	239,23
U_{L3}	16,78	30,44	120,07

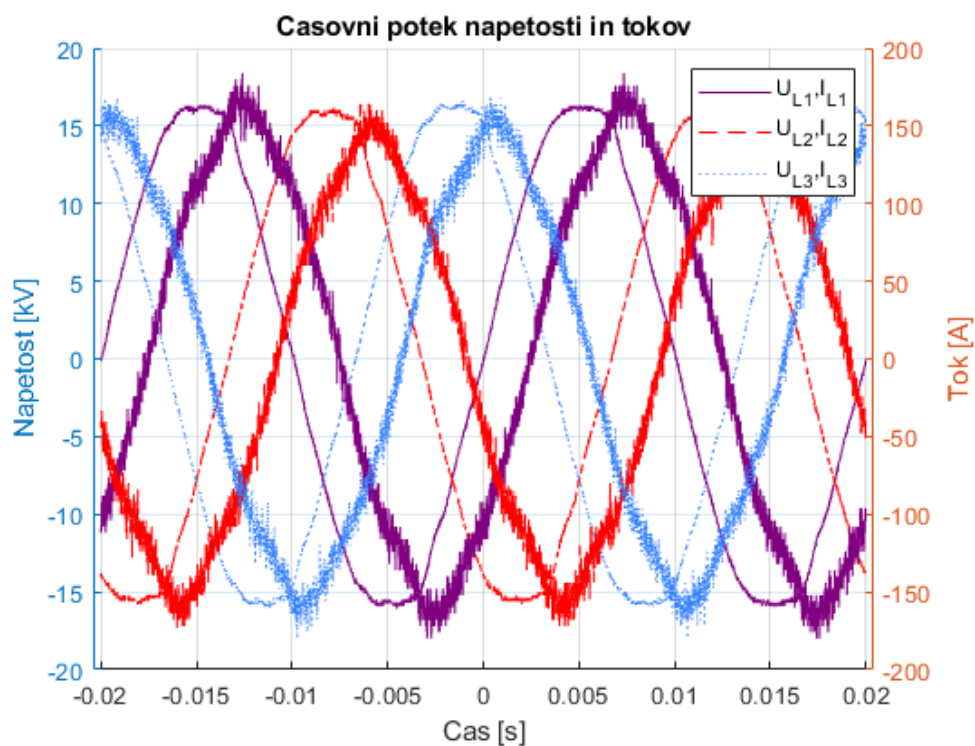
Rezultati tokov:

Tabela 8: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} tokov(po kompenzaciji, MOTOR)

Tok	Amplituda/A	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
I_{L1}	158,2	-133,00	-43,37
I_{L2}	150,7	103,50	193,13
I_{L3}	148,8	-11,91	77,72

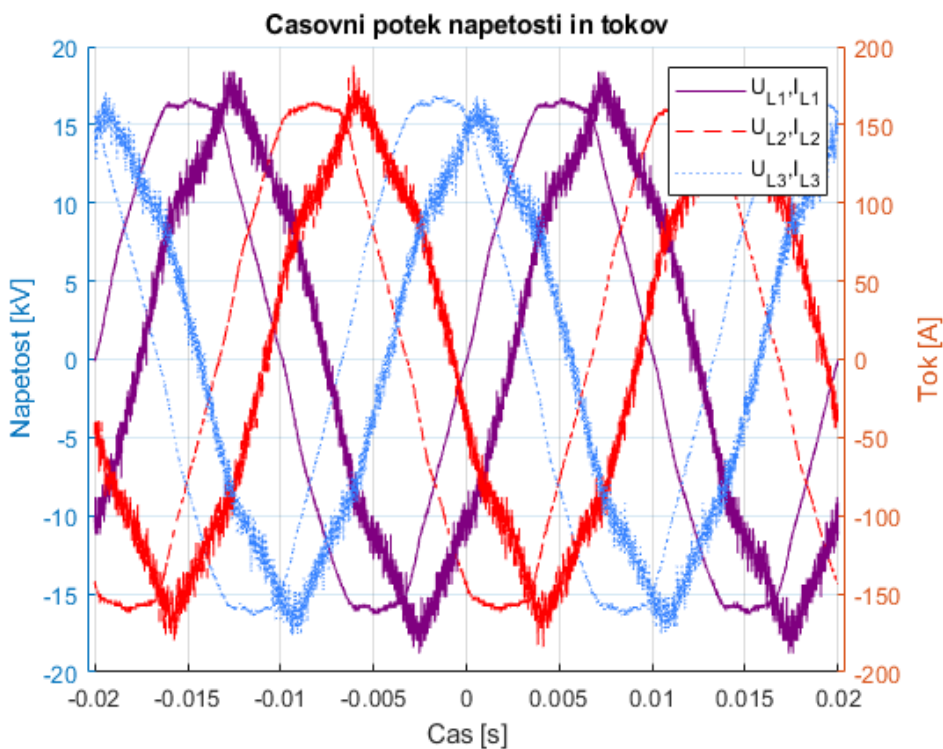
Rezultati pred in po kompenzaciji so zelo podobni.

Pred kompenzacijo:



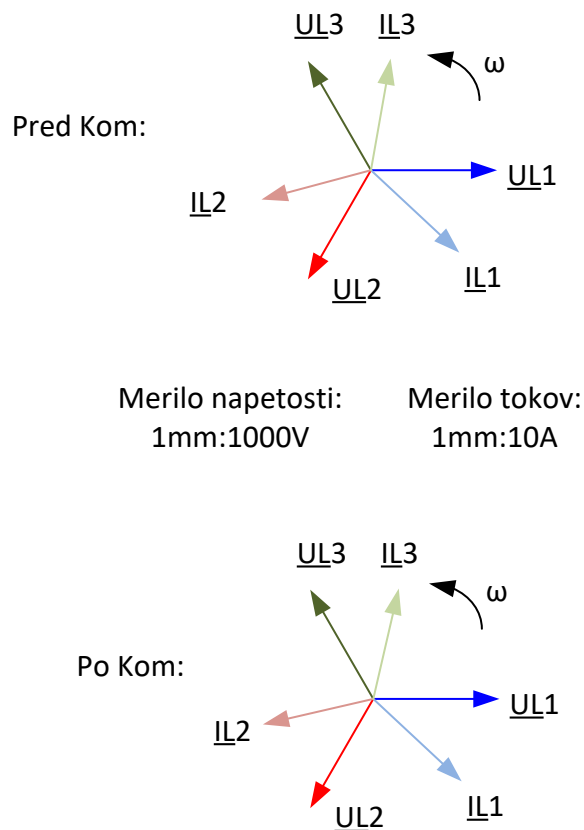
Slika 6 Časovni potek napetosti in tokov (pred kompenzacijo, MOTOR)

Po kompenzaciji:



Slika 7 Časovni potek napetosti in tokov(po kompenzaciji, MOTOR)

Kazalčni diagram



Slika 8 Kazalčni diagram napetosti in tokov motorja pred in po kompenzaciji

Induktivni značaj ampak se komajda opazi razlika pred in po kompenzaciji.

Izračun navidezne moči in faktorja delavnosti

$$\underline{S}_{predK} = \frac{U_{L1} I_{L1}^*}{2} + \frac{U_{L2} I_{L2}^*}{2} + \frac{U_{L3} I_{L3}^*}{2} = (2,70 + j2,51) \text{ MVA}$$

$$\cos(fi)_{pred} = \frac{P}{|S_{predK}|} = 0,73$$

$$\underline{S}_{poK} = \frac{U_{L1} I_{L1}^*}{2} + \frac{U_{L2} I_{L2}^*}{2} + \frac{U_{L3} I_{L3}^*}{2} = (2,75 + j2,65) \text{ MVA}$$

$$\cos(fi)_{po} = \frac{P}{|S_{poK}|} = 0,72$$

3.3 Kompenzator

Tabela 9: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} napetosti (KOMPENZATOR)

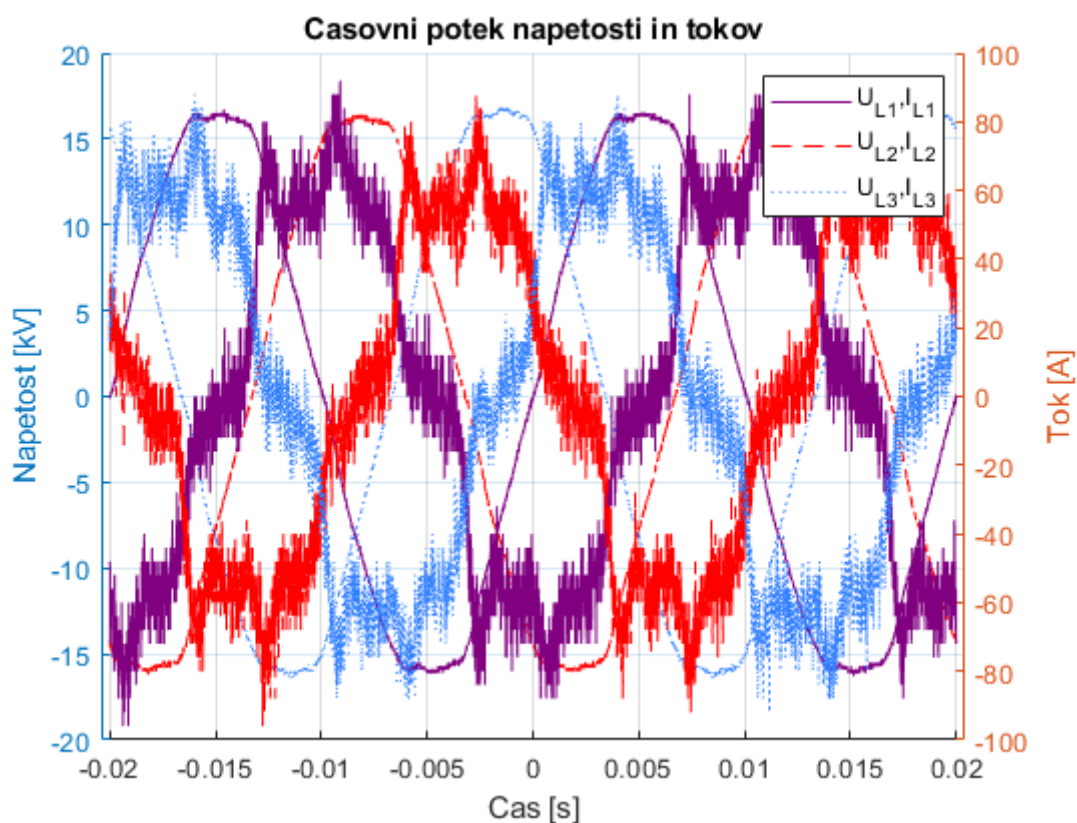
Napetost	Amplituda/kV	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
U_{L1}	16,72	-89,88	0
U_{L2}	16,55	149,30	239,18
U_{L3}	16,78	30,12	120,00

Rezultati tokov:

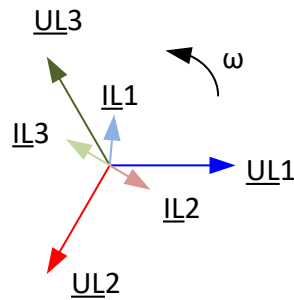
Tabela 10: Tabela amplitude, faznega kota in faznega zamika relativno no U_{L1} tokov (KOMPENZATOR)

Tok	Amplituda/A	Fazni kot /°	Fazni zamik/°
I_{L1}	68,09	-3,94	85,94
I_{L2}	63,29	-121,00	-31,12
I_{L3}	68,32	121,5	211,38

Graf časovnih ptekov:



Slika 9 Časovni potek napetosti in tokov (KOMPENZATOR)



Slika 10 Kazalčni diagram napetosti in tokov kompenzatorja

Kazalci tokov prehitevajo napetost za približno 90°. Merilo je enako drugim kazalčnim diagramom.

Izračun navidezne moči in faktorja delavnosti

$$\underline{S}_{\text{kompenzator}} = (0,0292 - j1,6646) \text{ MVA}$$

3. Odgovori na vprašanja

1. Kakšna je minimalna vrednost faktorja delavnosti, ki jo morajo zagotavljati porabniki in kakšne so posledice, v kolikor je vrednost nižja od določene?

Poslovni porabnik mora zagotavljati minimalni faktor delavnosti 0,95, vse pod tem se drugače doplača iz njegovega žepa.

2. Na kakšen način zvišujemo faktor delavnosti in kje (lokalno/globalno)?

S strani porabnikov zvišujemo faktor delavnosti z vzporedno vezavo kompenzacijskih naprav na bremena, ki jo potrebujejo. S strani distributerja pa mora kompenzirati jalovo moč in zagotavljati faktor delavnosti vsaj 0,95. To pa stori tako, da zaporedno s kompenzatorjem veže dušilko za omejevanje vklopnih tokov, kjer ima opravka z velikimi močmi.