

Hrvoje Buljević mag.ing.el.
ECCOS Inženjering d.o.o.
Hrvoje.buljevic@eccos.com.hr

Kristijan Brkić, dipl. ing.el.
ECCOS Inženjering d.o.o.
Kristijan.brkic@eccos.com.hr

Silvio Preglej, dipl.ing.el.
ECCOS Inženjering d.o.o.
Silvio.preglej@eccos.com.hr

POJAVA PREKOMJERNE KAPACITIVNE JALOVE ENERGIJE U PODUZETNIŠTVU (POSLOVNIM, PODATKOVNIM CENTRIMA I INDUSTRIJAMA) I RJEŠAVANJE PROBLEMA POMOĆU SVG I ION TEHNOLOGIJE.

SAŽETAK

U novije doba sve je češća pojava prekomjerne kapacitivne jalove energije kod potrošača. Ovakva pojava je posljedica povećanog broja potrošačkih uređaja koji koriste kondenzatore u različitim namjenama (UPS-ovi, razni elektronički uređaji), što je izraženo u poslovnim i podatkovnim centrima. Na takvu pojavu nisu imuni niti industrijski i proizvodni pogoni. Jedno od rješenja za nastale pojave je aktivna kompenzacija koja radi u oba smjera (induktivitet, kapacitet). Primjenom aktivne kompenzacije i ION tehnologije koja je objektno orijentirana tehnologija, analizatorima mreže daje se mogućnosti raznih načina upravljanja kompenzacijom. U referatu će se opisati način upravljanja aktivne kompenzacije putem ION tehnologije.

Ključne riječi: SVG – aktivna kompenzacija, ION tehnologija, analizatori mreže, prekomjerna preuzeta jalova energija, UPS, serveri.

THE APPEARANCE OF EXCESSIVE CAPACITIVE REACTIVE ENERGY IN ENTREPRENEURSHIP (BUSINESS, DATA CENTERS AND INDUSTRIES) AND PROBLEM SOLVING WITH THE HELP OF SVG AND ION TECHNOLOGY.

SUMMARY

In recent times, the case of excessive capacitive reactive energy is being appearing even more and more. This phenomenon is a consequence of the increased number of consumer devices that are using capacitors in different purposes (UPS, various electronic devices), especially in businesses and data centers. Industrial and production facilities are not immune to such occurrences. One of the solutions is active compensation that works in both directions (inductance, capacity). By applying active compensation and ION technology, which is an object-oriented technology, network analyzers are given the possibility of various ways of compensation control. This paper will describe the method of active compensation control by using ION technology

Key words: SVG - active compensation, ION technology, network analyzers, excessive absorbed reactive energy, UPS, servers

1. UVOD

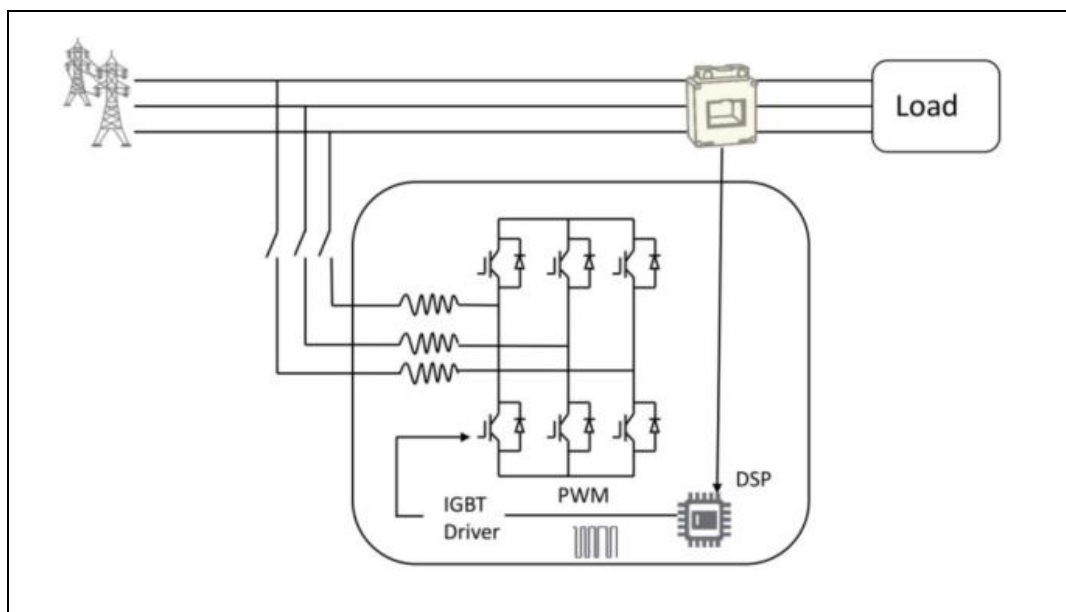
1.1. Potreba za kompenziranjem prekomjerne kapacitivne jalove energije

Pojava prekomjerne kapacitivne jalove energije javlja se u novije vrijeme. Razlog tome je posljedica povećanog broja potrošačkih uređaja koji koriste kondenzatore u različite namjene (UPS-ovi, razni elektronički uređaji). Takvi potrošački uređaji su karakteristični za poslovne i podatkovne centre. Međutim nisu samo oni skloni pojavi kapaciteta u mreži, industrijski i proizvodni pogonu su također obuhvaćeni tom pojavom. Sa druge strane, sa obzirom da je veliki broj poslovnih subjekata bio zatvoren pod prisilom zbog COVID krize i politike zaključavanja, umanjena je sveukupna potrošnja električne energije, što je pridonijelo smanjenju faktora snage a uređaji koji imaju kapacitivan karakter nastavili su raditi (računala, UPS, itd). Trenutne fiksne kompenzacije nisu se u mogućnosti prilagoditi novonastalim uvjetima jer kompenziraju samo jednu komponentu jalove energije, u većini slučajeva induktivnu komponentu. Za ovakvu vrstu pojave pogodnije su aktivne kompenzacije koje mogu raditi u oba smjera i kompenzirati oba karaktera jalove energije.

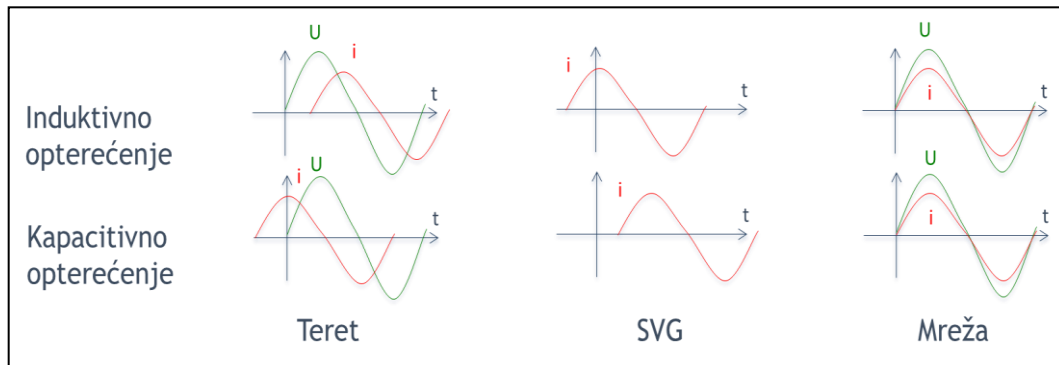
1.2. Aktivna kompenzacija SVG i njezina tehnologija

Sinexcel SVG mjeri struju opterećenja tereta u stvarnom vremenu pomoću vanjskih strujnih transformatora i analizira trenutnu jalovu snagu. Poslije analize podataka mjerenja, SVG kontroler generira PWM (engl. Pulse Width Modulation) signale, te pomoću internih IGBT jedinica kreira injektirane struje kompenzacije u distribucijsku mrežu kako bi se kompenzirala jalova energija.

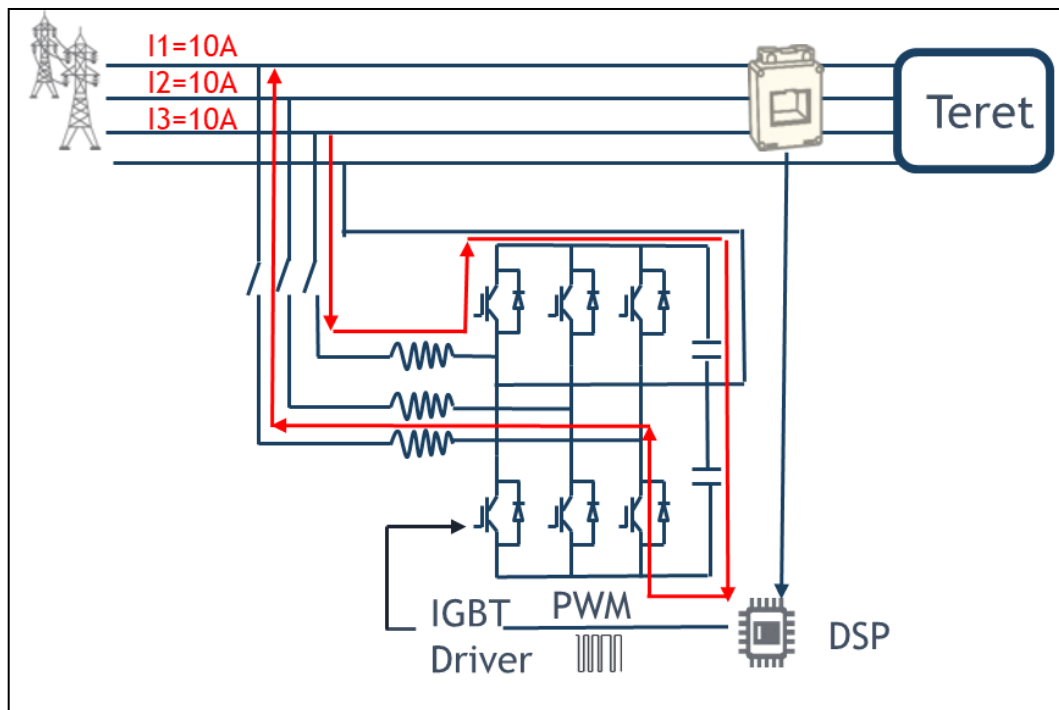
Ovim postupkom je moguće kompenzirati kapacitivnu i induktivnu jalovu komponentu, te dobiti faktor snage između -100% kapacitivno i 100% induktivno. Uređaj može raditi u višefunkcijskom modu – da obavlja kompenzaciju jalove energije i kompenzaciju trofazne nesimetrije u isto vrijeme. U narednim slikama biti će prikazan princip rada i topologija te balansiranje opterećenja po fazama.



Slika 1. Princip rada SVG uređaja



Slika 2. Princip rada SVG uređaja i topologija

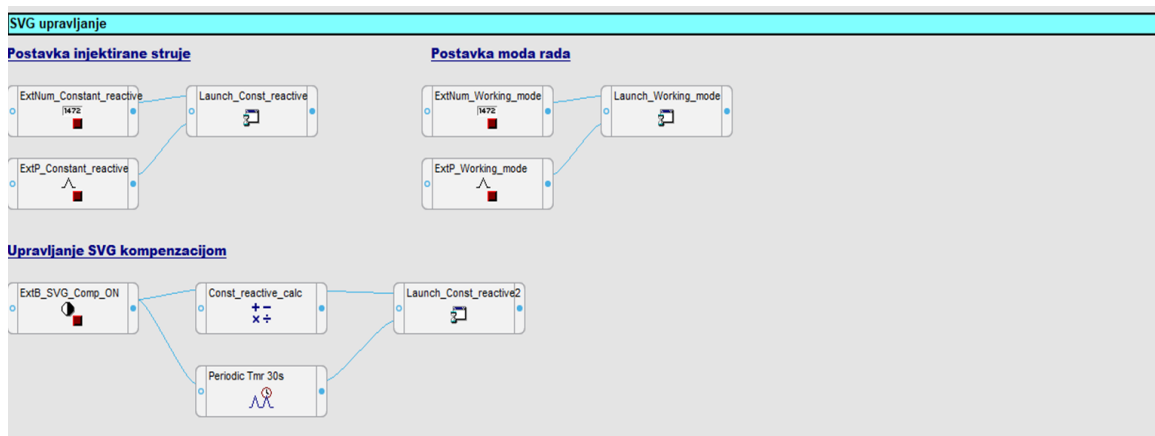


Slika 3. Balansiranje opterećenja po fazama

1.3. ION tehnologija

U ovom slučaju integracije SVG-a korištena je funkcionalnost ION tehnologije da glumi modbus master uređaj koji će pomoću svojih blokova raditi upravljanje SVG-om. U nastavku teksta prikazat ćemo ION arhitekturu koju smo složili.

Za prikaz ION arhitekture koristili smo *Designer* aplikaciju koja je dio *Power Monitoring Expert* programskog paketa koja omogućuje grafički prikaz ION modula i njih ovih međusobnih veza unutar *frameworka*. Uz to što omogućuje promjenu postavki svakog pojedinog ION modula, omogućuje i promjenu postojećih veza između modula, dodavanje novih ili brisanje. *Designer* omogućuje vizualizaciju logike kod programiranja posebnih korisnički definiranih zahtjeva.



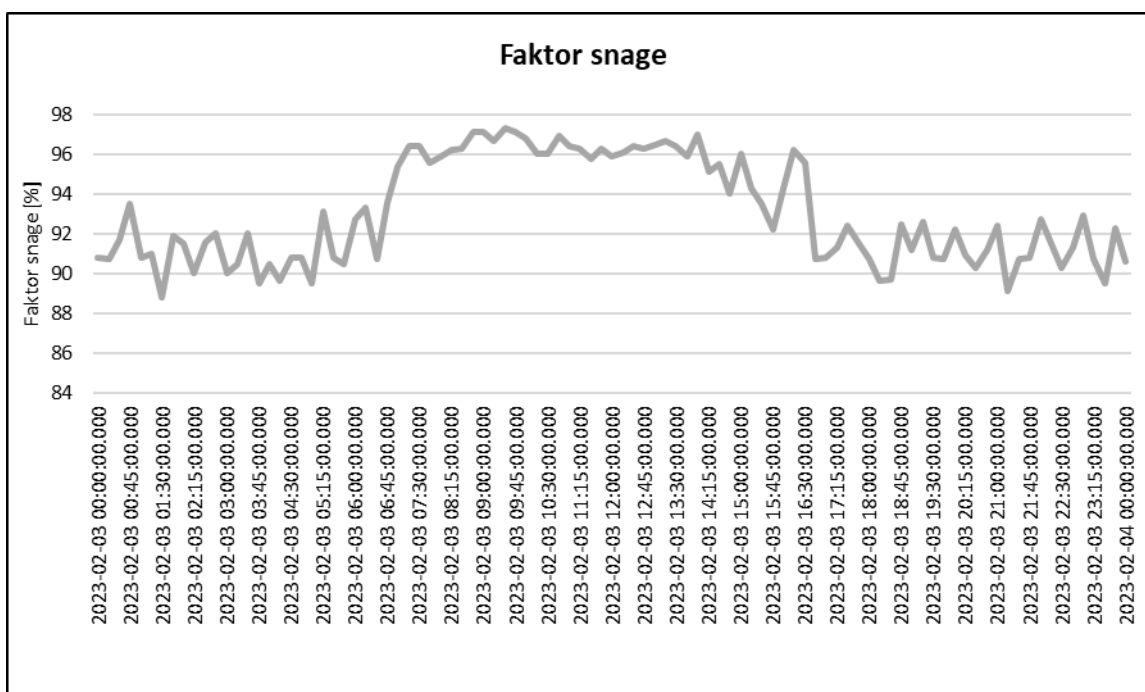
Slika 4. ION arhitektura upravljanja SVG-om

2. ANALIZA REŽIMA RADA SVG-A

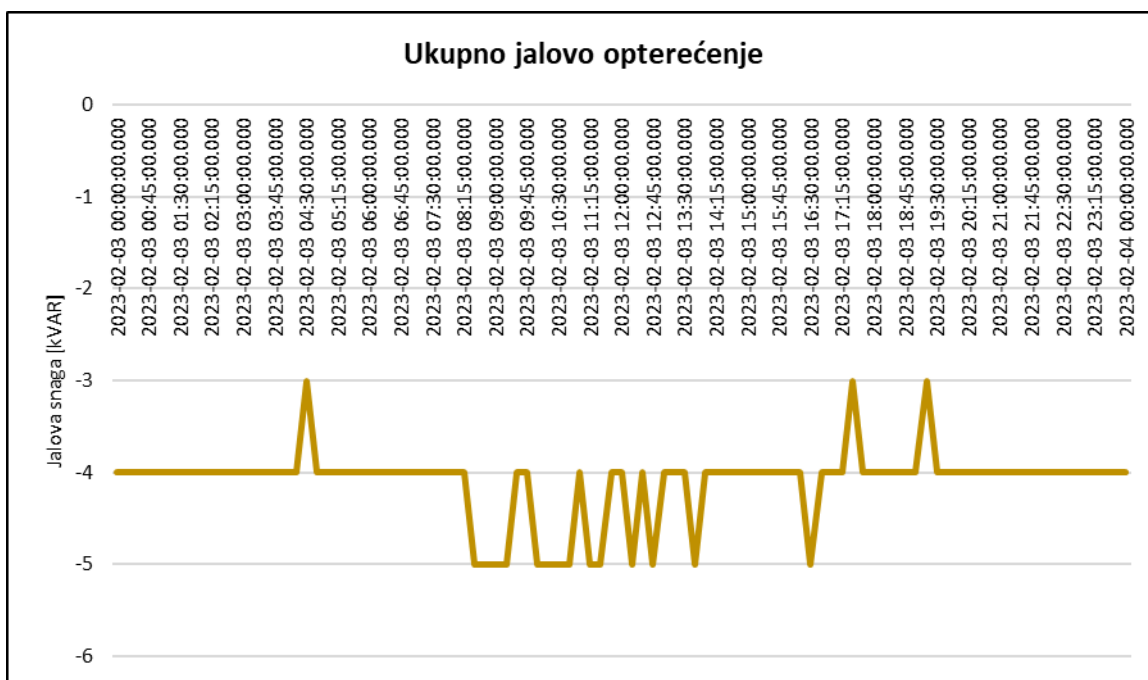
U nastavku će biti detaljno opisani testirani modovi rada SVG uređaja, prikazani spremljeni podaci mjerenja, i prikazani doneseni zaključci na osnovu rezultata mjerenja i rada SVG-a. Analiza je temeljena na snimljenim uzorcima mjerenja potrošnje električne energije iz firme ECCOS inž. na multimetru PM800 i SVG100 uređaju. Time smo obavili testiranje rada SVG-a i ponašanje sustava

2.1. Režim rada – bez uključene kompenzacije

Kod ovog režima rada želimo ustanoviti kakva je karakteristika tereta. U našem slučaju ECCOS Inženjeringa poslovnih ureda. Na slijedećim slikama biti će prikazani parametri koje smo detaljno pratili: faktor snage, ukupno jalovo opterećenje.



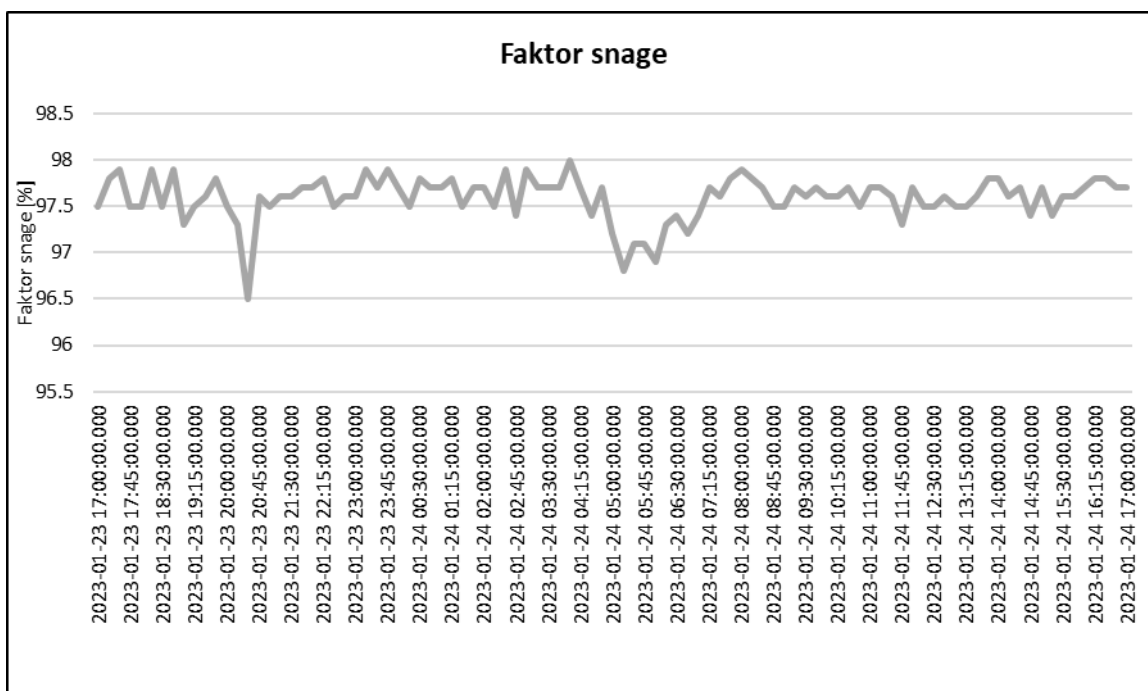
Slika 5. Faktor snage – bez kompenzacije



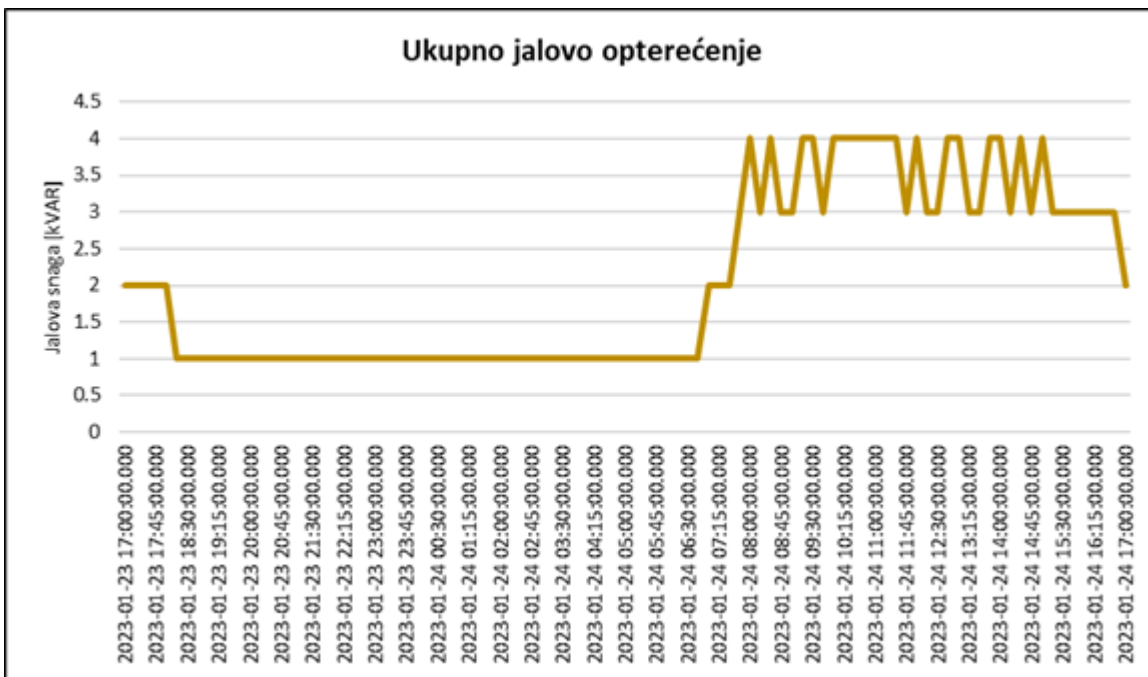
Slika 6. Ukupno jalovo opterećenje

2.2. Režim rada – kompenzacija jalove energije i balansiranje opterećenja po fazama (Q + B)

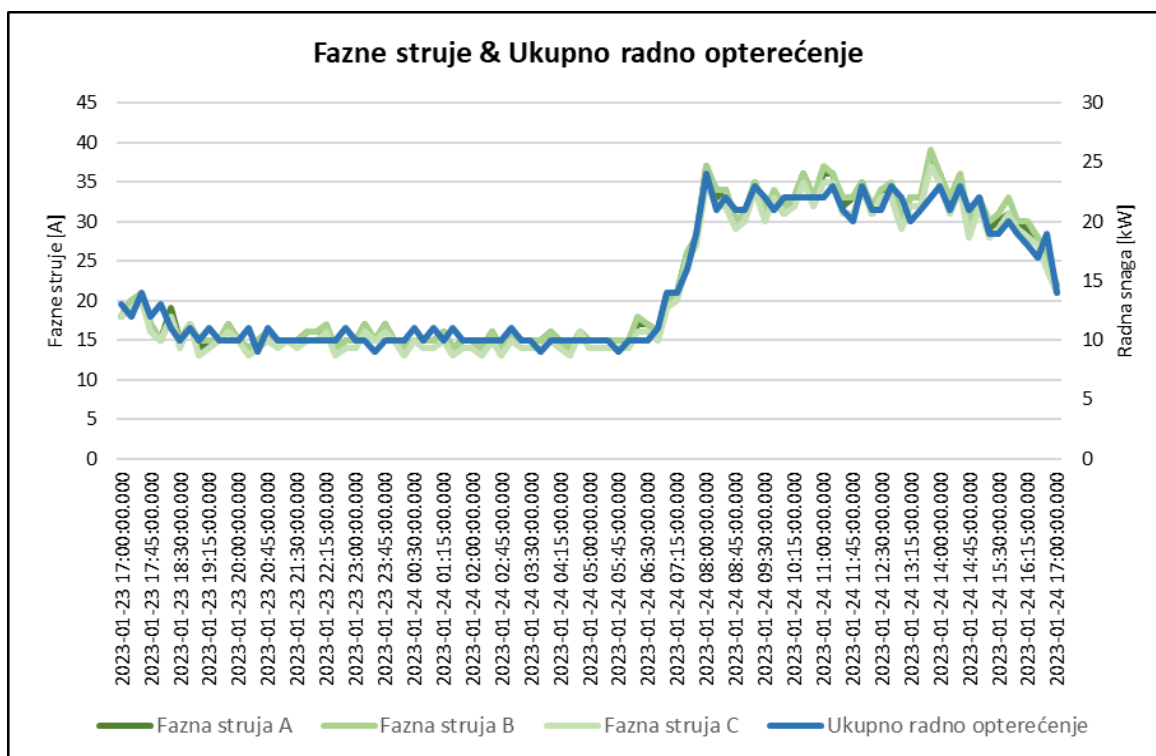
Režim rada kompenzacije jalove energije i balansiranja opterećenja po fazama u ovom našem slučaju će raditi na način da ubacuje jalovu snagu induktivnog karaktera kako bi poništio naš kapacitivan karakter. Uz ubacivanje suprotnog karaktera jalove energije radit će i to da će izbalansirati opterećenje po fazama. Što će se u konačnici i vidjeti na slikama faktora snage, ukupnog jalovog opterećenja i struje po fazama.



Slika 7. Faktor snage – režim rada Q + B



Slika 8. Ukupno jalovo opterećenje – režim rada Q + B



Slika 9. Fazne struje i ukupno radno opterećenje – režim rada Q + B

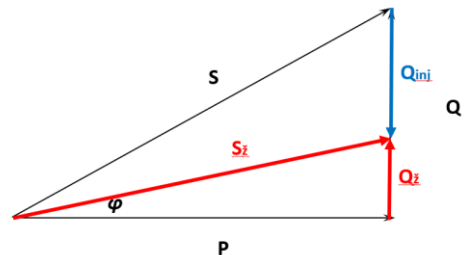
3. PRIMIJENJEN NAČIN KOMPENZIRANJA JALOVE ENERGIJE KOJE SMO KORISTILI

3.1. Način dimenzioniranje aktivne kompenzacije

Želimo li pravilno dimenzionirati SVG, prvo moramo izmjeriti trenutnu jalovu energiju Q . Nakon što smo ju korektno izmjerili postavljamo si zahtjev koliki faktor snage $\cos \varphi$ želimo postići. Pomoću dobivenih parametra električne energije i formule dobit ćemo iznos potrebne jalove energije koju projektirani SVG treba injektirati u mrežu.

$$Q_z = P \times \operatorname{tg}(\cos^{-1} \varphi)$$

$$Q_{inj} = |Q - Q_z|$$



Q_z = maksimalan iznos jalove energije pri definiranom faktoru snage $\cos \varphi$

Q = Izmjerena jalova energija

Q_{inj} = Iznos jalove snage SVG-a za traženi faktor snage

$\cos \varphi$ = željeni faktor snage

P = Radna snage

3.2. Režim rada – fiksni iznos jalove energije (Constant Q)

Kod ovakvog režima rada SVG uređaja, postavlja se točan iznos injektirane jalove energije. Ovaj režim rada smo primijenili na način da smo izmjerenu jalovu energiju od strane mjernog uređaja poništavali sa istim iznosom ali suprotnog smjera. Time željeni iznos jalove energije postaje jednak nuli.

$$Q_z = 0$$

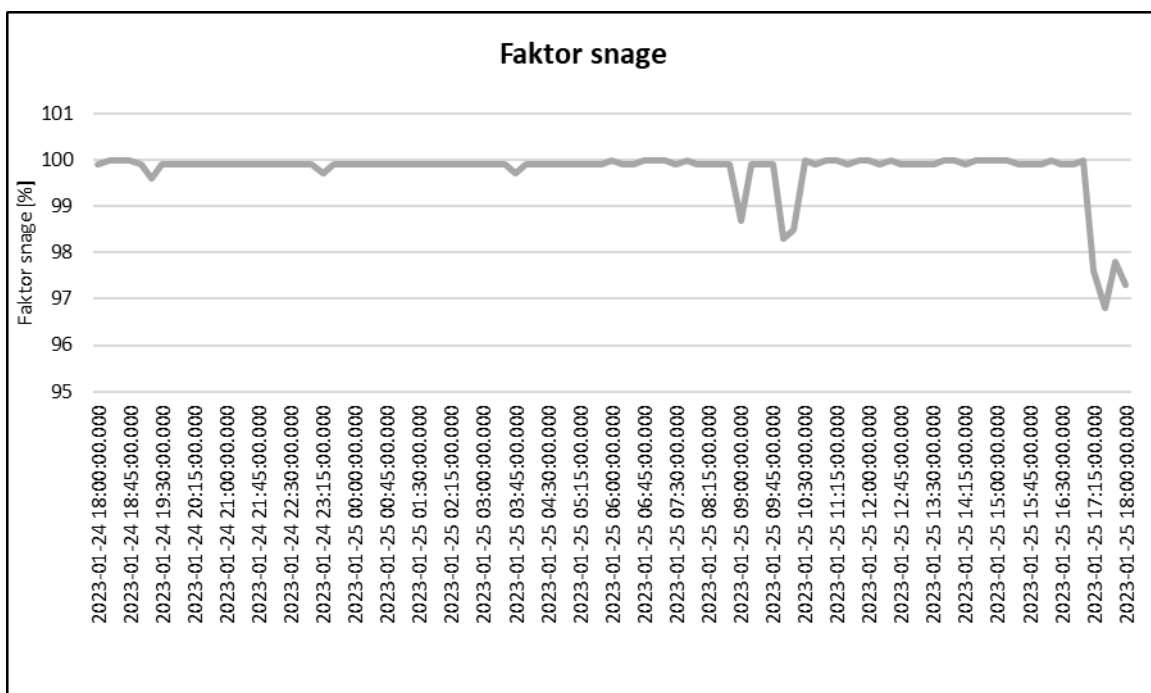
$$Q_{inj} = -Q_{mj} = -Q$$

Q_{inj} – injektirana jalova energija

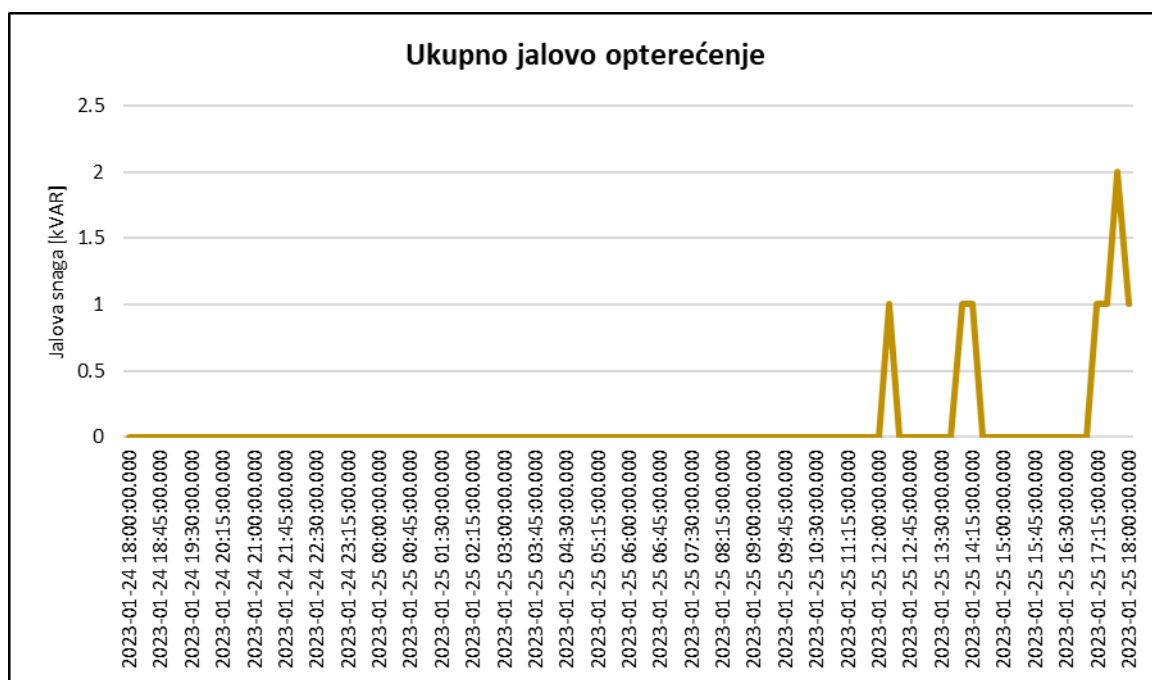
Q_{mj} – izmjerena jalova energija

Poništavanjem jalove energije, faktor snage u teoriji bi trebao biti oko 100%. Takva mjerenja smo i dobili. Također ukupno jalovo opterećenje je bilo gotovo na nuli. Kod ovakvog režima rada se ne balansiraju struje po fazama, one nisu jednake. Kod režima rada može se dogoditi da se mijenja dinamički karakter jalovih energija (induktivno, kapacitivno), te samim time i fazne struje mogu biti takvog predznaka. Injektirane struje od strane SVG uređaja su sve identične i zbog toga ne postoji balansiranje po fazama.

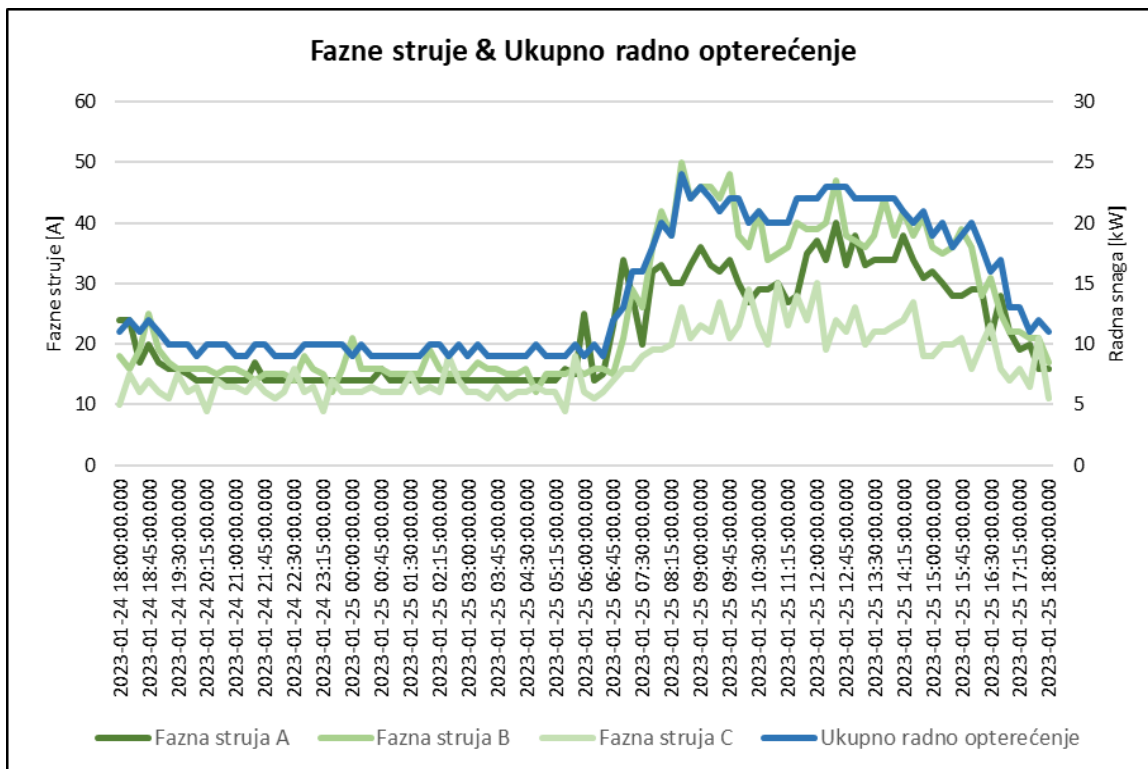
Sve parametre koje smo promatrali biti će prikazani u narednim slikama.



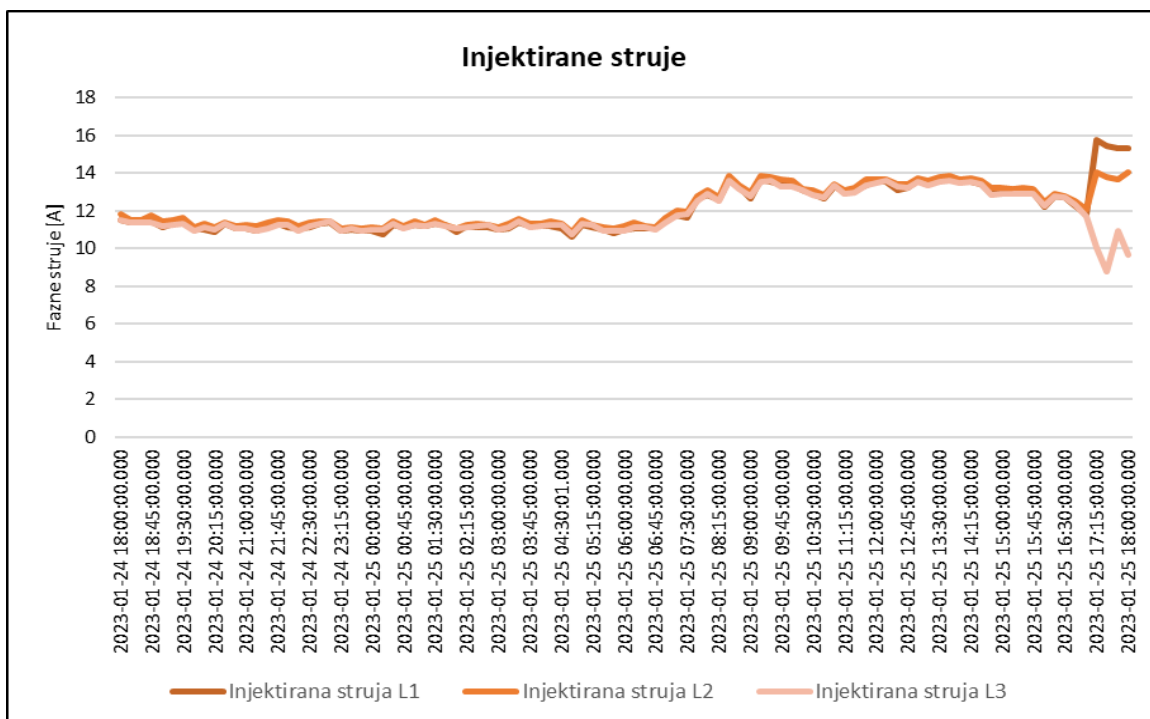
Slika 10. Faktor snage – režim rada konst. Q



Slika 11. Ukupno jalovo opterećenje – režim rada konst. Q



Slika 12. Fazne struje i ukupno radno opterećenje – režim rada konst. Q



Slika 13. Injektirane struje – režim rada konst. Q

4. ZAKLJUČAK

Ovakva vrsta kompenzacije i njezino upravljanje putem ION tehnologije omogućava nam razne mogućnosti. Kako je opisano u članku, u svakom od režima rada i neovisno o prirodi tereta (kapacitivno ili induktivno), ovaj sustav upravljanja sa SVG-om daje mogućnost zadovoljavajuće kompenzacije jalove energije. Ovakvu primjenu morat ćemo koristiti sve više u budućnosti jer današnji objekti sve više „plešu“ iz kapacitivnog u induktivni karakter i obrnuto. Standardne kompenzacije mogu kompenzirati samo jedan određeni karakter. Kako je u današnje vrijeme trošak energenata postao veliki dio troška kod srednjih i velikih objekata s ovim rješenjem smanjit ćemo trošak koji se odnosi na prekomjernu preuzetu jalovu energiju.

5. LITERATURA

- [1] ION Reference; Ion Architecture & ION Modules; 7EN02-0290-10, Schneider Electric, listopad 2018.
- [2] SVG- Static VAR generator – tehničke karakteristike