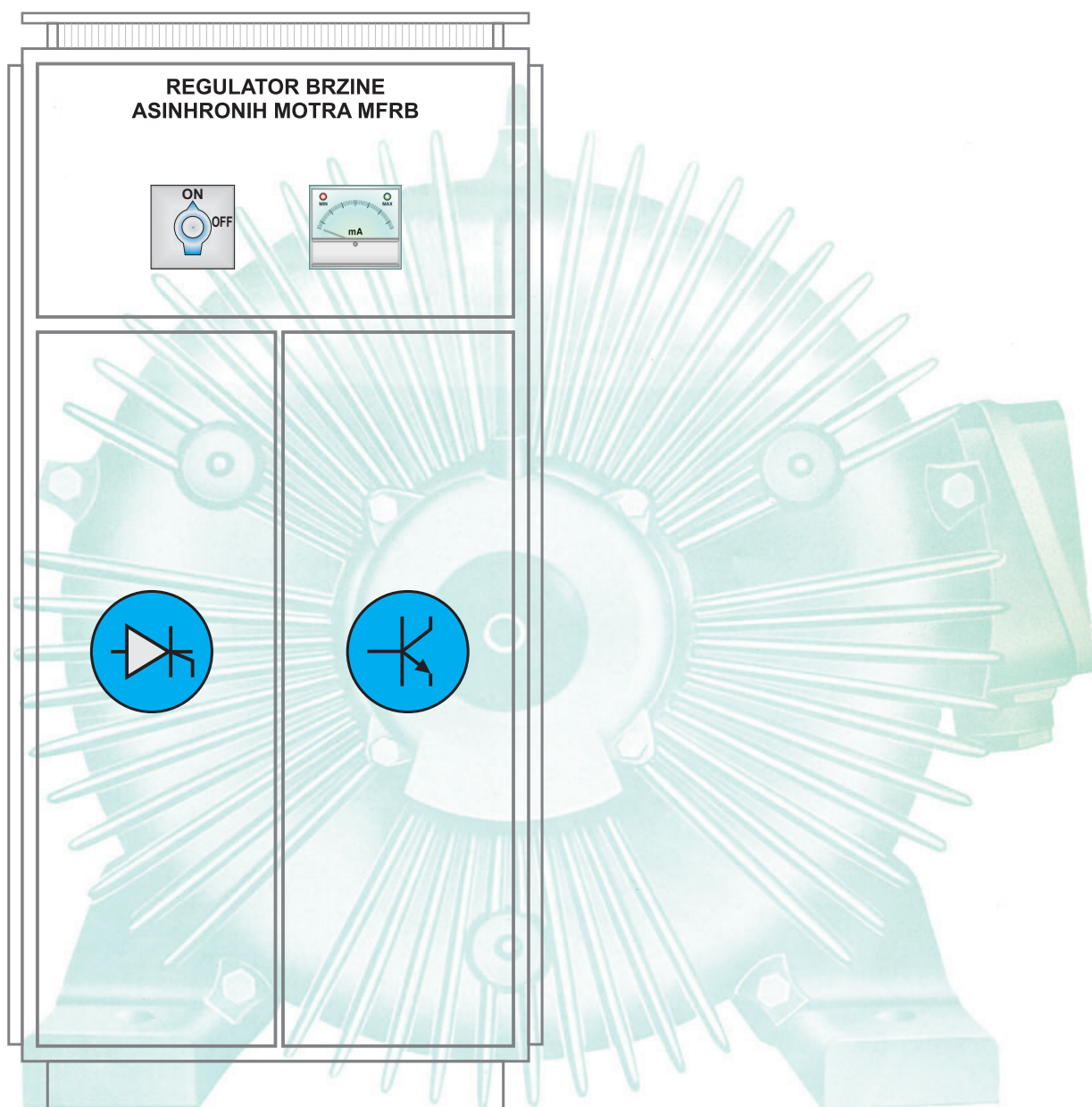




Automatika

FREKVENTNI REGULATOR BRZINE MFRB

9.07.



NAMENA

Mikroprocesorski regulator brzine asinhronih elektromotora namenjen je za standardne izvedbe elektromotora koji se rade u seriskoj proizvodnji, a koriste se u pogonima gde je potrebna kontinualna regulacija brzine.

Primenju je se kod pogona ventilatora, pumpi, mlinova, transportnih traka i na drugim mestima gde je potrebno prilagođavati brzinu prema potrebama tehnološkog procesa.

Karakteristične osobine ovih sistema su:

- ↪ omogućuju meki polazak i lagano zaletanje elektromotora do željenog broja obrtaja po linearnoj ili programiranoj funkciji,
- ↪ omogućuje uštedu električne energije (npr. kod pumpi i ventilatora od 30 do 50 %),
- ↪ prosta regulacija i održavanje potrebne brzine preko povratne veze iz nadređenog regulatora,
- ↪ znatno produženje eksploatacionog veka elektromotora i pogonske mašine,
- ↪ jednostavna ugradnja na postojeće sisteme,
- ↪ relativno niska cena koštanja u odnosu na ekonomske efekte,
- ↪ korišćenje postojećih standardnih asinhronih elektromotora koji su u eksploataciji,
- ↪ faktor snage je blizak jedinici tako da nije potrebna popravka istog tj kompenzacija reaktivne električne energije,
- ↪ nedostatak frekventnih regulatora je u tome što se moraju dimenzionisati prema maksimalnoj snazi elektromotora koja u celosti prolazi kroz regulator, jer relane potrebe za regulacijom su najčešće u opsegu od $(0,7 \div 1) n_n$.

Takođe, primena frekventne regulacije na visokonaponskim elektromotorima je limitirana naponskim nivom energetske elektronske komponente (tranzistori, diode ..).

U ovakvim slučajevima problem se prevazilazi upotrebom podsinhronne kaskade i visokonaponskim elektromotorom sa kliznokolutnim rotorom.

PRINCIP RADA

U **MINEL AUTOMATICI** razvijen je savremeni frekventni regulator brzine asinhronih kaveznih elektromotora tipa **MFRB** za snage elektromotora u intervalu od 0,25 kW do 250 kW. Primenjena su najsavremenija tehnička rešenja i najkvalitetnije komponente.

Na principijelnoj blok šemi (slika br. 1) prikazano je da se naizmenični napon 3×400 V, 50 Hz, preko odgovarajućeg tiristorskog regulisanog trofaznog mosta ispravlja u odgovarajući jednosmerni napon.

Jednosmerni napon U_{jss} se reguliše u opsegu od $0 \div 540$ V i stabilizuje preko odgovarajućeg **LC** filtera.

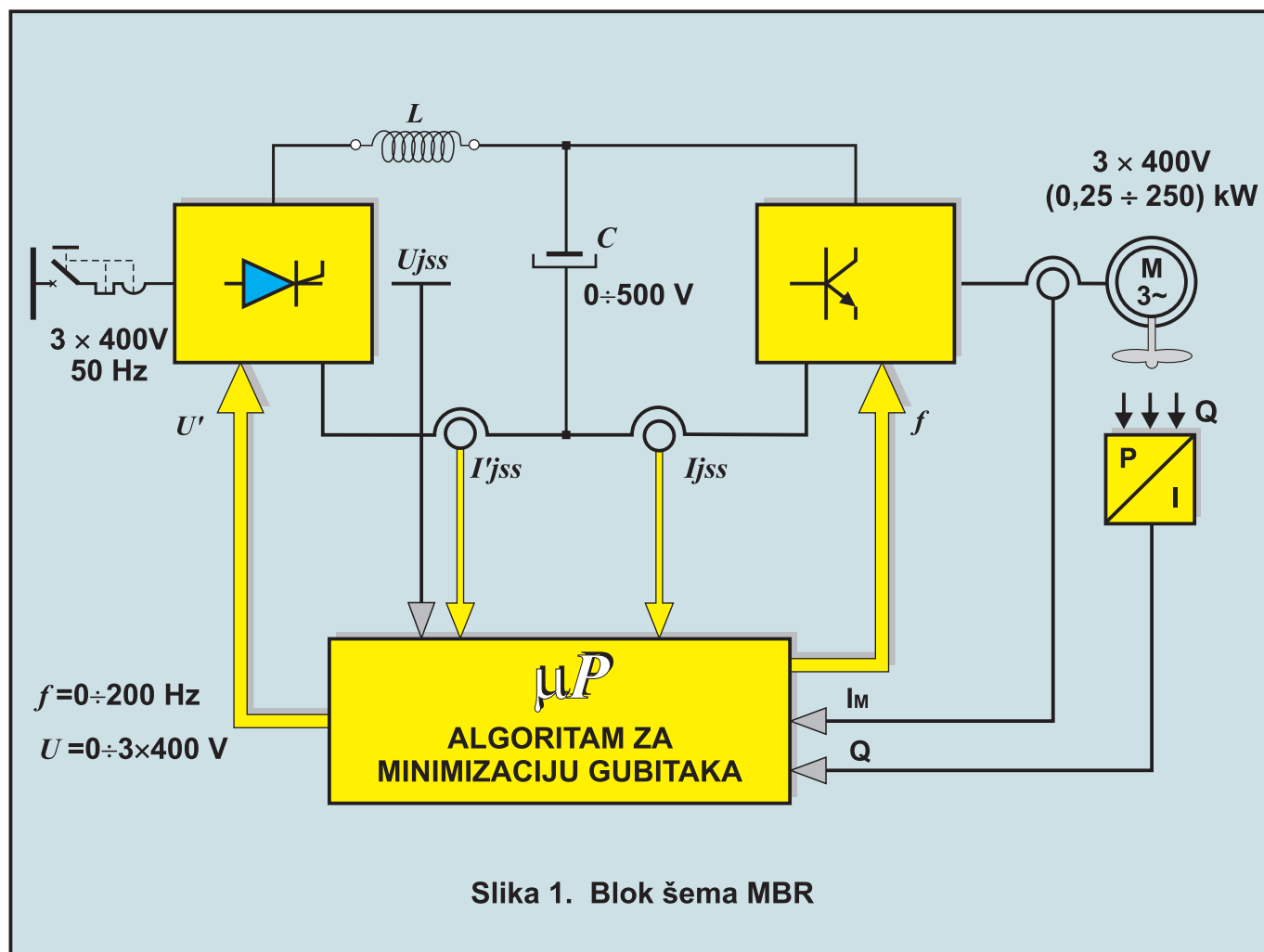
Trofaznim tranzitorskim pretvaračem jednosmerni napon se pretvara u naizmenični sa regulisanom frekvencijom u opsegu od $0 \div 200$ Hz.

Upravljanje sa tiristorskim ispravljačem i tranzitorskim pretvaračem vrši se iz mikroprocesora sa algoritmom za minimizaciju gubitaka na osnovu merenja napona i struja u tri karakteristične tačke regulatora.

Primenom mikroprocesora vrši se minimizacija gubitaka snage u motoru u odnosu na rešenje sa relejnom tehnikom i analognom elektronikom.

Minimizacija gubitaka snage u elektromotoru za konstantni zadati protok Q^* , napon U_{jss} učestranost f se simultano podešavaju tako da minimiziraju ulaznu snagu na vrednost

$$P_{jss} = U_{jss} \times I_{jss}$$



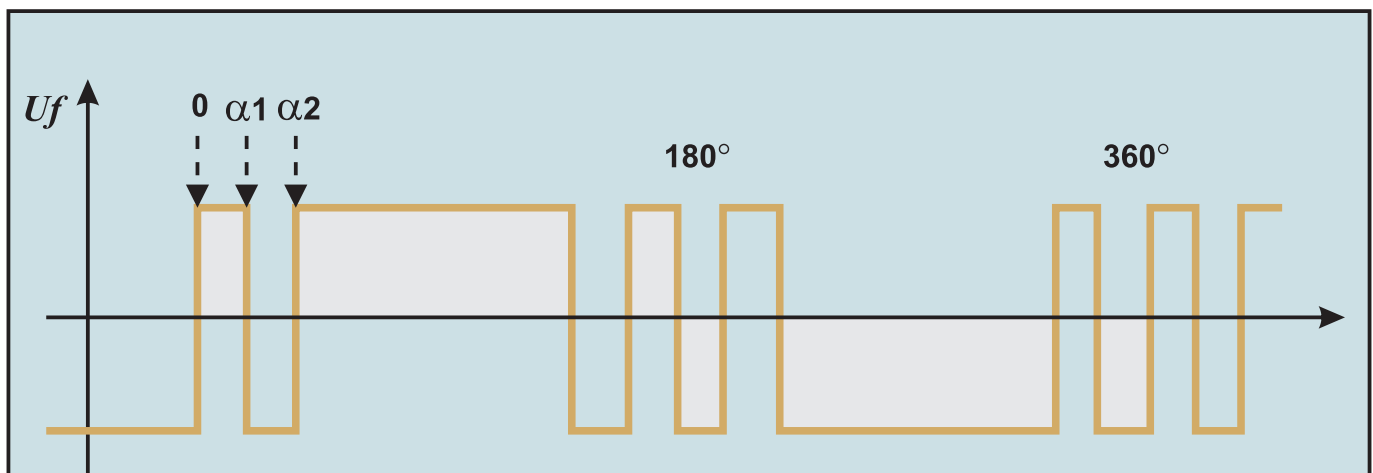
TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

1.	VRSTA MOTORA	Standardni kratkospojni (kavezni) elektromotor
2.	SNAGA MOTORA	(0,25 ÷ 250) kW
3.	ULANI NAPON	3 × 400 V, 50 Hz (60 Hz)
4.	IZLAZNI NAPON	3 × (0 ÷ 400) V
5.	IZLAZNA FREKVENCIJA	(0 ÷ 200) Hz
6.	STEPEN KORISNOG DEJSTVA	> 0,97 %
7.	OPSEG REGULACIJE BRZINE	(0,01 ÷ 2) ω _n + 0,5 %
8.	INTEGRISANE ZAŠTITE	U <, I >, I >, n <

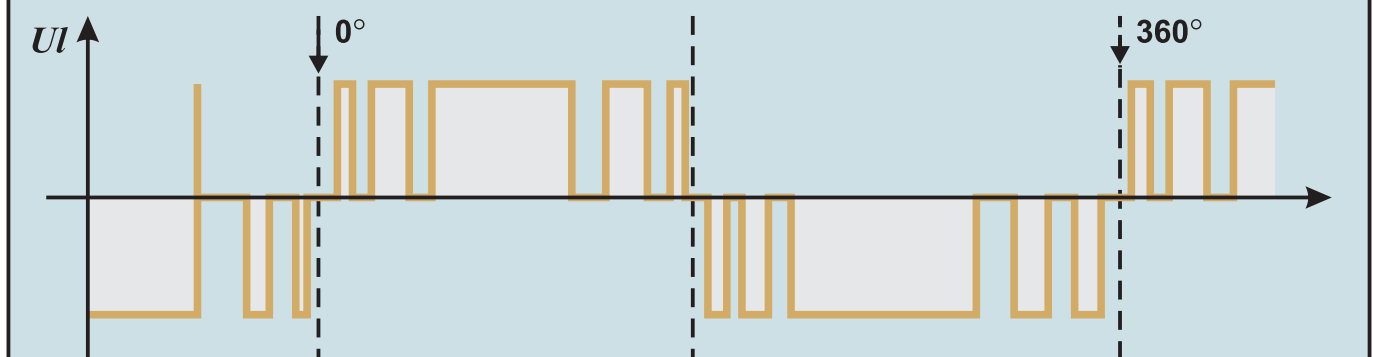
MODULACIJE

Podošavanjem uglova paljanja na želejene vrednosti postiže se da u faznim naponima ne postoje 5 i 7 harmonik.

U trofaznim sistemima osobina je da u izlaznom naponu postoje tek 11-ti i 13-ti harmonik koji ne utiču na modulaciju koja se menja u zavisnosti od brzine i zadržava isti oblik u svakoj periodi izlaznog napona.



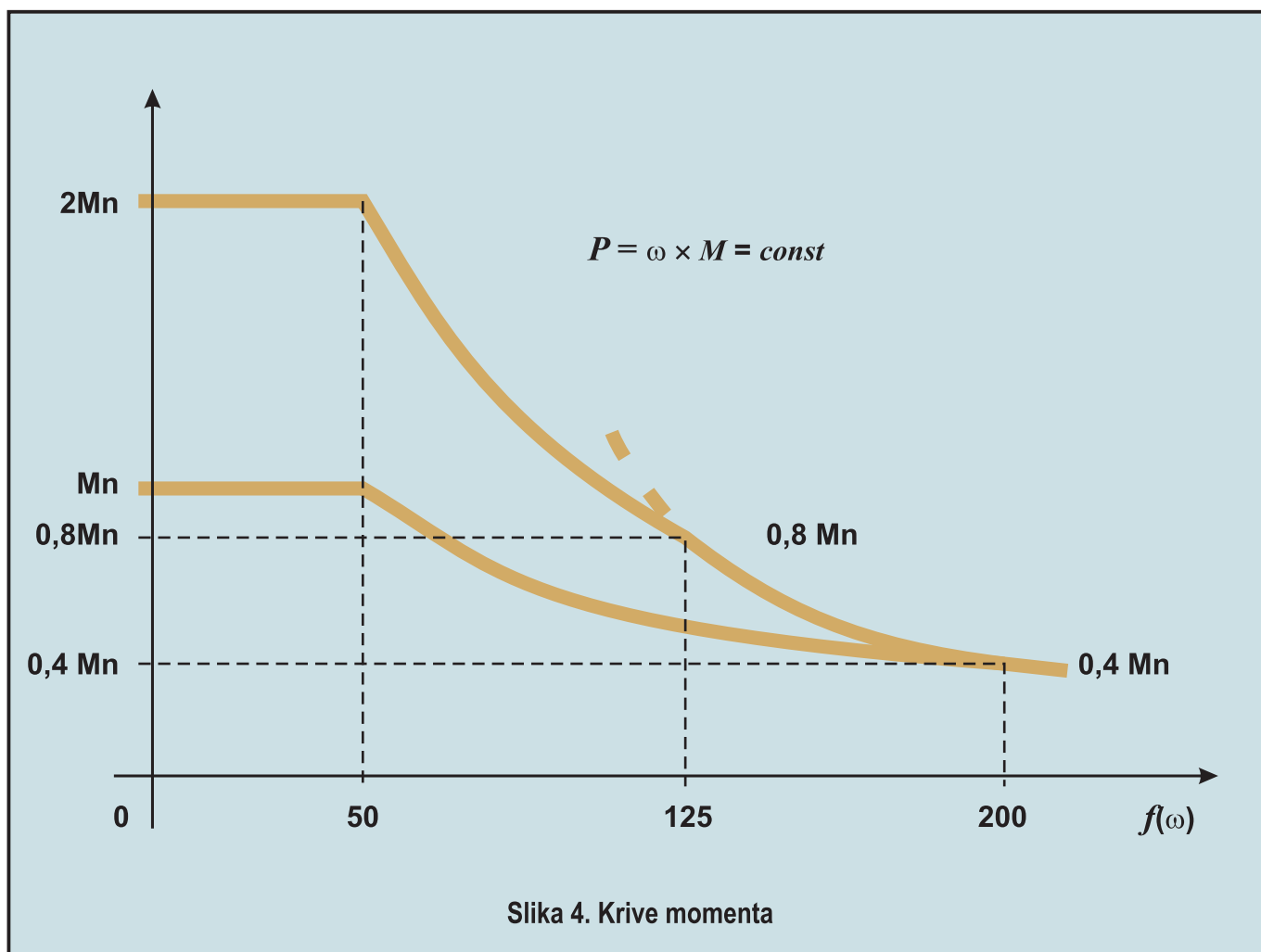
Slika 2. Izgled faznog napona



Slika 3. Izgled linijskog napona

KRIVA MOMENTA U ZAVINOSTI OD FREKVENCije

Iz dijagrama se vidi da se održavanje konstantnog momenta ostvaruje od 0 ÷ 50 Hz, a regulacija u opsegu od 0 ÷ 200 Hz. Regulatorom brzine **MFRB** ostvarena je mogućnost konstantnog momenta dvostruko većeg u zavisnosti od vrste pogona što ga čini kvalitetnijim u odnosu na klasične regulatore.



Slika 4. Krive momenta

PREDNOSTI REGULATORA MFRB U ODNOSU NA STANDARDNE REGULATORE (PWM) MODULACIJOM

Poznavanjem karakteristika standardnog regulatora brzine sa (PWM) modulacijom i Minelovog regulatora tipa MFRB sa mikroprocesorskim upravljanjem i novim tehničkim rešenjima ostvarena je mogućnost da napon prati prporcionalno promenu brzine i uvek je merljiv sa EMS pa se pulsacije struje pri malim brzinama ne pojavljuje, čime se smanjuju gubici.

Kod standardnih rešenja nedostatak je što im je konstantan napon DC, što prouzrokuje pulzacije struje pri malim brzinama usled velike razlike (EMS) i napona u DC LINK (jednosmerno među kolo). Navedena pojava negativno utiče na sam elektromotor u pogledu zagrevanja, smanjenja veka eksploatacije kao i povećanje gubitaka.

U Minelovom regulatoru MFRB sa 8-bitnim mikroprocesorom omogućeno je upravljanje tako da se amplituda fluksa prilagodi opterećenju pri različitim radnim režimima, tako da se postižu minimalni gubici u elektromotoru i pretvaraču, čime se postiže dalja ušteda energije.

(Primer: za konkretni elektromotor snage 160 kW gubici su za standardna rešenja U, f regulacije u elektromotoru 20 kW + 10 kW u pretvaraču).

U našem regulatoru MFRB za isti elektromotor gubici u elektromotoru su 10 kW i u pretvaraču 5 kW.

Znatne su prednosti Minelovog regulatora MFRB u odnosu na stanrdni regulator sa (PWM) modulacijom u pogledu gubitaka koji se stvaraju usled viših harmonika. Ova tvrdnja pokazana je dobijenim rezultatima na osnovu uporednih merenja:

POREĐENJE GUBITAKA NA OSNOVU UVEĆANJA EFEKTIVNE VREDNOSTI STRUJE U PRISUSTVU VIŠIH HARMONIKA

Za potrebe poređenja gubitaka korišten je elektromotor iz proizvodnog pogona SEVER sledećoh karakteristika:

Tip: ZK 355,
 Naznačena snaga: 160 kW,
 Dužina magnetnog kola L=0,16 p.u., nominalno terećen)

PREDLOŽENA MODULACIJA SA MFRB	PWM MODULACIJA 1 KHz
HARMONICI NAPONA $U_{11} = 0,189$ p.u. $U_{13} = 0,253$ p.u. $U_{17} = 0,15966$ p.u. $U_{19} = 0,04$ p.u. Ostali zanemarljivi	HARMONICI NAPONA $f = 1$ KHz, $U_2 = 1$ p.u.
HARMONICI STRUJE $I_{11} = 0,11$ p.u. $I_{13} = 0,12$ p.u. $I_{17} = 0,06$ p.u. $I_{19} = 0,012$ p.u.	HARMONICI STRUJE $I_{20} = 0,3$ p.u.
OSNOVNI HARMONIK $I = 1,0$ p.u.	
$I_{rms} = \sqrt{I^2 + I^2 + I^2 + I^2 + I^2}$ $I_{rms} = 1,05$ p.u. $I_{rms\ visih} = 0,17$ W	$I_{rms} = \sqrt{I^2 + I^2}$ $I_{rms} = 1,044$ p.u. $I_{rms\ visih} = 0,3$ W
GUBICI USLED VIŠIH HARMONIKA $P = R \times I^2 + R \times I^2 + R \times I^2 + R \times I^2$ $P = 2,7$ kW	GUBICI USLED VIŠIH HARMONIKA $P = R \times I^2$ $P = 9,6$ kW

ZAKLJUČAK

Na osnovu napred obrađenih relevantnih pokazatelja regulatora tipa **MFRB** očigledno je da se ostvaruju znatni tehnički i ekonomski efekti njegovom primenom u odnosu na primenu klasičnih regulatora brzine sa PWM modulacijom.

Efekti **MFRB** i standardnog (PWM) regulatora ogledaju se u:

- ↪ manjim gubicima,
- ↪ većem opsegu regulacije i dvostrukim momentom uz održavanje konstantne snage
- ↪ dužim vekom elektromotora zbog nepostojanja pulsacija struje pri malim brzinama, jer se tada ne pojavljuje zagrevanje namotaja statora i magnetnog kola
- ↪ kraćim periodom povratka uložених investicionih sredstava i dužim periodom ostvarivanja dobiti zbog produženog veka eksploatacije
- ↪ nižom cenom zbog smanjenja troškova između relejne, kontaktorske tehnike i analogne glomazne elektronike u odnosu na (MP) mikroprocesor sa algoritmom za minimizaciju gubitaka u svakoj radnoj tački sistema
- ↪ Minel Automatika po potrebi nudi, ugrađuje, programira i pušta u rad frekventne regulatore firme VATECH iz Austrije.

MINEL Automatika kadrovski i stručno osposobljena je za projektovanje, ugradnju, programiranje i puštanje u rad sopstvenih frekventnih regulatora kao i renomiranih svetskih proizvođača Control Techniques (Engleska), Leroy Somer i Telemehanika (Francusk).

Za navedene frekventne regulatore vršimo servisiranje i sve ostale tehničke usluge održavanja kako u garantnom tako i u vangarantnom roku.