



PREDNOSTI FREKVENTNE REGULACIJE

Dušan Kljajić¹

Rezime: U ovom radu opisan je uređaj, frekventni regulator koji se koristi za automatsko upravljanje trofaznog, asinhronog elektromotora. Takođe, diskutujemo o njegovim performansama i opštoj primeni u praktičnom smislu (u mlekarskoj industriji, u automatskom upravljanju vodenih pumpi, tj. upravljanju vodenih tokova i fabrikama za preradu vode).

Ključne reči: elektromotor, frekventni, automatsko upravljanje...

ADVANTAGES OF FREQUENTLY REGULATION

Summary: In this paper we described device Frequently Regulator which is used for automatic control of threephases asynhronical electromotor. Also, we are talking about his performances in wide use in practical trope (in milk industry, in automatic use of water pumps,water flows and fabrics which business packing water).

Key words: electromotor, frequently regulation, automatic control...



Slika 1

¹ Sc Dušan Kljajić, prof. TO, OŠ „Zmaj Jova Jovanović“, Glavna 177, Ruma, E-mail: aero@ptt.yu

1. UVOD

Principi vektorskog upravljanja. Vektorski regulator je jedan od najvažnijih razvojnih projekata u oblasti savremenih regulisanih elektromotornih pogona. Naime, jednosmerni pogoni nude prednost jednostavnog tiristorskog regulatora, ali zahtevaju složeni motor. Frekventni regulatori u otvorenoj petlji, sa druge strane, obezbeđuju regulaciju promenom broja obrtaja jednostavnog i jeftinog standardnog asinhronog motora, ali za cenu relativno složenog regulatora, za neke aplikacije ograničenih performansi. Servo pogoni imaju izuzetne performanse, ali sa ograničenim opsegom snaga i specijalnom i složenom konstrukcijom motora, regulatora i uređaja povratne sprege. Vektorski regulator nudi performanse bliske nivou servo pogona koristeći jeftini, jednostavni standardni asinhroni motor.

Da bi se maksimizirale momentne i dinamičke performanse bilo kojeg motora, potrebno je obezbediti da se struje koje proizvode fluks i momenat drže sve vreme normalno jedna u odnosu na drugu. Kod jednosmernog motora struja koja proizvodi fluks i struja koja proizvodi momenat su odvojene, dok se struja na priključcima asinhronog motora sastoji od obe komponente struje koja proizvodi fluks i komponente koja proizvodi momenat. Kako nije moguće meriti ove struje odvojeno, one moraju da budu matematički odvojene u vektorskom regulatoru. Da bi se ovo postiglo regulator sadrži *real-time* matematički model motora koji zahteva konstantno praćenje informacije o struji i poziciji rotora da bi kontinualno predvideo poziciju fluksa.

Da bi razumeli teoriju na bazi koje se ima upravljanje strujama koje proizvode fluks, odnosno momenat, najbolje je da se razmotri jedan zaustavljeni trenutak trofazne struje na priključcima asinhronog motora.

Tri namotaja asinhronog motora napajaju se iz IGBT tranzistorskog trofaznog mosta, i pri tome se u svakom trenutku imaju struje I_1 , I_2 i I_3 , fazno pomerene za 120° jedna u odnosu na drugu.

Rezultanta ove tri struje može se matematički razmatrati kao rezultatni vektor I_S . I_S sadrži elemente koji proizvode fluks i one koji proizvode momenat i može se reći da je moguće menjati, kako njen intenzitet tako i njenu poziciju upravljajući individualno strujama I_1 , I_2 i I_3 . Real-time matematički model motora predviđa poziciju fluksa, pa I_S može biti razloženo na komponente I_d i I_q . I_d je direktna komponenta struje koja proizvodi fluks, dok je I_q poprečna komponenta struje koja proizvodi momenat. Upravljanjem trima faznim strujama moguće je nezavisno upravljati strujama I_d i I_q .

Merenjem individualnih faznih struja zajedno sa relevantnom pozicijom rotora, vektorski regulator može proračunati i upravljati strujama koje proizvode fluks, odnosno momenat držeći ih pri tome normalno jednu u odnosu na drugu. U praksi, pošto je putanja struje veoma induktivna i stoga zahteva mnogo energije za promenu, ona se drži konstantnom, dok se struja koja proizvodi momenat menja time menjajući momenat.

Aktuelni modeli proračuni su veoma složeni a izvode se veoma velikom brzinom (hiljadama puta u sec.). Veliki razvoj mikrokontrolera poslednje decenije omogućio je da industrijski vektorski regulator postane realnost uvažavajući preciznost, cenu i fizičku veličinu.

2. LAKO UPRAVLJANJE

Frekventni regulator omogućava lako i jeftino upravljanje standardnim sinhronim motorom.

3. POUZDANOST/SMANJENO ODRŽAVANJE

U poređenju sa drugim električnim ili mehaničkim sistemima za regulaciju brzine obrtaja motora sistem sa frekventnim regulatorom je takav da skoro ne zahteva održavanje, ležajevi motora postaju jedini deo koji zahteva povremeni pregled.

4. LAKO POVEZIVANJE U VEĆE POGONSKE SISTEME

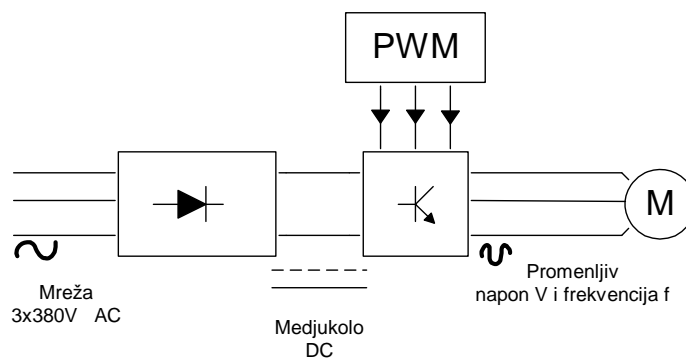
Upravljan standardnim naponskim ili strujnim signalima, kao i komunikaciono, frekventni regulatori se lako integrišu i šire u veće pogonske i fabričke sisteme.

5. ŠTEDNJA ENERGIJE

U poređenju sa mehaničkim načinima upravljanja po protoku frekventni regulator ima velike prednosti i čini velike uštede energije, naročito u ventilatorskim i pumpnim postrojenjima. Takođe, ograničavanjem struja pri uključenju frekventni regulator nudi dalje uštede u poređenju sa sistemima sa direktnim startovanjem.

6. JEDNOSTAVNO PUŠTANJE U RAD

Frekventni regulator se jednostavno montira i pušta u rad.

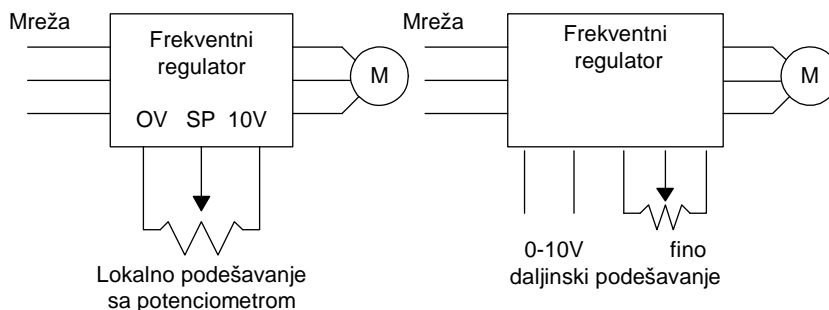


Slika 2: Princip frekventne regulacije

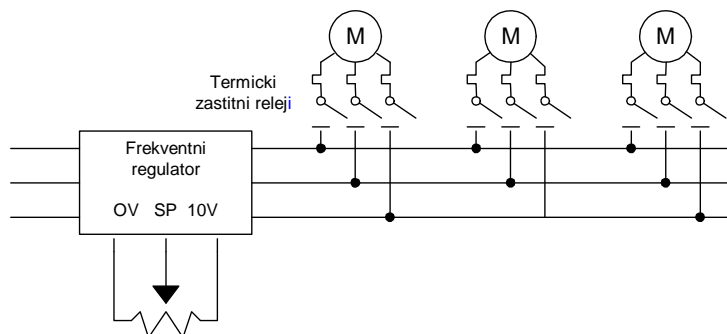
7. OSNOVNI TIPOVI SISTEMA NA BAZI FREKVENTNIH REGULATORA

- Jedan motor – jedan frekventni regulator

Najjednostavniji sistem sadrži jedan motor regulisan jednim frekventnim regulatorom, pri čemu se podešavanje brzine obavlja sa lokalnog potencijometra. Alternativno podešavanje brzine može da se izvede iz udaljenog izvora (npr. PLC-a) sa, pretpostavimo, potencijetrom za fino podešavanje brzine.



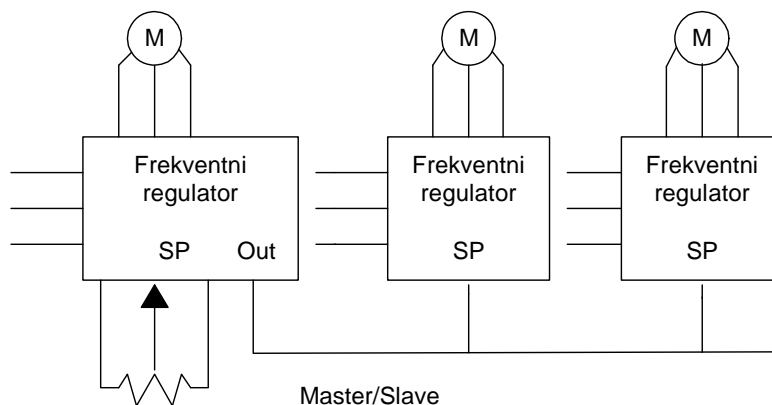
Slika 3: Principi na bazi jedan motor-jedan regulator



Slika 4: Princip jedan frekventni regulator za više motora

□ Više motora – više frekventnih regulatora

Određene aplikacije zahtevaju da se određeni broj motora obrće istom brzinom ili da im brzine stoje u nekom podešenom odnosu. Ovakav master/slave sistem je uobičajen u aplikacijama sa većim brojem transportera bez mehaničke sprege.



Slika 5: Princip više međuzavisnih pogona

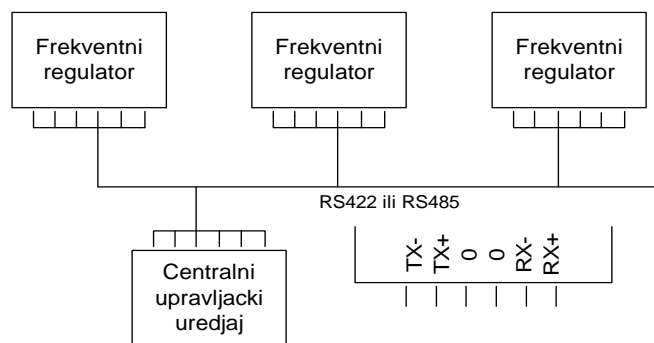
□ Više motora – jedan frekventni regulator

U aplikacijama gde veći broj motora treba da se obrće približno jednakom brzinom, može se upotrebiti jedan regulator. Serija ventilatora na jednoj peći su dobar primer za ovc. Problem preopterećenja pojedinačnih motora u ovakvom sistemu rešava se postavljanjem releja termičke zaštite u svaku pojedinačnu granu sistema.

8. SIGNALI ZADATE VREDNOSTI BRZINE

Gore navedeni primeri prikazuju podešavanje brzine naponskim signalom sa potenciometra. U praksi, međutim, postoji niz načina za podešavanje brzine obrtanja motora:

- **Analogni signal 0 10v** (sa ili bez signala smera obrtanja motora). Brzina je proporcionalna naponu podešenom na potenciometru. Smer se bira pomoću kontakta nekog pomoćnog releja. Ovakvu mogućnost nude svi uređaji.
- **Analogni signal – 10v 0+10v**
Brzina je proporcionalna naponu sa potenciometra pri čemu je negativna vrednost za smer nazad, a pozitivna za smer napred. Mogućnost bipolarne zadate vrednosti brzine nudi se uz dodatak opcione kartice za bipolarni signal 10v ...0+...10v, kao i standardni bipolarni ulaz zadate vrednosti brzine.
- **Strujni signal 4 20mA, 0...20mA, 20...4mA, 20...0mA**
Brzina je proporcionalna strujnom signalu. Ovaj sistem je koristan kada je u pitanju prenos signala na veća rastojanja, jer bi kod naponskih signala stvarao problem pad napona. Mogućnost zadavanja vrednosti brzine korišćenjem strujnog signala poseduju svi uređaji.
- **Serijska komunikacija**
Ovo je idealan način upravljanja digitalnim frekventnim regulatorima koji se nalaze na većim rastojanjima od centralnog upravljačkog uređaja. Naravno, centralni upravljački uređaj i frekventni regulator moraju da poseduju mogućnost komunikacije na bazi istog protokola.

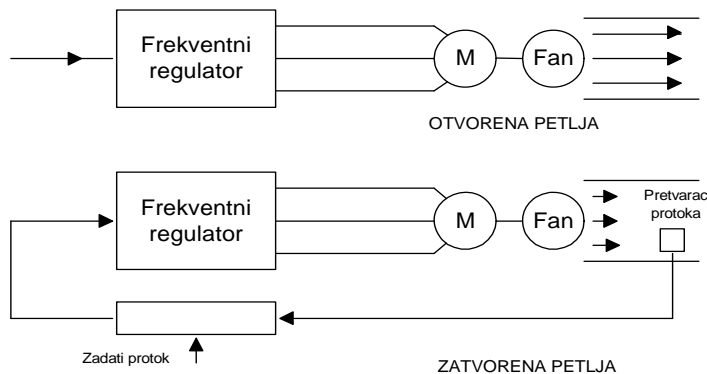


Slika 6.

□ Digitalne preset vrednosti

Neke aplikacije zahtevaju da se motor obrće samo određenim brojem prethodno podešenih brzina bez kontinualne regulacije. Za ovakve primene frekventni regulator podržava npr. 8 prethodno podešenih brzina kombinacijom 3 digitalna ulaza. Ovaj

način ne zahteva korišćenje potenciometra ili analognog izlaza PLC-a. Princip primene serijske komunikacije za upravljanje frekventnim regulatorom.



Slika 7: Princip upravljanja procesnom varijablom u otvorenoj i zatvorenoj petlji

9. ZAKLJUČAK

Frekventne regulacije su primenljive u praksi-industriji, najčešće se koristi u sistemima prenosa vode na daljinu, automatskog upravljanja trofaznim elektromotorima. Uglavnom se koristi asinhroni motori. Svojim dobrim performansama je dobro podešan u celokupnoj frekventnoj regulaciji visokog stepena korisnog dejstva sa velikom tačnošću i visokom dinamikom...

Neke aplikacije zahtevaju da se motor obrće samo određenim brojem prethodno podešenih brzina bez kontinualne regulacije. Za ovakve primene frekventni regulator podržava osam prethodno podešenih brzina kombinacijom tri digitalna ulaza. Ovaj način ne zahteva korišćenje potenciometra ili analognog izlaza PLC-a.

10. LITERATURA

- [1] www.frekvntniregulator.com
- [2] Katalog – uputstvo za montažu i programiranje frekventnog regulatora