

## Kontrola motora jednosmerne struje povratnom spregom

---

*Realizovan je uređaj koji reguliše rad DC motora, tako da pri različitom opterećenju motora brzina rotacije ostaje konstantna. Za efikasnu kontrolu bila je neophodna povratna informacija o frekvenciji obrtanja osovine motora, pa je rađena konverzija frekvencije obrtanja osovine motora u napon, a potom je negativnom povratnom spregom regulisana brzina obrtanja osovine motora.*

---

### Princip rada uređaja

Pošto brzina okretanja osovine motora zavisi od opterećenja, naš problem je bio da ostvarimo što efikasniju kontrolu. Blok shema uređaja data je na slici 1.

Napajanje uređaja se vrši izvorom jednosmernog napajanja. Napon se stabilizuje i zatim se vodi u blok za regulaciju. U bloku za regulaciju on predstavlja referentni napon ( $U_{REF}$ ).

U blok za regulaciju dovodi se i napon iz bloka za konverziju frekvencije u napon, srazmeran brzini okretanja osovine motora. To je, ustvari, povratna informacija o brzini okretanja osovine motora. Motor se reguliše tako što se porede referentni napon iz stabilizatora i napon iz bloka za konverziju frekvencije u napon. Na izlazu iz bloka za regulaciju dolazi do porasta napona ako je potrebno povećati brzinu okretanja osovine motora i obratno.

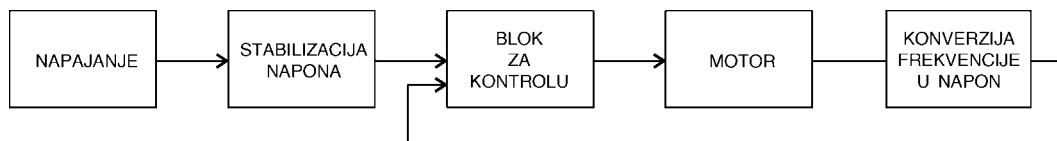
### Napajanje i stabilizacija napona

Motor se napaja jednosmernim izvorom napajanja od 15 V. Napon se stabilizuje integrisanim stabilizatorom napona LM317T. Pri bilo kom ulaznom naponu do 37 V ovaj stabilizator daje konstantan napon između izlaza i "adjustable" pina od 1.25 V. Pomoću potencijometra vezanog na masu reguliše se vrednost referentnog napona, a samim tim i brzina okretanja osovine motora.

---

*Marjan Miletić  
(1983), Boljevac, 7.  
jula 3/18, učenik 3.  
razreda Matematičke  
gimnazije u Beogradu*

*Zdravko Pantić  
(1983), Loznica, S.  
Penezića 16/10,  
učenik 3. razreda  
Gimnazije "Vuk  
Karadžić" u Loznici*



## Regulacija motora

Stabilisan napon se vodi na (+) ulaz operacionog pojačavača. Na (-) ulaz se dovodi napon dobijen konverzijom frekvencije u napon.

Napon na izlazu iz operacionog pojačavača je

$$U_{IZL} = A (U_+ - U_-)$$

gde je  $A$  pojačanje operacionog pojačavača, a napon na (+) ulazu je

$$U_+ = \frac{R_4}{R_3} U_{REF}$$

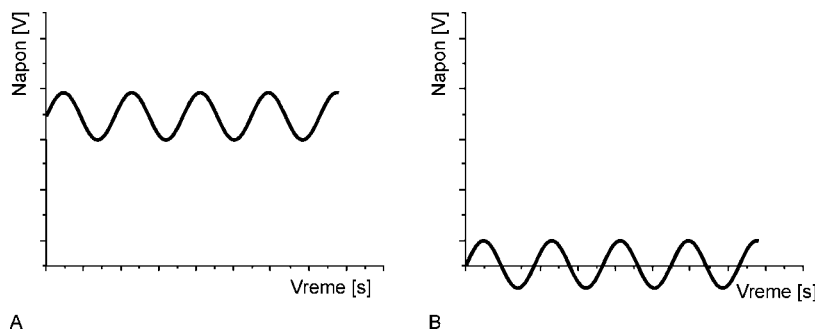
Pogodnim izborom vrednosti otpornika na ulazima operacionog pojačavača podešava se optimalna vrednost pojačanja, kao i uticaj negativne povratne sprege. Na primer, ako se osovina motora okreće konstantnom brzinom, pa je zatim dodatno opteretimo, dolazi do pada brzine okretanja osovine motora. Kako brzina pada, takođe će opasti i napon na izlazu iz kola za konverziju frekvencije u napon, tj napon na (-) ulazu operacionog pojačavača. Samim tim, napon na izlazu operacionog pojačavača raste. Pošto je to, ustvari, napon na bazi tranzistora, raste i napon na emiteru i samom motoru pa se ponovo uspostavlja tražena brzina obrtanja osovine motora. Time je rešen problem regulacije. Naravno, što je veći uticaj povratne sprege, odnosno što je veće pojačanje operacionog pojačavača dobijamo veću promenu napona na izlazu operacionog pojačavača. Ali, i tu postoje određena ograničenja, jer povećanje uticaja povratne sprege doprinosi većoj nestabilnosti sistema. Brzina obrtanja osovine motora ne bi više bila konstantna, već bi oscilovala sa izvesnim prigušenjem oko pretpostavljene konstantne vrednosti.

## Konverzija frekvencije u napon

Problem konverzije frekvencije u jednosmerni napon rešen je na sledeći način. Na osovini motora se pričvrsti točkić sa rupicama. Infracrvena LED dioda emituje infracrveno zračenje koje fotodiode registruje samo kada zrak prođe kroz jednu od rupica na točkiću. Signalu sa fotodiode se pomoću kondenzatora eliminiše jednosmerna komponenta napona (slika 2).

Slika 1.  
Blok shema uređaja

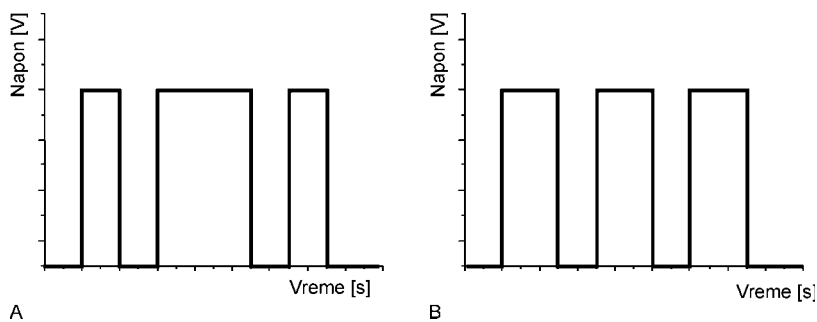
Figure 1.  
The device block diagram



Slika 2.  
A. Signal na fotiodiodi  
B. Signal na kondenzatoru

Figure 2.  
A. The photo diode signal  
B. The capacitor signal

Pomoću komparatora, signal sa kondenzatora se prevodi u povorku neujednačenih četvrtih impulsa. Takav signal se vodi na ulaz monostabilnog multivibratora koji na izlazu daje impulse tačno određenog vremenskog trajanja i iste frekvencije kao i signala na ulazu (slika 3).

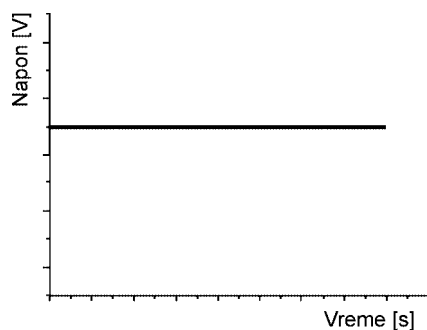


Slika 3.  
A. Signal na komparatoru  
B. Signal na izlazu monostabilnog multivibratora

Figure 3.  
A. The comparator signal  
B. The monostabile multivibrator output signal

Vremenska širina signala na izlazu monostabilnog multivibratora je određena vrednostima kondenzatora i otpornika, i ima vrednost  $\tau = RC \ln 2$ .

Važno je da se kondenzator i otpornik izaberu tako da je period monostabilnog multivibratora manji od najmanjeg perioda ulaznog signala, da ne bi došlo do mešanja signala na izlazu. Integratorom se konačno dobija jednosmerni napon direktno srazmeran frekvenciji signala sa fotodiode, odnosno brzini okretanja osovine motora (slika 4).



Slika 4.  
Signal na izlazu kola za konverziju frekvencije u napon

Figure 4.  
Frequency to voltage converter output signal

## Zaključak

Rad većine uređaja za kontrolu brzine okretanja osovine motora zas-niva se na posrednom merenju brzine preko jačine struje koja teče kroz motor. Prednost ovog uređaja je što on brzinu meri neposredno. Zatim, uređaj sadrži i konvertor frekvencije u napon. Očitavanjem napona sraz-mernog frekvenciji možemo pratiti brzinu okretanja osovine motora. Ure-đaj takođe ima i neke nedostatke. Na primer, prilikom opterećenja motora i promena njegove brzine potrebno je izvesno vreme za koje on ponovo uspostavi željenu brzinu. To je uslovljeno stepenom uticaja negativne po-vratne sprege. Jedna od mogućih modifikacija koja bi se pokazala kao bo-lje rešenje bila bi da se motor napaja impulsno.

---

## Literatura

Živković D., Marković M. 1997. *Impulsna i digitalna elektronika*. Beo-grad: Elektrotehnički fakultet

Cvekić V. 1987. *Elektronika II, linearna elektronika*. Beograd: Naučna knjiga

Arsenijević M. 1976. *Elektrotehnika*. Beograd: Tehnološko-metalurški fakultet

---

*Marjan Miletić and Zdravko Pantić*

## Feedback Control of a DC Motor

A device for regulating the work of the DC motor has been designed, so that the rotation speed at different motor loads remains the same. To achieve the efficiency of control it was necessary to gain the feedback in-formation about the rotation frequency of the motor axis. The motor axis rotation frequency was converted into voltage, and then the negative feed-back regulated the speed of the motor axis rotation.

The work of most devices for speed control of the motor axis rotation is based on indirect speed measuring through the current which flows in the motor. The advantage of this device is that it measures the speed di-rectly. It also contains the converter of frequency into voltage. By meas-uring the voltage which corresponds to the frequency, we can follow the speed of the motor axis rotation. However, the device also has certain dr-awbacks. For example, at the motor load and speed changes it takes some time to achieve the desired motor speed. This is conditioned by the influ-ence of the negative feedback. The possible modification would be the im-pulse power motor supply.

