

Zore Zdravko, Kosmač Miran, Skvarča Mitja  
ISKRA AVTOMATIKA  
TOZD Razvojni inštitut  
Ljubljana, Stegne 15b

## DC REGULATOR GLAVNEGA POGONA

### DC SPINDLE DRIVE

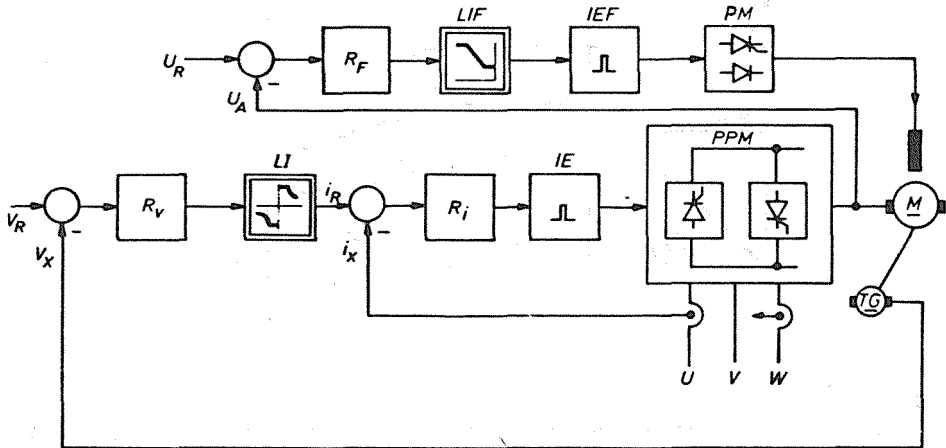
POVZETEK - V delu je opisan DC regulator glavnega pogona za obdelovalne stroje. Uporabljena je 6 pulzna protiparalelna mostična vezava brez krožnega toka. Poseben poudarek je dan problematiki preklopa in ugotavljanju nove delovne točke in s tem v zvezi zmanjšano "plazenje" toka (oz. zmanjšanju brezmomentne pavze), ter izvedbi adaptivnega regulatorja toka.

ABSTRACT - This article describes DC main drive regulator for tool machines. The 6 - pulse circulating current - free anti parallel circuit is used. Special attention is given to problems of commutation of thyristor bridges and in connection with this smaller "creeping" current and realization of adaptive current regulator.

1. UVOD - Regulator glavnega pogona SD-Th-6 je 6 pulzni tiristorski regulator s protiparalelno vezanima tiristorskima mostičema brez krožnega toka, ki omogoča popolno 4Q obratovanje - to je pospeševanje in aktivno zaviranje v obeh smereh vrtenja enosmernega motorja. Prvenstveno je namenjen za napajanje enosmernih motorjev glavnega vretena na obdelovalnih strojih, za katere je značilno tuje vzbujanje in veliko regulacijsko območje s slabljenjem polja (od 1:3 do 1:5).

Iz osnovne blokovne sheme pogona na sl.1, lahko vidimo, da je uporabljena kaskadna regulacija. S tako konfiguracijo lahko spreminjamo vrtilno hitrost do nazivne vrednosti s spreminjanjem kotnine napetosti, za večje vrtilne hit-

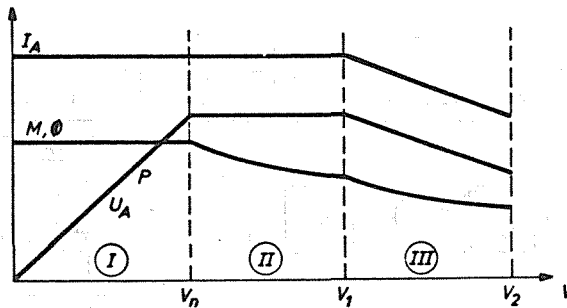
rostiti pa slabimo vzbujanje pri konstantni kotvini napetosti.



- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| $U_R$ - želena vrednost kotvine napetosti  | $R_V$ - regulator vrtilne hitrosti |
| $U_A$ - kotvina napetost                   | LI - limita toka                   |
| $V_R$ - želena vrednost vrtilne hitrosti   | $i_R$ - želena vrednost toka       |
| $V_X$ - dejanska vrednost vrtilne hitrosti | $i_X$ - dejanska vrednost toka     |
| $R_F$ - regulator vzbujanja                | $R_i$ - regulator toka             |
| LIF - limita vzbujanja                     | IE - impulzna enota                |
| IEF - impulzna enota vzbujanja             | PPM - protiparalelna mostiča       |
| PM - polkrmiljeni mostič                   |                                    |

Sl. 1

Regulacijska območja so razvidna iz sl. 2 :



I. območje je območje konstantnega momenta. Vzbujanje motorja je konstantno, kotvina napetost in moč motorja linearno naraščata.

II. območje je območje konstantne moči. Zmanjšujemo vzbujanje - moment motorja pada.

III. območje je območje zmanjšane moči. Zaradi slabšanja komutacije motorja se dovoljeni tok armature manjša, zato tudi moč motorja pada. Z zmanjševanjem fluksa pada tudi moment motorja.

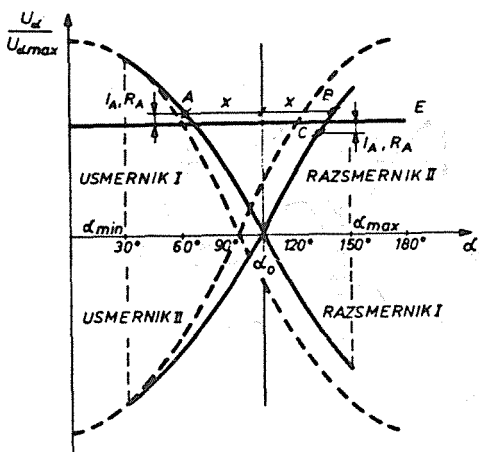
Sl. 2

Močnostni del regulatorja je izveden kot 6 pulzni protiparalelni tiristorski mostič brez krožnega toka, medtem, ko je močnostni del vzbujanja polkrmiljeni tiristorski mostič.

## 2. PREKLOP TIRISTORSKIH MOSTIČEV IN UGOTAVLJANJE NOVE

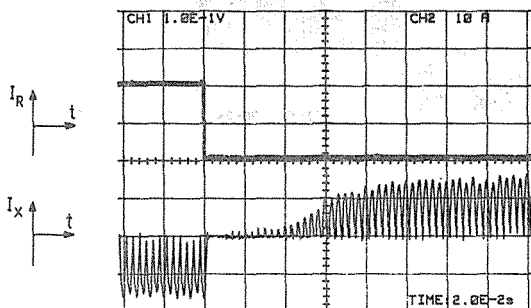
DELOVNE TOČKE - Pri protiparalelni tiristorski mostični vezavi vedno prevaja le en mostič, medtem, ko je drugi blokiran. Najbolj delikaten je preklop mostičev oz. menjava smeri toka skozi armaturo motorja. Na sl.3 vidimo statični

karakteristiki obeh protiparalelnih usmerniških mostičev in delovno točko pred in po preklopu mostičev.



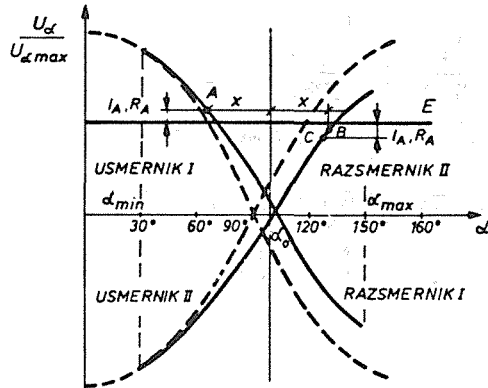
Sl. 3

Ko deluje mostič I v usmerniškem režimu, se nahaja pogon v delovni točki A, ki je za padeč napetosti  $I_A \cdot R_A$  nad inducirano napetostjo motorja E. Kadar želimo spremeniti smer toka, mora preiti pogon za padeč napetosti  $I_A \cdot R_A$  pod inducirano napetost E v točko C v razsmerniškem delovanju mostiča II. Določitev točke C pa je v analognem sistemu brez izračunavanja zelo težavna. Z izvedbo krmilnega vezja, ki deluje na principu zrcaljenja okoli osi v točki  $\alpha_0$  dosežemo točko B (sl. 3), kar pa povzroči "plazenje" toka in s tem daljše preklopne čase (sl. 4).



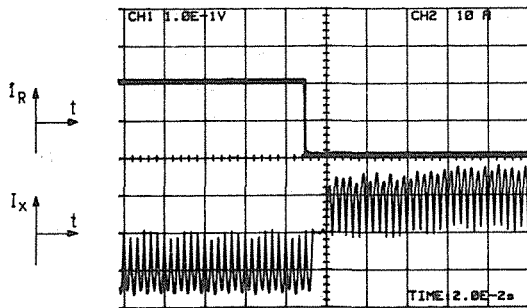
Sl. 4

Da zmanjšamo "plazenje" premaknemo os zrealjenja oz. točko  $\alpha_0$  levo proti usmerniškem režimu (sl. 5) in se s tem zelo približamo točki C.



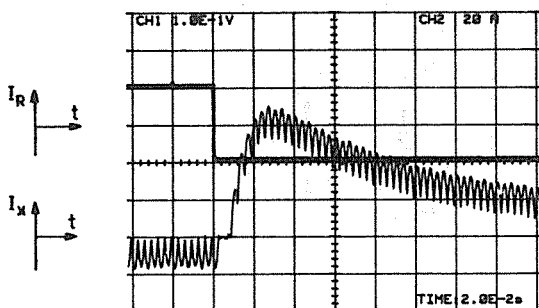
sl. 5

Odziv dejanskega toka  $I_x$  po preklopni pavzi je takojšen (sl. 6).



Sl.6

V primeru prevelikega premika  $\alpha_0$  v levo, pride točka B levo od točke C, kar povzroči velik prenehaj toka (sl. 7).



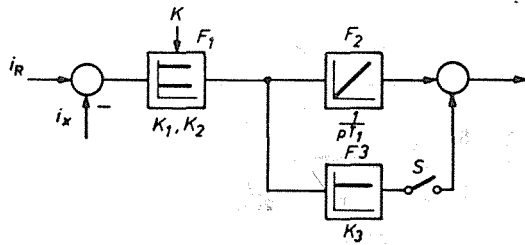
sl. 7

3. ADAPTIVNI REGULATOR TOKA - V področju zveznega toka proporcionalno integralni PI regulator zagotavlja optimalni odziv toka. Kot vemo pa se struktura armaturinega tokokroga pri prehodu iz področja kontinuiranega toka v področje trganega toka menja tako, da induktivna upornost izgubi svoj vpliv. Ker časovna konstanta indukta ne vpliva več na potek toka, postane PI regulator prepočasen. Če v področju trganega toka uporabimo integralni I regulator toka, ostane prenosna funkcija notranjega tokovnega kroga nespremenjena, kar zagotavlja ob pravilno izbrani integracijski časovni konstanti praktično enak odziv kot v področju zveznega toka. Prenosna funkcija armaturnega dela v področju trganega toka je funkcija velikosti toka in kota preva - janja

$$F_{A(p)} = K_A (I, \alpha)$$

Potrebno bi bilo, da se tudi tokovni regulator v tem področju stalno prilagaja toku in krmilnemu kotu  $\alpha$ . V praksi se je pokazalo, da je dovolj, če ima časovna konstanta integralnega regulatorja eno vrednost.

Blokovna shema adaptivnega regulatorja toka je prikazana na sl.8 :

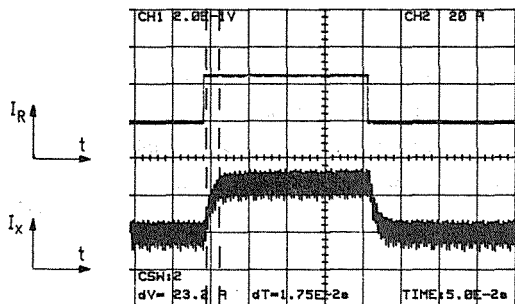


sl.8

V področju zveznega toka je stikalo S zaprto in ima regulator toka PI značaj s prenosno funkcijo :

$$F_{I(p)} = K_{PI} \cdot \frac{1 + pT_{PI}}{pT_{PI}} ; K_{PI} = K_1 \cdot K_3 ; T_{PI} = K_3 \cdot T_1$$

Odziv toka v področju zveznega toka vidimo na sl. 9 :

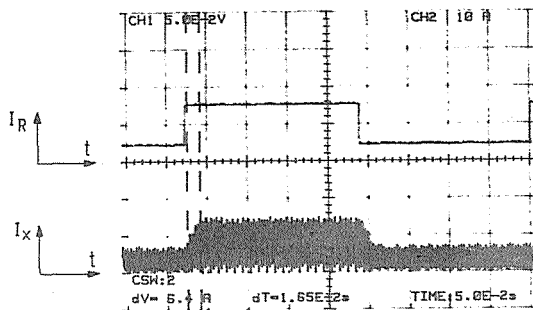


sl.9

V primeru trganja toka pa se skladno s trganjem toka odpira tudi stikalo S in spremeni značaj tokovnega regulatorja, ki ima sedaj prenosno funkcijo:

$$F'_{I(p)} = \frac{1}{pT_I} \quad ; \quad T_I = \frac{T_1}{K_2}$$

Odziv toka v področju trganega toka vidimo na sl. 10 :



sl. 10

Izvedba tokovnega regulatorja se je v praksi pokazala kot zelo primerna, saj se praktično izvede z uporabo enega samega kondenzatorja v povratni veji operacijskega ojačevalnika. To je zlasti pomembno, ker olajša ugotavljanje nove delovne točke po preklopu tiristorskih mostičev.

4. ZAKLJUČEK - Opisana sta bila dva problema, s katerima se srečamo pri izdelavi 4Q tiristorskega regulatorja za enosmerne motorje. Prikazane rešitve so uporabljene v družini Iskrinih regulatorjev glavnega pogo- na SD-Th-6, ki pokrivajo moči do 84 kW.