

IDENTIFIKACIJA PARAMETROV ENOSMERNEGA MOTORNEGA
POGONA V REALNEM ČASU

M. Globevnik, dipl. ing., A. Planinc, dipl. ing.,
dr. M. Milanović, prof. dr. K. Jezernik

IDENTIFICATION DC PARAMETERS IN REAL TIME

Povzetek:

V članku je prikazana metoda (hardware in software) za določevanje elektriških in mehanskih parametrov DC motorja v realnem času. Parametri za samonastavljivi regulator se izračunajo iz merilnih rezultatov v manj kot 3,3 ms.

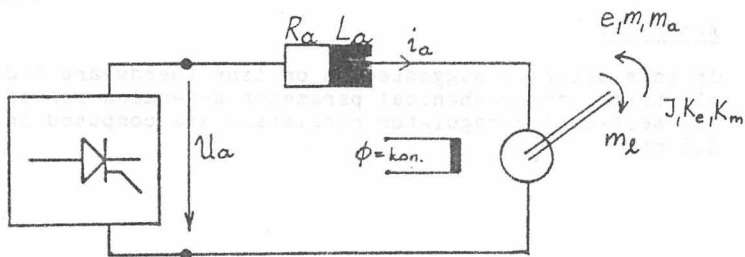
Abstract:

In this paper is suggested an on line (hardware and software) for electrical and mechanical parameter determination of a DC motor. The self-tuning regulator parameters are computed in less then 3,3 ms.

1. OCENITEV PARAMETROV ENOSMERNEGA MOTORJA

Z vidika regulacij je zaželjeno, da poznamo parametre motorjev, tudi po tistem, ko se le-ti spremenijo. To pa pomeni, da moramo veličine na podlagi katerih bomo parametre izračunavali venomer meriti in iz merilnih rezultatov parametre izračunati. Meritve in izračune opravljamo neprekinjeno v določenih časovnih intervalih. Postopki in metode iskanja parametrov so znani že dalj časa. Njihova omejenost je predolg postopek izračuna, ki še posebej pri reguliranih pogonih in kljub hitrim procesorjem ne pride v poštev. Nova metoda bo v tem sestavku opisana le toliko, da bo lažje razumljiva realizacija. Kot objekt opazovanja smo uporabili enosmerni motorni pogon, napajan s tiristorskim mostičem.

Enosmerni motor



Slika 1:1

Dogajanja v enosmernem motorju lahko opišemo z naslednjimi enačbami:

$$u_a = R_a \cdot i_a + L_a \frac{di_a}{dt} + e \quad (1)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = m_a - m_b \quad e = k_e \cdot \omega \quad m_a = K_m \cdot i_a \quad (2)$$

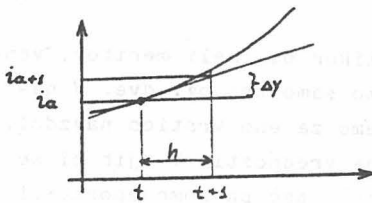
$$m_b = B \cdot \omega$$

Če pomožne enačbe vnesemo v enačbo za U_a in izrazimo odvod toka po času, dobimo:

$$\frac{di_a}{dt} = -\frac{R_a}{L_a} i_a - \frac{K_e}{L_a} \cdot \omega - \frac{1}{L_a} \cdot U_a \quad (3)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{K_m}{J} \cdot i_a - \frac{B}{J} \cdot \omega \quad (4)$$

Iskani parametri se skrivajo kot rešitev sistema enačb, ki ga dobimo, če si priključimo v spomin definicijo odvajanja.



Slika 1.2

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\varphi(t+h) - \varphi(t)}{h}$$

$$\Delta y = h \cdot \varphi'$$

$$\varphi' = \frac{di_a}{dt}$$

$$i_{a+1} = i_a + \Delta y \quad (5)$$

$$i_{a+1} = i_a + h \cdot \varphi' \quad (6)$$

$$i_{a+1} = i_a + h \cdot \left(-\frac{R_a}{L_a} \cdot i_a - \frac{K_e}{L_a} \cdot \omega - \frac{1}{L_a} U_a \right) \quad (7)$$

Enako lahko zapišemo še eno enačbo:

$$\omega_{+1} = \omega + h \cdot \left(\frac{K_m}{J} \cdot i_a - \frac{B}{J} \cdot \omega \right) \quad (8)$$

Iz enačb vidimo, da novo vrednost i_{a+1} v ω_{+1} dobimo tako, da staro vrednost "obdelamo". Enačba za i_{a+1} ima tri neznanke. Za rešitev potrebujemo še dve enačbi. Vse tri dobimo tako, da merjene vrednosti časovno premaknemo:

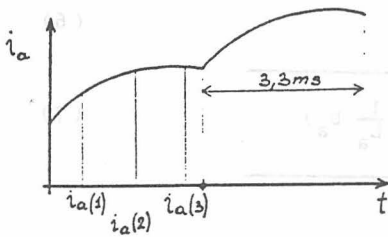
$$\begin{aligned}
 i_a(1) &= i_a(0) + h \left(-\frac{R_a}{L_a} i_a(0) - \frac{K_e}{L_a} \omega(0) + \frac{1}{L_a} U_a(0) \right) \\
 i_a(2) &= i_a(1) + h \left(-\frac{R_a}{L_a} i_a(1) - \frac{K_e}{L_a} \omega(1) + \frac{1}{L_a} U_a(1) \right) \\
 i_a(3) &= i_a(2) + h \left(-\frac{R_a}{L_a} i_a(2) - \frac{K_e}{L_a} \omega(2) + \frac{1}{L_a} U_a(2) \right) \\
 &\vdots
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\omega(1) = \omega(0) + h \left(\frac{K_m}{J} i_a(0) - \frac{B}{J} \omega(0) \right)$$

$$\omega(2) = \omega(1) + h \left(\frac{K_m}{J} i_a(1) - \frac{B}{J} \omega(1) \right)$$

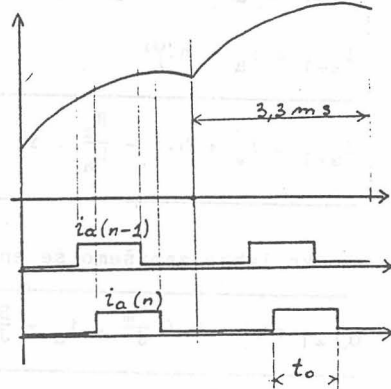
Enačb bi lahko zapisali toliko, kolikor bi imeli meritev, vendar v določenem trenutku obravnavamo samo tri oz. dve. V naslednjem časovnem kvantu se pomaknemo za eno vrstico navzdol. Enačbe bi lahko izpeljali za srednje vrednosti. V njih bi se pojavile sume \sum . Teh ne bomo zapisali pač pa bomo uporabili kar te enačbe in si mislili, da merjene vrednosti predstavljajo srednje vrednosti. Kako izbrati zamaknitve srednjih vrednosti?

Trenutne vrednosti



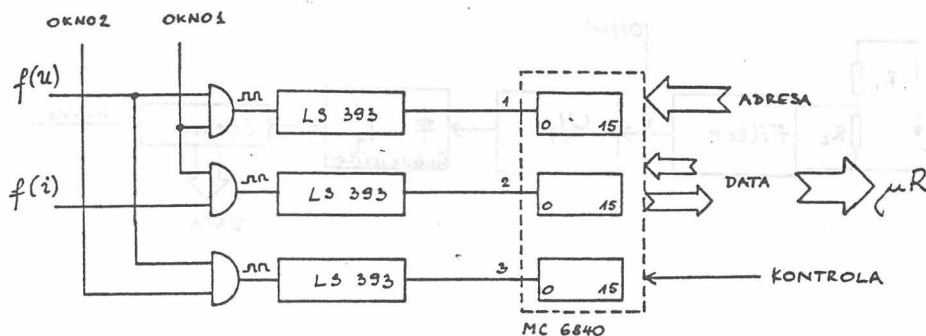
Slika 1.3

Srednje vrednosti



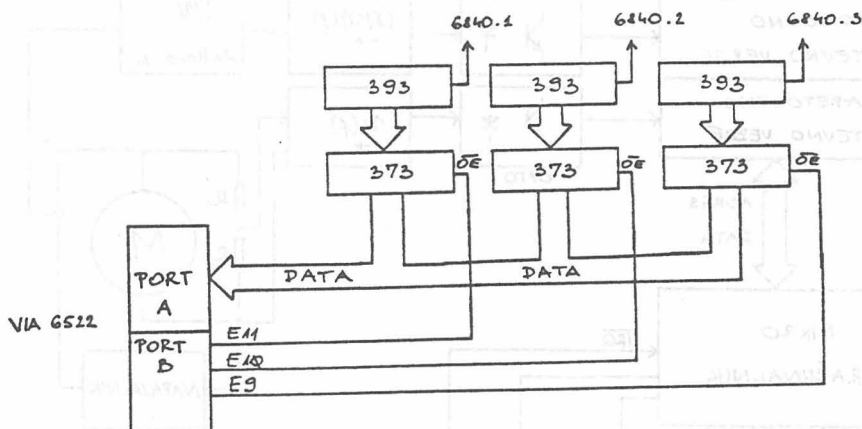
Slika 1.4

Čas t_0 je čas v katerem merimo srednjo vrednost merjene veličine. Kot smo že omenili meritev opravimo v časovnih odmikih. To je v našem primeru 3,3 ms, kar je čas naravne komutacije.



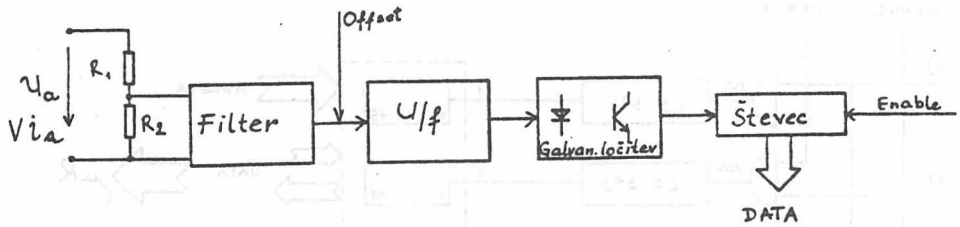
Slika 1.7

Kot smo že na sliki 1.5 nakazali bi bila slika kompletnega števnega in kontrolnega vezja taka, kot je na sliki 1.7. Števci 6840 so lahko dostopni (povezani so na vodilo). Za zajemanje vrednosti dodatnih števcov in za kontrolo celotnega vezja smo izkoristili VIA-vezje.



Slika 1.8

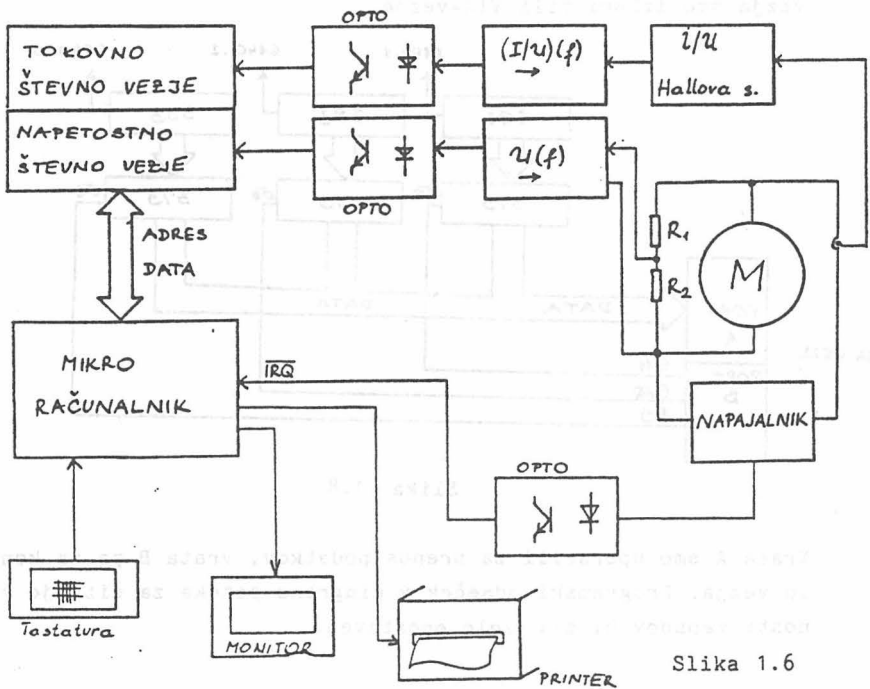
Vrata A smo uporabili za prenos podatkov, vrata B pa za kontrolo vezja. Programski odseček v diagramu poteka za čitanje vrednosti zapahov bi bil zelo enostaven.



Merilnik napetosti

Slika 1.5

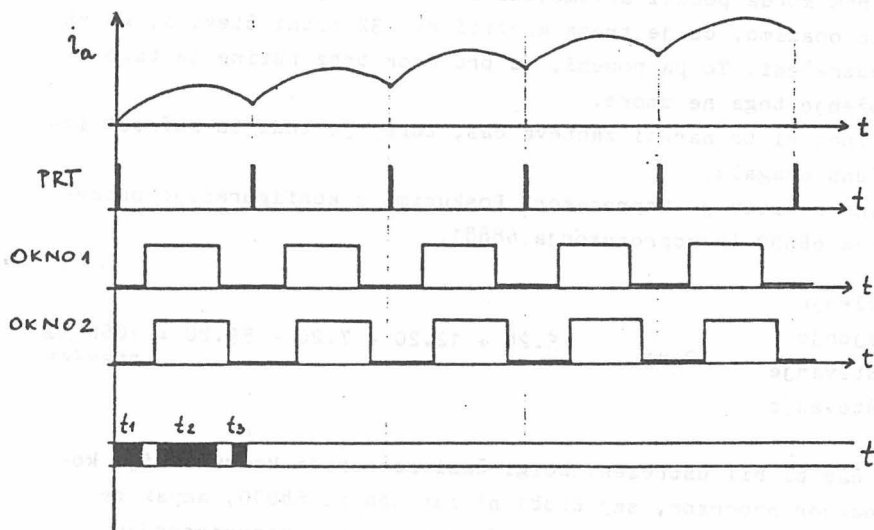
Zahteve po varnosti so nam narekovala, da je analogni merilni del galvanško ločen od digitalnega dela. Blokovna shema celotnega merilnika z mikroročunalnikom je prikazana na sliki 1.6



Slika 1.6

2. ARITMETIKA

Za izračun enačb, ki nam dajo vrednosti parametrov bo potrebna časovna analiza. Vsaka aritmetična operacija zahteva svoj procesorski čas. Če želimo izračune izvajati v taktu 3,3 ms in hkrati izvajati meritve moramo imeti procesor, ki je to zmožen narediti ali pa si omisliti nekoga, ki bo to storil za nas npr. koprocesor. Časovno situacijo prikazuje slika



Slika 2.1

Izračune lahko izvajamo v časih t_1 , t_2 , t_3 kot kaže slika. Čas t_1 je kasnitev od PRT signala do pričetka prvega okna in traja odvisno od določene zamaknitve. Operacije, ki se bodo izvršile v tem času morajo biti časovno precizno določene, saj ne smemo zamuditi pozitivnega prehoda prvega okna (takrat merimo čas in pozicijo). V zamiku oken je tudi nek čas, ki bi ga lahko uporabili za izračun. Čas t_2 je najdaljši. Prvi hip se nam zdi, da bi lahko imeli na razpolago čas 3,3 ms, s tem, da pazimo na prehode oken (pozitivne in negativne). Izračune delamo s podatki, ki so bili predhodno dobljeni.

Izračunani čas velja za 8 MHz procesor 68000.

množenje = 44 μ s	
deljenje = 76 μ s	
seštevanje = 22 μ s	88.17 + 5.76 + 12.23 + 7.22 + 59.44
odštevanje = 23 μ s	= 4897 μ s
konverzija = 17 μ s	=====

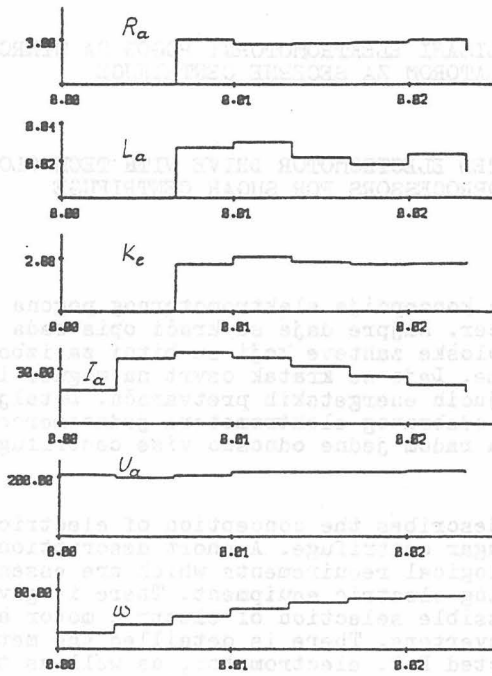
Ta rezultat pa znatno presega čas, ki smo ga ocenili. Prvi hip se nam morda ponudi aritmetika s fiksno vejico. Vendar takoj nato opazimo, da je treba množiti dve 32 bitni števili, ki sta predznačeni. To pa pomeni, da procesor brez rutine za tako množenje tega ne zmore.

Rutina, ki to naredi zahteva čas, torej je tudi ta možnost izračuna omagala.

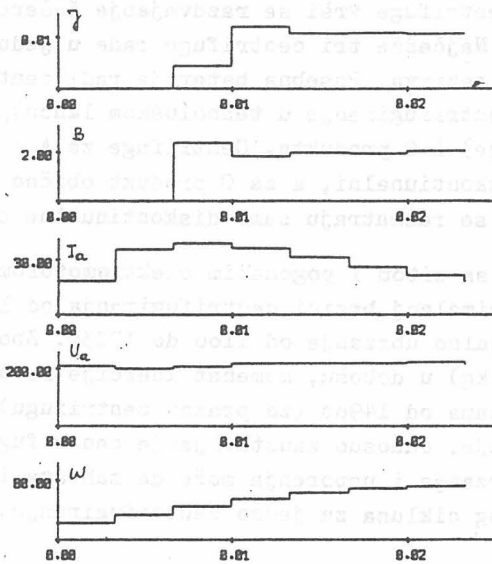
Edina rešitev je koprocesor. Poskusimo s konfiguracijo procesorja 68000 in koprocesorja 68881.

množenje		
deljenje		
odštevanje	20 μ s	5.20 + 12.20 + 7.20 + 59.20 = 1660 μ s
seštevanje		=====

Ta čas bi bil ustrezen. Dolgi časi so zaradi komunikacije koprocesor procesor, saj 68881 ni narejen za 68000, ampak za 68020, ki ima mikrokodo prirejeno za delo s koprocesorjem. Vendar nam ostane na razpolago $2600 - 1660 = 940 \mu$ s, ki jih bomo uporabili za izvajanje regulacijskih algoritmov, komunikacij itd. Razmišljanja nas vodijo k dvema procesorjema, ki bi delovala v soteku vsak s svojim delom. Vendar pa je v taki konfiguraciji vprašljivo ali je taka konfiguracija ekonomsko opravičljiva, oziroma ali ne bi bilo bolje sistem zamenjati z 68020 in 68881.



Rezultati, dobijeni na osnovi meritev, ki se ujemajo z rezultati klasičnih meritev.



TIRISTORSKO REGULISANI ELEKTROMOTORNI POGON SA MIKROPROCESORSKIM
TEHNOLOSKIM REGULATOROM ZA ŠEĆERNE CENTRIFUGE

Šandor NAD[✱]

THYRISTOR REGULATED ELECTROMOTOR DRIVE WITH TECHNOLOGICAL REGULATION
BY MEANS OF MICROPROCESSORS FOR SUGAR CENTRIFUGE

Rezime

U radu je opisana koncepcija elektromotornog pogona i upravljanja centrifuge za šećer. Najpre daje se kraći opis rada centrifuge sa akcentom na tehnološke zahteve koji su bitni za izbor i projektovanje elektro opreme. Daje se kratak osvrt na mogući izbor elektromotora i pripadajućih energetskih pretvarača. Detaljnije je izložen način regulacije odabranog elektromotora jednosmerne struje, kao i način upravljanja radom jedne odnosno više centrifuge.

Synopsis

The elaboration describes the conception of electric motor drive and control of sugar centrifuge. A short description is given with aspect of technological requirements which are essential for selection and projecting electric equipment. There is given a short review to the possible selection of electric motor and the accompanying thyristor converters. There is detailed the methode of regulation of the selected D.C. electromotor, as well as the methode of operation control of one or more centrifuga.

1. Uvod

Pomoću šećerne centrifuge vrši se razdvajanje šećerovine na gusti i tečni materijal. Najčešće tri centrifuge rade u jednoj grupi (baterija) plus jedna rezerva. Posebna baterija radi centrifugiranje A produkta (prvo centrifugiranje u tehnološkom lancu), B produkta (drugo centrifugiranje) i C produkta. Centrifuge za A i B produkt predviđeni su za diskontinualni, a za C produkt obično za kontinualni režim rada. Ovde se razmatraju samo diskontinualne centrifuge.

Doboš centrifuge sa sitom i pogonskim elektromotorom, stoji vertikalno, i pri maksimalnoj brzini centrifugiranja od 1300 do 1500min⁻¹ razvija periferialno ubrzanje od 1100 do 1723g. Zbog velike količine šećerovine (1250 kg) u dobošu, momenat inercije rotacionog sistema kreće se u granicama od 14900 (za praznu centrifugu) do 31400 kgm². Zbog toga zaletanje, odnosno zaustavljanje centrifuge je veoma usporeno. Vreme ubrzanja i usporenja može da zahvata i preko dve trećine vremena celog ciklusa za jedno centrifugiranje.

✱ RO "SEVER" OOUR "Inženjering"
24000 SUBOTICA