

8. ЛАБОРАТОРИЈСКЕ ВЕЖБЕ

М. Бјекић, С. Антић

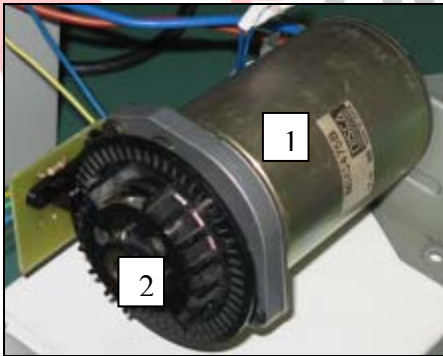
8.1 ЛАБОРАТОРИЈСКА ВЕЖБА 1

Задатак вежбе: Упознавање са опремом и софтвером за остваривање управљања и регулације мотора ЈС:

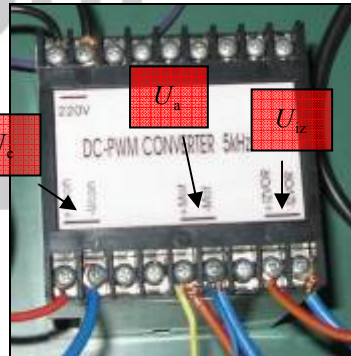
- микромотор 12 V, 3.2 W каталожки непознатих параметара,
- PWM (Pulse Width Modulation) конвертор,
- микромотор 12 V, 4.5 W каталожки познатих параметара,
- линеарни електронски претварач са операционим појачавачем TDA2030(A),
- аквизициона картица NI USB-6009,
- програм LabView

1) Опрема при напонском управљању микромотором ЈС

За напонско управљање користи се микромотор са сл. 8.1. за кога не постоје расположиви каталожки подаци. Мотор поседује оптички енкодер резолуције 55 imp/ob. За повезивање овог мотора са рачунаром предвиђен је PWM претварач напона дат на сл. 8.2.



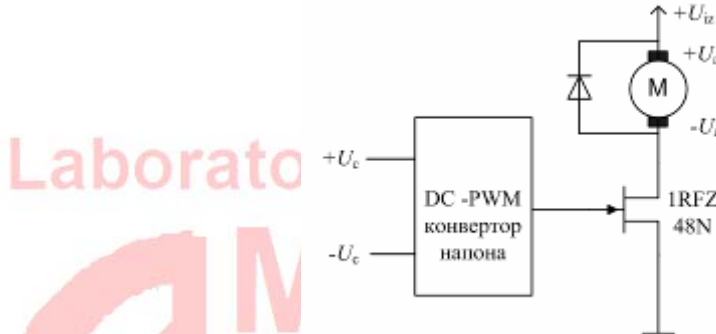
Сл. 8.1 (1) Микромотор једносмерне струје, 12 V, 3.2 W непознатих параметара са (2) оптичким енкодером резолуције 55imp/ob



Сл. 8.2 PWM конвертор напона

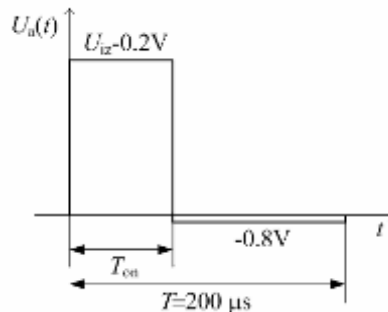
PWM конвертор напона омогућује безбедно повезивање рачунара са мотором једносмерне струје. Представља конвертор управљачког напона из рачунара U_c , у управљачки напон мотора U_a . PWM конвертор напона, даје управљачки напон мотора, $U_a(t)$, чија је средња вредност сразмерна тренутној вредности управљачког напона из рачунара U_c . Напаја се једносмерним напонам U_{iz} , чија вредност због безбедности

електронике за пројектовани PWM конвертор напона не сме да пређе 40 V . На сл. 8.3. представљена је уопштена шема PWM конвертора напона са мотором. Управљачки напон из рачунара U_c , доводи се на PWM конвертор напона чија је електроника направљена тако да побуђује MOSFET. Када MOSFET "води", тренутна вредност управљачког напона мотора $U_a(t)$ је једнака напону извора U_{iz} умањеном за пад напона на MOSFET -у, тј. $U_a(t) = U_{iz} - 0.2\text{ V}$. Када MOSFET "не води" тренутна вредност управљачког напона мотора једнака је негативном паду напона на диоди $U_a(t) = -0.8\text{ V}$.



Сл. 8.3 Уопштена шема PWM конвертора напона

Таласни облик тренутне вредности управљачког напона мотора $U_a(t)$ дат је на сл. 8.4.



Сл. 8.4 Таласни облик тренутне вредности управљачког напона мотора $-U_a(t)$

Напон $U_a(t)$ има периоду $T = 200\ \mu\text{s}$, односно фреквенцију $f = 1/T = 5\ \text{kHz}$. Ако се занемаре падови напона на MOSFET-у, односно на диоди, средња вредност управљачког напона мотора, на основу сл. 8.4., износи:

$$U_a = U_{iz} \frac{T_{\text{on}}}{T}. \quad (8.1)$$

Електроника PWM-а је конструисана тако да побуђује MOSFET да стално "води" када је вредност управљачког напона из рачунара $U_c = 7.4\text{ V}$. На основу овога произилази да је тада $T_{\text{on}} = T$. Дакле важи

$$\frac{U_c}{7,4} = \frac{T_{on}}{T} \quad (8.2)$$

На основу 8.1 и 8.2 добија се

$$U_a = \frac{U_{iz}}{7,4} U_c, \quad (8.3)$$

где је: U_c - управљачки напон из рачунара - улаз PWM-а.

U_{iz} - једносмерни напон напајања PWM-а.

U_a - средња вредност управљачког напона мотора - излаз PWM-а.

Коришћена вредност за U_{iz} у овом раду је $U_{iz} = 20\text{ V}$ Према томе израз 8.3 добија облик

$$U_a = 2,7 \cdot U_c. \quad (8.4)$$

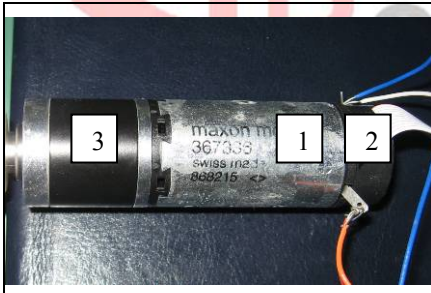
Према томе, при $U_{iz} = 20\text{ V}$, функција преноса PWM-а се може представити константом појачања:

$$K_{U_c U_a} = 2,7. \quad (8.5)$$

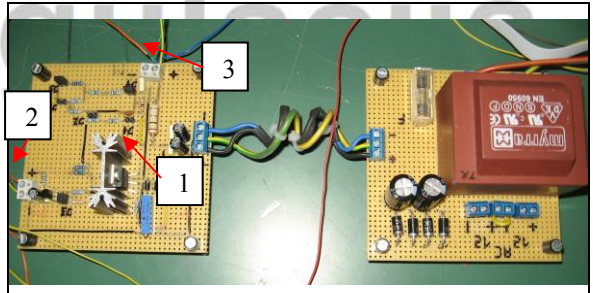
2) Опрема при струјном управљању микромотором ЈС

За струјно управљање користи се микромотор представљен сликом 8.5. и линеарни електронски претварач са операционим појачавачем дат сликом 8.6.

За **Мотор** су познати каталожки подаци дати табелом 8.1. Поред енкодера резолуције 1000 imp/ob овај мотор располаже и са редуктором преносног односа 3.8:1.



Сл. 8.5 (1) Микромотор једносмерне струје 12V, 4.5 W са (2) енкодером резолуције 1000imp/ob и (3) редуктором преносног односа 3.8:1



Сл. 8.6 Актуатор у форми линеарног електронског претварача: (1) операциони појачавач TDA2030(A); (2) улаз – управљачки напон $U_c(t)$; (3) излаз референтни напон мотора $U'_a(t)$ ¹ мј. струја индукта мотора $I_a(t)$;

¹ Референтни напон мотора U'_a се незнатно разликује од напона на намотајима ротора U_a . Наиме, у експериментима, у сврху мерења струје ротора I_a , мотору се на ред додаје отпорност $R_d = 0.1 \Omega$. Тако формирана редна веза се доводи на излаз електронског претварача U'_a .

Табела 8.1 *Каталошки параметри микромотора*
A-max26 Ø26mm, *Precious Metal Brushes CLL, 12V, 4.5W*

Номинална брзина мотора	$n_n = 2750 \text{ ob/min}$
Момент инерције ротора мотора	$J_{\text{m}} = 1.3 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2$
Момент инерције редуктора	$J_r = 0.6 \cdot 10^{-7} \text{ kgm}^2$
Момент инерције енкодера	$J_e = 0.7 \cdot 10^{-7} \text{ kgm}^2$
Флуks побуде	$\Psi_f = 25.5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$
Отпорност роторских намотаја	$R_a = 7.41 \Omega$
Индуктивност роторских намотаја	$L_a = 0.77 \cdot 10^{-3} \text{ H}$

На основу вредности датих табелом у даљем тексту ће се под моментом инерције овог мотора подразумевати збир момента инерције ротора мотора J_{m} , момента инерције редуктора J_r , и момента инерције енкодера J_e :

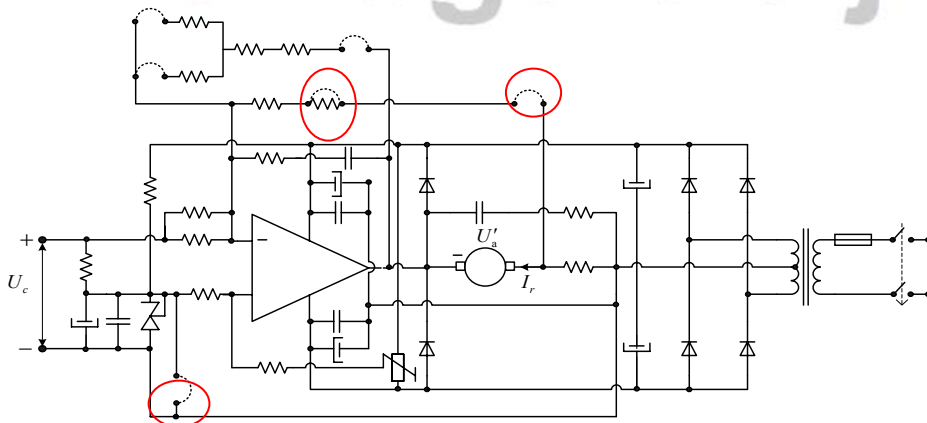
$$J_{\text{m}} = J_{\text{m}} + J_r + J_e = 1.43 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2. \quad (8.6)$$

Актуатор у форми линеарног електронског претварача дат је на сл. 8.6. Може имати улогу напонско-напонског и или напонско-струјног претварача. Представља везу између рачунара и мотора и омогућава напајање микромотора. За **PI** регулацију користи се у моду 1) када ради као **напонско-струјни** претварач. Функција преноса претварача се у овом моду са задовољавајућом тачношћу може представити фактором појачања:

$$K_{u,i_r} = 1/5 [\text{V/A}]. \quad (8.7)$$

Напонско-струјни мод 1) се добија укључивањем јупр-ера: J1=on, J2=on, J3=on, J4=off, J5=off, J6=off.

На сл. 8.7. представљена је електронска шема актуатора напонског/струјног извора за напајање мотора JS са ознаком јупр-ера.



Сл. 8.7 *Шема линеарног електронског кола са двоструком улогом: напонско-напонског или напонско-струјног претварача*

NI USB-6009 картица

Комуникација рачунар-ерна апаратура остварује се помоћу **картице NI USB-6009**, а потребни програми за управљање пишу се у LABVIEW-у. Картица поседује 8 аналогних улаза, 2 аналогна излаза као 12 дигиталних улаза/излаза и један бројачки улаз. Управљачки напон из рачунара U_c , се преко аналогног излаза А00 картице доводи на улаз претварача (PWM или линеарно електронско коло са операционим појачавачем).

Да би се добила информација о брзини, сигнал са оптичког енкодера се повезује:

- при **напонском** управљању мотора са **аналогним улазом А10** картице NI USB-6009, тј. са рачунаром. Брзина се детектује **мерењем фреквенције поворке импулса са енкодера** коришћењем програмског пакета LABVIEW.
- при **струјном** управљању мотора на **бројачки улаз PFI0** NI USB-6009 картице. Брзина мотора пропорционална је **броју импулса у периоди извршавања петље**.



Сл. 8.8 NI USB-6009 картица