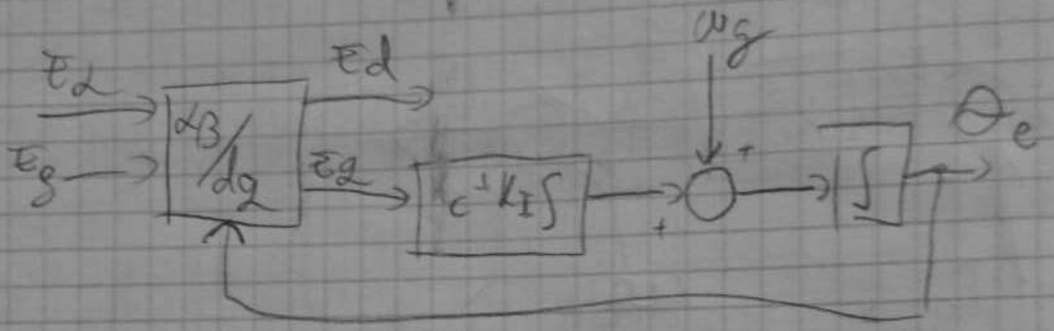
Dis - ZI 2016/17

1. OBJASNITI NAČIN RADA I NACRTATI BLOKOVSKI DIJAGRAM ESTIMATORA ELEKTRIČNOG KUTA MREŽE θ_g (PLL)!



→ E_d → U SMJERU E_s, $E_d = \|E_s\|$, PA BI

E_q TREBAO BITI $\emptyset$, MIJENJA SE E_q

S PARKOVOM TRANSFORMACIJOM, DOK SE NE POGODI ISPRAVAN θ_e (KOJI ISPRAVNO TRANSFORMIRA $\alpha\beta \rightarrow dq$, TE ISPADNE $E_q = \emptyset$

$$\begin{bmatrix} E_d \\ E_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta_e & \sin\theta_e \\ -\sin\theta_e & \cos\theta_e \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} E_\alpha \\ E_\beta \end{bmatrix}$$

$$E_d = \cos\theta_e E_\alpha + \sin\theta_e E_\beta = \cos\theta_e \cos\theta_e E_s + \sin\theta_e \sin\theta_e E_s$$

$$E_d = E_s$$

$$E_q = -\sin\theta_e E_\alpha + \cos\theta_e E_\beta = -\sin\theta_e \cos\theta_e E_s + \cos\theta_e \sin\theta_e E_s = \emptyset$$

→ θ_e SE REGULIRA PI regulatorom

② NAPISATI IZRAZE ZA NEPROMJENJIVA (FIKSNA) I PROMJENJIVA OGRANIČENJA IZLAZA IZ REGULATORA STRUJA i_d i i_q. NAVESTI GLAVNE RAZLIKE IZMEĐU NEPROMJENJIVA I PROMJENJIVIH OGRANIČENJA.

2.

FIKSNA:

$$\sqrt{u_d^2+u_q^2} \le \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}$$

tj.

$$\boxed{\sqrt{u_d^2+u_q^2} \le \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}}$$

$$u_{q\,max} = \varepsilon \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} \Rightarrow u_{d\,max} = \sqrt{1-\varepsilon^2}\,\frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}$$

uz $0 < \varepsilon < 1$

PROMJENJIVA:

$$u_d = \frac{u_d'}{\sqrt{u_d'^2+u_q'^2}} \cdot U_{DC}/\sqrt{3}$$

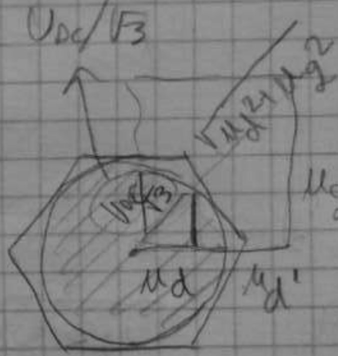
$$u_q = \frac{u_q'}{\sqrt{u_d'^2+u_q'^2}} \cdot U_{DC}/\sqrt{3}$$

SKALIRANJA

RAZLIKE:

$x = \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}$

ISKORIŠTAVA SE SAMO PRAVOKUTNIK ODREĐEN S ε



ISKORIŠTAVA SE CIJELO PODRUČJE (SLIČNOST TROKUTA)

ZA PRETVARAČ:

$$\sqrt{S_d^2+S_q^2} \le \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$S_d = \frac{u_d}{\frac{U_{DC}}{2}} \quad \text{SKALIRANJA}$$

$$\left(S_d = \frac{u_d}{U_{DC}/2},\ S_q = \frac{u_q}{U_{DC}/2} \Rightarrow \frac{U_{DC}}{2}\sqrt{S_d^2+S_q^2} \le \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}\right) \quad S_q = \frac{u_q}{U_{DC}/2}$$

- PROMJENJIVA OGRANIČENJA SKALIRAJU VRIJEDNOSTI NA UNUTAR KRUŽNICE KAD SU IZVAN, TE SE POŠTUJU OGRANIČENJA $\sqrt{u_d^2+u_q^2} \le U_{DC}/\sqrt{3}$, S ε OGRANIČAVAMO NA ▭ S ε, NIJE ISKORIŠTENO CIJELO PODRUČJE

(3.) [4]
IZLAZI IZ REGULATORA i_d i i_q PRIJE OGRANIČENJA IZNOSE $u_d = 200V$ i $u_q = 346.41V$. ODREDITI IZNOSE NAKON OGRANIČENJA AKO SE KORISTE:

(a) FIKSNA OGRANIČENJA IZLAZA IZ REGULATORA STRUJA i_d i i_q UZ $\varepsilon = 0.5$, ODNOSNO

(b) PROMJENJIVA OGRANIČENJA IZLAZA IZ REGULATORA STRUJA i_d i i_q.

NAPON ISTOSMJERNOG MEĐUKRUGA PRETVARAČA NAPONA I FREKV. MOŽE SE SMATRATI KONST. I IZNOSI $U_{DC} = 560V$.

R.

(a) $u_{q_{MAX}} = \varepsilon \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} = 161.66V \Rightarrow u_q > u_{q_{MAX}} \Rightarrow u_{q_{NAKON}} = \boxed{161.66V}$ $(U_{q_{MAX}})$

$u_{d_{MAX}} = \sqrt{1-\varepsilon^2} \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} = 280V$

$\hookrightarrow u_d < u_{d_{MAX}} \Rightarrow u_{d_{NAKON}} = \boxed{200V}$ (u_d)

(b) $\sqrt{u_d^2 + u_q^2} = 400 > \frac{560}{\sqrt{3}}$

$$u_{d_{NOVI}} = \frac{u_d}{\sqrt{u_d^2 + u_q^2}} \cdot \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} = \boxed{161.66V}$$

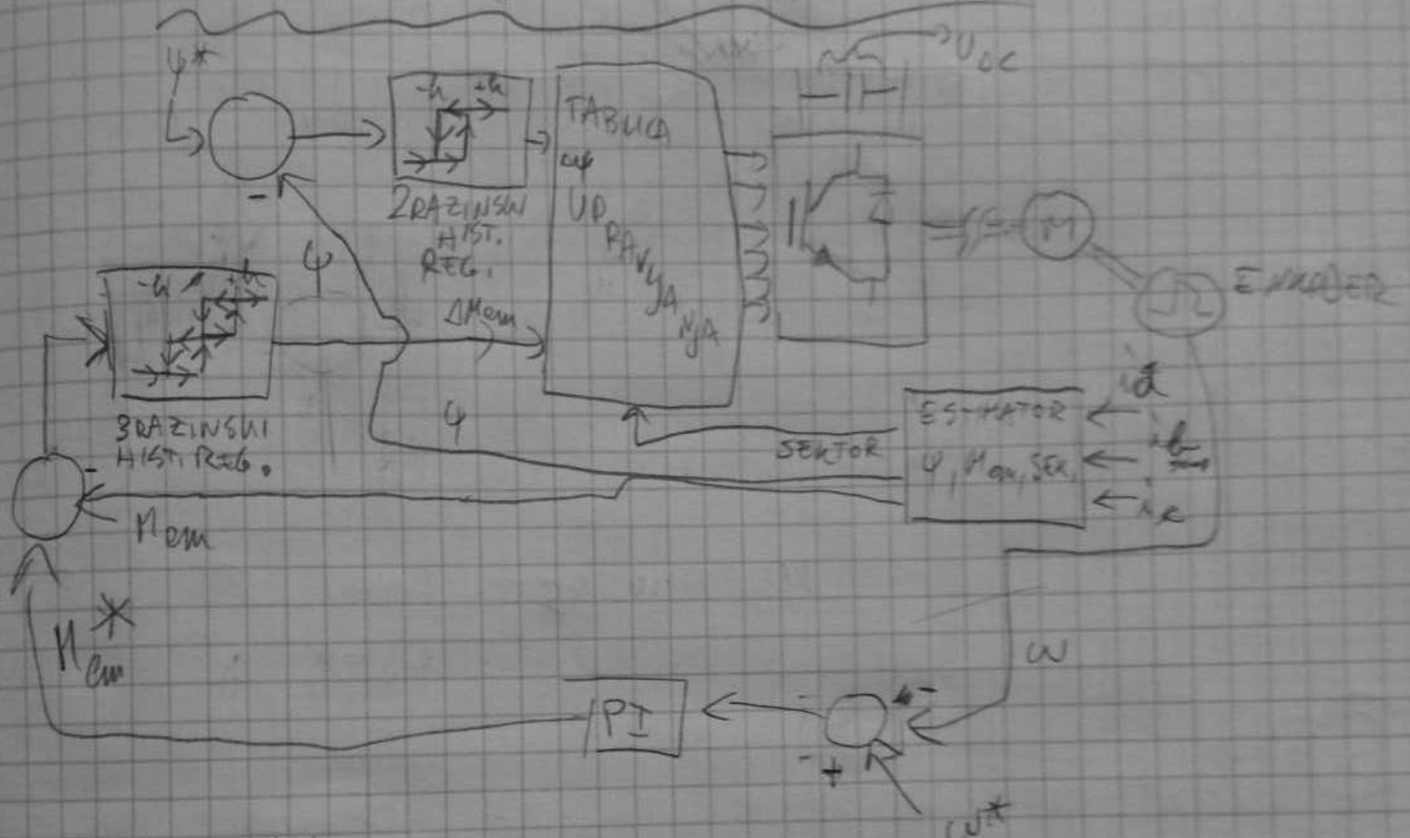
SKALIRANE :)

$$u_{q_{NOVI}} = \frac{u_q}{\sqrt{u_d^2 + u_q^2}} \cdot \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}} = \boxed{280V}$$

PROVJEROM ISPADA $\sqrt{u_{d_{NOVI}}^2 + u_{q_{NOVI}}^2} = \frac{U_{DC}}{\sqrt{3}}$ ✓

4. [4]

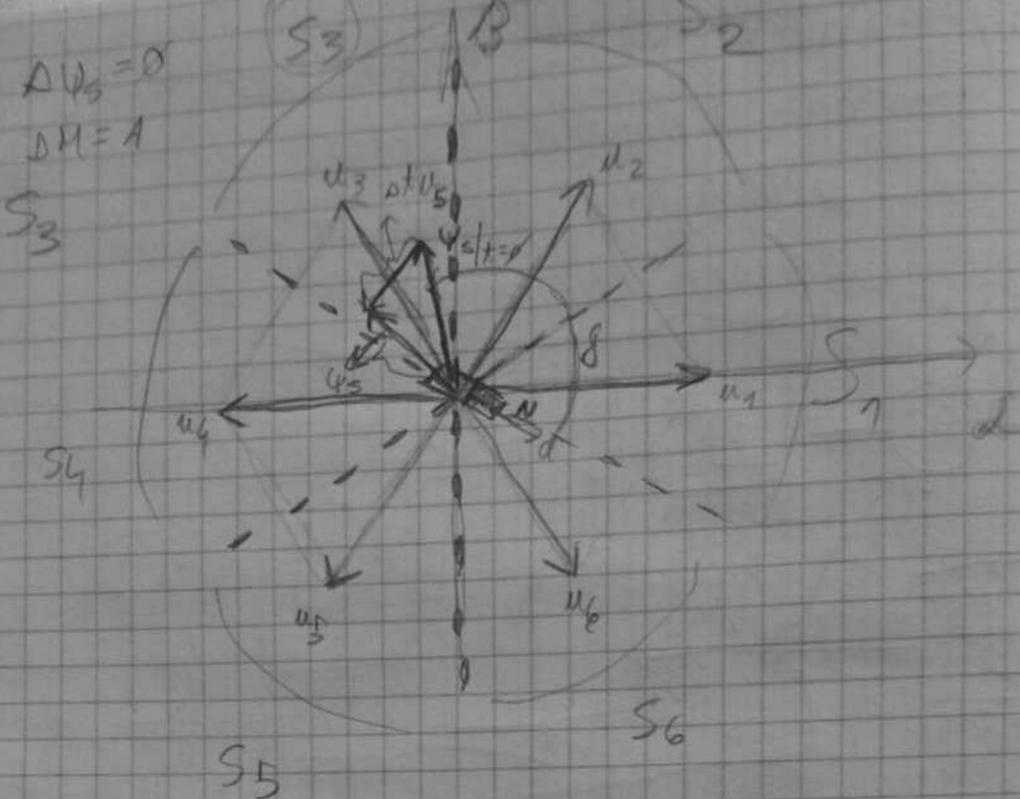
NACRTATI BLOKOVSKU SHEMU ESTIMATORA ULANČANOG TOKA STATORA I MOMENTA MOTORA KOD DTC NAČINA UPRAVLJANJA SINKRONIM STROJEM SA STALNIM MAGNETIMA



OSTATAK DAN U 8. ZADATKU → LJIR 2016/17

5. [4]

MOTOR JE UPRAVLJAN IZ PRETVARAČA U. & f. KOJI KORISTI DTC NAČIN UPRAVLJANJA. VEKTOR TOKA STATORA ψ_S U TRENUTKU $t = \not{0}_s$ NALAZI SE U TREĆEM SEKTORU. IZLAZI IZ HISTEREZNIH REGULATORA TOKA STATORA I MOMENTA MOTORA SU TAKVI DA JE POTREBNO SMANJITI IZNOS TOKA STATORA ψ_S, A POVEĆATI IZNOS MOMENTA MOTORA. KOJI JE NAPON. VEKTOR POTREBNO POSTAVITI NA IZLAZU IZ PRETVARAČA U. & f.? NACRTATI POČETNI I REZULTANTNI VEKTOR TOKA STATORA ψ_S U KOORD. SUSTAVU STATORA.



KORISTIMO $u_5 \rightarrow \Delta M = 1 \nearrow \quad (\delta \nearrow)$

$\Delta\psi = \emptyset \searrow$

6. [4]
NACRTATI BLOKOVSKE SHEME STRUKTURA UPRAVLJANJA MOMENTOM I ULANČANIM TOKOM SMPM ZA VEKTORSKI I DTC NAČIN UPRAVLJANJA. NAVESTI 3 OSNOVNE RAZLIKE VEKTORSKOG I DTC NAČINA UPRAVLJANJA SMPM.

DTC -> 4. ZADATAK

$$M_{em} = \frac{3}{2} p \left[\phi_{mg} i_q + \underbrace{(L_d - L_q) i_d i_q}_{=\emptyset} \right]$$

- KOD SMVPM $L_d = L_q$
- KOD SMUPM RAZVOJEM U TAYLORA:

$$i_d i_q = i_d^* i_q^* + i_d^* i_q + i_d i_q^* + \dots$$

POSTAVLJA SE $i_d^* = \emptyset \Rightarrow i_d i_q = \emptyset$

$$i_q^* = \frac{2}{3}\frac{M_{em}^*}{p\,\phi_{mg}}$$

$$\psi_s' = \psi_d + j\psi_q \qquad \psi_s' = \psi_s e^{-j\theta_e}$$

$$\psi_s = L_s i_s + \phi_{mg} e^{j\theta_e}$$

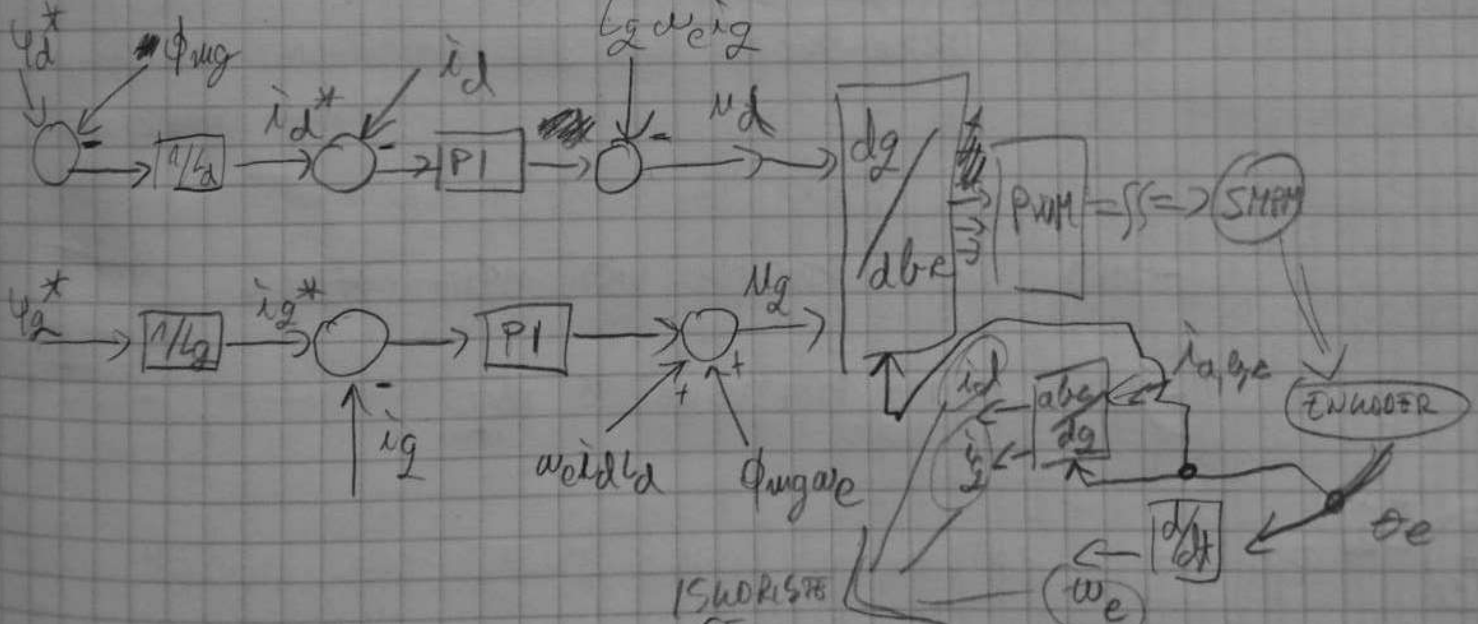
$$\psi_s' = L_s i_s' + \phi_{mg}$$

$$\psi_d = L_d i_d + \phi_{mg} \qquad \psi_q = L_q i_q$$

$$i_d^* = \frac{\psi_d^* - \phi_{mg}}{L_d} \qquad i_q^* = \frac{\psi_q^*}{L_q}$$

$$\dot{i}_d = \frac{1}{L_d}\left(u_d - R_s i_d + L_q \omega_e i_q\right); \quad \dot{i}_q = \frac{1}{L_q}\left(u_q - R_s i_q - L_d \omega_e i_d - \phi_{mg}\omega_e\right)$$

ZA REGULACIJU TOKA:



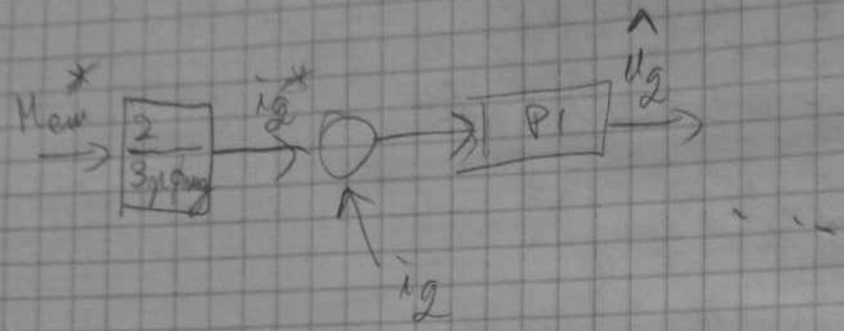
ISKORISTE SE GDJE TREBA U SUMATORIMA

$$\hat{u}_d = u_d + L_q \omega_e i_q = K_c^d (i_d^* - i_d) + \frac{K_c^d}{\tau_i^d}\int_0^t (i_d^*(\tau) - i_d(\tau))\,d\tau$$

&

$$\hat{u}_q = u_q^* - L_d \omega_e i_d - \phi_{mg}\omega_e = K_c^q (i_q^* - i_q) + \frac{K_c^q}{\tau_i^q}\int_0^t (i_q^*(\tau) - i_q(\tau))\,d\tau$$

PR. KOMENTAR: ISTO KAO PRETHODNA SLIKA, SAMO SE MAKNU ψ_d^* & ψ_q^*, TE SPOJI M_{em}^* NA i_q^*:



RAZLIKE: - ZA DTC NE TREBA θ_e

- KORISTE SE JEDNOSTAVNIJI HISTEREZNI REGULATORI KOD DTC

- VEKTORSKI BOLJI ZA ZADAĆE DRŽANJA POLOŽAJA, JER DRŽI TOČNO, DOK DTC IMA STALNE OSCILACIJE (MANJA PRECIZNOST)

- KOD DTC-a PRISUTNO VIŠE VIŠIH HARMONIKA

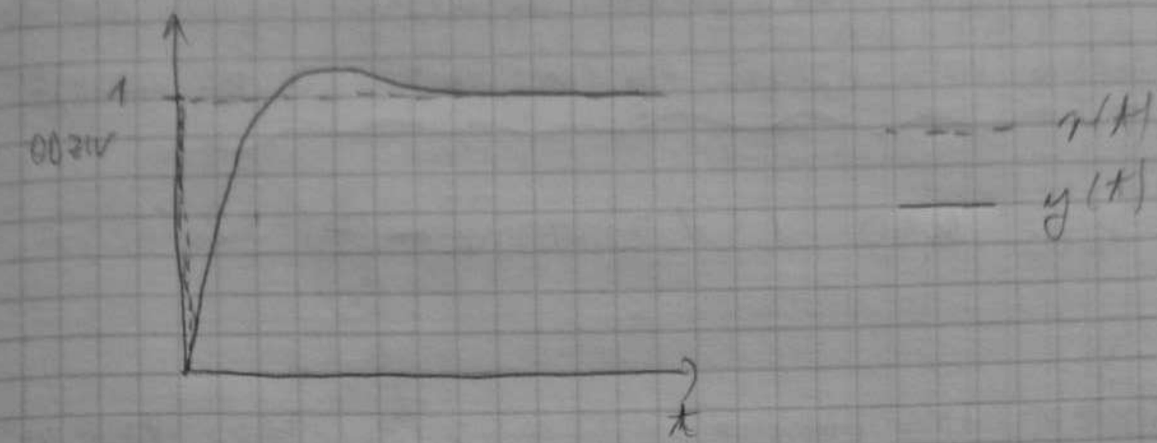
- DTC NEMA PRETVORBE U dq

7. [6] PRIJ. F-JA ZATVORENOG KRUGA S PI REGULATOROM GLASI:

$$G_{ZAT}(s) = \frac{K_c(T_I s+1)}{T_I s(1+s) + K_c(T_I s+1)}$$

K_c -> PROPORC. POJAČANJE REG. ; T_I -> INTEGR. VREM. KONST. REG.
KVALITATIVNO NACRTATI ODZIV SUSTAVA NA JEDINIČNU SKOKOVITU PROMJENU POSTAVNE VELIČINE $r(t) = 0 \to 1$. OČEKUJE LI SE NADVIŠENJE U PRIJELAZNOJ POJAVI IZLAZNE VELIČINE AKO JE REG. PROJEKTIRAN UZ $\xi = 1$ (FAKTOR PRIGUŠENJA) - OBRAZLOŽI!

PRETPOSTAVITI STABILNOST SUSTAVA I JEDINIČNU POVRATNU VEZU



→ NADVIŠENJE JE OČEKIVANO ZBOG NULE U PRIJENOSNOJ FJI ZATVORENOG KRUGA, BEZ OBZIRA ŠTO JE $\xi = 1$ (PA INAČE NE BI TREBALO BITI NADVIŠENJA)

TO JE IZ RAZLOGA ŠTO JE UPRAVLJAČKI SIGNAL:

$$u(t) = K_c\,(r(t) - y(t)) + \frac{K_c}{T_I}\int_0^t \left[r(\tau) - y(\tau)\right] d\tau \quad ,$$

KADA BI SE UPRAVLJAČKI SIGNAL DRUKČIJE DEFINIRAO, S PROPORCIONALNIM DJELOM KOJE DJELUJE SAMO NA IZLAZ:

$$u(t) = -K_c\,y(t) + \frac{K_c}{T_I}\int_0^t \left[r(\tau) - y(\tau)\right] d\tau$$, NE BI BILO NADVIŠENJA