

Višemotorni pogoni sa izrazito elastičnom osobinom mehaničke veze pogonskih vratila

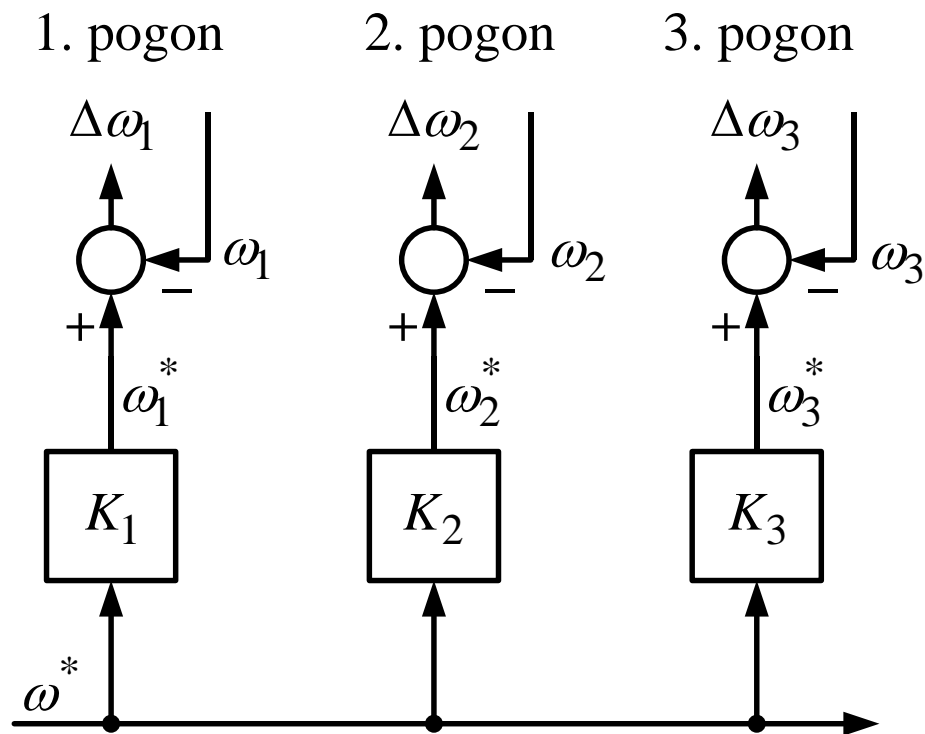
- *Pogoni sa elastično povezanim vratilima preko predmeta obrade*
- *Elastično povezani pogoni preko konstruktivnih elemenata postrojenja*

Pogoni sa elastično povezanim vratilima preko predmeta obrade

- Mehanička veza postoji u toku procesa proizvodnje.
 - Visoka tačnost regulacije brzine.
 - Visoka tačnost regulisanja sile u materijalu.
- Periodi pripreme za proizvodnju:
 - Ne postoji mehanička povezanost pogona.
 - Potrebna tačnost regulisanja brzine.

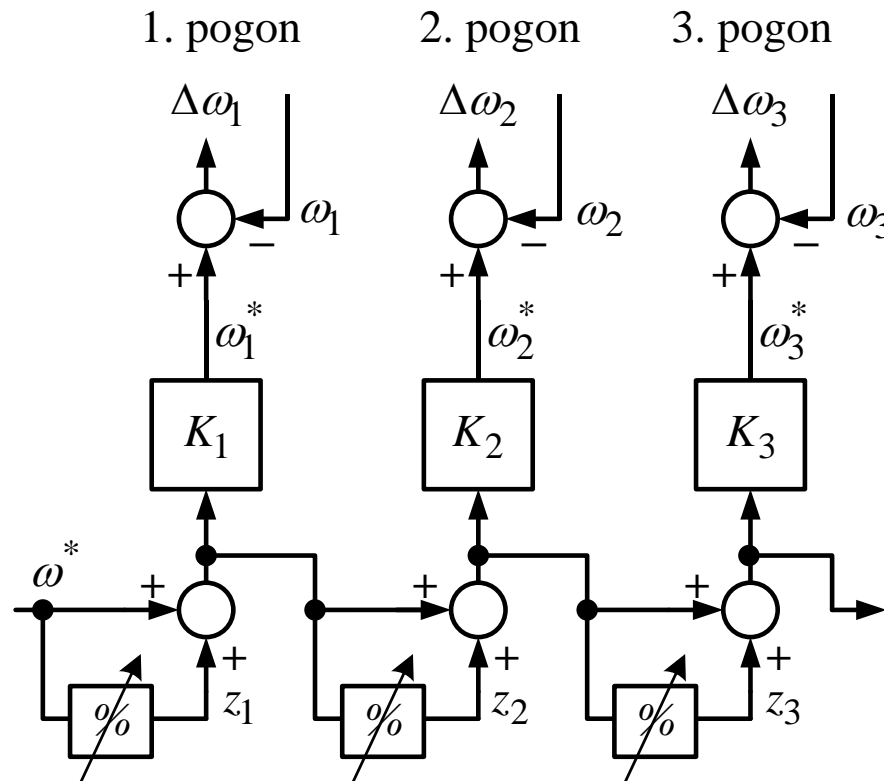
Upravljanje brzinama pogona

Paralelno upravljanje brzinom



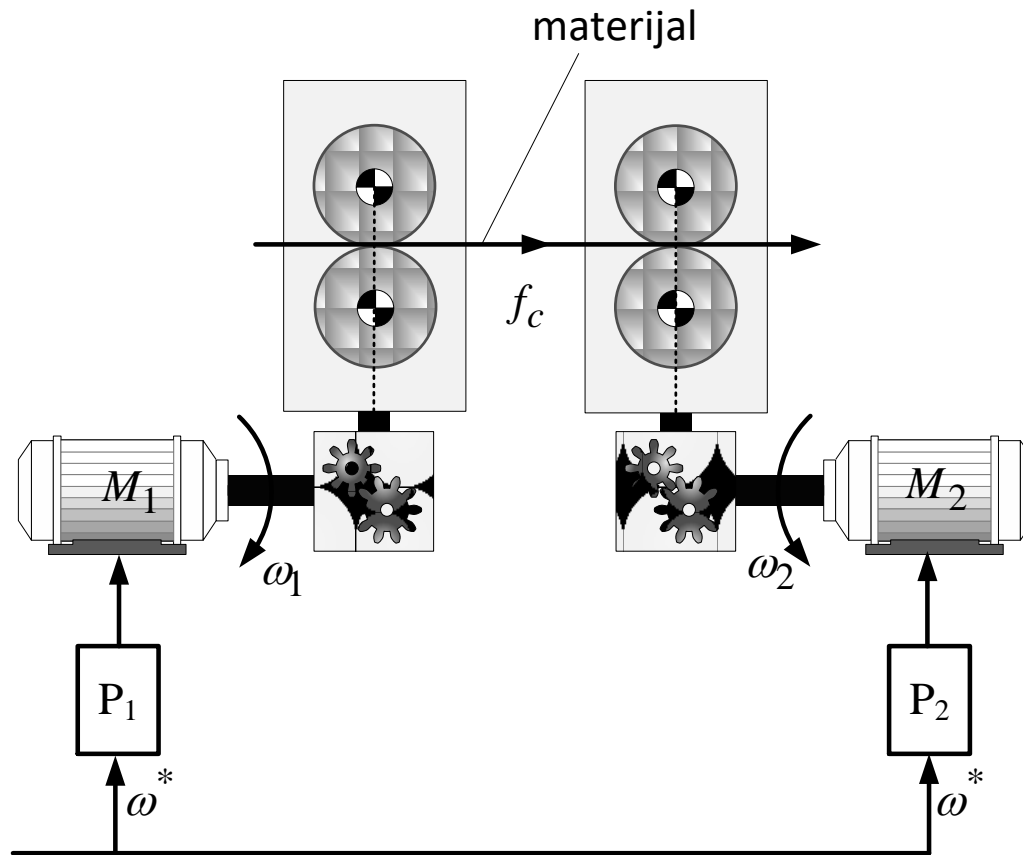
Upravljanje brzinama pogona

Kaskadno upravljanje brzinom

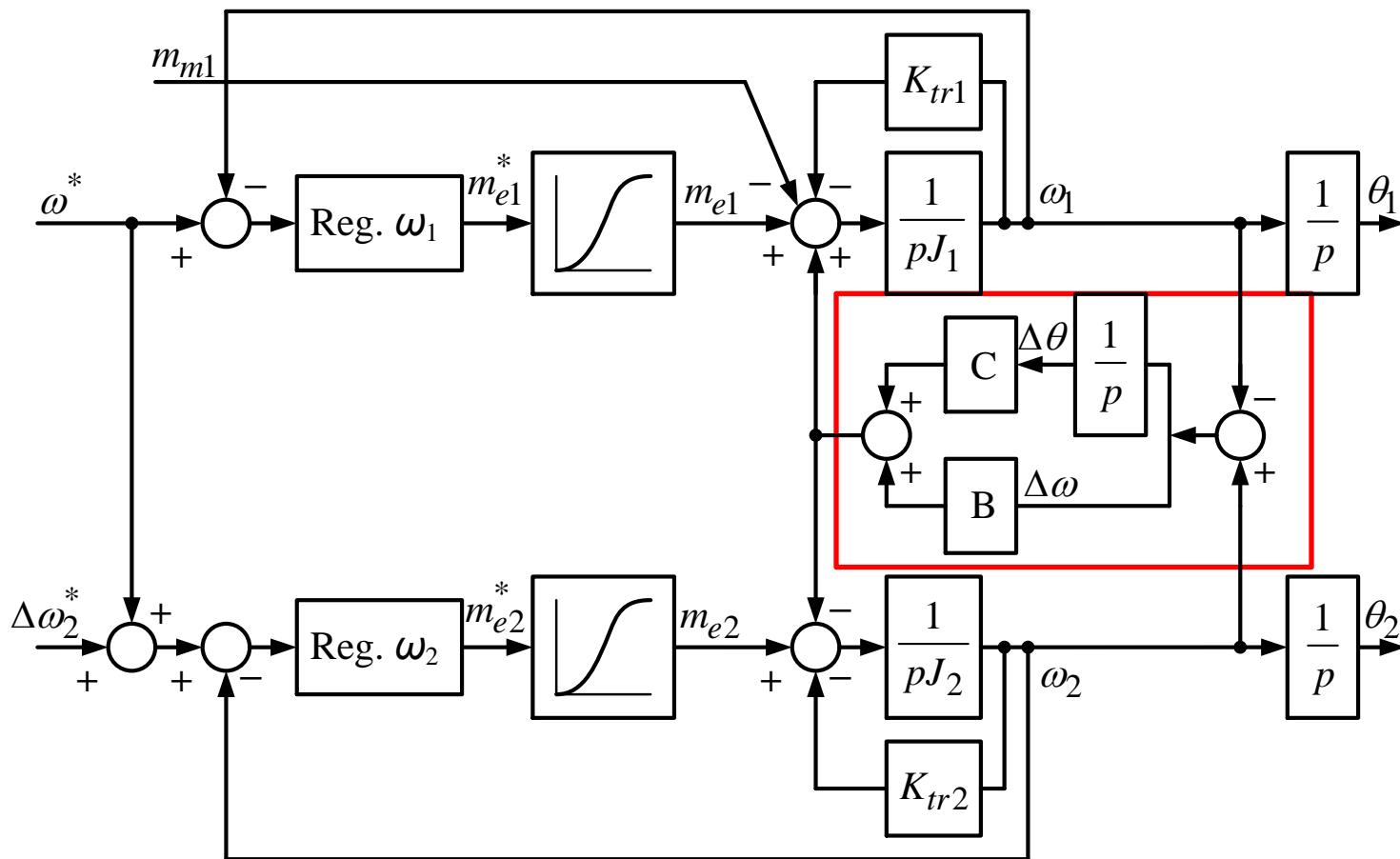


Pogoni sa elastičnom mehaničkom vezom

Analiza rada dva pogona sa paralelnim upravljanjem brzinom



Blok dijagram



Matematički model

Motor broj 1:

$$\frac{dm_{ei1}^*}{dt} = \frac{1}{T_{\omega 1}} (\omega^* - \omega_1)$$

$$m_{e1}^* = K_{\omega 1} (\omega^* - \omega_1) + m_{ei1}^*$$

$$\frac{dm_{e1}}{dt} = K_{p1} \cdot m_{e1}^* - K_{p1} \cdot m_{e1}$$

Matematički model

Motor broj 2:

$$\frac{dm_{ei2}^*}{dt} = \frac{1}{T_{\omega 2}} (\omega^* - \omega_2)$$

$$m_{e2}^* = K_{\omega 2} (\omega^* - \omega_2) + m_{ei2}^*$$

$$\frac{dm_{e2}}{dt} = K_{p2} \cdot m_{e2}^* - K_{p2} \cdot m_{e2}$$

Matematički model

Njutnove jednačine:

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{1}{J_1} (m_{e1} - K_{tr1} \cdot \omega_1 + m_c - m_{m1})$$

$$\frac{d\omega_2}{dt} = \frac{1}{J_2} (m_{e2} - K_{tr2} \cdot \omega_2 - m_c)$$

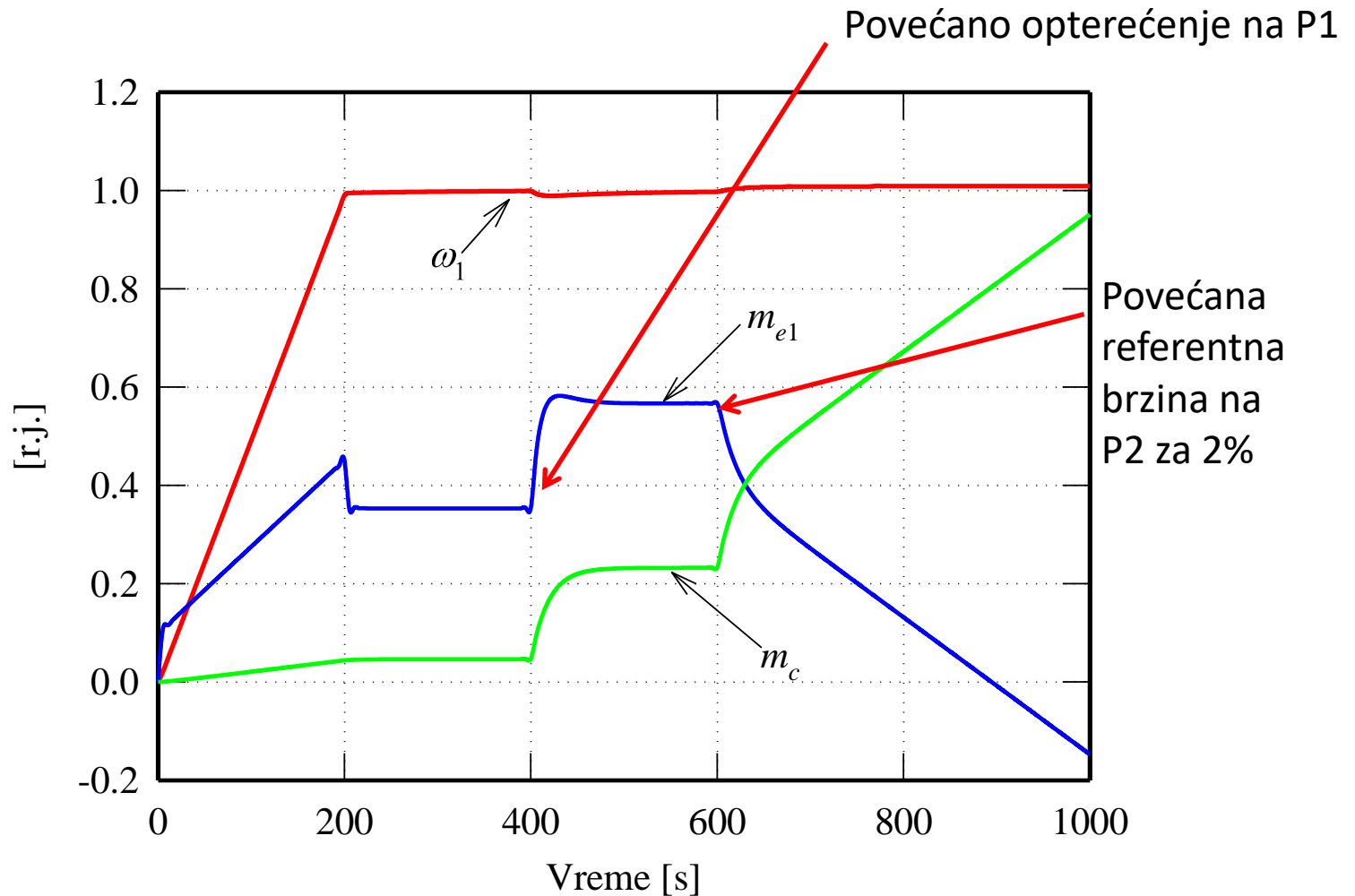
Matematički model

Jednačine mehaničke veze pogona:

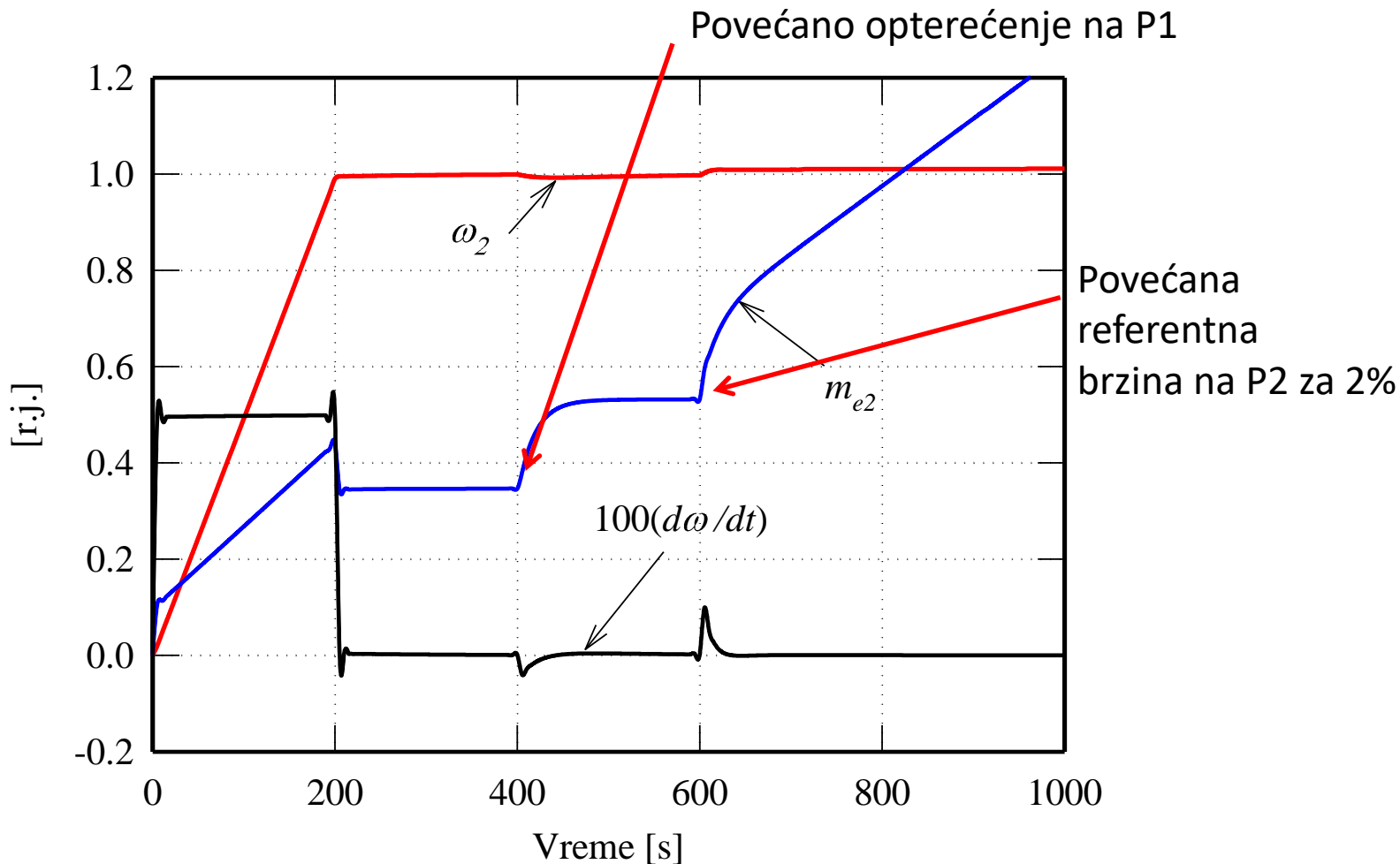
$$\frac{d\Delta\theta}{dt} = \omega_2 - \omega_1$$

$$m_c = C \cdot \Delta\theta + B \cdot (\omega_2 - \omega_1)$$

Analiza ponašanja za prvi pogon



Analiza ponašanja za drugi pogon

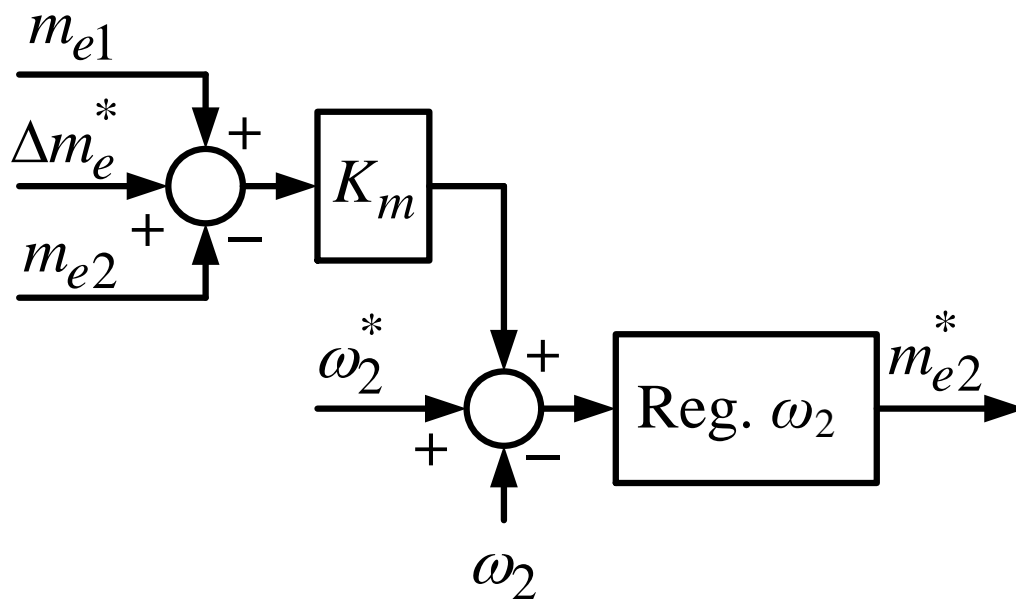


Analitičko objašnjenje

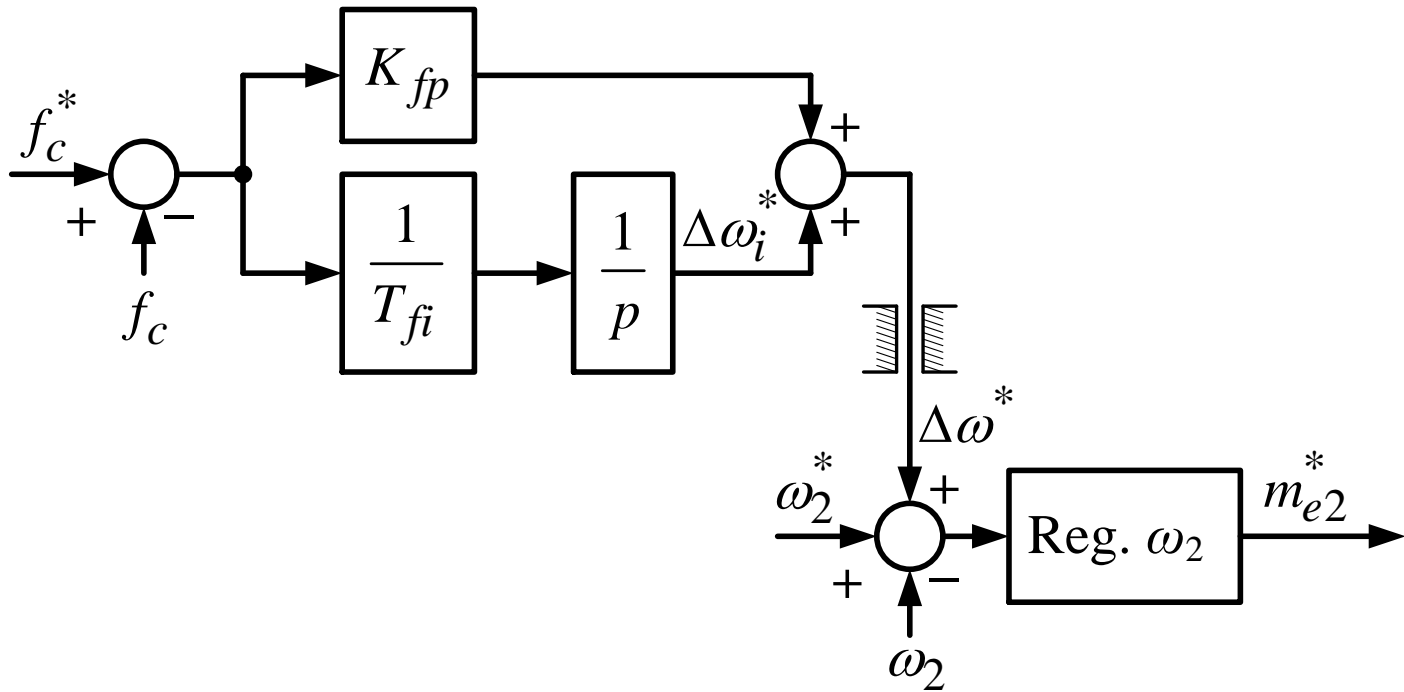
$$\frac{\omega_1}{\omega^*}(p) = K_{s\omega} \frac{\sum_{i=0}^5 b_i \cdot p^i}{p \sum_{i=0}^6 a_{i+1} \cdot p^i} \quad \text{gde je} \quad a_7 = b_5 = 1$$

$$\frac{\omega_1}{m_{m1}}(p) = K_{sm} \frac{p^2 \sum_{i=0}^4 c_{i+2} \cdot p^i}{p \sum_{i=0}^6 a_{i+1} \cdot p^i} \quad \text{gde je} \quad a_7 = c_6 = 1$$

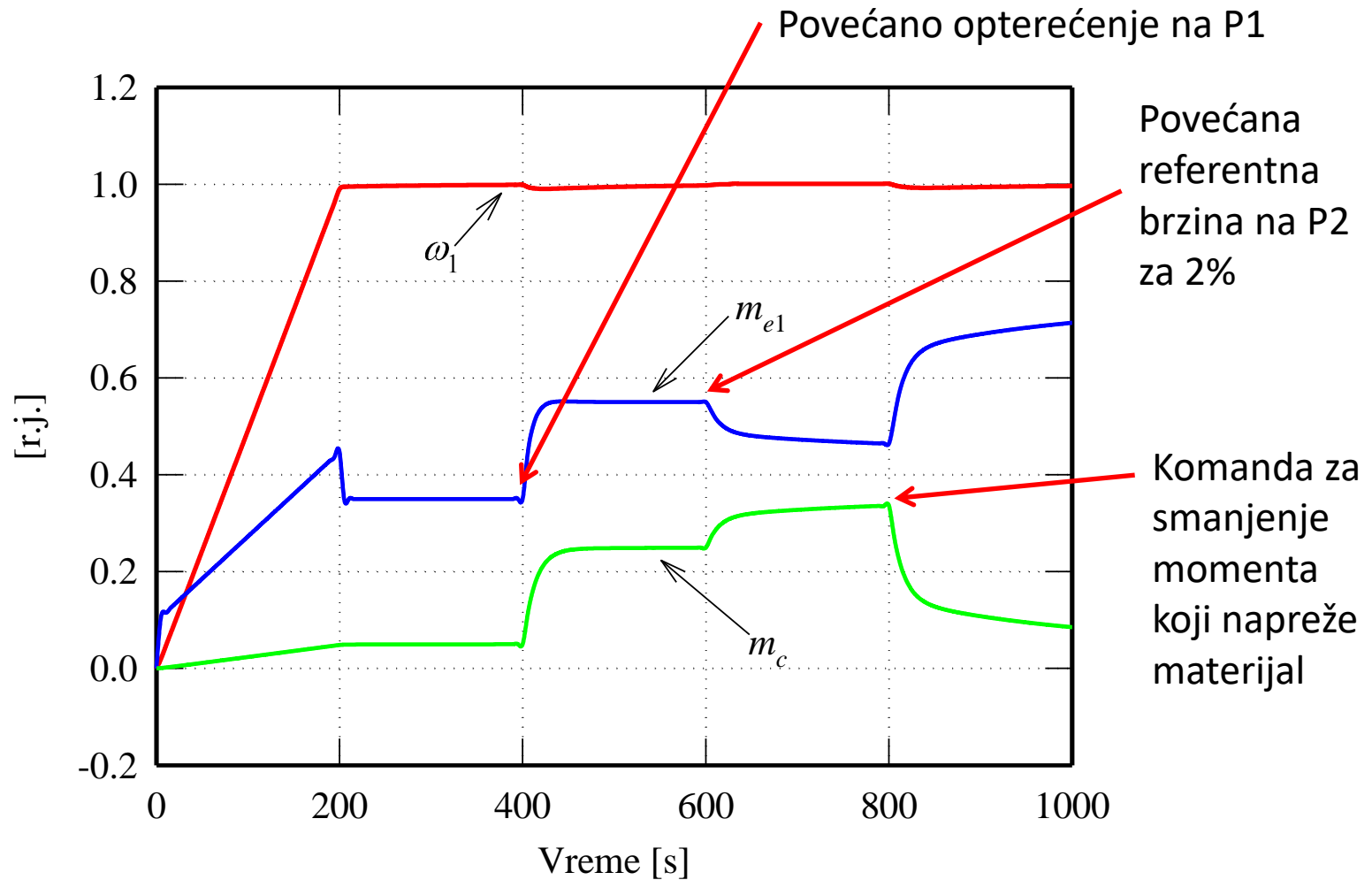
Regulacija raspodele opterećenja



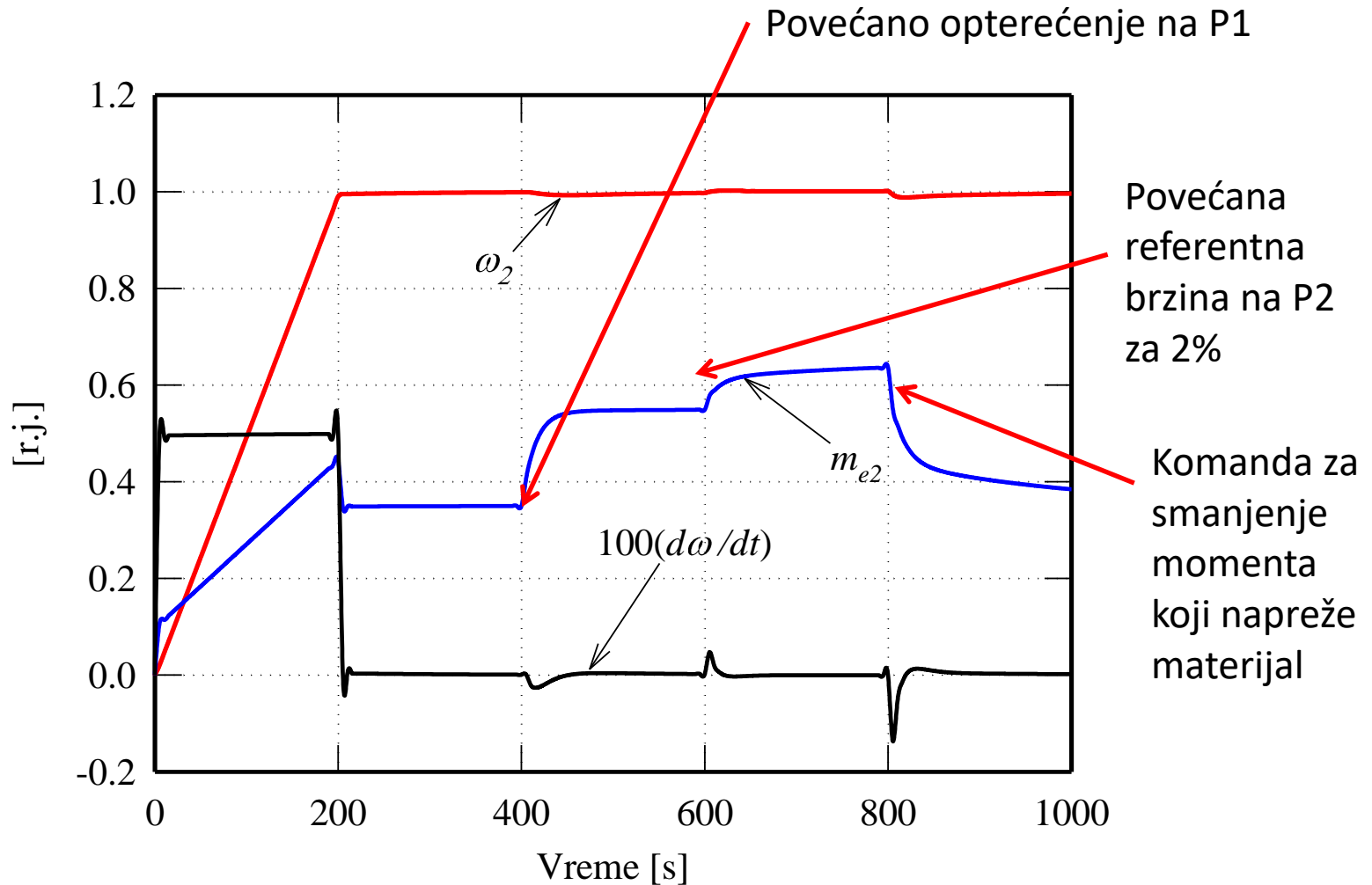
Regulator sile naprezanja materijala



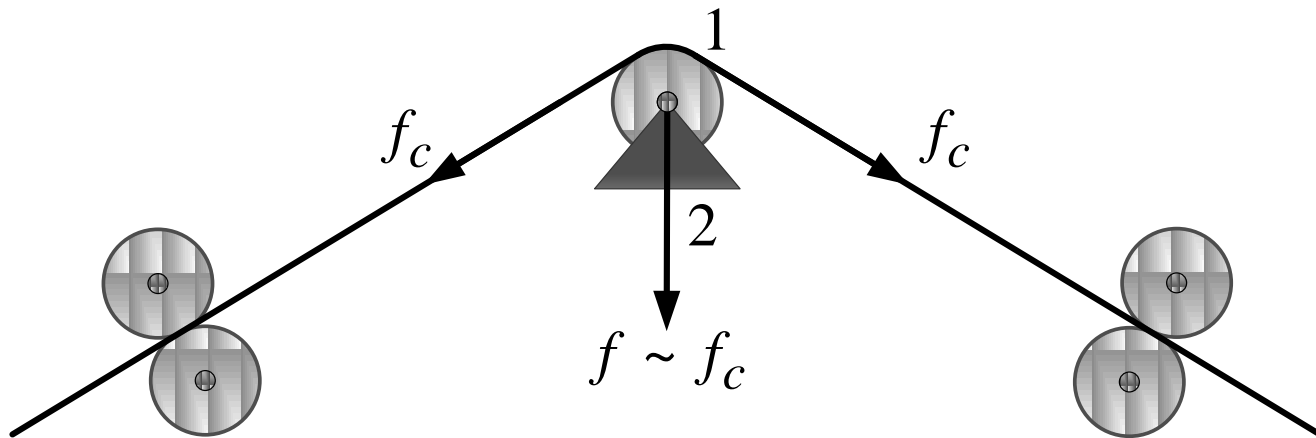
Analiza ponašanja prvog pogona sa regulatorom raspodele opterećenja



Analiza ponašanja drugog pogona sa regulatorom raspodele opterećenja

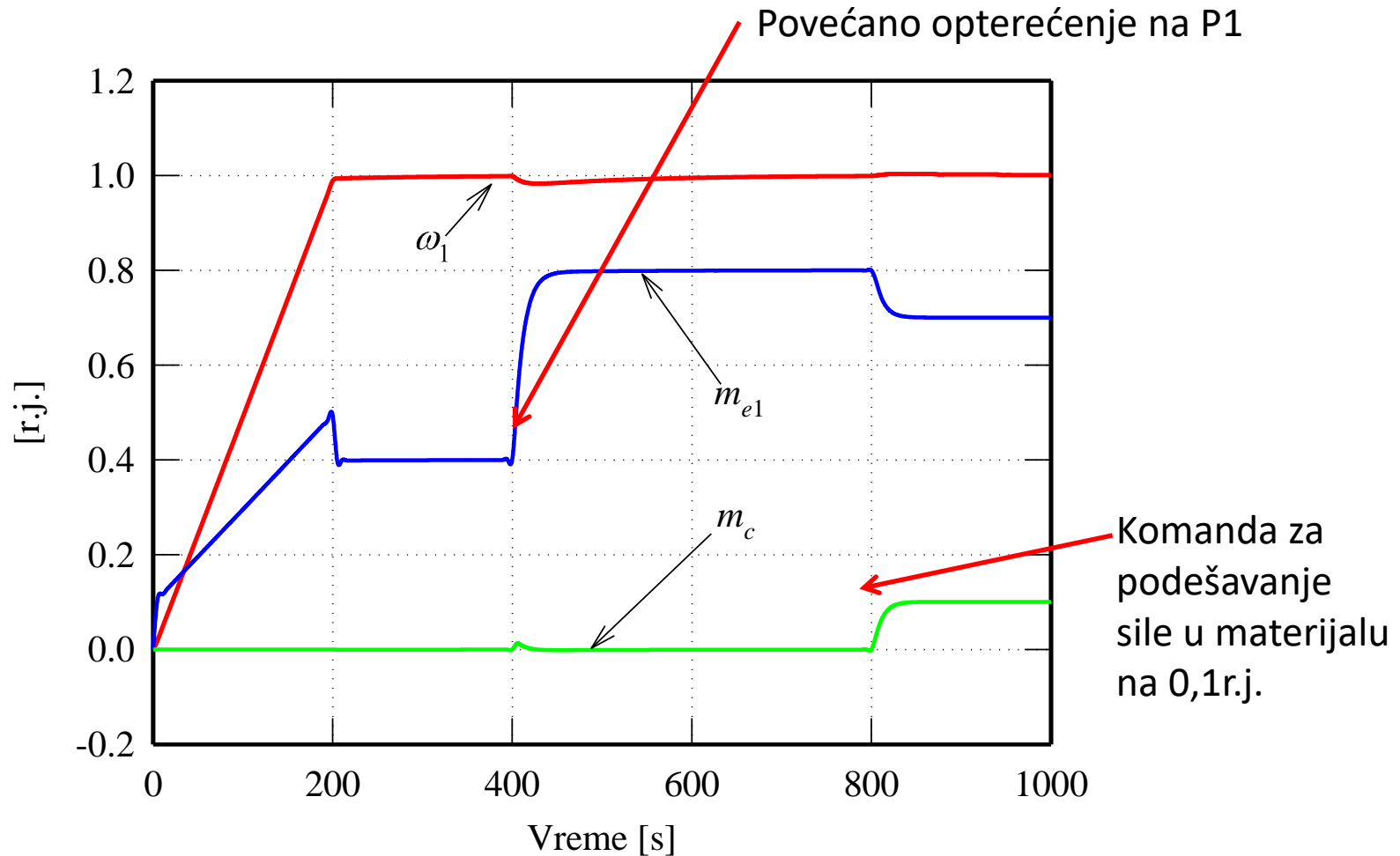


Regulacija sile u materijalu

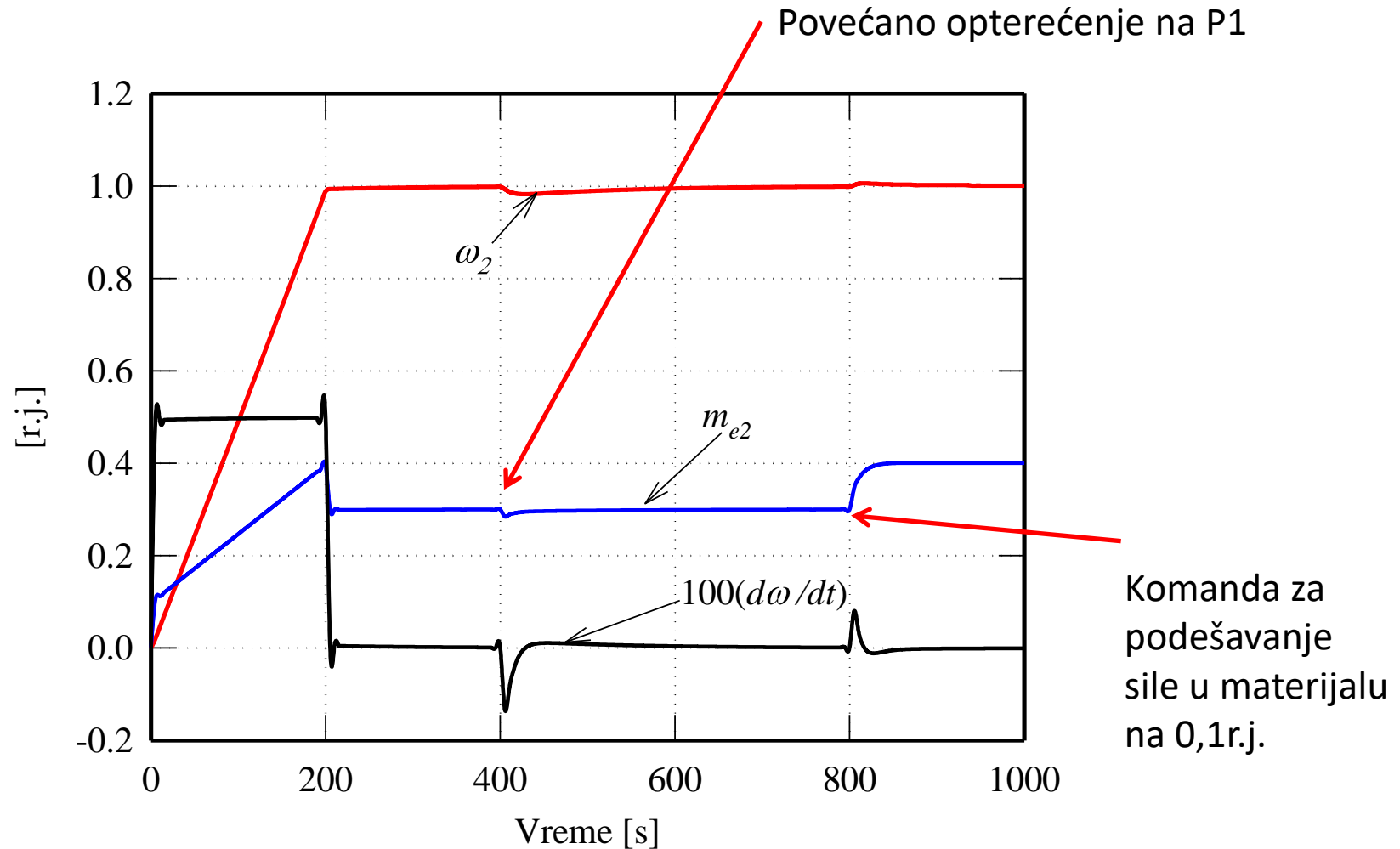


Merenje sile u materijalu

Analiza ponašanja prvog pogona sa regulatorom sile u materijalu

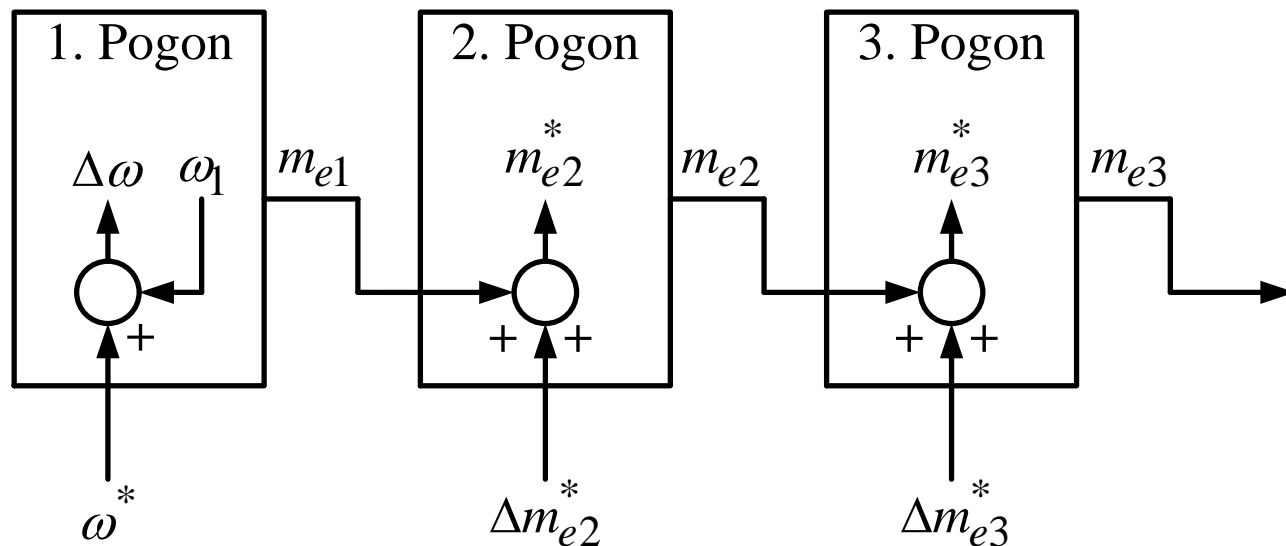


Analiza ponašanja drugog pogona sa regulatorom sile u materijalu



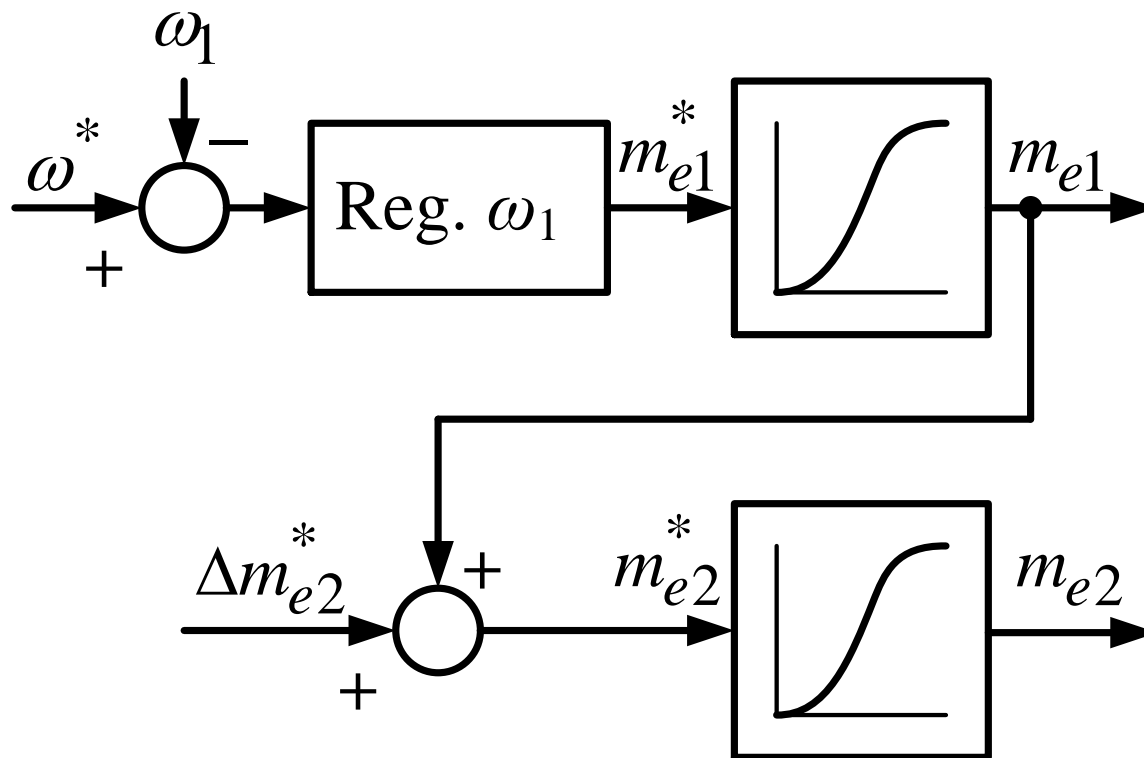
Kombinovano upravljanje po brzini i momentu

$$m_{e2}^* = m_{e1} + \Delta m_{e2}^*$$



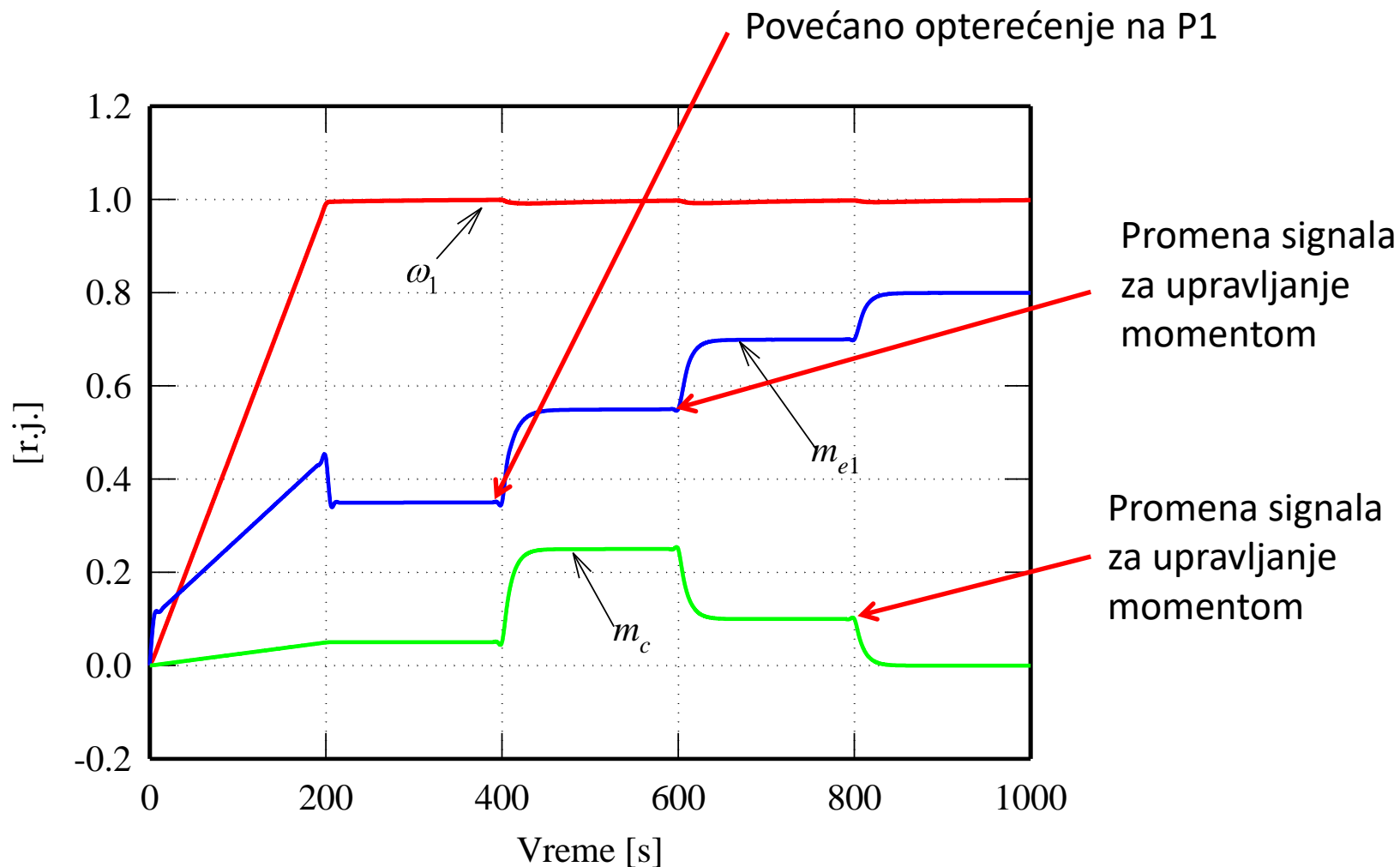
Princip kombinovanog upravljanja

Kombinovano upravljanje za dva pogona

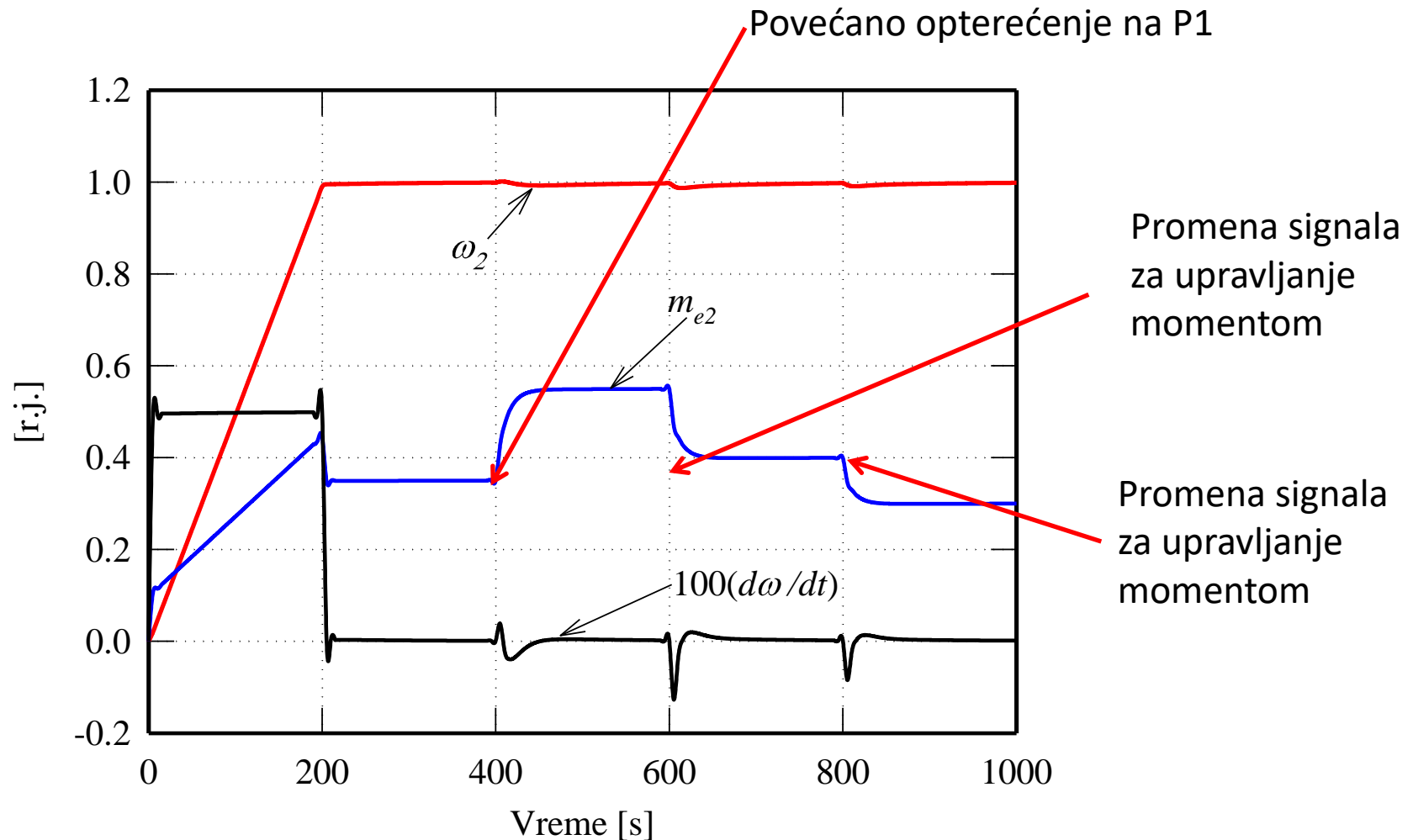


Struktura kombinovanog upravljanja

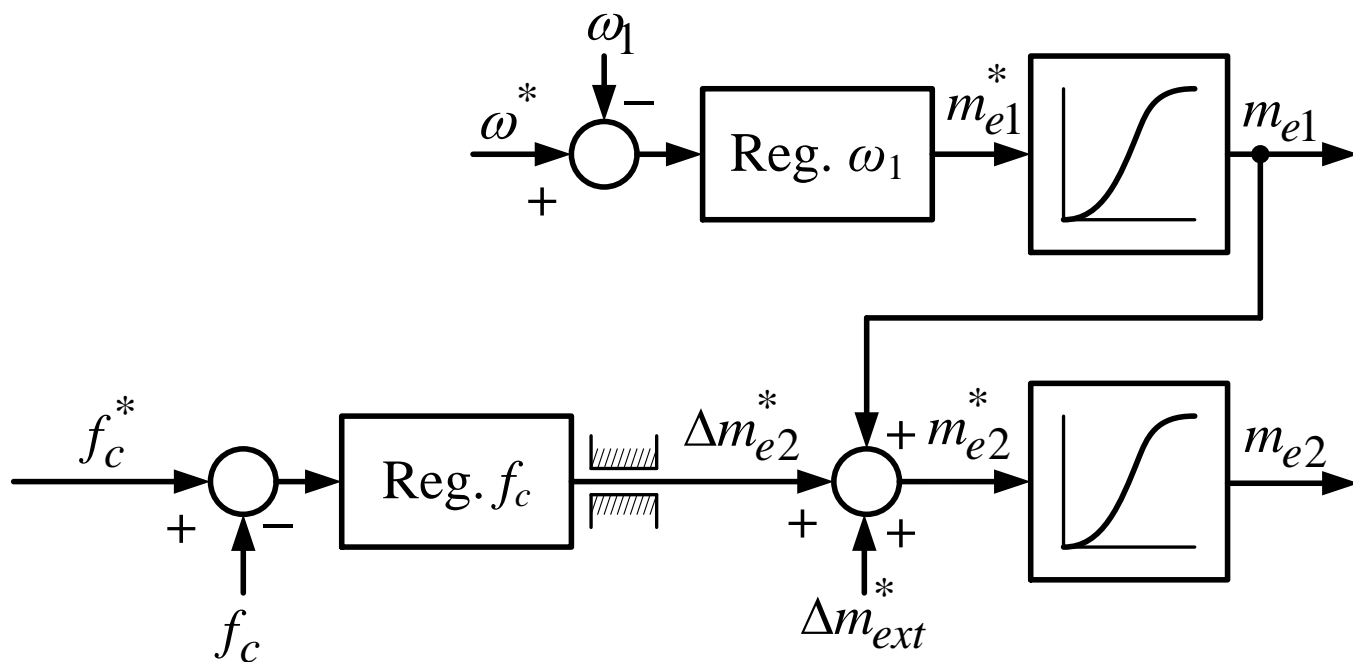
Analiza ponašanja prvog pogona sa kombinovanim upravljanje po brzini i momentu



Analiza ponašanja drugog pogona sa kombinovanim upravljanje po brzini i momentu

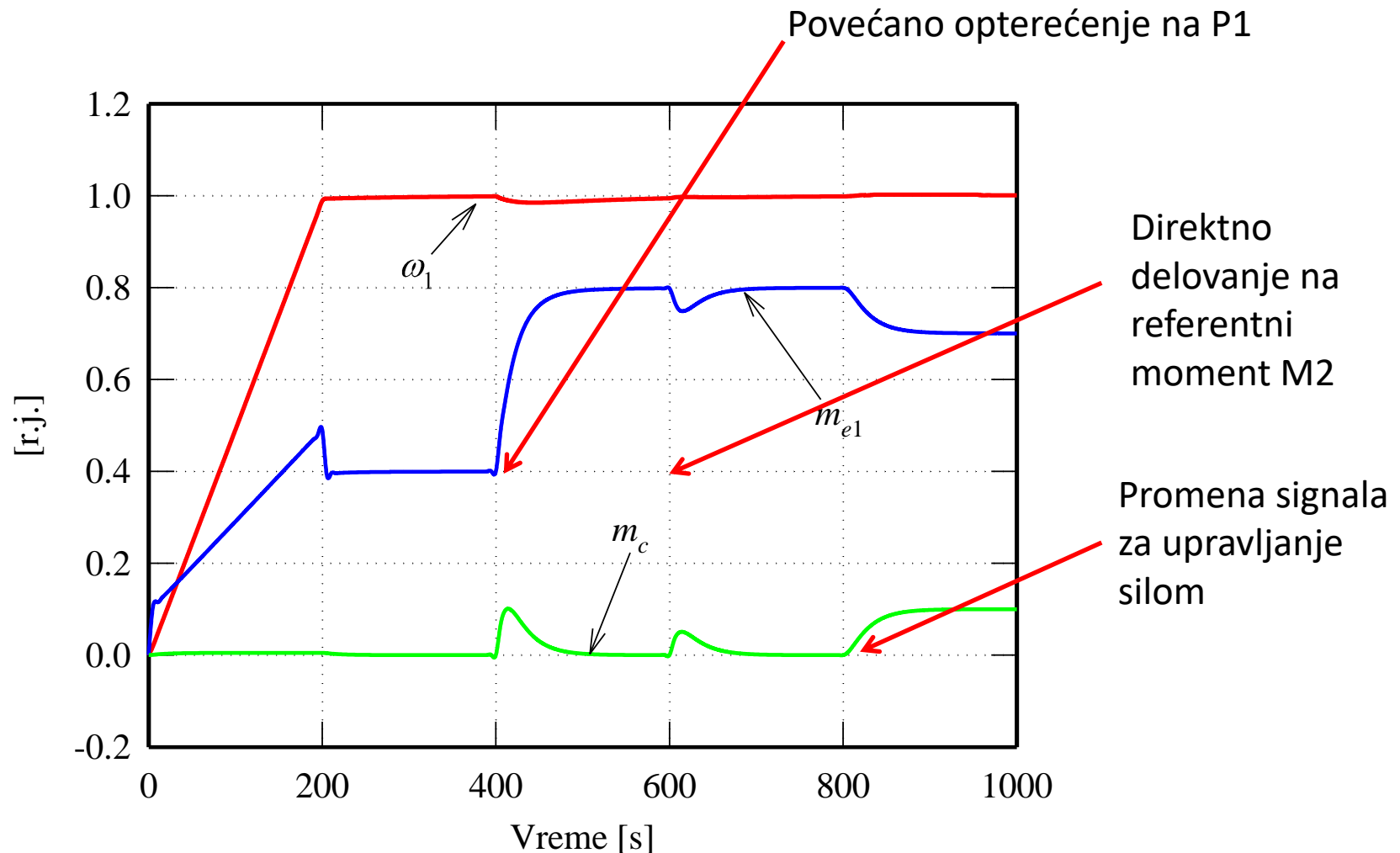


Kombinovano upravljanje po brzini i sili u materijalu

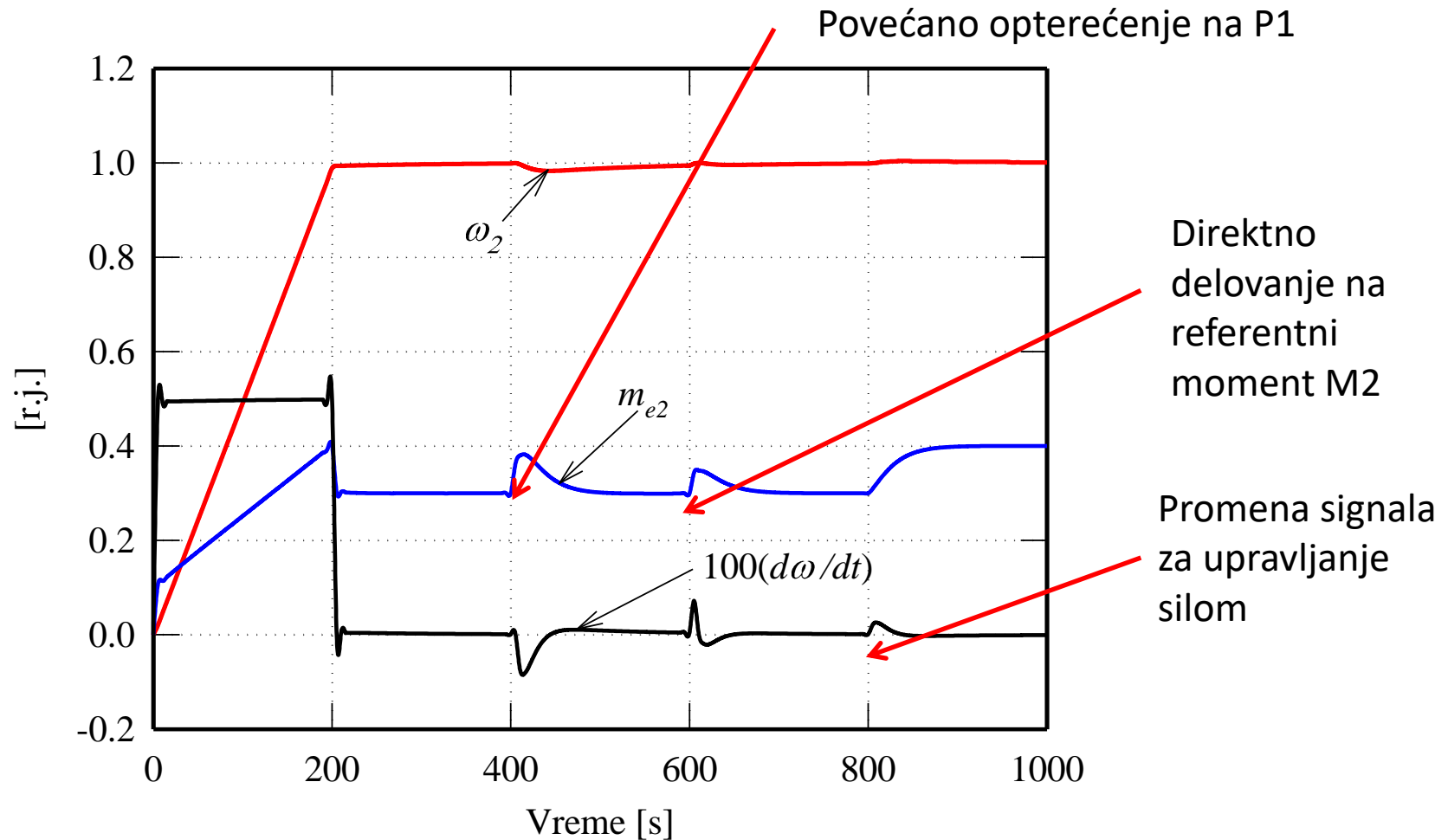


Regulator sile u materijalu

Analiza ponašanja prvog pogona sa kombinovanim upravljanjem po brzini i sili



Analiza ponašanja drugog pogona sa kombinovanim upravljanjem po brzini i sili



Primena opisanog načina upravljanja

Promena strukture sistema, rad sa i bez materijala.

Detekcija:

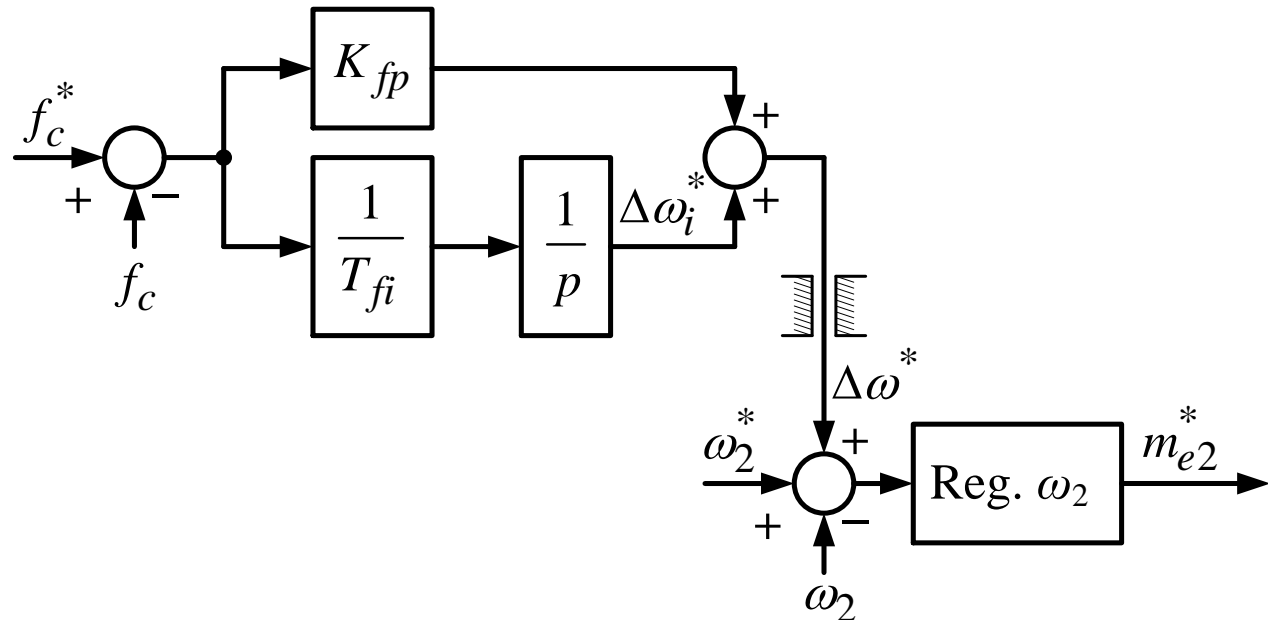
- Foto senzor.
- Elektromagnetni senzor
- Senzor sile

$$LOG = \begin{cases} 1 & |f_c| > f_{cmin} \\ 0 & |f_c| \leq \Delta f_{cmin} \end{cases}$$

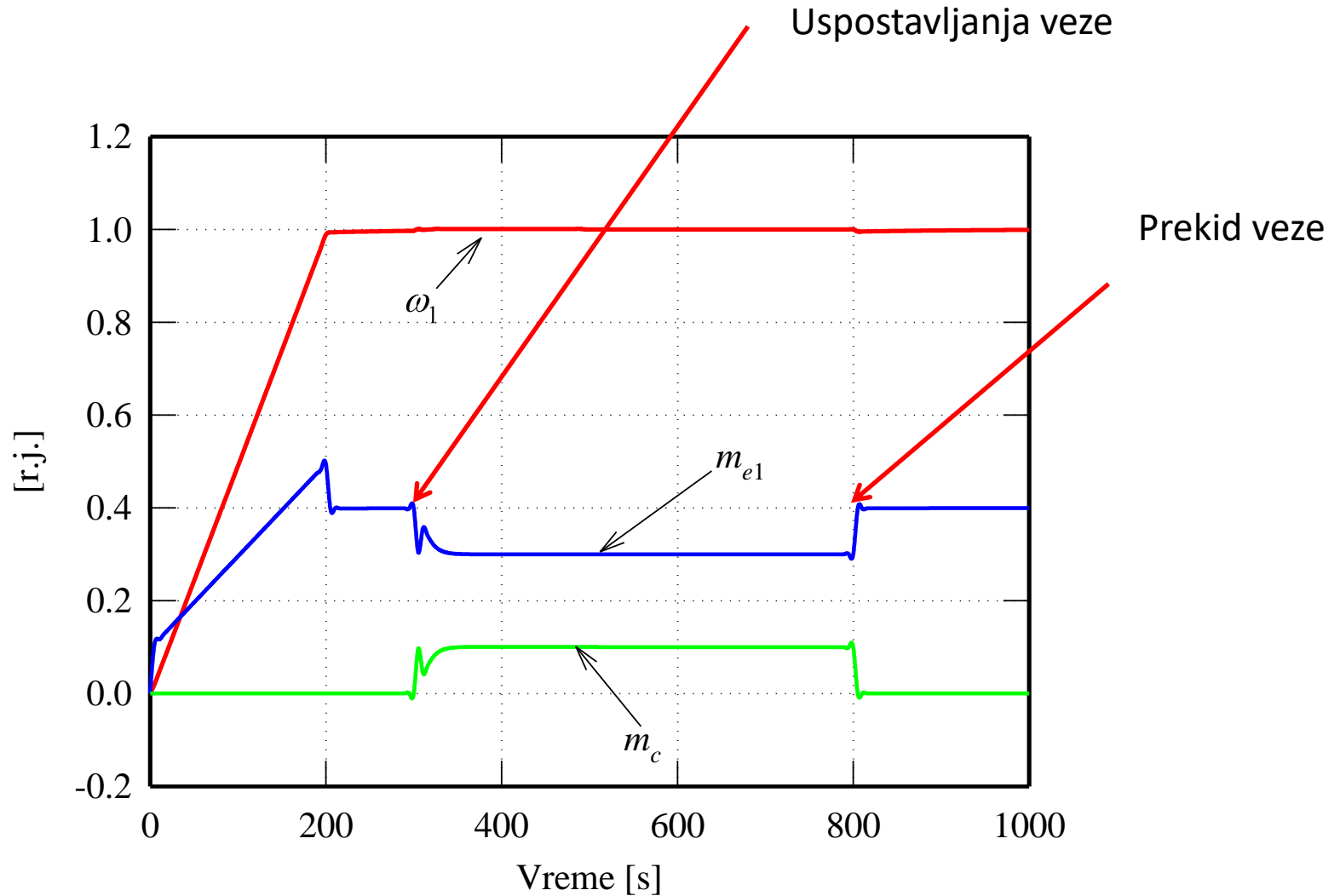
Paralelno prosleđivanje ref. brzine sa reg. sile u materijalu

U trenutku uspostavljanja mehaničke veze:

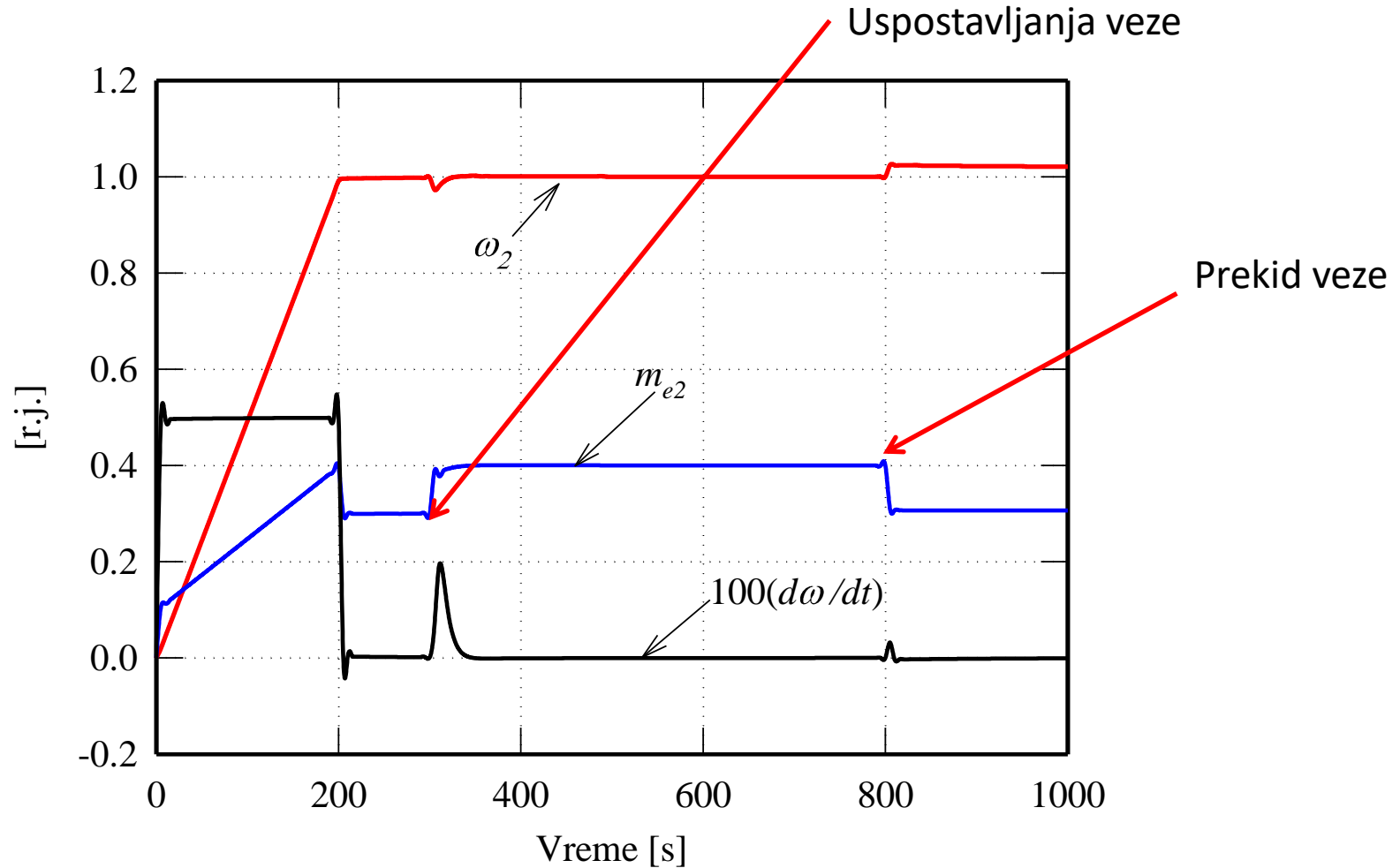
- Zadaje se ref. sila zatezanja u materijalu
- Oslobađa integralno dejstvo regulatora sile.



Analiza ponašanja prvog pogona sa paralelnim prosleđivanjem ref. brzine i reg. sile



Analiza ponašanja drugog pogona sa paralelnim prosleđivanje ref. brzine i reg. sile



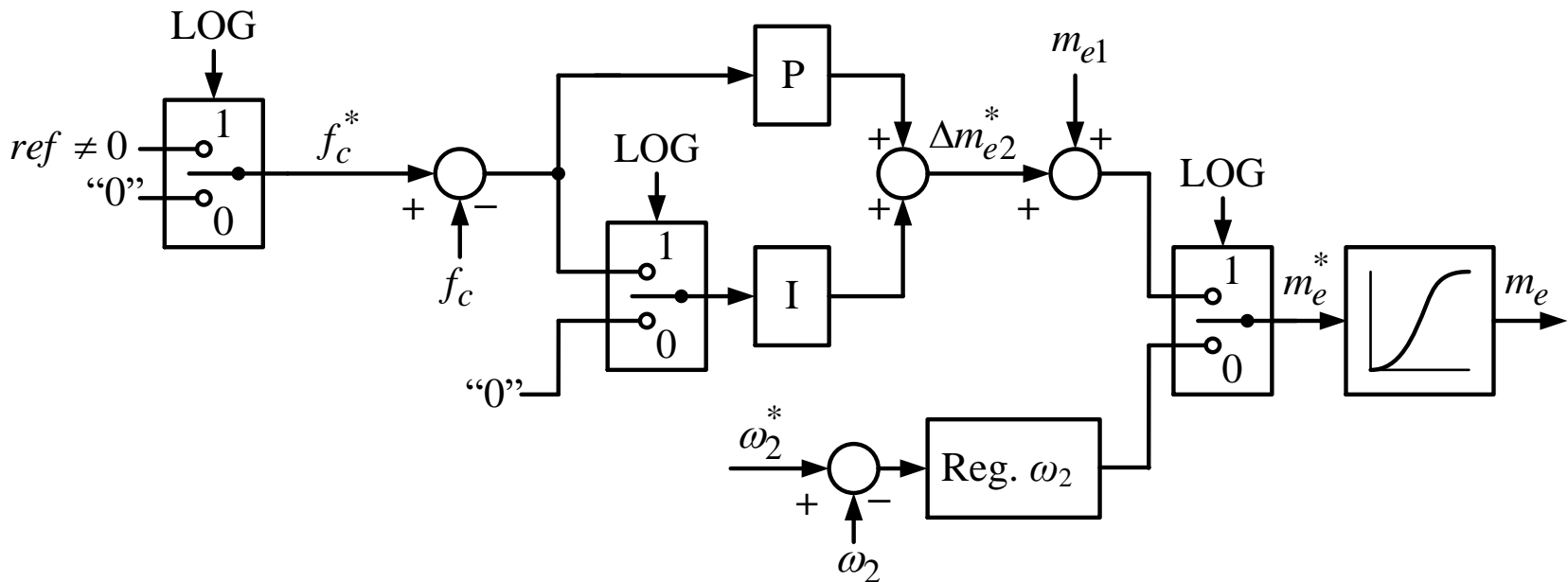
Kombinovano upravljanje

U trenutku uspostavljanja mehaničke veze:

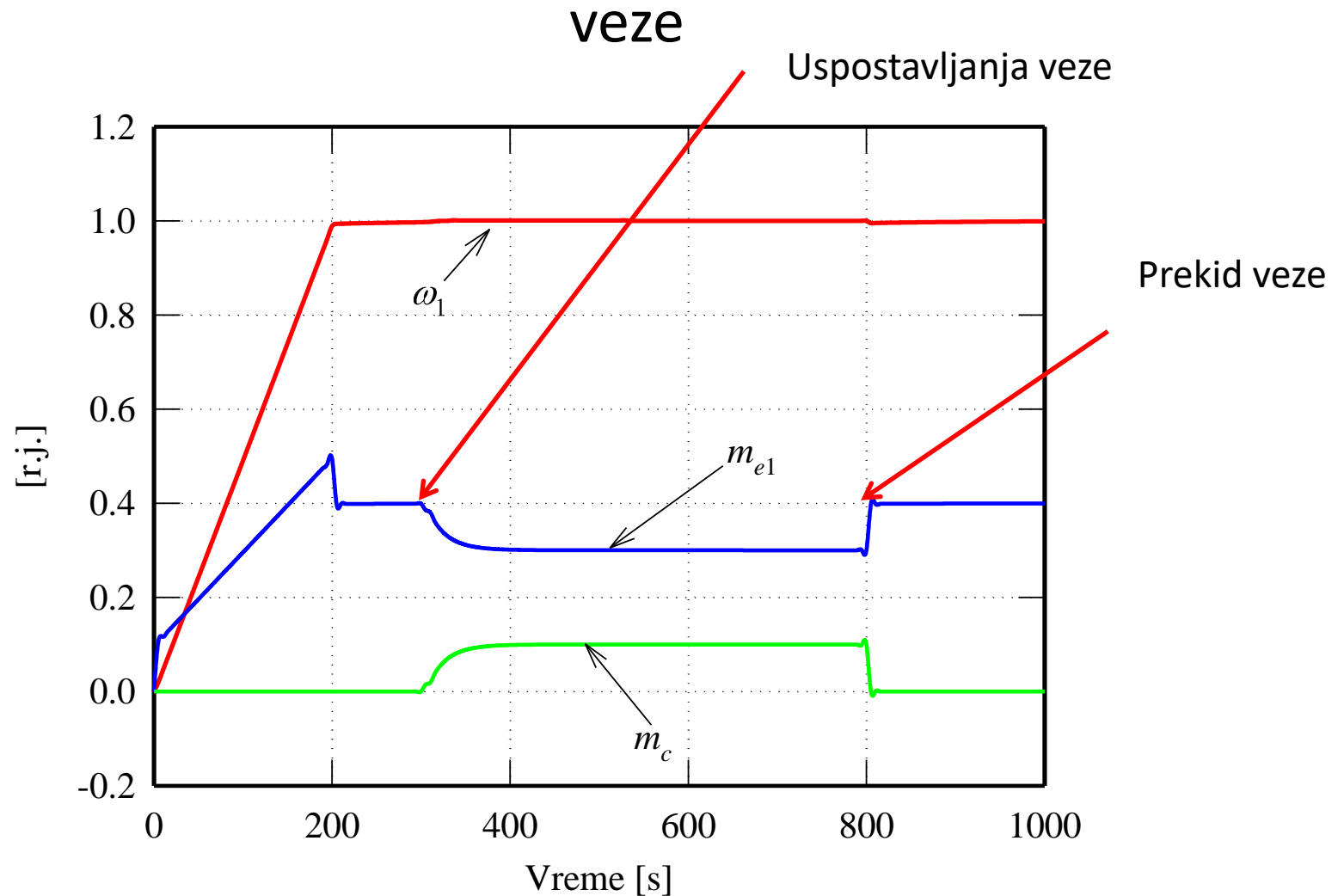
- Drugi pogon prelazi iz režima upravljanja po brzini na upravljanje po sili u materijalu.
- Zadaje se sila zatezanja.
- Oslobađa integralno dejstvo regulatora sile.

Primena opisanog načina upravljanja

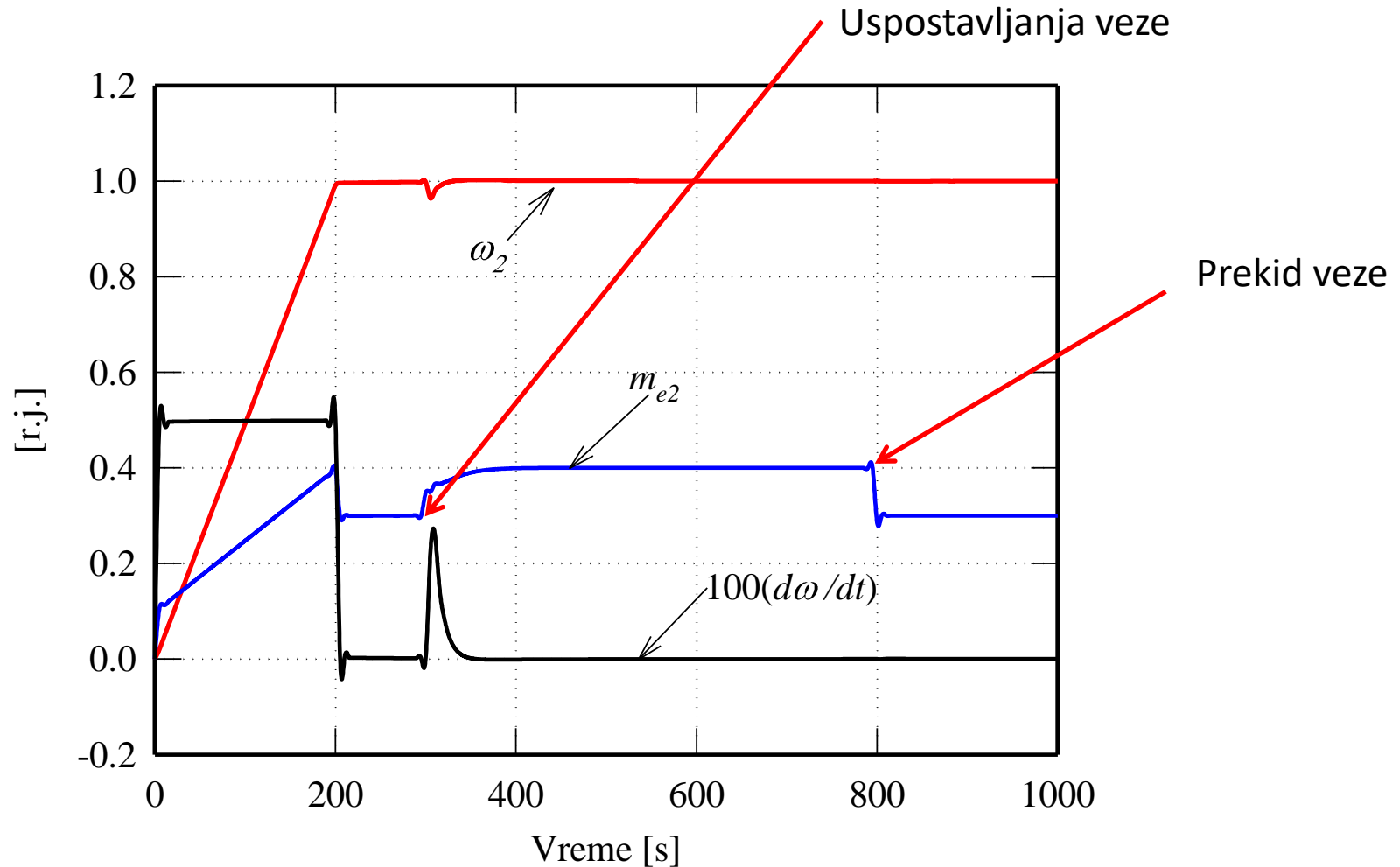
Regulator promenljive strukture za kombinovano upravljanje po brzini i sili u materijalu



Analiza ponašanja prvog pogona sa kombinovanim upravljanjem pri uspostavljanju i prekidu mehaničke



Analiza ponašanja drugog pogona sa kombinovanim upravljanjem pri uspostavljanju i prekidu mehaničke veze

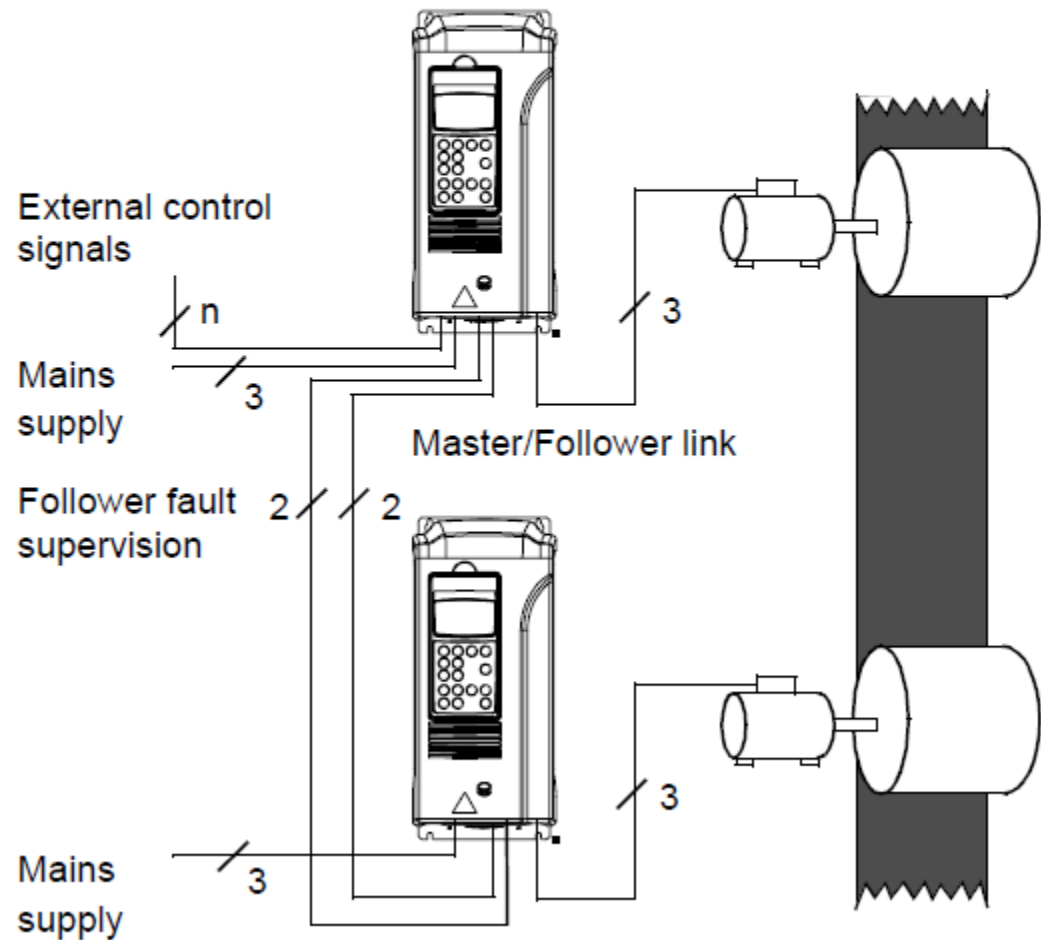


Zaključak

- Moguća primena oba načina upravljanja.
- Konačan izbor zavisi od:
 - Broja pogona u sistemu.
 - Vrste mehaničke veze, trajna ili povremena.
 - Tehnoloških zahteva i uslova.

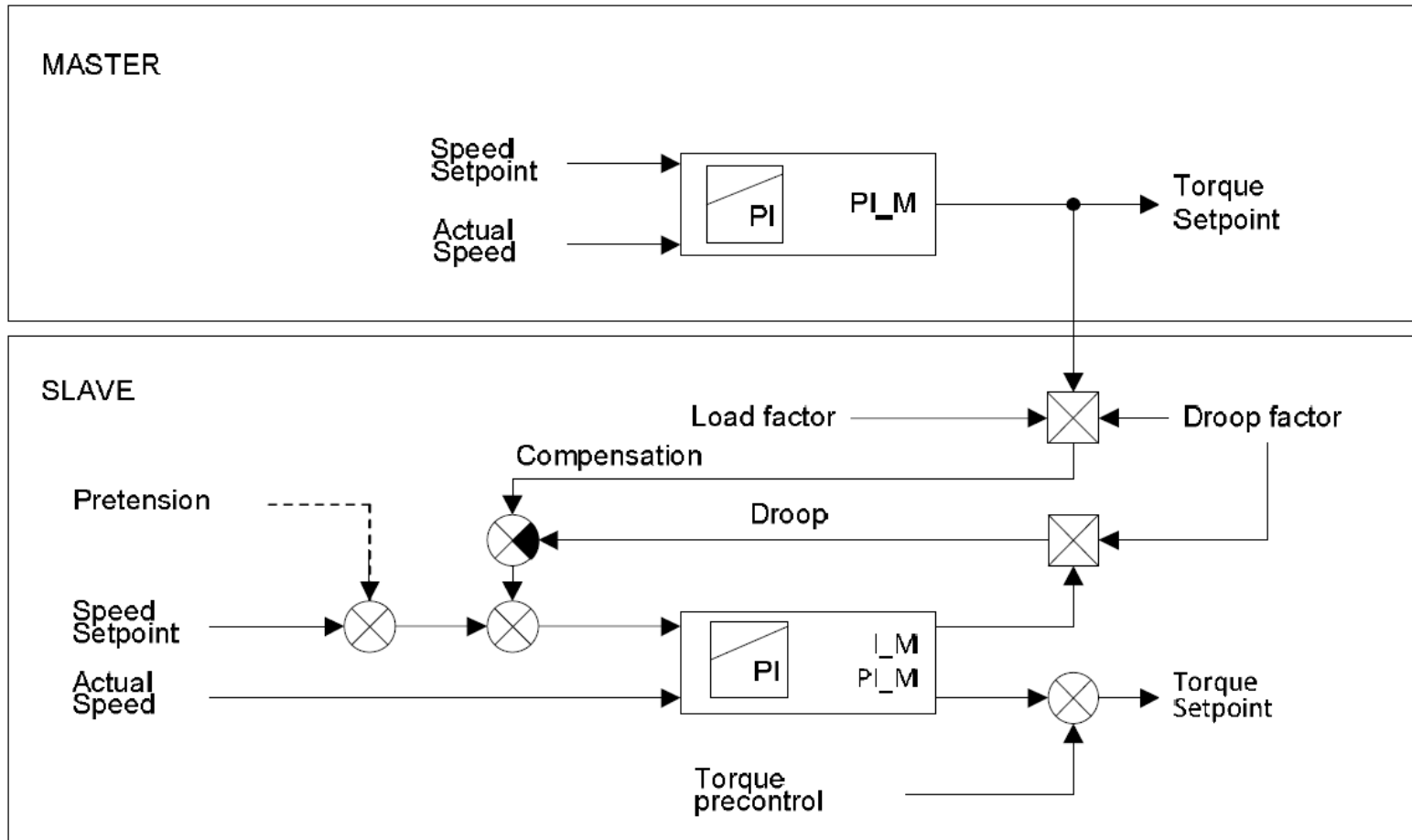
ABB

- Speed-controlled master
- Follower follows the speed reference of the master



Siemens

SINAMICS S: DCC Load Sharing

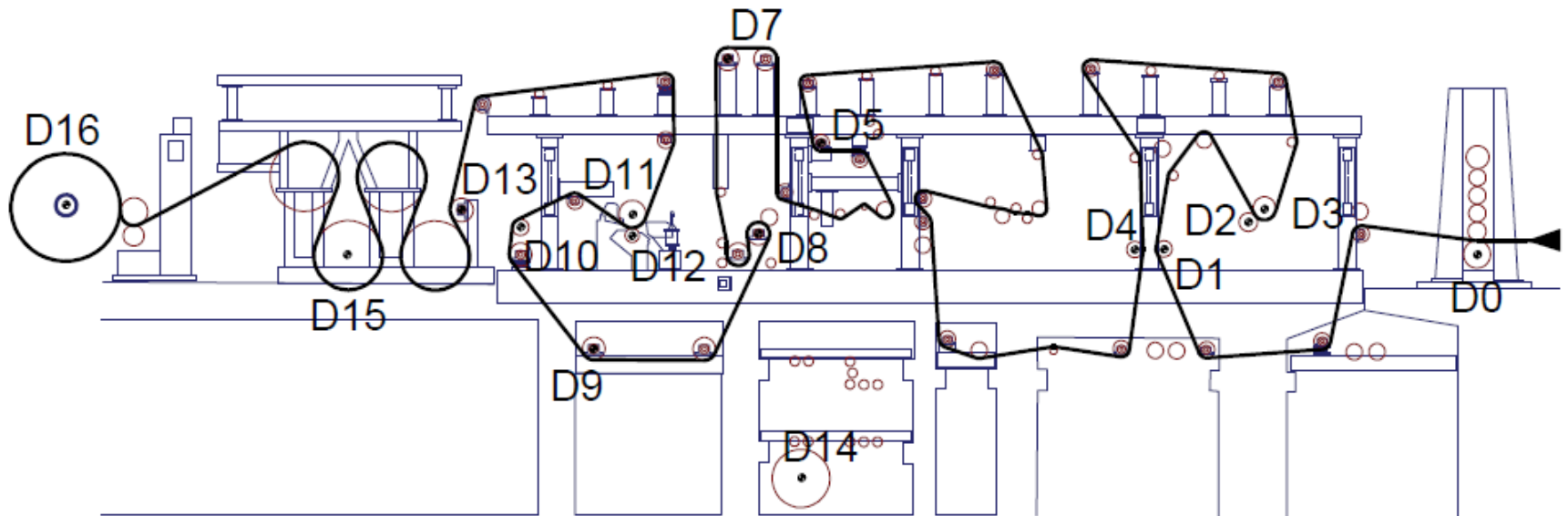


Primer- karton mašina završna obrada

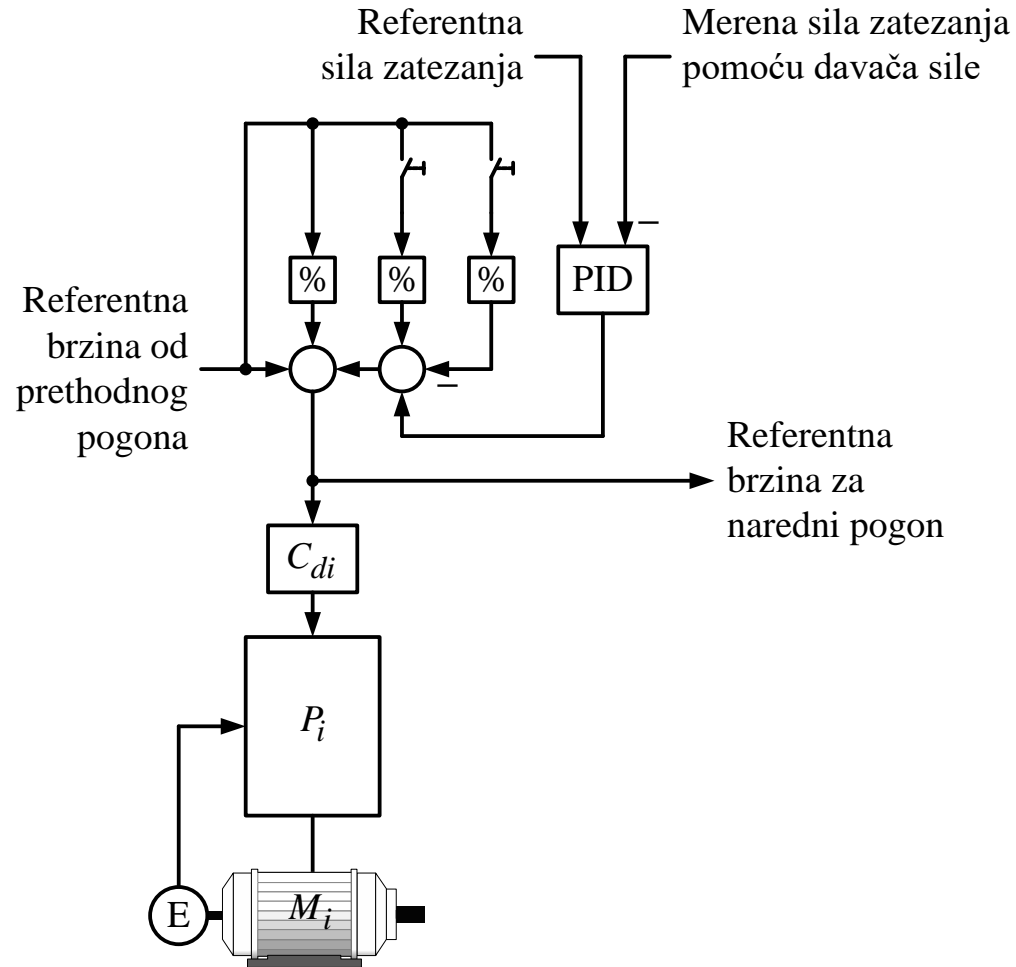


Pogoni sa elastičnom mehaničkom vezom

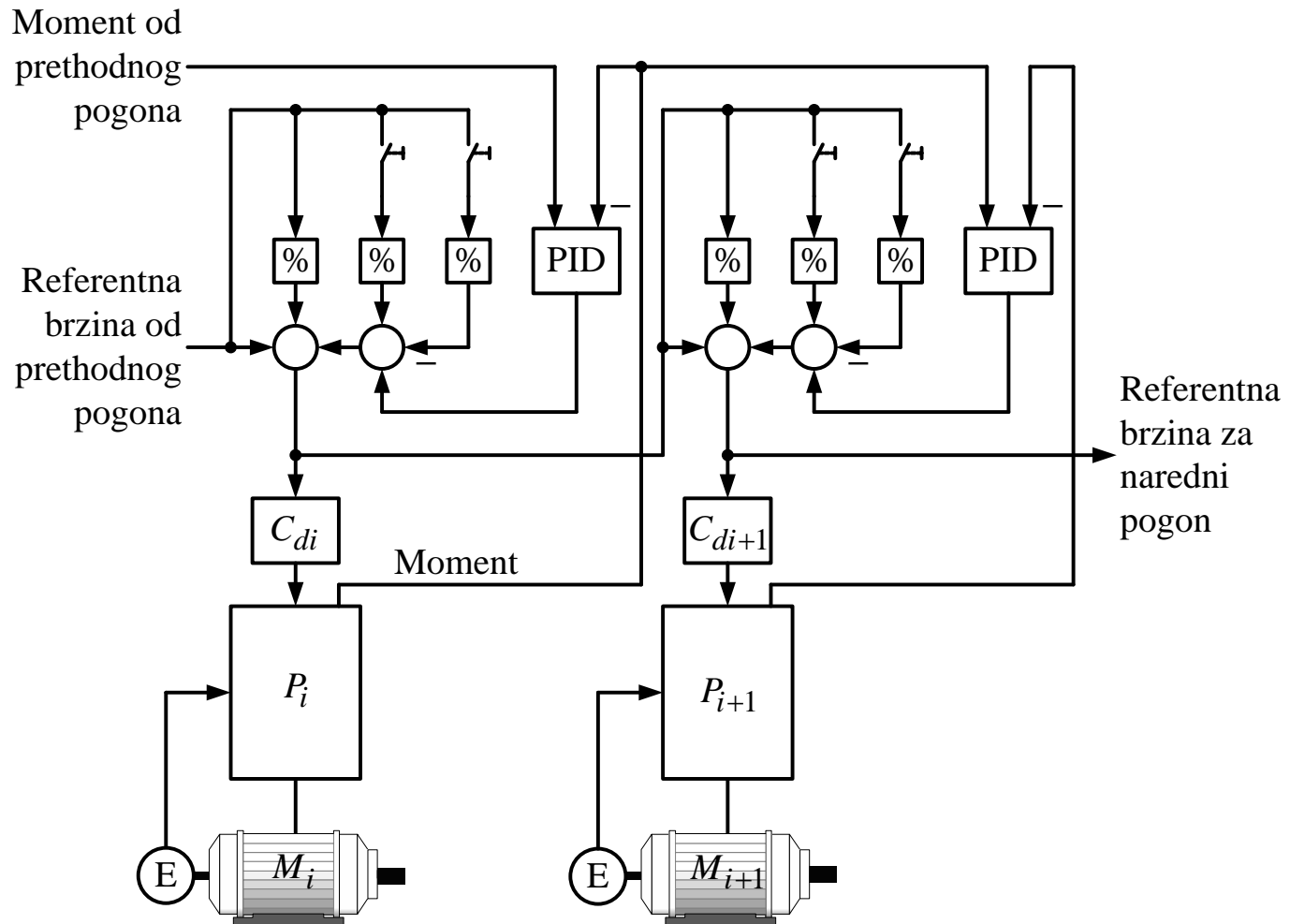
Šema postrojenja



Regulacija sile zatezanja



Regulacija raspodele opterećenja



Premotač



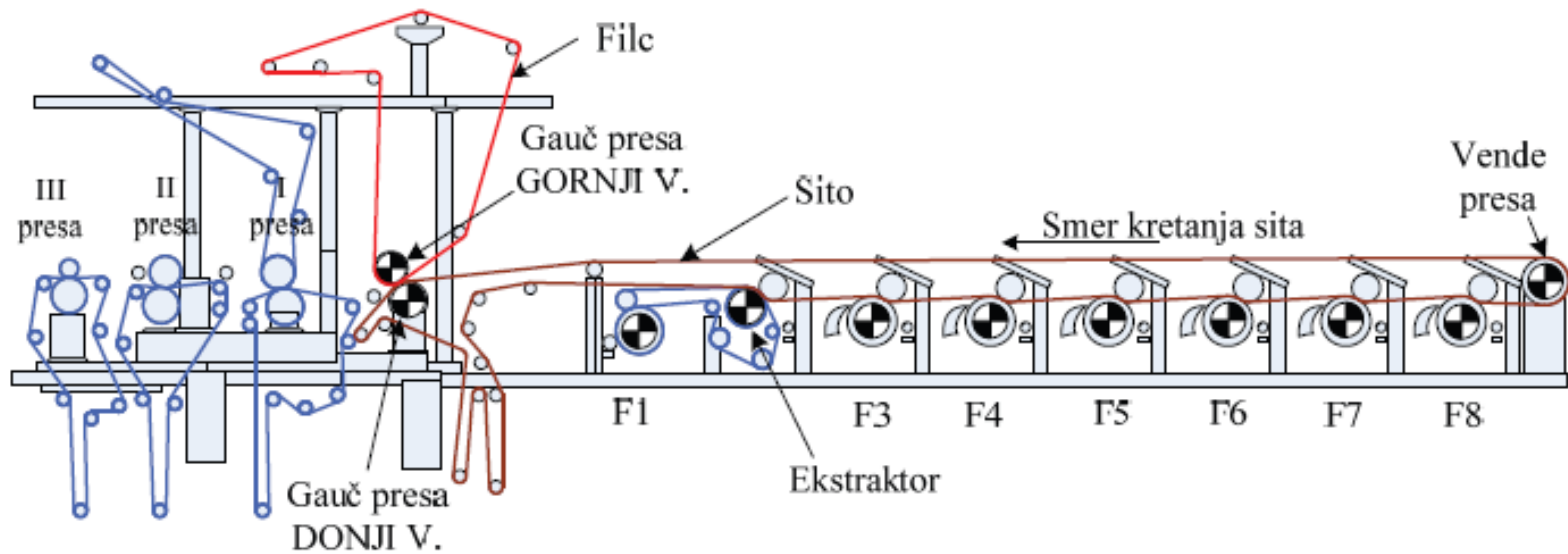
Pogoni sa elastičnom mehaničkom vezom

Mehanička veza pogona preko konstruktivnih elemenata

Pogon karton mašine – partija formera

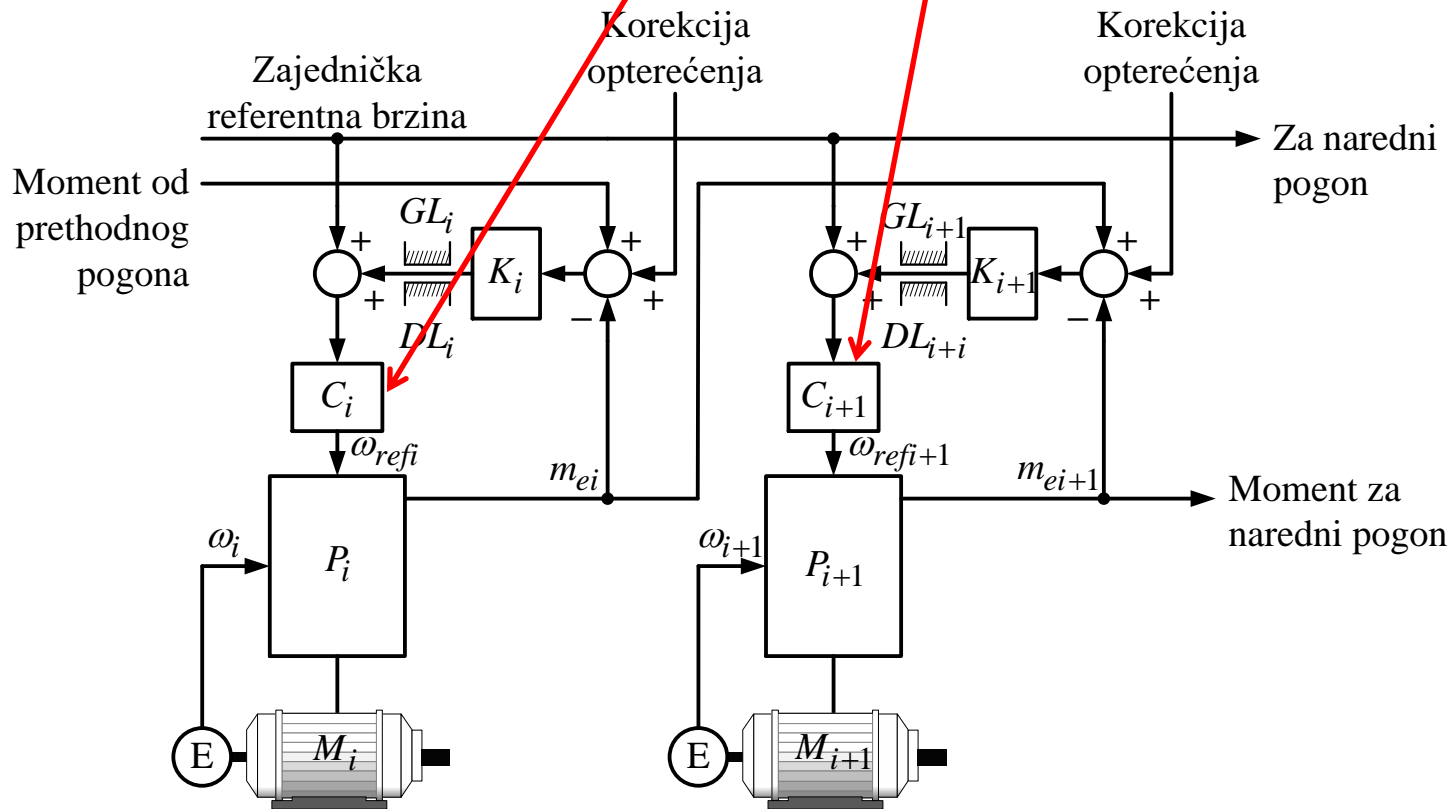


Šema postrojenja



Šema upravljanja

$$C_i = \frac{V_{\max}}{N_{\max}} \frac{I_i}{\pi D_i}$$



Transporteri sa gumenom trakom



Pogoni sa elastičnom mehaničkom vezom