

Regulisani elektromotorni pogoni sa asinhronim mašinama – **skalarno upravljanje**

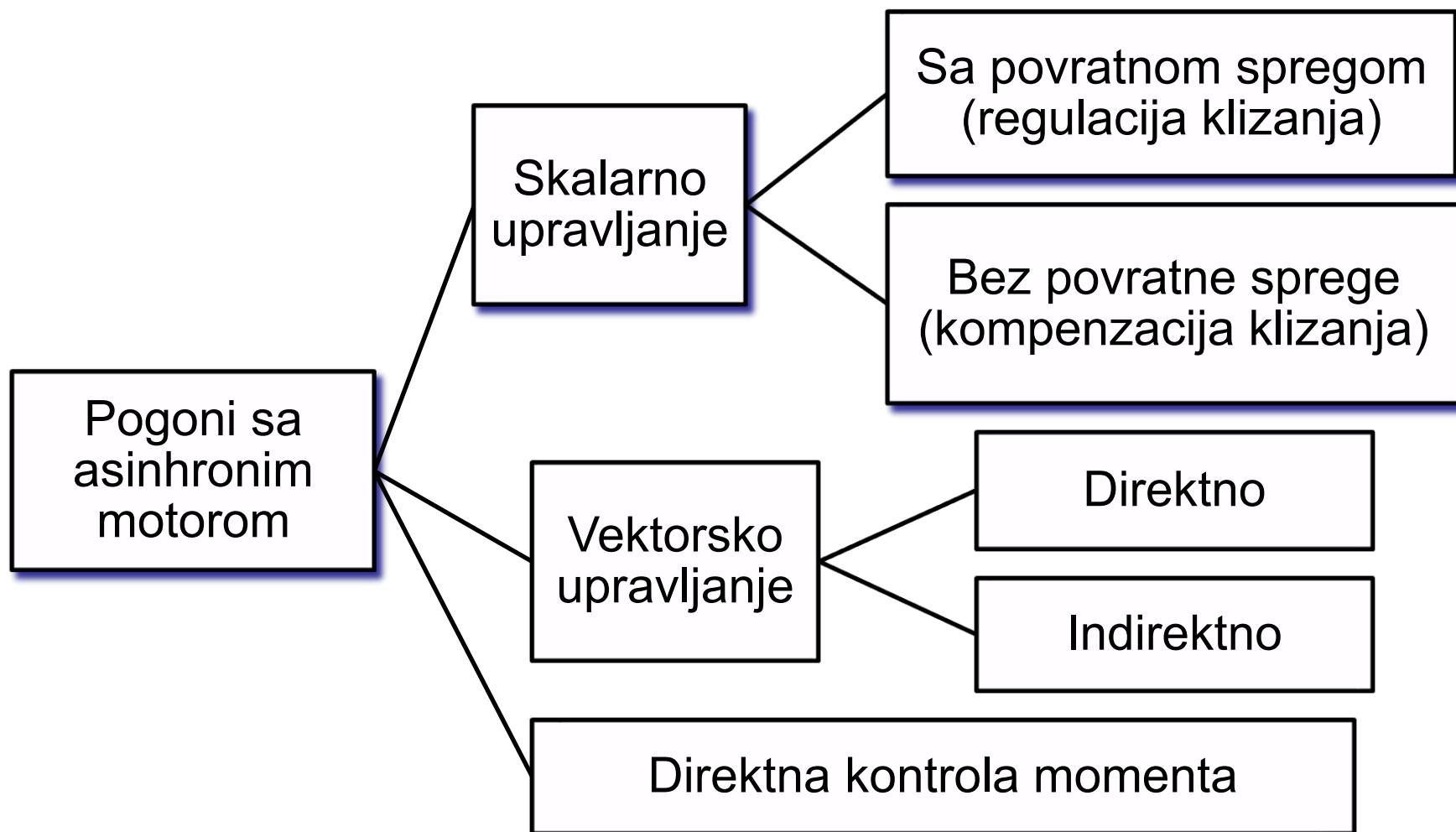
Primena naponskih frekventnih pretvarača

Kompenzacija otpora statora

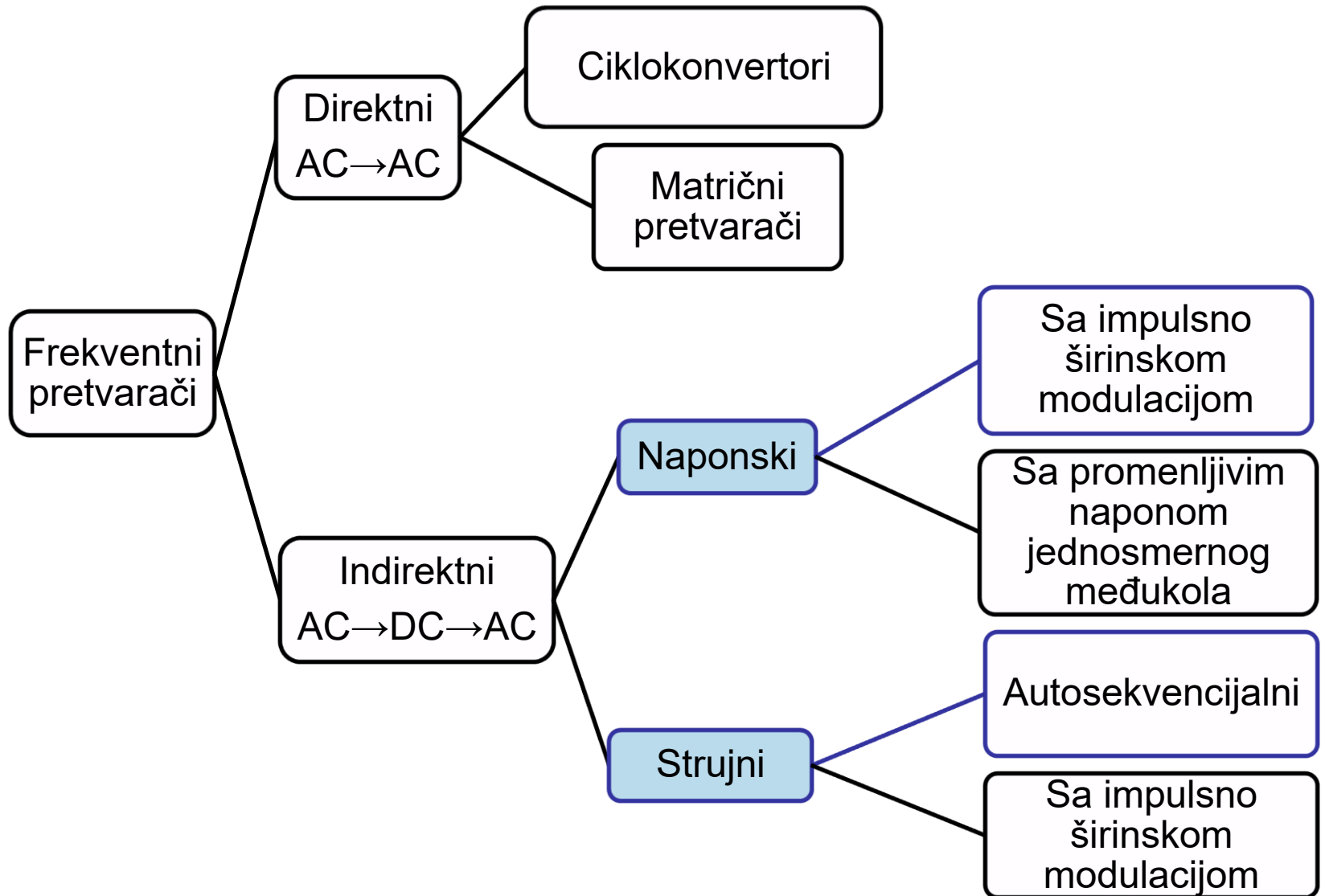
Kompenzacija klizanja

Primena strujnih frekventnih pretvarača

Klasifikacija upravljanja pogonima sa asinhronim motorima



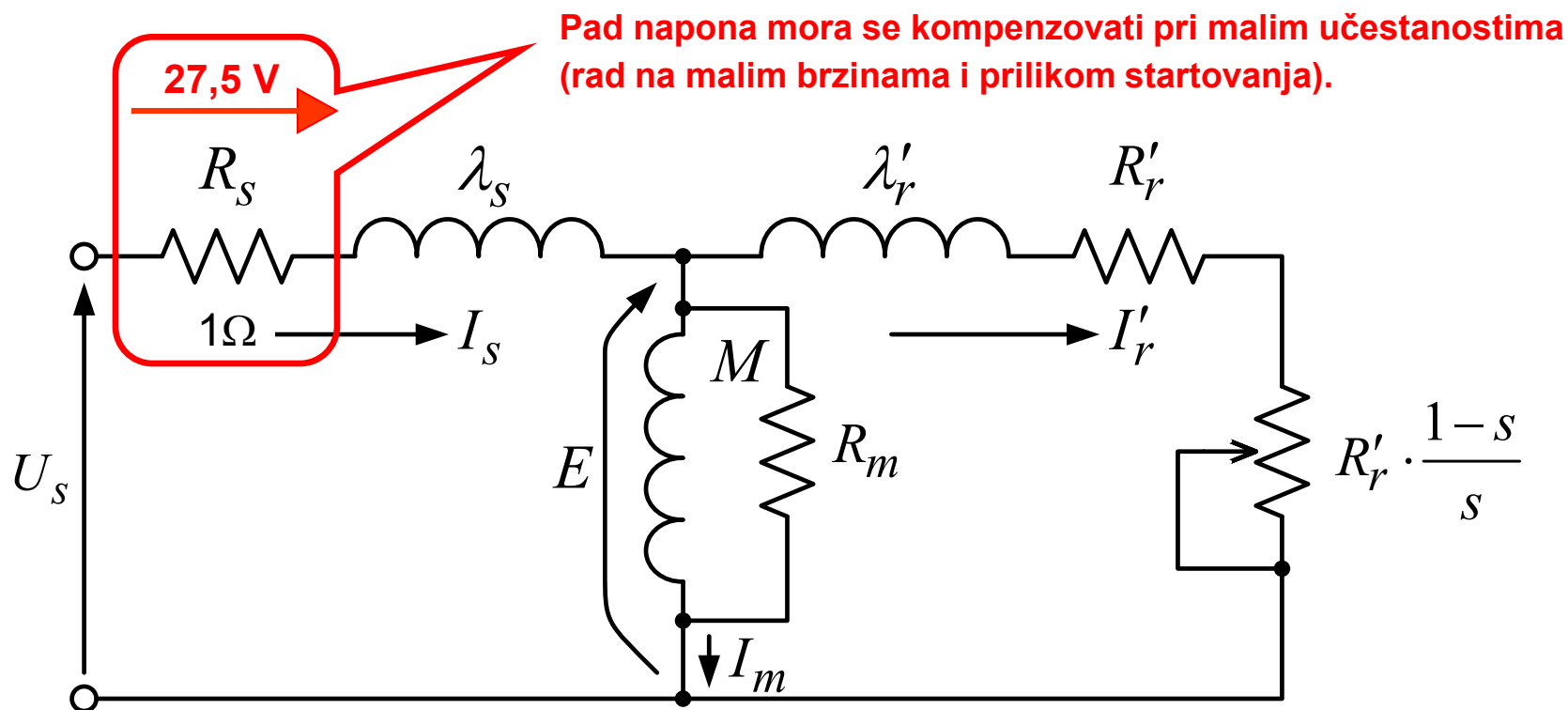
Klasifikacija frekventnih pretvarača



Statičke karakteristike asinhronog motora sa promenljivom učestanošću, naponsko napajanje

- Ukoliko se sa promenom učestanosti proporcionalno menja i napon (statora), fluks u mašini se može održavati na (približno) konstantnoj vrednosti.
- Potrebno je izvršiti kompenzaciju pada napona na statorskoj otpornosti, pogotovo na malim učestanostima.
- Impedanse rasipanja se smanjuju sa smanjenjem učestanosti.
- Prilikom kompenzacije, mora se voditi računa o zasićenju magnetnog materijala.

Razmatranje u oblasti malih brzina (učestanosti)



$$f_s = 50 \text{ Hz} \quad U_s = 230 \text{ V} \quad I_s = 27,5 \text{ A}$$

$$f'_s = 5 \text{ Hz} \quad U'_s = 23 \text{ V} \quad I'_s = I_s = 27,5 \text{ A}$$

$$f''_s = 1 \text{ Hz} \quad U''_s = 4,6 \text{ V} \quad I''_s = I_s = 27,5 \text{ A}$$

Motor	3~	50Hz	IEC 34-1
		No.	
15	kW	1455	r/min.
		Cl. F	$\cos \varphi = 0.90$
Y		400 V 27.5 A	 230 V 48.7 A
Cat. No.		IP 54	kg

Ukoliko zanemarimo gubitke u gvožđu i granu magnećenja: $R_s \neq 0, P_{Fe} = 0, M \rightarrow \infty$

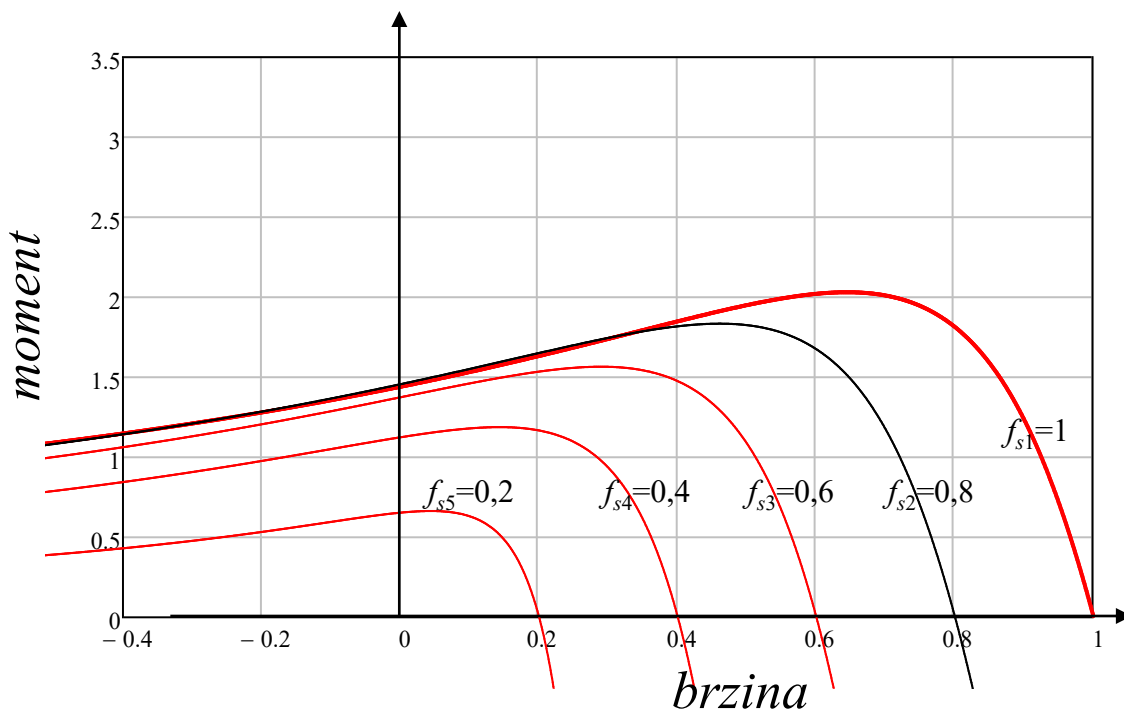
$$M_p = \pm \frac{3 \cdot P}{2} \cdot \frac{U_s^2}{\omega_s} \frac{1}{\sqrt{R_s^2 + \omega_s^2 \cdot (\lambda_s + \lambda_r')^2} \pm R_s} = f(U_s, \omega_s)$$

$$s_p = \pm \frac{R_r'}{\sqrt{R_s^2 + \omega_s^2 \cdot (\lambda_s + \lambda_r')^2}} = f(\omega_s)$$

Ako se u ovom slučaju obezbedi

$$\frac{U_s}{\omega_s} = \frac{U_{sn}}{\omega_{sn}} = \text{const.}$$

dobijaju se karakteristike prikazane na slici desno.



Povoljniji oblik mehaničkih karakteristika dobija se odstupanjem od održavanja odnosa napona i učestanosti na konstantnoj vrednosti.

$$\frac{U_s}{f_s} = \frac{U_{sn}}{f_{sn}} = \text{const.}$$

Zavisnost napona od učestanosti (naponska kompenzacija)

$$U_s = f(\omega_s)$$

određuje se po različitim kriterijumima.

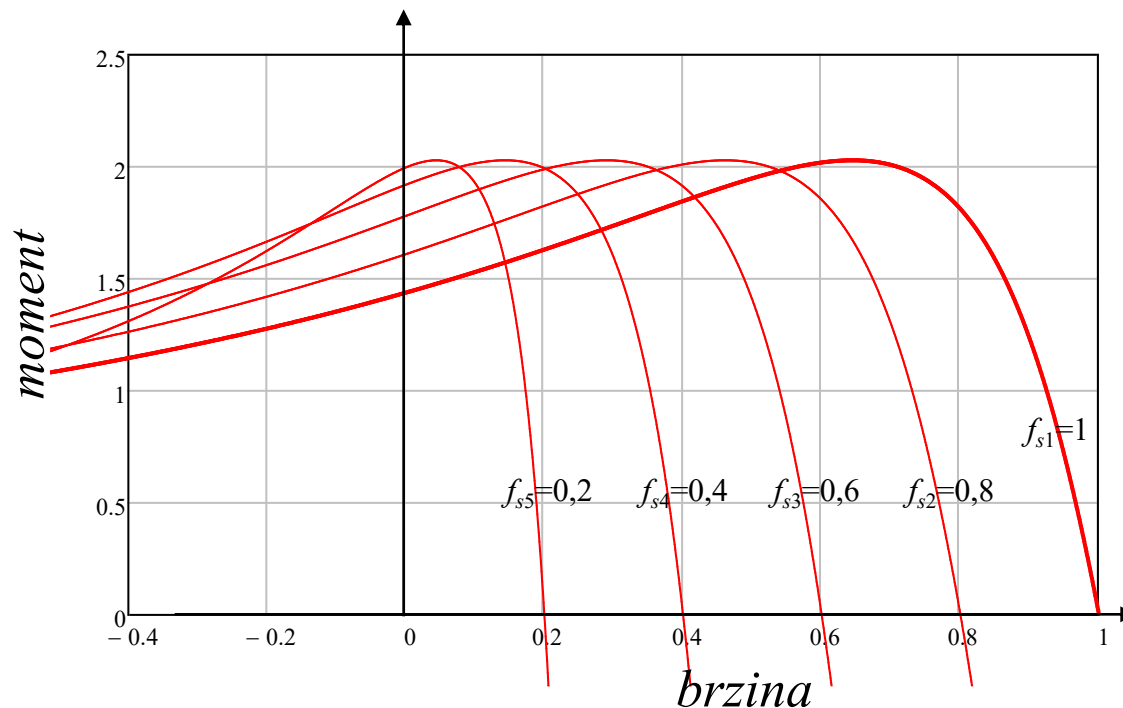
U posmatranom slučaju kada se želi održati konstantan prevalni momenat, pri svim učestanostima manjim od nominalne ova zavisnost je:

[N:]

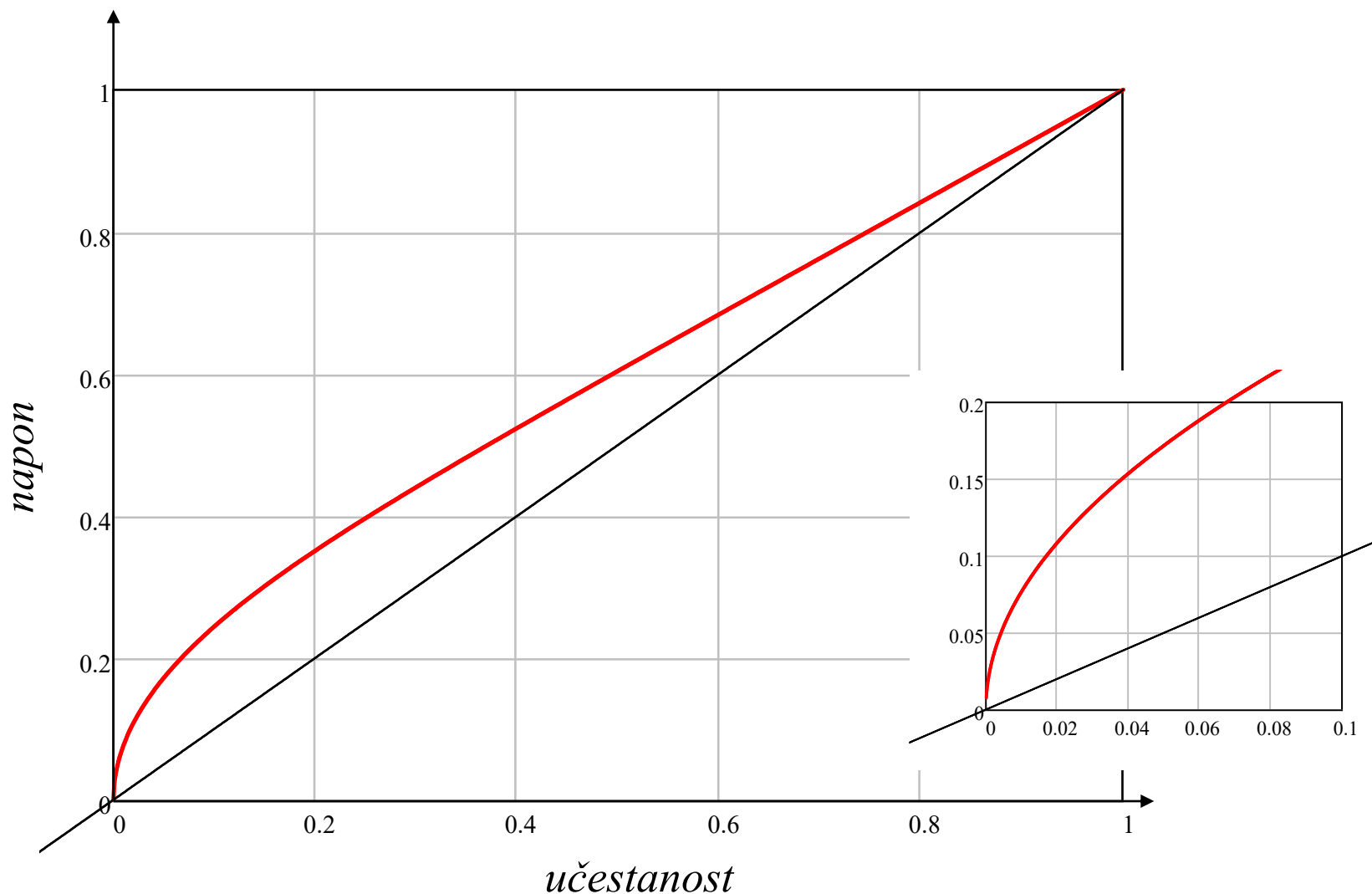
$$U_{sk} = \sqrt{\frac{2}{3 \cdot P} \cdot M_p \cdot \omega_s \cdot \left(\sqrt{R_s^2 + \omega_s^2 \cdot (\lambda_s + \lambda_r')^2} + R_s \right)} = f(\omega_s)$$

Mehaničke karakteristike uz primenjenu kompenzaciju napona su:

$$U_{sk} = \sqrt{\frac{2}{3 \cdot P} \cdot M_p \cdot \omega_s \cdot \left(\sqrt{R_s^2 + \omega_s^2 \cdot (\lambda_s + \lambda_r')^2} + R_s \right)} = f(\omega_s)$$

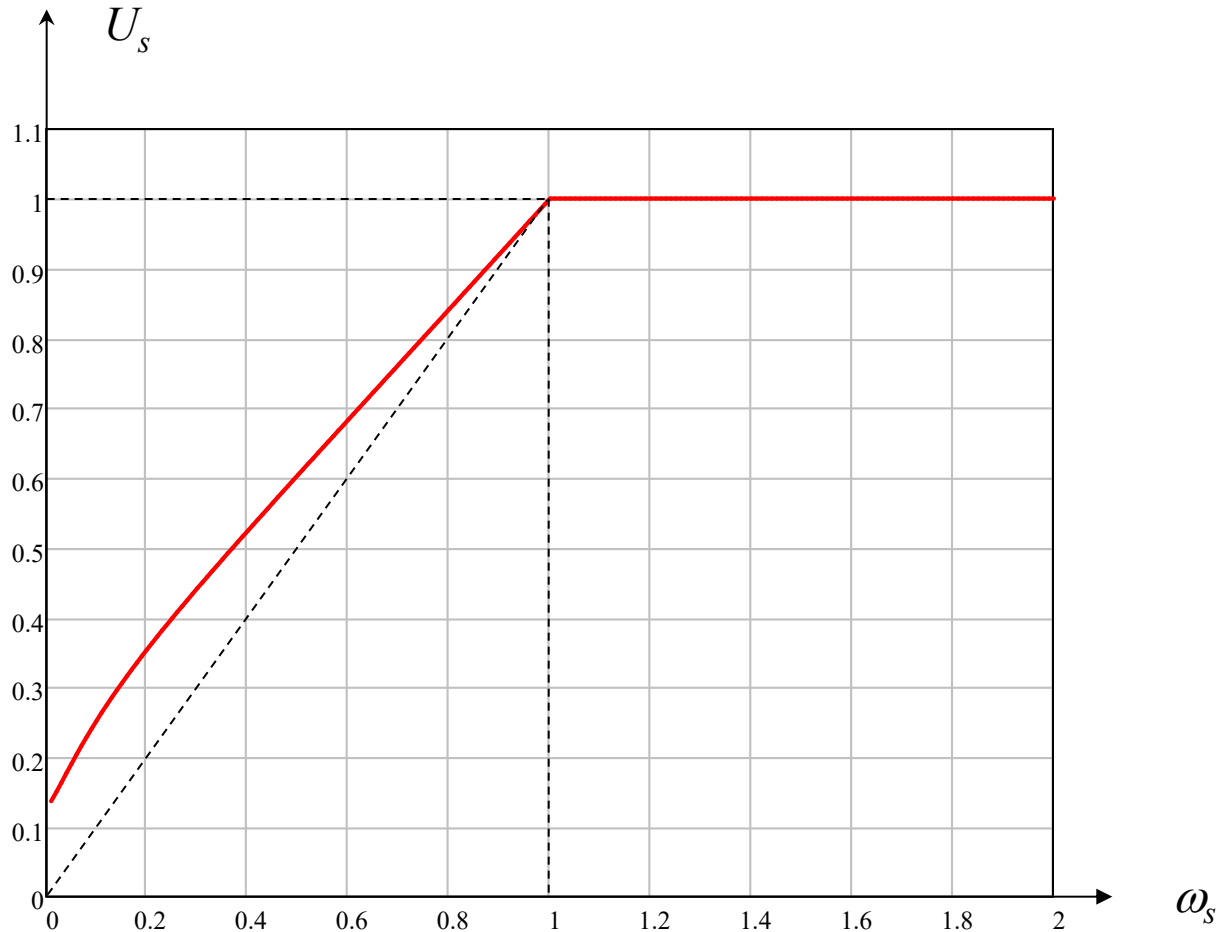


Zavisnost napona od učestanosti uz kompenzaciju kojom se obezbeđuje isti prevalni moment



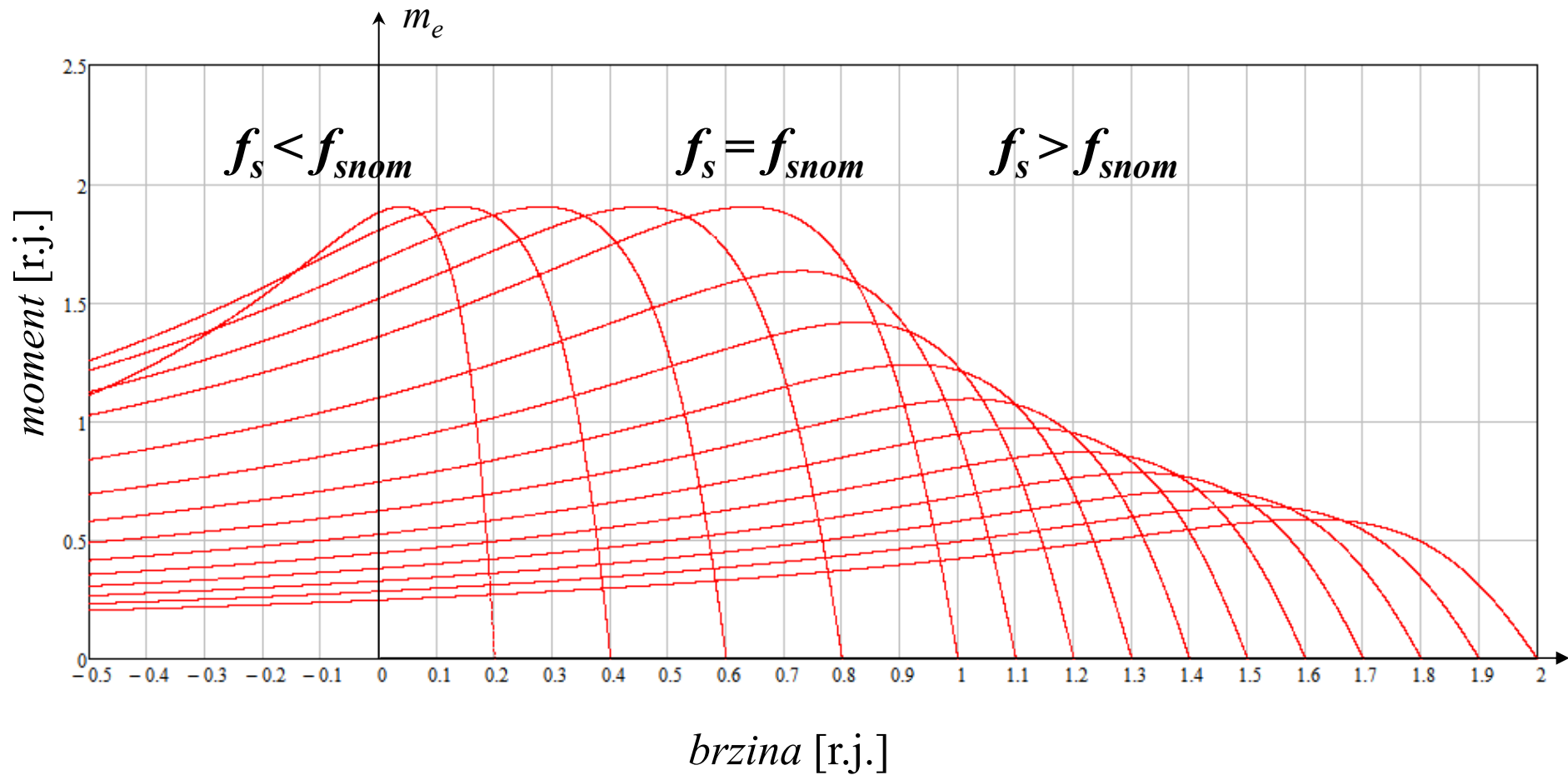
Za učestanosti veće od nominalne napon se ne može povećavati preko nominalnog:

$$U_s = U_{nom} = \text{const.}$$



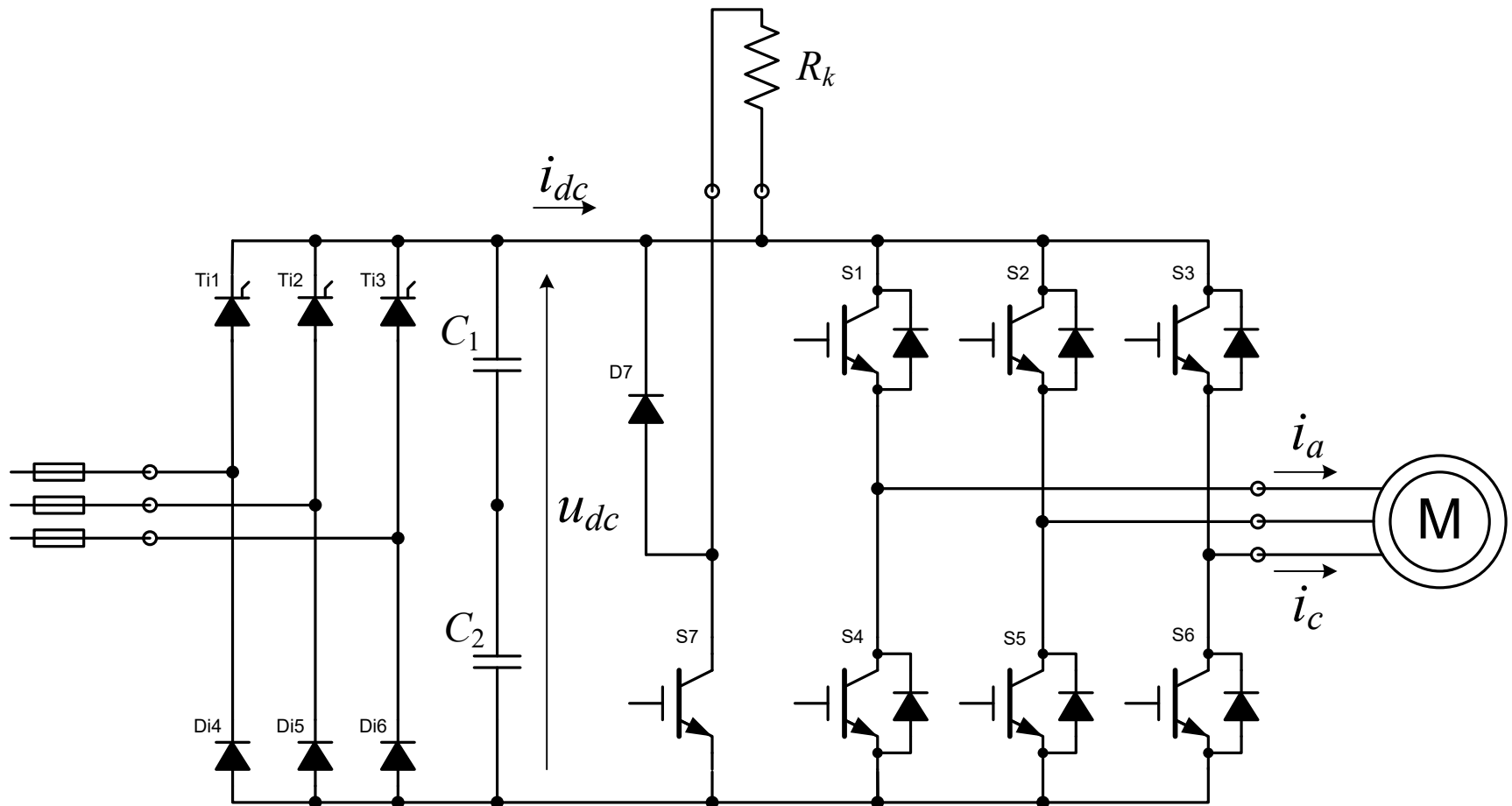
To se naravno odražava na smanjenje prevalnog momenta.

Familija statičkih karakteristika sa promenljivom učestanošću



Principijelna šema pogona sa asinhronim motorom napajanim iz naponskog invertora

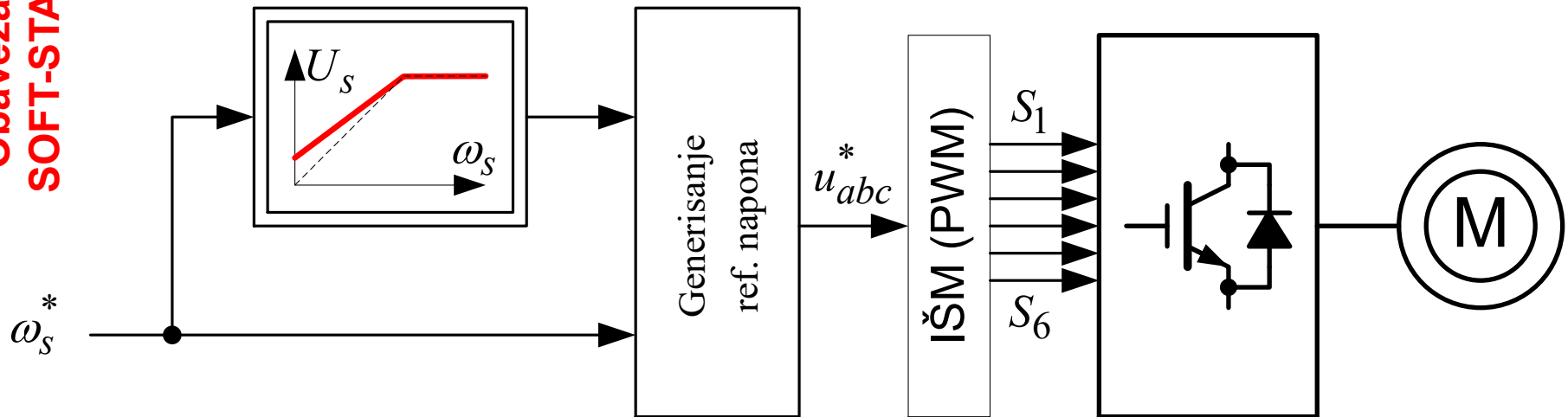
Prikazana konfiguracija omogućuje rad motora u režimu rekuperativnog kočenja. Energija kočenja se pretvara u toplotu u otporniku R_k .



Skalarno upravljanje pogonom sa asinhronim motorom promenom učestanosti

$$\omega \approx \omega_s$$

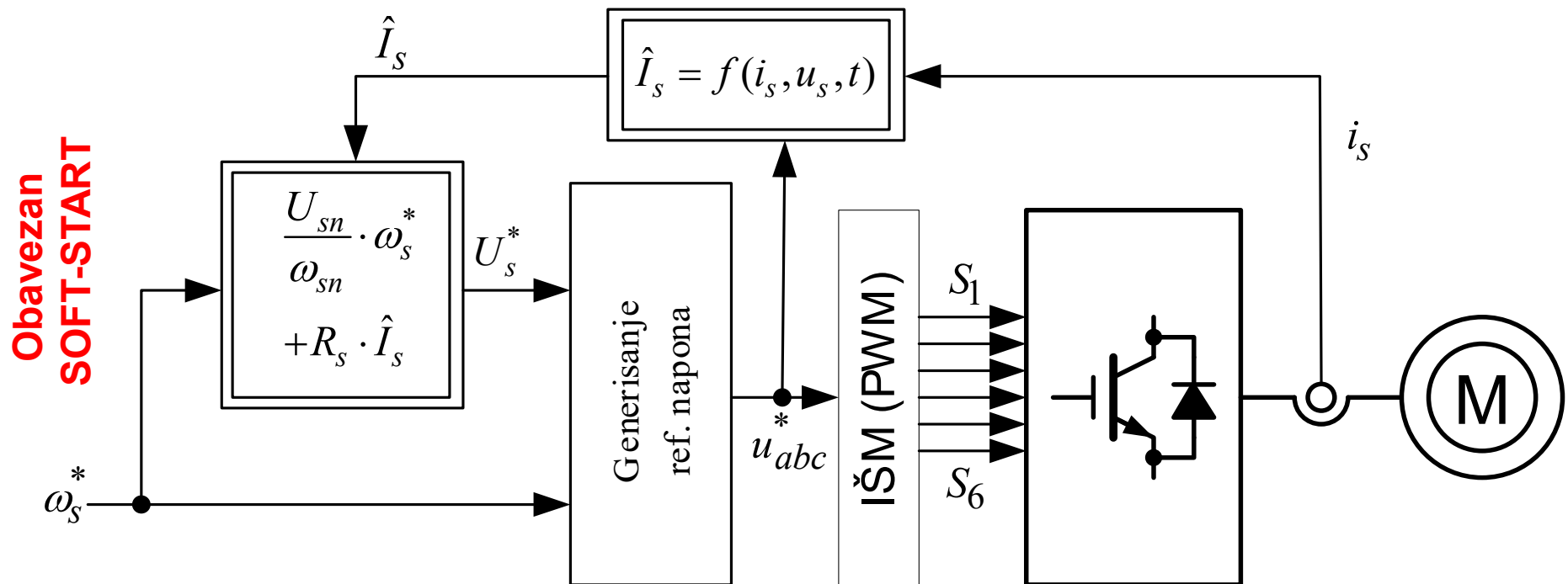
Obavezan
SOFT-START



Skalarno upravljanje pogonom sa asinhronim motorom promenom učestanosti

Kompenzacija otpora statora (i) na bazi merene struje

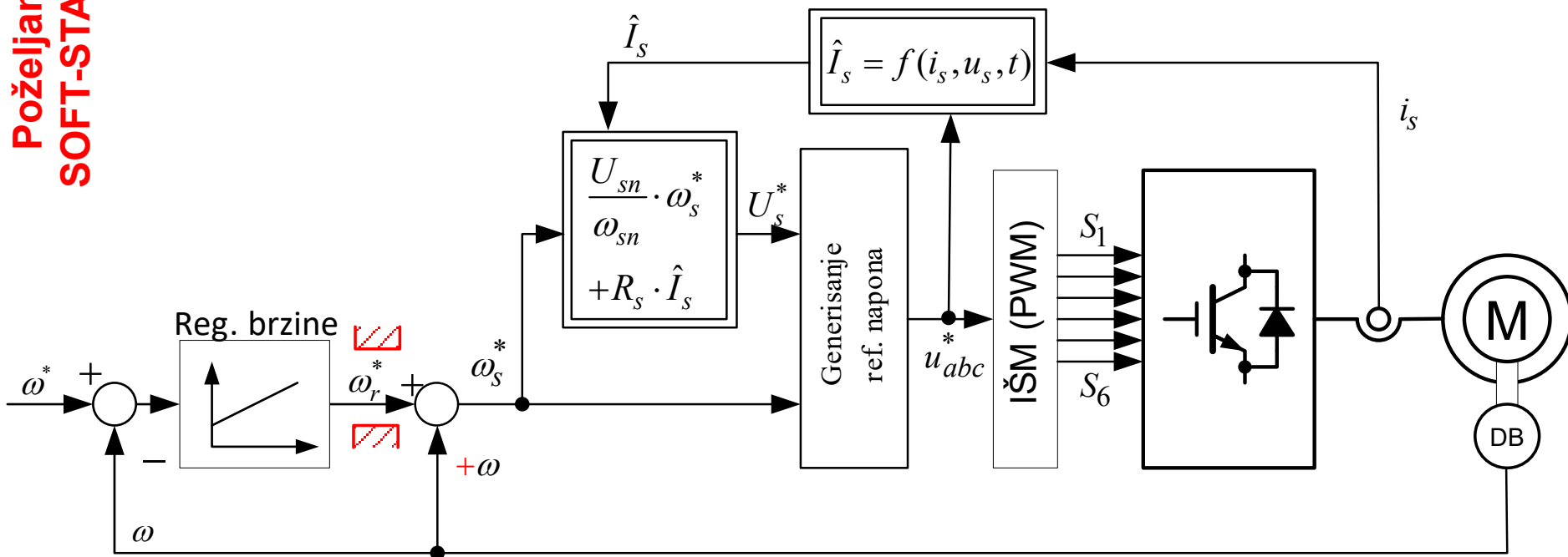
$$\omega \approx \omega_s$$



Regulacija brzine pogona sa asinhronim motorom preko rotorske učestanosti

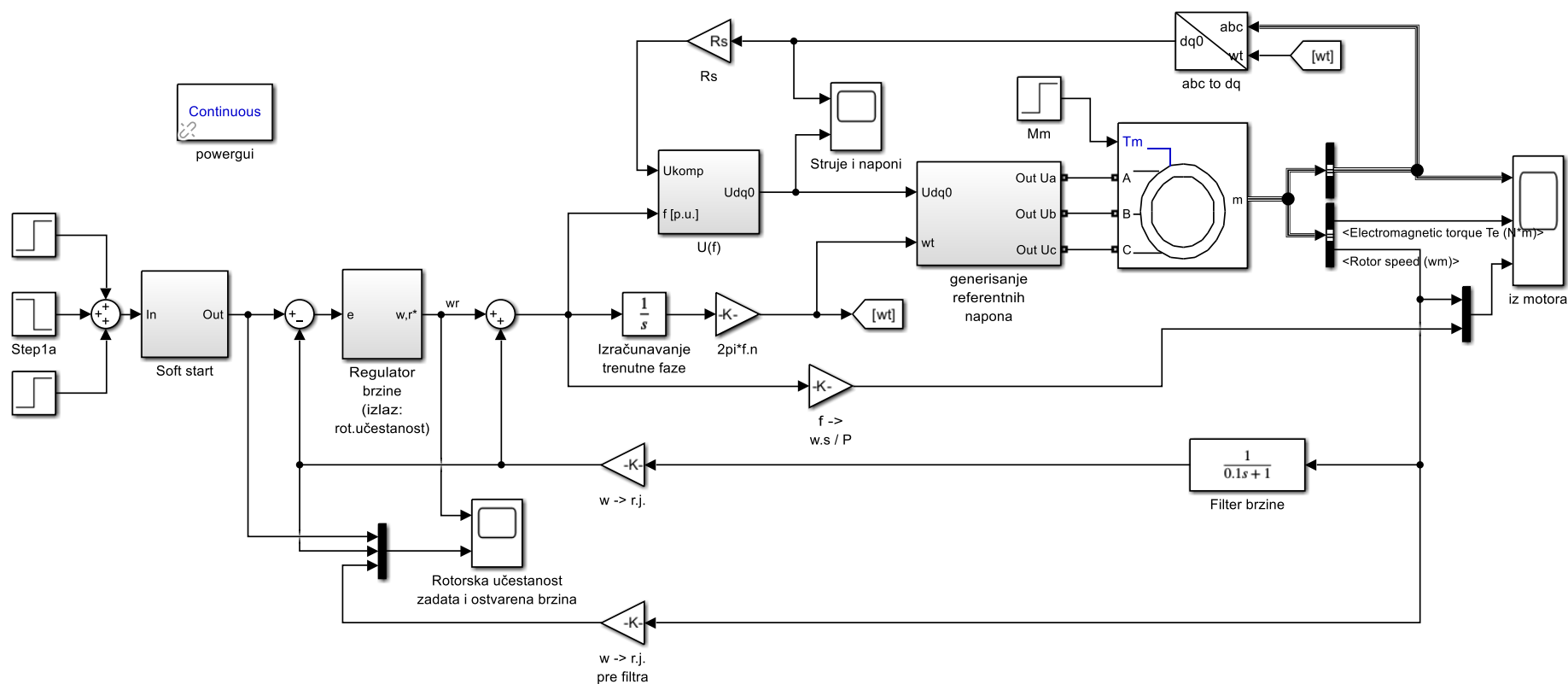
$$\omega_s^* = \omega + \omega_r^* = \omega_s$$

Poželjan
SOFT-START



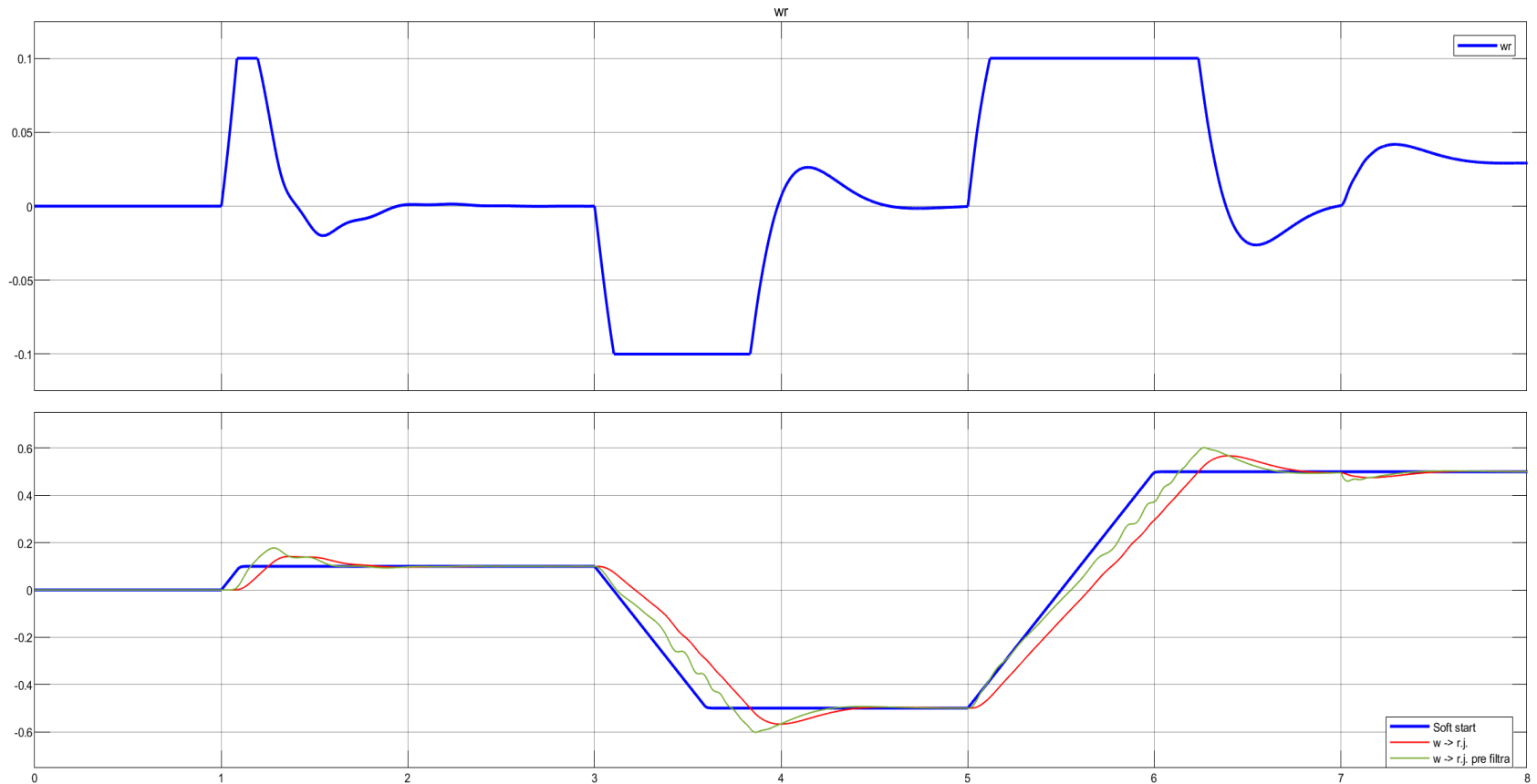
Regulacija brzine pogona sa asinhronim motorom preko rotorske učestanosti

Simulacioni blok dijagram



Regulacija brzine pogona sa asinhronim motorom preko rotorske učestanosti

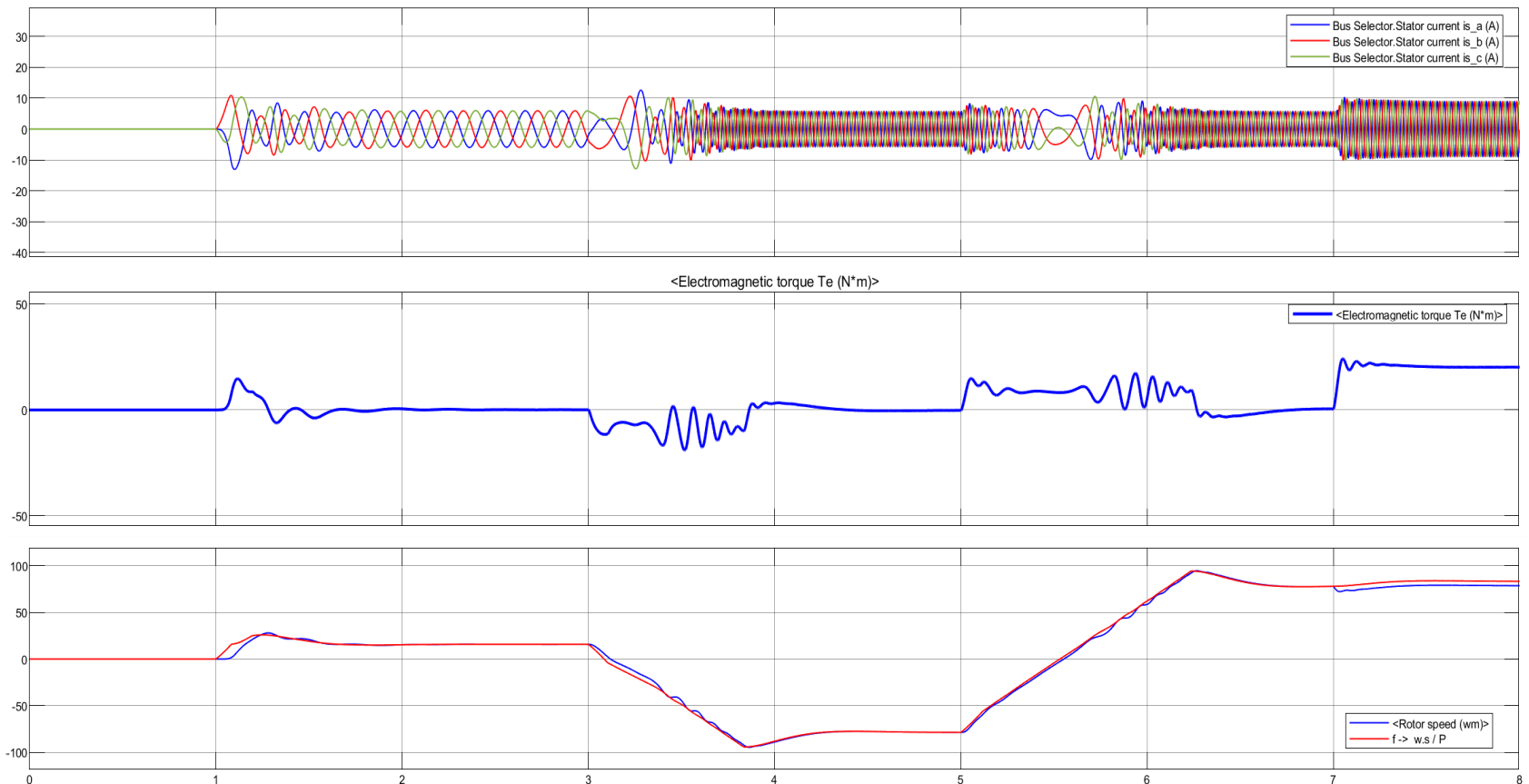
Rezultati dobijeni simulacijom



Scope: Rotorska učestanost,
zadata i ostvarena brzina

Regulacija brzine pogona sa asinhronim motorom preko rotorske učestanosti

Rezultati dobijeni simulacijom

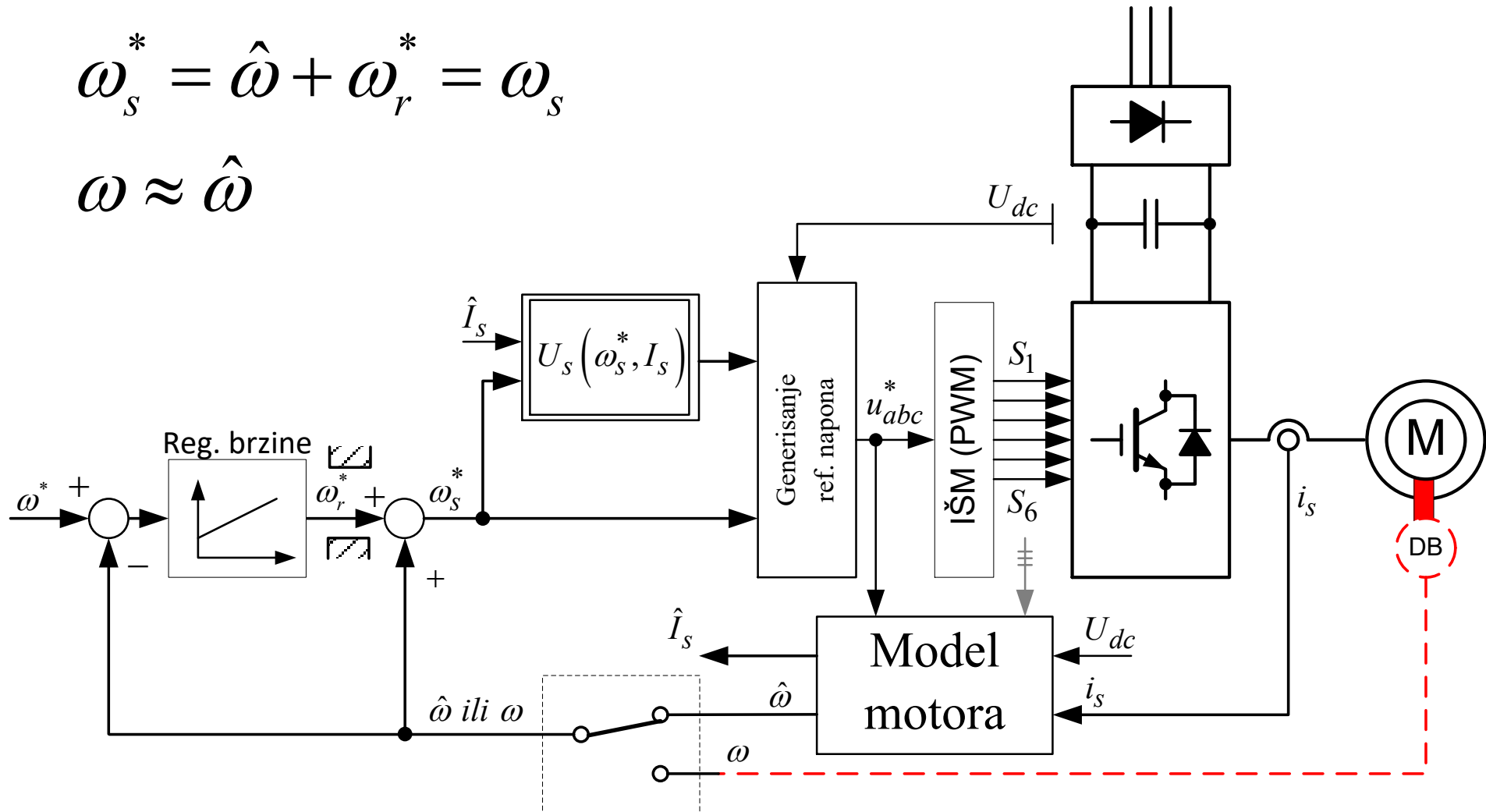


Scope: Iz motora

Regulacija brzine pogona sa asinhronim motorom preko rotorske učestanosti

$$\omega_s^* = \hat{\omega} + \omega_r^* = \omega_s$$

$$\omega \approx \hat{\omega}$$

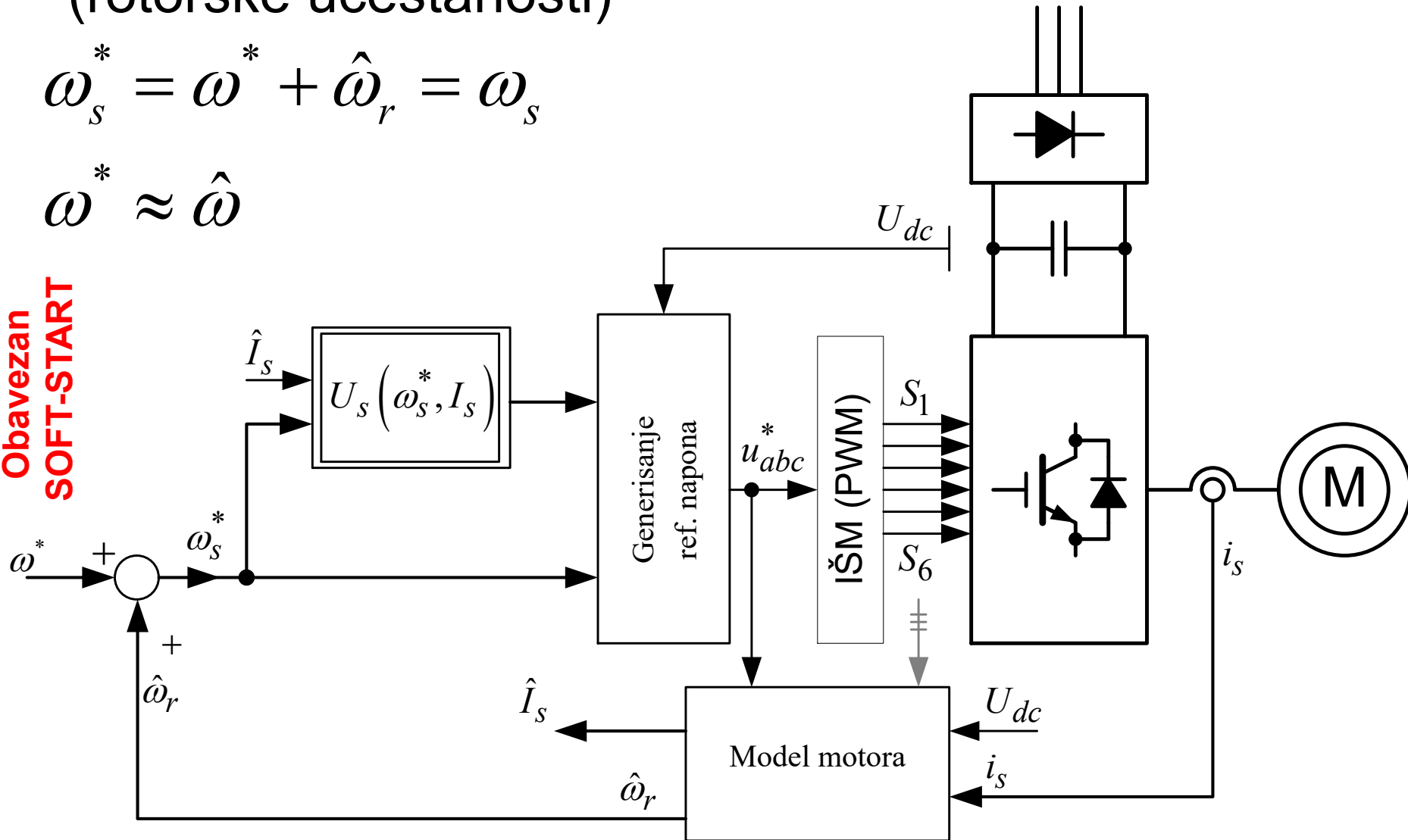


Upravljanje brzinom pogona sa asinhronim motorom kompenzacijom klizanja (rotorske učestanosti)

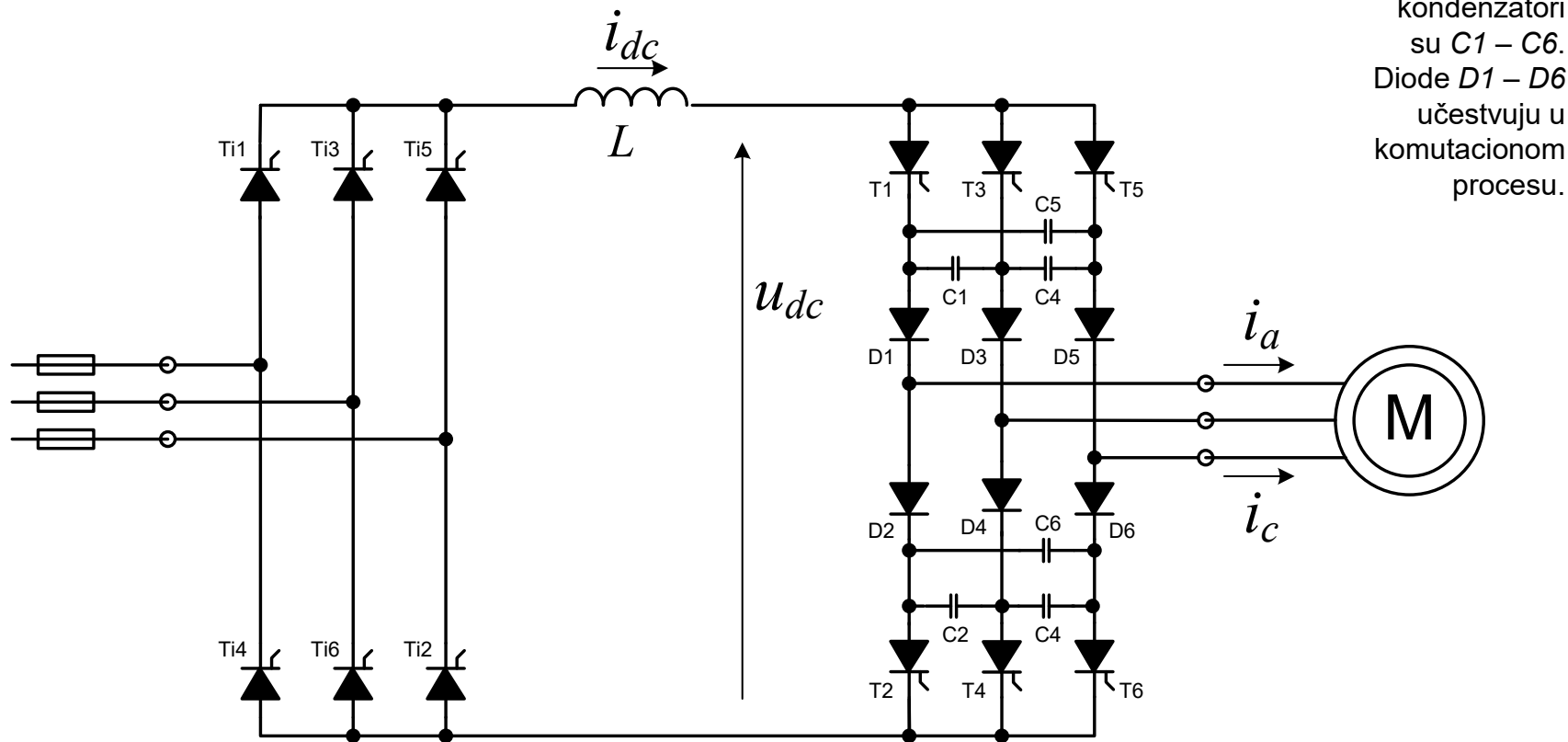
$$\omega_s^* = \omega^* + \hat{\omega}_r = \omega_s$$

$$\omega^* \approx \hat{\omega}$$

**Obavezan
SOFT-START**

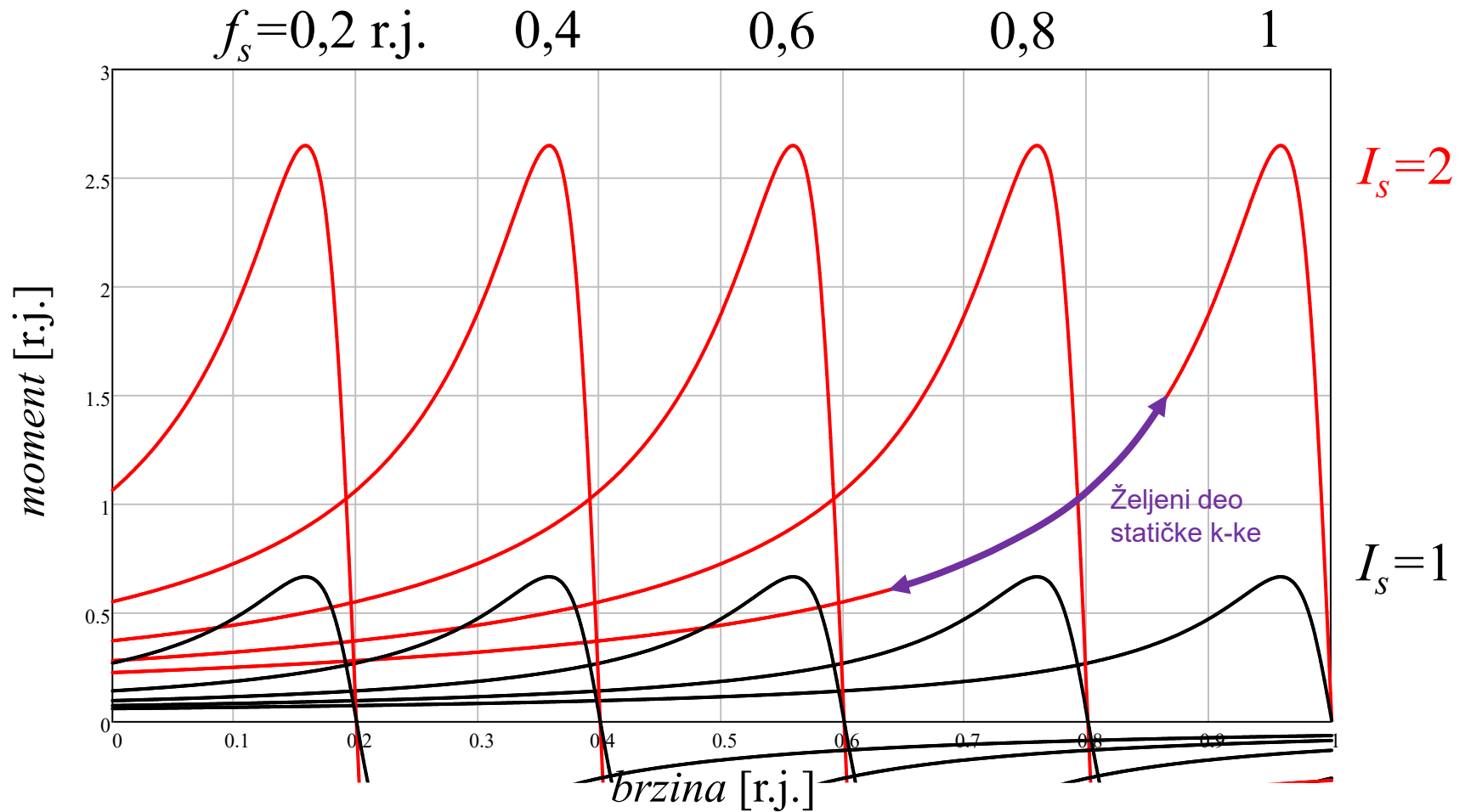


Principijelna šema pogona sa asinhronim motorom napajanim iz strujnog invertora sa sekvencijalnom komutacijom



Ispravljačem se podešava vrednost struje, a invertorom se podešava učestanost. Talasni oblik izlazne struje je pravougaoni, sa stalnom maksimalnom vrednošću i_{dc} .

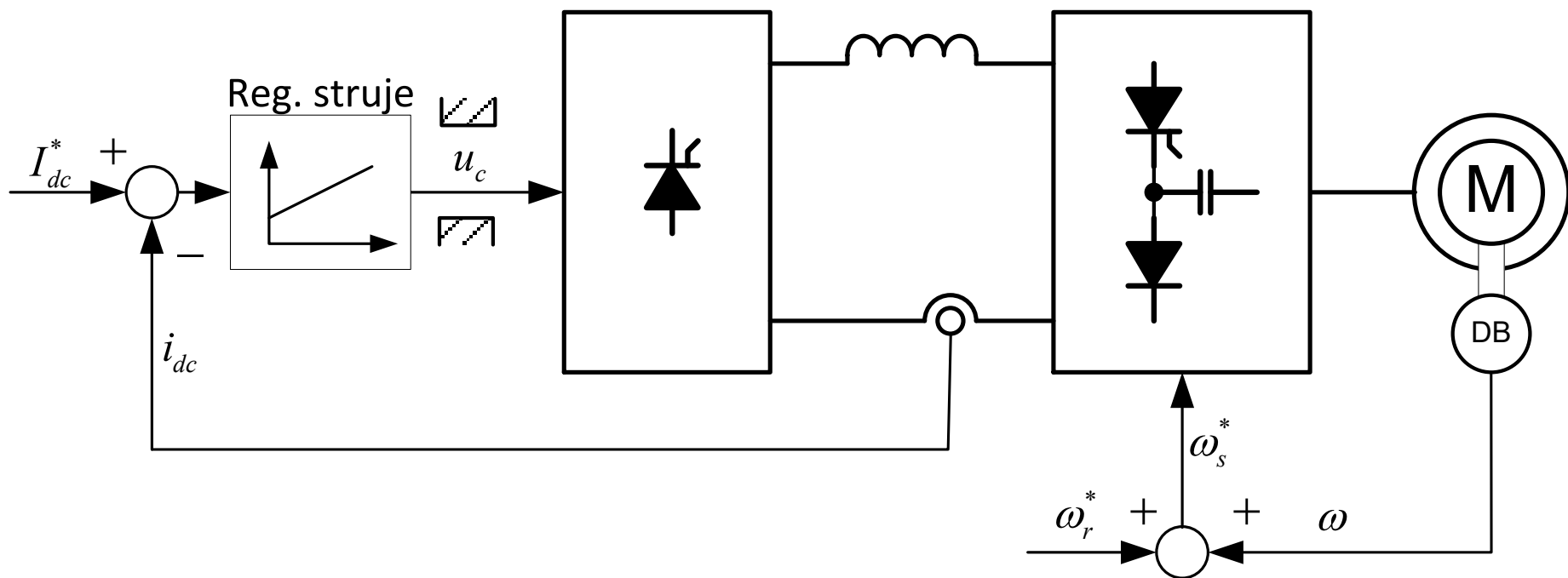
Statičke karakteristike strujno napajanog asinhronog motora



Napon statora je funkcija struje i učestanosti.

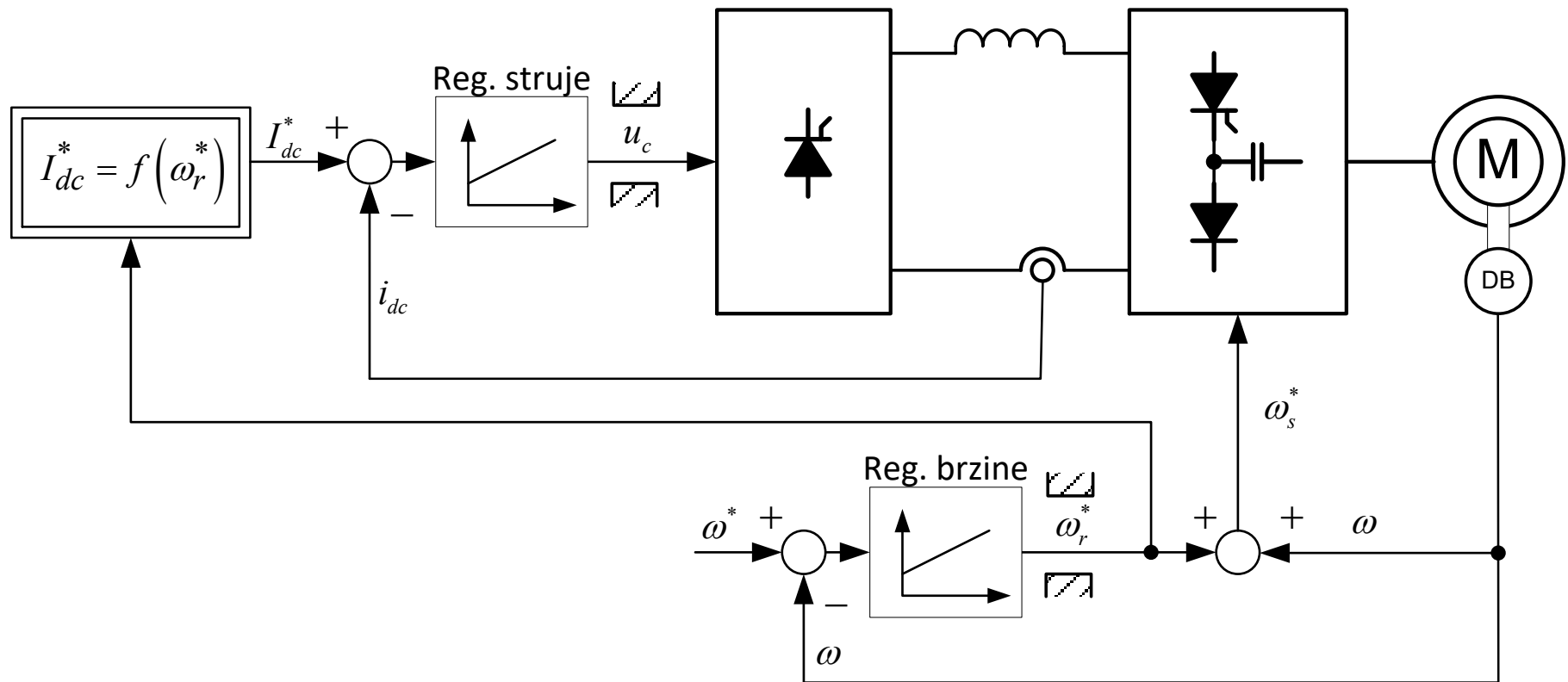
Skalarno upravljanje elektromotornim pogonom sa strujnim inverterom

$$\omega_s^* = \omega_r^* + \omega = \omega_s$$

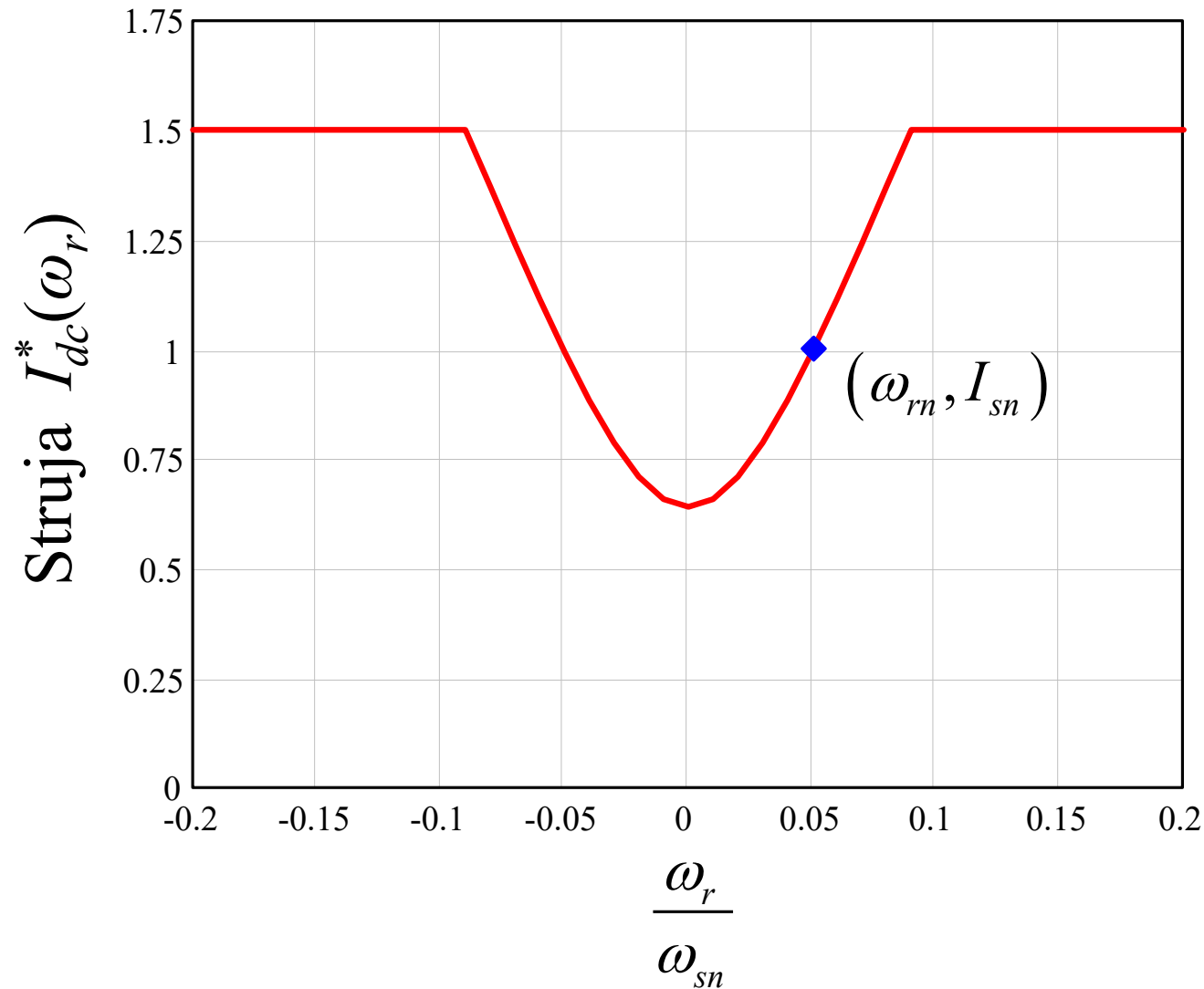


Regulacija brzine pogona sa asinhronim motorom preko rotorske učestanosti

$$\omega_s^* = \omega + \omega_r^* = \omega_s$$



Zavisnost struje ispravljača (u jednosmernom međukolu) od rotorske učestanosti



Za one koji žele više...

- Laboratorijske vežbe - Praktikum
 - Upravljanje pogonima sa asinhronim motorima
 - Primena industrijskih pretvarača učestanosti za upravljanje asinhronim pogonom
- Seminarski rad (uz podršku nastavnika i literature)
- Energetski efikasni elektromotorni pogoni (MS)
- Odabrana poglavlja iz elektromotornih pogona
 - Elektromotorni pogoni bez davača brzine
 - Primena strujnih pretvarača učestanosti u elektromotornim pogonima sa asinhronim motorom
 - i drugo ...
- Literatura