

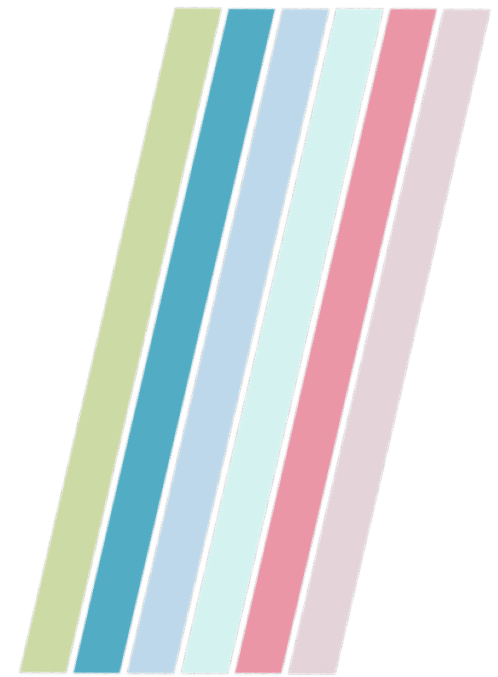


arrs

JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Odlični v znanosti 2016

- TEHNIŠKE VEDE -



Detekcija napak v pretvorniško napajanjem motorju s prilagajanjem obratovanja
prof. Vanja Ambrožič, Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru
9. 11. 2016

videlectures.net
exchange ideas & share knowledge



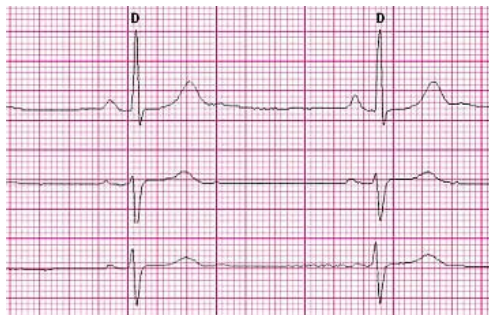
FERI

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko

Medicina (npr. okvara srčne mišice)



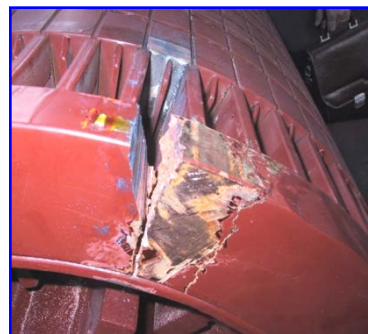
Diagnostika



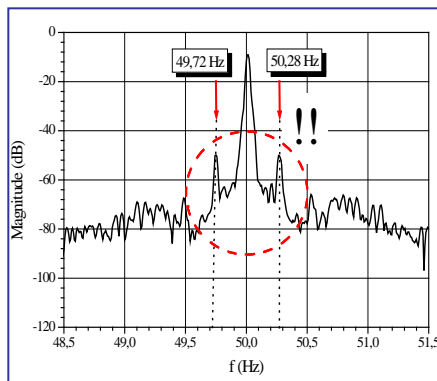
Ukrep

Zdravljenje?
Sprememba navad?
Zmanjšanje aktivnosti?
...

Elektromotorski pogon – motor, pretvornik, μC , senzorji (npr. poškodba rotorja)



Diagnostika

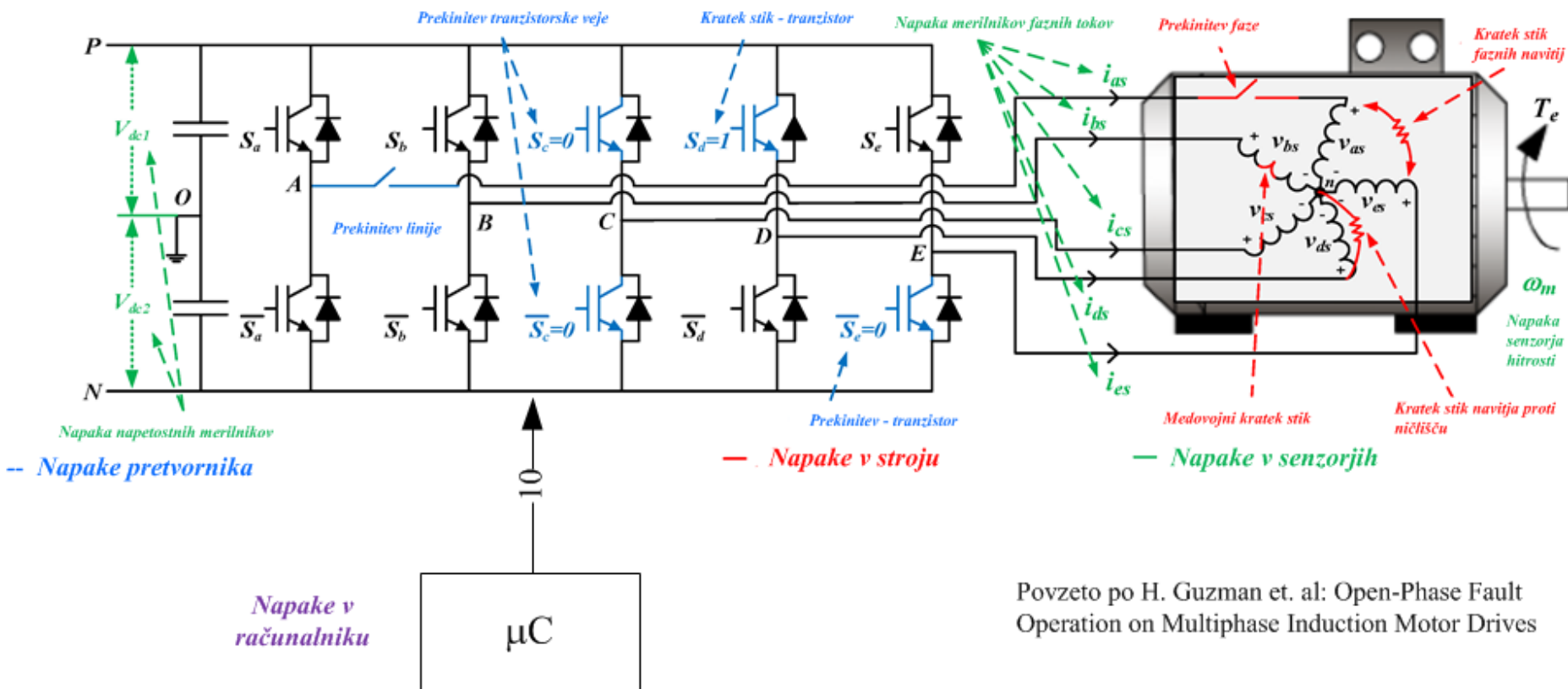


Ukrep



prof. Rastko Fišer, Fakulteta za elektrotehniko, UL

Diagnostika mora biti neinvazivna ter z oceno stopnje okvare!



Okvare se razlikujejo glede na nivo (delna okvara ali popolna okvara), hitrost nastopa in širjenja (od μs do tednov/mesecev), resnost vpliva na celotni sistem itd.

Sodelavci:



Dr. Andraž Kontarček, Danfoss



Doc. Mitja Nemeč, UL - FE



Izr. prof. David Nedeljković, UL - FE



Dr. Primož Bajec, Hidria Rotomatika

Potreba po diagnostičnih orodjih:

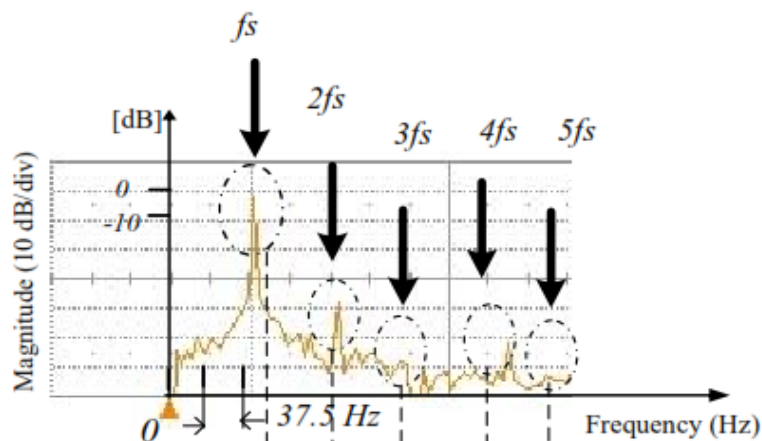
- **Nujno potrebna:** npr. letalska in avtomobilska industrija – fly- oz. drive-by-wire... Cena **ni** pomembna
- **Zelo zaželena:** veliki sistemi za proizvodnjo/porabo el. energije (npr. elektrarne)... Cena **ni** pomembna
- „**Bilo-bi-koristno**“: ostale aplikacije. Cena **zelo** pomembna.

IEEE Trans. Industrial Electronics, AC - automation & control systems: 1/58; IQ - engineering, electrical & electronic: 2/249; OA - instruments & instrumentation: 1/56 (2014)

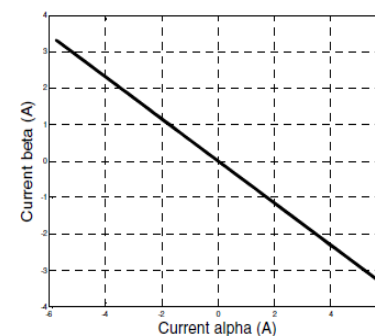
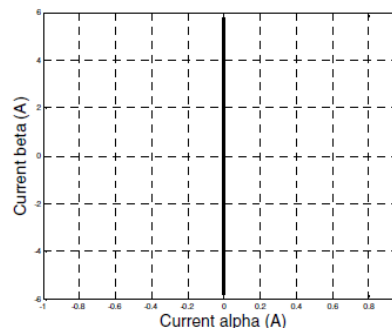
Zahteve:

- **Zanesljivost** – opazovani signal (običajno napetost ali tok) ali parameter mora vsebovati bogato in koristno diagnostično vrednost.
- **Enostavnost** – meritev diagnostičnih signalov ne sme vplivati na normalno obratovanje pogona; posledično se izogibamo postavitvi senzorjev na težko dostopna mesta (če jih že proizvajalec ni predvidel).
- **Nizka cena** – za diagnostiko se naj uporabljajo spremenljivke, ki jih potrebujemo že za samo regulacijo/krmiljenje pogona.
- Možnost vključitve v **avtomatiziran** nadzorni sistem brez operaterja.

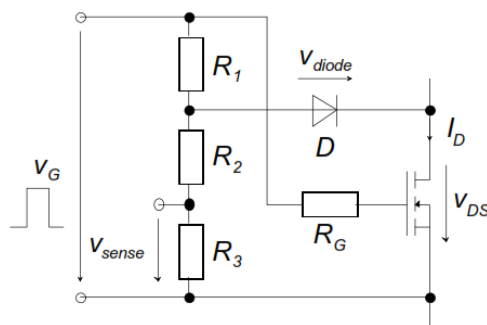
Spektralna analiza tokov (komplicirano)



Spremljanje v kartezičnem KS (prepočasno)



Posebna vezja (dodatni elementi)



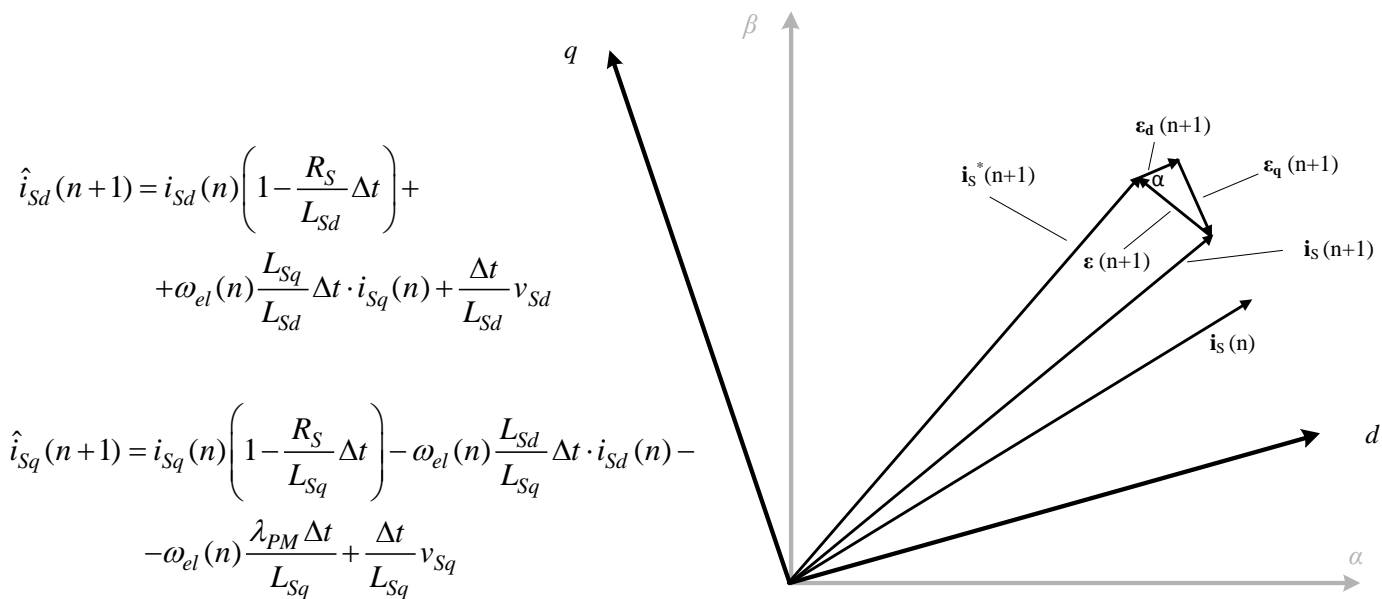
- če $v_{sense} > v_{sense,max}$ → kratek stik

- odprte sponke

$$v_{sense} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot v_G$$

$$v_{sense} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} (v_{diode} + v_{DS}),$$

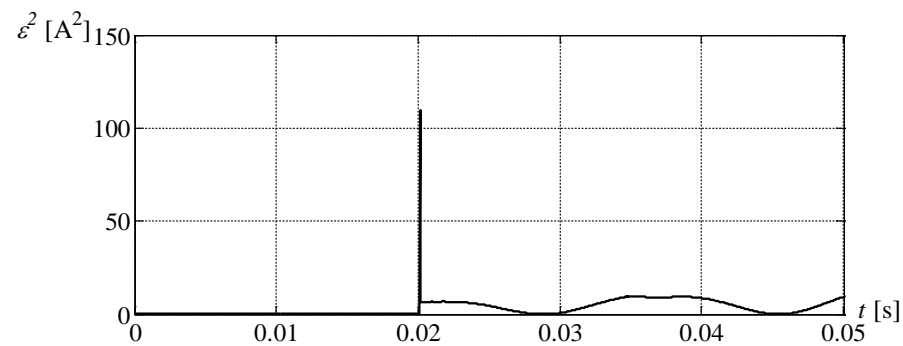
M. Riera-Guasp, J. Antonino-Daviu, and G. Capolino, "Advances in electrical machine, power electronic and drive condition monitoring and fault detection: State of the art"



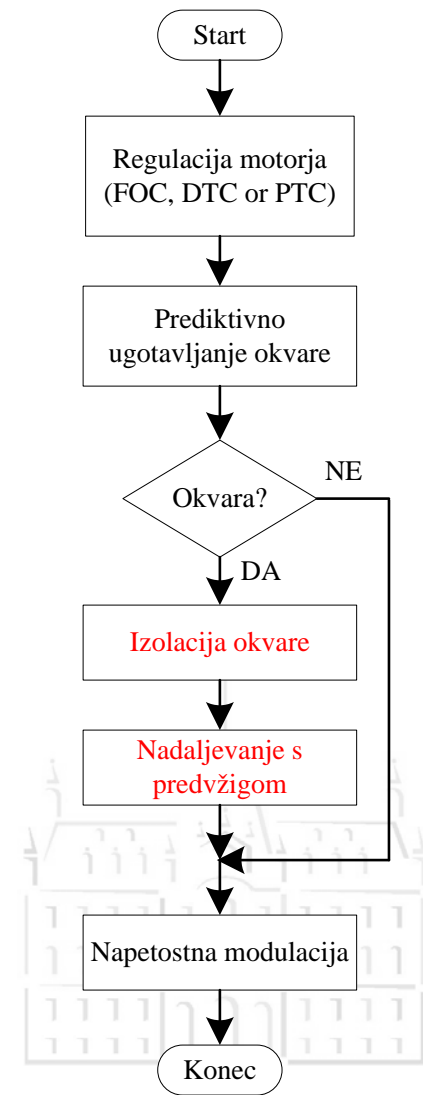
$$\hat{i}_{Sd}(n+1) = i_{Sd}(n) \left(1 - \frac{R_S}{L_{Sd}} \Delta t \right) + \omega_{el}(n) \frac{L_{Sq}}{L_{Sd}} \Delta t \cdot i_{Sq}(n) + \frac{\Delta t}{L_{Sd}} v_{Sd}$$

$$\hat{i}_{Sq}(n+1) = i_{Sq}(n) \left(1 - \frac{R_S}{L_{Sq}} \Delta t \right) - \omega_{el}(n) \frac{L_{Sd}}{L_{Sq}} \Delta t \cdot i_{Sd}(n) - \omega_{el}(n) \frac{\lambda_{PM} \Delta t}{L_{Sq}} + \frac{\Delta t}{L_{Sq}} v_{Sq}$$

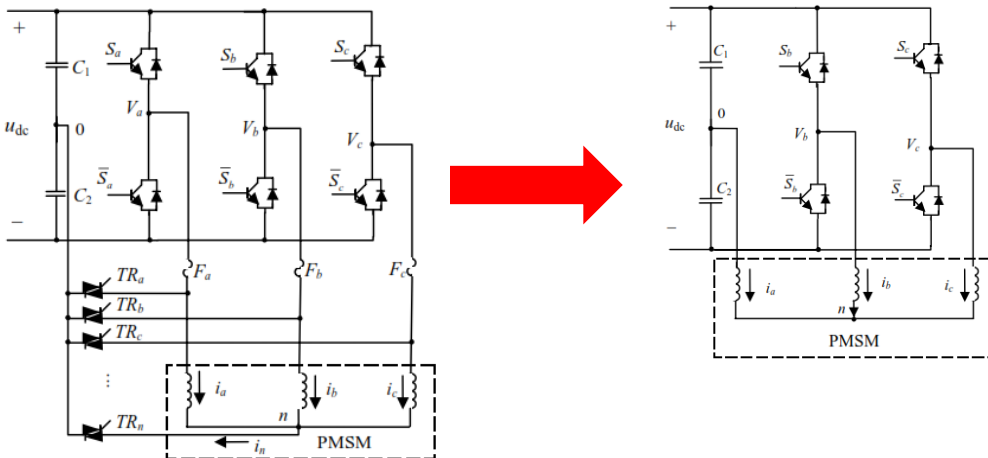
Razlika med prediktivno in dejansko vrednostjo toka je indikator okvare



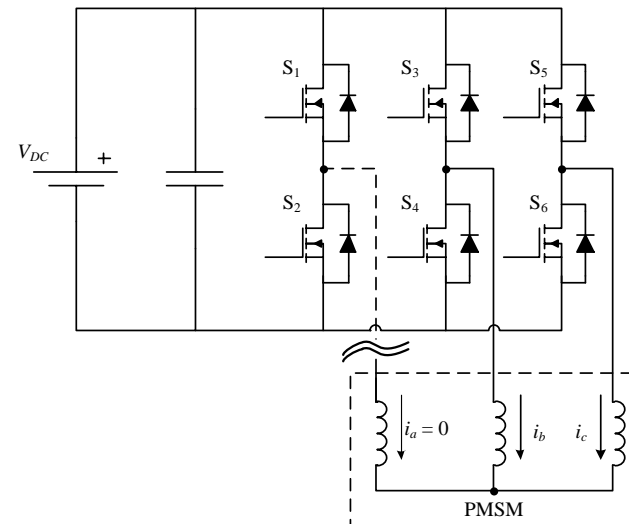
Indikator okvare ε^2 ($t = 0.02$ s). Okvara detektirana v naslednjem vzorcu ($50 \mu s$).



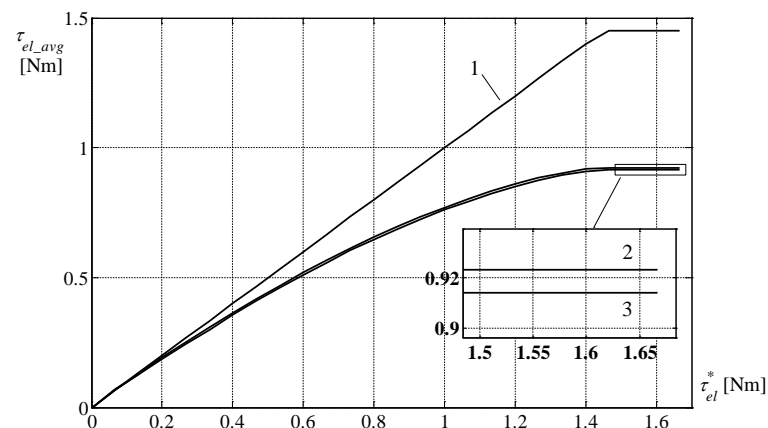
Konvencionalna rešitev, npr. prevezava okvarjene faze (posebna topologija)

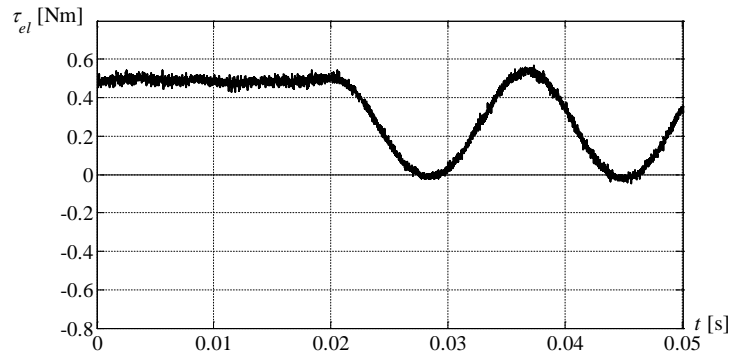
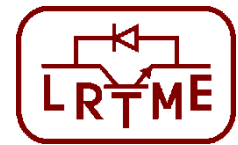


Brez prevezave faz

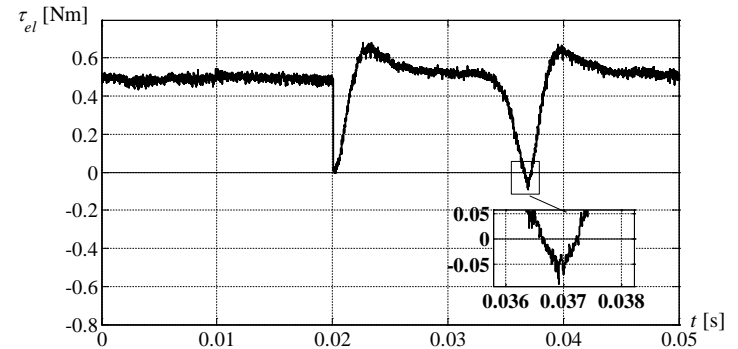


Odstopanje srednje vrednosti dejanskega navora od želene vrednosti pred izpadom faze (1) ter po izpadu (2: @ 100 min⁻¹, 3: @ 2000 min⁻¹).

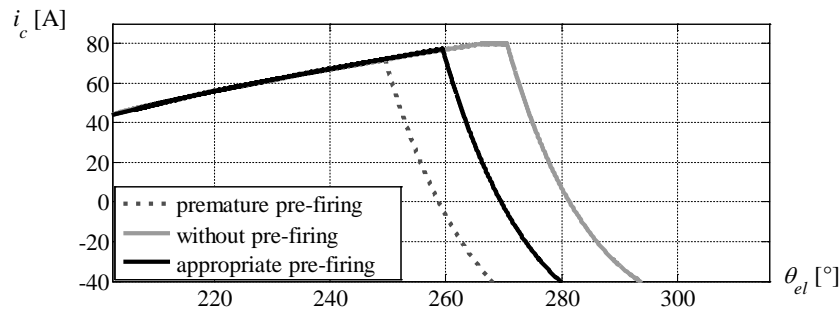




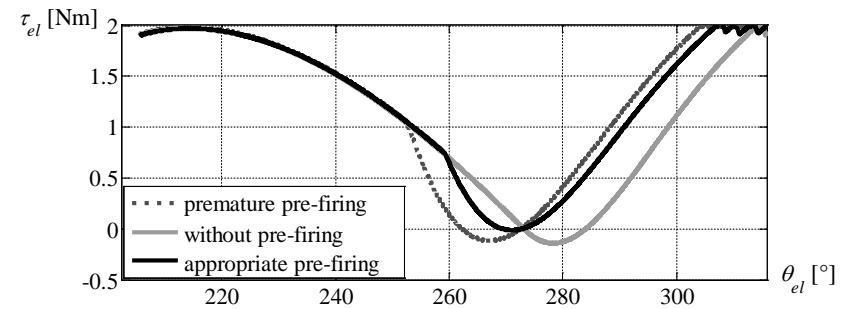
Navor brez spremembe regulacijskega algoritma



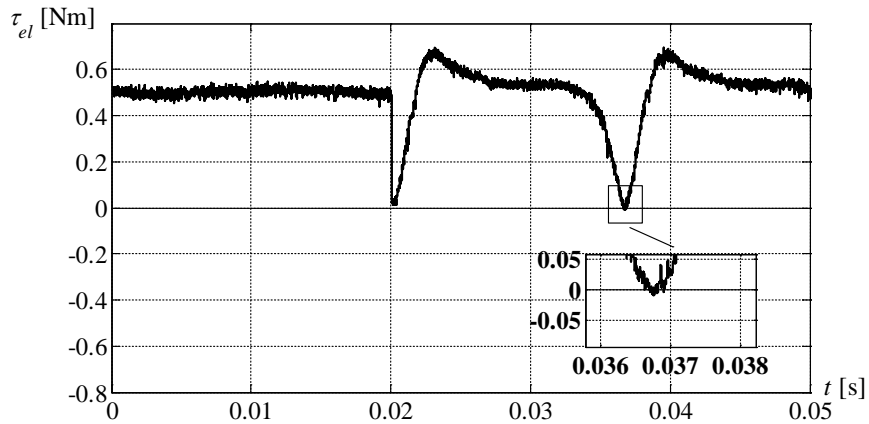
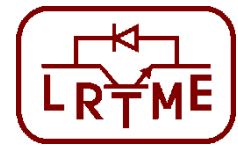
Navor ob spremenjenem vodenju



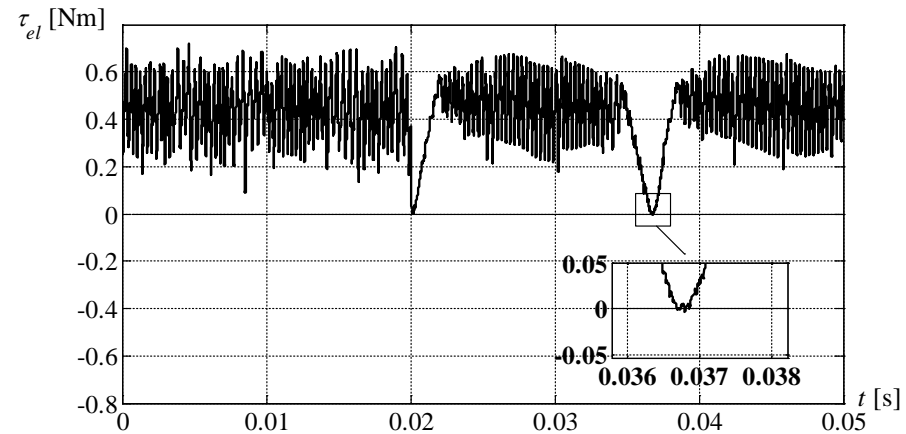
Vpliv trenutka proženja na fazni tok



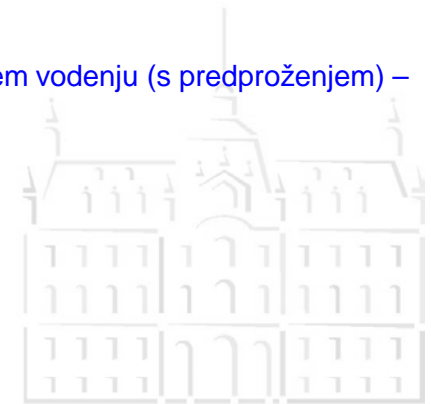
Vpliv trenutka proženja na navor

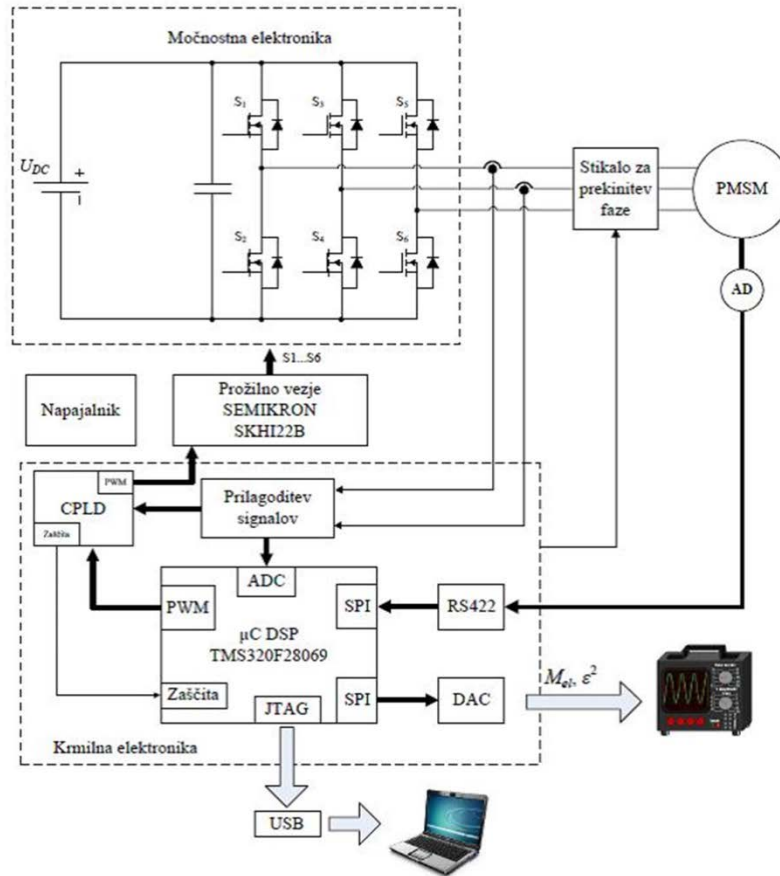


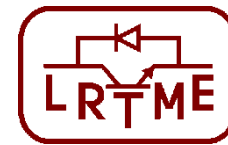
Navor ob spremenjenem vodenju (s predproženjem) – FOC



Navor ob spremenjenem vodenju (s predproženjem) –
klasnični DTC







Elektronska in elektroindustrija Slovenije:*

- 27.931 zaposlenih, 541 gospodarskih družb je ustvarilo za 3,860 milijarde EUR čistih prihodkov od prodaje, od slednjega 3,062 milijarde EUR čistih prihodkov od prodaje na tujih trgih.
- 19 % delež izvoza v okviru predelovalnih dejavnosti oz. 16 % dodane vrednosti slovenske predelovalne industrije

Vodilna podjetja elektronske in elektroindustrije*

	Naziv	SKD dejavnost
1	Gorenje gospodinjski aparati	Proizvodnja električnih gospodinjskih aparatov
2	BSH hišni aparati	Proizvodnja električnih gospodinjskih aparatov
3	Letrika (zdaj Mahle Letrika)	Proizvodnja električne in elektronske opreme za motorna vozila
5	Hidria rotomatika	Proizvodnja elektromotorjev, generatorjev in transformatorjev
6	Kolektor Sikom	Proizvodnja elektromotorjev, generatorjev in transformatorjev
9	Domel	Proizvodnja elektromotorjev, generatorjev in transformatorjev

Drugi potencialni uporabniki:

proizvodnja energije, predelovalna industrija, pristanišče ...

*Podatki Zbornice elektronske in elektroindustrije pri GZS za 2014