

Tin Bariša

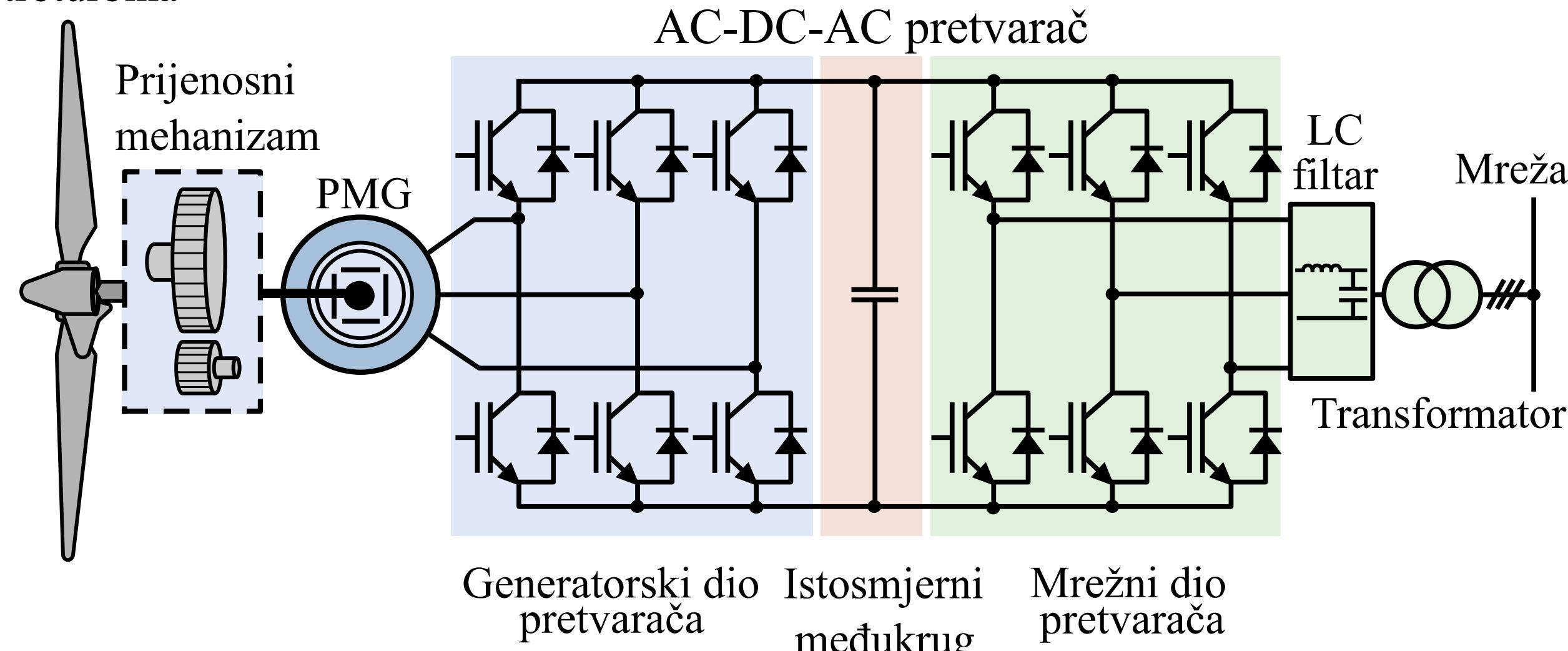
mentor: izv. prof. dr. sc. Damir Sumina

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Uvod

Sinkroni generatori sa stalnim magnetima (engl. *permanent magnet generator*, PMG) imaju široku primjenu u vjetroelektranama zbog visokog stupnja učinkovitosti, povoljnog faktora snage, velike gustoće snage i širokog opsega brzine vrtnje.

Vjetroturbina



Slika 1: Vjetroelektrana temeljena na PMG-u

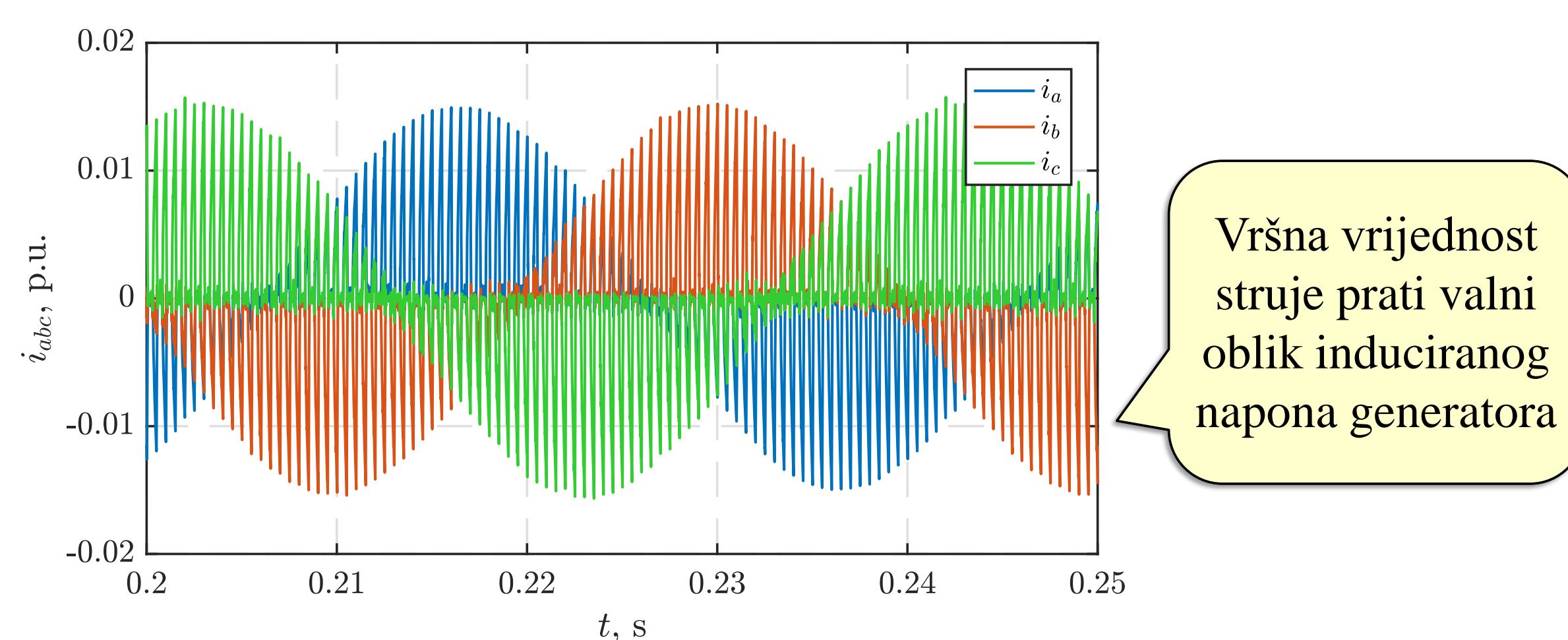
Opis problema

S ciljem povećanja pouzdanosti, robusnosti i energetske učinkovitosti vjetroelektrane, u sklopu doktorskog istraživanja istraženi su i razvijeni napredni algoritmi upravljanja PMG-om:

- leteći start generatorskog dijela pretvarača te estimacija brzine vrtnje i kuta rotora,
- modelsko prediktivno izravno upravljanje strujama PMG-a s ciljem smanjenja sklopnih gubitaka generatorskog dijela pretvarača.

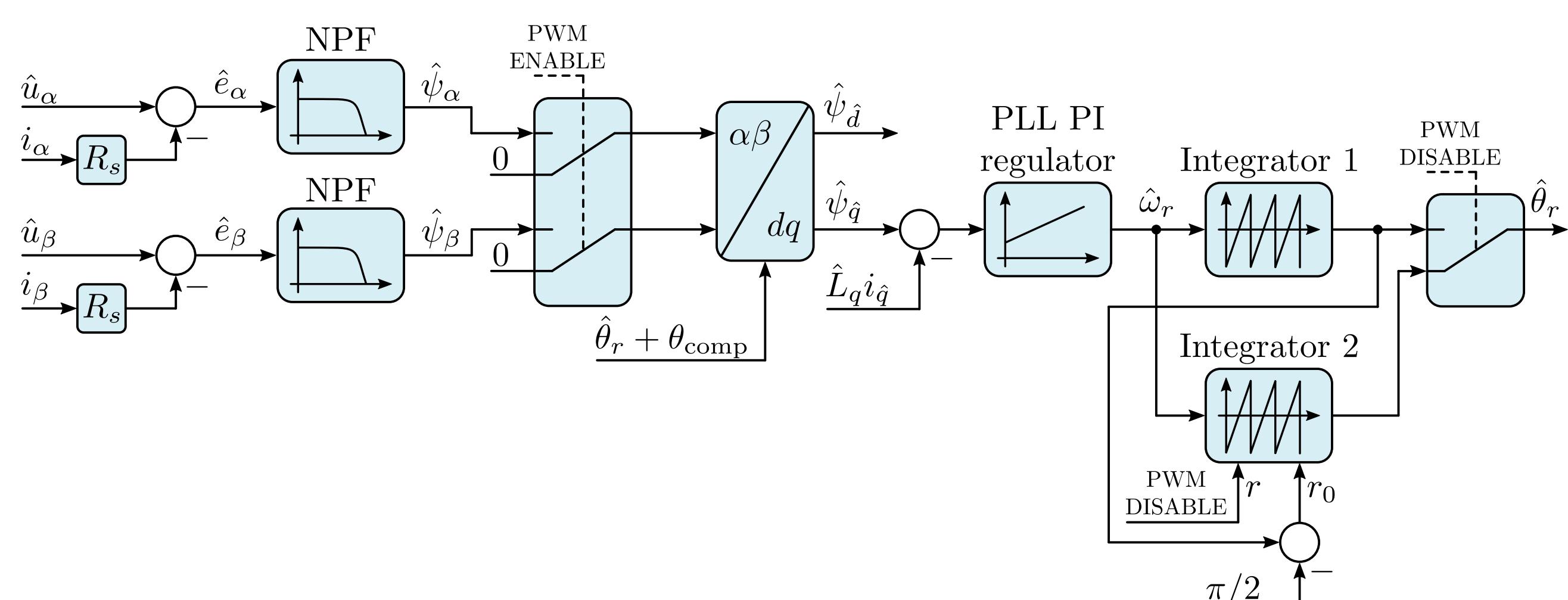
Metodologija

Leteći start ostvaren je diskontinuiranim radom generatorskog dijela pretvarača – prije uključenja pulsno-širinske modulacije vode samo donji IGBT-ovi u svakoj grani pretvarača.



Slika 2: Struja u diskontinuiranom radu pretvarača

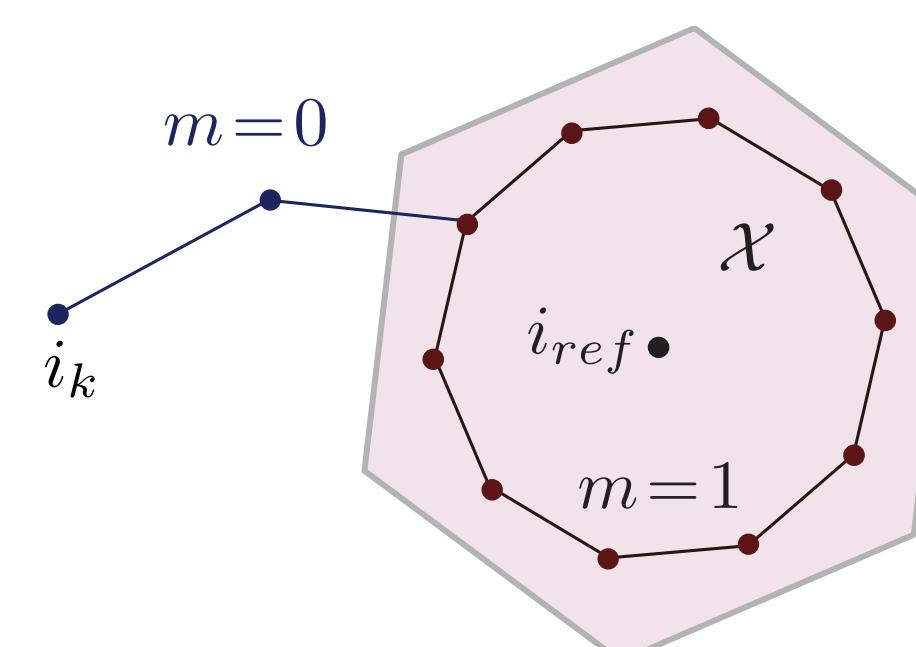
Ista struktura, temeljena na fazno zatvorenoj petlji, koristi se za leteći start te **estimaciju brzine vrtnje i kuta rotora** u trajnom radu.



Slika 3: Struktura estimacije brzine i kuta rotora

Razvijeni algoritam modelskog prediktivnog upravljanja (engl. *model predictive control*, MPC):

- izravno upravljanje sklopama generatorskog dijela pretvarača,
- dva moda rada: prijelazna pojava ($m = 0$) i stacionarno stanje ($m = 1$) – smanjenje sklopnih gubitaka pretvarača,
- stabilnost osigurana fleksibilnom upravljačkom Ljapunovljevom funkcijom.



$$l(x(k), u(k), m) = \begin{cases} \|x(k)\|_{Q_0}^2 + \|\Delta u(k)\|_{R_0}^2, & m = 0 \\ \|x(k)\|_{Q_1}^2 + \|\Delta u(k)\|_{R_1}^2, & m = 1 \end{cases}$$

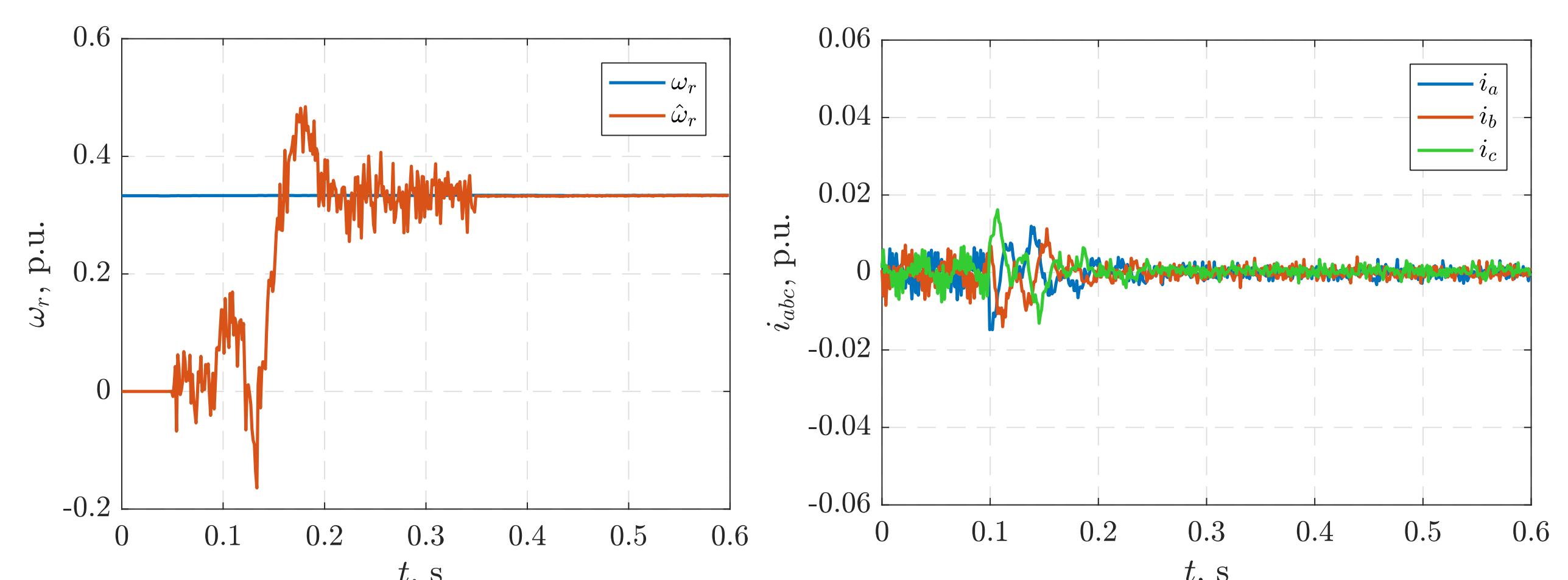
$$F(x(k), u(k), m) = \begin{cases} \|x(k)\|_{P_0}^2, & m = 0 \\ \|x(k)\|_{P_1}^2, & m = 1 \end{cases}$$

Slika 4: Upravljački invarijantni skup

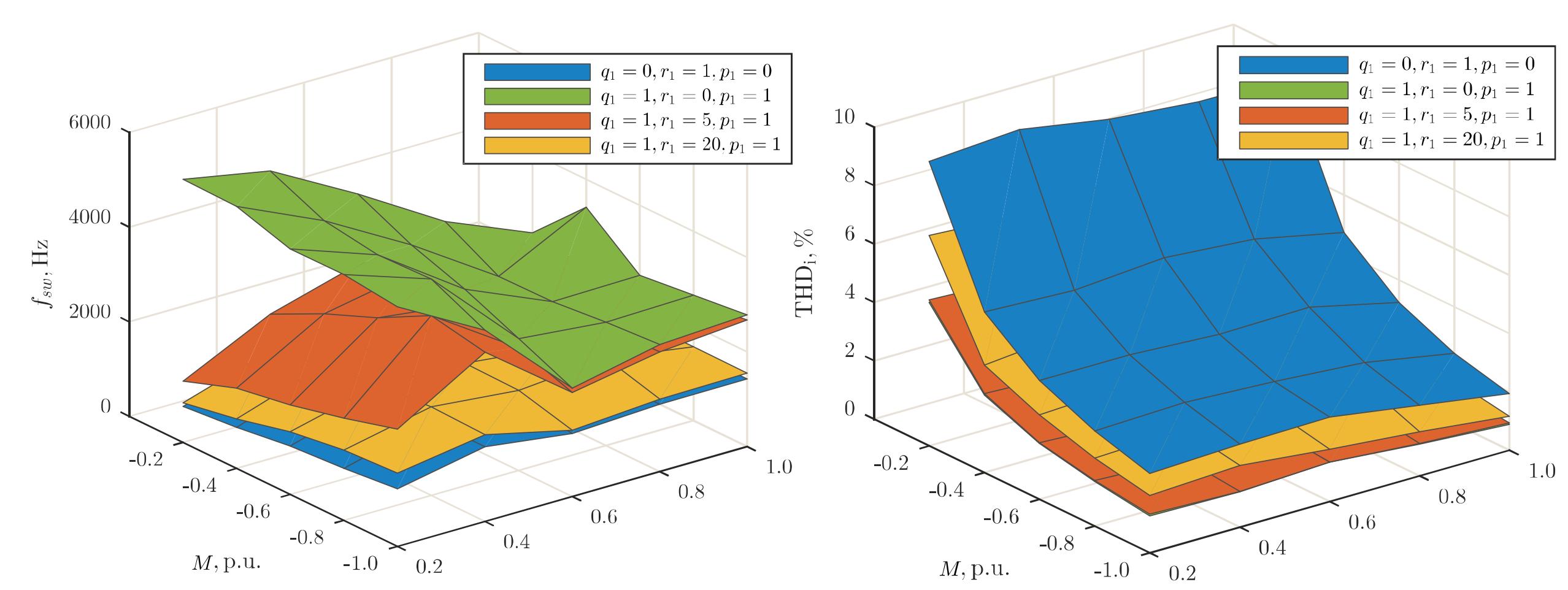
Rezultati



Slika 5: Laboratorijski postav



Slika 6: Leteći start generatorskog dijela pretvarača



Slika 7: Skloplna frekvencija i THD struje uz MPC upravljanje

Zaključak

Razvijeni algoritam letećeg starta te estimacije brzine vrtnje i kuta rotora omogućava uključenje generatorskog dijela pretvarača te trajan rad bez mjernog člana brzine i pozicije. Razvijeni algoritam modelskog prediktivnog upravljanja omogućava kompromis između niskih sklopnih gubitaka generatorskog dijela pretvarača i prihvatljivog harmoničkog izobličenja struje.