

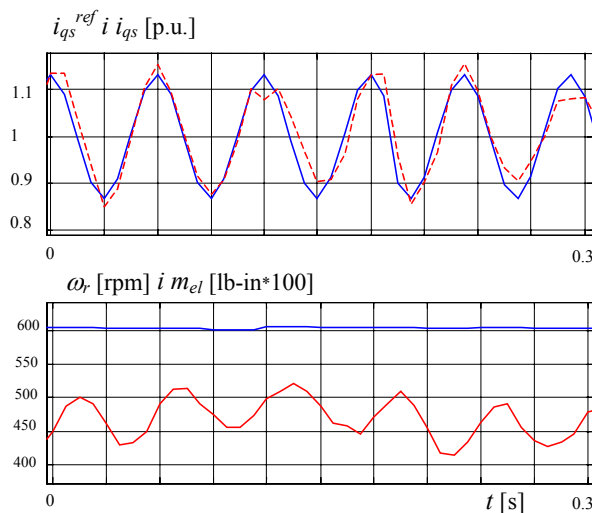
9.2. Procena vremenske konstante rotora na osnovu malih signala rezidualne greške MRAS observera brzine

U poglavlju 8 ovog rada je pokazano da rezidualna greška MRAS observera brzine sadrži dovoljno informacija o greški parametra vremenske konstante rotora (T_r^*). Ranije priložena matematička analiza i rezultati računarskih simulacija pokazuju da svaka relativno visoka komponenta spektra nastala u signalu q struje statora za posledicu ima odgovarajuću spektralnu komponentu u signalu prvog izvoda greške MRAS observera brzine, nastalu uz fazno kašnjenje zavisno od znaka greške u T_r^* . Ukoliko greška u parametru T_r^* ne postoji, ova veza visokih komponenti spektra dva signala nije ostvarena.

Propagacija pojedinih spektralnih komponenti signala struje q ose kroz eksperimentalni pogon prvo je ispitana utiskivanjem prostoperiodičnog test signala. Time je pojačana odabrana komponenta spektra struje q ose statora. Utisnut test signal je dat u jednačini (9.15):

$$\Delta i_{qs}^{ref} = A_{test} \sin(\omega_{test} t), \quad A_{test} = 0.05 I_{qn}, \quad \omega_{test} = 2\pi(1 - 200) \text{ rad/s}. \quad (9.15.)$$

Prvi set praktičnih eksperimenata načinjen je upravo uz signal (9.1) utisnut u q struju statora. Struja d ose statora je zadržana na nominalnoj vrednosti. Efekat utiskivanja test signala ($\omega_{test} = 2\pi 50 \text{ rad/s}$) u nominalnu vrednost struje q ose prikazan je na slici 9.13.

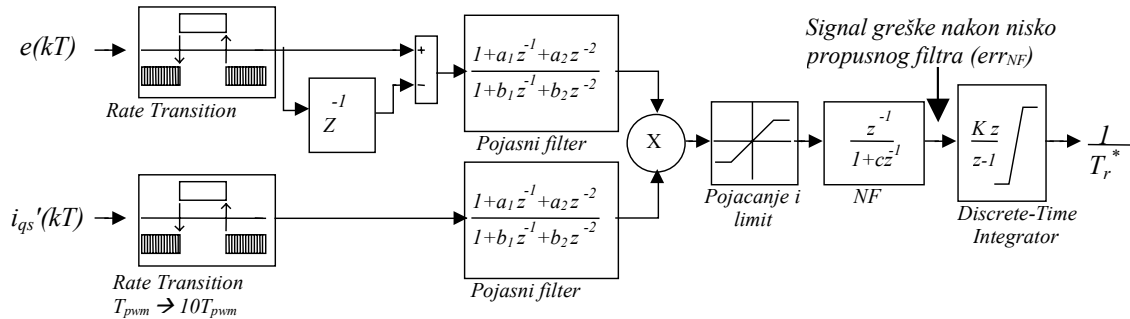


Sl. 9.13. Utisnuti prostoperiodičan test signal, zadata i ostvarena struja q ose statora (gornja slika), ostvarena brzina rotora i razvijeni elektromagnetni momenta (donja slika).

Usled ograničenog propusnog opsega serijske veze (400 tačaka u sekundi) signal izmerene struje q ose nije potpuno verno prikazan.

Slika pokazuje da utisnuti test signal dovodi do neželjene oscilacije u ostvarenom el. momentu kao i u brzini rotora. Navedeno čini primenu test signala neprihvatljivom u većini primena elektromotornih pogona. Ali, ono što je bilo od interesa pri startu eksperimentalnog dela ovog rada, utisnuti test signal obezbeđuje dovoljnu spektralnu gustina dela spektra od interesa i time jasno determiniše pojedine spektralne komponente. Ovo je bilo neophodno radi uporedne analize različitih rezultata procene T_r .

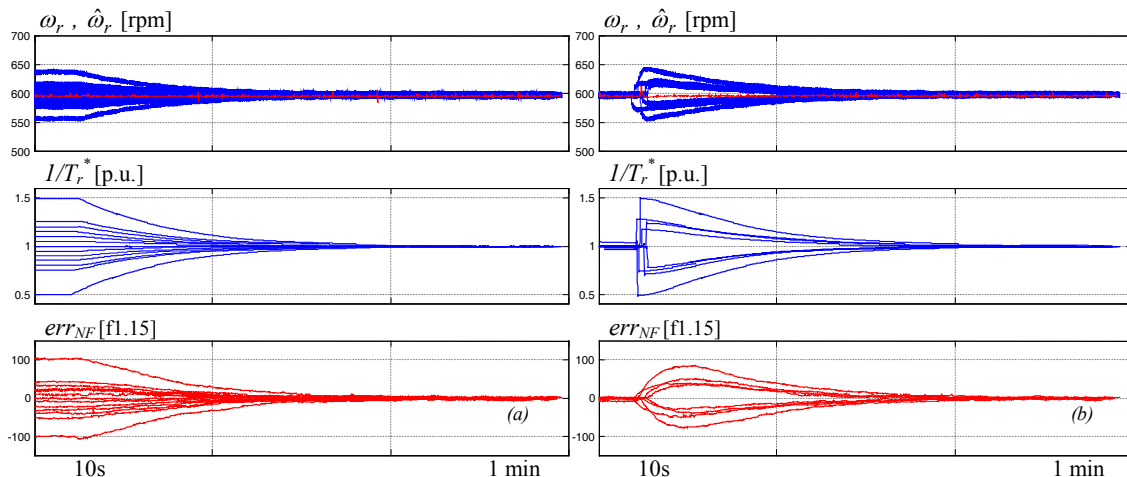
Tokom eksperimenata sa utisnutim test signalom pogon je postavljen u režim kontrole momenta sa nominalnom strujom d ose i nominalnom vrednošću struje q ose. Brzina rotora je održavana približno konstantnom korišćenjem kočnice sa regulisanom brzine. U toku rada pogona omogućen je mehanizam za procenu T_r^* (opisan u poglavlju 8) i pozivan svake PWM periode. Ulazni signali algoritma su vremenski inkrementi greške MRAS observera i signal struje q ose statora. Oba signala su usrednjena u toku deset sukcesivnih PWM intervala, a zatim propušteni kroz pojasni filter. Izlaz algoritma za procenu je recipročna vrednost parametra vremenske konstante rotora ($1/T_r^*$). Uprošćen blok dijagram programa realizovanog u DSP procesoru dat je na slici 9.14.



Sl. 9.14. Blok dijagram algoritma za procenu greške parametra $1/T_r^*$ realizovan u DSP.

U kontroleru je bilo pogodnije koristiti recipročna vrednost T_r^* kao nezavistan parametar. Ovaj parametar se koriguje na izlazu modela sa slike 9.14 i bez dodatnog računa se koristi u strujnom modelu rotorskog fluksa (9.12) kao i pri računu klizanja (9.14).

Svi eksperimentalni rezultati koji slede su dati na osnovu podataka prenesenih serijskom vezom iz DSP procesora ka računaru. Na slikama 9.15a i 9.15b prikazan je rad algoritma za procenu $1/T_r^*$ uz ostale relevantne parametre MRAS modela, statorska otpornost (R_s^*) i induktivnost rasipanja statora (L_σ^*) postavljene na tačne vrednosti, R_{sn} i $L_{\sigma n}$. Temperatura motora je održavana konstantnom tokom eksperimenata, primenom spoljnog hlađenja. Slike su podeljene na tri dela. Gornja slika prikazuje stvarnu ω_r i procenjenju $\hat{\omega}_r$ vrednost brzine rotora datim u rpm. Prva je merena preko inkrementalnog enkodera dok je procenjena brzina izlaz MRAS observera brzine. Slika u sredini prikazuje relativnu vrednost (p.u.) procenjenog parametra $1/T_r^*$. To je normalizovana vrednost promenjive na izlazu algoritma na slici 9.14, koja je ujedno korišćena u kolu za procenu klizanja kao i u strujnom modelu rotorskog fluksa. Donji deo slike prikazuje filtriran signal greške err_{NF} dobijen na izlazu detektora fazne razlike (slika 9.14). Prikazana je vrednost u registru DSP, u formatu f1.15. Na slici 9.15a je prikazan rad algoritma za različite inicijalne relativne greške ovog parametra, $T_r/T_r^* = \pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 15\%$, $\pm 20\%$, $\pm 25\%$ i $\pm 50\%$. Na slici 9.15b je prikazan rezultat procene sa algoritmom izvedenim iz balansa u toku akvizicije podataka. Tokom ovog eksperimenta vrednost parametra $1/T_r^*$ je naglo promenjena na navedene vrednosti i ispitan je način korekcije istog parametra i procenjene brzine. Akvizicija podataka datih na slici 9.15b je startovana sa algoritmom u stacionarnom stanju i pravilno podešenim parametrom $1/T_r^*$.



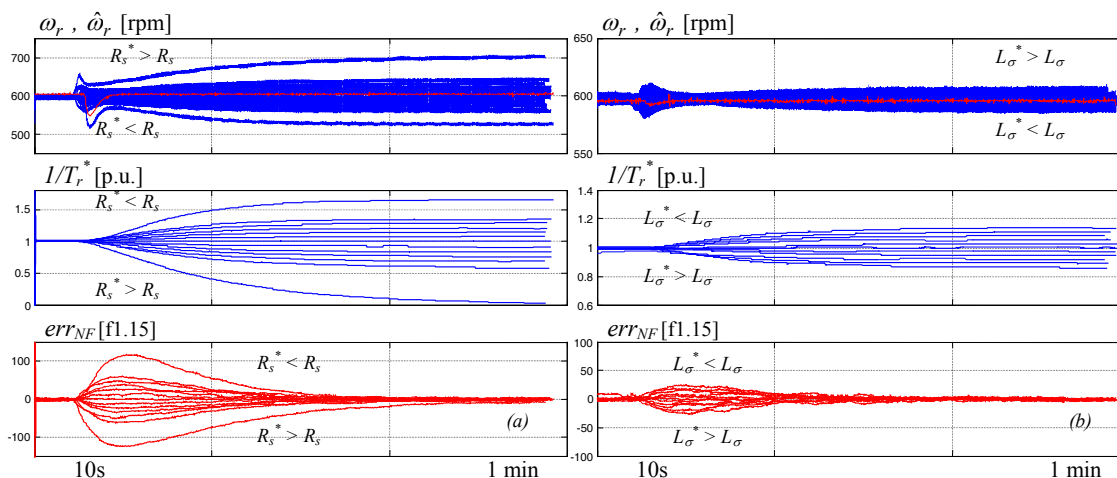
Sl. 9.15. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ uz prostoperiodični test signal utisnut u q struju statora – a) algoritam startovan deset sekundi nakon starta akvizicije podataka, b) vrednost parametra $1/T_r^*$ promenjena u toku rada algoritma.

Sa slika se može uočiti da predloženi algoritam za procenu uspešno koriguje parametar $1/T_r^*$ i poništava grešku u procenjenoj brzini. Sama brzina konvergencije parametra u prikazanim primerima je relativno spora usled malih pojačanja povratne sprege usvojenih radi umanjenja uticaja šuma i nemodelovane dinamike. Optimalna dinamika povratne sprege mehanizma za korekciju parametra T_r^* nije bila od značaja za ovu analizu usled činjenice da promena konstante rotora u pogonu sa konstantnom komandom fluksa ne može biti nagla.

Osetljivost predloženog rešenja za procenu T_r na grešku u ostalim parametrima MRAS observera brzine takođe je ispitana putem praktičnih eksperimenata. Na osnovu rezultata analize priložene u poglavlju 8 akcentat je postavljen na eventualne greške u parametru statorske otpornosti (R_s^*) i rasipne induktivnosti statora (L_σ^*).

Na slici 9.16a je prikazan uticaj greške u parametru statorske otpornosti. Automatska korekcija vremenske konstante rotora je uključena pri radu pogona sa nominalnom vrednošću struje u d osi i utisnutim test signalom (9.1) u nominalnu vrednost struje q ose. Akvizicija podataka je startovana nakon ulaska algoritma za korekciju parametra u stacionarno stanje. Radna temperatura motora je održavana približno konstantnom spoljnim hlađenjem. Deset sekundi po startu akvizicije podataka vrednost parametra R_s^* je naglo promenjena i sledećih 50 sekundi posmatran je rad algoritma za korekciju T_r^* . Prikazan je rezultat rada algoritma za sledeće vrednosti relativne greške $\Delta R_s/R_s = \pm 5\%, \pm 10\%, \pm 15\%, \pm 20\%, \pm 25\%$ i $\pm 50\%$.

Slično, slika 9.16b pokazuje uticaj greške u parametru L_σ^* . Prikazan je rad algoritma pri istim relativnim greškama ovog parametra $\Delta L_\sigma/L_\sigma = \pm 5\%, \pm 10\%, \pm 15\%, \pm 20\%, \pm 25\%$ i $\pm 50\%$.

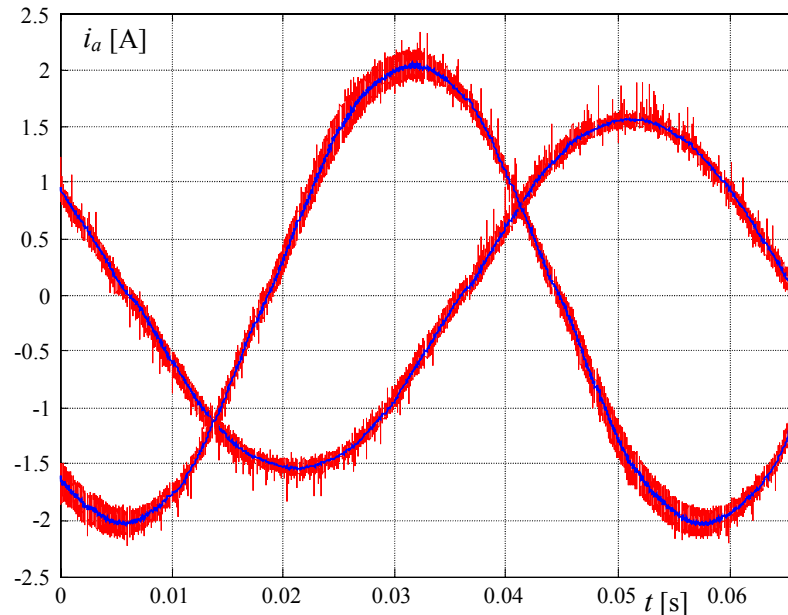


Sl. 9.16. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ uz prostoperiodični test signal utisnut u q komponentu struje statora – a) vrednost parametra R_s^* promenjena u toku rada algoritma, b) vrednost parametra L_σ^* promenjena u toku rada algoritma.

Rezultati pokazuju značajnu osetljivost rezultata procene T_r na grešku u oba ispitana parametra. Ovo je bilo očekivano na osnovu rezultata računarskih simulacija priloženim u poglavlju 8. Greška u proceni T_r dovela je i do uvećanja greške u procenjenoj brzini. Predloženi algoritam nema mehanizam za kompenzaciju ove osetljivosti i neophodno je koristiti tačne vrednosti ova dva parametra.

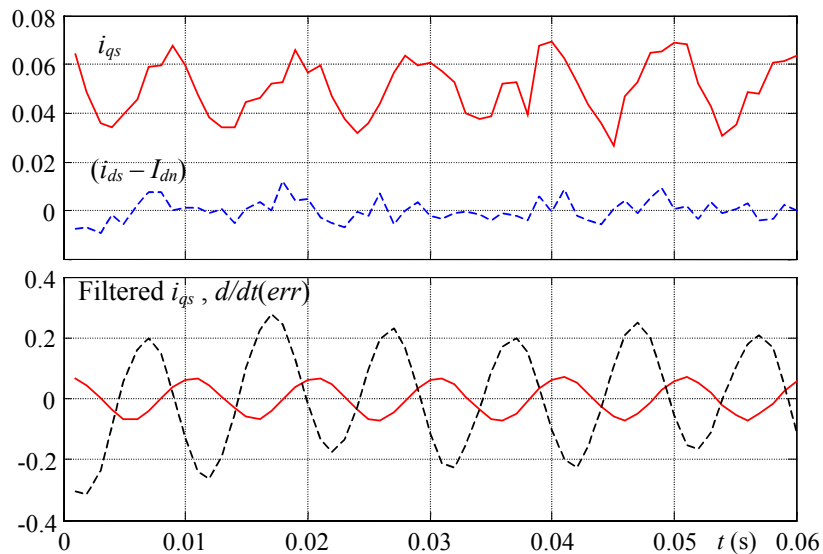
Predloženi algoritam za korekciju nije osmišljen da radi uz utisnuti test signal. Osnovna ideja je da se rad pogona ne remeti i da se iskoriste mali signali q struje statora već prisutni u pogonu. Svi mali signali u q domenu imaju izvor u signala struje faze motora čija se nesavršenost ogleda u malim oscilacijama u dq domenu. Posmatran je rad eksperimentalnog pogona u okolini izabrane radne tačke. Brzina rotora je u blizini 1000 rpm, dok je zadata

nominalna vrednost fluksa rotora. Osciloskopski trag linijske struje motora za neopterećen motor i motor sa 50% nominalnog opterećenja je prikazan na slici 9.17.

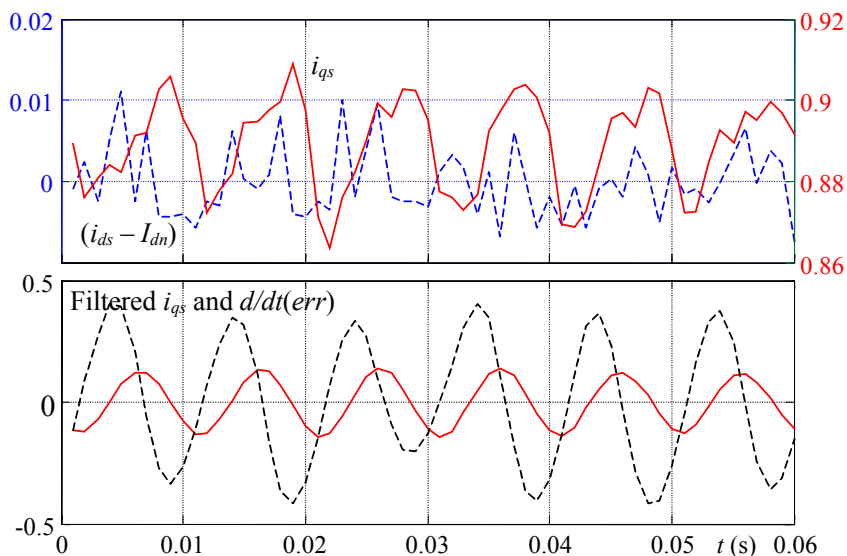


Sl. 9.17. Osciloskopski trag linijske struje za neopterećen motor i motor opterećen sa 50% nominalnog momenta.

Nakon što rotaciona transformacija poništi osnovnu komponentu signala na statorskoj učestanosti većina spektralne energije signala u dq domenu ostaje u jednosmernoj komponenti kao i komponenti na PWM učestanosti. Specifično za ispitani motor u trougao vezi namotaja, može se uočiti i relativno mali šesti harmonik u signalu linijske struje. Ovaj signal dovodi do odgovarajuće oscilacije u dq domenu, čija je učestanost šest puta veće od trenutne učestanosti polja. Odgovarajući mali signali d i q struje statora su prikazani na slikama 9.18 i 9.19, za opterećeni i neopterećen pogon.



Sl. 9.18. Mali signali u pogonu u okolini stacionarne radne tačke. Struje statora d i q ose. Filtrirani i pojačani signal prvog izvoda greške MRAS (isprekidana linija) i q struje statora. Brzina rotora 1000 rpm, neopterećen pogon.



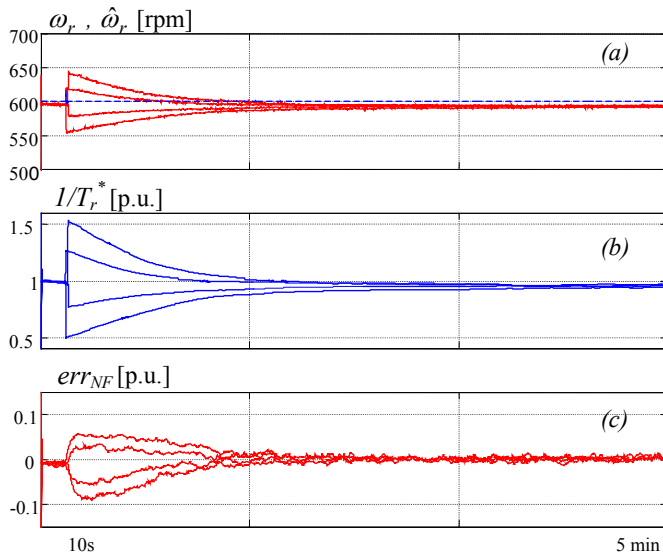
Sl. 9.19. Mali signali u pogonu u okolini stacionarne radne tačke. Struje statora d i q ose. Filtrirani i pojačani signal prvog izvoda greške MRAS (isprekidana linija) i q struje statora. Brzina rotora 1000 rpm, 50% nominalnog opterećenja.

Svi prikazani signali su prikupljeni *on-line* uz učestanost odabiranja 1KHz. Iako postoji određeno preklapanje sa PWM komponentom, jasno se može uočiti mali signal na učestanosti šest puta većoj od učestanosti polja. Signal je bilo nemoguće ukloniti u toku eksperimenata i predstavlja tipičan primer parazitnog signala nastalog usled nesavršenosti rada digitalno upravljano elektromotornog pogona. Ovaj signal nastaje usled pretpostavljene simetrije namotaja motora kao i u nesavršenost sistema merenja faznih struja. Rekonstrukcija faznih struja motora na osnovu odabranih linijski dovodi do greške koja se uvećava u trenutku prolaska jedne od struja kroz nulu. Slični mali signali nastali na osnovu različitih nesavršenosti u sistemu su uvek prisutni i prihvatljivi u većini pogona opšte namene. Parazitni signali uobičajeno nemaju veliki amplitudu (nekoliko procenata nominalne vrednosti), i ne izazivaju značajne oscilacije u izlaznom momentu motora i brzini rotora.

Da bi se otkriveni signal dodatno ispitaio, signal je izdvojen i pojačan korišćenjem pojasnih filtera centralne učestanosti 6 puta veće od učestanosti statora. Donji tragovi na slikama 9.18. i 9.19. prikazuju filtrirane signale struje q ose statora i prvog izvoda greške MRAS estimatora brzine. Mali signal u q struji izaziva sličnu oscilaciju u MRAS grešci. Dodatni mali signali u MRAS grešci takođe postoje. Prvi harmonik statorske učestanosti nastaje usled nasvršene integracije napona statora i uobičajno se može umanjiti uvećavanjem granične učestanosti korišćenog filtra prvog reda. Drugi harmonik u signalu MRAS greške se takođe ne može u potpunosti ukloniti i nastaje usled nesavršenosti estimacije napona. Ovaj signal se može umanjiti pravilnim uvažavanjem nelinearnosti naponskog invertora. Pravilno projektovan pojasni filter za izdvajanje 6 harmonika u struji q ose mora ujedno da poništi pomenute dodatne male signale u prvom izvodu MRAS greške.

Sledeći set eksperimenata ilustruje procenu vremenske konstante rotora na osnovu prikazanog parazitnog signala u struji statora. Tokom eksperimenata brzina rotora je održavana povratnom spregom u dinamometru u okolini 600 rpm i zadate su nominalna vrednost d i q struje statora. Prvo je ispitan rad adaptivnog mehanizma uz tačne vrednosti ostalih parametara. Rezultati eksperimenata za ostvarenu brzinu rotora, procenjenju $1/T_r^*$ i

signal greške nastao usled fazne razlike signala nakon pojasnog filtra prikazani su na slici 9.20. Sa slike se može uočiti da se mehanizam izbacuje iz balansa promenom u procesoru korišćene vrednosti parametra $1/T_r^*$ (10 sek. nakon starta akvizicije podataka), signal greške se akumulira i $1/T_r^*$ konvergira ka tačnoj vrednosti. Ovim je korigovana i procenjena i brzina.

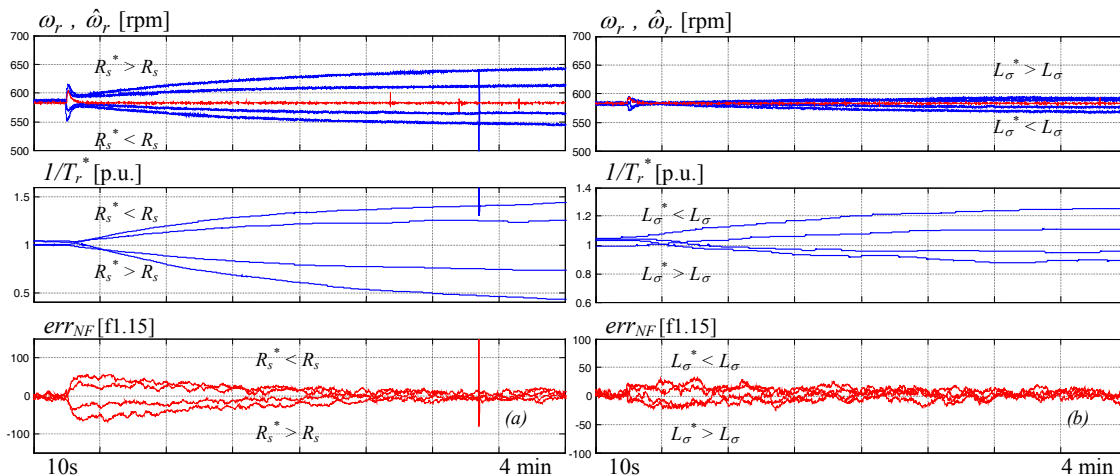


Sl. 9.20. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ u režimu kontrole momenta – vrednost parametra $1/T_r^*$ promenjena u toku rada algoritma.

Sa slike se takođe može primetiti da je vreme do zadovoljavajuće korekcije parametra oko 2-3 minuta, što čini korekciju veoma sporom. Razlog za pomenuto je u činjenici da su zadržana pojačanja povratne sprege podešena za test signal dok je sama informacija umanjena ukidanjem istog.

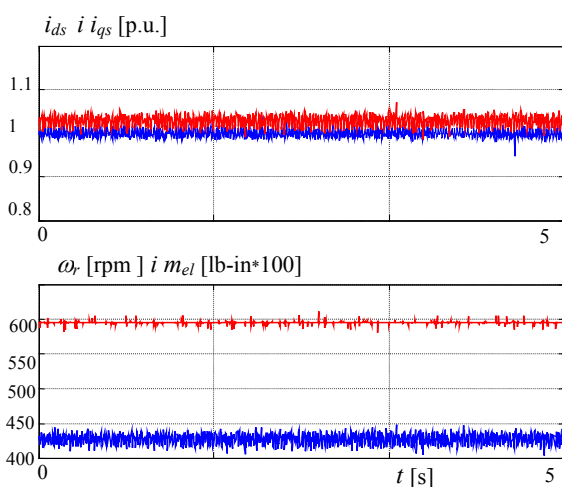
Uticaj greške u parametru otpornosti statora na procenu parametra ispitan je na slici 9.21a. Netačna vrednost parametra R_s^* zadata 10s nakon starta akvizicije podataka izvodi estimator rotorske vremenske konstante iz stacionarnog stanja. Sistem se stabilizuje ali konvergira ka netačnoj vrednosti parametra T_r^* . Ovim je dodatno uvećana greška u

procenjenoj brzini. Prikazan je rezultat rada algoritma za vrednosti relativne greške $\Delta R_s/R_s = \pm 10\%$ i $\pm 25\%$, date kao parametar na 9.21a. Slično je ispitan uticaj greške parametra induktivnosti rasipanja statora (slika 9.21b). Radi uporedne analize prikazan je rad algoritma pri identičnim relativnim greškama ovog parametra $\Delta L_\sigma/L_\sigma = \pm 10\%$ i $\pm 25\%$. Na slikama je prikazano koji znak greške u parametru R_s i L_σ izaziva pozitivno ili negativno odstupanje prikazane veličine. Da se sam grafik ne bi previše opteretio svakoj krivoj nije pridružena vrednost parametra ali jasno je da veća relativna greške u parametru proizvodi krivu koja je udaljenija od idealnog slučaja.

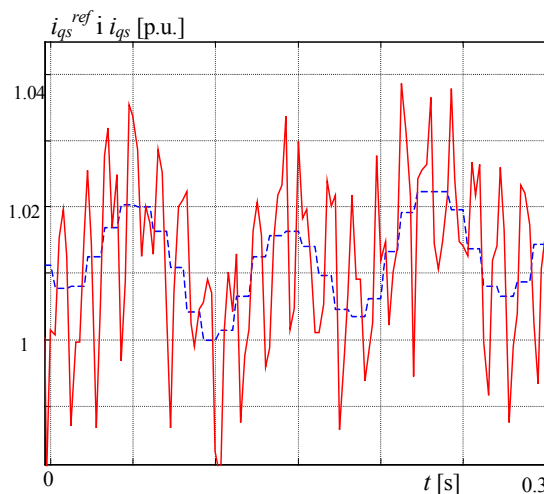


Sl. 9.21. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ u momentnom režimu rada pogona
a) vrednost parametra R_s^* promenjena u toku rada algoritma, b) vrednost parametra L_σ^* promenjena u toku rada algoritma.

Sledeći set eksperimenata se bavi dinamikom malih signala u pogonu sa regulisanom brzinom. Zadata je referentna brzina rotora u iznosu 600 rpm i zatvorena je povratna sprega po procenjenoj brzini. Fluks rotora je održavan na nominalnoj vrednosti dok je za prvi set eksperimenata na dinamometru održavan kočioni momenat u okolini 4.4 lb-in (0.5 Nm). Slika 9.22 prikazuje utisnute struje statora, rezultujuću brzinu rotora i ostvareni elektromagnetni momenat.



Sl. 9.22.



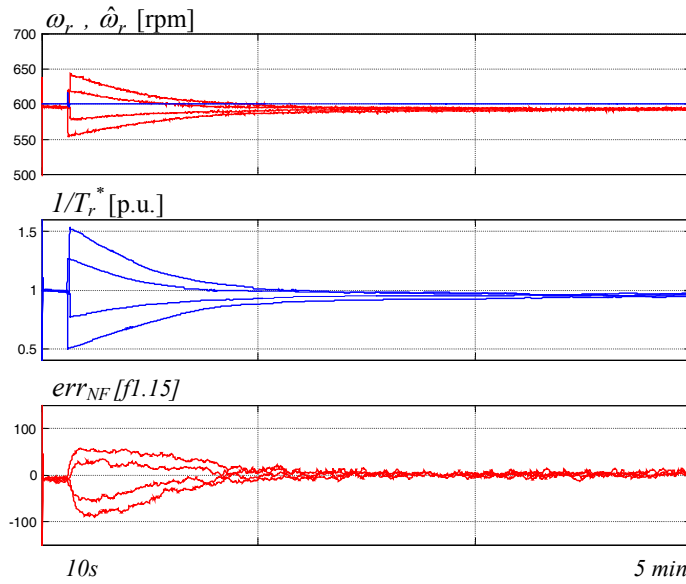
Sl. 9.23.

Sl. 9.22. Radna tačka pogona sa regulisanom brzinom, ostvarene struje statora (gornja slika), brzina rotora merena enkoderom [rpm] i procenjeni el. momenat [lb-in*100] (donja slika).

Sl. 9.23. Zadata i ostvarena struja q ose statora za pogon u režimu kontole brzine rotora .

Rad regulatora brzine dovodi do malih promena u zadatoj struji statora čija vrednost nije više konstantna tokom eksperimenta. Merena q komponenta struje statora se sada menja usled promene zadate vrednosti ali i usled nesavršenosti merenja i rekonstrukcije faznih struja motora. Deo signala zadate (isprekidana linija) i merene q struje statora prikazani su na slici 9.23. Na slici se može jasno uočiti oscilacija u zadatoj vrednosti q komponente struje statora. Ova oscilacija je na učestanosti obrtnog polja, i nastaje usled greške u referentnom modelu fluksa rotora. Jednom nastala oscilacija procenjenog fluksu rotora u naponskom modelu se prenosi na signal procenjene brzine i izaziva sličnu oscilaciju u zatom momentu na izlazu regulatora brzine. U signalu q struje je i dalje prisutan 6 harmonik statorske učestanosti (okolina 60 Hz). Uočeni mali signali su relativno male amplitude i ne izazivaju značajnu promenu u ostvarenoj brzini rotora.

Slika 9.24 prikazuje rezultate procene recipročne vrednosti vremenske konstante rotora u pogonu regulisanom po brzini, sa konstantnom vrednošću zadate brzine, i uz tačne vrednosti parametara R_s^* i L_σ^* . Pojačanja povratne sprege po parametru $1/T_r^*$ su zadržana nepromenjena u odnosu na prethodni set eksperimenata. Može se primetiti sa slike 9.24 da pomenuti parametar brže konvergira ka tačnoj vrednosti u slučaju pogona sa zatvorenim povratnom spregom po brzini. Vreme konvergencije je umanjeno za oko jedan minut. Ovo je bilo i očekivano usled prisustva dodatnog signala nastalog promenom zadate vrednosti struje q ose.

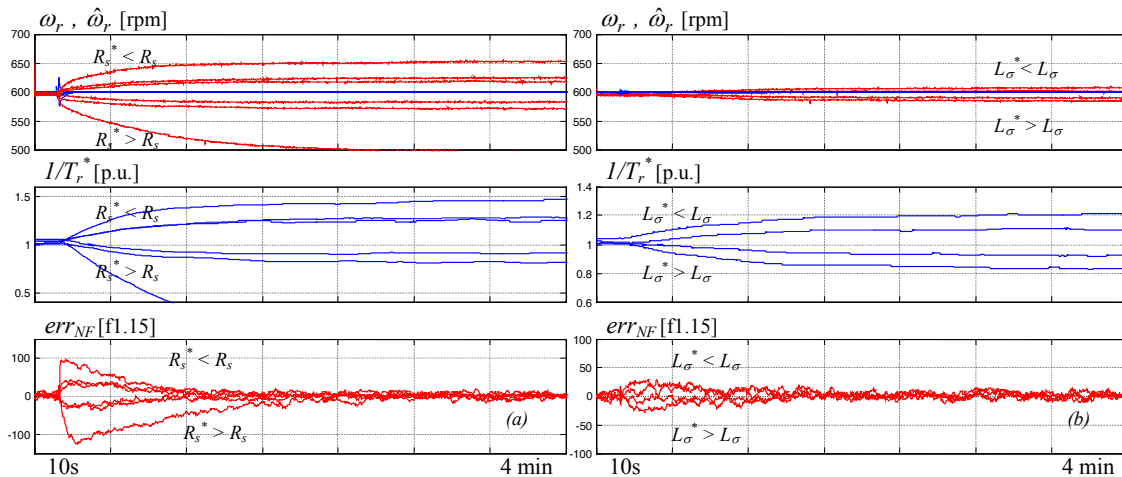


Sl. 9.24. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ u režimu kontrole brzine rotora uz momenat opterećenja 4.4 lb-in. Vrednost $1/T_r^*$ promenjena u toku rada algoritma.

Osetljivost procene $1/T_r^*$ na grešku u R_s^* i L_σ^* je ispitana na slikama 9.25a i 9.24b.

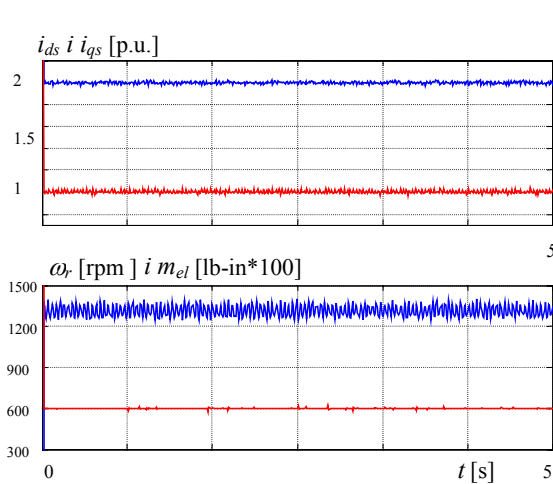
Na slici 9.25a je prikazan rad algoritma uz grešku statorske otpornosti $\Delta R_s/R_s = \pm 10\%$, $\pm 25\%$ i $\pm 50\%$. Na slici 9.25b je prikazan uticaj greške u parametru rasipne induktivnosti statora, uz relativne greške u iznosu $\Delta L_\sigma/L_\sigma = \pm 10\%$ i $\pm 25\%$.

Uticaj promene opterećenja na rad algoritma za korekciju T_r^* je takođe ispitivan. Slike 9.26–9.28 prikazuju rezultate za kočioni momenat u iznosu 12.4 lb-in. Na slici 9.25 dati su vremenski tragovi merenih

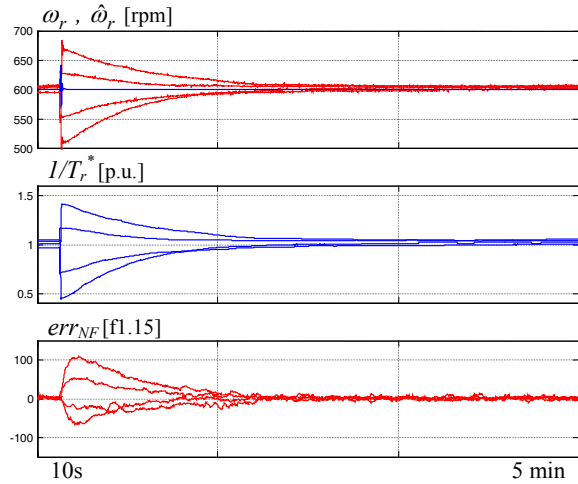


Sl. 9.25. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ u režimu kontrole brzine rotora uz momenat opterećenja 4.4 lb-in. a) Vrednost R_s^* promenjena u toku rada algoritma, b) Vrednost L_σ^* promenjena u toku rada algoritma.

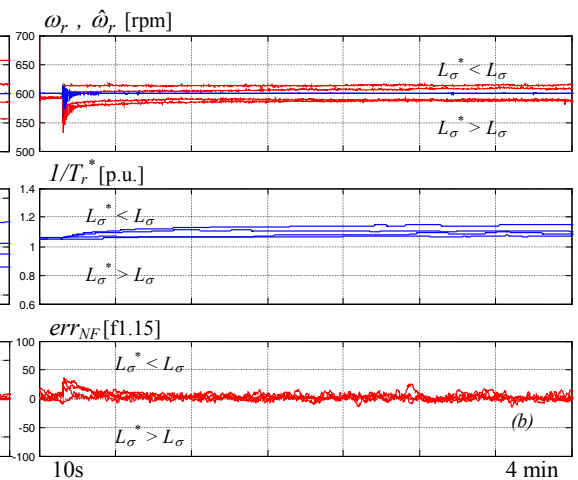
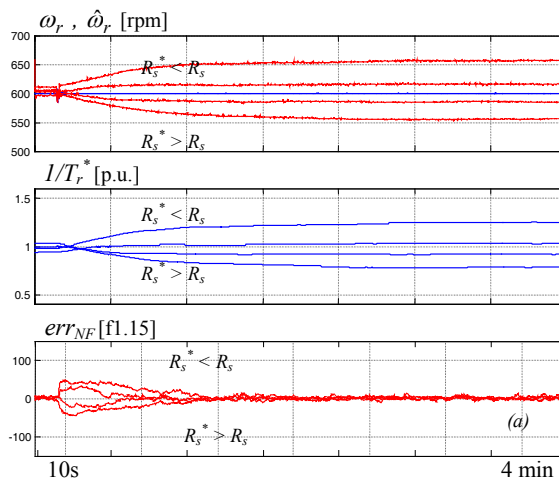
signala d i q struje statora kao i ostvarena brzina rotora i procenjeni el. momenat. Analiza rada pogona pri ovom opterećenju je bila otežana usled moguće nagle promene temperatura rotora i statora. Ova pojava je umanjena hlađenjem motora pomoću spolja montiranog ventilatora ali promenu stvarnih vrednosti otpornosti tokom eksperimenata ne treba potpuno isključiti. Rezultati procene vremenske konstante rotora u pogonu regulisanom po brzini pri kočionom momentu 12.4 lb-in prikazani na slici 9.26 su načinjeni uz korišćene tačne vrednosti ostalih relevantnih parametara ($R_s^* = R_{sn}$, $L_\sigma^* = L_{\sigma m}$). Na slici 9.27a i 9.27b prikazana je osetljivost rezultata na greške u parametru statorske otpornosti ($\Delta R_s/R_s = \pm 10\%$, $\pm 25\%$) i grešku parametra induktivnosti rasipanja statora ($\Delta L_\sigma/L_\sigma = \pm 10\%$ i $\pm 25\%$).



Sl. 9.26. Radna tačka pogona sa regulisanom brzinom, ostvarene struje statora, brzina rotora [rpm] i el. momenat [lb-in*100].



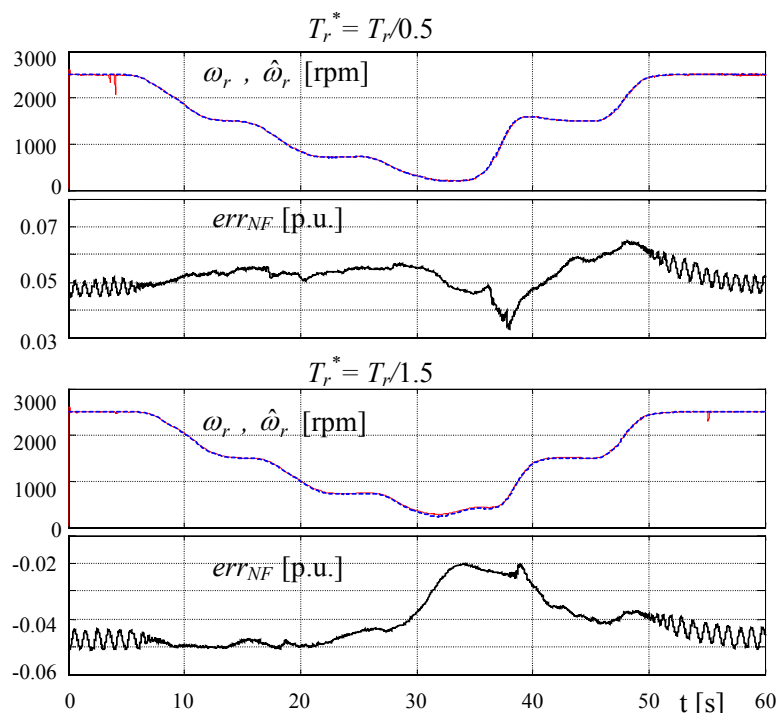
Sl. 9.27. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ u režimu kontrole brzine rotora uz momenat opterećenja 12.4 lb-in . Vrednost $1/T_r^*$ promenjena u toku rada.



Sl. 9.28. Eksperimentalni rezultat korekcije $1/T_r^*$ u režimu kontrole brzine rotora uz momenat opterećenja 12.4 lb-in. a) Vrednost R_s^* promenjena u toku rada algoritma, b) Vrednost L_σ^* promenjena u toku rada algoritma.

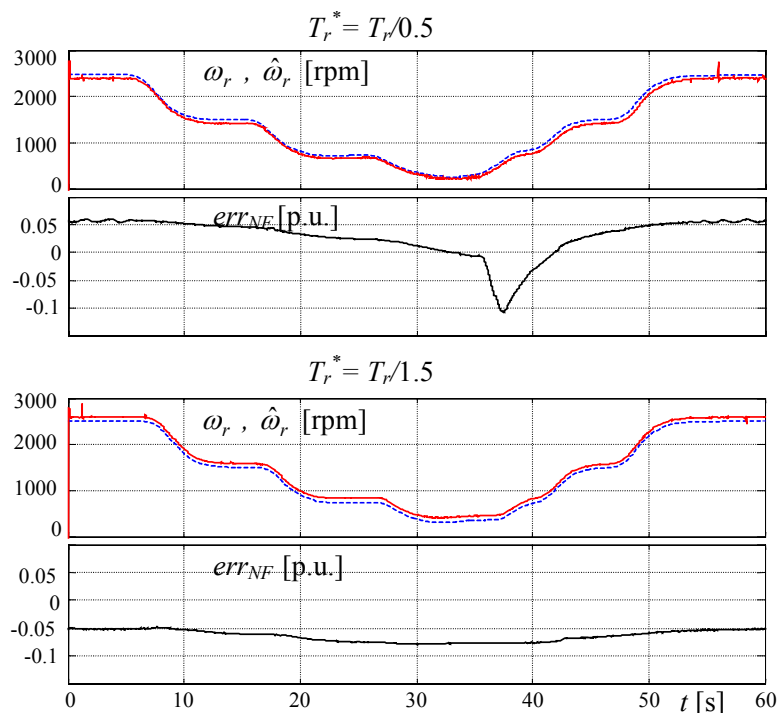
Prikazani rezultati ne prikazuju značajnu osetljivost algoritma za korekciju rotorskog parametra na promenu opterećenja, dok osetljivost na grešku u ostalim MRAS parametrima i dalje važi.

Konačno, ispitana je osetljivost predloženog algoritma na promenu stacionarne vrednosti brzine. Algoritam za procenu parametra je isključen i parametar $1/T_r^*$ je podešen prvo na 50% a zatim na 150% nominalne vrednosti. Signal greške nastao na osnovu fazne razlike malih signala je posmatran za različite vrednosti zadate brzine kao i tokom zadatih tranzijenata. Ovim je ujedno ispitano ponašanje algoritma tokom relativnog naglih promene stacionarne radne tačke. Rezultati za neopterećeni pogon su prikazani na slici 9.29. Procenjena (isprekidana linija) i merena brzina rotora su pokazani na gornjem delu slike, dok je algoritam error signal prikazan na donjem. Slika 9.30. pokazuje iste signale ali za pogon opterećen sa 75% nominalnog momenta



Sl. 9.29. Promena informacije o grešci $1/T_r^*$ tokom različitih tranzijena brzine rotora i u okolini različitih stacionarnih radnih tačaka, za neopterećen pogonu.

a) ostvarena i procenjena brzina rotora b) fazna razlika izdvojenih malih signala.



Sl. 9.30. Promena informacije o grešci $1/T_r^*$ tokom različitih tranzijena brzine rotora i u okolini različitih stacionarnih radnih tačaka, 75% nominalnog momenta opterećenja.

a) ostvarena i procenjena brzina rotora b) fazna razlika izdvojenih malih signala.

Prikazani eksperimentalni rezultati pokazuju da promena radne tačke kao i razni tranzijenti komandovane brzine rotora uglavnom ne menjaju izdvojenu informaciju o grešci parametra rotora. S obzirom da se nivo i znak signala greške ne menjaju u okolini većine ispitanih radnih tačaka pogona, jednom uključen algoritam za procenu parametra bi doveo T_r^* u okolinu iste, tačne T_r . Time bi se ujedno korigovala i ostvarena brzina rotora. Ipak, za relativno male brzine rotora greška procenjenog vektora fluksa rotora na izlazu referentnog modela postaje značajna i prikazani izdvojeni signal greške gubi vezu sa stvarnim znakom greške rotorskog parametra. U slučaju opterećenog pogona (slika 9.30) uočena je i promena znaka signala greške pri istoj vrednosti parametra rotora. Ova situacija bi dovelo do neželjene pozitivne povratne sprege u estimatoru. Da bi se poslednje izbeglo, neophodno je postaviti minimum brzine rotora kao potreban uslov za uključenje predloženog algoritma.

Poslednji set eksperimenata dovodi do sličnih zaključaka kao i svi prethodno prikazani. Parametar T_r^* u *shaft-sensorless* pogonu je moguće korigovati na osnovu malih signala već prisutnih u pogonu. Dati primer korekcije se odvija simultano sa procenom brzine rotora u MRAS-observeru brzine, i za nju nije potrebna promena radne tačke pogona. Pokazano je da algoritam može da koristi različite male signale, počevši od utisnutog test signala, preko signala izazvanog delovanjem konture regulacije momenta do dodatnih malih signala nastalih na izlazu regulatora brzine. Korišćeni mali signali jesu specifični za ekperimentalni pogon ali to nije ograničenje primene ove metode, slični signali se mogu izdvojiti u svakom pogonu opšte namene. Ono što je i dalje negativno jeste osetljivost rezultata na grešku parametara referentnog modela rotorskog fluksa. Informacija za procenu T_r^* sadržana u faznoj razlici malih signala jeste u direktno vezi i sa greškama R_s^* i L_σ^* . Takođe, ova metoda je osetljiva na grešku u proceni napona statora što dodatno uvećava minimum brzine rotora na kojoj se ova metoda može primeniti.