Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky

HODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE

POSUDOK OPONENTA PRÁCE

Názov práce: **Vybrané výskumné trendy regulácie elektrických pohonov**

Autor: **Ing. Karol Kyslan, PhD.**

Odbor habilitačného konania a inauguračného konania: ***Silnoprúdová elektrotechnika*** Akad. rok: ***2019/2020***

Oponent: **doc. Ing. Pavol Makyš, PhD.**

Pracovisko oponenta: ***Žilinská univerzita, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií, KEEP***

KOMENTÁR OPONENTA HABILITAČNEJ PRÁCE
AKTUÁLNOSŤ ZVOLENEJ TÉMY HABILITAČNEJ PRÁCE:

Predložená habilitačná práca sa venuje vybraným oblastiam v riadení elektrických pohonov. Je rozdelená do troch kapitol.
Každá z kapitol obsahuje krátky úvod , teoretický rozbor rozoberanej problematiky a stručný komentár k autorským článkom, ktoré tvoria vždy záverečnú časť každej kapitoly. V sumáre ide o 9 príspevkov, 4 príspevky v impaktovaných časopisoch a 5 príspevkov z medzinárodných IEEE konferencií.
Na základe uvedeného môžem konštatovať, že všetky tri kapitoly sa venujú aktuálnej problematike elektrických pohonov, ktoré sú predmetov celosvetového záujmu širokej vedeckej komunity. Vďaka rozvoju mikroprocesorovej techniky a novým poznatkom v oblasti výkonovej elektrotechniky je neustále vytváraný tlak na zlepšovanie vlastností pohonárskych aplikácií, čoho zrkadlom sú aj výsledky dosiahnuté v predloženej habilitačnej práci.

METÓDY SPRACOVANIA HABILITAČNEJ PRÁCE:

Práca je písaná formou súboru publikovaných príspevkov s krátkymi komentármi, čo je jedna zo schválených foriem pre písanie habilitačnej práce na danom pracovisku. Komentáre vhodne dopĺňajú texty jednotlivých príspevkov a jednotlivé kapitoly pôsobia uceleným dojmom.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY HABILITAČNEJ PRÁCE A NOVÉ POZNATKY:

V tejto časti je potrebné dosiahnuté výsledky hodnotiť separátne pre každú kapitolu zvlášť.
Prvá kapitola za zaoberá metódami emulácie mechanických záťaží pomocou dynamometra riadeného v momentovej regulačnej slučke. S použitím prezentovaných regulačných štruktúr sa následne môže pohon dynamometra správať podobne ako reálna mechanická záťaž, čo prináša mnoho benefitov pre takto vybavené pracovisko. Je možné testovať správanie sa pohonu so záťažou, ktorá je napr. z technologického hľadiska nedostupná pre testovanie, je finančne náročné mať jej ekvivalent v laboratóriu, prípadne je umožnené testovanie kritických stavov nastávajúcich pri poruchách a pod. Získané výsledky poukazujú na dosiahnutie vynikajúcich parametrov, hlavne dosahovaných dynamických odoziev navrhnutých systémov. Neviem, či iné autorove publikácie obsahujú priame porovnanie týchto navrhnutých riešení s nejakou jednoduchou štruktúrou s PI regulátormi, pretože takéto priame porovnanie mi z pohľadu takého širšieho nadhľadu chýbalo. To však nijako neznižuje kvalitu dosiahnutých výsledkov, čoho dôkazom je aj fakt, že niektoré z riešení je aj patentovo chránené.
V druhej kapitole sú naznačené algoritmy a problémy spojené s estimáciou mechanických veličín. Kapitola opäť ponúka krátky teoretický popis najčastejšie sa vyskytujúcich štruktúr, pričom sa vo svojej záverečnej časti bližšie venuje štruktúram s Kalmanovým filtrom. Konkrétne sú rozobraté dva autorove príspevky z konferencií. Pokiaľ v prvom príspevku boli uvedené len simulačné výsledky, v druhom príspevku boli algoritmy overené aj experimentálne, čo hodnotím veľmi pozitívne. Získané výsledky poukazujú na vynikajúce vlastnosti pri pozorovaní rýchlosti. Kvalita estimácie polohy rotora je trochu horšia, čo môže mať v konečnom dôsledku aj výrazný vplyv na účinnosť celého pohonu.
Tretia kapitola sa venuje algoritmom prediktívneho riadenia. Úvod do tejto kapitoly, a dovolím si tvrdiť, že takmer celý teoretický popis, je napísaný neuveriteľne zrozumiteľne. Tu sa asi najviac z celej práce prejavila pedagogická skúsenosť autora. Aj keď ide o veľmi náročnú tému, je táto časť pre čitateľa veľmi zrozumiteľná a myšlienky autora sú veľmi ľahko sledovateľné. Kapitola pokračuje autorovými príspevkami P7-P9. V prvom je implementácia FCS-MPC riadenia na jednosmerný motor. Experimentálne sú porovnávané dve štruktúry: klasická kaskádová štruktúra s PI regulátormi so zanedbaním prenosu prúdovej slučky a FCS-MPC štruktúra so stavovým pozorovateľom realizovaným prostredníctvom Kalmanovho filtra. Experimenty potvrdili, že hlavne dynamická odozva na vplyv poruchy od záťažného momentu je lepšie vykompenzovaná pomocou FCS-MPC riadenia. Na obranu kaskádovej štruktúry treba ale povedať, že koeficienty regulátorov boli nastavené tak, aby sa dosiahla rovnaká časová odozva zmeny rýchlosti pri zmene referencie otáčok ako pri FCS-MPC metóde. Parametre neboli nastavované na zmenu od poruchy, čo by sa tiež dalo realizovať (samozrejme zase s inou odozvou na referenciu). Príspevky P8-P9 sa zaoberajú implementáciou prediktívnych riadení na striedavé PMSM stroje, opäť v porovnaní s kaskádovou, tomto prípade, ale vektorovou štruktúrou keďže ide o striedavý pohon. Výskum sa zaoberal rôznymi modifikáciami, hlavne za účelom skrátenia doby výpočtu. Vysoko hodnotím ako teoretickú tak hlavne aj praktickú časť, ktorá ponúka určitú alternatívu a novú cestu ako zlepšiť dynamiku striedavých pohonov.

PRIPOMIENKY A POZNÁMKY K HABILITAČNEJ PRÁCI:

Práca je napísaná veľmi starostlivo a precízne, nepodarilo sa mi zachytiť takmer žiadny preklep alebo gramatickú chybu. Je na dobrej grafickej úrovni, text je vhodne doplnený o odkazy na literatúru v celkovom počte 65.
Jedinou malou chybičkou z grafického pohľadu môže byť skutočnosť, že konštanty a indexy veličín v rovniciach by nemali byť šikmé (nie italic).
Na strane 52 je uvedená myšlienka, citujem: „Pre vytvorenie prúdu v statore je potrebné pomerne veľká hodnota napätia vytvorená v striedači, čo znižuje hodnotu použiteľného napätia pre bežnú reguláciu.“ S týmto tvrdením nesúhlasím, pretože tieto metódy sú použité prevažne pri malých

rýchlostiach, kde v žiadnom prípade regulácia nepotrebuje toľko napätia, aby ho injektáž nejako obmedzovala.

Predpokladám, že tvrdenie dosiahnutia doby regulácie TS = 32µs v prípade polohovej slučky je len omyl v terminológii. Autor chcel asi spomenúť vzorkovací čas.

OTÁZKY K RIEŠENEJ PROBLEMATIKE:

1. Otázka sa týka príspevku P4. Fig .12. Čo je dôvodom oscilácií v rýchlosti? Je dôvodom to, že systém emuluje kyvadlo?
2. Otázka sa týka príspevku P6. Fig .6-7. Presnosť estimácie sa zlepšila po zaťažení motora. Je to špecifická črta tohoto pozorovateľa, alebo to súvisí s iným javom?
3. Otázka sa týka príspevku P7. Fig .12. Pri zmene J (100 a 250%), aká hodnota J bola použitá v optimalizačnej funkcii?

SPLNENIE SLEDOVANÝCH CIEĽOV HABILITAČNEJ PRÁCE:

Práca v plnom rozsahu spĺňa definované zameranie a ciele. Teoretický rozbor, komentáre k príspevkom ale i samotné príspevky tvoria ucelenú prácu, ktorá má prevažne výskumný charakter, ale, a to hlavne v tretej kapitole, sa autor prejavil aj ako osobnosť s dobrým pedagogickým cítením pri písaní a tvorení textu.

CELKOVÉ ZHODNOTENIE HABILITAČNEJ A ZÁVER:

Na základe vyššie uvedeného hodnotenia konštatujem, že habilitačná práca, dosiahnuté výsledky uchádzača a ich ohlas zodpovedajú požiadavkám habilitačného konania a preto odporúčam komisii prácu habilitanta Ing. Karola Kyslana, PhD. prijať k obhajobe a po úspešnom obhájení podať návrh na udelenie akademického titulu docent.

Predloženú habilitačnú prácu na základe predchádzajúceho hodnotenia

ODPORÚČAM prijať k obhajobe

a po jej obhájení navrhujem udeliť vedecko-pedagogický titul "docent (doc.) v odbore "

Podpisom na tomto posudku zároveň súhlasím s licenčnými podmienkami obsiahnutými v licenčnej zmluve na použitie posudku záverečnej práce, ktorá je súčasťou tohto posudku.

Dátum: 29.04.2020 .....

podpis autora posudku