

## Posudek disertační práce

Autor: **Ing. Matůš Kozovský**  
Téma: **Modelling and Control of AC Electric Drives during Fault Conditions**  
Oponent: **doc. Ing. Martin Kuchař, Ph.D.**  
*Docent*  
VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroniky  
17. listopadu 15/2172  
708 33 Ostrava – Poruba  
tel.: +420 597 325 834, e-mail: martin.kuchar@vsb.cz

### 1. Aktuálnost zvoleného tématu

Disertační práce Ing. Matůše Kozovského se zabývá problematikou modelování a řízení elektrických regulovaných pohonů s vícefázovými synchronními motory s permanentními magnety při vzniku různých poruchových stavů stroje, příp. polovodičového měniče. Zvolené téma disertační práce je velice aktuální a zajímavé. Patří bezesporu mezi aktuální okruh zájmu výzkumných pracovišť v mezinárodním měřítku, což dokládají i publikace v prestižních odborných časopisech uvedené v práci v seznamu použité literatury. Zdrojem poruchy střídavých regulovaných pohonů může být výkonový polovodičový měnič, řídicí mikropočítačový systém, snímače veličin nebo právě samotný elektrický motor. Současný výzkumný trend zahrnuje problematiku řízení odolného vůči různým typům poruch elektrického pohonu (fault tolerant control). Zmíněná problematika je velice důležitá pro aplikace, kde hraje bezpečnost významnou roli, jako např. oblast trakčních pohonů drážních vozidel, elektromobilů apod. Téma práce tedy odpovídá oboru disertace – Kybernetika, automatizace a měření.

### 2. Přínos disertační práce pro rozvoj vědního oboru

#### **a) Cíle disertace a jejich splnění**

Ing. Matůš Kozovský řešil v rámci své práce náročný úkol spojený s analýzou, modelováním a řízením elektrických pohonů během poruchových stavů. V úvodu disertační práce autor prezentoval současný stav ve zkoumané problematice. Dále se práce věnuje tvorbě matematických modelů vícefázových synchronních motorů s permanentními magnety s ohledem na modelování různých elektrických poruch motoru a měniče. Jsou vytvořeny modely v třífázovém systému souřadnic [a, b, c] pro Matlab/Simulink a Simscape, a v rotujícím systému souřadnic [d, q] pro Matlab/Simulink. V další části práce se autor zabývá analýzou a simulacemi poruchových stavů pro různé konfigurace vinutí vícefázových elektrických motorů. Samotná detekce analyzovaných poruch nebyla předmětem této disertační práce. V závěru se autor věnuje návrhu a testování řídicích algoritmů a kompenzačních technik pro dva typy dvakrát třífázového synchronního motoru s permanentními magnety. Pro implementaci algoritmů bylo využito automatické generování kódu z Matlab/Simulink pro řídicí systém založený na tříjádrovém mikrokontroléru AURIX TC275. Získané experimentální výsledky jsou rovněž uvedeny.

Naplnění cílů disertační práce vyžadovalo studium odborné literatury a rovněž znalosti z oblasti elektrických strojů a pohonů, výkonové elektroniky, algoritmů řízení, matematiky i informatiky. V neposlední řadě doktorand prokázal dobré praktické dovednosti při testování různých poruchových stavů a zprovoznění navržených kompenzačních strategií pro použité motory.

Ing. Matúš Kozovský jednoznačně splnil stanovené cíle disertační práce.

### **b) Výsledky disertace a nové poznatky**

Mezi nové poznatky je možné zahrnout především vzniklé matematické modely vícefázových motorů a získané simulační a experimentální výsledky navržených kompenzačních strategií při různých poruchách vinutí motoru a výkonového polovodičového měniče.

## **3. Zpracování disertační práce**

### **a) Zvolené metody zpracování**

Postup řešení problému je zvolen logicky správně. Nejprve je uvedena nutná analýza problému, potřebné teoretické základy a matematické odvození, následují návrhy řešení a simulační i experimentální výsledky.

### **b) Jazyková, terminologická a grafická úroveň práce**

Disertační práce je psaná v anglickém jazyce, což je potřeba ocenit. Jazyková úroveň je velmi dobrá, přesto jsem v práci našel některé pravopisné chyby (např. „breaking torque“ apod.), většinou jsou však zmíněné chyby spojené s určitými a neurčitými členy. Práce je logicky členěna, je srozumitelná a přehledná. Připomínku mám k prvním odkazům na některé obrázky v textu, které jsou uváděny až za samotným obrázkem, např. Obr. 7.3, 5.1, 5.2, 5.17 atd. Rovněž popisy pod obrázky by mohly být podrobnější, tedy samonosné, např. jestli se jedná o simulační nebo experimentální výsledek, který ze subsystémů je v poruše, podmínky, při kterých byl průběh zachycen apod. Často je potřeba hledat tyto informace v textu. Některé obrázky by pak mohly být větší pro lepší čitelnost (např. Obr. 8.5, 8.6 atd.). V práci mi pak chybí blokové schéma celé regulační struktury. I přes zmíněné připomínky je celkové zpracování práce na velmi vysoké úrovni a uvedené obrázky výstižně doplňují textovou část.

## **4. Přehled publikovaných prací**

Seznam autorových publikací vztahujících se k tématu disertační práce zahrnuje 2 články v časopise a 9 příspěvků na mezinárodních, příp. tuzemských konferencích, což je naprosto dostatečný počet pro seznámení odborné veřejnosti s jádrem této práce. Osm z těchto publikací je navíc indexováno v databázi Scopus a čtyři v databázi Web of Science. Celkové shrnutí autorových publikačních výsledků v databázi Scopus: 8 dokumentů, 4 citace bez autocitací (h-index 1); v databázi Web of Science: 4 dokumenty, 2 citace bez autocitací (h-index 1). Publikační výsledky autora práce považuji za naprosto vyhovující. Autor se rovněž podílel na řešení devíti projektů.

## 5. Závěr

Vzhledem k velmi dobré úrovni disertační práce, splnění stanovených cílů, přínosu pro obor a prokázání teoretických i praktických schopností při vědeckých a výzkumných aktivitách, disertační práci Ing. Matúše Kozovského **doporučuji k obhajobě** před komisí pro obhajoby v oboru "Kybernetika, automatizace a měření". Po úspěšné obhajobě této disertační práce doporučuji udělit Ing. Matúši Kozovskému akademicko-vědecký titul "doktor", ve zkratce "Ph.D."

V Ostravě dne 18. 1. 2021



doc. Ing. Martin Kuchař, Ph.D.

## Dotazy k obhajobě disertační práce

1. Mohl by autor podrobněji vysvětlit navržený proudový regulátor uvedený na Obr. 7.3 včetně jednotlivých bloků? Do spodního regulátoru je opravdu zaveden žádaný vektor statorového proudu v souřadném systému  $[\alpha, \beta]$ ?
2. Jak vypadala regulační struktura pro pohon v kapitolách 7.0.1, 7.0.2 a 7.0.3 při použití pouze jednoho třífázového střídače pro oba subsystemy?
3. Jaká je hranice odbuzení (záporná hodnota tokotvorné složky vektoru statorového proudu  $i_{sd}$ ) pro použitý synchronní motor s permanentními magnety (PMSM)? Jak jste hodnotu určil? Použil jste vztahy (5.1) a (5.2)?
4. Mohl by autor srovnat pohon s dvakrát trojfázovým PMSM a pohon se standardním PMSM z hlediska ceny a dalších parametrů?