

## Hodnocení diplomové práce vedoucím práce

Student: Bc. Martin Gurtner

Vedoucí: Ing. Zdeněk Hurák, Ph.D.

Datum: 29.01.2016

---

Cílem diplomové práce Martina Gurtnera bylo vyřešit několik dílčích technických problémů v oblasti bezkontaktní mikromanipulace pomocí dielektroforézy. Jmenovitě šlo o úlohu optického měření polohy mikročástice levitující nad transparentním elektrodovým polem, a to bez využití standardního mikroskopu s objektivem a v reálném čase; dále modelování silového pole pomocí Greenových funkcí; a nakonec jednu speciální kvadratickou optimalizační úlohu pro stanovení napětí přiložených na pole elektrod, které generují předepsanou dielektroforetickou sílu.

Konstatuji, že **zadání práce bylo splněno beze zbytku**, a to na kvalitativní úrovni, která výrazně převyšuje naprostou většinu dalších diplomových prací. A takové hodnocení bude platné, i když se v úvahu vezme skutečnost, že první z uvedených úkolů byl rozpracován už v předcházejících semestrech. Tematický rozsah i hloubka jsou mimořádné: optika, elektronika, fyzika, automatické řízení, matematika (parciální diferenciální rovnice, lineární algebra, optimalizace), a to vše ve formě teoretické i naprosto praktické (experimentální).

Předložené výsledky jsou nejen kvalitní po obsahové stránce, ale byly i velmi systematicky začleněny mezi existující výsledky v daných oblastech (podle vědeckých publikací). Jsem tedy přesvědčen, že řešení minimálně dvou ale dost možná všech tří úloh, jak jsou popsána v práci, jsou dostatečným základem pro publikaci v kvalitním mezinárodním odborném časopise, do čehož se Martin Gurtner zrovna pouští.

Práce je psána velmi dobrou angličtinou. Mimořádná pečlivost i autorská zralost jsou zřetelné i z vysoké úrovně grafiky i matematické sazby. Této práci ani formální stránce nelze vytknout vůbec nic.

Můžu jen poděkovat za příležitost být vedoucím této práce a hodnotím ji **VÝBORNĚ (A)**.

.....  
Ing. Zdeněk Hurák, Ph.D.

# Posudek oponenta

Autor práce: Bc. Martin Gurtner

Název práce: Real-time Optimization-based Control and Estimation for Dielectrophoretic Micromanipulation

Autor posudku: Miloslav Čapek (miloslav.capek@...), katedra elektromagnetického pole, ČVUT-FEL

Na základě požadavků na oponentní posudek katedry řídicí techniky FEL-ČVUT v Praze hodnotím jednotlivé body práce samostatně níže. Své otázky připojuji na samotný závěr posudku.

## Formální a jazyková úroveň:

Práce je vypracována v anglickém jazyce, je srozumitelná, v rozsahu značně překračujícím průměr pro diplomové práce (viz dále) a je prostá gramatických chyb. Na několika místech jsou drobné překlepy (expansive x expensive), těm se však nelze zcela vyhnout ani v knižních monografiích.

Rád bych zdůraznil, že práce je vysázena v LaTeXu s ohledem na běžné typografické zásady, což nebývá bohužel zvykem. Použitá šablona, font, sazba (vč. matematických vztahů!), ale i vektorová grafika snese ta nejpřísnější měřítko. Domnívám se, že v takové kvalitě není vysázena ani velká část dizertačních prací.

Drobnou výhradu – spíše s výhledem do budoucna – mám k sazbě referencí, kupř. u [10] není rozsah stran správný (nikoliv 112 306 – 112 306, ale 112306-1 – 112306-21), podobně 2x „vol“ v [59], rok vydání by měl být jako poslední údaj (není-li uveden DOI nebo ISBN), atp.

## Struktura a členění práce:

Práce je rozdělena do kapitol o odpovídající délce, práce je velmi dobře strukturována, a mj. i proto se velmi dobře čte. Oceňuji shrnutí na konci každé kapitoly. Dodatky jsou užity s rozmyslem, zbytečně není opakována notoricky známá teorie.

## Přehled dostupné literatury a relevantních zdrojů:

Diplomant prostudoval celou řadu zdrojů, které jsou, po mém soudu, vhodně vybrány. Rozhled a orientace diplomanta v současných poznacích vztahujících se k danému tématu je patrná v celé práci. K sazbě mám pouze drobné výhrady, které jsem již uvedl výše.

## Způsob řešení a tvůrčí zpracování:

Řešení všech dílčích úkolů je ve shodě s vědeckou metodou. Domnívám se rovněž, že jsou užity přiměřené nástroje, algoritmy a přístroje. Osobně nejvíce oceňuji kapitoly související s kvadratickou optimalizací, které jsou zpracovány s velkým přehledem i pečlivostí. Zde rovněž spatřuji největší potenciál pro rozvoj celé metody.

### Rozsah realizace:

Jak již bylo uvedeno, jde o diplomovou práci delšího rozsahu. To je však ospravedlněno množstvím odvedené práce. Žel, na pečlivé (kupř. i opakované) pročtení práce byla velmi krátká doba, což bylo dále umocněno právě rozsahem. Interní nastavení termínů však není chybou diplomanta.

### Splnění zadání:

Ačkoliv diplomant v závěru hodnotí jako zcela splněné pouze dva z celkových tří úkolů (třetí je však rovněž rozpracován a částečně vyřešen), rád bych upozornil, že jakýkoliv z těchto tří úkolů by ospravedlnil vznik samostatné diplomové práce. Z mého pohledu tedy práce splňuje zadání a co víc, vytváří základ, na kterém lze v budoucnu dále pracovat.

### Návrh klasifikace známkou:

Po uvážení všech výše uvedených skutečností je má klasifikace posuzované diplomové práce zcela zřejmá a rád bych tímto pogrataloval kolegovi Gurtnerovi k napsání mimořádné práce! Mohu-li vyjádřit svůj názor, pak by bylo skvělé, kdyby Martin pokračoval ve svém bádání v rámci doktorského studia.

A (Excellent)

Miloslav Čapek  
V Praze, 28. 1. 2016

### Otázky:

Pozn.: otázky nijak nesnižují úroveň práce, pouze vycházejí ze zvědavosti autora posudku.

- 1) Jaká jsou praktická omezení metody back-propagation, zejm. pokud jsou mikročástice různě velké a v různé výšce nad čipem?
- 2) Jaké důvody zabraňují využití objektivu? Existují taková řešení ve světě?
- 3) Nerozumím vztahu (8.7) – jedná se o zobecněnou vlastní úlohu (GEP) nad operátorem  $\mathbf{A}$ , reprezentovaným hermitovskou maticí  $\mathbf{H}(\mathbf{A})$ . Potom

$$\lambda_1 = \frac{\mathbf{u}_1^* \mathbf{H}(\mathbf{A}) \mathbf{u}_1}{\mathbf{u}_1^* \mathbf{u}_1}, \quad (1.1)$$

je Rayleighův kvocient. Rozumím, že jmenovatel je normován, avšak nerozumím tomu jak – (8.2) totiž naznačuje, že jsou normovaná superponovaná řešení, nikoliv jednotlivé mody (což je u GEP běžné). Mimochodem, (8.8) je běžná matematická identita, jež není potřeba dokazovat.

- 4) Nemá být v rovnici (8.15) na pravé straně, platí-li definice (8.14), součet matice  $\mathbf{C}$  a hermitovsky sdružené matice  $\mathbf{C}$ , tj.

$$\mathcal{R}(\mathbf{C}) = \frac{1}{2} \mathcal{W}(\mathbf{C} + \mathbf{C}^*)? \quad (1.2)$$

Mimochodem, (8.16) je triviální.

- 5) Lze úlohu (7.5), resp. úlohu duální k (7.5) formulovat s pomocí Lagrangeových multiplikátorů?