



POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

SLOVNÍ HODNOCENÍ

Autor DP: BC. TOMÁŠ SKOKAN

Název DP: KONSTRUKCE PŘENOSNÉHO STANDU PRO TESTOVÁNÍ VLASTNOSTÍ ŘÍDÍCÍCH SYSTÉMŮ SIEMENS

Oponent DP: ING. JAN MORAVEC

- přístup studenta k řešené problematice

Při vypracování diplomové práce student prokázal schopnost aplikovat široké teoretické poznatky, projevil konstrukční talent, znalost součástkové základny, smysl pro důslednost a detail. V práci často navrhuje několik možných variant (např. koncepce standu, konstrukce dynamické platformy, ladění dynamické platformy, několik variant kuličkových šroubů) a analýzou vybírá tu nejvhodnější. Nad rámec předmětů vyučovaných na Fakultě strojní ČVUT v Praze se detailně seznámil s nastavováním pohonů v řídicím systému Siemens Sinumerik 840D sl a sepsal podrobný návod tohoto postupu. Student ve své práci propojil aplikace poznatků z návrhu a optimalizace pohonů NC strojů, sestavování pohybových rovnic a ladění mechanických systémů, detailní poznatky z regulace pohybových os NC strojů, poznatky z pružnosti a pevnosti, konstrukčních výpočtů. Dále projevil znalost analytických metod výpočtů a i výpočtů v simulačním prostředí Matlab-Simulink. Nejvhodnější variantu standu detailně zkonstruoval, součástí práce jsou i výrobní výkresy a specifikace všech komponent standu; stand je tím připraven do výroby. Do rešeršní části práce student vyhledal obdobná řešení; rešerše je přehledná a obsáhlá. V předkládané práci jsou odkazy na dvacet literárních pramenů, mnohé z nich jsou cizojazyčné. K pramenům by jistě šly přiřadit i odkazy na návody k osvojeným výpočtovým a CAD programům.

- zvolený postup řešení

Do rešeršní části práce student vyhledal standy s řídicími systémy a dále křížové stoly, které nabízí řada výrobců jako vestavný celek. Žádný z těchto křížových stolů není vhodný pro účely požadované v zadání diplomové práce, je proto třeba navrhnout a zkonstruovat křížový stůl splňující požadavky zadání. Dále student stanovuje technické požadavky na stand a vytipovává vhodné laboratorní úlohy pro výuku. Následně navrhuje tři varianty řešení křížového stolu a vybírá nejvhodnější variantu - křížový stůl poháněný kuličkovými šrouby přes řemenový převod. Ke křížovému stolu navrhuje tři varianty odnímatelné a frekvenčně přeladitelné dynamické platformy, prostřednictvím které je možné standu vnútit mechanické frekvence pro účely zkoumání regulačně mechanických interakcí. Po zhodnocení vybírá jako nejvhodnější variantu – dynamickou platformu s inverzním kyvadlem. Následuje obsáhlá výpočtová část diplomové práce, ve které nejprve provádí optimalizační a kontrolní výpočty pohybových os, z nich vybírá kuličkové šrouby s vhodným průměrem a stoupáním, dále navrhuje řemenový převod. Sestavuje matematický model mechaniky pohybové osy, k němu připojuje model regulace (včetně proudových filtrů) a z provedených simulací v prostředí Matlab-Simulink vybírá pro každou osu nejvhodnější kuličkový šroub. Přihlíží při tom ke konstrukčním hlediskům. Následně optimalizuje parametry dynamické platformy (hmotnost a tuhost), z nich určuje rozsah vlastních frekvencí možného přeladění. Následně provádí detailní konstrukci standu v CAD, včetně výkresové



dokumentace, v kusovníku jsou též vyspecifikovaná lineární odměřování os. V příloze práce uvádí kromě výpočtových kódů podrobný návod ladění regulace v řídicím systému Siemens Sinumerik 840D sl.

- dosažené výsledky, jejich přínos a praktické využití

Výsledkem diplomové práce je návrh přenosného standu pro testování vlastností řídicího systému SIEMENS, zpracování výkresové dokumentace, návrh laboratorních úloh pro výuku a podrobný popis nastavování regulace pohybových os v řídicím systému Siemens Sinumerik 840D sl. Jedná se o velice užitečnou pomůcku pro výuku i výzkum; stand je řízen reálným (a často nasazovaným) řídicím systémem, vlastní frekvence standu jsou díky navržené dynamické platformě přeladitelné, projeví se zde i poddajnost kuličkových šroubů. Těmito vlastnostmi se stand přibližuje reálným obráběcím strojům, na kterých z důvodu vytížení není obvykle možné předvádět laboratorní úlohy.

- grafické zpracování (úprava) a přehlednost práce

Práce je přehledně graficky zpracovaná, osnova práce přesně sleduje zadání. Autor obratně zachází s technickým jazykem, jednoznačné, jasné a stručné vyjadřování přitom není na úkor čitelnosti. Práce má 76 stran a k tomu ještě 39 stran příloh. Samostatnou část práce tvoří výkresová dokumentace. Práce obsahuje přehledný seznam použitých jednotek, seznam obrázků, tabulek, příloh a literatury.

- připomínky k diplomové práci

V seznamu jednotek i v textu je chybně (pravděpodobně jde o překlep) uváděna jednotka hmotového momentu setrvačnosti v $[\text{mm}^4]$ nebo v $[\text{m}^4]$ namísto v $[\text{kg}\cdot\text{m}^2]$. Konkrétně se jedná o veličiny I_{d1} , J_1 , J_2 , J_m , J_{mred} , J_s . Na str. 44 by u sestavování dynamického modelu mohlo být přehlednější značení veličin, na str. 50 a v dalším textu by mohly být uvedeny fyzikální jednotky K_p a T_n (v seznamu jednotek však uvedeny jsou). V kap. 5.2 a dále v příloze 7 je zmíněno, že se testování polohové smyčky provádí odezvou na skok polohy. Některé zdroje tuto informaci sice uvádějí, ale s ohledem na ráz, který by vznikl při skoku, je vhodnější polohovou smyčku testovat rampou polohy a vyhodnocovat tvar polohové odchylky. V příloze 7 je u obr. 9.8 zmíněn test odezvy na skok chyby rychlosti. Jedná se o odezvu na poruchový moment, tedy o rázovou poddajnost rychlosti.

- otázky na studenta k zodpovězení u obhajoby

U obhajoby doporučuji zodpovědět rozdíl mezi kvadratickým momentem průřezu a momentem setrvačnosti tělesa k ose rotace (a jeho významu při ladění rotačních pohybových os).

Dále doporučuji zodpovědět vliv rychlostního feedforwardu na velikost polohové odchylky při lineární interpolaci.



- závěrečné hodnocení

Diplomovou práci Bc. Tomáše Skokana hodnotím jako vynikající. Práce je velmi obsáhlá a propojuje několik samostatných velkých témat (modelování mechaniky a její optimalizace, modelování regulace, návrh a optimalizace pohonů, atd.). Oceňuji promyšlenost řešení důkladné dopracování do detailů, schopnost efektivně využívat výpočetní nástroje (analytické i počítačové), konstrukční a praktickou dovednost i schopnost efektivně pracovat s cizojazyčnou literaturou.

Prohlášení:

Diplomová práce splňuje zadání a doporučuji ji k obhajobě.

7.8.2015

.....
Datum

.....
Podpis oponenta

Kontakt na Oponenta:

j.moravec@rcmt.cvut.cz



POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

NÁVRH KLASIFIKACE

Autor DP: BC. TOMÁŠ SKOKAN

Název DP: KONSTRUKCE PŘENOSNÉHO STANDU PRO TESTOVÁNÍ VLASTNOSTÍ ŘÍDÍCÍCH SYSTÉMŮ SIEMENS

Oponent DP: ING. JAN MORAVEC

NÁVRH KLASIFIKACE:

Jednotlivá hlediska zpracování diplomové práce navrhuji klasifikovat¹ :

Hlediska hodnocení	A (1) Výborně	B (1,5) Velmi dobře	C (2) Dobře	D (2,5) Uspokojivě	E (3) Dostatečně	F (4) Nedostatečně
Splnění požadavků a cílů	X					
Odborná úroveň práce ²	X					
Pracnost a variantnost řešení ³	X					
Úroveň seznámení se stavem problematiky ⁴	X					
Uspořádání a úprava, jazykové zpracování ⁵	X					

Diplomovou práci navrhuji klasifikovat známkou⁶:

A (1) Výborně	B (1,5) Velmi dobře	C (2) Dobře	D (2,5) Uspokojivě	E (3) Dostatečně	F (4) Nedostatečně
X					

7.8.2015

.....
Datum

.....
Podpis opONENTA

¹ Hodnocení označte X v příslušném políčku klasifikačního stupně.

² Hodnocení odborné úrovně práce by mělo zohlednit i množství a vážnost chyb vyskytujících se v práci.

³ Hodnocení pracnosti by mělo zohlednit podrobnost zpracování (např. konstrukční nebo výpočtové) vlastního řešení, více variant vlastního řešení nebo zpracování většího objemu naměřených dat.

⁴ Hodnocení úrovně seznámení se stavem problematiky by mělo zohlednit zaměření řešerše na řešenou problematiku a využití tuzemské a zahraniční literatury a ověřených informačních zdrojů.

⁵ Hodnocení uspořádání a úpravy by mělo zohlednit logiku členění práce do kapitol, grafickou podobu a celkovou úpravu práce, množství pravopisných chyb a celkový styl vyjadřovacího projevu.

⁶ Výslednou klasifikaci stanovte jako aritmetický průměr hodnocení s přihlédnutím k celkové úrovni práce.