

doc. Ing. Monika Bakošová, CSc., Ústav informatizácie, automatizácie a matematiky,  
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave,  
Radlinského 9, 812 37 Bratislava

## Oponentský posudok dizertačnej práce

Názov: **Decentralizované adaptívni řízení**  
Autor: **Ing. Karel Perůtka**

### Charakteristika práce

Predložená dizertačná práca sa zaoberá decentralizovaným adaptívnym riadením mnohorozmerových systémov s rovnakým počtom vstupov a výstupov.

Po obsahovej stránke práca najprv v 3. kapitole podáva prehľad súčasného stavu problematiky decentralizovaného riadenia a problému regulácie s prepínaním. Jadro teoretickej časti tvoria stručne rozobraté princípy mnohorozmerových regulačných obvodov, identifikácie lineárnych spojitých systémov, dvoch metód rekurzívnej identifikácie, adaptívnych a samočinne sa nastavujúcich regulátorov. Hlavným prínosom práce v teoretickej oblasti je 5. kapitola, v ktorej autor až príliš stručne opisuje hlavné princípy navrhnutého algoritmu decentralizovaného riadenia. Táto časť práce mohla byť spracovaná podrobnejšie. V 6. kapitole je prezentovaný autorom vytvorený program pre overovanie navrhnutých decentralizovaných algoritmov riadenia v softvéri MATLAB. Ťažiskom práce sú nesporne simulačné a laboratórne experimenty autora, z ktorých časť je prezentovaná v 6. a 7. kapitole práce a ktoré autor kompletne spracoval vzhľadom na ich veľké množstvo v prílohe práce na CD ROM. Prezentované výsledky by si zaslúžili podrobnejší komentár. Práca končí vyhodnotením 3 nových navrhnutých metód decentralizovaného riadenia so samonastavujúcimi sa regulátormi, a to s použitím supervízora, s predidentifikáciou a s použitím supervízora spolu s predidentifikáciou. Softvér poskytuje 32 možných simulácií pre jedno nastavenie. Metóda samonastavujúcich sa regulátorov, neadaptívne suboptimálne LQ sledovanie a neadaptívne suboptimálne LQ sledovanie s predidentifikáciou boli realizované kvôli porovnaniu s novými metódami, ktoré autor navrhol.

Po formálnej stránke je práca, ktorá má 98 strán, členená do súhrnu v českom a anglickom jazyku, zoznamu obrázkov, zoznamu použitých symbolov, zoznamu skratiek, 9 kapitol, zoznamu použitej literatúry, publikačných a výskumných aktivít autora. K práci je priložené CD s ukázkami možností vytvoreného softvéru, výsledkami regulácie laboratórneho modelu, samotnou dizertačnou prácou, videozáznamom regulácie a sú tu prezentované aj vzhľady dialógových okien behom výpočtu. Členenie práce je logické a umožňuje orientovať sa v skúmanej problematike, aj keď autor mohol niektoré časti svojej práce rozpracovať podrobnejšie. Napriek niekoľkým preklepom, ktoré sa v texte vyskytli, možno skonštatovať, že text, tabuľky a obrázky sú spracované po formálnej stránke na veľmi dobrej úrovni.

### Aktuálnosť zvolenej témy

Téma predkladanej dizertačnej práce je stále aktuálna a atraktívna vzhľadom na potrebu riešenia problémov riadenia mnohorozmerových systémov v praxi. V súčasnosti nie je rozpracovaných veľa prístupov k riadeniu mnohorozmerových systémov, ktoré by boli založené na kombinácii decentralizovaného riadenia s reguláciou pomocou samonastavujúcich sa regulátorov so supervízorom.

### Splnenie cieľov práce a metódy zvolené na ich plnenie

Vytýčené ciele dizertačnej práce uvedené v 2. kapitole boli splnené v celom rozsahu, zvolené metódy spracovania sú v súlade s najnovšími poznatkami v uvedenej oblasti výskumu a dosiahnuté výsledky potvrdzujú správnosť zvoleného prístupu aj v oblasti teoretickej aj praktickej.

### Prínos dizertačnej práce

Predkladanú dizertačnú prácu považujem za prínos pre rozvoj vednej oblasti teória riadenia, a to v oblasti riadenia mnohorozmerových systémov vzhľadom na vypracovanie 3 nových metód decentralizovaného riadenia s reguláciou pomocou samonastavujúcich sa regulátorov so supervízorom a s predidentifikáciou. Významným praktickým výsledkom je autorom vytvorený program pre decentralizované riadenie mnohorozmerových systémov s rovnakým počtom vstupov a výstupov. V súčasnosti vidím hlavné možnosti jeho využitia pre pedagogické a vedeckovýskumné účely.

### Publikačná činnosť doktoranda

Z prehľadu publikačných a výskumných aktivít doktoranda je zrejماً jeho bohatá publikačná činnosť hlavne v oblasti konferenčných príspevkov. Doktorand je autorom 30 príspevkov prevažne na medzinárodných konferenciách, 1 časopiseckej publikácie a 1 skrípt.

### Pripomienky k práci

K vecnej náplni mám okrem už uvedenej analýzy niekoľko konkrétnych pripomienok a otázok.

- Str. 21, 23 obr. 1 a obr. 3 – má byť regulačný obvod nie regulovaný obvod.
- Je dôvod na rôzne označovanie žiadanej veličiny, napr. v obr. 2, obr. 3, obr. 4?
- Nie je využitie doktorandom vytvoreného programu príliš obmedzené (MATLAB 6.5, rozlíšenie monitora 1024x768)? Ako by to bolo s jeho adaptáciou pre vyššie verzie MATLAB prípadne iné rozlíšenia monitora?
- Str. 53 – pri sledovaní vplyvu interakcií sa tvrdí, že vplyv interakcií je zrejماً, ale v práci sú k dispozícii na overenie tohto tvrdenia len obr. 14 a 17, ktoré nemajú rovnaký rozsah osí a aj realizované zmeny žiadaných hodnôt sú rôzne. Myslím, že by bolo vhodnejšie porovnávať výsledky pri rovnakých zmenách žiadaných veličín.
- Prenosy riadeného systému v časti overovania výsledkov mohli byť číslované ako rovnice, aby sa na ne dalo v texte odvolať. Odkaz na „systém so slabými interakciami“ (napr. str. 59) sťažuje orientáciu v prezentovaných výsledkoch.
- Z porovnania obrázkov 14 a 35 sa zdá, že priebeh regulácie s predidentifikáciou je horší. Kedy je vhodné predidentifikáciu používať?
- Aký je teoretický princíp činnosti supervízora? V práci je opísaný len algoritmus jeho činnosti.

### Záverečné konštatovanie

Autor preukázal svojou prácou spôsobilosť tvorivo vedecky pracovať. Predložená dizertačná práca spĺňa po stránke obsahovej, odbornej i formálnej požiadavky kladené na práce tohto druhu. Dizertačnú prácu hodnotím kladne a jej ciele považujem za splnené. Dizertačnú prácu odporúčam k obhajobe.

Prof. Ing. Antonín Víteček, CSc., Dr.h.c.  
katedra automatizační techniky a řízení  
Fakulta strojní, VŠB-TU Ostrava  
ul. 17. listopadu 15  
708 33 Ostrava - Poruba  
tel.: 596 993 485, 597 323 485  
fax: 596 916 129  
e-mail: [antonin.vitecek@vsb.cz](mailto:antonin.vitecek@vsb.cz)

## **Oponentský posudek**

disertační práce

Autor:                   **Ing. Karel PERŮTKA**

Téma:                    **Decentralizované adaptivní řízení**

Oponentský posudek je vypracován na základě dopisu děkana Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně pana prof. Ing. Vladimíra Vaška, CSc. ze dne 16.4.2007.

Disertační práce Ing. Karla Perůtky „Decentralizované adaptivní řízení“ obsahuje 98 stran textu a CD, na kterém je text disertace a čtyři přílohy. V seznamu literatury je uvedeno 64 publikací. Dále práce obsahuje publikační a výzkumné aktivity doktoranda, v tom 30 příspěvků na domácích a zahraničních konferencích (6 autor, 24 spoluautor), 1 publikaci v časopise (spoluautor) a 1 skripta (autor).

### **1. Zhodnocení významu disertace pro obor**

Předložená disertační práce se zabývá velmi důležitou, ale teoreticky i prakticky náročnou problematikou decentralizovaného adaptivního řízení. Řízení mnohorozměrových dynamických systémů patří mezi obtížné úlohy automatického řízení především při silných vzájemných vazbách a nelinearitách. Dalším problémem je časová změna vlastností a existence neurčitostí, co způsobuje problémy při seřizování regulátorů a vyvolává nutnost jejich změn. Všechny tyto problémy lze řešit přístupy navrhovanými v disertační práci. Proto řešené téma disertace je významné a vysoce aktuální s přínosem jak pro vlastní obor, tak i pro praxi.

## 2. Postup řešení, použité metody a splnění stanoveného cíle

Disertační práce sestává z devíti kapitol, seznamu obrázků, použitých symbolů a zkratk, použité literatury, publikačních a výzkumných aktivit doktoranda, příloh a CD. V první kapitole (v úvodu) doktorand stručně popisuje obsah disertace. Ve druhé kapitole jsou stanoveny v pěti bodech cíle práce. Současnému stavu v oblasti decentralizovaného řízení je věnována třetí kapitola. Čtvrtá kapitola pojednává z teoretického hlediska o mnohorozměrových regulačních obvodech. Jsou zde uvedeny matematické modely mnohorozměrových regulovaných soustav, podrobně popsány rekurzivní metody průběžné identifikace a také stručně i regulátory. V páté kapitole doktorand popisuje navrhovaný algoritmus decentralizovaného řízení včetně předpokladů jeho použití. Simulační ověření navržených algoritmů průběžné identifikace a řízení speciálně pro tyto účely vytvořeným programem v prostředí MATLAB je obsahem šesté kapitoly. Jde o rozsáhlý program skládající se z 241 M-souborů umožňující výběr 32 kombinací ověřování různých funkcí mnohorozměrového regulačního obvodu. Experimentálnímu ověření na laboratorním modelu soustavy spřažených elektromotorů je věnována sedmá kapitola. V osmé kapitole doktorand stručně hodnotí tři nově navržené metody decentralizovaného řízení. Závěr je obsahem deváté kapitoly. Na příloženém CD jsou, kromě textu disertace, přílohy popisující možnosti zpracovaného programu a jeho použití, výsledky simulačního ověřování na počítači, vzhledy dialogů během výpočtu a videozáznamy z experimentálního ověřování na laboratorním modelu.

Výsledky získané v disertační práci ukazují, že doktorandem navrhované přístupy a použité metody pro decentralizované adaptivní řízení jsou správné.

Lze konstatovat, že v disertační práci stanovené cíle byly splněny.

## 3. Výsledky disertační práce

Za důležité výsledky doktoranda lze považovat:

- zpracování a ověření programu v prostředí MATLAB pro simulační ověřování decentralizovaného řízení,
- návrh a ověření s využitím průběžné rekurzivní identifikace algoritmů řízení decentralizovaného adaptivního řízení.

Tyto výsledky představují teoretický i praktický přínos v oblasti aplikované teorie automatického řízení. Jsou rovněž významné z hlediska řízení mnohorozměrových soustav se silnými vzájemnými vazbami a s měnícími se vlastnostmi.

## 4. Připomínky a formální úroveň práce

K disertační práci mám tyto připomínky:

- Práce obsahuje hodně nepřesných, nejednoznačných a nejednotných pojmů a označení.

\*  $10_{11}$  má být ... polynom 2. stupně

- \* 12 je vhodné používat pouze české, nebo pouze anglické zkratky
  - \* 21 Obr. 1 – má být ... regulační ...
  - \* 21<sub>1</sub> místo ... ovlivňuje všechny ... má být ... může ovlivňovat ...
  - \* 22<sup>1,2</sup> místo slova ... prvek ... vhodnější je použití slova ... složka
  - \* 23 Obr. 3 – má být ... regulační ...
  - \* 32<sup>9</sup> ve větě chybí slovo ... metoda ...
- Prosím o vysvětlení pojmů „silná stabilita subregulátoru“ (str. 40) a „modální dialog“ (str. 49, obr. 13).
  - Jakým způsobem byly počítány koeficienty korelace (str. 54-55)?

Mé připomínky jsou formální a nesnižují odbornou i grafickou úroveň disertační práce, která představuje veliké množství programátorských činností, přináší zajímavé a užitečné výsledky, které mohou být aplikovány při řešení konkrétních praktických problémů.

### **Závěrečné hodnocení**

Disertační práce Ing. Karla Perůtky je zpracována na dobré odborné i grafické úrovni. Přináší nové teoretické i praktické poznatky, ukazuje na jeho odborné schopnosti, dobrou znalost programování, problematiky identifikace a řízení mnohorozměrových soustav i na jeho způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci. Splňuje podmínky pro disertační práce, a proto ji **doporučuji** k obhajobě.

V Ostravě 16.5.2007



## **Posudok** dizertačnej práce.

**Autor:** Ing. Karel PERŮTKA, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,  
Fakulta aplikované informatiky.  
**Názov práce:** Decentralizované adaptivní řízení.

### **Aktuálnosť zvolenej témy**

V dizertačnej práci doktorand Ing. Karel Perůtka zhruba opísal stav problematiky v oblasti decentralizovaného riadenia. V súvislosti s touto problematikou navrhol vlastný algoritmus pre decentralizované riadenie (podrobne posúdený v ďalšej časti posudku). Vlastnosti navrhnutého algoritmu overil metódou simulačných experimentov s riadením dvojrozmerného procesu číslicovou simuláciou a simuláciou v reálnom čase.

Zvolenú tému dizertačnej práce pokladám za aktuálnu a svojou náplňou plne patrí do odboru doktorandského štúdia 2612V045 "Technická kybernetika". Pracovisko doktoranda ai najmä školiteľ je v tejto oblasti dlhodobo známe dobrými výsledkami, ktoré patria medzi popredné v ČR a strednej Európe. Decentralizované riadenie má svoje uplatnenie v technickej praxi, presadzujú sa vo vyučovacom procese, a keďže vývoj v tejto oblasti nie je uzavretý je správne a nutné rozvíjať túto problematiku v dizertačných prácach.

### **Úroveň spracovania a splnenie stanovených cieľov dizertačnej práce.**

Dizertačná práca má včítane záveru a príloh 10 častí. Prílohy P1-P4 na CD-ROM, budem komentovať samostatne.

Ciele dizertačnej práce v časti 2 nemali obsahovať body 1 (literarne reserše resp. popis súčasného stavu) a 4. Body 3 a 5 cieľov mali byť zahrnuté pod jeden bod. Popis súčasného stavu v skúmanej oblasti je povinnou časťou každej dizertačnej práce a nie jeden z cieľov dizertačnej práce (je spracovaný síce prehľadne ale povrchno, lebo neobsahuje popis komentovaných princípov). Body 3 (simulačné overenie navrhovanej metódy) 4 (overenie navrhovanej metódy v laboratóriu – tiež simuláciou) a 5 (vyhodnotenie overených výsledkov) sú duplicitné. Overovanie a vyhodnotenie overených výsledkov patria pod jeden bod a musia byť samozrejmom súčasťou dizertačnej práce. Overovanie číslicovou simuláciou (bod 3) je len pomôcka pred overovaním simuláciou na fyzikálnom modeli (bod 4). Ciele dizertačnej práce bolo vhodnejšie umiestniť za časť 3 – „literární průzkum“.

V časti 4 bolo potrebné vysvetliť ako a kedy možno požiadavku autonómnosti riadenia MIMO obvodu preformulovať na riadenie decentralizované. Vysvetlenie v časti 4.2.3 nie je dostatočné. Požadujem od dizertanta aby to vysvetlil počas obhajoby svojej diz. práce. V časti 5 resp. 5.3 je popísaný navrhovaný algoritmus decentralizovaného riadenia. Predpoklady pre dosiahnutie autonómnosti resp. eliminovanie vnútorných väzieb mnoho rozmerovej sústavy spätnoväzobnými regulátormi v časti 5.2 nie sú dostatočne komentované. Keďže sa jedná o najdôležitejšiu časť dizertačnej práce mala byť podrobnejšie rozpracovaná. Časť 6 – „simulačné overovanie“ (navrhnutého algoritmu decentralizovaného riadenia) je dostatočne podrobná a je doplnená prílohou na CD. Viaceré obrázky (napr. obr.9, obr. 12 aj ďalšie) sa v prílohách opakujú viac ako 30 krát, znejasňuje to závery a svedčí o nedostatočnom utriedení získaných poznatkov. Kapitola 7 – „laboratorné experimenty“ popisuje overovanie navrhnutého algoritmu na fyzikálnom modeli simulačnými experimentmi v reálnom čase. Správne mala byť zaradená pod kapitolu 6, aby „závery“ resp. „vyhodnotenie jednotlivých metód“ boli pre obidva typy simulačných experimentov spoločne. Posledná časť „vyhodnotenie jednotlivých metód“ (iná formulácia ako v cieľoch dizertačnej práce) je popisná a málo konkrétna. Formulácie „lepší výsledky“, „je vliv šumu .větší“, „menší překmit“ a iné pri hodnotení simulačných experimentov mali byť doplnené číselnými

charakteristikami kvality regulačného pochodu. Doporučujem, aby pri obhajobe dizertačnej práce bolo porovnanie číselnými charakteristikami kvality regulačného pochodu pre 3 nové metódy decentralizovaného riadenia a pôvodnú metódu, dokumentované.

Aj keď väčšina práce sú simulačné experimenty (nie dosť rôznorodé pre obecné závery) je z dizertačnej práce zrejмый prínos doktoranda. Práca je napísaná tak, že sú z nej zrejmé experimentálne zručnosti doktoranda aj znalosť teórie. Prínosy doktoranda sú vo formulovaní 3 nových metód decentralizovaného riadenia s STC (Self Tuning Control) a simulačnom overovaní ich funkčnosti na dvojrozmerných modeloch riadených procesov.

Konštatujem, že dizertant je dobre zoznámený s oblasťou decentralizovaného riadenia mnoho rozmerových procesov a adaptívnym riadením procesov s priebežnou identifikáciou. Navrhol a overil pôvodné vyššie charakterizované metódy decentralizovaného riadenia. Úroveň spracovania všetkých častí dizertačnej práce má požadovanú úroveň a ciele dizertačnej práce boli splnené.

### **Zvolené metódy spracovania.**

Pri zvolených metódach spracovania dizertačnej práce, od stanovenia cieľa dizertačnej práce až po experimentálne overenie získaných výsledkov ide o správny postup získania a overenia vedeckých poznatkov: Teoretický rozbor v častiach 3 a 4, návrh vlastného postupu v 5.3 a experimentálne overenie (simulačné experimenty) výsledkov v kapitolách 6, 7 a prílohách P1 a P2. Príloha P3 je zbytočne kompromitujúca (kreslenie priebehov sa nevykonáva v reálnom čase, resp. nie príliš vhodná organizácia simulačného programu). Príloha P4 – videozáznamy simulačných experimentov je vhodná, lebo dokumentuje vierohodnosť simulačných experimentov. Nie je ale realizovaná na dostatočnej úrovni. Detaily záberov na fyzikálny model resp. LCD display (stále zaklonený v uhle od pozorovateľa), ktoré by bližšie dokumentovali experimenty a oživili jednotvárnosť záznamu, keď už neboli urobené v etape natáčania videozáznamu, mohli byť vykonané pri jeho spracovaní. Takto videozáznamy dokumentujú celkový štýl práce doktoranda. Chýba utriedenie (výber iba tých, ktoré charakterizujú výsledky) množstva simulačných experimentov a najmä vhodná a správna interpretácia výsledkov. Pri utriedení a hľadaní interpretácií by doktorand prišiel na to, ktoré experimenty je ešte potrebné vykonať pre zobecnenie tvrdení o navrhnutom algoritme aj ako svoje závery presvedčivo podprieť.

### **Výsledky dizertačnej práce a nové poznatky, ktoré prináša.**

V tejto časti oponentského posudku považujem za potrebné podotknúť, že "novosť poznatkov", z môjho pohľadu, je štruktúrovaná v hierarchii: katedra resp. vedecká škola, vedný odbor v ČR resp. v strednej Európe a vedný odbor celosvetovo. Novosť poznatkov hoci len na úrovni domácej "vedeckej školy" je určite prínosom, lebo zabezpečuje funkciu tzv. "sledovacieho výskumu" vo vednom odbore. Bez sledovacieho výskumu nemožno udržať kvalitu vyučovania, aplikačné výsledky a schopnosť pripraviť najlepších pracovníkov na základné prínosy vo vednom odbore ale aj na udržanie continuity vedeckej školy

V posudzovanej dizertačnej práci sú, z môjho pohľadu, „nové poznatky“. Ide o 3 nové metódy decentralizovaného riadenia s STC. Konkrétne sú to nasledovné metódy: STC (decentralizované) riadenie so supervízorom, STC s predidentifikáciou a kombinácia predošlých, STC so supervízorom a predidentifikáciou.

Kvalita nových výsledkov a spôsob ich overovania mi dovoľuje konštatovať, že dizertačná práca spĺňa požiadavky kladené na dizertačné práce a množstvo simulačných experimentov prekračuje priemer.

Problematika spracovaná v tejto DP je náročná časovo aj rozsahom na realizáciu programového vybavenia pre simulačné experimenty najmä pre prípad overovania na laboratórnom modeli v reálnom čase. Zvládnutie problematiky simulačných experimentov v reálnom čase doktorandom (aj keď „rozptyl“ experimentov a konkrétne závery som vyššie kritizoval) vytvára predpoklady, aby doktorand v ďalšej práci dosiahol rýchlejšie mnohé

zaujímavé výsledky. Doporučujem však, aby si vytvoril vlastné simulačné prostredie pre experimenty v reálnom čase, mimo prostriedkov, ktoré poskytuje Matlab .

### Pripomienky k dizertačnej práci:

- Číslcový model v prílohe P1 má krížové väzby ( $G_{1,2}$ ,  $G_{2,1}$ ) so zosilneniami, ktoré sú 8 až 20 krát menšie ako v priamej väzbe. Pri takých rozdieloch zosilnení sa prínos navrhovaných riešení dá len ťažko potvrdiť.
- Napriek spomenutým rozdielom zosilnení je na obr. P1-74, P1-109, P1-187, P1-288, P1-428 (aj iných) vidieť, že navrhované decentralizované riadenie nezabespečilo autonómnosť. Je to preto, že dizertant nepracoval so vzťahmi (11) a (12), z ktorých by vyplynul model pre decentralizované riadenie rádu 6 resp. 7, ale uvažoval model 2 rádu, čím krížové väzby v riadenej sústave ignoroval. Pre model 2 rádu bolo možné vykonať „vhodné aproximácie“ predpokladaných parametrov. Ak to bolo vykonané, aké majú byť predpokladané parametre modelov pre decentralizované riadenie?
- Pre laboratórny model CE108 chýbajú prenosy priamych a krížových väzieb riadeného procesu. Existujú iba prenosy modelu pre decentralizované riadenie v prílohe P2. Potom je možné, že vôbec nejde o dvojrozmerný systém (nie sú tam krížové väzby). Je to zrejme aj z obr. 75-77. Čím sú spôsobené veľké zmeny  $u_1(t)$  pri  $t=170$  s? Tieto zmeny sa správne prejavujú v priebehu  $y_1(t)$  ale vôbec sa neprejavujú na  $y_2(t)$ , takže zrejme nejde o dvojrozmerný riadený systém a je otázne, či ide o overovanie decentralizovaného riadenia.
- V prvom odstavci záveru (str. 87) sa konštatuje, že v prípade meniacich sa parametrov je vhodné kombinovať decentralizované a adaptívne riadenie (čo je v poriadku). V lab. Modeli však nie sú premenlivé parametre (ani v číslcovom modeli – príloha P1), čo potvrdili aj simulačné experimenty. Najvhodnejšou sa ukázala metóda s predidentifikáciou (čo by neplatilo pri premenlivých parametroch). Preto bol výber lab. Modelu a číslcového modelu nevhodný. Nehodili sa pre adaptívne riadenie a lab. Model ani pre decentralizované riadenie.
- Prakticky pre každý priebeh výstupných veličín z lab. Modelu je vidieť, že výstupy sú značne zašumené (možnosť zlepšenia opísané nižšie). Ako je možné z tak zašumených výstupov počítať derivácie pre identifikáciu? Nepomôžu ani Legendreové polynómy. Oveľa lepšie výsledky by sa dosiahli identifikáciou s diskretnými modelmi.
- Pri meraní výstupných veličín nebol použitý antialiasing filter, ani číslcový filter, zrejme ani blokovanie šumov z napájania (blokovacie kondenzátory) a pri identifikácii s RLS neboli vhodné počiatkové podmienky a správne zabúdanie. Záver o znížení šumu (str. 77) je „neoveriteľný“. Za prvé -chýba akékoľvek kritérium kvality. Za druhé zníženie šumu sa dá dosiahnuť už vhodnou číslcovou filtráciou.
- Ako sa určujú parametre modelu napr. z obr. P2-6, P2-7, P2-34, P2-52, P2-64, P2-72 ?
- Obr. 67. Priebehy akčných veličín (od času  $t=200$  s) nezodpovedajú priebehom regulovaných veličín (pomalý prechod  $u_1$  na tretiu zmenu žiadanej hodnoty, ale rýchla zmena regulovanej veličiny. Akčná  $u_1$  v ustálenom stave je menšia ako pri prvej zmene žiadanej, hoci  $w_1(t_3)$  je väčšia ako  $w_1(t_1)$ ).
- Popis prepojenia medzi lab. zariadením a PC je zrozumiteľný len pre majiteľa zariadenia. Chýba blokovo schéma. Zaujímajú ma synchronizácia medzi internými časovačmi lab. karty PCL-812 PG a prerušením od časovača BIOSu. Tu je ďalší zdroj „šumov“.
- str. 69- „tachogenerátor počíta pulzy“. Je to správne, keď dáva napätie úmerné rýchlosti (otáčkam) ?
- Číselné charakteristiky kvality pre regulačných pochodov mali byť dokumentované pri všetkých simulačných experimentoch pre prípad overenia iným výskumníkom resp. pre správne závery porovnaní jednotlivých metód riadenia. Odkazy, typu „na obr. xy je vidieť, že priebeh je lepší“, „šum je menší“ sú nesprávne ak chýba číselná charakteristika kvality regulačného pochodu.



## Záver posudku.

Dizertant Karel Perůtka vo svojej dizertačnej práci navrhol nový postup pre decentralizované riadenie. Navrhnutý postup overil číslcovou simuláciou aj simuláciou v reálnom čase na fyzikálnom modeli riadeného procesu v laboratóriu. Publikačná činnosť dizertanta prekračuje štandardné požiadavky. Publikoval spolu so školiteľom a ďalšími spolupracovníkmi 27 príspevkov v zborníkoch z medzinárodných konferencií (z toho jedna vyzvaná prednáška) a 1 časopisecký príspevok. Prispel tak k rozvoju vedného odboru 26-15-9 „Technická kybernetika“. Dizertačná práca rozsahom práce a spôsobom spracovania má dobrú úroveň a dokumentuje, že doktorand je zodpovedný vedecký a pedagogický pracovník

Na základe uvedených skutočností navrhujem, aby po úspešnej obhajobe dizertačnej práce bol Ing. Karlovi Perůtkovi v zmysle vyhlášky MŠ ČR udelený vedecký titul Ph.D. v študijnom odbore 2612V045 „Technická kybernetika“.

**Mikuláš Alexík**

V Žiline 6. 6. 2007



Prof. Ing. Mikuláš Alexík, PhD.