

21. 10.
A. Jemelka

Oponentský posudek na disertační práci Ing. Pavla Píši „Matematické a elektronické zpracování signálu kapalinového chromatografu“

Disertační práce je členěna do 8 kapitol a její rozsah je 113 stránek.

Úvodem práce jsou uvedeny její cíle a zaměření včetně devíti odkazů na podobně zaměřenou problematiku.

Za hlavní cíle práce si autor vytknul

- návrh optimálního řešení elektronické části vyhodnocovací části kapalinového chromatogramu včetně originálního řešení analogově číslicového převodu, jehož vlastnosti autor simuloval v prostředí MATLAB
- návrh distribuovaného deterministického algoritmu řízení přístupu k přenosovému médiu a komplexní vývoj komunikačního protokolu
- návrh a realizaci otevřeného chromatografického systému, který aplikuje poznatky dosažené při řešení disertační práce.

Ve následující kapitole jsou stručně uvedeny principy činnosti plynové a kapalinové chromatografie včetně klasifikace detektorů a jejich odezev. Dále je detailně popsána spektrofotometrická metoda detekce prvků definovaná Beer-Lambertovým zákonem.

Třetí kapitole je věnována rozboru vlastností chromatografického záznamu včetně uvedení užívaných matematických modelů napětových impulsů včetně jejich parametrizace. Kromě standardního Gaussovského modelu jsou uvedeny vlastnosti i méně známých modelů, např. Lorenzův model, logaritmicky-Gaussovský model a Pearsonův model.

Ve čtvrté kapitole jsou uvedeny metody kvantitativního vyhodnocení chromatografického záznamu s ohledem na eliminaci vlivu určení chybných výsledků, způsobených překrýváním jednotlivých impulsů při využití analytických standardů.

Pátá kapitola je věnována podrobné analýze matematických metod pro vyhodnocení analýz. Jsou zde popsány metody potlačení rušivých signálů a strategie vyhledávání umístění odezev analýz. Dále jsou definovány analytické modely průběhů odezev a testovací nástroje pro vyhledávání a určení parametrů těchto odezev.

Popisu návrhu mechanické a elektronické části spektrofotometrického detektoru je věnována šestá kapitola. V první části této kapitoly je detailně popsáno konstrukční řešení spektrofotometrického detektoru, jehož výstupní impulsní signál definuje výskyt, druh a koncentraci analyzovaného roztoku. Další část této kapitoly je věnována podrobné analýze originální metody analogově číslicového převodu, využívající modifikovanou dvoutaktní integrační metodu s následnou korekcí chyb převodu, způsobenou konečnou dobou odezvy komparátoru, vyhodnocujícího okamžik dosažení nulového výstupního napětí integrátoru s následnou číslicovou filtrací výstupního signálu převodníku. Algoritmus převodu, jeho korekce a následná filtrace dat je účelně implementována do obvodu FPGA. Toto řešení umožňuje dosažení extrémně vysoké efektivní rozlišitelnosti převodníku (22 bitů), která je deklarována naměřenými histogramy jeho kódových slov pro konstantní vstupní signál.

Způsobu vyhodnocení chromatografického záznamu a řízení systému včetně komunikace chromatografického systému je věnována sedmá kapitola.

Práce je doplněna 4 vlastními a 38 cizími literárními prameny.

Práce je napsána přehledně, má logickou strukturu a přináší komplexní pohled na uvedenou problematiku, což svědčí o dlouhodobé vědecko-výzkumné a vývojové činnosti autora v této oblasti.

Uvedené téma a cíle práce, způsob řešení a dosažené výsledky plně odpovídají současnému trendu vývoje metod zpracování chromatografických signálů.

V teoretické oblasti považuji za přínos práce zejména:

- analýzu vlastností modelů impulsních signálů a jejich aplikaci při zpracování signálů ze spektrofotometrického detektoru
- metodiku umožňující identifikaci blízkých impulsů, příp. jejich shluků a eliminaci chyb při stanovení jejich ploch.

V praktické oblasti považuji za nesporný přínos práce:


- návrh a realizaci elektronických obvodů detektoru včetně analogově číslicového převodníku, využívajícího originální kombinovanou metodu vícenásobné integrace, která umožňuje dosažení extrémně vysoké rozlišitelnosti při současném výrazném potlačení šumových a střídavých rušivých signálů
- vývoj otevřeného software pro řízení chromatografických přístrojů, sběru dat a jejich následné zpracování.

Přestože práce dokumentuje vysokou odbornou úroveň doktoranda v uvedeném oboru a zároveň dávají možnost pokračování v další činnosti v tomto oboru, mám k práci následující připomínky:

- v kap.5 by bylo vhodné definovat nejen typické zdroje šumu, ale i jejich kvantitativní vyjádření (pokud je známo) a na základě těchto informací provést celkovou šumovou analýzu měřicího řetězce včetně spektrometrického detektoru
- podobnou analýzu provést i při stanovení nejistoty určení polohy impulsů a jejich ploch a pokusit se odhadnout vliv numerické chyby, která vzniká při zpracování výsledků měření
- v kap.6.3.7 deklarovat nejen působení šumů, ale i odolnost měřicího řetězce na střídavé rušivé signály
- v závěru práce postrádám porovnání dosažených výsledků práce se současným světovým standardem.

Vzhledem k tomu, že disertační práce p. Ing. Pavla Piši podle mého názoru splňuje podmínky samostatné tvůrčí činnosti vědecké práce a obsahuje původní a autorem publikované výsledky vědecké práce, **doporučuji práci k obhajobě.**

V Praze 19.10.2010



Doc. Ing. Josef Vedral, CSc
Katedra měření, ČVUT FEL v Praze