

Oponentní posudek diplomové práce

Téma diplomové práce: **Univerzální provozní senzitometr**

Diplomant: **Jasmin Draganovič**

Diplomová práce se zabývá návrhem univerzálního provozního senzitometru. Tento návrh vychází z potřeby přístroje, který by umožnil přesnou a definovanou expozici většiny fotografických materiálů, vyráběných v ČR. V současné době takové přístroje samozřejmě existují u hlavních světových výrobců, ale jsou prakticky nedostupné, protože tvoří součást technologického know-how. V ČR se vývojem senzitometrických přístrojů včetně senzitometrů zabýval do období kolem roku 1995 VÚZORT (Výzkumný ústav zvukové, obrazové a reprodukční techniky), který však v tomto období nejprve změnil své zaměření a nakonec zanikl. V ČR v současné době není pracoviště, kde by systematicky probíhal výzkum v oblasti senzitometrických přístrojů. Poslední nové senzitometry, které byly nasazené ve fotoprůmyslu a v oblasti zpracování pocházejí z konce 80. let a v současné době už překročily dobu své životnosti a dosluhují. Protože přes extrémní rozvoj digitální fotografie ve všech oblastech stále existuje poptávka po klasických fotografických materiálech, existuje nadále i jejich výroba a v důsledku toho i potřeba kontrolních metod, zejména senzitometrie a senzitometrických přístrojů, zejména senzitometrů. Proto pokládám snahu za shrnutí známých informací v této oblasti a návrh konstrukce senzitometru za velice potřebné.

Práce navazuje na koncepci „Malých klínových senzitometrů“, vyvíjených v letech přibližně 1970 – 1990 ve VÚZORT. Tyto přístroje rozvíjely myšlenku šterbinové závěrky u senzitometru, se kterou přišla firma Kodak u svých modelů senzitometrů Typ 6 a Typ 7. Společným principem těchto senzitometrů je stabilní osvětlovací soustava s halogenovou žárovkou, potřebnými filtry a osvětlovací šterbinou, před kterou se konstantní rychlostí pohybuje absorpční modulační klín v kontaktu s exponovaným fotografickým materiálem. Firma Kodak u svých modelů 6 a 7 používá jednu expoziční rychlost, takže tyto přístroje lze použít jen pro omezený rozsah citlivostí a těžko je lze označit jako univerzální. VÚZORT tuto myšlenku přebírá u přístroje MKS-1 a o univerzálnost se snaží alespoň možností ručního vyměňování expozičních masek různé šířky. Následující dvě generace přístroje KS-1 mají už elektronickou regulaci rychlosti pohybu expozičního rámečku a tedy expoziční dobu, volitelnou v běžném rozsahu expozic (20ms – 10s) tlačítkem na ovládacím panelu. Bohužel tato koncepce byla poznamenána součástkovou základnou, dostupnou koncem 80. let a je natolik nespolehlivá, že jen těžko by ji bylo možno označit přívlastkem „provozní přístroj“, i když poslední generace již byla na svou dobu koncepčně moderní (využívala například mikroprocesorové řízení s procesorem 8080 a stabilizaci rychlosti snímáním čarového rastru na expozičním rámečku s fázovým závěsem. Nikdy však nebyla dovedena dál než k prototypu.

V předkládané práci se tento princip dále rozvíjí, ale v jiné poloze; modulátor s exponovaným materiálem stojí, zatímco expoziční šterbina je pohyblivá, tedy se vrací k principu šterbinové závěrky takové, jak je používána zejména u klasických filmových zrcadlovek. Využitím krokového motoru s možností širokého rozsahu rychlosti krokování velmi zjednodušuje pohonnou část, neboť odpadá nutnost snímání skutečné posuvné

rychlosti. Toto zjednodušení je podmíněno výkonovou rezervou pohonného motoru. Rovněž mechanická část, zajišťující pohyb expoziční šterbiny je u popsaného senzimetru jednodušší.

Nevýhodou šterbinové expozice je skutečnost, že senzitogram se exponuje postupně a tedy celkový expoziční čas je mnohem delší než jednorázová expozice u klasicky koncipovaných senzimetru. Tato skutečnost není příliš podstatná u exponování filmů, kdy se většinou používá expoziční doba 50ms a celková expozice kolem 1s je menší než doba, potřebná pro přípravu a založení vzorku fotografického materiálu. Ale u fotografických papírů, které v některých případech vyžadují expoziční dobu až 10s (výjimečně i více, např. 40s) je pak celková doba několikaminutová expozice příliš dlouhá na to, aby se přístroj mohl používat jako provozní, tj. pro rychlou expozici velkého počtu senzitogramů. Tento problém se popsaný přístroj snaží řešit zvětšením výkonu světelného zdroje zkrácením expoziční vzdálenosti. Zde se ovšem naráží na opačný problém – příliš mnoho světla pro expozici filmů s vysokou citlivostí. Jako v mnoha jiných případech tedy požadavek na stoprocentní univerzálnost komplikuje technické řešení přístroje a vede ke kompromisům, jako je používání filtrů, které nemusí být spektrálně ideální, případně potřebě dvou zásobníků filtrů, jednoho pro zeslabovací (šedé) a druhého pro barevné filtry. Dále se začíná u širokého rozsahu expozic projevovat Schwarzschildův jev, tj. skutečnost, že zvýšením osvětlení za současného zkrácení expoziční doby tak, aby byl konstantní součin $H = E \cdot t$ nemusí vést po vyvolání ke stejnému zčernání. Podle senzimetrických principů by se expoziční podmínky, při kterých se fotomateriál hodnotí měly pohybovat v relacích, při kterých je používán. V mnoha případech je to předepsáno v příslušných normách.

Na druhé straně není pochyb, že přístroj zajistí potřebný rozsah použitelných expozic pro většinu potřebných fotografických materiálů. Naštěstí mikroprocesorové řízení umožňuje určitou diskutabilní univerzálnost kompenzovat pomocí „expozičních profilů“, kdy potřebné expoziční podmínky pro danou konkrétní senzimetrickou úlohu jsou z řídicího počítače nahrány do paměti řídicího procesoru a tak expozici přizpůsobit materiálům, exponovaným na konkrétním pracovišti a filtrům instalovaným v přístroji. Na jiném pracovišti mohou být tyto parametry zcela jiné. Neboli přístroj umožňuje přeprogramovat expoziční parametry pro většinu senzimetrických úloh. Jinak by se o univerzálnosti dalo mluvit jen těžko.

Z předložené práce je zjevné, že všechny body zadání byly po všech stránkách splněny a práce vede k návrhu ověřovacího vzorku senzimetru včetně řídicího a ovládacího programu. O koncepci přístroje, jeho přednostech a nevýhodách se zmiňují v předcházející části. Jako u jiných podobných řešení je návrh kompromisem mezi požadavky na jednoduchost, spolehlivost, provozní použitelnost a teoreticky dosažitelnými parametry. Celkově je však možno konstatovat, že míra kompromisu je přiměřená a přístroj by mohl požadavkům zadavatele s uvedenými výhradami vyhovět. O stavu práce na výrobě ověřovacího vzorku jsem informován. Teprve po jeho ověření bude možno konstatovat, zda bude vyhovovat plně, nebo zda se projeví některé problémy, které ve stadiu návrhu nebyly uvažovány.

Práce je obsahově logicky rozčleněna do několika částí, které sledují zadání práce a je svým pojetím, obsahem i formou na velmi dobré úrovni, která odráží dlouhodobé zkušenosti diplomanta v oboru elektroniky ale i praktické zkušenosti.

Práce je rozdělena do deseti kapitol:

Prvních pět kapitol představuje rozbor problematiky senzimetru a řešerši v minulosti komerčně dostupných univerzálních senzimetru, jakož i senzimetru pro kontrolu zpracování. Zde postrádám alespoň základní náčrtky uspořádání přístrojů, neboť pro čtenáře mimo obor nemusí být krátký slovní popis dostatečně ilustrativní. Naproti tomu je část o

senzitometrech X-Rite zbytečně podrobná; senzitometry jsou koncepčně podobné a jsou jednoúčelově koncipovány pro QA rentgenových materiálů a v žádném případě nemohou být označeny jako univerzální. Seznam literatury k této části rešerše je spíše obecný; v žádném pramenu není popisován princip některého ze zmiňovaných senzitometrů.

Následující část týkající se fotografické citlivé vrstvy, základních senzimetrických pojmů je poněkud neuspořádaná; logicky by měl být nejprve popis stavby fotomateriálu, popis senzimetrické křivky s vysvětlením pojmů, princip senzimetru a výčet dostupných typů. Tyto kapitoly ovšem v práci jsou ale ne v logickém pořadí. To je nedostatek spíše formální. Žádná rešerše zřejmě nemůže být úplná. Profesně poznamenán, zaměřuje se diplomant zejména na rentgenové filmy, které jsou primárně určeny k expozici rentgenovým zářením, byť v případě medicínálních filmů transformovaným do viditelné oblasti zesilovací fólií. Platné normy ISO předpokládají rentgenovou expozici, i když je v praxi používána světelná expozice, simulující spektrální složení fóliemi emitovaného světla, vycházející z předpokladu, že většina latentního obrazu se tvoří tímto sekundárním světelným zářením. Ostatní typy fotomateriálů, k jejichž expozici má přístroj zejména sloužit se v práci zmiňují jen okrajově.

Další kapitola popisuje cíl práce a základní požadované parametry přístroje. Zde by bylo vhodné doplnit tabulku hlavních fotografických materiálů spolu s jejich základními expozičními podmínkami.

Konečně 7. kapitola popisuje obvodové řešení senzimetru. Přístroj obsahuje procesorovou desku s PIC16F877, desku ovládání a displeje, dvě shodné desky interface pro krokové motory pohonu a přesunu filtrů, desku regulace žárovky a zdroj. Oproti blokovému schématu není ve skutečnosti použito interface USB, dále ovládání LED zdroje pro simulaci expozice rentgenových filmů, s těmito obvody se však uvažuje pro případné rozšíření. Koncepce spojových desek je podřízena jejich snadné výrobě (desky jsou jednostranné a rozdělené na jednotlivé funkční celky tak, jak to odpovídá vývojové fázi přístroje). Po ověření bude nutno celkovou koncepci přizpůsobit mechanické části a zjednodušit kabeláž přemístěním všech nebo alespoň některých uzlů na jednu desku.

Mechanická část senzimetru je vedena snahou minimalizovat množství obráběcích prací využitím maxima komerčně dostupných dílů.

V kapitole 8.4. diskutovaný modulátor vychází z nesprávného předpokladu nízkých požadavků na spektrální selektivitu modulátoru. Senzimetr nemá úzkopásmový světelný zdroj a zvláště pro barevné materiály je požadavek na neselektivitu modulátoru značný. Popisované parametry vyhoví pro fóliový senzimetr pro kontrolu zpracování, nikoli pro provozní přístroje. Chápu diplomanta, že konstrukci přizpůsobil skleněnému modulátoru Agfa-Gevaert 0,15/9,5, který se mu podařilo opatřit, tyto modulátory se ale řadu let nevyrobějí. Bude nutno použít zřejmě filmový modulátor ORWO, stejný jako u senzimetrů 2M, který se ovšem také nevyrobí. Dostupnost vhodných modulátorů bude zřejmě úzkým bodem v případě opakované výroby. Konstrukci držáku fotomateriálu a lineární zásobník filtrů pokládám za velmi zdařilou, postrádám pouze popis způsobu upevnění a polohu koncových spínačů.

Elektronická část je tvořena dvěma univerzálními moduly pro řízení krokových motorů s obvody L297/298 v katalogovém zapojení s minimálními změnami, standardním zapojením znakového displeje a ovládacích tlačítek. Za velmi praktické považuji ovládání podsvětlení displeje na základě snímání osvětlení fotokomory, neboť to minimalizuje nechtěné předsvětlení spektrálně sensibilizovaných fotomateriálů indikačními prvky senzimetru.

Processorová deska zajišťuje ovládání periferních obvodů a komunikaci s počítačem prostřednictvím standardního obvodu MAX232. Deska obsahuje ICSP rozhraní, použité pro první zavedení bootladeru a následné programování využívá rovněž seriového přenosu přes RS232. Toto uspořádání umožňuje jednak měnit expoziční profily přístroje, jednak snadnou kalibraci a v budoucnu i možnost upgrade firmwaru.

Určitou nevýhodou je potřeba transformátoru se třemi oddělenými sekundárními vinutími, který není běžný. Pokud se přístroj bude vyrábět, není problém transformátor speciálně vyrobit. Je mi jasné, že pro ověření návrh zdroje vycházel z jednoduchého řešení.

Softwarová část řešení je tvořena programovým vybavením pro procesor PIC16F877. Tato část je napsána v jazyce C, využívá některých volně dostupných knihoven a je velmi dobře popsána v kapitole 10. Popsaný algoritmus by měl vyhovět i pro dosažení maximálních rychlostí posunu; otázkou je, jak se uplatní ve spojení s použitým motorem a setrvačnými hmotami poháněného vozíku.

Konečně ovládací program pro PC je psán v jazyce Delphi a jedná se vlastně o terminálový program pro komunikaci po seriovém kanále s dvěma základními funkcemi, zajišťující tvorbu a ukládání expozičních profilů a kalibraci přístroje. Pro praktické použití se předpokládá, že program bude, po odzkoušení všech jeho funkcí, zjednodušen, zejména co se týká uživatelského interface a zredukován na zobrazení pouze funkcí, potřebných pro obsluhu.

Z technického hlediska nemám k práci připomínek. Navrhovaná koncepce by měla splňovat požadavky na senzitometru s výhradami, zmiňovanými v předchozí části. Z časových důvodů není zatím k dispozici ověřovací vzorek, všechny jeho funkce jsou ale ověřeny a předpokládám, že se s hotovým vzorkem budu moci v blízké době seznámit. K tomu proto směřují mé doplňující otázky:

1. Bylo provedeno v době mezi odevzdáním a obhajobou práce ověření vlastností měření na funkčním vzorku a pokud ano, s jakým výsledkem?
2. Je možný navrhovaný senzitometr doplnit dodatečným zdrojem LED, jak by byl konstruován a ovládán a jaké by v tom případě byly kombinace filtrů, které by byly volné pro další použití?

Závěrem konstatuji, že předložená práce svým rozsahem, koncepcí i úrovní zpracování přesahuje úroveň, obvyklou u diplomových prací. Autor prokázal dobrou orientaci v problematice a určitou všestrannost, neboť práce se zabývá konstrukcí mechanickou, elektronickou, návrhem spojových desek i programováním. Jistě by bylo možné některé kapitoly rozšířit, jiné zredukovat nebo změnit jejich členění. Celkově hodnotím práci jako vydařenou, doporučuji ji k obhajobě a hodnotím

výborně

V Hradci Králové, 7.6.2009

Ing. Jiří Martinek