

## Návrh bezpečného dohlížecího obvodu návěstních světel se svítivými diodami

Doktorand: Ing. Jiří Poucha

Doktorand v souladu s názvem disertační práce v její anotaci potvrzuje, že předmětem práce je návrh bezpečného dohlížecího obvodu návěstních světel se svítivými diodami (LED), a to s využitím fotovoltaického jevu, který se u LED vyskytuje. Práce se má dále zabývat problematikou náhrady žárovek svítivými diodami v klasických návěstidlech. Součástí cíle práce je pak také analýza bezpečnosti navrženého dohledu. Na stručnou definici cíle práce doktorand navazuje stanovením hypotéz. Jejich součástí však nejsou např. hypotézy o tom, zda zkoumanou veličinu příslušející fotovoltaickému jevu lze bezpečně a spolehlivě kontrolovat bezpečným dohlížecím obvodem (dohledem) a zda lze tento dohled také prakticky realizovat pro využití v klasických návěstidlech.

Obecně lze konstatovat, že zvolené téma je v oboru železniční zabezpečovací techniky nové a v případě úspěšné realizace předmětu disertační práce by mohlo být přínosné při porovnání se světelnými návěstidly se žárovkami.

V dílčích kapitolách disertační práce doktorand postupně analyzuje a prokazuje platnost stanovených hypotéz a doplňuje práci o další řešené aspekty, které se týkají předmětné problematiky. Na obecné úrovni lze přitom opět konstatovat, že postup řešení a použité metody jsou principiálně v pořádku. Přesto práce nepůsobí potřebným konzistentním dojmem a pro čtenáře je obtížné posoudit, do jaké míry se ve skutečnosti doktorandovi podařilo naplnit vrcholový cíl. Obtížnost posouzení dosažení stanoveného cíle ilustrují především následující body:

- a) Práce neobsahuje systémový koncepční návrh možného provedení bezpečného dohledu. Chybí výchozí předpoklady pro návrh bezpečného dohlížecího obvodu založeného na použití elektrických a elektronických součástek a komponentů, který by mohl být použit při náhradě žárovky v existujících klasických návěstidlech. Součástí práce tak není celkové blokové schéma od provedení náhrady žárovky pomocí LED přes její napájení (včetně přepínání režimu den/noc), dohled a navržení rozhraní a vazby na stavědlo. Chybí koncepce bezpečnosti s vazbou na stručně zmíněný způsob využití principu redundance. Navržený převodník fotoproudu na napětí nevyužívá principu redundance, není rozpracován zamýšlený způsob redundantního zpracování kontrolované veličiny a následné sloučení (komparace) výstupů kanálů redundantní struktury. Dílčí provedené úvahy ve smyslu analýzy důsledků poruch týkající se navrženého převodníku fotoproudu na napětí tak nelze považovat za dostatečné, pro poruchy navrženého napájecího měniče systematická analýza důsledků poruch chybí.  
  
Pozn. Využití principu redundance doktorand zmiňuje v kap. 6.3. Naproti tomu v závěru kap. 6.4.2 možnost jeho použití zpochybňuje. Tento rozpor je ponechán bez komentáře.
- b) Součástí práce nejsou jednoznačné závěry o tom, kam se dostala vlastní praktická realizace bezpečného dohledu a také náhrady žárovky pomocí světelných diod. Nelze proto zhodnotit, jak daleko má navrhované řešení k praktickému použití na železnici. Z tohoto důvodu nelze také posoudit, zda je možná přímá náhrada návěstní žárovky v existujících návěstidlech (v existující návěstní optice), případně za jakých podmínek.
- c) Některé ze zkoumaných dílčích aspektů, které mají vliv na rozhodnutí o možnosti realizace cíle práce, nejsou doktorandem následně dostatečně systematicky vyhodnoceny. Příkladem je vliv změn pracovních teplot na svítivost LED nebo chybějící vyjádření ke splnění předpisově stanovených požadavků na chromatičnost jednotlivých návěstních světel při použití náhrady s LED. Absence systematického zhodnocení vlivu všech parametrů (určení nejhoršího možného případu) znamená nejistotu o platnosti výsledných závěrů učiněných doktorandem.
- d) V práci není jednoznačně určeno, s jakými typy LED bude (měla by být) náhrada návěstní žárovky realizovaná, resp. není dostatečně komentováno, proč jsou pro různá dílčí zjištění použity rozdílné typy LED, případně rozdílné barvy LED. S nejasnostmi o důvodech používání různých typů LED souvisí rovněž chybějící odpověď na otázku, zda by v existující návěstí svítelně byl při nasazení náhrady i nadále použit barevný optický filtr či nikoliv.
- e) V závěru práce doktorand konstatuje, že všechny uvažované poruchy mají vést bezpečnějším směrem. V případě vlastní náhrady je ale tento závěr zpochybněn možným vlivem difúze dopantů ve struktuře LED. Ani kapitola 6.4.3, která se jevem podrobněji zabývá, ve svém závěru nepo-

skytuje odpověď, za jakých okolností by bylo možné neobávat se negativního vlivu uvedeného jevu.

Kromě dosud uvedeného lze v práci dohledat i dílčí konkrétnější nedostatky, které by zasluhovaly vysvětlení. Příkladem jsou:

- a) Pro některé poruchy LED podle normy ČSN EN 50129, které jsou v práci uvedené v kap. 3.3, specifikuje norma určité poznámky k tomu, za jakých okolností mají být uvažovány. Doktorand bez komentáře tyto poznámky nezmiňuje.
- b) Podle kap. 4.1 svítivost LED s proudem mírně klesá, což je v rozporu s obrázkem 8.
- c) Kap. 4.2 - ideový návrh kontroly voltampérové charakteristiky LED pomocí vícebodového měření postrádá úvahu či komentář na téma možné bezpečné a praktické realizace.
- d) Dílčí formální nedostatky typu chybějící odkazy (místo nich otazníky), špatný slovosled, chyby při dělení vět, chybné značení veličin ( $R_S$  a  $R_S$  místo  $R_S$  a  $R_P$ ), rozmístění některých obrázků v textu (např. na stranách 11, 32 a 33) apod.

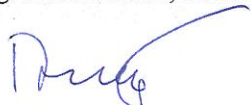
Splnění stanoveného cíle disertační práce nelze v předloženém stavu prokázat, přestože vlastní téma lze považovat za dostatečně nosné na to, aby mohlo být předmětem disertační práce. Přitom již u písemné práce ke státní doktorské zkoušce bylo doktorandovi doporučeno, aby téma dopracoval do podoby, která by umožnila praktické ověření a použití v železničním provozu. Nakolik se to podařilo, jaké kroky je k tomu ještě třeba provést, případně zda jsou nějaké skutečnosti vylučující praktické využití navrženého principu, však není možné bez případného dopracování jednoznačně posoudit. Do jisté míry je to způsobeno nedostatečně systematickým zpracováním práce (viz např. komentář ke stanoveným hypotézám v úvodu posudku) a v některých případech také poměrně úsporným stylem psaní posuzovaného textu.

Publikační činnost doktoranda lze hodnotit jako dostačující.

**Disertační práci v předložené podobě nedoporučuji k obhajobě.**

V Plzni, 22.1.2015

Oponent: Ing. Karel Beneš, Ph.D.



## Oponentní posudek dizertační práce

Název práce: **Návrh bezpečnostního dohlížecího obvodu návěstních světel se svítivými diodami**

Dizertand: Ing. Jiří Poucha

Ing. Poucha předložil zcela nový koncept dohlížecího systému založený na známém, byť zcela okrajovém jevu a to dvojitým režimu činnosti PN přechodu: jako emitentu záření a jako detektoru téhož. Poněvadž mám k této koncepci značné výhrady, budu se v posudku zabývat kritikou této koncepce a potlačím detailní hodnocení jednotlivých kapitol.


Jak jsem napsal, je tento jev známý a také uchazeč korektně uvádí příslušné citace. Využívaný je minimálně zejména proto, že k tomu nejsou důvody. Přináší řadu nevýhod a ne dostatečně je kompenzuje výhodami. Především využití jedné poměrně jednoduché struktury, tj. PN přechodu pro dvě zcela odlišné činnosti, přináší problémy optimalizační, konstrukční a některé další. Dost pochybuji, že by totiž konstrukce a uspořádání mohly být současně výhodné pro oba režimy. Není mi navíc jasné jakou má tento systém výhodu oproti dvěma diodám a to LED a fotodiodě, zejména v aplikaci, kde se vedle sebe klidně vejdou.

Rovněž i výběr aplikace směřující k železnici mi připadá scestný. Není totiž místo, kde by požadavky na spolehlivost, byly tak akcentovány jako na dráze. Přitom název dizertace napovídá, že aplikace a nikoli vlastní systém je prvotní. Uchazeč provedl jistá ověření, ovšem ta jsou obecně nedostatečná a s ohledem na aplikaci nedostatečná naprosto. Minimálně měly být zkoumány vlivy teploty a vlhkosti. Navíc mám dojem, že provozní zkoušky jsou mu znemožněny zcela.

Publikace jsou nevýrazné, položky v impaktovaných nebo i jen v recenzovaných časopisech chybí jsem neregistroval.

Budiž však slyšena i druhá strana. Proto navrhuji Ing. Pouchu k obhajobě pozvat. Práci tedy k obhajobě doporučuji.

19/01/2015



## OPONENTNÍ POSUDEK

Studijní obor: Elektronika (Fakulta elektrotechnická ZČU v Plzni)

Student: Ing. Jiří Poucha

Název práce: Návrh bezpečnostního dohlížecího obvodu návěstních světel se svítivými diodami

Oponent: Prof. Otakar Wilfert

Pracoviště: VUT v Brně

### a) Význam disertační práce pro obor

Téma předložené disertační práce je pro obor elektroniky aktuální a perspektivní. Zmiňovaný princip – použití svítivých diod LED ve funkci jak zdroje, tak detektoru světelného záření je známý, což autor ve své práci konstatuje a cituje příslušnou literaturu. Světelná ochrana polovodičových zdrojů světla pomocí fotodiod je dlouhodobě používána. Využití fotoelektrického dohledu v železničních návěstidlech osazených zdroji LED je však původní a pozoruhodné.

Autor se ve své disertační práci zaměřil jak na analýzu a syntézu použití svítivých diod v železničních světelných návěstidlech, tak na bezpečný dohled funkce svítivých diod v návěstidlech a na problematiku náhrady klasických zdrojů světla diodami LED.

Cíle disertační práce autor uvádí ve 2. kapitole „Cíl práce“, ve které současně zmiňuje devět pracovních hypotéz a uvádí kapitoly, ve kterých jsou tyto pracovní hypotézy prokázány. Hlavním cílem práce je prozkoumání použitelnosti fotoelektrického dohledu bezchybné funkce svítivých diod využívajících fotoelektrického jevu přímo v těchto svítivých diodách. Pokud si však čtenář má udělat názor na takovou svítivou diodu podle obr. 16, pak je pro něho matoucí znázornění více čipů, kde vedle svítivého čipu je přítomen také čip pro detekci světla (i když použitelný primárně jako zdroj světla).

### b) Postup řešení problému, metody a splnění určeného cíle

Autor při řešení cílů své práce vycházel ze známých teoretických vztahů, publikovaných předpisů a norem a vlastní experimentální práce. Použitá metoda pro řešení cílů disertace je převážně experimentální. O použité metodě se však autor ve své práci explicitně nezmiňuje.

K použití známých teoretických vztahů mám následující připomínky:

- Ve Fresnelových vzorcích se uvažuje polarizované světlo. Takové světlo však LED negenerují. Zavedení Fresnelových vzorců (14), (15) je matoucí.
- Nejsou zmíněny velikosti čipů (s. 27).
- Je-li koeficient  $R(\theta)$  bezrozměrný, pak (rovnice (22) neuvádí správný vztah mezi světelným tokem LED a celkovou relativní intenzitou osvětlení. Odkud je vztah (22) převzat?

K prezentaci původních autorových experimentů mám několik připomínek závažného charakteru:

- U provedených měření není uveden ani způsob měření (uspořádání přístrojů) ani přesnost provedených měření. Tato skutečnost degraduje celkově zajímavý záměr disertační práce.
- V tabulce 7 je použit termín „svítivost“, zatímco v komentáři k této tabulce je použit termín „světlení“ (s.20 a s. 22).
- Na obr.24 chybí označení souřadnicových os.

- V komentáři k obr. 35 se zmiňuje ohnisko, ale chybí označení prvku, ke kterému se ohnisko vztahuje.

Z hlediska kvality prezentace provedených měření a interpretace výsledků měření podle standardních požadavků kladených na disertační práce, cíl předložené disertační práce splněn nebyl.

#### c) Výsledky disertační práce a původní přínos předkladatele

Výsledky práce a vlastní přínos autor shrnuje v závěrečné kapitole 7 „Závěr“. Autor uvádí, že využití fotoelektrického dohledu svítivých diod v železničních návěstidlech bylo prokázáno a je tedy možné. Dále v kap. 7.3 autor uvádí, že navržený způsob (realizace) není nebezpečně ovlivněn ani cizím osvětlením ani kolísáním teploty. Důvěryhodnost uvedených výsledků však zpochybňuje předvedený způsob provedení měření a interpretace výsledků.

#### d) Formální stránka práce

V práci se vyskytuje řada překlepů a nesrozumitelných formulací. Informační hodnota řady obrázků je značně povrchní. „Koefficient refrakce“ (nad rovnicí 22) má být nazván „koefficientem odrazu“ (podle rovnice 18). Na obr. 16 nejsou ukázány úhly  $\varphi$  a  $\theta$  ani geometrické rozměry  $a$ ,  $h$  a  $r$ , se kterými se následně počítá. Pro jednu veličinu je uvedeno několik různých termínů (propustné napětí – s.35; přední napětí – s.14; přední proud – s.14; kladný proud – s.42 atd.). Na s.19 je uveden odkaz na obrázek bez čísla. Na s.45 je uveden odkaz na literaturu bez čísla. Místo označení rovnice (36) na s.50 má být (37).

Autor používá řadu nestandardních termínů (přední napětí, bezvadná LED atd.), které nedefinuje.

#### e) Publikace studenta

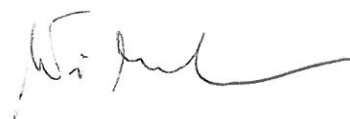
Bohužel musím konstatovat, že publikační činnost studenta je na velmi nízké úrovni, zdaleka nedosahující standardní úroveň očekávanou od studenta končícího své doktorské studium. Nenalezl jsem žádný časopisecký článek prezentující jádro disertační práce. Všechny uvedené konferenční příspěvky jsou z domácího prostředí a případný ohlas na ně autor nezmiňuje.

#### f) Vyjádření oponenta

Podle mého názoru student ve své disertační práci neprokázal způsobilost k samostatné vědecké práci, a proto **nedoporučuji** disertační práci k obhajobě.

**Otázky** - Otázky na studenta nemám. Disertační práci doporučuji rozšířit a zkvalitnit zejména v části popisující vlastní experimenty.

29. prosince 2014



Otakar Wilfert