

Oponentní posudek diplomové práce

Téma diplomové práce:
Analýza dvoudrátových induktivních spínačů

Autor diplomové práce:
Bc. Jan BLAHOVSKÝ

Oponent: **Ing. Richard Pilc, SIEMENS NST, Trutnov**

Předložená diplomová práce se zabývá analýzou dvoudrátových induktivních spínačů různých výrobců a porovnáním jejich konstrukcí, parametrů a EMC odolnosti.

Diplomant práci správně rozdělil do několika logických kapitol. V úvodní kapitole autor přehledně a stručně popsal současný stav bezkontaktní spínací techniky. Zmínku autora o nezávislosti bezkontaktních spínačů na pracovním prostředí nehodnotím kladně, neboť např. fotoelektrické spínače jsou omezeny čirým prostředím, induktivní nemagnetickým prostředím, ...

V kapitole 2 je popsán princip činnosti induktivních spínačů. Obsahově je tato kapitola povedená, objevuje se zde jen několik nepřesností (str. 10 – nejedná se o vysokofrekvenční oscilátor, ale o nízkofrekvenční; Obr.2.6a,b – záměna schémat), ale také se zde začíná objevovat špatná typografie, která se táhne celou touto diplomovou prací.

Kapitola 3 obsáhle popisuje základní parametry induktivních spínačů. Tento popis hodnotím co do rozsahu jako ucelený a dostatečný. Diplomant zde u popisu *spínací vzdálenosti* zapomněl zmínit podstatný vliv velikosti a materiálu snímaného předmětu. Definice parametru *úbytek napětí* je příliš zjednodušená a tím nejasná. Dále časové parametry *Zpoždění výstupu při zapnutí* a *Chybový impuls při zapnutí* nejsou řádově *ms*, ale stovky *ms* (analogicky *μs*), což se dá diplomantovi odpustit, vzhledem k tomu, že sám tyto parametry neměřil.

Ve 4. kapitole diplomant popisuje postup měření a delaborace spínačů. Zde bych se chtěl diplomanta zeptat, zda se v kapitole 4.1.5 jedná o překlep, nebo zda opravdu měřil všechny spínače ve frekvenčních pásmech 9–150 kHz a 150–230 kHz. Podle normy, kterou diplomant zmiňuje, má měření probíhat ve frekvenčním pásmu 150 kHz–80 MHz (připravuje se rozšíření této normy na 9 kHz–80 MHz). Pokud diplomant měřil jen v takto omezeném frekvenčním pásmu (cca 0.1% rozsahu příslušné normy), pak naměřené výsledky mají velmi malou vypovídací hodnotu. Velmi kladně hodnotím odvalu a odhodlání diplomanta k rozebrání a následné analýze spínačů. Jejich konstrukce, vycházející z požadavku práce v těžkém průmyslu a krytí IP67 (někdy i IP68), je opravdu robustní a pevná. Tato kapitola byla poslední teoretickou částí této práce. Celkově vzato, teoretická část je zpracována přehledně, v některých pasážích až velmi stručně, ale s přihlédnutím k cílům práce svůj účel splnila.

Následuje kapitola 5, ve které autor měří a analyzuje konkrétní spínače několika vybraných výrobců. Celá tato praktická část by měla přehlednou jednotnou formu, kdyby

u spínače firmy SIEMENS nechyběla podkapitola *Naměřené hodnoty EMC* (důvod?) a obrázek, nebo fotografie spínače. Zde bych chtěl poukázat na fakt, že tabulky redukčních faktorů v krajních teplotách (Tabulky 5.11, 5.12, 5.17, 5.18, ...), které z důvodu časové náročnosti neměřil, by neměly obsahovat spočtené redukční faktory (převzaté z měření při teplotě 20°C). Otázka EMC je v dnešní přetechizované době velice aktuální a výsledky EMC měření tak, jak je definoval diplomant v této práci, by jen potvrdily fakt, že žádný významný výrobce dnes neuvede na trh výrobek, který by nesplňoval povinné normy. Mohl by diplomant blíže vysvětlit, proč nebylo některá měření (spínač TURCK, str. 39 a spínač PEPPERL+FUCHS, str. 52) možno provést? Tato práce by ale měla výrazně větší přínos, kdyby diplomant provedl nějaká porovnávací měření EMC odolnosti nad rámec úrovní daných normou, která by ukázala, které obvodové řešení je v tomto ohledu výhodnější.

Diplomant se pokusil o nelehký úkol reverzního inženýrství, který nazval – delaborace. Tohoto úkolu se zhostil, v rámci jemu dostupných postupů a technologií, velmi dobře. Někdy se nedostal se svým snažením až ke kýženému konci a skončil u *černé neodstranitelné hmoty*. Mohlo se pokračovat jinými technologiemi (leptání, rentgen, ...), ale to už by bylo nad rámec této diplomové práce.

Závěrečná kapitola shrnuje a hodnotí dosažené výsledky.

Největší výhrady mám k formální stránce předložené práce. Diplomant používá nejednotné názvosloví (snímač, spínač, čidlo, senzor) k popisu téhož zařízení. Práce obsahuje překlepy, ujíždějící řádkování (str. 28 aj.), nadbytečné mezislovní mezery, odkaz na neexistující obrázek 5.X (str. 55), složité popisy konstrukce (obrázek by byl výstižnější – str. 42 aj.). Doporučuji diplomantovi seznámit se s pravidly české typografie (mnohdy jsou přísnější než pravidla pravopisná).

Předložená diplomová práce má logickou strukturu přiměřenou tématu, kapitoly na sebe navazují, hlavní cíle jsou formulovány a výsledky výslovně uvedeny.

Vzhledem k výše uvedenému navrhuji klasifikaci stupněm **dobře** a doporučuji u obhajoby diplomové práce zodpovědět následující otázky:

- V jakém frekvenčním rozsahu jste měřil odolnost na elektromagnetické vlnění šířené vedením (IEC 61000-4-6)? Případně proč?
- Definujte jasněji elektrický parametr *úbytek napětí*.
- Vysvětlete, jak naměřené průběhy napětí v předem stanovených uzlech vypovídají o kvalitě zapojení vnitřních obvodů spínačů.
- Objasněte pojmy *spínač PNP* a *spínač NPN*. A jejich vztah k dvoudrátovým spínačům.

V Trutnově dne 10. června 2009

Ing. Richard Pilc