



Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

OPONENTNÍ POSUDEK DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno studenta: Bc. Michal Závodník

Název práce: Návrh monitoru reziduálních proudů v elektrické instalaci

Slovní hodnocení

Charakteristika a splnění cílů zadání diplomové práce, zvládnutí problematiky, aktuálnost tématu:

Zadání práce hodnotím jako náročnější, jelikož dosažení cílových parametrů v nižších hodnotách reziduálních proudů je náročné z hlediska přesnosti navrhované aparatury. Z důvodu nastupující elektro mobility a jinak velkému použití frekvenčních měničů v praxi, považuji téma práce za aktuální.

Z hlediska řešení si diplomant počínal velice dobře. K problematice zadání přistupoval dle doporučeného postupu, rozbor jednotlivých problémů je veden pečlivě a přispívá k pochopení dalších kroků. Každá kapitola tak přispívá k dosažení cíle práce. Ty dle dosažených prezentovaných výsledků považuji za splněné. Diplomant prokázal své schopnosti v několika odvětvích, od návrhu elektronických obvodů až po programování.

Jisté obavy bych měl ohledně posouzení výsledků z posledního testu v kapitole 9.6 „Měření na reálné síti“. Zde je použit asynchronní motor s fázovými proudy kolem 2 A, a relativní odchylka měření pro reziduální proud 5 mA je vyhodnocena jako 25 % (s externím ADC). Předchozí kapitola 9.5 však ukázala, že odchylka měření může vzrůst až o cca 10 % při nominálním proudu 30 A (oproti odchylce při 0 A). Otázkou tedy zůstává, jestli je přístroj opravdu schopný dodržet požadovanou přesnost ve skutečné aplikaci s vyššími proudy. Frekvence PWM byla pro test nastavena jako 4 kHz a vliv jejího snížení, např. na 1 kHz, by také mohl být posouzen.

Logická stavba a stylistická úroveň práce (formální úprava práce – text, grafy, tabulky, obrázky, práce s normami, práce s prameny a citacemi...)

Logická stavba práce má dobrou kvalitu a odpovídá kvalitě diplomové práce. Formulace ve větách jsou pochopitelné a text se dobře čte. Kód programu je řádně okomentován. V textu jsem našel jen pár překlepů (např. str. 23 „vyhodnocování“).

Student použil dostatečné množství literatury. Měl bych však malé výtky k zápisu citací. Diplomant např. u časopisu Elektro uvádí místo vydání jako neznámé, avšak tuto hodnotu lze dohledat u vydavatele. Literatura [3] je citována stylem kniha, avšak jedná se o kapitolu z knihy „High Speed Design Techniques“, a proto by měla mít i náležitou citaci dle normy. Jinak student v textu řádně cituje.

Použité obrázky v textu i v přílohách jsou dostatečně velké a dobře čitelné. Malou výtku bych měl k Příloze 1, kde chybí název součástky v sekci B5, i když je její název uveden na straně 27 jako DG411LE. Stejně tak nejsou uvedeny v elektro dokumentaci názvy operačních zesilovačů (opět je nalezení možné v textu). Dále se mi jeví značení vstupů/výstupů na přiložených schématech jako matoucí. Všechny vstupy/výstupy jsou vedeny stejnou grafickou značkou vstupujícím do schématu. Avšak je spíše zvykem používat značku směřující do schématu jako vstup ($\square \rightarrow$), zatímco výstup je značen šipkou ze schématu ($\leftarrow \square$).

Využití dosažených výsledků, námětů a návrhů v praxi:

Dosažené výsledky mají uplatnění v praxi, a proto se k výsledkům i přes drobné nedostatky stavím velice kladně. Mám však jisté obavy ohledně dosažitelnosti přesnosti měření ve spodní hranici. Výrobce stanovuje pro použitý senzor nejistotu 4.3 mA pro měření primárního proudu 30 A, která se i projevila během měření v kapitole 9.4 „Ověření vlivu nominálního proudu“ bez přítomnosti reziduálního proudu. Tato hodnota je velice blízko stanovené spodní hranici, a otázkou je, jak se k tomu staví norma ČSN EN 62020. Předmětem posouzení tohoto posudku je kvalita diplomové práce, zatímco shoda s normami ČSN EN 62020 je pak na příslušném procesu. Ten by měl splnit i další požadavky této normy. Navrhoval bych tedy zvážení vhodnosti spodní hranice, popř. využití jiných metod měření pro spodní hranici.

Případné další hodnocení (přístup studenta k zadanému úkolu, připomínky k práci):

Předložená práce i použitý postup je na dobré úrovni. Z práce je znát, že jí diplomant věnoval velké úsilí i množství času.

Pro práci s naměřenými daty bych měl několik poznámek. Především bych doporučoval zapojení širšího statistického měření. S tím souvisí známé rčení „jedno měření=žádné měření“. Pokud přístroj KEYSIGHT 34461A umožňuje průměrování hodnot např. z poslední 100 naměřených vzorků, měla by odečtená hodnota lepší vypovídající hodnotu než pouze jedna hodnota, která pak byla odečtena jako referenční (resp. neví se, zda tuto možnost diplomant využil). Jak udává diplomant, odchylka je pro tento přístroj 0.1 % (kapitola 3.2) - to se však vztahuje k odečtené hodnotě z displeje. Přístroj má však také 0.04 % k rozsahu přístroje a z textu není známo, jestli měřící přístroj funguje v režimu tzv. „autoscale“, nebo jestli bylo měřeno v pevném rozsahu 0-1 A. Tyto informace zmiňuji proto, že některé hodnoty v Tab. 3.2 a v Tab. 3.3 vykazují až příliš kolísavé hodnoty (hodnoty pro 10 mA) a lepší by bylo měření zopakovat, jestli nedošlo k zapojení jiných nejistot.

Stejnou připomínku bych měl k hodnotám naměřeným během validace hotového RCM. V kapitole 5 si diplomant stanovil rozsah hodnot, kde by se měla naměřená hodnota pohybovat tak, aby splnila příslušnou normu a zadání práce. Bylo by pak dobré i v kapitole 9 vyzkoušet alespoň 10 měření pro stejnou hodnotu reziduálního proudu a stanovit přesnost měření i se směrodatnou odchylkou, zdali přístroj vždy pracuje v předem stanovených mezích.

Nejdůležitější otázky k zodpovězení při obhajobě:

1. V práci jste vyvinutý RCM klasifikoval jako vhodný pro použití v celém navrženém rozsahu. Pro asynchronní motor s fázovými proudy kolem 2 A, byla relativní odchylka měření pro reziduální proud 5 mA vyhodnocena jako 25 %. Test z předchozí kapitoly však ukázal, že odchylka měření může vzrůst až o cca 10 % při nominálním proudu 30 A (oproti odchylce při 0 A). Jak moc jste si svým výrokem o použití v celém rozsahu (i teplot) jistý? Neboli lze očekávat nějaké potíže při vyšším proudu? Nebude nutné i nějak klasifikovat RCM z hlediska spínacích složek z PWM signálu (např. s 1 kHz), pokud bude RCM nabízen pro aplikace s frekvenčními měniči?
2. Jak se norma ČSN EN 62020 staví k přítomnosti reziduálního proudu, pokud je vlivem nepřesnosti měření nějaký naměřen, ikdyž je ve skutečnosti jeho hodnota nulová?

S přihlédnutím k uvedeným skutečnostem diplomovou práci **DOPORUČUJI** k obhajobě a klasifikuji stupněm:

A (Výborně)	B (Výborně minus)	C (Velmi dobře)	D (Velmi dobře minus)	E (Dobře)	F (Nevyhověl)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Odpovídající hodnocení označte X

Posudek vypracoval:

Jméno, tituly Ing. Zdeněk Novák, Ph.D.

Místo a datum vyhotovení posudku 21.05.2021, Praha.

Podpis.. _____