



Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

## POSUDEK VEDOUCÍHO DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno studenta: **Bc. Ondřej Kohoutek**

Název práce: **Tester akčních členů pro autodiagnostiku**

### Slovní hodnocení

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

Hlavním úkolem studenta bylo navrhnout režimy testování a vytvořit software do prototypu nového testeru akčních členů pro autodiagnostiku, který vznikl ve spolupráci se soukromou firmou. V rámci úkolu se student podílel i na návrhu hardwaru prototypu testeru ve formě doporučení a rad pro výrobce testeru na základě dohodnutých požadavků na tester. Dodání finálního hardwaru testeru bylo úkolem výrobce testeru (soukromé firmy, se kterou student spolupracoval). Cílem bylo vytvořit unifikovaný hardware, který by umožnil pouhou změnou osazení součástí na DPS a změnou SW vytvořit více variant testeru v závislosti na jeho cílovém použití.

Vzhledem k rozsahu problematiky se student ve své práci zaměřil na dvě varianty testeru. Vznikl tester pro ovládání akčních členů obsahujících DC motorek nebo solenoid (pracovně nazvaný tester s bipolární PWM) a dále tester akčních členů obsahujících krokový motor. Tyto dvě varianty se liší pouze řídicím softwarem pro mikrokontrolér.

Student se nejprve seznámil se stávající (starší) variantou testeru. Dále po dohodě s výrobcem určil cílové použití nového testeru - akční členy, které bude umět ovládat, a způsob ovládání testeru. Z tohoto zadání vyplynuly technické požadavky na hardware, které byly ovlivněny zamýšlenou cenou testeru. Cena např. ovlivnila výběr typu dvojitého H-můstku (jakožto hlavní komponenty testeru), který se při závěrečném testování ukázal jako ne úplně vhodný (omezené proudové zatížení, chybějící výstup s příznakem omezení proudu zátěží). I sám student se v práci zmiňuje, že by vybral jiný typ H-můstku. Jinak je hardware navržen vhodně, umožňuje realizaci zamýšlených způsobů testování akčních členů a tvorbu různých variant testeru.

Těžiskem studentovi práce byl návrh řídicího softwaru pro obě varianty testeru.

V obou variantách testeru student vytvořil několik testovacích režimů, pomocí kterých lze ověřit chod akčního členu v manuálním nebo automatickém režimu. Základem je generování PWM o nastavitelné frekvenci od 10 Hz do 10 kHz a nastavitelné střídě od 0 do 100 %. Tester dále umožňuje měřit a zobrazovat proud akčním členem a automaticky počítá a zobrazuje odpor vinutí akčního členu, dále dokáže zobrazit napětí ze snímače polohy akčního členu, pokud je jím akční člen vybaven. Jeden z režimů umožňuje i zpětnovazební řízení polohy akčního členu. Tuto funkci student demonstroval na regulaci polohy škrtkové klapky ze zážehového motoru. Musel identifikovat parametry modelu škrtkové klapky, navrhnout konstanty číslicového PID regulátoru a ověřit chování regulačního obvodu v praxi. Vzhledem k vynechání kompenzace nelinearity, které škrtková klapka vykazuje, regulační obvod nedosahuje kvality řízení jakou má řídicí jednotka motoru na vozidle, i přes to je chování regulačního obvodu uspokojivé.

Jádrum testeru dvoufázových krokových motorků byla softwarová implementace dvou typů krokování (full step, half-step) a měření proudu oběma fázemi motoru. Odpadla nutnost generovat PWM. Omezení proudu vinutími motoru se ponechává na H-můstku, který je interně vybaven obvodem pro omezení proudu zátěží. Velká část kódu je jinak shodná jako u testeru s bipolární PWM.



S funkcemi a jejich realizací u obou typů testerů souhlasím a nemám k nim zásadních připomínek. Vhodnost testovacích režimů prověří praxe.

Student vhodně využil interní periferie mikrokontroléru pro generování PWM, nastavení proudového omezení v H-můstku, měření proudu zátěží, reakci na zkrat na výstupech H-můstků, čtení ovládacích prvků a ovládání signalizačních prvků, komunikaci s OLED displejem a externím A/D převodníkem.

Jádro vlastního kódu programu je implementováno v jednom souboru, který obsahuje cca 30 funkcí. Student v projektu použil několik knihoven třetích stran pro urychlení implementace prototypu. Kód by bylo vhodné ho rozdělit do více souborů kvůli přehlednosti a udržovatelnosti. Kód je funkční, ale v budoucnu zcela jistě dozná dalších úprav.

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

Text práce je rozsáhlý, má celkem 122 stran od úvodu po závěr a odpovídá množství odvedené práce.

Členění textu do 4 hlavních kapitol je logické. Student se správně nejprve zabývá teoretickým rozбором, následně popisuje obě varianty testeru po stránce hardwaru a zejména po stránce funkční a softwarové, na závěr student podává důkazy o funkci testerů ve formě naměřených hodnot včetně oteplovací zkoušky. V textu nechybí průvodní výpočty.

Po obsahové i formální stránce je práce na vysoké úrovni. Všechny obrázky jsou čitelné, práce obsahuje i seznam značek a zkratk a v textu je uvedena řada odkazů na literaturu. Občas lze v textu nalézt nedokonalá vyjádření nebo předbíhání popisu detailů před uvedením popisu funkce nebo cíle.

Výsledný dojem z textu je velmi dobrý.

**Využití dosažených výsledků, námětů a návrhů v praxi:**

Výsledky diplomové práce budou uplatněny v praxi. Některé režimy testování akčních členů budou muset být revidovány, případně budou doplněny další.

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

Přístup studenta k plnění úkolů byl vynikající. Student začal pracovat ihned po zadání tématu. V průběhu řešení DP proběhlo velké množství konzultací mezi studentem a vedoucím a mezi studentem a výrobcem zařízení. Student přinášel své myšlenky i dbal rad vedoucího. Student odvedl velký kus práce zakončené výborným výsledkem.

**Vyjádření vedoucího práce k výsledku kontroly plagiátorství:**

Práce úspěšně prošla kontrolou plagiátorství, nejedná se o plagiát.

**Nejdůležitější otázky k zodpovězení při obhajobě:**

nejsou



**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 Mašek, Ph.D.

Místo a datum vyhotovení posudku

V Pardubicích dne 28.7.2020

Podpis.....