

## Posudek oponenta diplomové práce

Jméno studenta: **Bc. Radim Vodák**

Název práce: **USB DAQ**

Zadání práce: *Provedte kritickou rešerši možných variant realizace měřicí karty. Navrhněte a realizujte měřicí kartu, která bude připojena k počítači pomocí USB virtuálního sériového portu a galvanicky oddělena od počítače. Napájení bude provedeno externím napájecím adaptérem. Navrhněte a realizujte komunikační protokol sériové komunikace včetně zajištění kontroly integrity dat. Pro realizaci zvolte vhodný 32bitový mikrokontrolér řady STM32, požadovaným vlastnostem přiměřené A/D a D/A převodníky, monolitické přístrojové zesilovače atp.*

*Karta bude obsahovat tyto jednotky:*

*-2kanálový diferenční A/D převodník (antialiasingový filtr, vstupní odpor > 100 kOhmů, rozsah vstupního napětí -20 až + 20 V, rozlišení alespoň 12 bitů, INL < 2 LSB, DNL < 2 LSB, GE < 5 LSB, OE < 5 LSB).*

*-2kanálový D/A převodník (rekonstrukční filtr, výstupní proud alespoň 100 mA, rozsah výstupního napětí -20 až + 20 V, rozlišení alespoň 12 bitů, INL < 2 LSB, DNL < 2 LSB, GE < 5 LSB, OE < 5 LSB).*

*-8 digitálních vstupů (5 V).*

*-8 digitálních výstupů (provedení PNP, 5 V, min. 100 mA).*

*-digitální vstup pro měření kmitočtu v rozmezí 1 až 50 kHz s automatickým přepínáním měřicí metody pro dosažení chyby měřeného kmitočtu pod 1 % v celém rozsahu (5 V).*

*-8bitový PWM výstup s výstupním kmitočtem nastavitelným na 100 Hz nebo 10 kHz (5 V).*

*Zajistěte příslušné ochrany proti napěťovému, proudovému a výkonovému přetížení.*

*Doplňte hardware měřicí karty dvěma řídicími programy s GUI:*

*-Základní program, který umožní zobrazovat stav vstupů a ovládat výstupy.*

*-Program pro automatizované provedení měřicí úlohy (například sejmutí V-A charakteristiky polovodičových prvků), konfigurace měřicí úlohy se provede pomocí ovládacích prvků programu a též může být exportována/importována souborem.*

*-Program pro snímání kmitočtové charakteristiky filtrů (wobler) v rozsahu od 100 Hz do 100 kHz.*

### **Naplnění cílů práce:**

Zadané téma je velmi komplexní s celou řadou dílčích úloh a precizně specifikovanými požadavky. Autor musel během návrhu řešit architekturu zařízení a celou řadu obvodových částí i návrh SW. Musel vyřešit napájecí část, digitální i analogové vstupy a výstupy včetně návrhu dolnofrekvenčních filtrů. Bohužel popisná část práce této komplexnosti neodpovídá. Je však možné konstatovat, že student zadané téma v podstatných částech splnil.

## **Logická stavba a stylistická úroveň práce a Využití záměrů, námětů a návrhů v praxi:**

V úvodu práce autor popisuje dělení měřících systémů. Zůstává však na úrovni vysoké abstrakce bez uvedení konkrétnějších příkladů a z úvodních kapitol není zřejmé, jaký dopad má uvedené dělení na jeho vlastní návrh. Poněkud nevhodně skáče od popisu topologie k detailům, jako např. popis jednotlivých pinů a jejich významu u GPIB, aniž by uvedl proč. Na trhu je v současné době celá řada akvizčních karet pro USB rozhraní. Přesto v první části práce postrádám rešerši dostupných karet. Provedení kvalitní rešerše by autorovi pomohlo ve volbě vhodného řešení. Uvedeny jsou pouze dvě nebo tři karty a to názvem a obrázkem.

V úvodu práce také postrádám očekávaný rozbor vlastností a požadavků na navrhované zařízení. Má zařízení vzorkovat do interní paměti? Nebo má každý vzorek předat pomocí USB do SW? Co bude spouštět měření? Je přenosová rychlost USB a SW na ne-realtimovém OS dostatečná? Jaká je maximální perioda vzorkování, či bude karta vždy odebírat pouze jeden vzorek? atd.

Po dělení karet již následuje praktická část, ve které je představeno hned na první straně celkové schéma návrhu. Další části již popisují výběr HW komponent, bez bližšího vysvětlení vzniku návrhu.

V kapitolách 2.1.x je vždy uvedeno použití konkrétního IO bez zdůvodnění výběru. Předpokládám, že je to tím, že návrh vzešel od zadavatele práce, přesto by student mohl nějaké vysvětlení poskytnout, případně ukázat alternativy a posoudit vhodnost.

Podobný popis je uveden i u SW. Návrh jistě není v nepořádku, chybí však jakékoliv zdůvodnění uvedených algoritmů. Opět postrádám popis vývoje SW, a tak vzniká celá řada otázek, např. zda byla např. zvažována aplikace OS a vícevláknové obsluhy, či zda ke zpracování více požadavků je použita fixní priorita, pouze přerušování atd.

Po kapitole 2.2 (Návrh SW části) následuje popis návrhu DPS, který se však omezuje na jeden odstavec textu s obrázkem!

Sám autor v závěru práce zmiňuje, že vývoj trval devět měsíců. Vzniklo jistě zajímavé zařízení a tím více je škoda, že tento vývoj nedokázal odpovídajícím způsobem popsat.

V závěru práce kladně hodnotím provedená měření.

Kladně také hodnotím, že vznikl ucelený výrobek, který jistě posunul autorovy znalosti a že zařízení tvoří již v této fázi použitelný měřící přípravek.

## **Případné další hodnocení (připomínky k práci):**

Dojem z práce kazí výskyt celé řady chyb, které byly nejspíše zaviněny nedostatkem času (osmi-bitový). Např. všude se vyskytují podivně dlouhé mezery v toku textu. Jinde naopak chybí (už na titulní stránce, „5Va spínán“...). Kmitočtová charakteristika na Obr. 30 je prakticky nečitelná. Mezi výhody zesilovače patří vysoká doba přeběhu. apod.

## **Otázky k obhajobě:**

1. Proč jste pro PWM výstup použil TPS22860 připojený na výstup čítače a nepoužil PWM STM32 s výstupním driverem?
2. Proč jste použil zapojení Obr.21 a nespolehl se na standardní diodovou ochranu GPIO STM32 a dále zapnutím PullDownu vytvořil dělič?

3. V zadání jsou specifikovány požadavky na nelinearitu. Byla nelinearita ověřena?
4. Jak funguje Vstup měření frekvence (2.1.5)?

**Doporučení práce k obhajobě: ano**

**Navržený klasifikační stupeň: D**

**Posudek vypracoval:**

Jméno, tituly: Ing. Martin Dobrovolný, Ph.D.

Zaměstnavatel: Univerzita Pardubice, FEI KERS

V Pardubicích dne: 22. 8. 2024

Podpis: