

# Konstrukce impedančního analyzátoru pro výzkum v oblasti nízkých frekvencí

## Abstract

This project deals with construction of digital module for low frequency impedance analyser. Digital module generates driving signal, measures voltage response and computes impedance. This article describes design and realization of the module. Results of the project are at the end of the paper.

## Cíl

Projekt měl za úkol navrhnout a vytvořit digitální modul impedančního analyzátoru. A to s ohledem na rychlost, přesnost a universálnost.

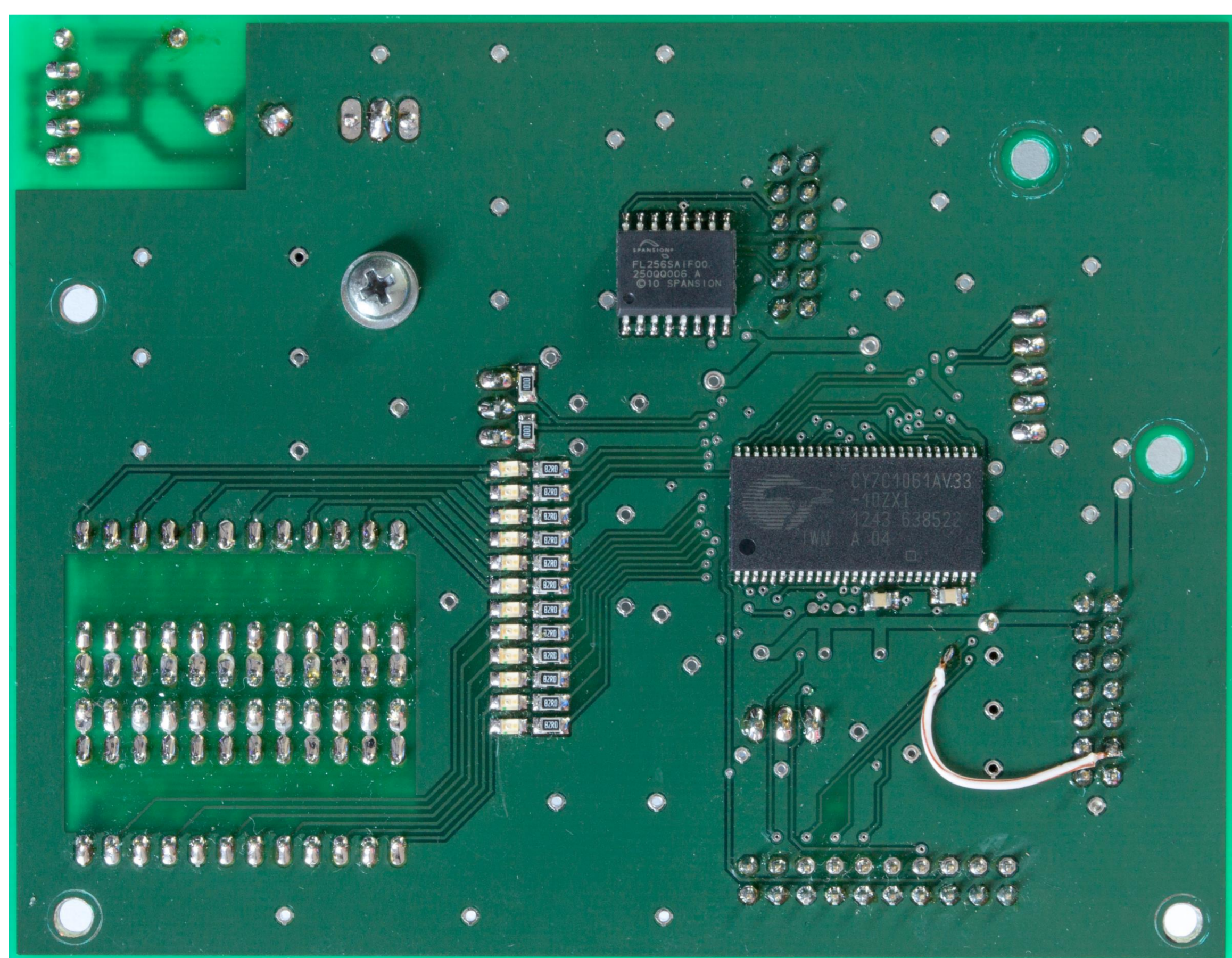
## Úvod

Výzkum a realizace tlumení vibrací/hluku je aktuálně rychle se rozvíjícím oborem. Ukazuje se, že velmi dobrých výsledků tlumení je možné dosáhnout při zapojení aktivního bočnicku, tzv. záporné impedance (NC), k piezoelektrickému aktuátoru. Teoretická analýza [1] ukazuje, že širokopásmového tlumení může být dosaženo velmi přesným naladěním impedance NC na impedanci piezoelektrického aktuátoru v širokém rozsahu frekvencí. Vzhledem k požadované přesnosti naladění NC, blízkosti pracovního bodu mezi stability a také velké citlivosti parametrů piezokrystalu na vnější podmínky není možné takovéto měření provést pouze při zástavbě aktuátoru, ale musí se provádět pravidelně. Úkolem konstruovaného impedančního analyzátoru je tedy pravidelné měření impedanční charakteristiky aktuátoru a naměřené údaje předávat řídicí struktuře.

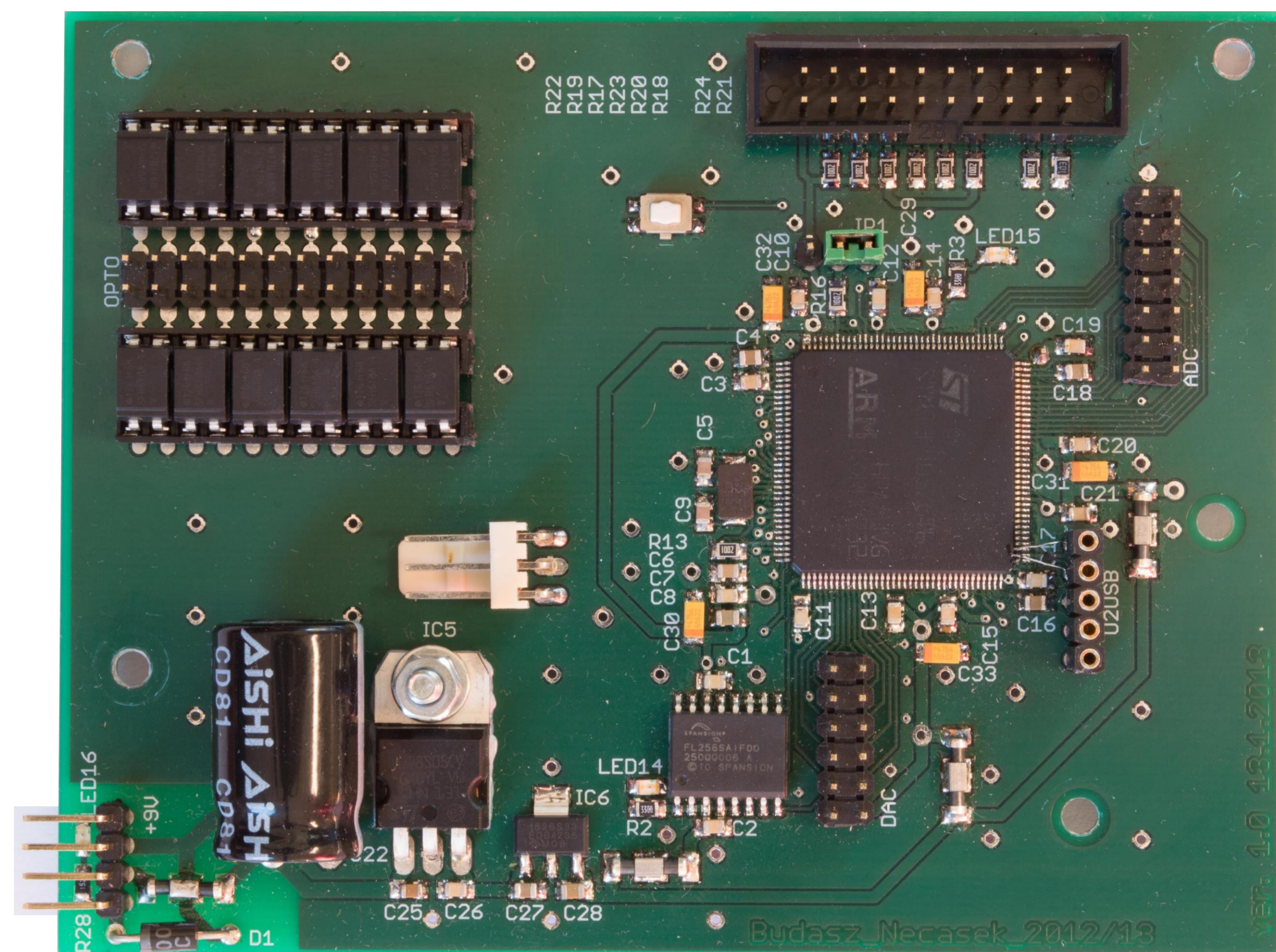
## Metodika

Pro ověření správné funkce digitálního modulu, byl vytvořen program v prostředí MATLAB. Tento generuje šum, který poté převádí do frekvenční oblasti. Zde probíhá oříznutí bílého šumu na zvolený frekvenční rozsah. Po zpětném převodu do časové oblasti signál prochází volitelnou součástí. Takto vygenerovaná data se odesílají do digitálního modulu, kde proběhne výpočet impedance. Výsledná charakteristika se poté posílá zpátky do počítače k vykreslení.

## Výsledky



Obr. 1: Spodní strana modulu



Obr. 2: Vrchní strana modulu

Spodní strana hotového modulu je na obr. 1, vrchní strana na obr. 2. Vzhledem k přesnosti měření a s tím spojeného objemu dat – frekvenční rozlišení 1 Hz a počítání s daty ve formátu „float“ (32 bitů), byl do výsledného řešení vybrán mikrokontroler architektury ARM s jednotkou pro výpočet v plovoucí desetinné čárce [2]. Pro zachování všech mezivýsledků byla zvolena přídavná SRAM o velikosti 2 MB. Přehrávání měřicího šumu probíhá z paměti FLASH o velikosti 64 MB. Komunikaci s převodníky zajišťují dvě rozhraní SPI. Přepínání rozsahů a odpojení výstupů v nečinnosti dovoluje 12 optočlenů. Pro pohodlnější obsluhu byla vytvořena deska s 5 tlačítky, kterou lze odpojit a volné piny použít jiným způsobem. Komunikaci s počítačem zabezpečuje galvanicky oddělený převodník UART na USB. Modul je též vybaven druhým rozhraním UART pro komunikaci s řídicím obvodem tlumení.

Délka výpočtu je přibližně 2.5 s. Toto zahrnuje 2 výpočty FFT o délce 65536 bodů, přeskupení výsledku pomocí bit-reverse algoritmu, výpočet absolutních hodnot a fází obou spekter, dělení absolutních hodnot pro impedanční charakteristiku a odečtení fází pro fázovou.

## Diskuse

Díky universálnosti modulu je možné ho rozšířit o displej pro zobrazení naměřené charakteristiky a další podobné periferie. Také díky velké paměti programu je možné modul rozšířit o automatické přepínání rozsahů nebo jinou metodu měření (např. „sweep“).

## Závěr

Vypočítaná impedanční charakteristika se zcela shoduje s teorií a proto ji ze neuvádím. Hotový digitální modul je možné připojit k modulu s externími převodníky a modulu analogové části úpravy signálu. Po drobné úpravě firmware pro obsluhu konkrétních AD a DA převodníků bude možné přistoupit k základním měřením.

## Reference

- [1] SLUKA, Tomáš. *NOISE AND VIBRATION CONTROL USING PIEZOELECTRIC ELEMENTS SHUNTED BY A NEGATIVE CAPACITOR*. Liberec, 2007. Disertační práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Doc. Ing. Pavel Mokřý Ph.D.
- [2] STMICROELECTRONICS. *STM32F405xx & STM32F407xx*. Rev 3. 2012. Dostupné z: <http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/DM00037051.pdf>