

THE REALIZATION OF MEASUREMENT WORKPLACE FOR SIMULATION AND TESTING A/D CONVERTERS

Jiří Panáček

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xpanac01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Háze

E-mail: haze@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

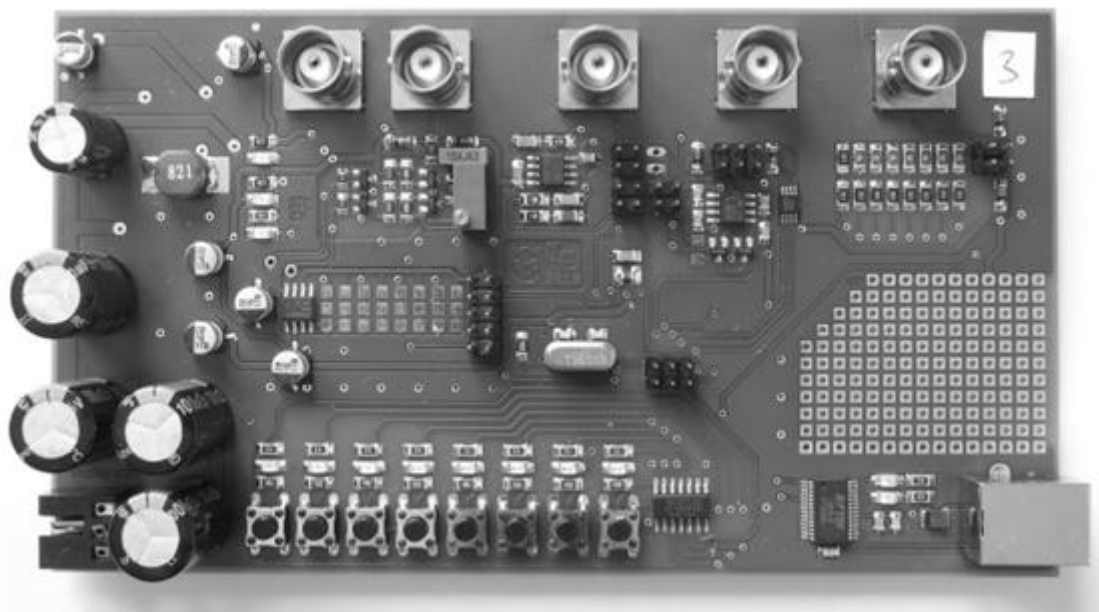
The objective of my article is a design of a development kit, which is used in laboratories during the lessons of *Theory of analog to digital conversion* subject. This device is adapted for basic measuring and understanding of digital to analog (D/A) and analog to digital (A/D) converters and contains sigma-delta A/D converter made of basic elements, D/A converter with R-2R resistor net, active low pass frequency filter (sallen-key), PWM generator, SAR A/D converter with 16 b resolution, reference voltage source and module for measuring integral and differential nonlinearity of A/D converters. The modules are available connect to each other via jumpers and they are driven by microcontroller. This solution gives various modes of operation, which can be selected by user via buttons. Development kit has five BNC connectors for securing connectivity to an oscilloscope or a signal generator. The device also contains universal serial bus connectivity for use with personal computer or laptop, which is really useful with Matlab software for automation processing of measuring.

1. ÚVOD

Během roku 2009 vznikl na ústavu Mikroelektroniky Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií požadavek na rozšíření vývojových prostředků používaných ve výuce v rámci předmětu *Teorie vzájemného převodu analogového a číslicového signálu*. Řešením byl vznik univerzálního vývojového přípravku v rámci diplomové práce. Uvedený přípravek je navrhnut s ohledem na minimální náklady, odolnost proti nesprávnému zapojení a vysokou užitnou hodnotu danou optimálním zapojením jednotlivých modulů. Součástí vývoje byl také návrh šesti měřících úloh a jejich vzorového vypracování.

2. ROZBOR

Vývojový přípravek je řešen na oboustranné desce plošných spojů, na které jsou umístěny všechny periferie a ovládací prvky (obr. 1). Pro připojení měřících přístrojů slouží pět BNC konektorů. Komunikace s obsluhou je zajištěna pomocí osmi LED diod a osmi tlačítek, kterými je možné zapínat resp. vypínat jednotlivé moduly, případně měnit jejich nastavení. Elektrické propojení modulů je řešeno pomocí zkratovacích propojek.



Obr. 1: Celkový pohled na vývojový přípravek

2.1. NAPÁJENÍ

Přípravek je napájen z laboratorního zdroje nebo síťového adaptéru se jmenovitým napětím 13,8 V. Maximální odběr zařízení je 200 mA. Elektronika je chráněna shottkyho diodou proti přepólování a vratnou pojistkou typu polswitch proti nadproudu. Napájení dílčích modulů zajišťují lineární stabilizátory řady 7805 a 78M12. Záporné napětí pro operační zesilovače je získáváno pomocí invertujícího DC-DC měniče s obvodem MC34063. Pro redukci výstupního zvlnění a šumu je za tento měnič připojen LC filtr a lineární stabilizátor řady 79L12.

2.2. ŘÍDÍCÍ MIKROKONTROLER

Pro ovládání jednotlivých periférií přípravku byl zvolen 8-b mikrokontroler AT Mega128 pracující na kmitočtu 16 MHz, který poskytuje dostatečný výpočetní výkon a paměťový prostor pro komfortní ovládání. Pro připojení k osobnímu počítači nebo notebooku pomocí sběrnice USB je použit ověřený obvod FT232R emulující sériový port. Toto řešení zajišťuje kompatibilitu s programovým prostředím Matlab.

Uvedený mikrokontroler je rovněž využit pro generování pulsně šířkové modulace. Současně je pro zpracování analogových signálů používán interní A/D převodník s rozlišením 10 b.

2.3. ZDROJ REFERENČNÍHO NAPĚTÍ

Zdroj referenčního napětí pro A/D převodníky je realizován pomocí precizní napěťové reference REF5045 s výstupním napětím 4,5 V. Vzhledem k tomu, že je vhodné referenční napětí měnit v závislosti na vstupním měřeném signálu, je výstup obvodu REF5045 rozdělen pomocí odporových děličů a pro zajištění malé výstupní impedance, je výstup těchto děličů posílen přesnými nízkošumovými operačními zesilovači řady OPA277. Referenční napětí je poté možné měnit pomocí zkratovací propojky s krokem 4,5 V; 4,096 V; 2,5 V; 2,048 V a 1,024 V. Všechny větve je nutné ručně kalibrovat pro každý přípravek.

2.4. ANALOGOVĚ DIGITÁLNÍ PŘEVODNÍK TYPU SIGMA/DELTA

Pro pochopení základní funkce analogově digitálního převodníku typu sigma delta je na desce vývojového přípravku tento převodník realizován pomocí základních obvodových prvků tak, aby bylo možné zobrazit jednotlivé průběhy v různých částech obvodu na osciloskopu. Tímto způsobem mohou studenti pozorovat vliv vstupního signálu na průběh sigma delta modulační, zjistit rozdíl mezi signálem rekonstruovaným pomocí analogového filtru typu dolní propust a pomocí filtru v programu Matlab.

2.5. MODUL S FILTRY TYPU DOLNÍ PROPUST

Modul obsahuje dva kmitočtové filtry typu dolní propust, které mohou sloužit pro rekonstrukci analogového signálu, případně jako filtr zamezující vzniku jevu zvaného aliasing (překrytí spekter). První filtr je tvořen jednoduchým RC článkem 1. řádu a pro snížení výstupní impedance je použit operační zesilovač TL072 v zapojení jako napěťový sledovač. Druhý filtr 2. řádu je realizován pomocí zapojení „sallen-key“ s Butterworthovou aproximací charakteristickou hladkým přechodem do pásma transienčních kmitočtů.

2.6. D/A PŘEVODNÍK S REZISTOROVOU SÍTÍ R-2R

Digitálně analogový převodník je realizován pomocí rezistorové sítě R-2R a budiče, který tvoří obvod 74HCT573. Podobně jako v případě sigma delta A/D převodníku slouží toto zapojení pro pochopení základních obvodových principů a není kladen důraz na přesnost výstupního napětí.

2.7. MODUL S A/D PŘEVODNÍKEM ADS8320

Tento modul slouží pro převod vstupního analogového signálu do digitální podoby. V případě měření integrální nebo diferenciální nelinearity ostatních obvodů, je jeho hodnota uvažována jako referenční. Převodník ADS8320 je 16-b A/D převodník založen na principu postupné aproximace (SAR) a splňuje všechny požadavky pro uvedené použití při zachování nízkých pořizovacích nákladů.

3. ZÁVĚR

Vývojové zařízení popsáno v tomto příspěvku je v současné době ověřováno studenty pátého ročníku během laboratorních cvičení a splňuje všechny předpoklady plně funkčního výrobku. Navržené úlohy do laboratorních cvičení předmětu *Teorie vzájemného převodu analogového a číslicového signálu* splňují pedagogický charakter a jsou přínosným doplňkem studia daného předmětu.

LITERATURA

- [1] Analog Devices. *The Data Conversion Handbook*. USA : Newnes , 2004. 976 s. Dostupné z WWW: <<http://www.analog.com/library>>. ISBN 0750678410