

OSCILLOSCOPE USING THE ARDUINO ADK KIT

Richard Paštěka

Bachelor Degree Programme (3. ročník), FEEC BUT

E-mail: xpaste00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Sekora

E-mail: sekora@feec.vutbr.cz

Abstract: The digital oscilloscope is one of the indispensable tools for anyone designing, manufacturing or troubleshooting electronic equipment. Due to its properties oscilloscope can stand multiple roles and therefore be used in the place of other electronics equipment. Oscilloscope using the Arduino ADK development kit was constructed altogether with operating software. The software consists of two mutually communicating programs. First, the microcontroller program takes care of data acquisition. The second is used to render the measured waveforms on the screen.

Keywords: digital oscilloscope, Arduino, Processing

1 ÚVOD

Osciloskop patří k často užívaným přístrojům ve slaboproudé elektrotechnice. Jeho hlavní výhodou je, že poskytuje přehlednou, rychlou a obsažnou informaci o dějích v měřených obvodech.

Konstruovaný osciloskop je realizován pomocí vývojového kitu Arduino ADK. Cílem je vytvořit snadno přenosný osciloskop malých rozměrů, jenž je schopen komunikovat s jakýmkoliv mobilním telefonem, tabletem či jiným zařízením pracujícím pod operačním systémem Android 4.1 Jelly Bean.

Desky Arduino obsahují 8bitové mikrokontroléry z rodiny AVR od firmy Atmel s komplementárními komponenty pro usnadnění programování a začlenění do dalších obvodů. Díky velkému množství analogových i digitálních vstupně-výstupních pinů je možné konstruovaný osciloskop rozšířit například o logický analyzátor. [2]

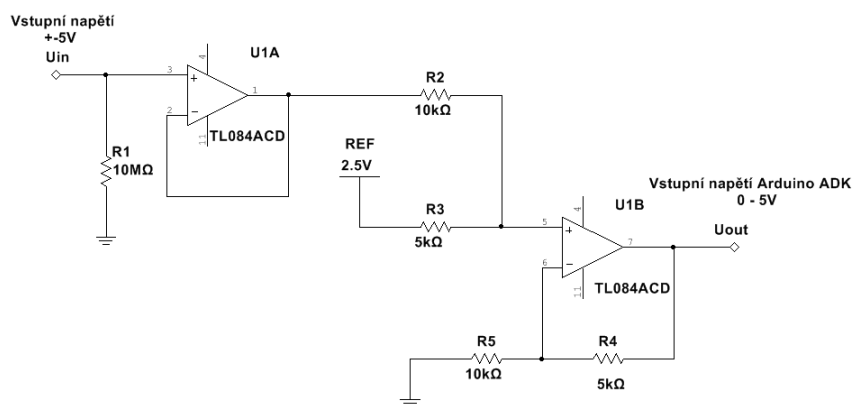
2 ROZSAH VSTUPNÍHO NAPĚTÍ

Vývojový kit Arduino ADK umožňuje na vstupních analogových pinech pracovat s napětím v rozsahu 0 – 5 V. V případě připojení záporného napětí hrozí jeho poškození. K tomu, aby bylo možno měřit i napětí záporná, bylo vytvořeno zapojení, jehož principiální podoba je uvedena na obr.1.

Použity jsou operační zesilovače TL084 zejména kvůli rychlosti přeběhu 13 V/μs.

Na vstupu je zapojen rezistor $R_1 = 10\text{ M}\Omega$ společně s operačním zesilovačem, který je zapojen jako sledovač napětí. Díky vysoké vstupní impedanci je měřený obvod minimálně ovlivňován. Následující OZ je zapojen jako neinvertující sumační zesilovač. Vstupní napětí je sčítáno s pevným offsetem 2,5 V, který je dodáván napět'ovou referencí. Díky této úpravě vstupního napětí:

- Vstupní napětí $U_{in} = -5\text{ V}$ odpovídá $U_{out} = 0\text{ V}$
- Vstupní napětí $U_{in} = 0\text{ V}$ odpovídá $U_{out} = 2,5\text{ V}$
- Vstupní napětí $U_{in} = +5\text{ V}$ odpovídá $U_{out} = +5\text{ V}$

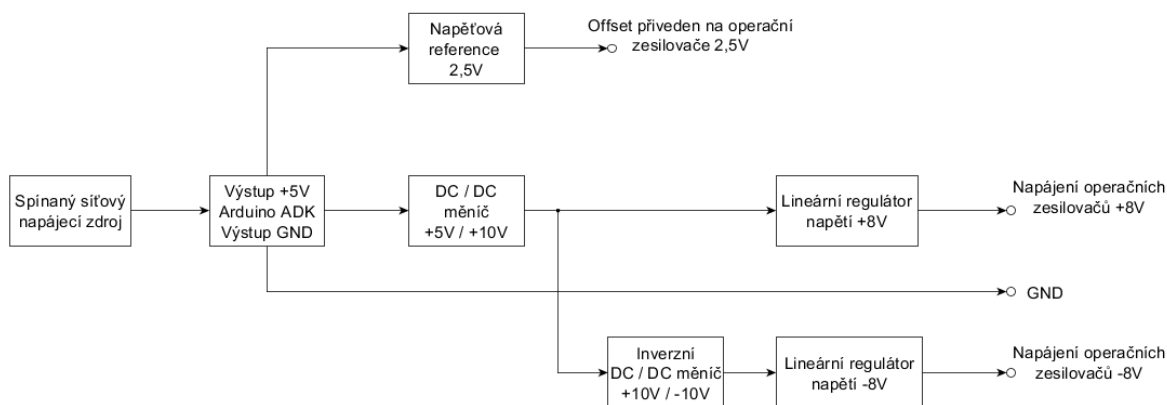


Obrázek 1: Změna napět'ového rozsahu

Výstupní napětí U_{out} je dále přiváděno na analogový vstup Arduina ADK, převedeno A/D převodníkem a zpracováno mikrokontrolérem. Přenos dat dále pokračuje po sériové sběrnici do zařízení s operačním systémem Android, ve kterém probíhá zobrazení měřeného děje v reálném čase. Maximální rychlost přenosu je přijímacím zařízením omezena na 115200 baud.

3 NAPÁJENÍ

Použité operační zesilovače TL084, jsou napájeny symetricky. Způsob, jakým je pomocí externího obvodu napájecí napětí vytvářeno, je uveden na obr.2



Obrázek 2: Blokové schéma obvodu napájení

Stabilní napájení vývojového kitu Arduino ADK zajišťuje spínaný síťový napájecí zdroj 12 V / 500 mA. Z výstupního pinu Arduina +5 V je přesnou napět'ovou referencí získáno napětí 2,5 V využíváno jako offset neinvertujícího sumačního operačního zesilovače. Dále je z totožného pinu DC / DC měniči transformováno napětí +5 V na ±10 V. Výstupem lineárních stabilizátorů je stále symetrické napájecí napětí operačních zesilovačů TL084 o hodnotě ±8 V.

4 POČET KANÁLŮ

Díky tomu, že vývojový kit Arduino ADK obsahuje pouze jeden 10bitový A/D převodník s postupnou aproximací, může být v daném časovém okamžiku převáděn vždy pouze jeden analogový kanál. Při čtení více, např. dvou kanálů se vzorkuje první kanál, následně dochází k přepnutí vstupu připojeného k A/D převodníku a vzorkování druhého kanálu. Díky nutnosti přepínání mezi kanály se v tomto případě zmenšuje počet vzorků o více než polovinu. Teoreticky je možné využít všechny analogové vstupy vývojového kitu Arduino ADK jako kanály osciloskopu.

5 A/D PŘEVODNÍK

Podle dokumentace je A/D převodník s postupnou aproximací schopen pracovat, při zachování 10bitového rozlišení, s taktovací frekvencí v rozsahu 50 kHz - 200 kHz. Technicky je možné dosáhnout limitní pracovní taktovací frekvence až 1 MHz. Společně s rostoucí taktovací frekvencí nicméně klesá i rozlišovací schopnost A/D převodníku. ADC modul obsahuje prescaler, který generuje přijatelnou taktovací frekvenci pro A/D převodník z krystalového oscilátoru. Podle nastavení příslušných bitů v registru ADPS nabývá prescaler hodnoty 2, 4, 8, 16, 32, 64 a 128.[1] Protože krystalový oscilátor desky Arduino ADK pracuje s oscilační frekvencí 16 MHz, bude výstupní taktovací frekvence prescaler následující:

- **Prescaler = 128:** $16 \text{ MHz} / 128 = 125 \text{ kHz}$

pozn.: Výpočet je analogický pro ostatní hodnoty prescaler. Jelikož pro zachování 10bitového rozlišení musí být taktovací frekvence v rozsahu 50 kHz - 200 kHz, lze použít pouze prescaler 128 a dosáhnout tak taktovací frekvence A/D převodníku 125 kHz. Normální doba konverze A/D převodníku je 13 ADC cyklů s výjimkou počáteční, která trvá 25 ADC cyklů. Výsledná maximální vzorkovací frekvence při zachování 10bitového rozlišení je tedy ideálně:

$$f_{vzMax} = 16 \text{ MHz} / 128 / 13 = 9,6 \text{ kHz}$$

Limitní rychlost přenosu dat po sběrnici USB, je při komunikační rychlosti 115200 baud okolo 350 s/sec. Pokud netrváme na 10bitovém rozlišení, je možno použít i prescaler nižší hodnoty. Musíme poté ovšem počítat s poklesem rozlišení a to přibližně na 8bitů při taktovací frekvenci 1 MHz.

6 ZÁVĚR

Díky vytvořenému obvodu, který je předřazen vývojovému kitu Arduino ADK je možno měřit napětí v rozmezí $\pm 5 \text{ V}$. Jeho stabilní napájení je zprostředkováváno pomocí dalšího navrhovaného obvodu.

Softwarové zpracování a přenos dat zajišťuje dvojice navzájem komunikujících programů. Jedná se o software mikrokontroléru, který zajišťuje akvizici dat snímaných z jeho vstupů a následný přenos k dalšímu zpracování. Toto zpracování obstarává software aplikace zobrazení, která zajišťuje vykreslení měřeného průběhu na displej (mobilního telefonu, tabletu) v reálném čase.

REFERENCE

- [1] ATMEL CORPORATION. Atmel [online]. 2012 [cit. 2013-12-29]. Dostupné z: <http://www.atmel.com/Images/doc2549.pdf>
- [2] OXER, Jonathan. Practical Arduino: cool projects for open source hardware. Berkeley, CA: Apress, c2009, xx, 423 p. ISBN 978-1-4302-2477-8.