

Dokumentace k projektu z předmětu IMP

Projekt pro MSP430: Voltmetr s vizualizací průběhu napětí pomocí VGA

16. prosince 2013

Autor: David Kašpar (xkasp34@stud.fit.vutbr.cz)

Fakulta informačních technologií
Vysoké učení technické v Brně

1 Úvod

Tato dokumentace je záznamem o průběhu řešení školního projektu do předmětu IMP 3.ročníku bakalářského studia, na Fakultě informačních technologií Vysokého učení technického v Brně. Bude zde představeno zadání projektu a demonstrováno jeho následné řešení.

1.1 Řešitel a zdroje informací

Autorem této dokumentace a výsledného řešení je student David Kašpar. Při řešení projektu byly využity informace a znalosti z předmětu IMP, stejně jako prerekvizitních předmětů IAS, INC a INP vyučovaných na zdejší fakultě.

2 Popis projektu

Zadáním projektu bylo rozuměno vytvoření aplikace na školní hardwarový přípravek FITkit, který by umožňoval na jednom z jeho pinů měřit vstupní napětí. Toto měření mělo probíhat pomocí A/D převodníku, který je na FITkitu přítomen, v rozsahu 0 až 5 Voltů. Výstup měření pak měl být dále zobrazován na monitoru připojeném k FITkitu přes VGA port, pomocí tzv. osciloskopu.

2.1 Počáteční postup

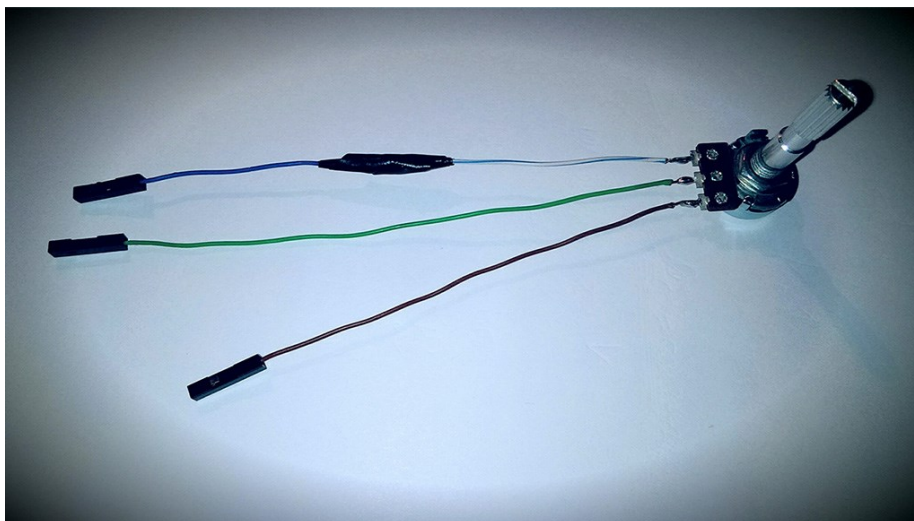
Jako řešení pro generování vstupního napětí pro vytvářený Voltmetr bylo doporučeno použít jednoduchý potenciometr, kterým by se dal regulovat daný rozsah. Pro napájení daného obvodu pak použít zdroj napětí přímo na přípravku FITkit.

Jelikož by se připojením vstupního napětí z FITkitu na vstup A/D převodníku napřímo mohl vytvořit zkrat, bylo potřeba dále přidat potřebný zdroj odporu, aby nedošlo k poškození přípravku. Jako zdroj napětí byl použit pin č. 39 u JP9 přípojky. Tento pin poskytuje vstupní napětí 5 Voltů.

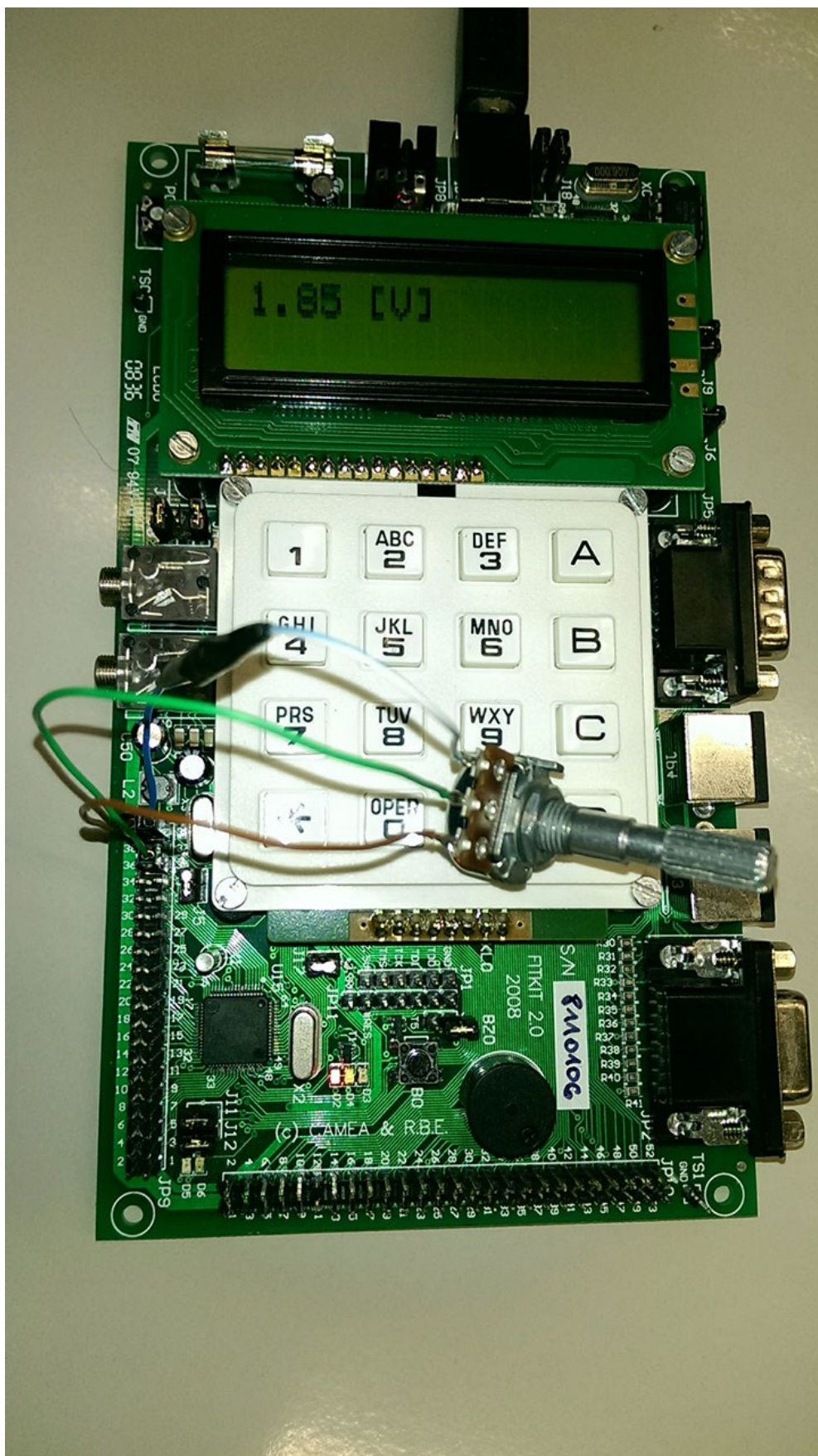
Samotný vstup A/D převodníku umožňuje rozlišovat napětí od 0 až 2.5 Voltů. Pokud se dané vstupní napětí nachází v rozsahu maximálně do 1.5 Voltů, lze na FITkitu softwarově přepnout referenční napětí pro A/D převodník a tím zvýšit přesnost měření.

Protože je maximální rozpoznatelná hodnota A/D převodníku 2 krát menší než vstupní napětí, bylo zapotřebí vytvořit dělič vstupního napětí. Toho bylo dosaženo spájením 10 kΩ odporu a potenciometru taktéž s odporem 10 kΩ v sérii.

Výsledek této práce můžete vidět na obrázku níže:



Modrý barva kabelu se používá pro pin (č. 39) generující vstupní napětí, zelený kabel pro připojení na vstupní pin A/D převodníku (č. 35) a hnědý kabel pro připojení na zemnicí pin (č. 2 nebo č. 40). Všechny tyto piny se nachází na konektoru JP9, jak lze vidět na obrázku:



Po vyřešení těchto počátečních komplikací bylo přistoupeno k samotnému aplikačnímu řešení projektu.

3 Popis řešení

V projektu bylo umožněno převzít a využít knihovní funkce pro vykreslování na VGA výstup. Tohoto bylo využito převzetím této vykreslovací části z hry Snake, která součástí aplikací prezentujících schopnosti přípravku FITkit.

Díky tomuto postupu odpadly možné problémy s programováním FPGA, které je součástí FITkitu, a využívá se pro vykreslování pomocí VGA. V projektu tedy bylo řešeno převážně programování MCU na daném přípravku.

V části programu přebraného ze hry Snake byly upraveny pouze nastavení jednotlivých vykreslovaných barev a inicializace VGA obrazovky.

Pro seznámení práce s A/D převodníkem FITkitu (ADC12) byly použity technické dokumenty od Texas Instruments – výrobce chipu tohoto mikrokontroléru. Taktéž byly prostudovány zdrojové soubory aplikace teploměr v momentě, kdy i přes několik hodin snažení se nedařilo přijít na problém, proč se ADC12 po určitých naměřených hodnotách zasekával. (Chyba způsobena špatným přístupem k přepínání referenčního napětí byla následně vyřešena.)

Pozn.: Z důvodů nízkého rozlišení VGA knihovny neodpovídá výstup aplikace osciloskopu, jak bylo původně požadováno v zadání. Místo toho bylo zvoleno zobrazování historie posledních 80 naměřených hodnot. To umožňuje snadněji sledovat změny měřeného napětí. (Dále je také barevně rozlišováno aktuální referenční napětí při měření – *zelená* barva odpovídá referenčnímu napětí 1.5 V, *oranžová* barva referenčnímu napětí 2.5 V a *červená* barva značí maximálně naměřenou hodnotu, kde už nelze rozlišit, zda-li je měřené napětí rovno přesně 5 V, nebo má hodnotu větší.)

3.1 Klíčové části

Zdrojové kódy samotné aplikace se dělí na 3 části – modul pro práci s ADC12 převodníkem, knihovnou pro vykreslování na VGA a hlavním programem aplikace.

Modul pro práci s ADC12 zpřístupňuje funkci pro zjištění aktuální měřené hodnoty na A/D převodníku. Při zavolání této funkce sám zjistí aktuální měřenou hodnotu, a v případě, že je měřená hodnota dostatečně malá pro použití 1.5 V referenčního napětí, provede nové měření s tímto referenčním napětím. Následně vrátí již převedenou hodnotu v desítkách milivoltů, tedy v rozsahu od 0 do 500 ($\times 10$ mV).

Vykreslování na VGA řeší hlavní program aplikace s využitím výše zmíněné knihovny pro vykreslování. Ten pak volá funkci pro zjištění aktuální hodnoty napětí a následně ji ve správném formátu vypisuje na displej FITkitu. Dále zobrazuje i historii posledních 80 naměřených hodnot.

Aby se zabránilo zbytečnému a náročnému překreslování každého pixelu zvlášť, bylo naimplementováno překreslování pouze těch pixelů, které v daném překreslování změní.

Obdobně, aby se předešlo velkým přesunům hodnot v paměti mikrokontroléru, byl naimplementován kruhový rotační buffer, který si předchozí měřené hodnoty pamatuje. V rámci běhu aplikace se mění pouze indexové proměnné a není potřeba neustále přesouvat obsah bufferu před jeho vykreslením.

4 Závěr

I když byl projekt řešen se snahou o jeho maximální efektivitu, může v některých situacích docházet ke zpožděním ve vykreslování historie měřených hodnot na VGA. Toto je nejspíše způsobeno krátkým intervalem mezi vykreslováním a měřením, a tj. 100 ms. Těmito pozorovatelnými momenty jsou obzvlášť případy, kdy se měřené napětí ve velmi krátkých intervalech mění z nízkých do vysokých hodnot a naopak.

V ostatních - více stabilních případech, funguje výsledná aplikace bez problémů. Při měření hodnot nedochází k žádným velkým překmitům při přepínání referenčního napětí a aplikace dokáže běžet i více jak 30 minut, aniž by došlo k jejímu zastavení (ověřeno experimentálně).

Řešení tohoto projektu by mělo být schopné nasazení jako určité nekritické komponenty.