

REALIZATION OF HAND-HELD DIGITAL OSCILLOSCOPE

Tomáš Kulig

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkulig01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Frýza

E-mail: fryza@feec.vutbr.cz

Abstract: This work is focused on realization of digital handheld oscilloscope. Input circuits were solved by the analog devices. Digital signal processor (DSP) will be used for fast signal processing from output A/D convertors.

The result of work will be the functional device which would measure voltage waveforms within the scope from tens mV to tens V with transmission bandwidth from direct-current signal up to units or tens of MHz.

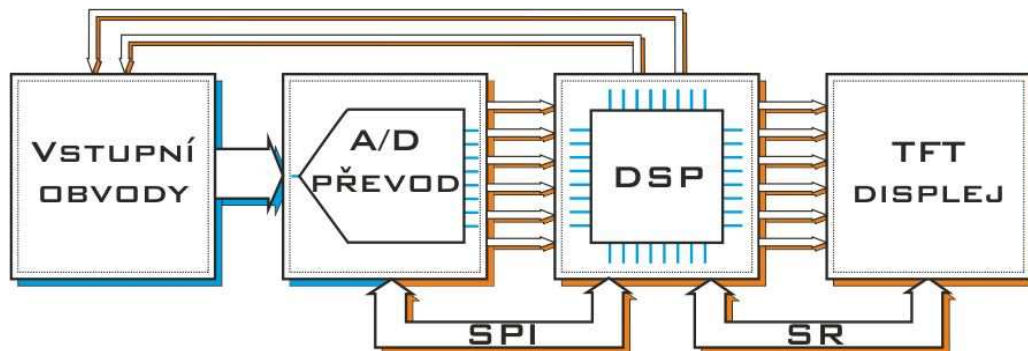
Keywords: Input circuits, A/D convertor, DSP, TFT touchscreen.

1. ÚVOD

V oblasti měřicí techniky je osciloskop nepostradatelnou součástí, a proto jsem se rozhodl pro jeho konstrukci. Projdeme si základní bloky moderního digitálního osciloskopu, který jak název napovídá, provádí veškeré zpracování a zobrazování v digitálním světě. Stále se však používají analogové obvody pro úpravu vstupního signálu, bez kterých se zatím nelze obejít.

2. SYSTÉMOVÝ ROZBOR

Pro jednodušší popis dvoukanalového digitálního osciloskopu jsem vytvořil velmi zjednodušené blokové schéma (obrázek 1), na kterém je pouze jeden kanál, což pro pochopení principu postačuje.



Obrázek 1: Blokové schéma digitálního osciloskopu.

Modře podložené bloky pracují s analogovým signálem, oranžové s digitálním. Směr šipek koreponduje se směrem toku dat (pozn. SR - sériové rozhraní a SPI - Serial Peripheral Interface). Ve schématu samozřejmě chybí podpůrné obvody kvůli jeho zřehlednění. Jedná se zejména o obvody generování hodinových signálů a obvody napájení.

Jádrum celého přístroje je DSP (Digitální Signálový Procesor), který se stará o zpracování dat z A/D převodníku a jejich zobrazování dle přání uživatele. Ta jsou vkládána pomocí dotykového

displeje. Samotný A/D převodník má však omezenou dynamiku kolem 20 dB ($U_{\min\text{ss}} = 200 \text{ mV}$, $U_{\max\text{ss}} = 2 \text{ V}$). Takový přístroj by nebyl moc univerzální, proto jsou před ním připojeny vstupní obvody rozšiřující dynamiku přístroje na 74 dB ($U_{\min\text{ss}} = 20 \text{ mV}$, $U_{\max\text{ss}} = 100 \text{ V}$).

2.1. VSTUPNÍ OBVODY

Jsou složeny ze dvou základních bloků. Prvním je atenuátor sloužící pro úpravu velkých signálů tvořený pouze pasivními prvky (pro nízké kmitočty odpory, na vyšších je kompenzován kapacitami viz [1]). K dispozici máme rozsahy 50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2:1 a 1:1. Za rozsahem 1:1 je připojen druhý blok a tím je zesilovač určený pro zpracování malých signálů. Umožňuje nastavení dalších rozsahů 1:2, 1:5 a 1:10. Mimo těchto bloků obsahují vstupní obvody ochranné prvky na principu omezovačů (Zenerovy diody).

Atenuátor zajišťuje stálý vstupní odpor $1 \text{ M}\Omega$. Přepínání rozsahů probíhá na obou stranách atenuátoru. Na vstupu jsou použita relé a na výstupu, kde má signál malou úroveň, analogové přepínače. Zesilovač je vyřešen říditelným diferenčním zesilovačem. Oba bloky musí být impedančně odděleny, neboť atenuátor má výstupní odpor ve stovkách $\text{k}\Omega$, ale zesilovač má vstupní odpor řádově ve stovkách Ω . To se provede pomocí operačního zesilovače zapojeného jako sledovač. Dále je potřeba vytvořit symetrický signál z nesymetrického pro A/D převodník respektive zesilovač. K tomu se použije DIDO (Diferencial In Diferencial Out) zesilovač v symetrizujícím zapojení.

Před atenuátorem se nachází volba vazby a vstupního odporu. Volba vazby je tvořena kondenzátorem (AC vazba) a přímou cestou (DC vazba). Vstupní odpor je přímo vstupní odpor atenuátoru $1 \text{ M}\Omega$, nebo se k němu paralelně připojí odpor 50Ω a vytvoří se tak vstupní odpor 50Ω . Přepínání u obou voleb zajišťují relé.

2.2. ZPRACOVÁNÍ

Jak bylo zmíněno výše o zpracování dat se stará DSP. Ten řídí celé zařízení, od nastavování vstupního rozsahu až po zobrazování dat uživateli. Vzhledem k pevnému vzorkovacímu kmitočtu A/D převodníku se počet vzorků za jednotku času řídí množstvím zahozených a zpracovávaných dat. Přičemž maximální vzorkovací kmitočet je 100 MHz . Pevná vzorkovací frekvence je z důvodu dosažení malého jitteru vzorkovacího signálu (v tomto případě má jitter hodnotu stovek fs).

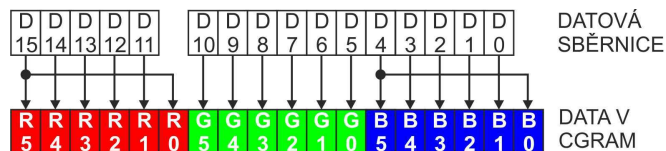
Přesnost zpracování je dána kvalitou vstupních obvodů a rozlišením převodníku, které je 12 bitové. Data se budou přenášet do DSP pomocí DMA (Direct Memory Access) režimu s hodinovým signálem generovaným A/D převodníkem. Po naplnění bloku dat se vygeneruje DMA přerušení, po němž je blok dat připraven ke zpracování. V paměti se vytvoří kruhová paměť s více bloky dat pro rezervu času a jejich ochranu, aby nedocházelo k přepisování právě zpracovávaných dat.

Samotné zpracování bude spočívat ve skloubení dat a rozsahu, na kterém byla pořízena. Z toho vyplývá, že rozsah lze měnit jedině mezi bloky, nikoliv v jejich průběhu. Další zpracování bude záviset na požadavcích uživateli. Pomocí dotykového displeje bude možno nastavovat i vertikální rozsah, časovou základnu, vstupní vazbu atd.

2.3. ZOBRAZENÍ

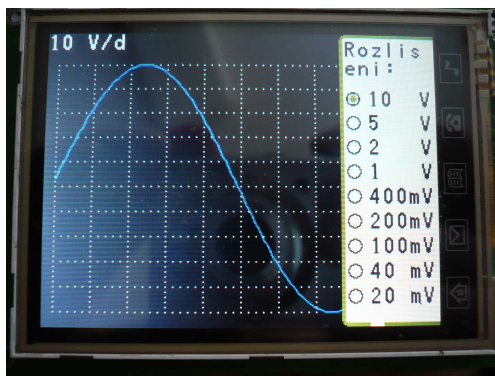
O celkovou komunikaci s uživatelem se stará dotykový TFT displej s rozlišením 320×240 bodů s 256k odstíny barev, ale využívá se pouze rozlišení 64k kvůli 16 bitové šířce sběrnice dps (deska plošného spoje) displeje. Barva každého bodu je tedy definována pomocí 18 bitů ve formátu RGB. K dispozici ale máme pouze 16 bitů doplnění chybějících dvou ukazuje obrázek 2.

Displej umožňuje zápis s frekvencí desítek MHz, to je umožněno díky implementaci pouze grafického řadiče bez generátoru znaků (viz [2]). Pro textový režim displeje byla napsaná knihovna *fonts*, která umožňuje procesoru používat i textový režim vytvořený programově. K dispozici jsou tři druhy fontů.



Obrázek 2: Doplnění chybějících bitů.

Zpracování dotykové části velmi usnadňuje A/D převodník umístěný na dps displeje, který hodnoty z 4R dotykové sítě převádí přímo na digitální hodnoty. Ty se čtou pomocí sériové sběrnice. Na obrázku 3 je ukázka displeje s rastrem a zobrazenou nabídkou vertikálního rozlišení.

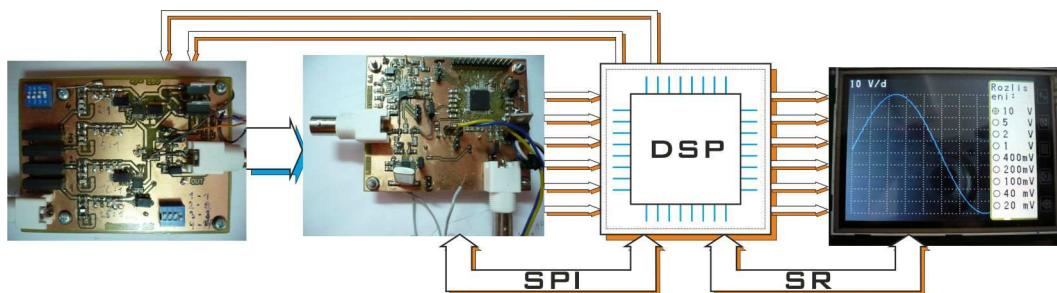


Obrázek 3: Ukázka displeje s prototypovou aplikací - zobrazený signál je z tabulky.

3. ZÁVĚR

Návrh a realizace digitálního osciloskopu mi zatím přinesla spoustu užitečných zkušeností, použitelných při návrhu dalších zařízení a konečné verze mého přístroje. Návrh celého přístroje v sobě zahrnuje nejen znalosti analogové techniky, ale i zpracování dat pomocí digitálního signálového procesoru.

Zařízení by mělo být schopné zpracovávat signály do desítek MHz s rozsahem vstupních napětí od desítek mV do desítek V (k dispozici rozsahy 50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:5 a 1:10). Na obrázku 4 můžeme vidět nynější stav zařízení.



Obrázek 4: Nynější stav zařízení.

4. LITERATURA

- [1] SEIBT, Artur. Osciloskopy od A do Z. Ostrava - Plesná : HEL, 2000. 256 s.
- [2] [Http://www.watterott.com](http://www.watterott.com) [online]. 2007. Microsoft Word - HX8347-A_AN_v01_070907-1.doc. Dostupné z WWW: <http://www.watterott.com/media/files_public/ooxuywsxj/HX8347-AppNote.pdf>.