

DANIEL ŽIDEK

MODINS OSCILOSKOP

VÝVOJOVÉ POZNÁMKY A TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Modul osciloskopu pro modulární instrumentaci

Autor
D. ŽIDEK

Vedoucí práce
Zatím NENÍ

Září 2023

Obsah

Seznam obrázků	3
Seznam tabulek	4
1 Abstrakt	5
2 Úvod	6
3 Teoretický úvod	7
3.1 Analogové osciloskopy	7
3.1.1 Schmittův klopný obvod	8
Seznam použité literatury	9
Abecední seznam zkratek	10
Slovník pojmů	10

Seznam obrázků

1	Blokový diagram analogového osciloskopu (převzato z [2])	7
2	Pasivní sonda (převzato z [1])	7
3	Schmittův KO pomocí NK	8

Seznam tabulek

1 Abstrakt

Tato práce se zabývá návrhem a realizací osciloskopu pod otevřenou licencí CERN-OHL-S v2. Výsledkem by měl být osciloskop v Eurocard formátu, s šířkou pásma alespoň 60MHz, 2 kanály a cenou do 12 tisíc CZK. Tato práce dokumentuje proces vývoje, rozhodnutí a další poznámky týkající se ModlIns Osciloskopu. Kromě toho zde dokumentuji i proces seznamování se se zpracováním rychlých analogových signálů a práce s FPGA - celý projekt vzniká jako záminka naučit se něco nového. Celý projekt je hostovaný na GitHubu v repozitáři `zidekd/OpenOscilloscopeModule`.

2 Úvod

Celý projekt začínám pro to, abych si zkusil něco nového. Selhal a zkusil to znovu. Ve výsledku bych rád disponoval šasím podobným PXI od National Instruments a několika moduly pro něj. Jmenovitě je zatím plánovaný osciloskop a laboratorní zdroj. Všechny přístroje budou disponovat univerzálním protokolem pro komunikaci (kód tak bude moci být znovupoužitelný), komunikačními linkami a především obslužným software pro MS Windows (XP a 10), GNU+Linux a MacOS. Řídící jednotka bude moci sloužit také jako server, který by dovozoval obsluhu přístrojů nejen lokálně, přes USB, WiFi či LAN ale i sdílet přístroje reverzním tunelem. Zde bude otázka zabezpečení, nicméně takový software by měl dovolovat přístup více uživatelů s různými oprávněními (číst data z přístrojů, měnit jejich nastavení, ...). To by mohlo být příhodné ve výuce, či na pracovištích s možností vzdálené práce.

Formát Eurocard jsem vybral pro to, protože mi přijde nejvhodnější. Je tedy ještě potřeba domyslet použití konektorů a komunikačních protokolů, ale o tom potom. :) Eurocard standard dovoluje použití modulů, jež jsou ukládány do šasí které lze následně připevnit do 19 palcového racku. Velikost racku jsou obvykle násobky tří, tedy 3U, 6U, atd.

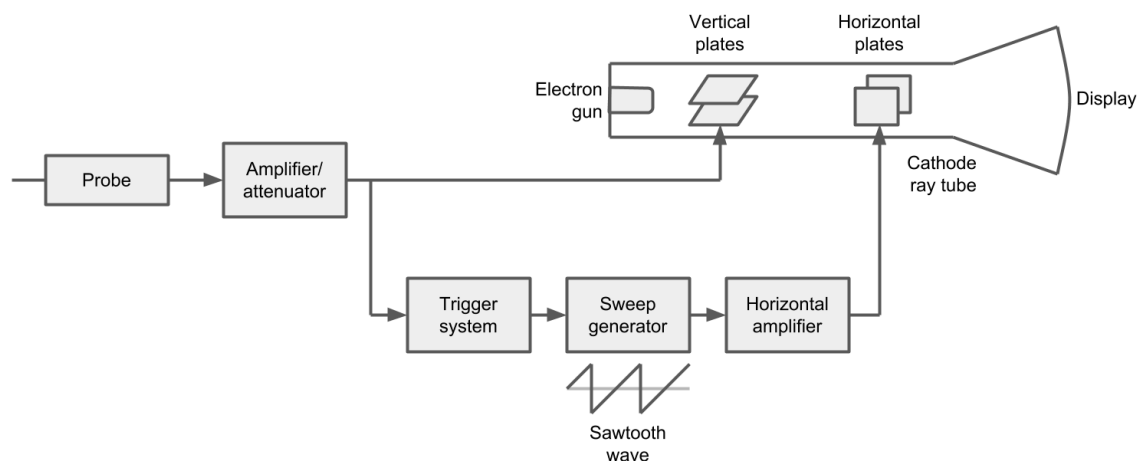
Co se obslužného software týče tak by moduly měly podporovat ovládání skrz Python API, vizuální grafické rozhraní připomínající ovládáním běžných laboratorních přístrojů a také by měly moci být ovládány skrze vizuální editor zlů (podobný Node-RED, LabVIEW...). Ovládání skrze Python API, GUI i Node-based editor bude možné jak lokálně přes USB, WiFi a LAN tak i přes reverzní tunel, kdy potom lze ovládat přístroje i na druhém konci světa. Ačkoliv jde o sdílení "pouze" připojených přístrojů, všechny aplikace schopné s takovým spojením interagovat budou podporovat správu oprávnění a logů. Řídící jednotka bude zaznamenávat všechny akce, dle úrovní, takže v závislosti na nastavení se budou ukládat různě závažné záznamy. Co do správy oprávnění tak k dispozici bude několik úrovní přístupů a ty půjde omezit jak na jednotlivé přístroje, tak na celé sestavy.

3 Teoretický úvod

V následující kapitole rozeberu funkci analogových a digitálních osciloskopů, pokusím se provést rozbor komerčních osciloskopů (alespoň dle reverzních schémat; u otevřených designů je tohle však mnohem jednodušší :D) a také porovnáám návrhy jednotlivých bloků, na základě čehož budu stavět vlastní návrh.

3.1 Analogové osciloskopy

Základní princip funkce spočívá ve vychylování elektronového paprsku měřeným signálem a signálem časové základny (ČZ). Vychýlený elektronový paprsek následně dopadá na speciální stínítko, které se v místě dopadu rozsvěcí. Analogové osciloskopy se již nepoužívají, ačkoliv pozor, ne každý osciloskop s CRT obrazovkou je analogový osciloskop. Pokud dnes osciloskop s CRT obrazovkou potkáte, s největší pravděpodobností jde o analogový paměťový osciloskop, nebo zkrátka o digitální paměťový osciloskop (DSO). Rozdíly mezi nimi rozeberu později.



Obr.: 1: Blokový diagram analogového osciloskopu (převzato z [2])

Na obrázku 1 jako první vidíme blok "probe", tedy osciloskopickou sondu. Ta slouží k samotnému měření. Obvykle říkáme pouze "sonda", z kontextu je totiž jasné, o co jde. Nejčastěji se setkáme s pasivními sondami, (na obr. 2) to jsou sondy ideální na takové běžné měření do 500 MHz a pravděpodobně to jsou i sondy, co přišly s vaším osciloskopem. Dále máme atenuátory, což je část obvodu odpovědná za snížení amplitudy vstupního signálu. Je-li vstupní signál příliš velký, můžeme využít právě atenuátoru pro snížení amplitudy bez změny frekvence, či jiného zásahu do samotného tvaru signálu. Atenuátor se obvykle vyskytuje jen po pár krocích, obvykle 1:4, 1:10 a 1:20.



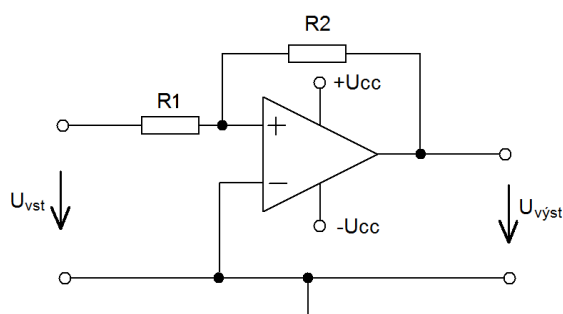
Obr.: 2: Pasivní sonda (převzato z [1])

V tomto blokovém schématu je spolu s atenuátorem spojen ještě zesilovač vertikální osy. Ten se zase stará o spojitou regulaci signálu, abychom například využili celou výšku zobrazovadla a to i signálem s nízkou amplitudou. Ze zesilovače signál jde dále do triggeru. Jeden z nejčastějších obvodů pro spouštěcí systém je Schmittův klopný obvod. Ten slouží ke spuštění tzv. sweep generátoru, tedy generátoru časové základny (ČZ). Stejně jako u vstupního signálu i signál ČZ pokračuje do zesilovače a z něj na vychylovací destičky pro horizontální osu.

3.1.1 Schmittův klopný obvod

Schmittův klopný obvod je speciální komparátor, který má hysterezi. To znamená, že jeho výstup je závislý nejen na hodnotě vstupu, ale i na jeho původním stavu. Podobně jako obyčejný komparátor s operačním zesilovačem, i Schmittův klopný obvod dosahuje na výstupu kladného nebo záporného saturačního napětí.

Pokud je na výstupu například kladné napětí, nedojde k překlopení Schmittova obvodu při pouhém splnění podmínky $U_+ < U_-$ jako u komparátoru, ale teprve až rozdíl obou napětí dosáhne prahové hodnoty H_- . Podobně, pokud je nyní na výstupu záporné saturační napětí, může dojít ke zpětnému překlopení Schmittova obvodu teprve až v momentě, kdy je $U_+ > U_-$ o více než H_+ . (Celá část 3.1.1 je převzata z [3])



Obr.: 3: Schmittův KO pomocí NK

Seznam použité literatury

1. SMIAL. *Deutsch: Standard-Tastkopf Für Oszilloskope Mit BNC-Stecker, Masseklemme Und Abgenommener Federklemme. Der Tastkopf Weist Ein Teilerverhältnis von 10:1 Auf Sowie Die Übliche Abgleichmöglichkeit Für Die Kapazität* [online]. 2020. [cit. 2023-09-04]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oszilloskop_Tastkopf_10x_IMGP3769_smial_wp.jpg.
2. AUTOR NEZNÁMÝ. *How Does an Oscilloscope Work? - Saleae Articles* [online]. [cit. 2023-09-04]. Dostupné z: <https://articles.saleae.com/oscilloscopes/how-does-an-oscilloscope-work>.
3. KOLEKTIV AUTORŮ. *ELUC - Napěťový Komparátor* [online]. [cit. 2023-09-04]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/695>.

Abecední seznam zkratek

DSO digitalální paměťový osciloskop. 7

KO klopný obvod. 3, 8

NK napěťový komparátor. 3, 8

ČZ časová základna. 7, 8, 10

Slovník pojmů

trigger Spouštěč, systém odpovědný za spuštění časové základny. 8