

## Laboratorní úloha č. ? – teoretická část

### D/A převodník

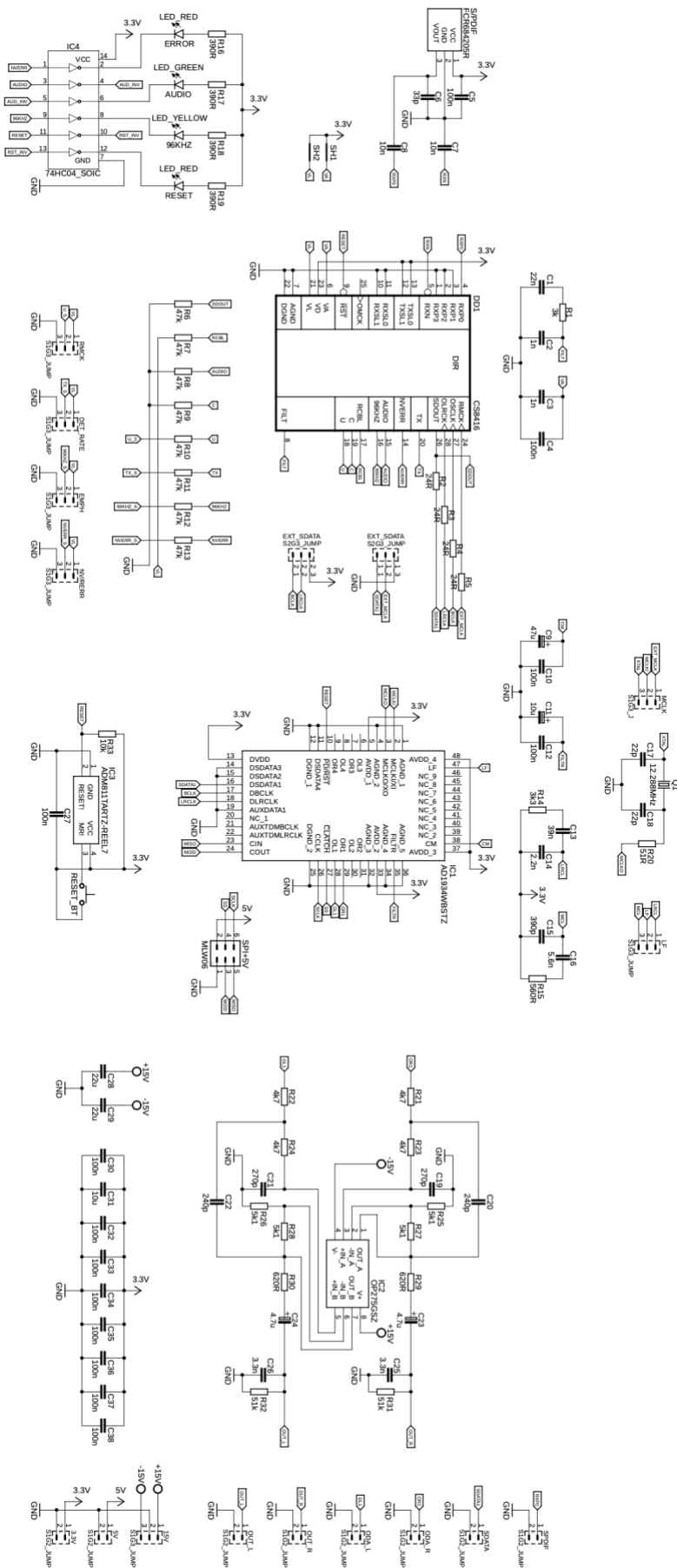
**Cílem úlohy je seznámit studenty s vlastnostmi D/A převodu nízkofrekvenčního signálu s proměnným vzorkovacím kmitočtem. Během měření studenti získají základní představu o vlastnostech digitálně zpracovaného signálu v časové a kmitočtové oblasti.**

#### ÚVOD

Schéma zapojení přípravku je na Obr. 1. Přípravek obsahuje klasické bloky pro zpracování digitálního signálu, tj. vstupní port SPDIF komunikace přes optické vedení, čip pro zpracování této komunikace, D/A převodník se sigma-delta modulací s proměnným vzorkovacím kmitočtem v rozmezí 32 – 192 kHz po určitých krocích. Za tímto blokem je zesilovací člen, jelikož signál vycházející z D/A převodníku je vcelku slabý. Tento obvod je zde také jako výstupní filtr.

Přípravek je napájen ze symetrického zdroje napětí  $\pm 18V$  na zadní straně přípravku. Vstupní signál je za pomoci optického vedení připojen na přijímač již zmíněné SPDIF komunikace, která je přes čip CS8416 převáděna na sériová data srozumitelná pro D/A převodník. Čip také rekonstruuje důležitý hodinový signál z příchozí komunikace pro správnou rekonstrukci digitálního signálu na signál analogový. Tato sériová data jsou společně s hodinovým signálem přivedena na vstup D/A převodníku, který je za pomoci sigma-delta modulace převádí na analogový signál. D/A převodník je možno nastavovat přiloženým ovládacím prvkem v podobě LCD displeje a tlačítek, který za pomoci Arduina posílá data přes SPI sběrnici přímo do D/A převodníku pro jeho nastavení. Zde je možno nastavit zapnutí samotného převodu, ztlumení celého převodníku, nastavení vzorkovací frekvence a odkud bude vybírán hodinový signál a který bude pro převod použit. Za D/A převodníkem jsou výstupní filtry, respektive zesilovací prvky, které se starají jak o zesílení signálu z D/A převodníku, tak i jeho filtraci. Výsledkem celého převodu je analogový signál, který by měl být totožný se signálem posílaným z CD přehrávače. Tudíž by měl signál disponovat stejnou frekvencí a průběhem.

Na vstup přípravku přivádíme harmonický signál z CD přehrávače, který disponuje SPDIF komunikací. Na dvoukanálovém osciloskopu pozorujeme jak vstupní, tak zejména signál výstupní. Připojený osciloskop by měl také umožňovat spektrální analýzu FFT. Výsledkem měření by měla být sada oscilogramů, ke každému bodu alespoň jeden.



Obr. 1 Schéma zapojení přípravku pro zpracování nf signálu

Laboratorní úloha č. ? - protokol

**D/A převodník**

Jméno a příjmení: ..... Studijní skupina: .....

Datum a čas měření: ..... Hodnocení vyučujícího: .....

**ZADÁNÍ A POZNÁMKY K MĚŘENÍ A VYPRACOVÁNÍ PROTOKOLU**

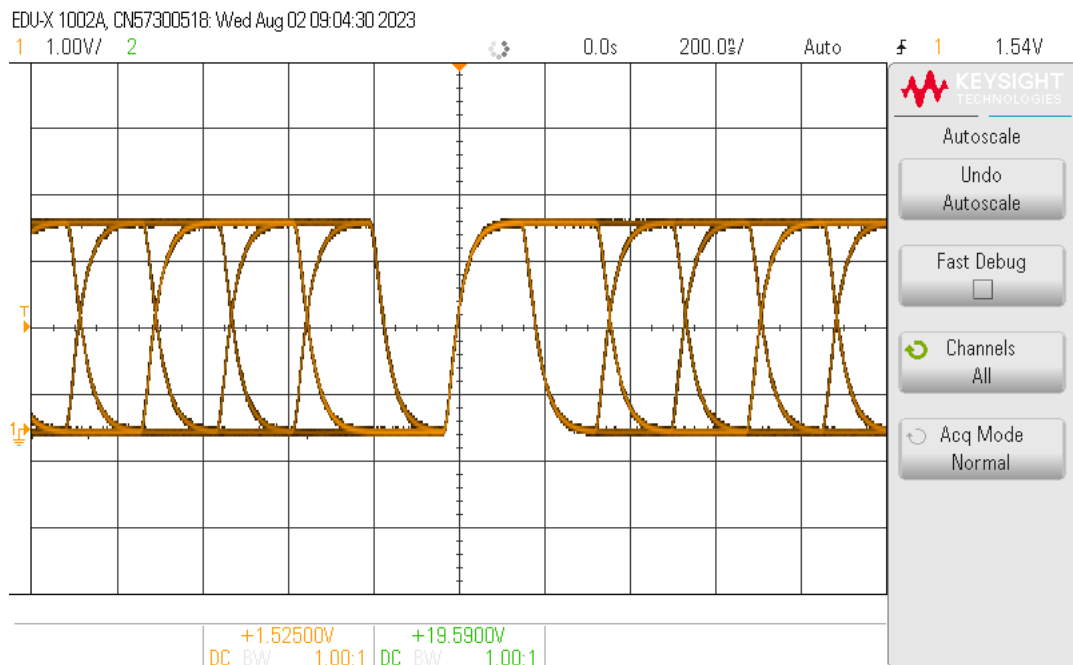
Splněním každého bodu měření je výstup oscilogramu z osciloskopu. Při vypracování tohoto protokolu je třeba vytvořit soubor oscilogramů a **každý oscilogram** doplnit **popisem**, případně **nákresem**, **individuálním komentářem** a **celkovým závěrem**.

1. V první řadě je nutné si říct, jakým způsobem se bude ovládat menu pro nastavování D/A převodníku. Menu je vcelku intuitivní a jednoduché. Tlačítkem Down a Up se uživatel pohybuje přes menu nahoru a dolů. Tlačítkem Select se uživatel dostává do jednotlivých podmenu. Pokud se potřebuje dostat zpět, je zapotřebí najet na možnost Back. Nastavení do převodníku se nahraje tlačítkem Send. Na začátku každého bodu je potřeba zkontrolovat, zdali je převodník v provozu. Stačí pouze vybrat v menu možnost DAC Enable a tím se D/A převodník zapne. Jednoduchá kontrola funkčnosti převodníku je zvětšený odběr proudu, který ukazuje zdroj napětí.
2. Sledujte vliv **frekvence vstupního signálu** na průběh **S/PDIF** komunikace. Změřte vstupní signál kvůli jeho frekvenci a S/PDIF komunikaci ze stejnojmenného BNC konektoru. Zaznamenejte **oscilogramy** a **okomentujte**.
3. Opakujte bod 2 pro **sériová data**, výstup označen jako SDATA.
4. Určete, zda má rozhraní dostupného nastavení **vzorkovací frekvence** nějaký významný vliv na kvalitu zpracovaného signálu. Poznatky zaznamenejte do protokolu.
5. Porovnejte signály z místa **před zesilovacím prvkem** a **po zesilovacím prvku**. Přímý výstup z D/A převodníku je označen jako ODA R nebo L a celkový výstup je označen jako OUT R nebo L. **Oscilogramy** s oběma signály **zaznamenejte** do protokolu a **okomentujte** v závěru.

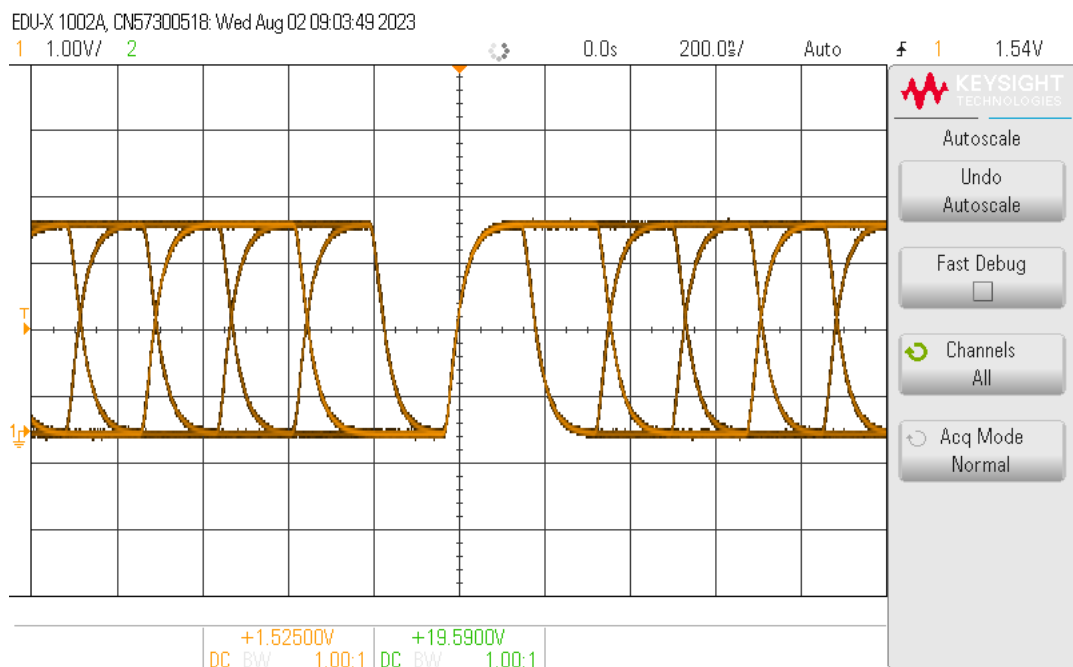
# NAMĚŘENÉ HODNOTY

## Úloha 2

### SPDIF komunikace na 1 kHz



### SPDIF komunikace na 10 kHz

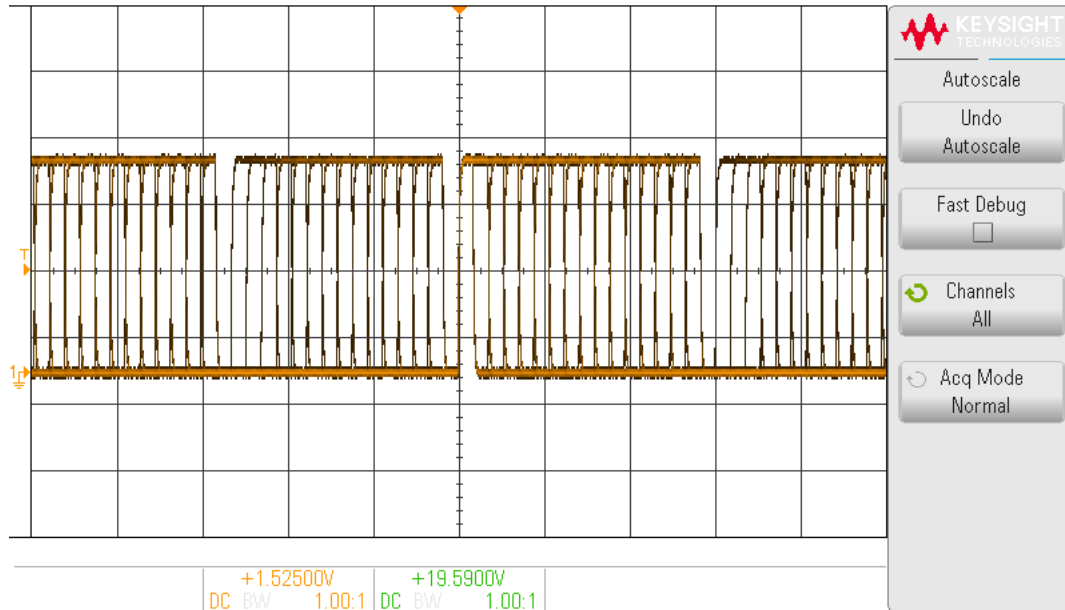


### Úloha 3

#### Sériová data na kmitočtu 1 kHz

EDU-X 1002A, CN57300518: Wed Aug 02 09:05:33 2023

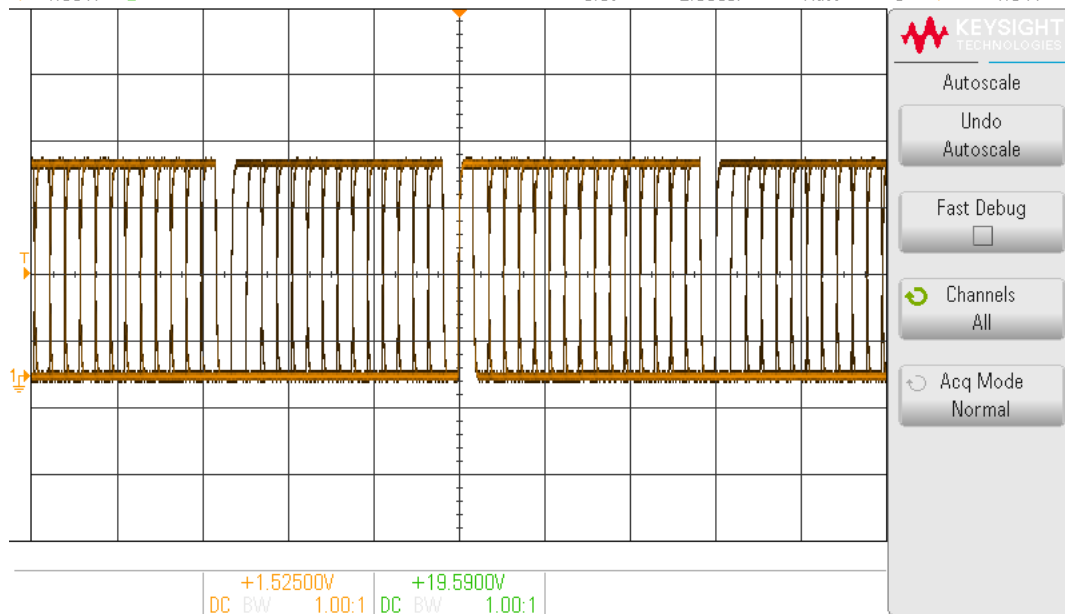
1 1.00V/ 2 0.0s 2.000%/ Auto f 1 1.54V



#### Sériová data na kmitočtu 10 kHz

EDU-X 1002A, CN57300518: Wed Aug 02 09:06:15 2023

1 1.00V/ 2 0.0s 2.000%/ Auto f 1 1.54V

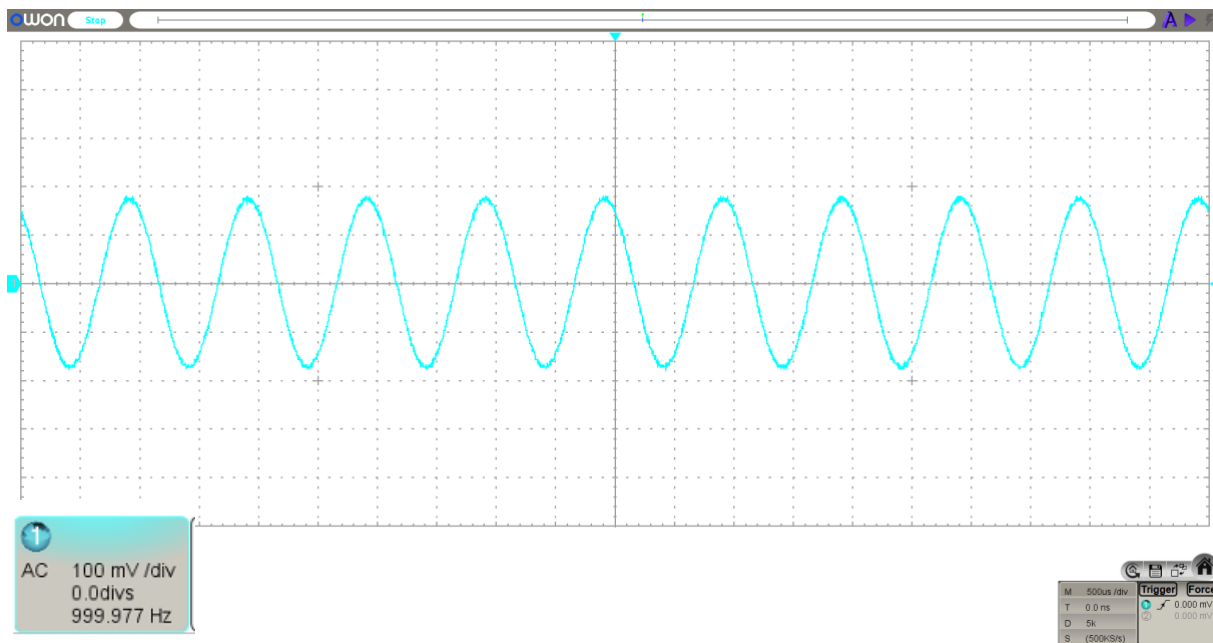


#### Úloha 4

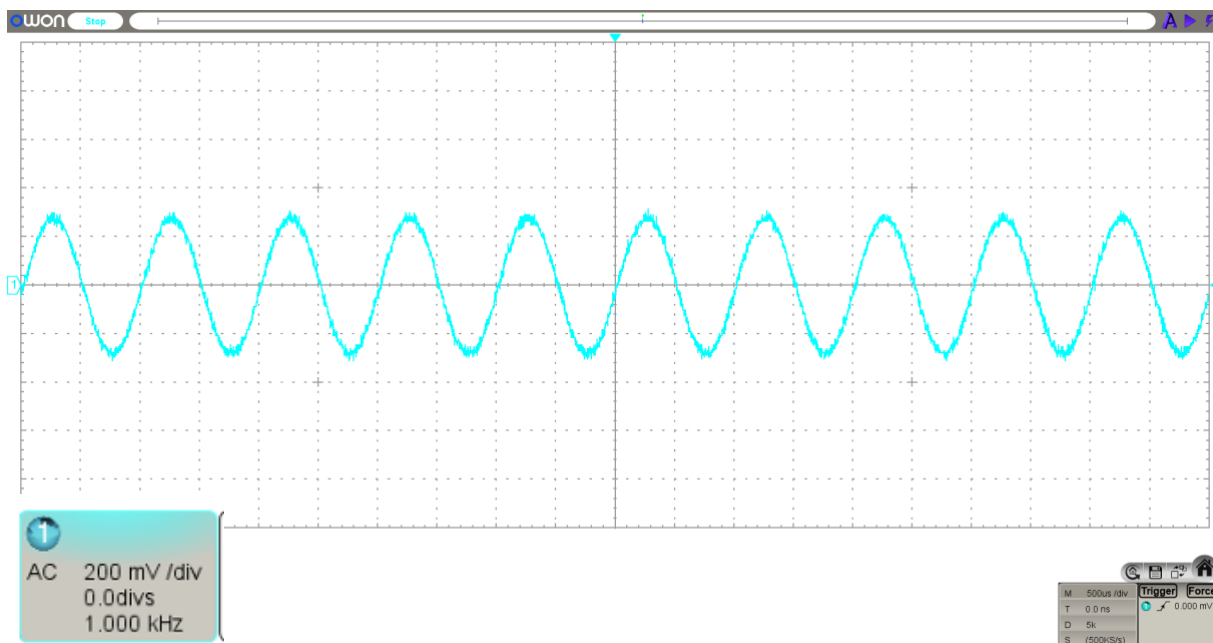
Jelikož je nejnižší možný kmitočet, který lze nastavit na D/A převodníku na 32 kHz, efekt by byl vidět až při vyšších frekvencích. Každopádně čip poté už vyšší frekvence nebere v potaz, jelikož je dělaný na hudební využití tudíž počítá s nejvyšším kmitočtem do 20 kHz.

#### Úloha 5

Signál o 1 kHz před zesílením



Signál o 1 kHz po zesílení



## SEZNAM MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ

Přípravek s D/A převodníkem  
Sony MultiChannel CD Player  
CD se stopami signálů  
Laboratorní zdroj DIAMETRAL s možností symetrického napájení  
Osciloskop Keysight EDUX1002A  
2x BNC-BNC kabel

## ZÁVĚR

(Zde každý student čitelně doplní své individuální hodnocení výsledků měření a potvrdí jej svým podpisem. Je třeba podrobně komentovat každý bod měření, každou měřenou charakteristiku nebo jednotlivý výsledek.)

V prvním bodě úlohy šlo o to zjistit, zda má nějaký vliv na SPDIF kmitočet, který posíláme. Z průběhů jasně vyplývá, že rozdíl mezi 10kHz a 1kHz není na SPDIF komunikaci nijak znát. Jelikož je signál namodulován na vyšší frekvenční nosnou vlnu, není tedy viditelný žádný rozdíl.

Druhý bod se zabývá stejnou problematikou jako první bod měření, tentokrát se ale jedná o měření sériových dat (SDATA). Zde je výsledek stejný jako v předchozím bodě. Opět je rozdíl téměř neviditelný.

Poslední bod pojednává o vlivu zesilovacího článku na analogový signál, který vychází z převodníku. Signál po zesílení dosahuje dvounásobné úrovně původního signálu. Tudíž zesílení je dvounásobné.