



Fakulta elektrotechnická

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název závěrečné práce

Autor práce: Bc. Jméno Příjmení

Vedoucí práce: Doc. Ing. Jméno Příjmení, Ph.D.

Plzeň 2012

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**Fakulta elektrotechnická**  
Akademický rok: **2010/2011**

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:

Osobní číslo:

Studijní program:

Studijní obor:

Název tématu:

Zadávací katedra:

**Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :**

1. Seznamte se s
2. Se zvolenými metodami realizujte
3. Shrňte výsledky měření a vyvoďte příslušné závěry

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí diplomové práce:

Konzultant diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **18. října 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2011**

děkan

vedoucí katedry

V Plzni dne 18. října 2010

# Abstrakt

Text abstraktu v češtině...

## Klíčová slova

objektivní hodnocení kvality hovorů, PESQ, 3SQM, POLQA

# Abstract

Příjmení, Jméno. *Název závěrečné práce v angličtině* [*Název závěrečné práce*]. Pilsen, 2012.  
Master thesis (in Czech). University of West Bohemia. Faculty of Electrical Engineering.  
Department of Applied Electronics and Telecommunications. Supervisor: Jméno Příjmení

---

Text of the abstract in English. . .

## Keywords

objective speech quality assessment, PESQ, 3SQM, POLQA

# Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem svou závěrečnou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 270 trestního zákona č. 40/2009 Sb.

Také prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 19. února 2012

Bc. Jméno Příjmení

.....

Podpis

## Poděkování

Tato práce vznikla s podporou projektu GAČR 102/09/0455: Energeticky úsporná platforma pro experimentální výzkum na bázi pikosatelitů.

# Obsah

Seznam obrázků	vii
Seznam tabulek	viii
Seznam symbolů a zkratek	ix
<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 Měření míry hlasitosti ve vysílacím směru</b>	<b>2</b>
2.1 Způsob vytváření křížových odkazů v L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> Xu . . . . .	2
2.1.1 Popis problematiky měření míry hlasitosti . . . . .	2
2.1.1.1 Digitální vyjádření signálu a jeho souvislost s absolutní výkonovou úrovní . . . . .	5
2.2 Využití prostředí Matlab při výpočtu míry hlasitosti . . . . .	6
<b>3 Další kapitola. . .</b>	<b>7</b>
3.1 Abcd . . . . .	7
<b>4 Závěr</b>	<b>8</b>
<b>Reference, použitá literatura</b>	<b>9</b>
<b>Přílohy</b>	<b>10</b>
<b>A Schémata zapojení</b>	<b>10</b>
A.1 Korekční předzesilovač . . . . .	10
<b>B Desky plošných spojů, výkresy</b>	<b>14</b>
B.1 Modul D/A převodníku . . . . .	14
<b>C Výsledky simulací, výpočtů a měření</b>	<b>16</b>
C.1 Analýza korekčního předzesilovače . . . . .	16
C.1.1 Šumová analýza . . . . .	16
C.1.2 Frekvenční analýza . . . . .	17
C.2 Výsledky měření technických parametrů mobilních telefonů . . . . .	18



<b>D Použité skripty, zdrojové kódy</b>	<b>23</b>
D.1 Funkce synchronizace.m . . . . .	23
<b>Rejstřík</b>	<b>24</b>

# Seznam obrázků

2.1	Základní části přenosového řetězu a jejich popis pomocí útlumů (ERP – referenční bod ucha; MRP – referenční bod úst; $p_{M,E}$ – akustický tlak v MRP, ERP; $L_{ME}$ – útlum vzduchem z MRP do ERP; JR – elektrická rozhraní na výstupu vysílací části telefonního systému)  Převzato z [2]  . . . . .	4
A.1	Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu <b>obrazek</b> , rotate 90°: Topologie zapojení korekčního předzesilovače při analýze chyby přenosové funkce . . . . .	11
A.2	Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu <b>obrazek</b> , rotate 90°: Topologie zapojení korekčního předzesilovače při šumové analýze . . . . .	12
A.3	Ukázka sazby více samostatných subobrázků společně v plovoucím prostředí pomocí příkazů <b>obrazekmulti</b> a <b>subobrazek</b> – obrázky (a), (b) mají příliš malé měřítko, slouží pouze pro ilustraci možností sazby, v DP/BP musí být čitelné! . . . . .	13
B.1	Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu <b>obrazek</b> , rotate 90°: Vnitřní vrstva DPS – rozvod zemí modulu D/A převodníku . . . . .	15
C.1	Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu <b>obrazek</b> : Výsledky šumové analýzy korekčního předzesilovače (efektivní hodnota šumového napětí na výstupu; hustota efektivní hodnoty šumového napětí na výstupu; ekvivalentní vstupní šum) . . . . .	16
C.2	Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu <b>obrazek</b> : Kmitočtová závislost chyby přenosové funkce korekčního předzesilovače . . . . .	17

# Seznam tabulek

C.1	Ukázka sazby tabulky v plovoucím prostředí pomocí příkazu <b>tabulka</b> : Naměřené hodnoty úrovně řečového signálu (pro průměrné hladiny akustického tlaku: 76 dB SPL, 68 dB SPL, 56 dB SPL) . . . . .	18
C.2	Ukázka sazby více subtabulek společně v plovoucím prostředí pomocí příkazů <b>tabulkamulti</b> a <b>subtabulka</b> , odsazení jednotlivých objektů lze libovolně nastavit – tabulka (a) je odsazena 30 typografických bodů ve svislém směru od tabulek (b), (c), tabulky (b), (c) vzájemně odsazeny o 10 typografických bodů ve vodorovném směru, tabulka (c) je dvojitě orámovaná ve svislém směru . . . . .	19
C.3	Ukázka sazby rozsáhlé tabulky přes několik stran pomocí příkazu <b>tabulkabig</b> , nepoužívá plovoucí prostředí: Hodnoty absolutních napěťových úrovní v příslušných měřících bodech zesilovače . . . . .	22

# Seznam symbolů a zkratek

3SQM .....	Single Sided Speech Quality Measure. Jednostranné měření kvality hovorů.
$A_p$ .....	Přenosová funkce.
$\mathbf{B}$ .....	Kaskádní dvojbranová matice.
DTMF .....	Dual-Tone Multi-Frequency signaling. Dvoutónová multifrekvenční signalizace.
$E$ .....	Intenzita elektrického pole $\left[\frac{m}{V}\right]$ .
FFT .....	Fast Fourier Transformation. Rychlá Fourierova transformace.
$k$ .....	Činitel vazby; Boltzmannova konstanta $\left(1,38 \cdot 10^{-23} \left[\frac{J}{^\circ K}\right]\right)$ .
LPC .....	Linear Predictive Coding. Kódování s lineární predikcí.
MNRU .....	Modulated Noise Reference Unit. Referenční jednotka modulovaného šumu.
PCM .....	Pulse-Code Modulation. Pulseně-kódová modulace.
PESQ .....	Perceptual Evaluation of Speech Quality. Vjemové hodnocení řečové kvality.
POLQA .....	Perceptual Objective Listening Quality Assessment. Vjemové objektivní hodnocení poslechové kvality.
SNR .....	Signal to Noise Ratio. Odstup signálu od šumového pozadí.
SPL .....	Sound Pressure level. Hladina akustického tlaku.
SRAEN .....	Système de Référence pour la détermination des Affaiblissements Équivalent pour la Netteté. Referenční systém pro měření srozumitelnosti.
VTP .....	Vocal Tract Parameters. Parametry řečového ústrojí.
$\mathbf{Y}_a, \mathbf{Z}_a$ .....	Imitanční dvojbranové matice.
$\varepsilon_0$ .....	Permitivita vakua $\left(8,85 \cdot 10^{-12} \left[\frac{F}{m}\right]\right)$ .
$\mu_n$ .....	Pohyblivost elektronů $\left[\frac{m^2}{Vs}\right]$ .

# 1

## Úvod

Vepsaný text...

## 2

# Měření míry hlasitosti ve vysílacím směru

## 2.1 Způsob vytváření křížových odkazů v L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xu

Takto se můžeme odvolat na začátek kapitoly číslo 2, k provázání byl použit křížový odkaz vytvořený pomocí příkazů `\ref{kap-mereni}` a `\label{kap-mereni}`.

Křížové odkazy na literaturu se vytvářejí pomocí příkazu `\cite{rec-p79}` např. následujícím způsobem: doporučení ITU-T P.79 uvedené v seznamu literatury má označení [2].

V obou případech bylo odkazováno na unikátní návěští tvořené řetězcem, které je přiřazeno např. názvu kapitoly a jednotlivým položkám v seznamu literatury.

### 2.1.1 Popis problematiky měření míry hlasitosti

Hodnocení a metodika měření míry hlasitosti určuje, jak hlasitě se bude jevit posluchači přijímaný hovor. Hodnocení hlasitosti není vyjádřeno přímo pomocí veličiny hlasitosti v sonech, ale vyjadřuje se v podobě ztrát (útlumu) na přenosové cestě (obr. 2.1). Hodnocení musí být nezávislé na konkrétní měřicí frekvenci a mělo by být vyjádřeno jednou číselnou hodnotou. Hodnocení hlasitosti se provádí ve třech částech přenosového řetězce:

1. Přijímací část (hodnoceno pomocí míry hlasitosti v přijímacím směru – Send Loudness Rating), k sazbě použito prostředí `\begin{enumerate}`
2. Vysílací část (hodnoceno pomocí míry hlasitosti ve vysílacím směru – Receive Loudness Rating), k sazbě použito prostředí `\begin{enumerate}`
  - první vnořená nečíslovaná odrážka, prostředí `\begin{itemize}`
    - první dvojnásobně vnořená nečíslovaná odrážka, prostředí `\begin{itemize}`
    - druhá dvojnásobně vnořená nečíslovaná odrážka, prostředí `\begin{itemize}`
  - druhá vnořená nečíslovaná odrážka, prostředí `\begin{itemize}`

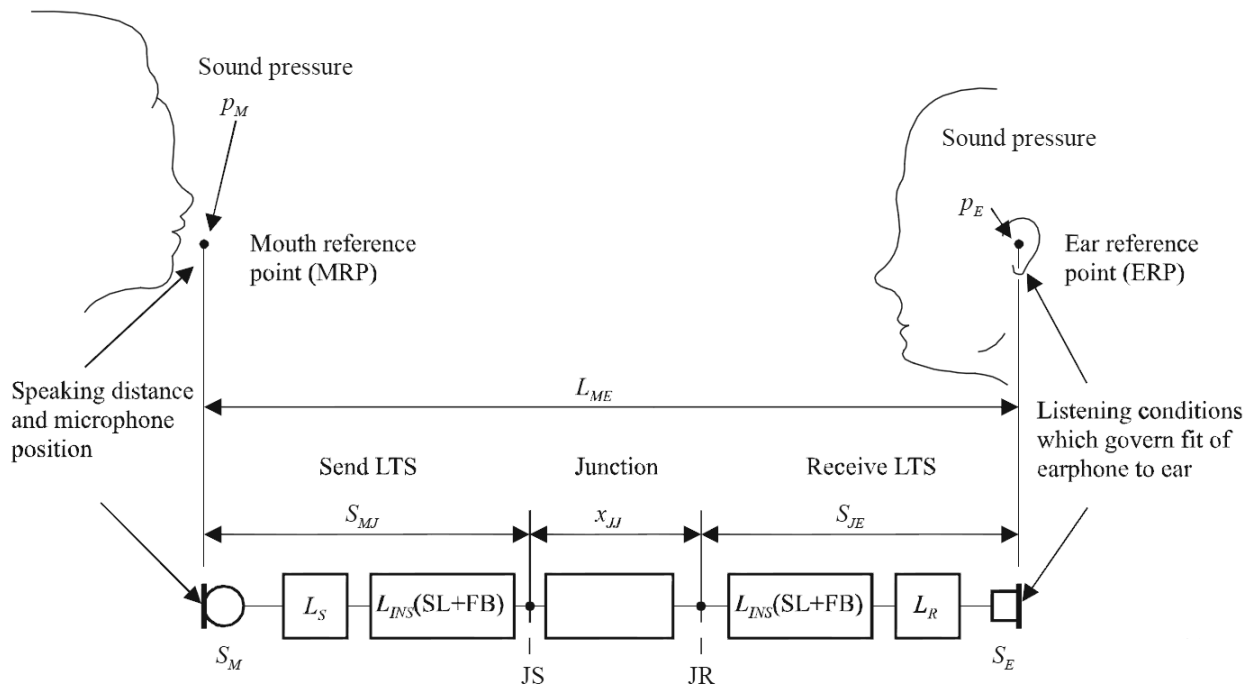
3. Přenosová část (hodnoceno pomocí míry hlasitosti přenosové části – Junction Loudness Rating), k sazbě použito prostředí `\begin{enumerate}`

- a) první odrážka s automatickým abecedním indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[a]`
- b) druhá odrážka s automatickým abecedním indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[a]`
- c) třetí odrážka s automatickým abecedním indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[a]`
- d) čtvrtá odrážka s automatickým abecedním indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[a]`
- e) pátá odrážka s automatickým abecedním indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[a]`
- i. první odrážka s automatickým číselným indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[i.]`
- ii. druhá odrážka s automatickým číselným indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[i.]`
- iii. třetí odrážka s automatickým číselným indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[i.]`
- iv. čtvrtá odrážka s automatickým číselným indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[i.]`
- v. pátá odrážka s automatickým číselným indexováním, jež je nastaveno nepovinným parametrem prostředí `\begin{enumerate}[i.]`

... OLR (Overall Loudness Rating). OLR se vypočítá dle rov. 2.1 a v praxi se používá pro porovnání sítí mezi sebou.

$$OLR = SLR + RLR + JLR \quad [dB] \quad (2.1)$$

Objektivní hodnocení hlasitosti je výpočtem určeno z výsledků měření frekvenčních charakteristik přenosových cest. Frekvenční charakteristiky jsou měřeny na straně přijímače a vysílače. Z frekvenčních charakteristik je možné vypočítat hodnocení míry hlasitosti. Obvykle to zahrnuje měření minimálně ve 14 bodech uvnitř telefonního pásma. Ty jsou specifikované v doporučení ITU-T P.79, viz [2]. Jelikož hodnotíme systém objektivně, nastává problém vyjádřit naměřenou frekvenční charakteristiku pomocí jedné číselné hodnoty. Jako vhodné se zdá např. vybrat hodnotu (např. hodnotu hladiny akustického tlaku v dBPa) na jedné frekvenci nebo průměrnou hodnotu přes celé telefonní pásmo...



**Obr. 2.1:** Základní části přenosového řetězce a jejich popis pomocí útlumů (ERP – referenční bod ucha; MRP – referenční bod úst;  $p_{M,E}$  – akustický tlak v MRP, ERP;  $L_{ME}$  – útlum vzduchem z MRP do ERP; JR – elektrická rozhraní na výstupu vysílací části telefonního systému) [Převzato z [2]]

...  $L_{ME}$  vyjadřují ztráty v dB vzniklé v průběhu spojení mezi MRP a ERP. Parametr hladina akustického vjemu  $Z$  představuje celkovou část signálu, který se efektivně podílí na zvukovém vjemu, tj. nárůstu hlasitosti (je nad prahem slyšení).

Algoritmus hodnocení míry hlasitosti LR (Loudness Rating) je uveden v doporučení ITU-T P.79, postup výpočtu vyjadřuje rov. 2.2,

$$LR = -\frac{10}{m} \log \sum_{i=1}^N 10^{\frac{m(S_i - W_i)}{10}} \quad [dB] \quad (2.2)$$

kde LR – míra hlasitosti [dB] (tj. SLR, RLR),  $m$  – konstanta ( $m = 0,175$  pro míru hlasitosti ve vysílacím a přijímacím směru,  $m = 0,225$  pro míru hlasitosti místní vazby),  $i$  – číslo/index frekvenčního pásma,  $N$  – počet všech frekvenčních pásem, ve kterých probíhá měření,  $S_i$  – citlivost ve vysílacím/přijímacím směru v daném frekvenčním pásmu,  $W_i$  – váhový koeficient v daném frekvenčním pásmu respektující práh slyšení.

Hodnota SLR představuje míru hlasitosti signálu ve vysílacím směru a je vyjádřena v [dB], má význam veličiny útlum. Velké kladné hodnoty SLR znamenají, že signál přijímaný na konci spoje bude mít nízkou hlasitost. Pro výpočet SLR je nejprve zapotřebí změřit citlivost ve vysílacím směru  $S_{MJ}$  pro každé frekvenční pásmo a pak příslušnou hodnotu dosadit do rov. 2.2 za  $S_i$ . Telefonní sluchátko je umístěno v definované poloze dle doporučení ITU-T P.76, Annex A. Změřená hodnota napětí  $V_j$  odpovídá akustickému tlaku na daném kmitočtu/v příslušném kmitočtovém pásmu v pozici MRP a tato hodnota



napětí je dále využita pro výpočet citlivosti. Citlivost ve vysílacím směru  $S_{MJ}$  se vypočte dle rov. 2.3 nebo rov. 2.4:

$$S_{MJ} = 20 \log \left( \frac{V_j}{p_M} \right) \quad [dB \text{ re } V/Pa] \quad (2.3)$$

kde  $S_{MJ}$  – citlivost ve vysílacím směru v [dB re V/Pa],  $V_j$  – efektivní hodnota napětí ve [V] odpovídající danému akustickému tlaku v MRP na příslušném kmitočtu/ve frekvenčním pásmu,  $p_M$  – efektivní hodnota akustického tlaku v MRP v [Pa] na příslušném kmitočtu/ve frekvenčním pásmu,

$$S_{MJ} = V_j - p_M \quad [dB \text{ re } V/Pa] \quad (2.4)$$

kde  $S_{MJ}$  – citlivost ve vysílacím směru v [dB re V/Pa],  $V_j$  – napěťová úroveň v [dBV] odpovídající danému akustickému tlaku v MRP na příslušném kmitočtu/ve frekvenčním pásmu,  $p_M$  – hladina akustického tlaku v MRP v [dBPa] na příslušném kmitočtu/ve frekvenčním pásmu.

Citlivost je frekvenčně závislý parametr a je tedy nutné ji měřit pro každé specifikované frekvenční pásmo/kmitočet.

### 2.1.1.1 Digitální vyjádření signálu a jeho souvislost s absolutní výkonovou úrovní

V číslicových přenosových systémech je možné pro vyjádření úrovně signálu použít logaritmickou poměrovou jednotku [dBov]. Toto vyjádření je vztažené k maximálnímu číslu, které digitální systém přenáší<sup>1</sup>. Úroveň 0 dBov má signál s okamžitou hodnotou nejvyššího možného čísla vyjádřitelného daným systémem. Tímto signálem může být posloupnost nejvyšších možných čísel, posloupnost nejnižších (záporných) možných čísel nebo pravoúhlý signál, v němž se střídají nejvyšší možná čísla s nejnižšími. Úroveň sinusového signálu s amplitudou rovnou nejvyššímu možnému číslu je  $-3,01 \text{ dBov}^2$ . Maximální výkonová úroveň sinusového signálu pro kompanzní techniku podle A-zákona je  $3,14 \text{ dBm}_0$ , pro  $\mu$ -zákona je tato úroveň  $3,17 \text{ dBm}_0$ , těmito výkonovým úrovním odpovídá úroveň v digitálních systémech  $-3,01 \text{ dBov}$ . Odtud plyne přepočtení dle rovnic 2.5, 2.6:

$$L_A = L_{dig} + 6,15 \quad [dBm; dBov] \quad (2.5)$$

$$L_\mu = L_{dig} + 6,18 \quad [dBm; dBov] \quad (2.6)$$

kde  $L_A$  – absolutní výkonová úroveň signálu na analogovém rozhraní u systémů s A-zákonem,  $L_\mu$  – absolutní výkonová úroveň signálu na analogovém rozhraní u systémů s  $\mu$ -zákonem,  $L_{dig}$  – úroveň signálu vyjádřená v digitálních přenosových systémech.

<sup>1</sup>ov ~ overload signal level (ukázka poznámky pod čarou)

<sup>2</sup>výkon sinusového signálu s amplitudou 1 je  $\frac{1}{2}$ , v přepočtu na logaritmické vyjádření  $10 \log \frac{1}{2}$  vychází přibližně  $-3,01 \text{ dB}$  (ukázka poznámky pod čarou)

## 2.2 Využití prostředí Matlab při výpočtu míry hlasitosti

...lineární 16 b kvantizace (již konvertováno z nelineární 8 b A-zákon). Pro import a zpracování těchto souborů do Matlabu byly použity následující funkce:

- `wavread` – načtení wav souboru
- `wavwrite` – vytvoření wav souboru
- `fdesign.octave` – specifikace parametrů zlomkooktávových filtrů
- `design` – syntéza digitálního filtru
- `fvtool` – zobrazení frekvenčních charakteristik filtru
- `filter` – realizace digitální filtrace

Dále jsou uvedeny ukázky sazby rovnic v L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xu, jejich rámování, zalamování a centrování číslování.

Orámovaná rovnice:

$$LR = -\frac{10}{m} \log \sum_{i=1}^N 10^{\frac{m(S_i - W_i)}{10}} \quad [dB] \quad (2.7)$$

Orámování bylo provedeno pomocí nepovinného parametru v příkazu `\rovnice[frame]`.

Zcela nesmyslná, ale velmi dlouhá automaticky zalomená rovnice s automaticky vycentrovaným číslováním ve svislém směru a vepsanou textovou poznámkou:

$$LR = -\frac{10}{m} \log \sum_{i=1}^N 35^{\frac{m(S_i - W_i)}{10}} + 2x \frac{235,6}{m} \log \sum_{i=1}^N e^{\frac{m(\frac{S_i}{x} - W_i)}{10}} - \frac{10}{m} \log \sum_{i=1}^N 35^{\frac{m(S_i - W_i)}{10}} + 2x \frac{235,6}{m}, \text{ vepsaná pozn., např.: } m \neq 0 \quad (2.8)$$

Ukázka vysázené matice:

$$\left( \begin{array}{cc|c} 1 & 328 & 1 \\ 1 & 5 & 577 \\ x & y & z \\ \hline 125 & 1 & 3 \end{array} \right)$$

# 3

## Další kapitola...

Vepsaný text...

### 3.1 Abcd

Vepsaný text...

## 4

# Závěr

Analýza měřících metod, jejich výpočetní náročnosti a možnosti praktické realizace byla provedena v kapitole 2 s využitím. . . . Dále byl proveden návrh. . . .

Z výsledků provedených měření a analýz vyplývá, že parametr označovaný. . . není příliš vhodný jako nástroj pro optimální posuzování lineárního chování testovaného objektu. Číselná hodnota tohoto parametru může dosahovat o více jak dva řády nižších hodnot při porovnání s parametrem. . . , který má obdobný význam.

Dále z provedených měření vyplývá, že je nutné sledovat spektrum signálu na výstupu měřeného objektu. . . vzhledem ke kmitočtové poloze vlastního měřícího signálu včetně. . . - toto má přímý vliv na. . . .

V diplomové práci byly také demonstrovány dvě měřící metody, které využívají psychoakustických principů a jejichž cílem je alespoň částečně objektivizovat měření. . . . V provedených experimentech byla použita velmi jednoduchá zapojení. . . , u kterých se dají předpokládat velmi malé hodnoty. . . , což měření potvrdila. Z těchto důvodů nelze považovat výsledky měření uvedených psychoakustických metod za zcela korektní ve smyslu číselných hodnot, které jsou jejich výstupem. Psychoakustická měření by bylo vhodné provést např. na elektroakustických měničích (DUT s většími projevy nelineárního chování), pak by s velkou pravděpodobností tyto metody poskytovaly smysluplné kvantitativně správné výsledky.

Pro další vývoj měřících metod. . . a zpřesnění jejich výsledků je vhodné využít. . . .

Výsledky řešení diplomové práce lze stručně shrnout do následujících bodů:

- byla provedena analýza běžně používaných měřících metod. . . včetně rozboru problematiky diagnostiky, testování a měření parametrů. . .
- byl vytvořen přehled. . .
- byla prakticky zrealizována a ověřena metodika. . .

Při porovnání stanovených cílů diplomové práce, které měly být dosaženy a jsou uvedeny v zadání, s výsledky diplomové práce, je možné konstatovat, že. . . .

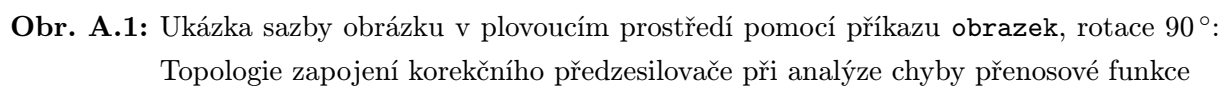
# Literatura

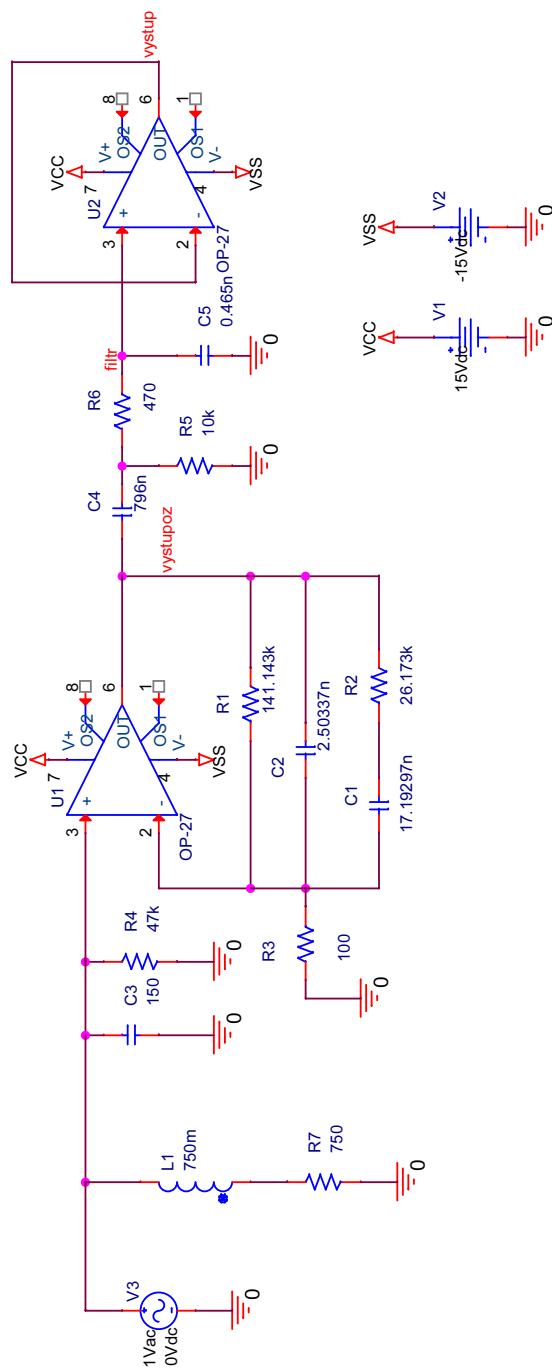
- [1] CCITT. *Handbook on telephony*. Geneva: CCITT, 1992. ISBN 92-61-04911-7.
- [2] ITU-T. *Recommendation P.79: Calculating of loudness ratings for telephone sets*. ITU-T, 2007.
- [3] ITU-T. *Recommendation P.64: Determination of sensitivity/frequency characteristics of local telephone systems*. ITU-T, 2007.
- [4] ITU-T. *Recommendation P.310: Transmission characteristics for narrow-band digital handset and headset telephones*. ITU-T, 2009.
- [5] Šimák, B., Havlan, M. *Měření na analogových přenosových systémech*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1996. ISBN 80-01-01150-X.
- [6] Firstová, Zdeňka. *Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Plzeň: Univerzitní knihovna ZČU v Plzni, 2011. [Cit. 2. 1. 2012]. Dostupné z: <http://www.iso690.zcu.cz>

# Příloha A

## Schémata zapojení

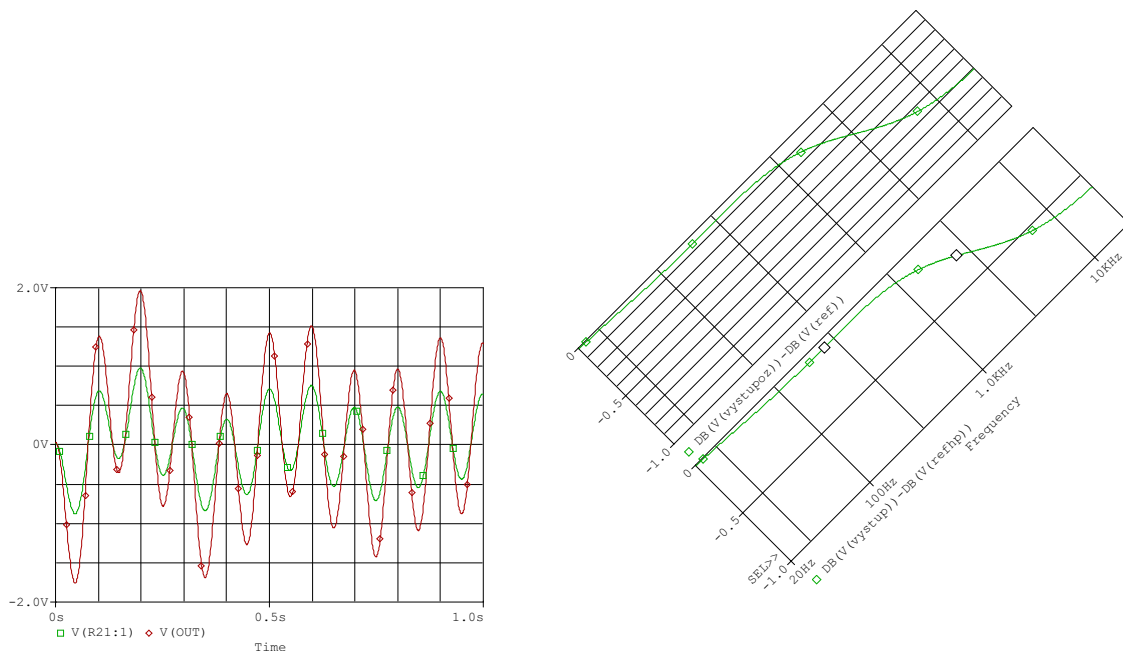
### A.1 Korekční předzesilovač





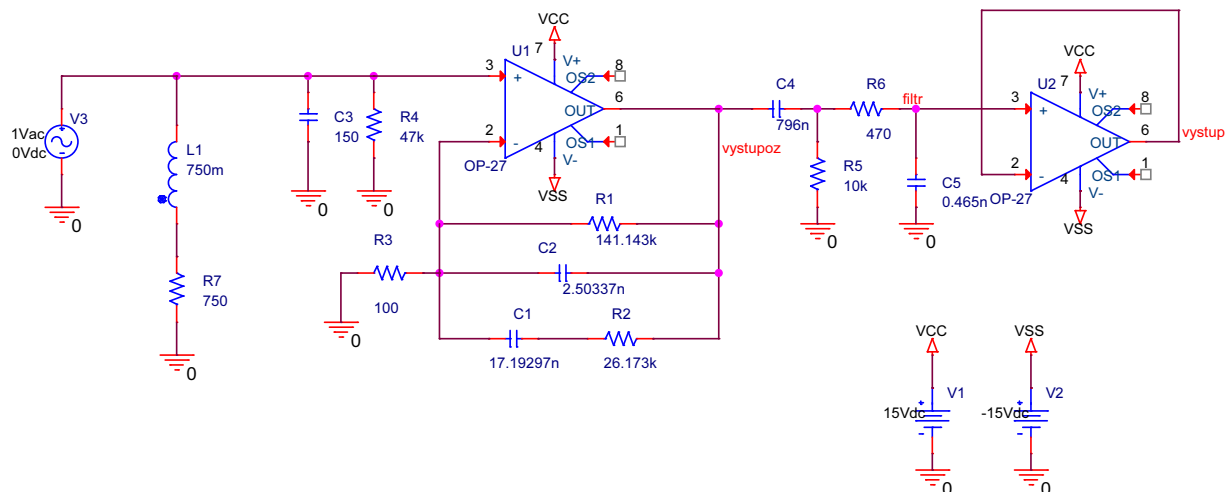
**Obr. A.2:** Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu **obrazek**, rotace 90 °:  
Topologie zapojení korekčního předzesilovače při šumové analýze





(a) Výsledky časové analýzy na výstupu pásmové propusti, pozor – příliš malé měřítko obrázku

(b) Kmitočtová závislost chyby přenosové funkce korekčního předzesilovače, pozor – příliš malé měřítko obrázku, rotace  $45^\circ$



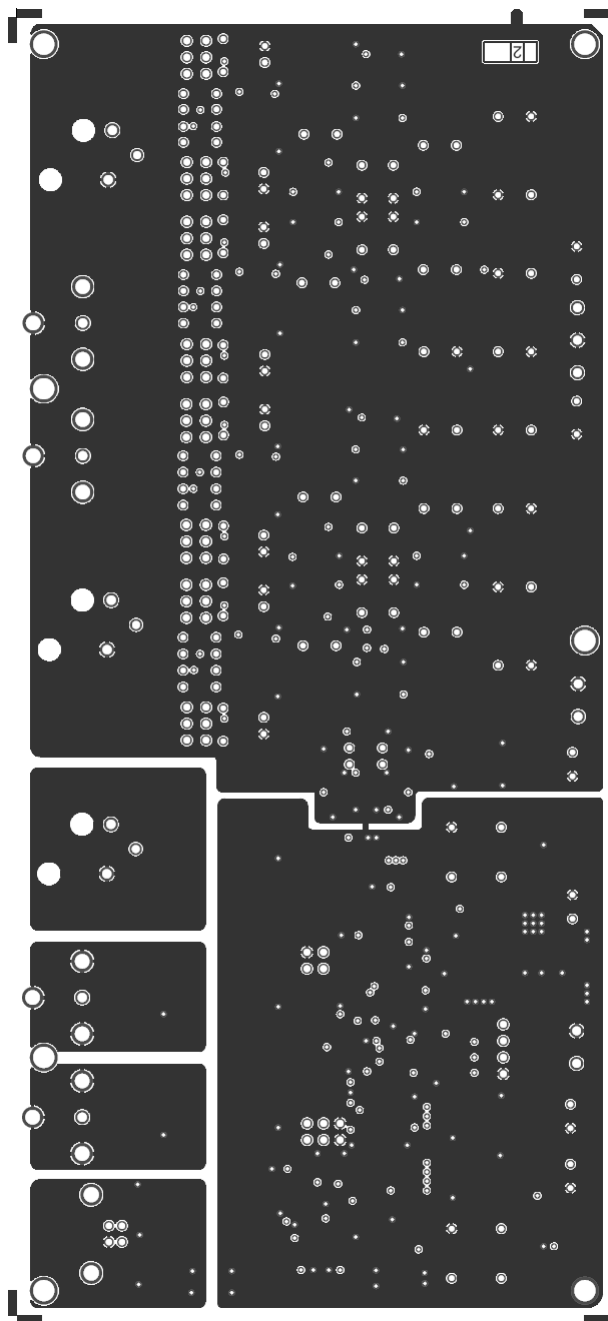
(c) Topologie zapojení korekčního předzesilovače při šumové analýze

**Obr. A.3:** Ukázka sazby více samostatných subobrázků společně v plovoucím prostředí pomocí příkazů `obrazekmulti` a `subobrazek` – obrázky (a), (b) mají příliš malé měřítko, slouží pouze pro ilustraci možností sazby, v DP/BP musí být čitelné!

# Příloha B

## Desky plošných spojů, výkresy

### B.1 Modul D/A převodníku



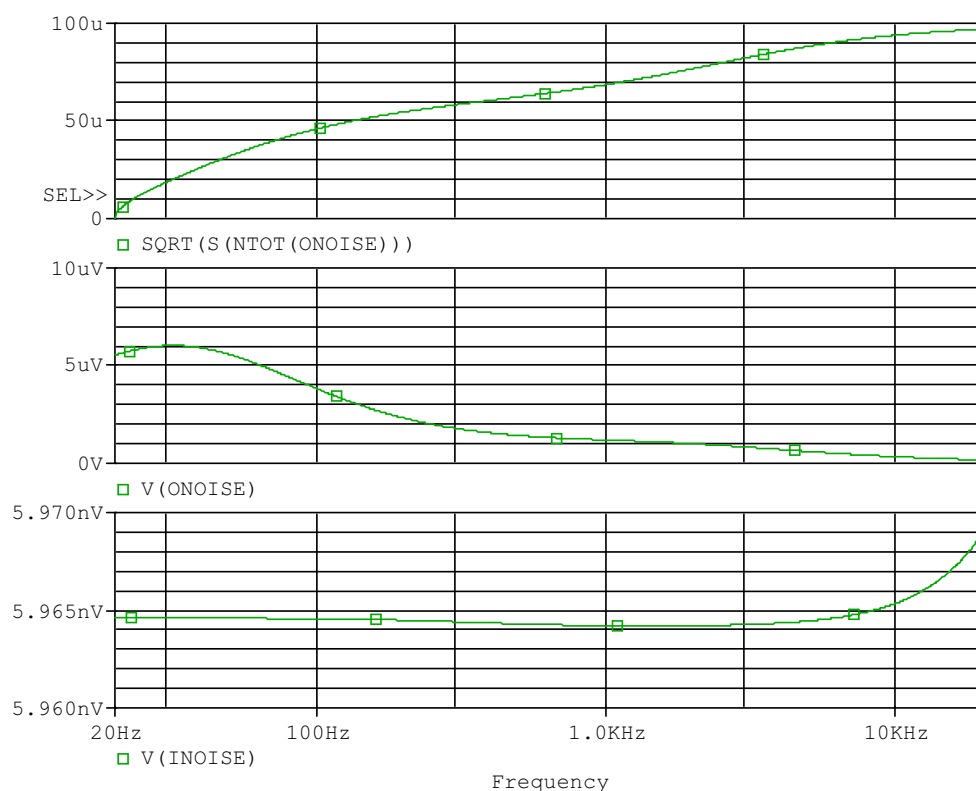
**Obr. B.1:** Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu `obrazek`, rotace  $90^\circ$ :  
Vnitřní vrstva DPS – rozvod zemí modulu D/A převodníku

# Příloha C

## Výsledky simulací, výpočtů a měření

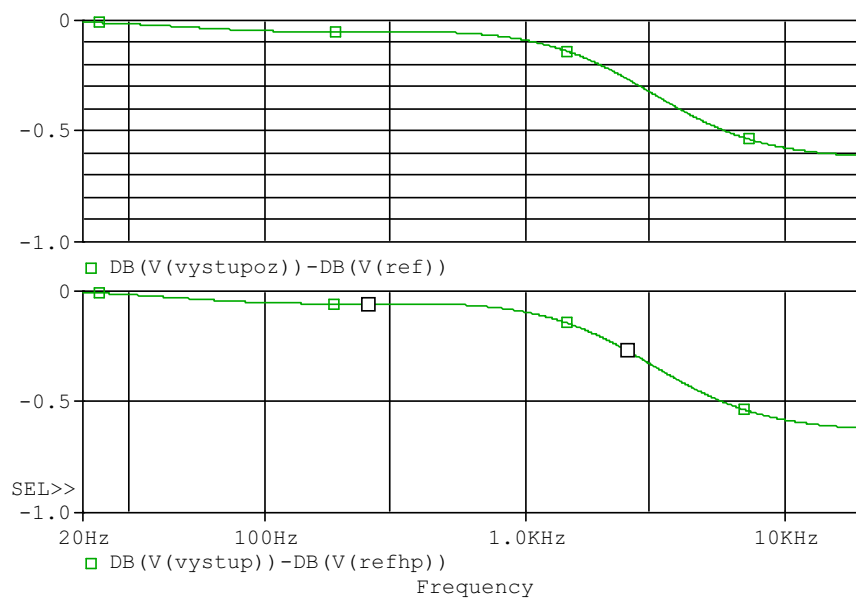
### C.1 Analýza korekčního předzesilovače

#### C.1.1 Šumová analýza



**Obr. C.1:** Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu `obrazek`: Výsledky šumové analýzy korekčního předzesilovače (efektivní hodnota šumového napětí na výstupu; hustota efektivní hodnoty šumového napětí na výstupu; ekvivalentní vstupní šum)

## C.1.2 Frekvenční analýza



**Obr. C.2:** Ukázka sazby obrázku v plovoucím prostředí pomocí příkazu `obrazek`: Kmitočtová závislost chyby přenosové funkce korekčního předzesilovače

## C.2 Výsledky měření technických parametrů mobilních telefonů

Typ testovaného terminálu	úroveň signálu [dBov]
Nokia2630	-29.27
UbiquamU300	-34.69
HKMobHK668	-36.08

**Tab. C.1:** Ukázka sazby tabulky v plovoucím prostředí pomocí příkazu `tabulka`: Naměřené hodnoty úrovně řečového signálu (pro průměrné hladiny akustického tlaku: 76 dB SPL, 68 dB SPL, 56 dB SPL)

(a) Naměřené hodnoty úrovně řečového signálu (oba sloupce centrovány, následující tabulka odsazena 30 typografických bodů)

Typ testovaného terminálu	úroveň signálu [dBov]
Nokia2630	−29.27
UbiquamU300m1	−32.97
AijiAM110	−41.79

(b) Absolutní napěťové úrovně harmonických složek na výstupu zesilovače (1. sloupec zarovnan nalevo, 2. sloupec zarovnan napravo)

Pořadí harmonické	úroveň signálu [dBu]
1.	−9.2
2.	−3.7
3.	−4.9

(c) Absolutní napěťové úrovně harmonických složek na výstupu zesilovače (oba sloupce centrovány)

Pořadí harmonické	úroveň signálu [dBu]
10.	−9.2
20.	−3.7
30.	−4.9

**Tab. C.2:** Ukázka sazby více subtabulek společně v plovoucím prostředí pomocí příkazů `tabulkamulti` a `subtabulka`, odsazení jednotlivých objektů lze libovolně nastavit – tabulka (a) je odsazena 30 typografických bodů ve svislém směru od tabulek (b), (c), tabulky (b), (c) vzájemně odsazeny o 10 typografických bodů ve vodorovném směru, tabulka (c) je dvojitě orámovaná ve svislém směru

Tab. C.3

Měřicí bod	úroveň signálu [dBu]	vyhovuje/nevyhovuje
T1BE	−29.27	ANO
T1CE	−32.97	ANO
T2BE	−34.69	NE
T2CE	−36.08	ANO
D1	−37.73	NE
D12	−38.50	ANO
T3BE	−41.79	NE
T3CE	−32.97	ANO
T4BE	−34.69	NE
T4CE	−36.08	ANO
D2	−37.73	NE
D22	−38.50	ANO
T5BE	−41.79	NE
T5CE	−32.97	ANO
T6BE	−34.69	NE
T6CE	−36.08	ANO
D6	−37.73	NE
D62	−38.50	ANO
T7BE	−41.79	NE
T7CE	−32.97	ANO
T8BE	−34.69	NE
T8CE	−36.08	ANO
D5	−37.73	NE
D52	−38.50	ANO
T9BE	−41.79	NE
T1BE	−29.27	ANO
T1CE	−32.97	ANO
T2BE	−34.69	NE

Tabulka pokračuje na další straně . . .



Tab. C.3 – pokračování

Měřicí bod	úroveň signálu [dBu]	vyhovuje/nevyhovuje
T2CE	−36.08	ANO
D1	−37.73	NE
D12	−38.50	ANO
T3BE	−41.79	NE
T3CE	−32.97	ANO
T4BE	−34.69	NE
T4CE	−36.08	ANO
D2	−37.73	NE
D22	−38.50	ANO
T5BE	−41.79	NE
T5CE	−32.97	ANO
T6BE	−34.69	NE
T6CE	−36.08	ANO
D6	−37.73	NE
D62	−38.50	ANO
T7BE	−41.79	NE
T7CE	−32.97	ANO
T8BE	−34.69	NE
T8CE	−36.08	ANO
D5	−37.73	NE
D52	−38.50	ANO
T9BE	−41.79	NE
D6	−37.73	NE
D62	−38.50	ANO
T7BE	−41.79	NE
T7CE	−32.97	ANO
T8BE	−34.69	NE
T8CE	−36.08	ANO
D5	−37.73	NE
D52	−38.50	ANO
T9BE	−41.79	NE

Tabulka pokračuje na další straně...

Tab. C.3 – pokračování

Měřicí bod	úroveň signálu [dBu]	vyhovuje/nevyhovuje
D6	−37.73	NE
D62	−38.50	ANO
T7BE	−41.79	NE
T7CE	−32.97	ANO
T8BE	−34.69	NE
T8CE	−36.08	ANO
D5	−37.73	NE
D52	−38.50	ANO

**Tab. C.3:** Ukázka sazby rozsáhlé tabulky přes několik stran pomocí příkazu `tabulkabig`, nepoužívá plovoucí prostředí: Hodnoty absolutních napěťových úrovní v příslušných měřících bodech zesilovače

# Příloha D

## Použité skripty, zdrojové kódy

### D.1 Funkce synchronizace.m

Ukázka rozsáhlého výpisu kódu pomocí upraveného prostředí Verbatim s vhodně nastavenými parametry:

```
1 function difference = synchronizace(referencename,soundname,Nstart,Nstop,vykresleni)
2
3 % zjisteni offsetu v samplech mezi soubory
4 %
5 % difference:
6 % = 0 soubory bez offsetu (N = 0)
7 % > 0 zpozdeno o N vzorku vuci referencnimu
8 % < 0 v predstihu o N vzorku vuci referencnimu
9 % nacita se z obou souboru stejny pocet pocatecnich vzorku od Nstart do
10 % Nstop, kde N >= 1
11 % vykresleni = true -> vykresleni korelacnich funkcí
12 % referencename = 'out_test.wav'; % nazev referencniho souboru
13 % soundname = 'trans.wav'; % nazev transkodovaneho souboru se zvukem
14 % -----
15
16 inforeference = wavread(referencename, 'size');
17 if Nstart > inforeference(1,1)
18     helpdlg('Zadany pocet vzorku je vetsi nez obsahuje referencni soubor !!!','Nacitani souboru');
19 end;
20 if Nstop > inforeference(1,1)
21     helpdlg('Zadany pocet vzorku je vetsi nez obsahuje referencni soubor !!!','Nacitani souboru');
22 end;
23 reference = wavread(referencename,[Nstart Nstop]);
24 infosound = wavread(soundname,'size');
25 if Nstart > infosound(1,1)
26     helpdlg('Zadany pocet vzorku je vetsi nez obsahuje analyzovany soubor !!!','Nacitani souboru');
27 end;
28 if Nstop > infosound(1,1)
29     helpdlg('Zadany pocet vzorku je vetsi nez obsahuje analyzovany soubor !!!','Nacitani souboru');
30 end;
31 sound = wavread(soundname,[Nstart Nstop]);
32 akorelace = xcorr(reference(:,1),reference(:,1),'coeff');
33 xkorelace = xcorr(reference(:,1),sound(:,1),'coeff');
34 [amax, amaxn] = max(akorelace);
35 [xmax, xmaxn] = max(xkorelace);
36 difference = amaxn - xmaxn;
37 osa = 1:2*(Nstop-(Nstart-1))-1;
38 if vykresleni == true
39     figure;
40     plot(osa,xkorelace,osa,akorelace);
41     grid on;
42     title('Normovaná autokorelační a vzájemná korelační funkce synchronizační sekvence');
43     xlabel('Vzorky [-]');
44 end;
```

Ukázka krátkého výpisu kódu např. v textu DP/BP společně s komentářem pomocí prostředí Verbatim bez parametrů:

```
inforeference = wavread(referencename, 'size');  
if Nstart > inforeference(1,1)  
    helpdlg('Zadany pocet vzorku je vetsi nez obsahuje referencni soubor !!!',  
        'Nacitani souboru');  
end;
```

# Rejstřík

- analýza
  - chyby
    - přenosové funkce, 10
  - šumová, 11
- citlivost ve vysílacím směru, 5
- část
  - přenosová, 3
  - přijímací, 2
  - vysílací, 2
- dBov, 5
- ERP, 4
- hlasitost, 2
- charakteristika
  - frekvenční, 3
- kvantizace, 6
- matice, 6
- Matlab, 6
- míra hlasitosti, 2, 3
- MRP, 4
- odkaz
  - křížový, 2
- OLR, 3
- pásmo
  - telefonní, 3
- předzesilovač
  - korekční, 9
- rovnice
  - orámovaná, 6
  - zalomená, 6
- telefon
  - mobilní, 17
- úroveň
  - absolutní
  - výkonová, 5
- výpis
  - kódu, 22