

Signály a systémy (ISS) – program a organisace kursu – zima 2014/15

Jan Černocký

ÚPGM FIT VUT Brno, cernocky@fit.vutbr.cz

- organisace
- cíle
- motivace – příklady zpracování signálů
- program kursu
- literatura
- hodnocení

Webové stránky

<http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/ISS/>

<http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/ISS/public>

Organisace kursu:

- 2 přednáškové skupiny 1 x týdně, 3h. Páteční je ENGLISH.
- počítačové cvičení 1 x 14 dní, 2h. Z toho 2 skupiny týdně jsou ENGLISH. Zapisování ve WISu. DONE.
- projekt
- uznávání labs a projekt - 2 roky dozadu.

Kdo Vás bude učit ?

přednášky - Honza Černocký

Počítačová cvičení: asistenti a doktorandi ÚPGM:

- Radek Fér
- Ondra Novotný
- Katia Egorova
- Martin Kolář
- Franta Grézl
- Honza Pešán
- Lucas Ondel (EN)
- tbd

adresu/telefon/kancl zjistíte na webu: <http://www.fit.vutbr.cz/~jmeno> nebo
<http://www.fit.vutbr.cz/~ijmeno>

Cíle předmětu:

“Uvedení do teorie signálů a lineárních systémů se spojitým a s diskrétním časem, dále do teorie náhodných signálů. Důraz na spektrální analýzu a lineární filtraci jako na dva základní bloky moderních komunikačních systémů.“

Osnova přednášek:

vše na webu, ke všemu k dispozici soubory aux.m

1. Úvod, motivace, organizační členění kursu. Příklady systémů pro zpracování signálů v praxi. Základní klasifikace signálů - spojitý/diskrétní čas, periodický/neperiodický. Transformace času.
2. Spojité a diskrétní periodické signály: sinusovky a komplexní exponenciály. Přehled nutných znalostí o komplexních číslech. Diskrétní a spojité systémy. Lineární časově invariantní systémy (LTI). Representace signálů jako sledu impulsů, konvoluce. Popis systémů diferenciálními a diferenčními rovnicemi.
3. Spojité signály a jejich frekvenční popis: periodické - Fourierova řada (FŘ), koeficienty. Neperiodické - Fourierova transformace (FT), spektrální funkce. Spektra typických

signálů. Energie signálu - Parsevalův teorém.

4. Spojité systémy - Laplaceova transformace, přenosová funkce, frekvenční charakteristika, stabilita. Příklad na jednoduchém analogovém obvodu.
5. Vzorkování a rekonstrukce - ideální vzorkování, aliasing, vzorkovací teorém. Spektrum vzorkovaného signálu, ideální rekonstrukce. Normovaný čas a frekvence. Kvantování.
6. Diskrétní signály a jejich frekvenční analýza - Diskrétní Fourierova řada (DFŘ), Fourierova transformace s diskrétním časem (DTFT). Kruhová konvoluce. Diskrétní Fourierova transformace (DFT) a co s ní vlastně spočítáme. Rychlá Fourierova transformace.
7. Diskrétní systémy - z-transformace, systémy s konečnou a nekonečnou impulsní odezvou (FIR a IIR), přenosová funkce, frekvenční charakteristika, stabilita. Příklad číslicového filtru: MATLAB a C.
8. Pokračování diskrétních systémů: návrh jednoduchých číslicových filtrů, vzorkování frekvenční charakteristiky, okna. Souvislost mezi systémy se spojitým a s diskrétním časem.
9. Dvourozměrné (2D) signály a systémy: prostorová frekvence, spektrální analýza (2D-Fourierova transformace), filtrování maskou. Příklad - JPEG.

10. Náhodné signály - náhodná proměnná, realizace, distribuční funkce, funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti (PDF). Stacionarita a ergodicita. Parametry náhodného signálu: střední hodnota, atd. a jejich odhad - souborový, časový.
11. Náhodné signály - pokračování: Korelační funkce, spektrální hustota výkonu. Průchod náhodných signálů LTI systémy.
12. Souhrn. Dema, co se s využitím zpracování signálů dělá na ÚPGM:
 - počítačová grafika pro medicínu,
 - “klasická” počítačová grafika,
 - zpracování obrazu a videa,
 - zpracování přirozeného jazyka,
 - zpracování řeči.

Osnova počítačových cvičení !

Skupiny v počítačových laboratořích jsou organizovány na základě zapisování ve WIS.

1. MATLAB - základy, čtení a zápis a zvuku a obrazu, jak něco v Matlabu vyplotit a vyexportovat, aby se to dalo dát to bakalářky nebo diplomky.
2. Fourierova analýza - rozklad signálu na složky (báze), od jednoduchého ke složitému. Proč jsou potřeba komplexní čísla.
3. Zvuk - oktávový ekvalizér a jak s ním vyfiltrovat techno tak, aby ještě více dunělo.
4. Grafika - zpracování obrázků - jak zaostřit, zamlžit, detekovat hrany a co jsou to ty DCT koeficienty v JPEGu.
5. Náhodné signály - střední hodnota, směrodatná odchylka, distribuční funkce, funkce hustoty rozdělení pravděpodobnosti - a jak se na to všechno *podívat*.
6. Vzorkování, kvantování a aliasing,

Bývala také numerická cvičení ...

Nyní součástí přednášek a **opět laboratoří !!!**, zadání na webu:

1. Základní signály, transformace času, komplexní exponenciály.
2. Konvoluce, Fourierova řada, Fourierova transformace.
3. Spojité systémy, vzorkování.
4. Diskrétní Fourierova řada, diskrétní Fourierova transformace. Diskrétní systémy - základ.
5. Diskrétní systémy - pokračování. Dvourozměrné signály.
6. Náhodné signály.

... noste si prosím papír, tuzku a kalkulačku !

Projekt

Analýza a zpracování obrázku. Samostatné zadání na webu pro každého.

- na webu již teď, zadání může být modifikováno.
- každý dostane osobní obrázek
- **tekutý bonus za nejlepší vypracování extra úkolu.**

Literatura

- <http://www.fit.vutbr.cz/study/courses/ISS/public/>
- Oppenheim A.V., Willski A.S.: Signals and systems, Prentice Hall, 1997.
- Jan, J., Kozumplík, J.: Systémy, procesy a signály. Skriptum VUT v Brně, VUTIUM, 2000.
- Šebesta V.: Systémy, procesy a signály I., Skriptum VUT v Brně, VUTIUM, 1997.
- a klasickými akademiky nenáviděná Wikipedie !

Hodnocení

- aktivní účast na počítačových cvičeních a předložení výsledků: po 2 bodech, celkem 12b.
- půlsemestrální zkouška, nepovoleno NIC, bez literatury, bez počítače a kalkulačky, full text, 25b.
- projekt - kontrola správnosti - 12b.
- závěrečná zkouška - 51b, nepovoleno NIC, bez literatury, bez počítače a kalkulačky, k dispozici bude seznam základních rovnic. Full text. **Pro získání bodů ze zkoušky je nutné zkoušku vypracovat tak, aby byla hodnocena nejméně 17 body.**
V opačném případě bude zkouška hodnocena 0 body.

Video

- České i anglické přednášky **jsou a budou** streamovány a zaznamenávány.
- Mrkněte také na <http://prednasky.com>
- ALE:

“Zaroven bych Vas ale chtel upozornit, ze videa slouzi pouze jako pomucka pro ty, kteri na prednasce nemohou byt a jako pomucka pri uceni. Pro hodne studentu se zaznamy Bohu zel staly jedinym zdrojem informaci ke kursu, ktery shlednou "tahem" 2 dny pred zkouskou, a po zkousce se jim opet okamzite vypari z hlavy. Nejen v ISS. Toto je patologicke pouziti zaznamu ... **Proto bych Vas chtel vsechny pozvat na prednasky.**”

Důležité info:

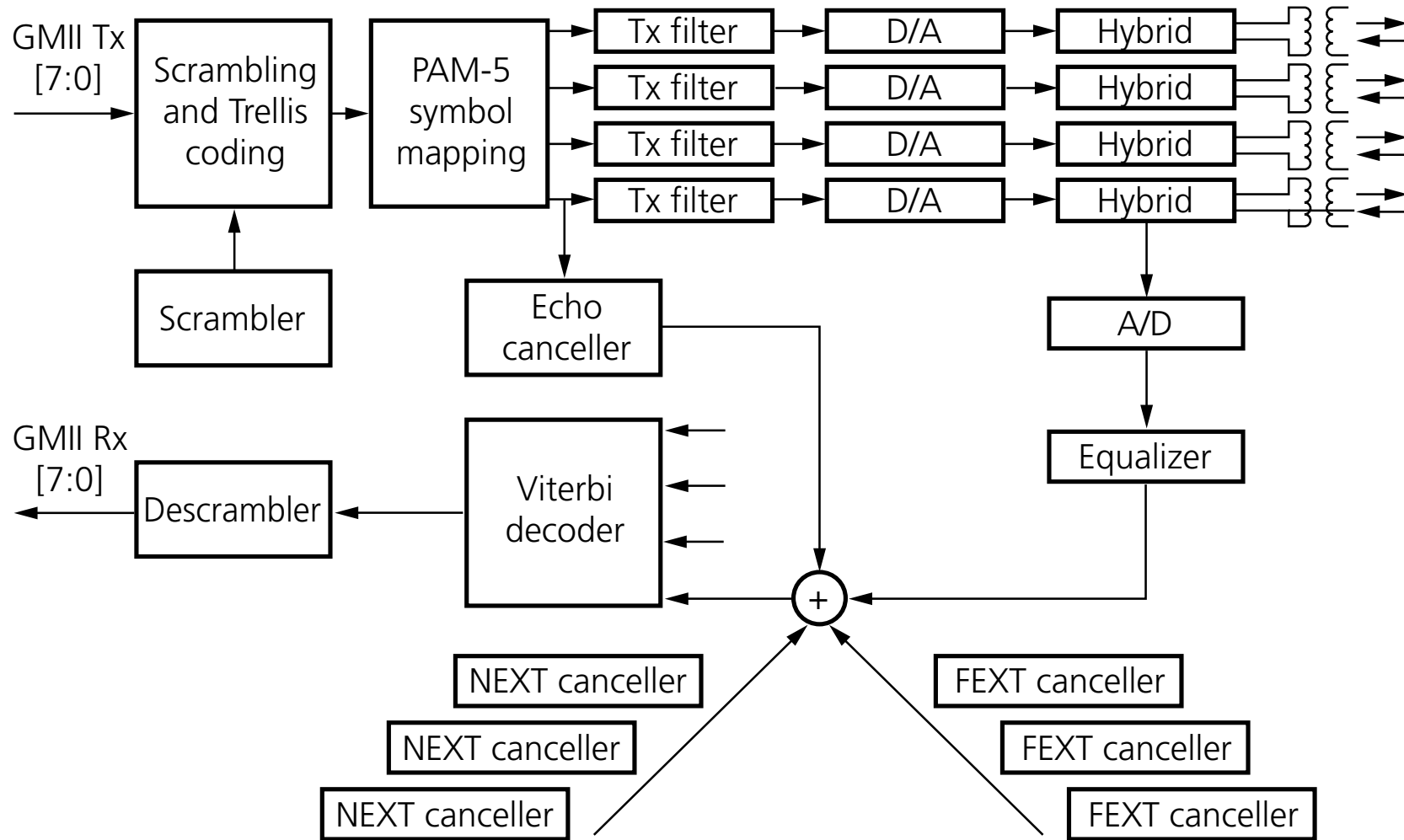
- **Do všech forem výuky ISS noste prosím KALKULAČKU.**
- **Chyby v textech na webu jsou postupně odchyťovány, ale jistě jich spousta zůstala. Budu vděčný za připomínky, náměty, opravy (emailem nebo osobně) a to nejen k textům na webu.**
- **Your feedback is appreciated ...**

Trocha motivace

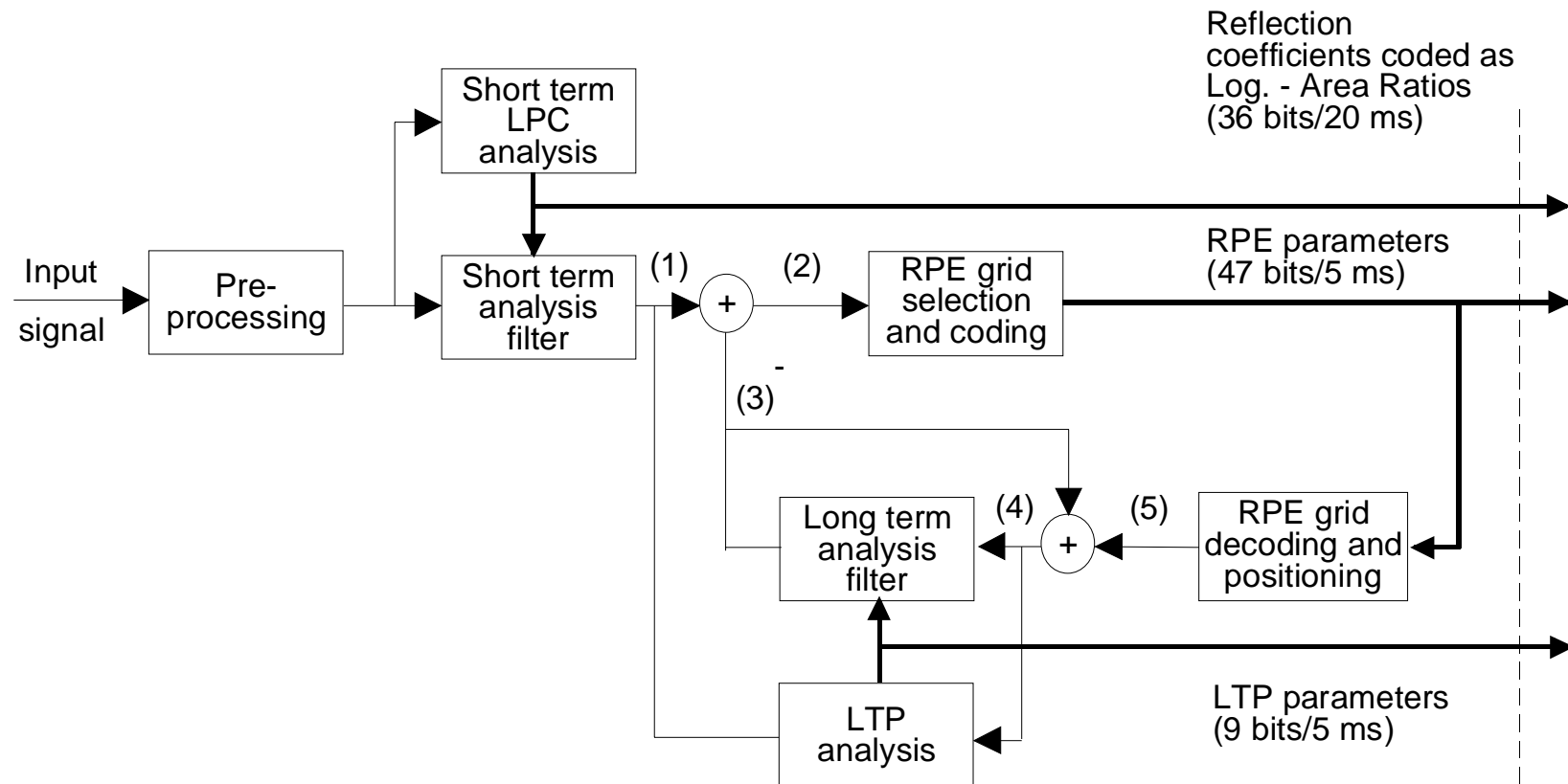
Nebýt blbí ajťáci ...

Make money I. - 1 Gb Ethernet - zdroj 3COM

FIGURE 16. Architecture of a 1000BASE-T Transceiver



Make money II. - Kódování řeči v mobilních telefonech 13 kbit/s – zdroj: ETSI

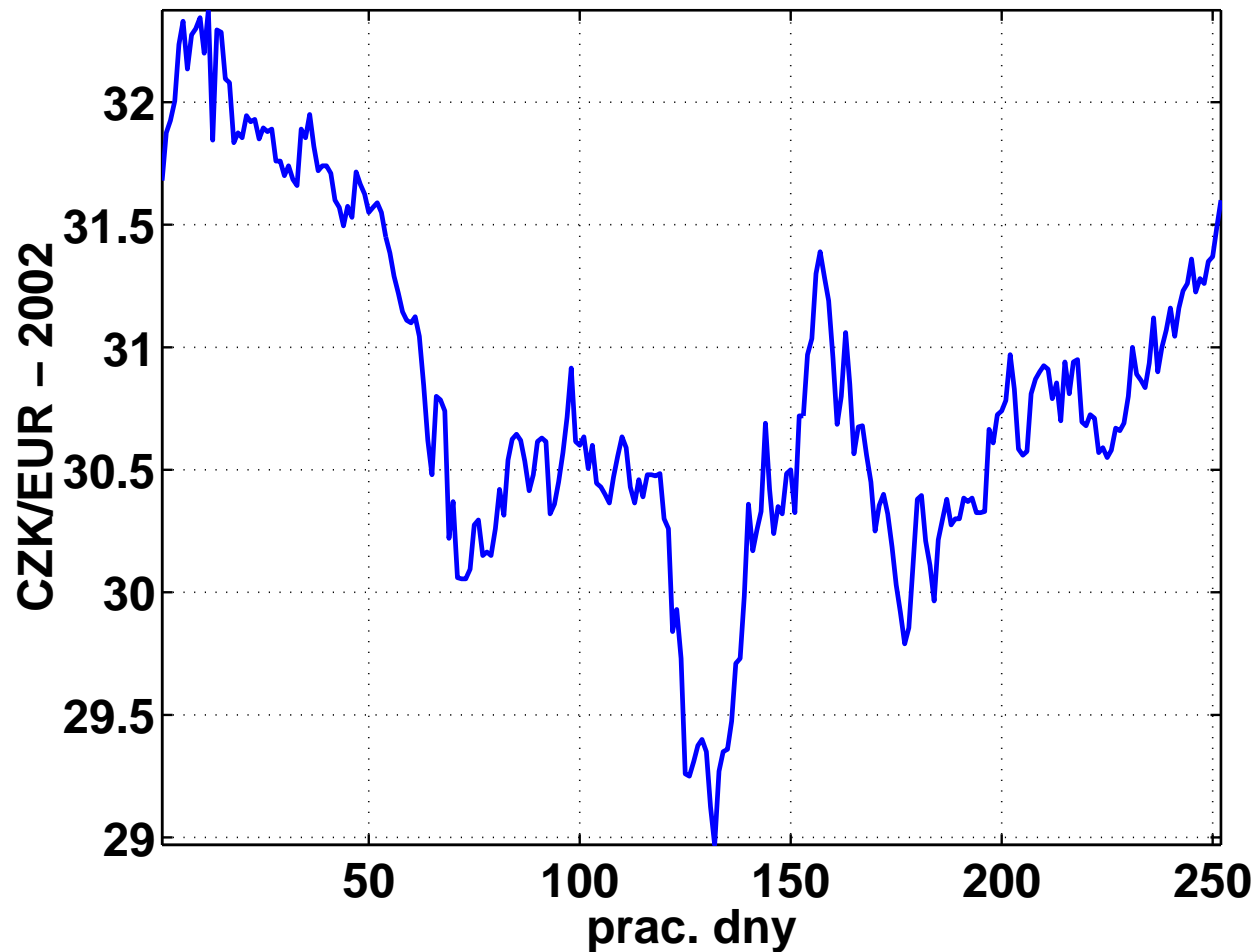


- (1) Short term residual
- (2) Long term residual (40 samples)
- (3) Short term residual estimate (40 samples)
- (4) Reconstructed short term residual (40 samples)
- (5) Quantized long term residual (40 samples)

To
radio
subsystem

Make money III. – zdroj ČNB

mnoho známých jmen ze zpracování signálů se najednou přestalo vyskytovat v záhlaví odborných článků ... skončili na velmi dobře placených místech analytiků ve finančních institucích (banky, pojišťovny). + ... cele číslo Signal Processing Magazine.



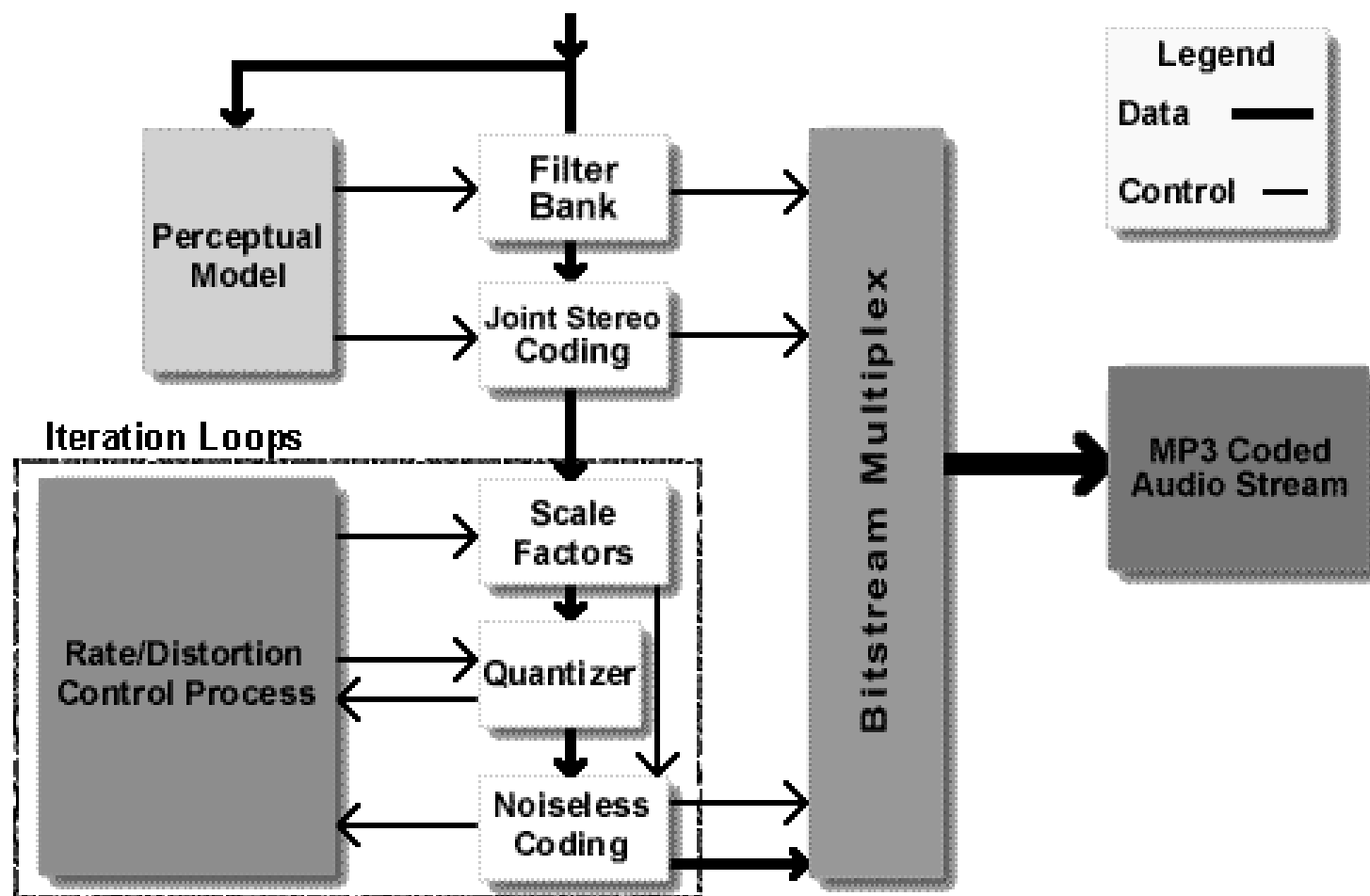
Have fun I. (and make money) MP3, přesněji MPEG2 Layer 3 – zdroj Fraunhofer In

sound quality	bandwidth	mode	bitrate	reduction ratio
telephone sound	2.5 kHz	mono	8 kbps	96:1
better than short wave	4.5 kHz	mono	16 kbps	48:1
better than AM radio	7.5 kHz	mono	32 kbps	24:1
similar to FM radio	11 kHz	stereo	56...64 kbps	26...24:1
near-CD	15 kHz	stereo	96 kbps	16:1
CD	>15 kHz	stereo	112..128kbps	14..12:1

Ukázka:

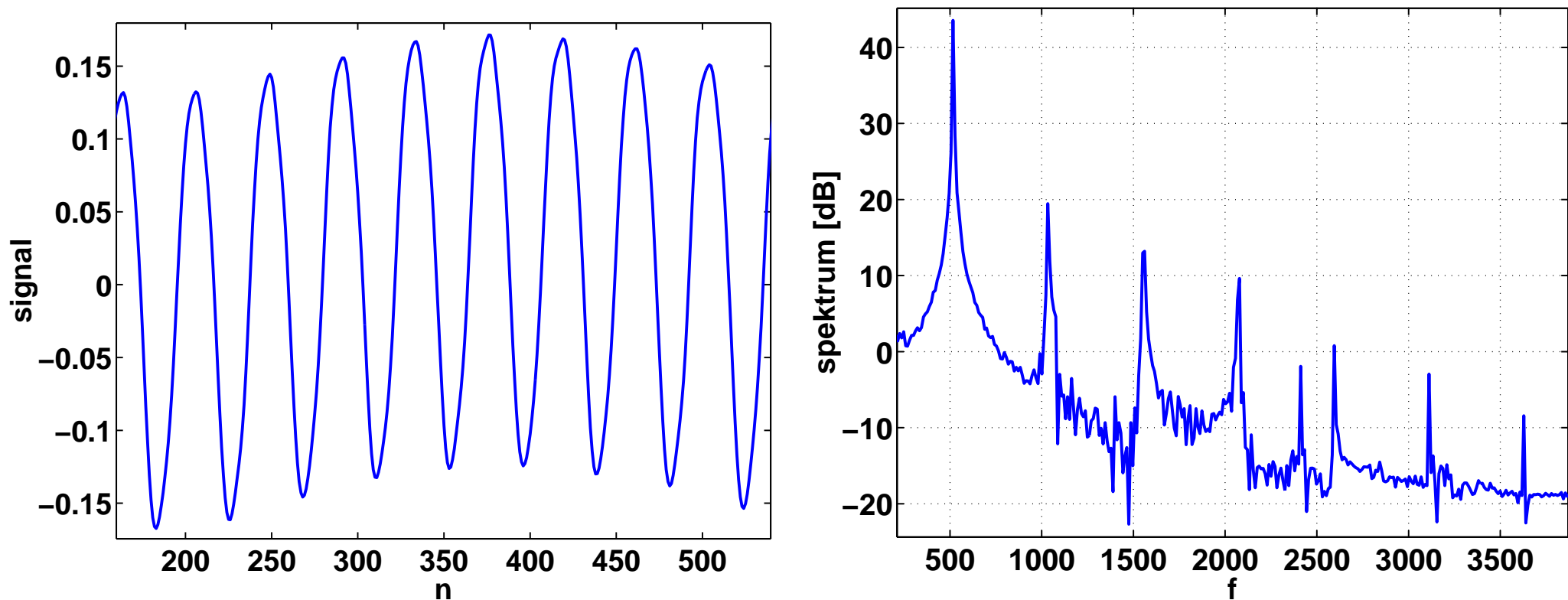
```
-rw-r--r-- 1 cernocky speech      62274 Feb 19 15:33 sinf.mp3
-rw-r--r-- 1 cernocky speech    674776 Feb 19 15:43 sinf.wav
```

⇒ “fyzické vysvětlení” a schéma



Have fun II. - jak vypadá spektrum signálu z mé sopraninové flétničky ?

```
s = wavread('SIG/out.wav'); x = s(7100:9147); X = fft(x);  
f = (0:1023)/2048 * 44100 /2; plot (f, 20*log10(abs(X(1:1024))));
```



Hraji na frekvenci 517 Hz. Co to je za tón ?

$a_1=440\text{Hz}$, posun mezi tóny je $q = \sqrt[12]{2}$, $440 \times q^3 = 523 \dots$ takže je to c2 a jsem pěkně nízko... a je tam toho mnohem více než jen 517 Hz!!.

Have fun III. - profily pro muj letoun !

Zajímá Vás to už teď ?

Kuk na:

- <http://www.fit.vutbr.cz/units/UPGM/>
- <http://speech.fit.vutbr.cz>
- <http://prednasky.com>
- <http://superlectures.com>
- IKR (letní semestr).
- Zastavte se !