

Analýza a vizualizace dat v Matlabu

Základy práce se signálem

Signal Processing Toolbox, Matlab R2013a

RNDr. Zbyšek Posel, Ph.D.

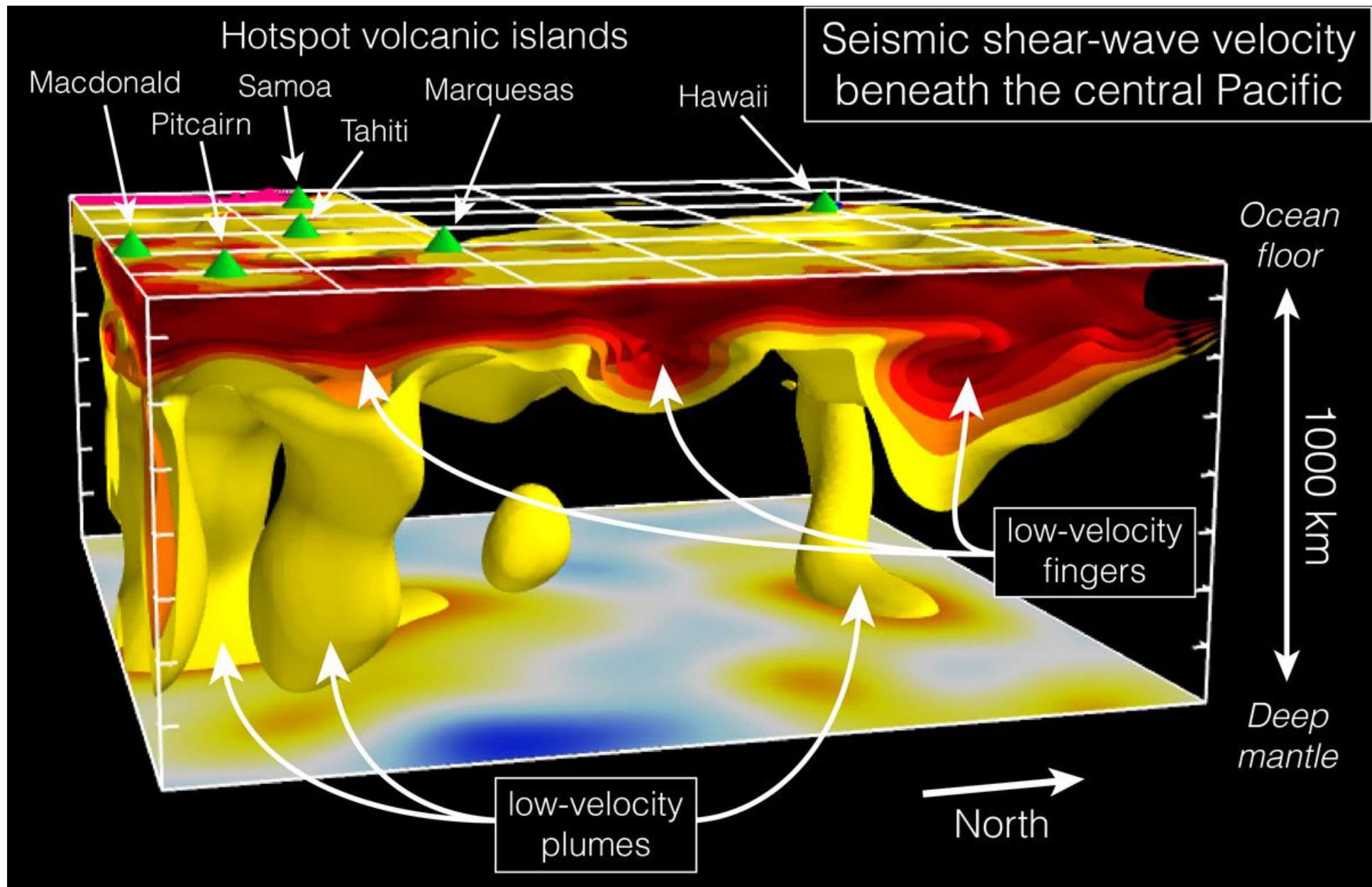
Katedra informatiky, PŘF, UJEP

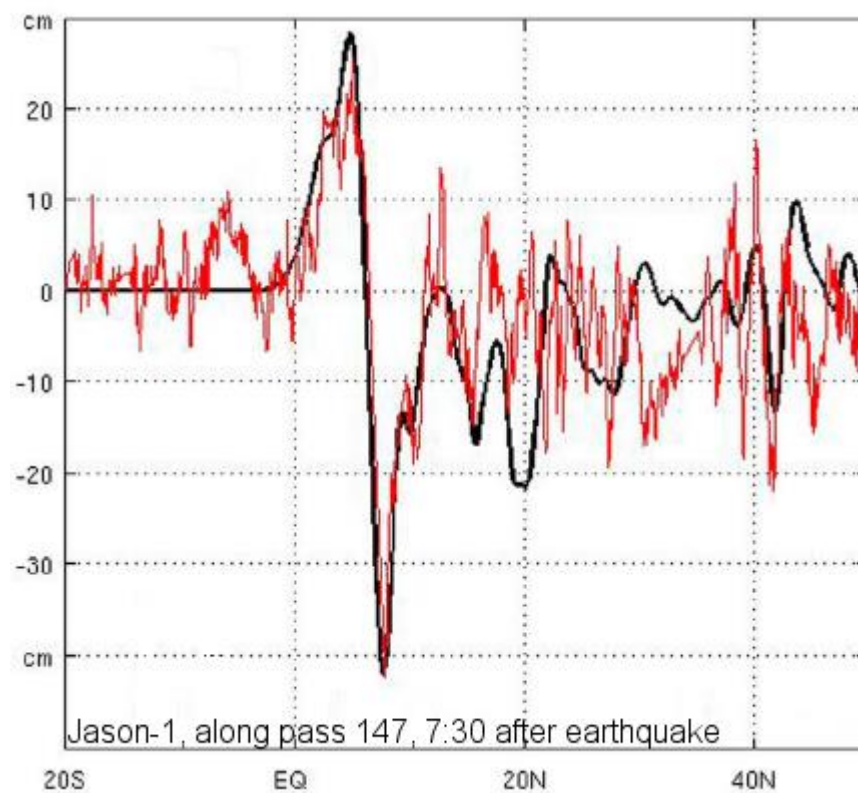
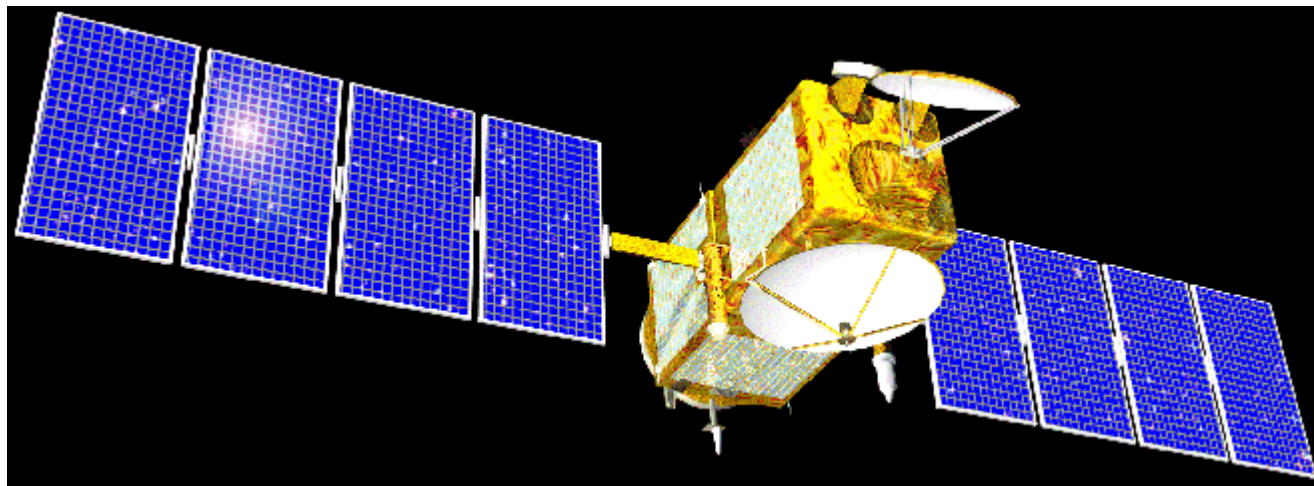
Obsah

- Definice problému
- Definice a popis signálu
 - Matematický popis, Perioda, frekvence
 - Vzorkování signálu, Aliasing
 - Informace v signálu
- Analýza signálů
- Operace se signály
 - Superpozice, dekompozice, modulace, konvoluce
- Příklady signálů

Definice problému

- Signál v praxi
 - EKG, EEG
 - Filtrace, komprese (mp3)
- Aplikace
 - Nedestruktivní testování
 - Echolokace(sonar), radar(stealth)
 - Geologie, archeologie

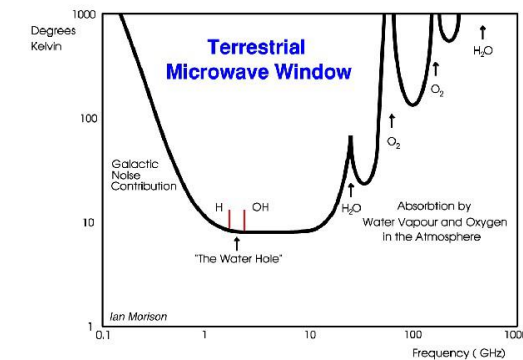
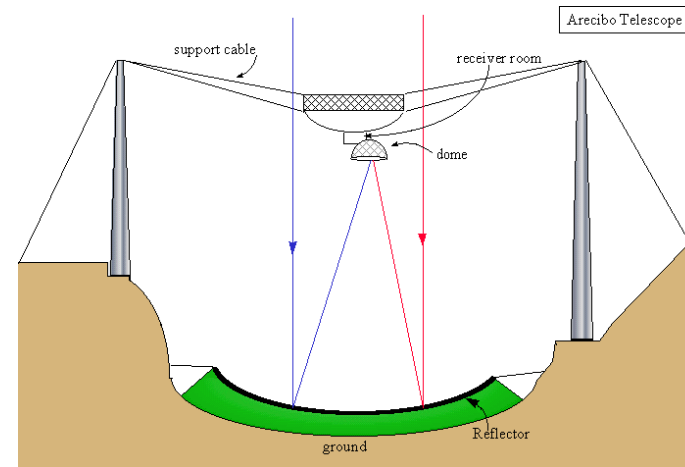




Více lze nalézt v [2].

Radiová astronomie - Seti

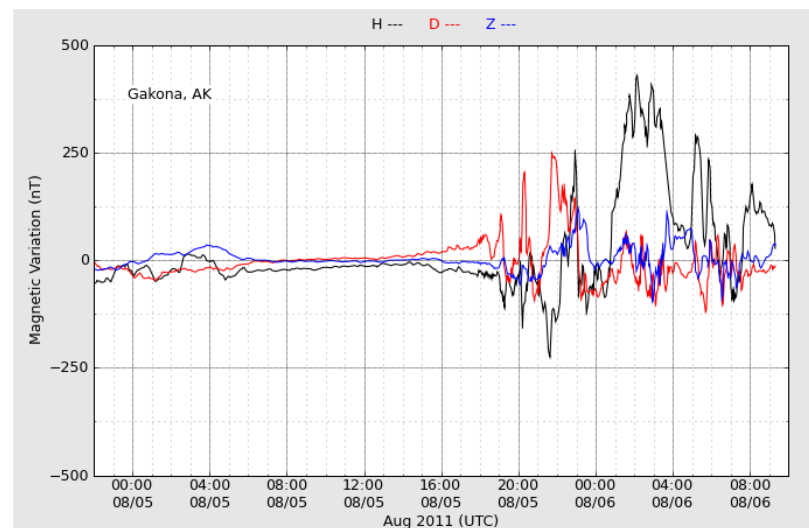
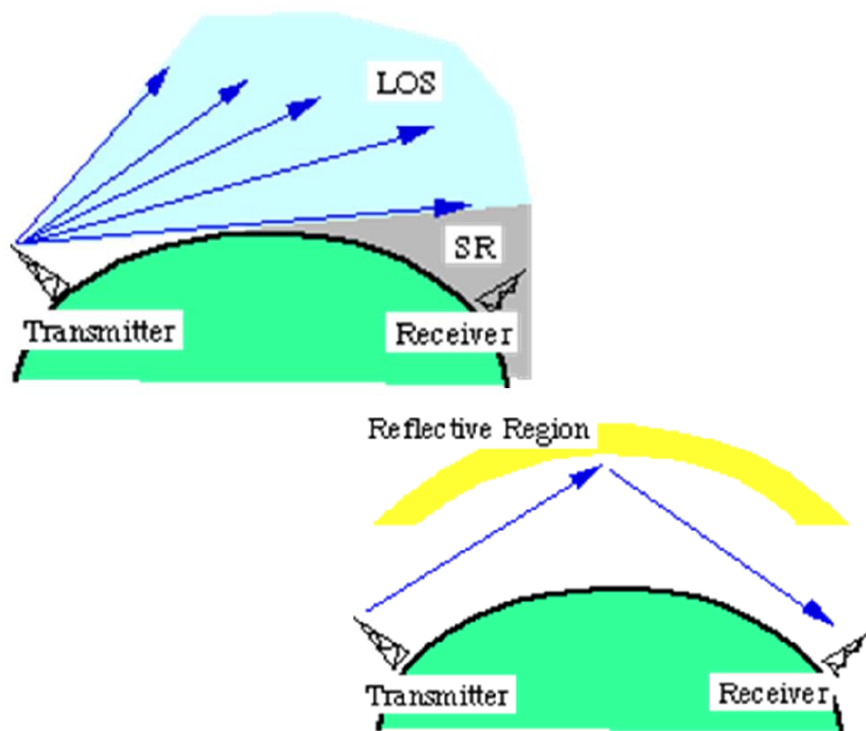
- Arecibo teleskop (305m !) (58 mil.signálů paralelně)



Více lze nalézt v [3],[4] a [5].

H.A.A.R.P.

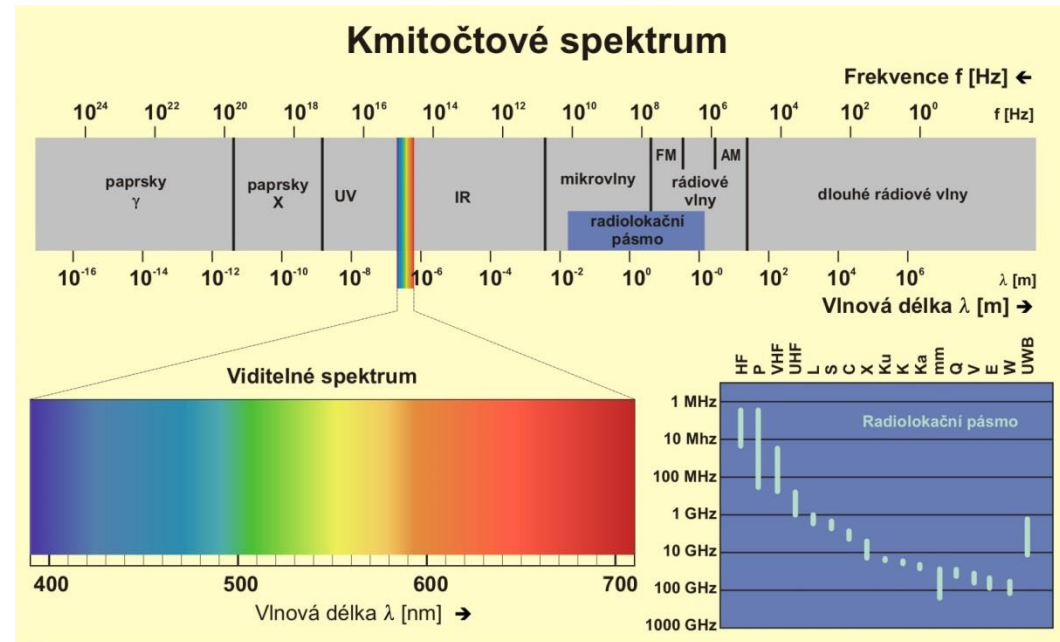
- Komunikace v ionosféře
 - Generace a vysílání signálu pomocí antén Vysokofrekvenční generátor: 3.6 mil. W

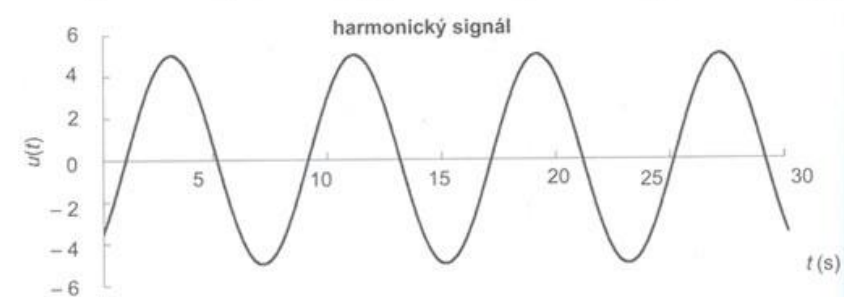
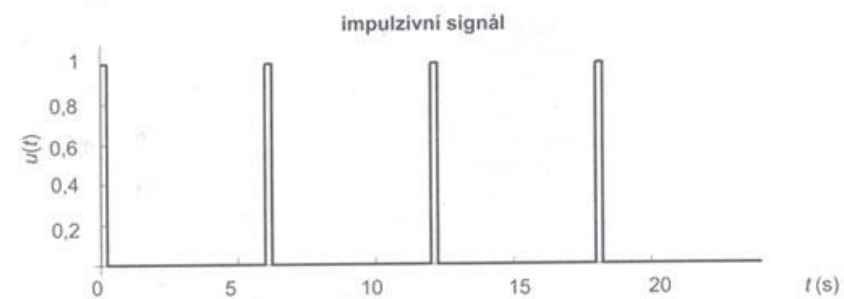
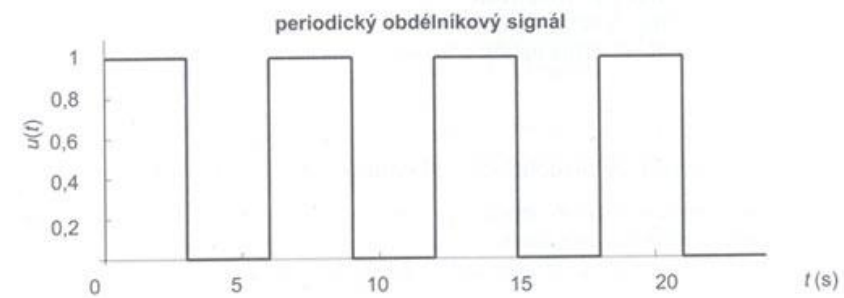
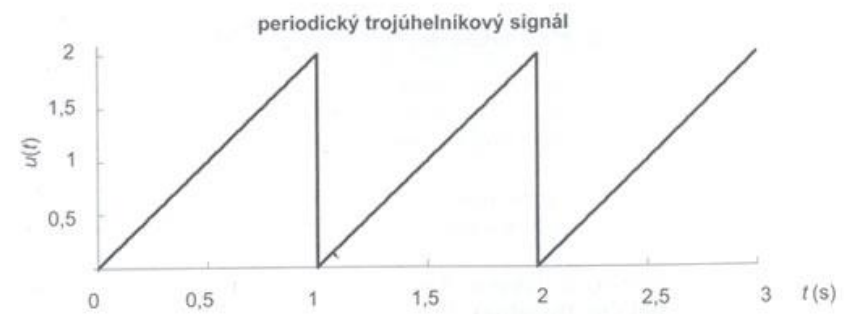


Více lze nalézt v [6].

Signál

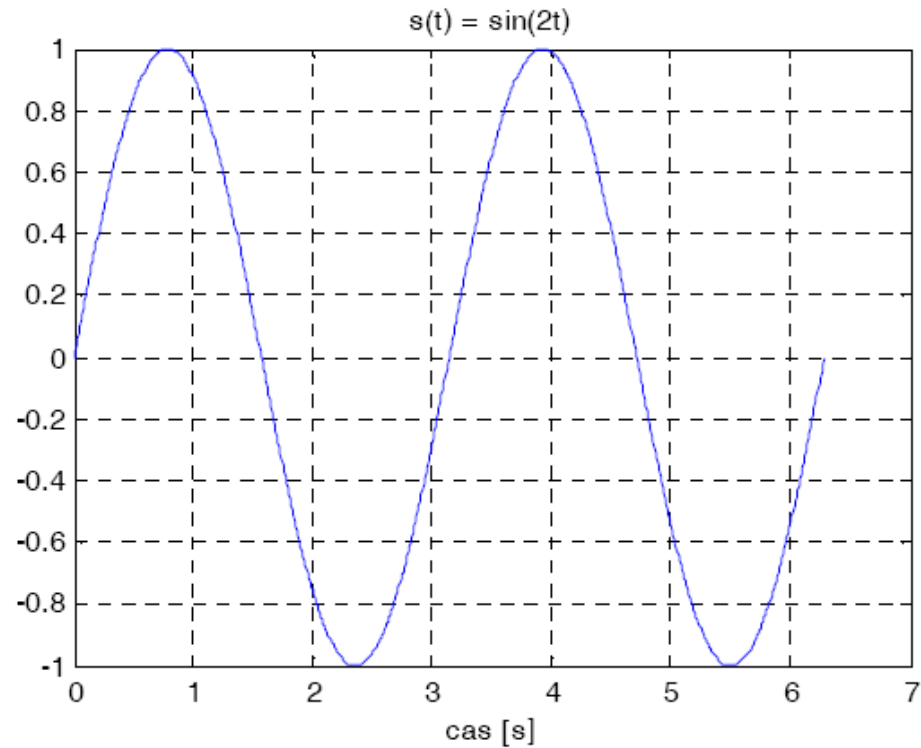
- Signál – informace
- Budeme používat 1D signál: $f(t)$
- Dělení signálů
 - ...
- Spektrum signálu
 - Frekvence
 - Perioda
 - Amplituda





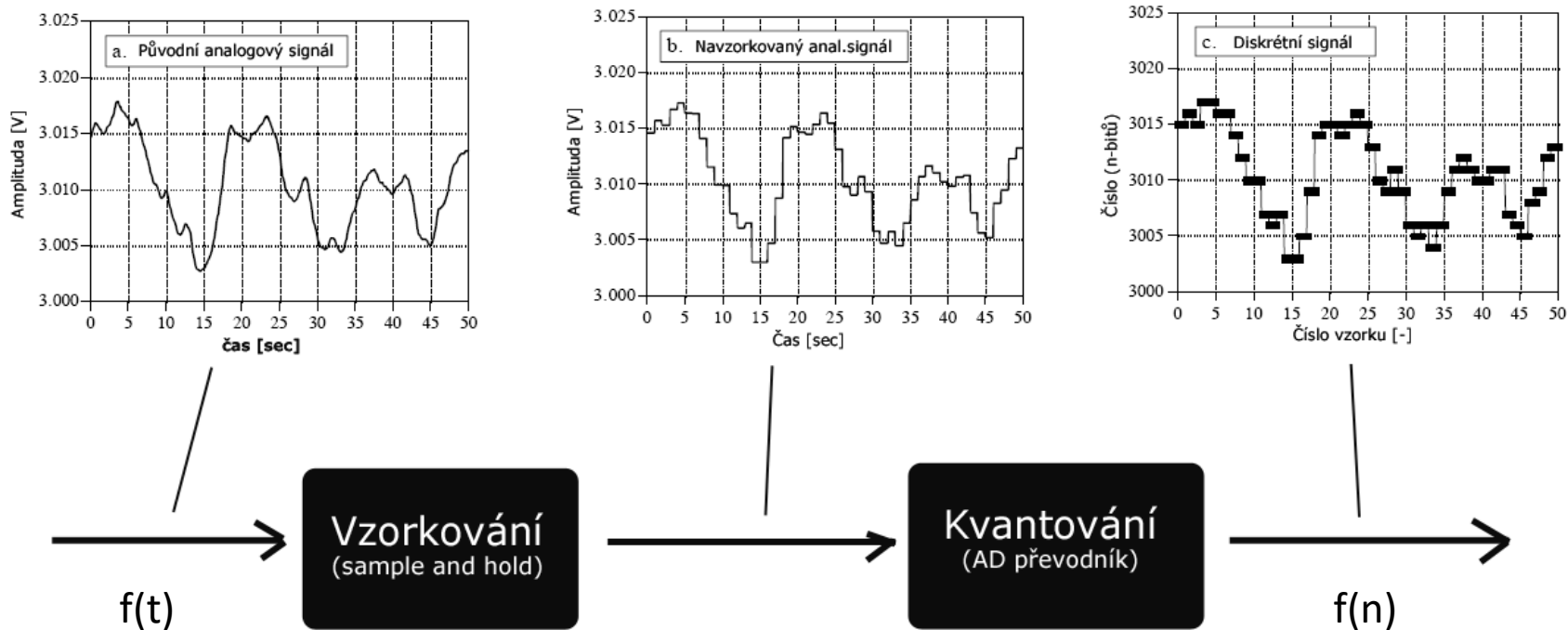
Harmonický signál

- $f(t) = A_0(t) \sin(\omega(t)t + \xi_0)$
- Frekvence f
- Perioda T
- Amplituda A_0
- Úhlová frekvence



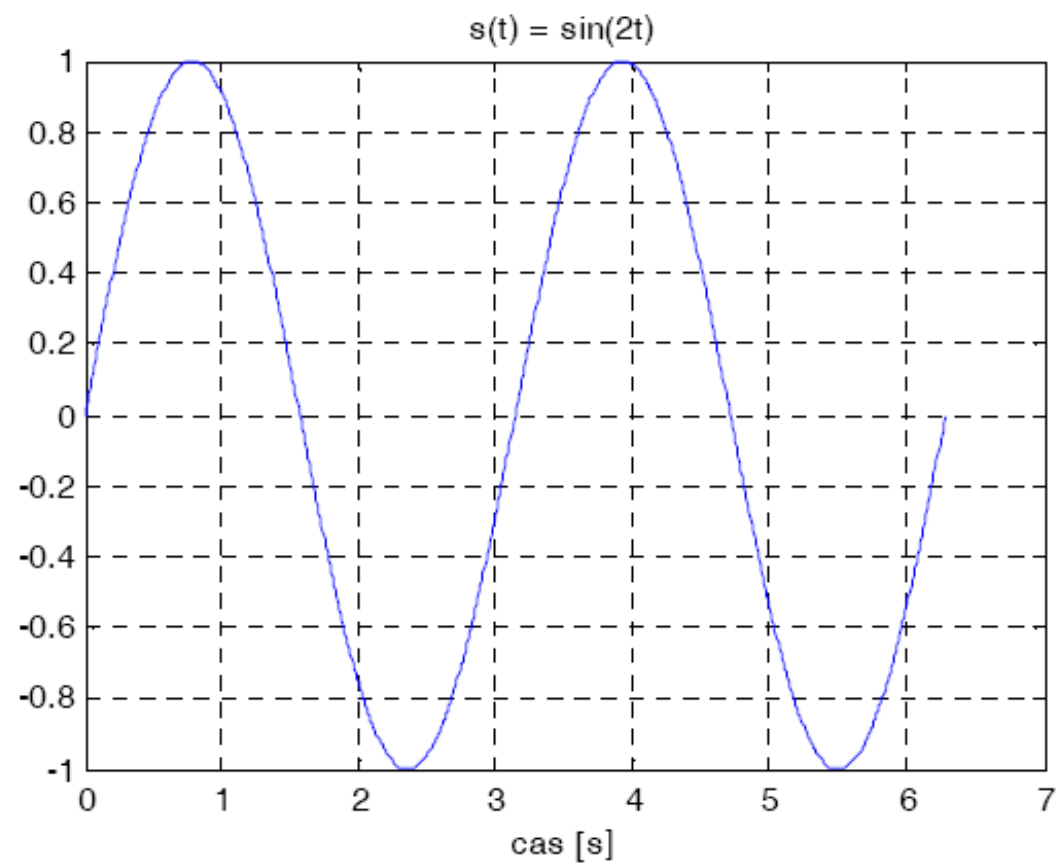
Digitalizace signálu

- převod analog/digital
 - Diskretizace osy t – vzorkování
 - Diskretizace funkce $f(t)$ - kvantování

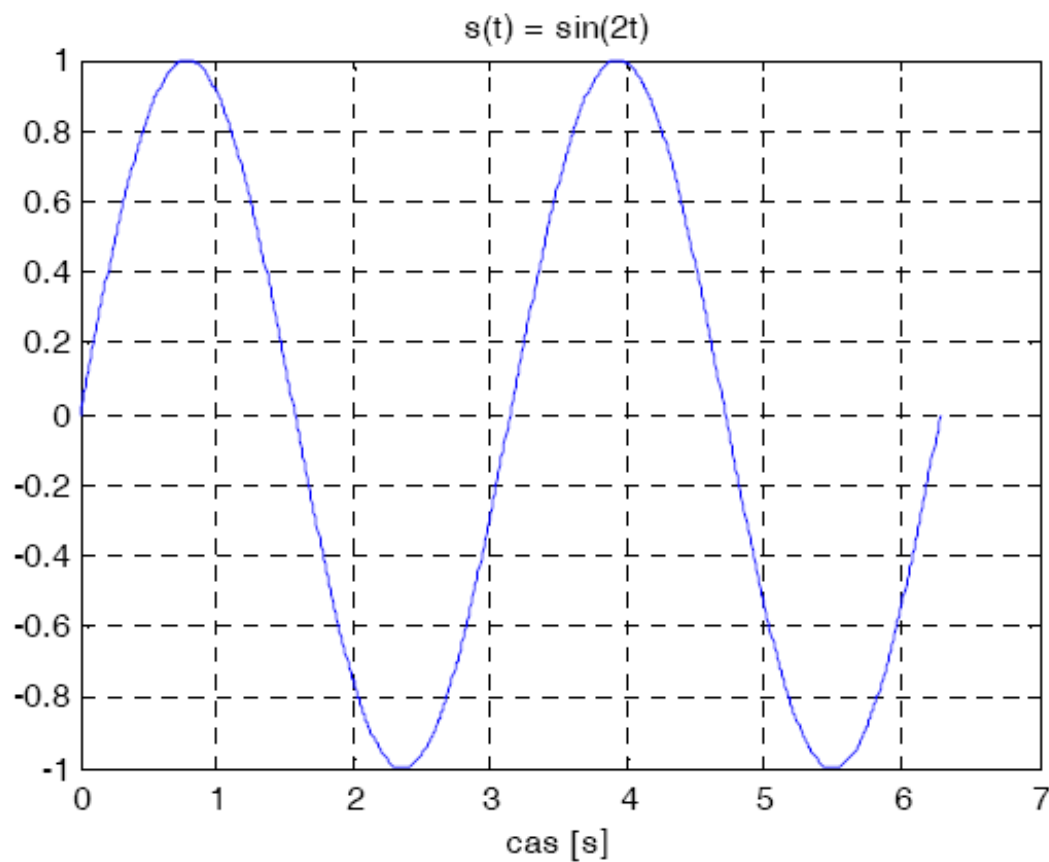


Více lze nalézt v [9] nebo v [10].

Jak budu vzorkovat ?

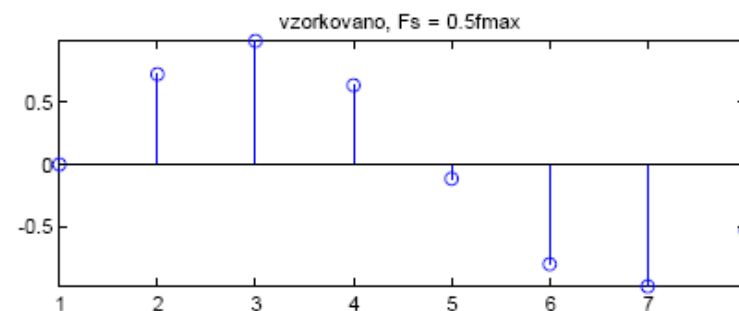
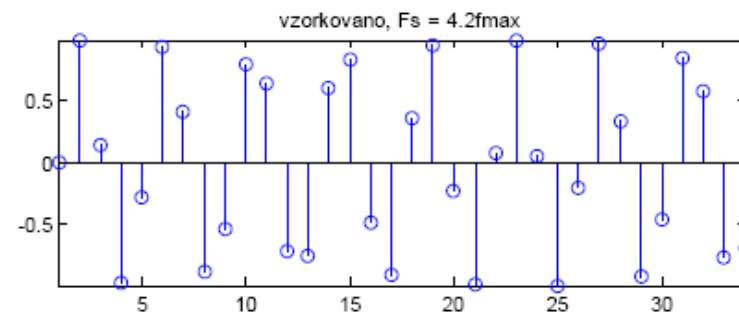
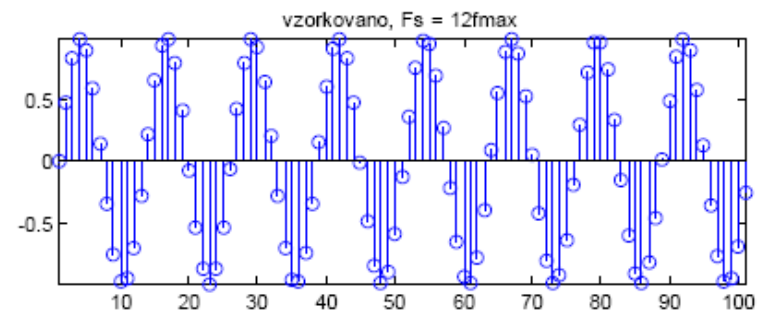
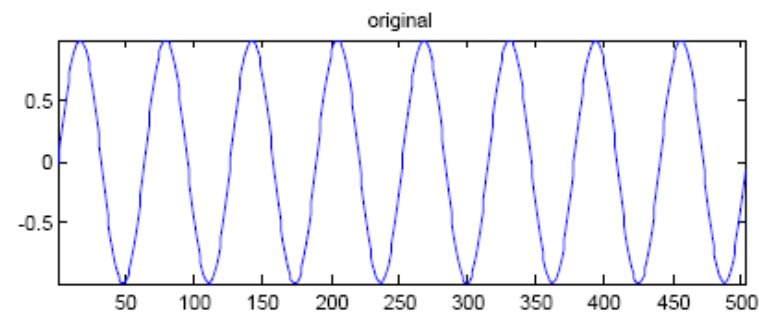


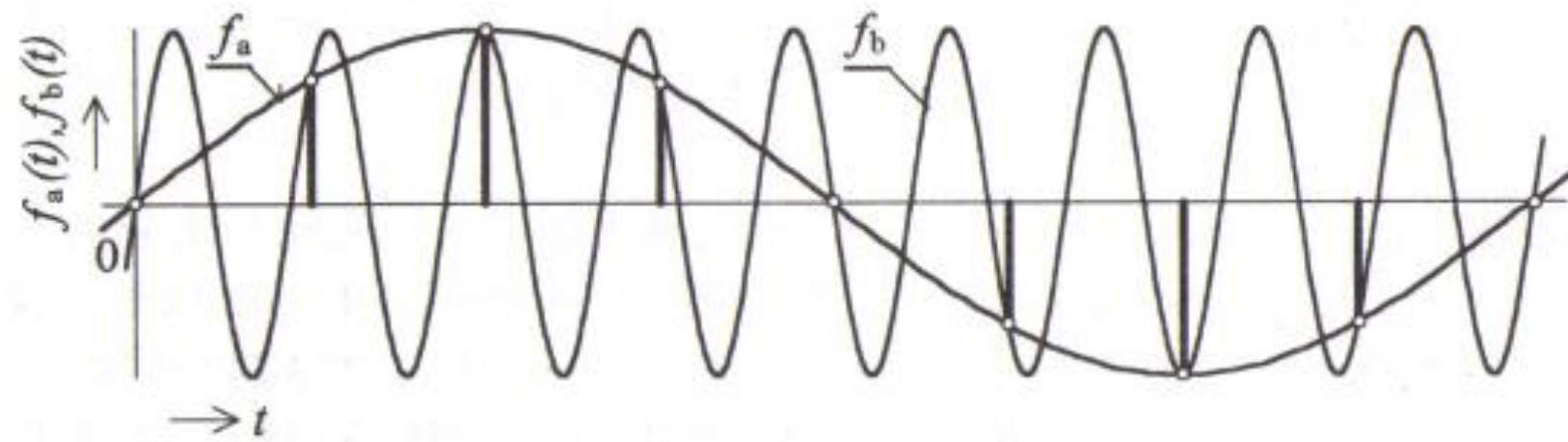
Jak budu vzorkovat ?



$$\text{Nyquist : } F_s > 2f_{\max}$$

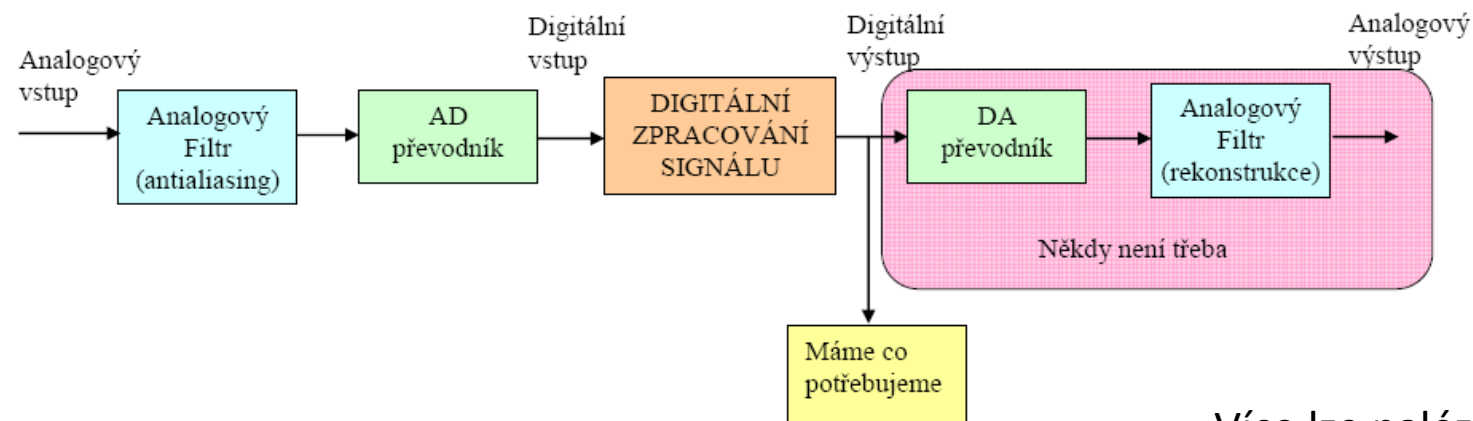
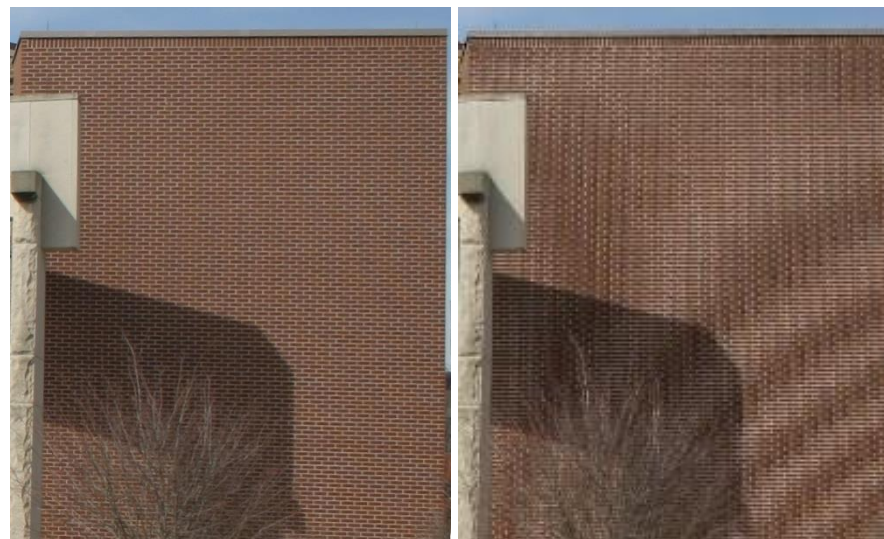
Vykreslit v Matlabu





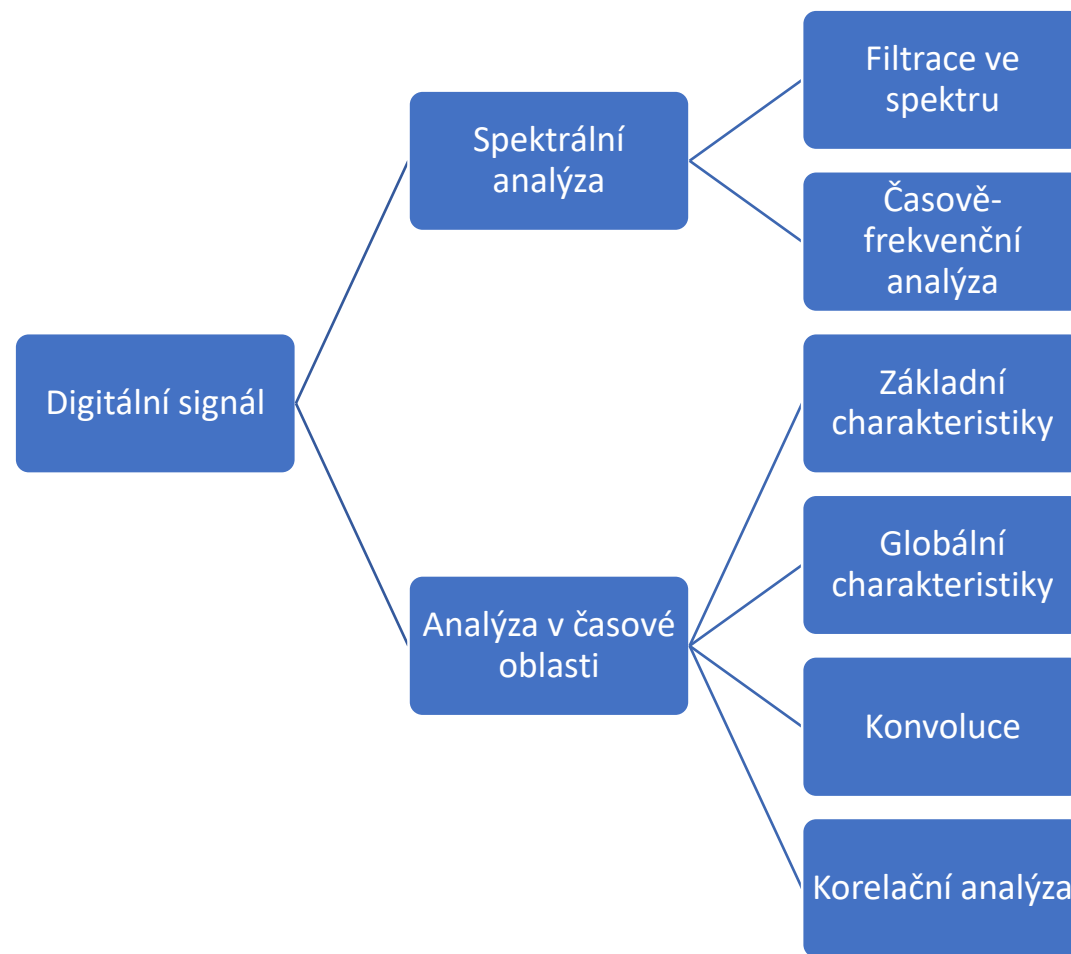
Falešné signály = falešné informace

- Rotační pohyb
- Moaré (interference)
 - Počet pixelů vs. počet čar
 - CCD kamera/počet čar
- AA filter



Více lze nalézt v [9] nebo v [11].

Analýza signálů

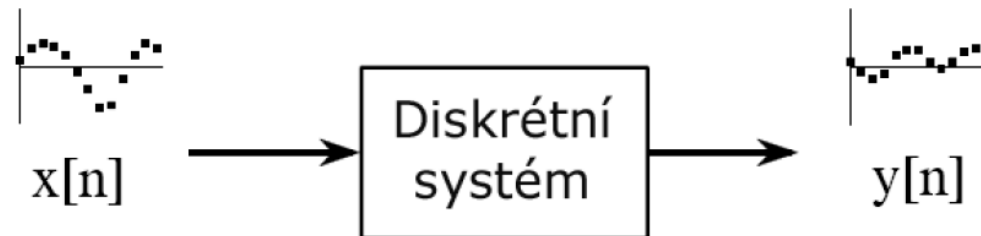


Operace se signály

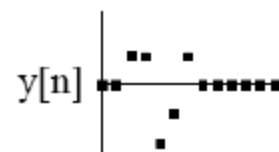
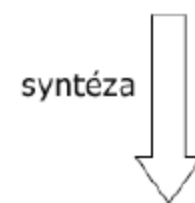
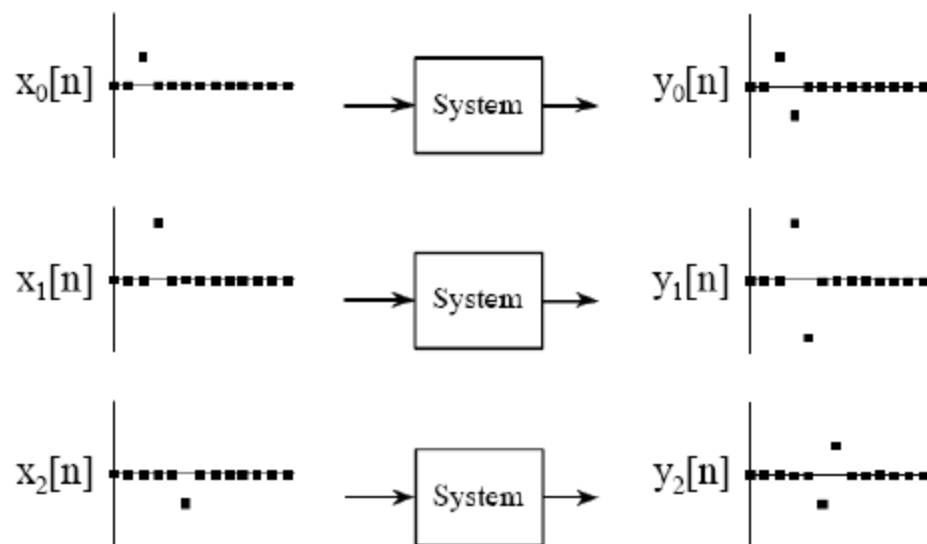
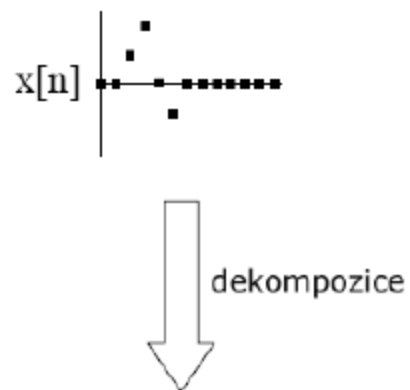
- Superpozice signálu
 - Složitý signál $y(t) = x_0(t) + x_1(t) + x_2(t) + \dots$
 - Platí pro lineární systémy
- Systém



- Harmonický



Princip superpozice



Rozklad na jednoduché signály-dekompozice

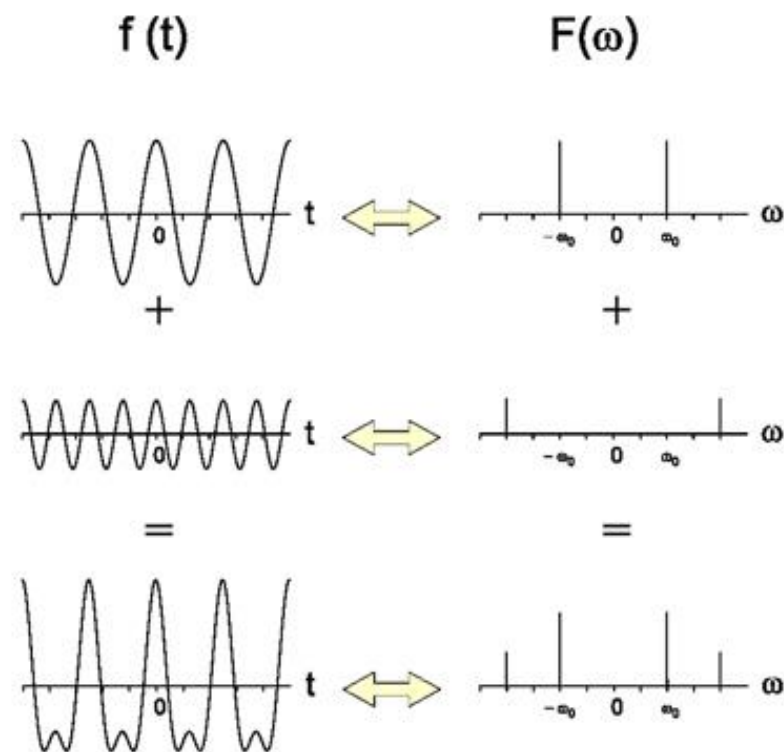
- Fourierova dekompozice
- *Každá periodická funkce může být rozložena do fourierovy řady.*

- Transformace

- $f(t) \rightarrow F(\omega)$

- Zpětná transformace

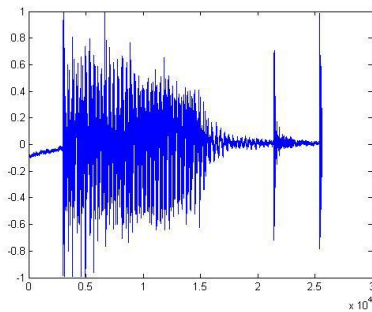
- $F(\omega) \rightarrow f'(t)$



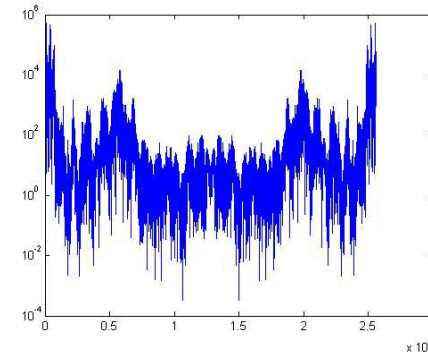
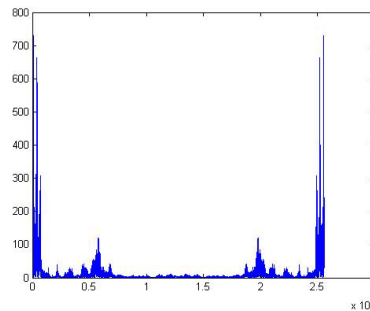
Kepstrální analýza

- Navazuje na FFT
 - Rychlost změny ve spektru
 - Analýza řeči (písmeno **e**)

$f(t) \rightarrow F(\omega)$



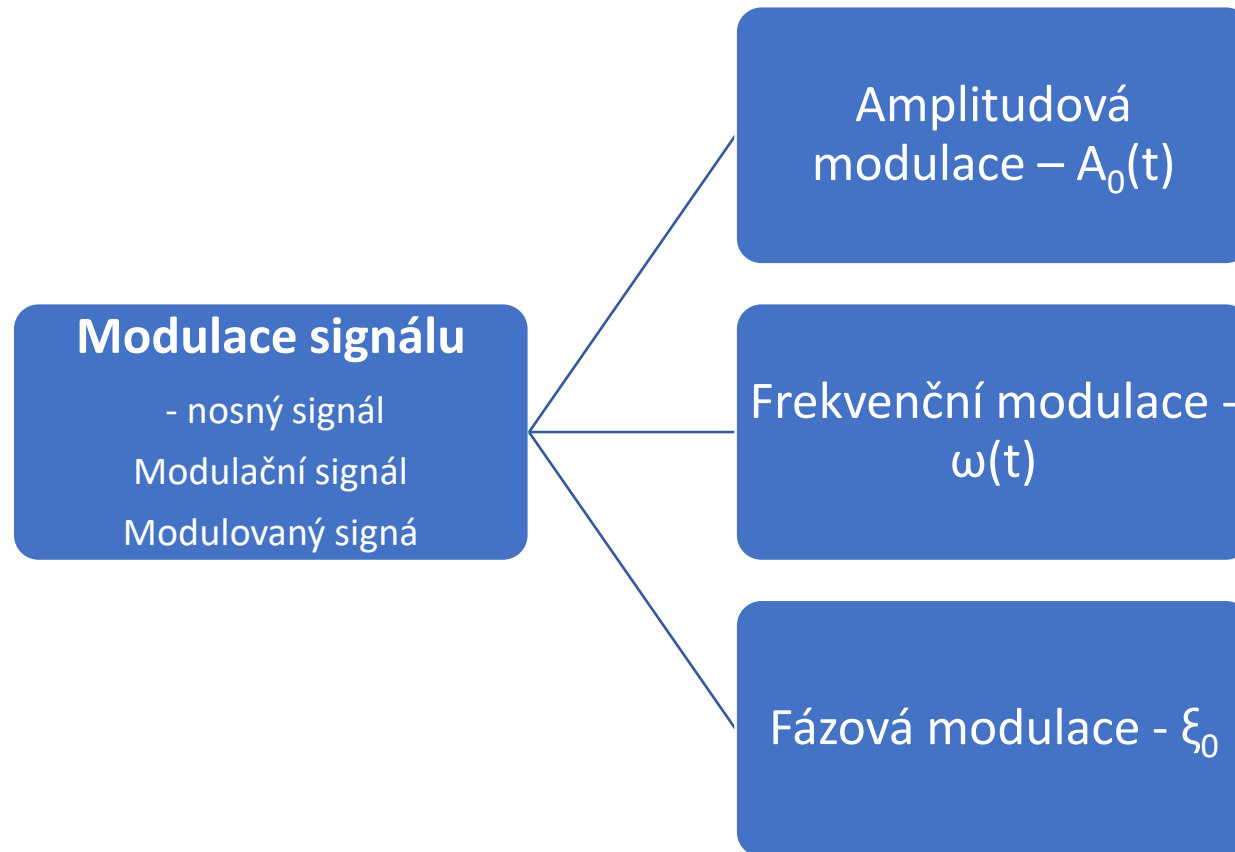
$F(\omega) \rightarrow F(\omega)^2$



Více lze nalézt v [12].

Modulace signálu

- $f(t) = A_0(t) \sin(\omega(t)t + \xi_0)$



Modulace signálu

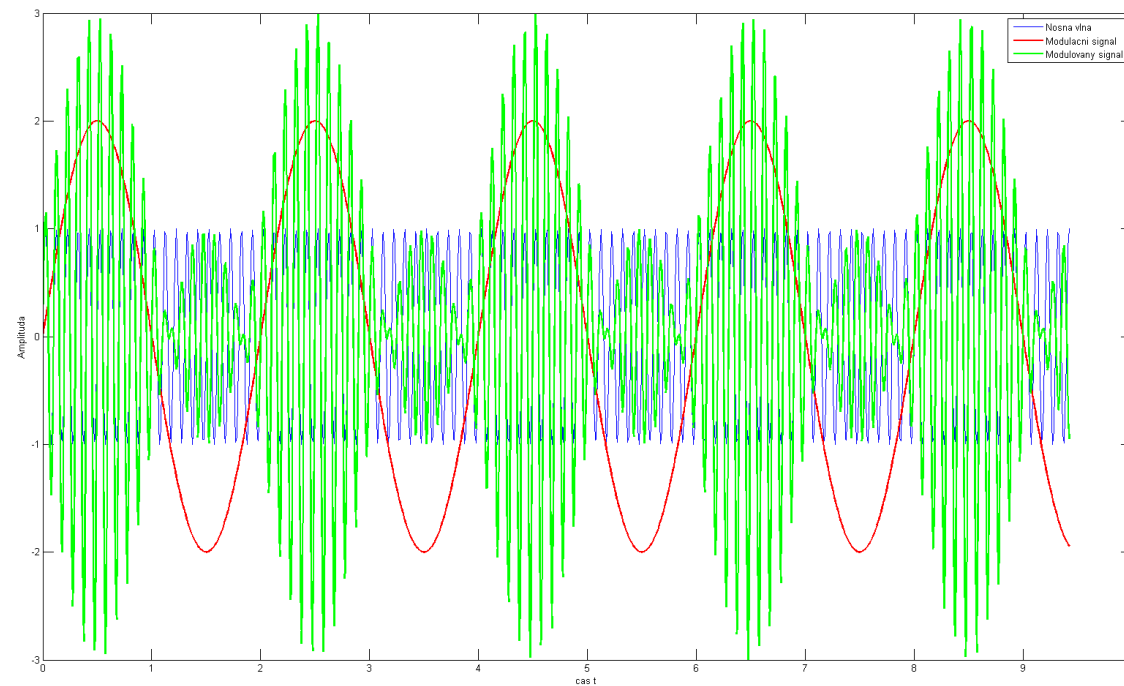
- Pomocí vhodného signálu se mění charakter nosného signálu.
- Přenos a záznam elektrických nebo optických signálů (dokážeme popsat vlnou)
- TV, rádio, rozhlas
 - AM, FM, ...

Amplitudová modulace

- Nosný signál: $f(t) = A_0 \sin(\omega t)$
- Modulační signál: $m(t) = M \sin(\varphi t + \xi)$
 - ξ fáz.posun vůči nosné vlně
- Amplitudová modulace
 - $A = A_0 + m(t)$
 - $y(t) = (A_0 + M \sin(\varphi t + \xi)) \sin(\omega t)$

Modulace signálu

- Amplitudová modulace s plnou nosnou vlnou



Frekvenční a fázová modulace

- Frekvenční modulace

- Nosný signál: $f(t) = A_0 \sin(\omega(t)t + \xi)$
- Modulační signál: $\omega(t) = \omega + \Delta\omega \cos(\varphi t)$
 - $\Delta\omega$ – frekvenční zdvih

- Fázová modulace

- Nosný signál: $f(t) = A_0 \sin(\omega_c t + \xi_c)$
- Modulační signál: $m(t) = M \sin(\omega_m t + \xi_m)$
- Modulovaný signál: $y(t) = C \sin(\omega_c t + m(t) + \xi_c)$

Literatura

- [1] D. L. Anderson, J. Natland, Proceedings of the National Academy of Sciences 111(41), 2014, DOI: 10.1073/pnas.1410229111
- [2] Jason-1, ESA 2000-2019 [cit. 2019-01-17], dostupné z: <https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/j/jason-1>
- [3] Arecibo, Seti Institute [cit. 2019-01-17], dostupné z: <https://www.seti.org/arecibo>
- [4] Arecibo Observatory, [cit. 2019-01-17], dostupné z: <http://www.naic.edu/ao/>
- [5] How the Arecibo telescope works, [cit. 2019-01-17], dostupné z: http://hosting.astro.cornell.edu/academics/courses/astro201/ao_scheme.htm
- [6] High-frequency Active Auroral Research Program (HAARP), [cit. 2019-01-17], dostupné z: <https://www.gi.alaska.edu/facilities/haarp>
- [7] Frekvenční a vlnová pásma, [cit. 2019-01-17], Dostupné z: <https://forum.valka.cz/topic/view/84604/Sirení-radiových-vln>
- [8] Zdroje periodických signálů, [cit. 2019-01-17], Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/zdroje-periodickych-signalu>
- [9] Jiří Krejsa, Základ zpracování signálu, [cit. 2019-01-17], dostupné z: <https://docplayer.cz/24302145-Zaklady-zpracovani-signalu.html>.
- [10] Sophocles J. Orfanidis, *INTRODUCTION TO Signal Processing*, Prentice-Hall, Inc., 2009, ISBN 0-13-209172-0.
- [11] Ask a Mathematician / Ask a Physicist, Why is it that photographs of wire mesh things, like window screens and grates, have waves in them? , , [cit. 2019-01-17], dostupné z: <https://www.askamathematician.com/2012/01/q-why-is-it-that-photographs-of-wire-mesh-things-like-window-screens-and-grates-have-waves-in-them/>
- [12] Adam Vůjtek, *Kepstrální analýza a liftrování lidské řeči*, bakalářská práce VŠB-TU Ostrava, 2013.