



## Digitalna obradba signala

Profesor  
Branko Jeren

4. listopada 2007.



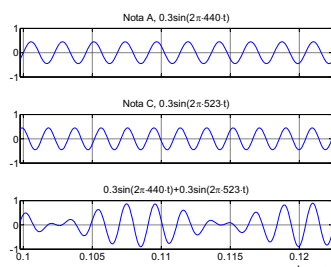
## Zbroj dva sinusoidna signala 1

- pokazano je kako je signal koji generira glazbena vilica sinusoidni signal frekvencije 440 Hz
- pokazano je da je sinusoidni signal te frekvencije možemo generirati računalom
- generirajmo sada sinusoidni signal frekvencije 523 Hz koji odgovara noti C
- istovremeno "sviranje" nota A i C kao rezultat daje



## Zbroj dva sinusoidna signala 2

- istovremeno "sviranje" nota A i C je zapravo zbroj sinusoidnih signala frekvencije 440Hz i 523Hz i njihov zbroj je prikazan na slici

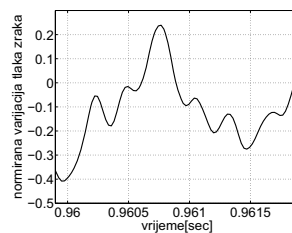


Slika 1: Nota A + Nota C



## Signal je suma više sinusoida

- podsjetimo li se kratkog odsječka signala glazbe "Wild Thing"



Slika 2: Signal glazbe

- možemo prepoznati da je i taj signal moguće prikazati kao zbroj više sinusoidnih signala različitih frekvencija



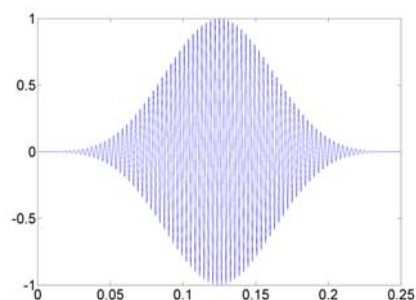
## Generiranje signala glazbe

- svakoj glazbenoj noti pridružuje se signal odgovarajuće frekvencije
- vrlo izravan, i vrlo pojednostavljen, način "sviranja" neke glazbe svodi se na generiranje "sinusoidnih" signala čija frekvencija odgovara potrebnim notama
- poslušajmo jednu takvu računalnu "svirku"
- svakoj glazbenoj noti pridružuje se sinusoidni signal odgovarajuće frekvencije
- kako note mogu biti različite duljine trajanja sinusoidni signal treba vremenski ograničiti odgovarajućim vremenskim otvorom
- za potrebe danog primjera korišten je vremenski otvor Blackman-Harris



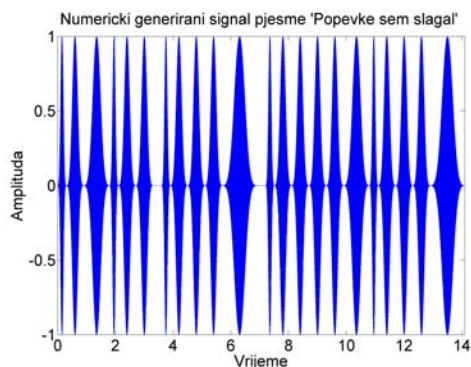
## Jedan način numeričkog generiranja glazbenih nota

- na slici je prikaz generacije note E modulacijom sinusoidnog signala frekvencije 330 Hz s Blackman-Harrisovim otvorom





## Signal glazbe u vremenskoj domeni



## Digital Sound Synthesis<sup>1</sup>

- Wavetable Synthesis
- Recorded or synthesized musical events stored in internal memory and played back on demand
- Playback tools consists of various techniques for sound variation during reproduction such as pitch shifting, looping, enveloping and filtering
- Example: Giga Sampler

<sup>1</sup>Dobrotom autora: Prof. dr. Sanjit Mitra, University of California, Santa Barbara



## Digital Sound Synthesis<sup>2</sup>

- Physical Modeling
- Models the sound production method
- Physical description of the main vibrating structures by partial differential equations
- Most methods based on wave equation describing the wave propagation in solids and in air
- Example: Tenor saxophone, (CCRMA, Stanford)

<sup>2</sup>Dobrotom autora: Prof. dr. Sanjit Mitra, University of California, Santa Barbara

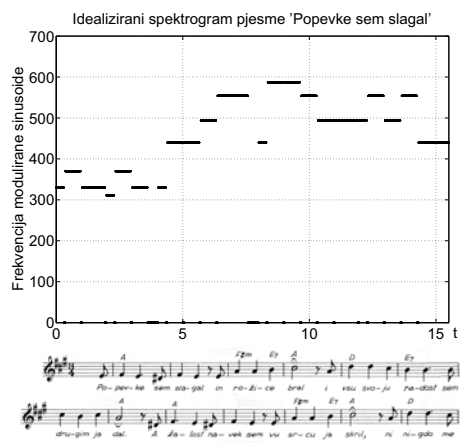


## Spektrogram

- prije prikazani signal glazbe za pjesmu "Popevke sam slagal" možemo interpretirati i na sljedeći način
- sintetiziraj vremenski ograničenu sinusoidu frekvencije koja odgovara prvoj noti u trajanju prve note, pa zatim sintetiziraj vremenski ograničenu sinusoidu frekvencije koja odgovara drugoj noti . . .
- ovaj postupak možemo prikazati i slikom i kasnije će biti objašnjeno kako se ovakav način prikaza signala zove spektrogram
- slika koja slijedi ilustrira kako notni zapisi po kojima ljudi sviraju slijede upravo ovaj način prikaza informacije koju nosi signal glazbe



## Note i spektrogram



## Note i spektrogram

- usporedba vremenske domene i spektrograma

