

Furijeova transformacija u multimedijama

Predmet: Multimedijalni signali i sistemi

Predavač: dr Nataša Savić

Asistent: Nikola Milutinović

Diskretna Furijeova transformacija

Najčešće korišćena transformacija u audio obradi.

Zašto se koristi:

- Audio signal je diskretan i konačne dužine
- FFT omogućava brzu spektralnu analizu
- Ključna za perceptivno kodovanje

Gde se koristi:

- MP3 (analiza spektra)
- AAC
- Analiza govora
- Filtriranje i ekvilajzeri
- Detekcija frekvencije i tonaliteta

%% 1) Generisanje audio signala (samostalno, bez učitavanja fajla)

```
fs = 44100;           % frekvencija uzorkovanja [Hz]
T = 1.0;             % trajanje [s]
t = 0:1/fs:T-1/fs;  % vremenska osa (tačno N uzoraka)
```

% Komponente signala (tonovi)

```
f1 = 440;           % A4
f2 = 880;           % 2. harmonik
f3 = 1760;          % 4. harmonik
```

% Sintetički audio signal (normalizovan)

```
x = 0.70*sin(2*pi*f1*t) + 0.25*sin(2*pi*f2*t) + 0.10*sin(2*pi*f3*t);
x = x + 0.01*randn(size(x));      % mala količina belog šuma
x = x / max(abs(x));              % normalizacija na [-1, 1]
```

%% 2) FFT (DFT)

```
N = length(x);      % broj uzoraka (DFT dužina)
X = fft(x);         % DFT realizovana FFT algoritmom
```

% Frekvencijska osa (u Hz)

```
f = (0:N-1) * (fs/N);
```

%% 3) Jednostrani amplitudni spektar (realan signal -> simetričan spektar)

```
Nhalf = floor(N/2) + 1; % broj tačaka u jednostranom spektru
f1s = f(1:Nhalf);
```

% Amplituda (skalirana):

% - deljenje sa N daje pravilno skaliranje amplitude
 % - faktor 2 za sve komponente osim DC i Nyquist (ako postoji) jer prelazimo na jednostrani spektar

```
A = abs(X)/N;
A1 = A(1:Nhalf);
A1(2:end-1) = 2*A1(2:end-1);
```

% Faza

```
PHI = angle(X);
PHI1 = PHI(1:Nhalf);
```

%% 4) Prikaz u vremenu (prvih nekoliko ms)

```
t_show = 0.01; % 10 ms
Ns = round(t_show*fs);
```

```
figure;
plot(t(1:Ns), x(1:Ns), 'LineWidth', 1.2);
grid on;
xlabel('t [s]');
ylabel('Amplituda');
title('Audio signal u vremenskom domenu (prvih 10 ms)');
```

%% 5) Prikaz amplitudnog spektra

```
figure;
plot(f1s, A1, 'LineWidth', 1.2);
grid on;
xlabel('f [Hz]');
ylabel('|X(f)| (skalirano)');
title('Jednostrani amplitudni spektar (FFT/DFT)');
```

% Ograničenje prikaza (npr. do 5 kHz, jer su tonovi u niskom opsegu)

```
xlim([0 5000]);
```

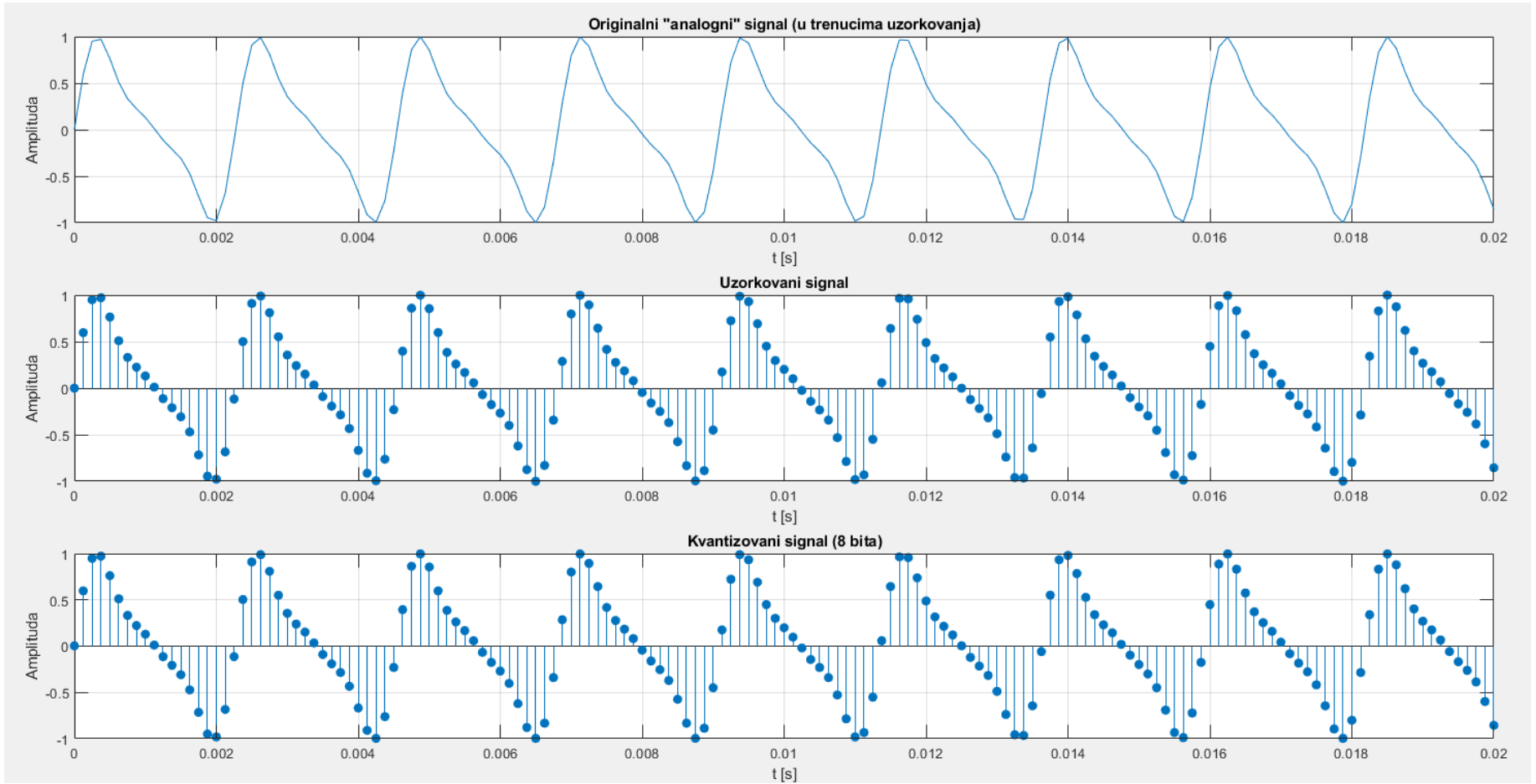
%% 6) Prikaz spektra u dB (korisno za šum)

```
figure;
A1_dB = 20*log10(A1 + 1e-12); % +eps da se izbegne log(0)
plot(f1s, A1_dB, 'LineWidth', 1.2);
grid on;
xlabel('f [Hz]');
ylabel('Magnituda [dB]');
title('Jednostrani amplitudni spektar u dB');
xlim([0 5000]);
```

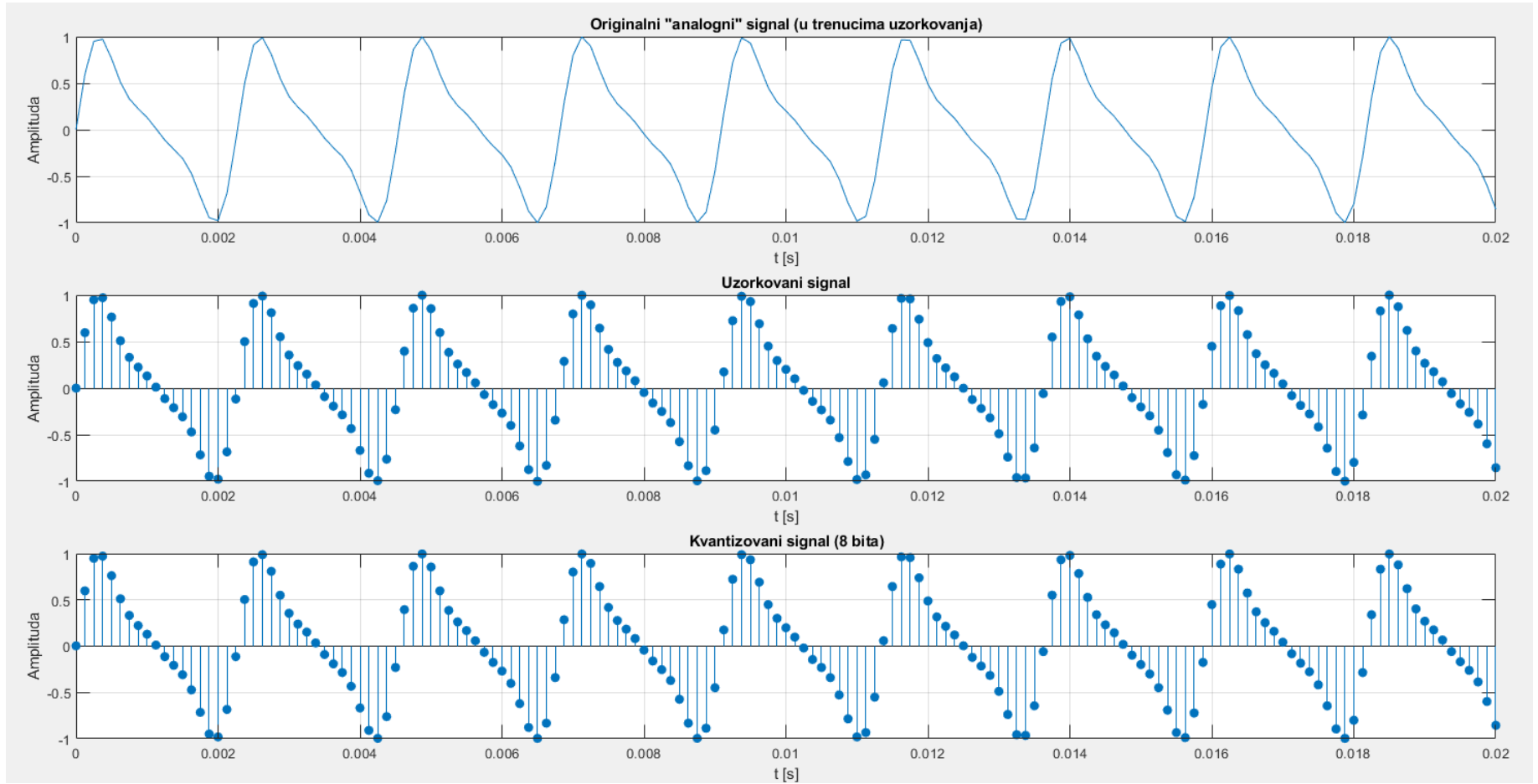
%% 7) Prikaz faze

```
figure;
plot(f1s, PHI1, 'LineWidth', 1.2);
grid on;
xlabel('f [Hz]');
ylabel('Faza [rad]');
title('Fazni spektar (jednostrano)');
xlim([0 5000]);
```

REZULTAT



REZULTAT



%%% PRIKAZ DIGITALNOG ZVUČNOG SIGNALA (UZORKOVANOG I KVANTIZOVANOG)

%%% Uzorkovani signal (diskretno vreme)

%% Kvantizovani signal (diskretno vreme + diskretna amplituda)

%% Opciono i binarnu PCM reprezentaciju

figure;

```
subplot(2,1,1);
```

```
stem(t_s(1:Nplot), x_s(1:Nplot), 'filled', 'LineWidth', 1.2);
```

```
title('Diskretizovan (uzorkovan) audio signal');
```

```
xlabel('t [s]');
```

```
ylabel('Amplituda');
```

```
grid on;
```

```
subplot(2,1,2);
```

```
stairs(t_s(1:Nplot), x_q(1:Nplot), 'LineWidth', 1.5);
```

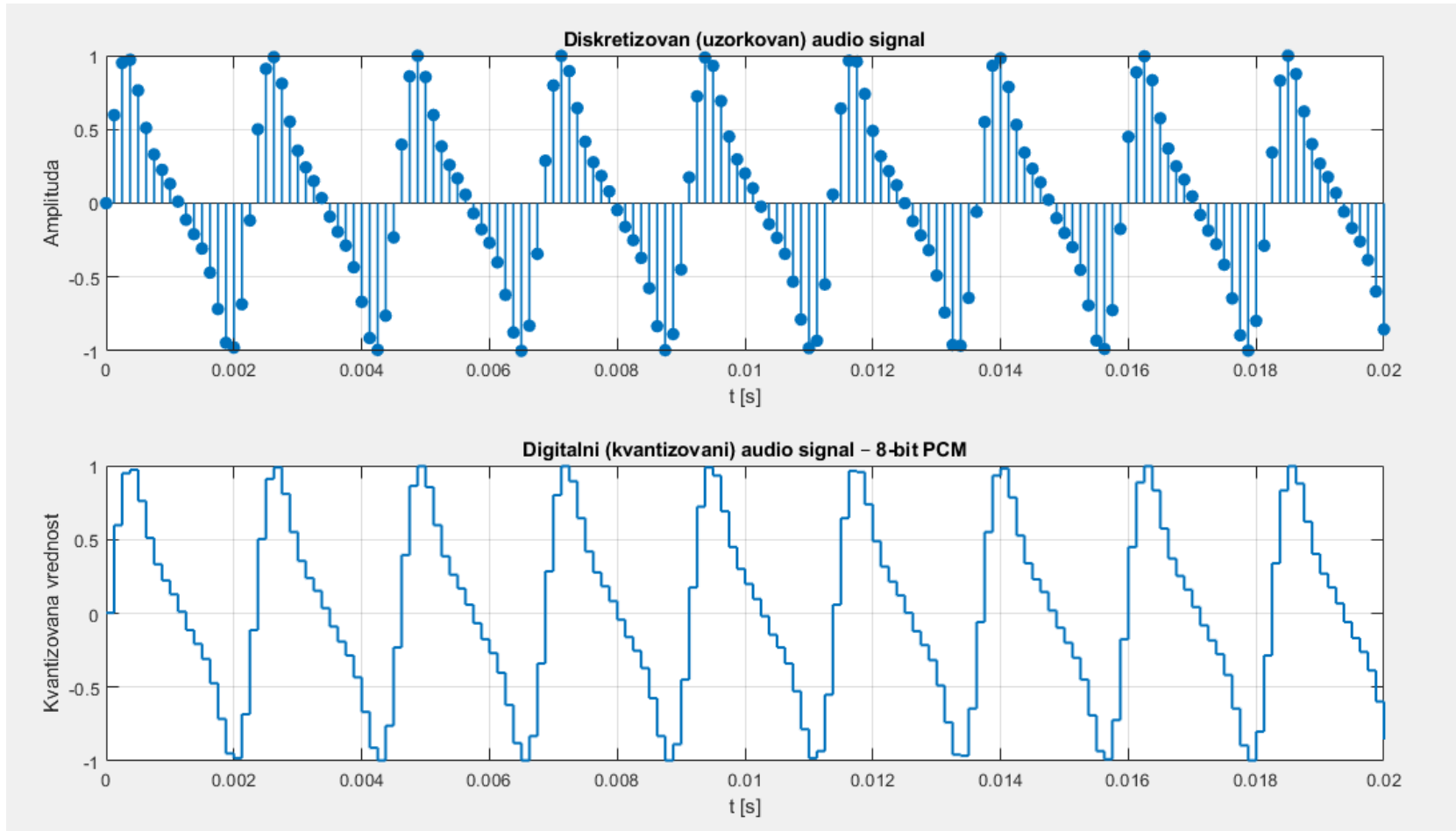
```
title(sprintf('Digitalni (kvantizovani) audio signal – %d-bit PCM', nBits));
```

```
xlabel('t [s]');
```

```
ylabel('Kvantizovana vrednost');
```

```
grid on;
```

REZULTAT



Hvala na pažnji!

PITANJA?

