

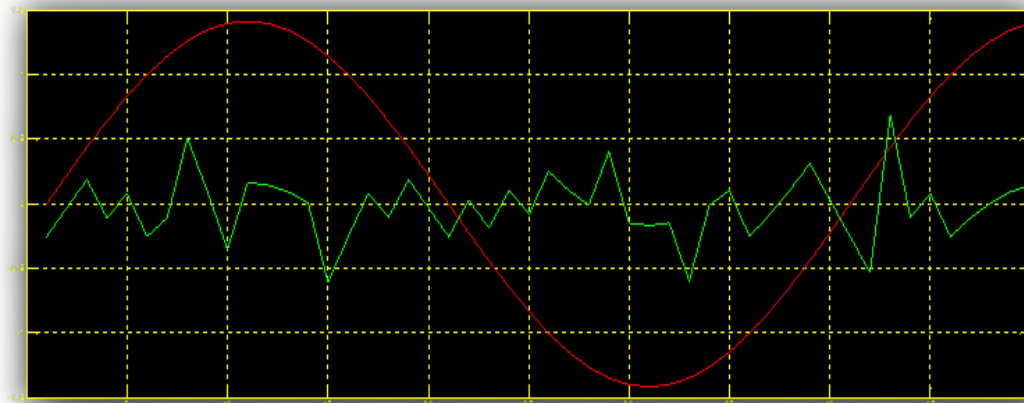
Sadržaj predavanja i vježbi:  
**Digitalna obrada signala SPIK03**  
**Digitalna obrada zvučnih signala SPIE09**

---

Viši predavač

**Ozren Bilan**

2010.



## DIGITALNA OBRADA SIGNALA SPIK03

### Laboratorijske vježbe

Ozren Bilan, viši predavač

datum	Oblik nastave	Tema	Ocjena
1.	Predavanja	<b>Uvod u DSP. Što je elektroakustika i akustički signal, temelji fiziološke i psihološke akustike</b> <b>Što je signal i osnovni signali?</b>	
	LAB vj. 1	<i>Uvod u MATLAB generiranje i obrada osnovnih signala.</i>	
2.	Predavanja	<b>Diskretni vremenski promjenjivi signali</b> <b>Uvod: vremenski kontinuirani signali-osnovni signali</b> <b>Teorem sampliranja, alias, kvantizacija, jitter, dither, diskretni vremenski signali, osnovni vremenski diskretni signali</b>	
	LAB vj. 2	<i>Generiranje diskretnih signala i suma sinusoidalnih signala, dokaz teorema sampliranja</i>	
3.	Predavanja	<b>Diskretni vremenski promjenjivi signali</b> <b>Vremenski diskretni sustavi, tipovi, kauzalni i nekauzalni signali i sustavi, generiranje šuma</b>	
	LAB vj. 3	<i>Analiza u diskretnom području, generiranje šuma, generiranje impulsnih sekvenci, gustoća spektra snage (PSD), Welch periodogram</i>	
4.	Predavanja	<b>Analiza u vremenskom području.</b> <b>Impulzni odziv, FIR i IIR sustavi, konvolucija, dekonvolucija</b>	
	LAB vj. 4	<i>Linearna i cirkularna konvolucija i dekonvolucija</i>	
5.	Predavanja	<b>Stabilnost sustava, tranzijentni step odziv, uvod u digitalne filtre, blok procesing, digitalna korelacija</b>	
	LAB vj. 5	<i>MATLAB stabilnosti sustava, korelacija i autokorelacija</i>	
6.	Predavanja	<b>Analiza u frekvencijskome području, Furierovi redovi, sinc funkcija, Dirichletova funkcija, Gibbsov učinak, Furierovi redovi, FT osnovnih signala</b>	
	LAB vj. 6	<i>Furierovi redovi, Gibbsov učinak, FT osnovnih signala</i>	
7.	Predavanja	<b>Furierov red u diskretnom vremenu, DFT osnovnih signala, frekvencijski odziv,</b>	
	LAB vj. 7	<i>FFT, DFT u Matlabu</i>	
8.	Predavanja	<b>DSP transformacije: obitelj Furierovih transformacija, Laplaceove transformacija</b>	
	LAB vj. 8	<i>Furierova transformacija osnovnih signala, DFT, FFT</i>	
9.	Predavanja	<b>DSP transformacije: z-transformacija, dijagram polova i nula, područje konvergencije, stabilnost, inverzna z-transf, metoda parcijalnih razlomaka</b>	
	LAB vj. 9	<i>z-transformacija, inverzna z-transf., dijagram polova i nula</i>	
10.	Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera: analogni i digitalni filtri, prijenosne funkcije, grupno kašnjenje, analogni filtri u Matlabu</b>	

	<b>LAB vj. 10</b>	<i>Projektiranje analognih filtera u Matlabu</i>
11.	Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera: tipovi digitalnih filtera, stabilnost, struktura, sinteza, sinteza uzorkovanjem, primjenom prozora, pravokutni, Barlettov, Hammingov,</b>
	<b>LAB vj. 11</b>	<i>Projektiranje digitalnih filtera u Matlabu</i>
12.	Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera: Hamming, blackman, optimalna sinteza. Rekurzivni filtri: Butterworth, Čebiševljevi, Eliptički ili Cauev filter</b>
	<b>LAB vj. 12, 13</b>	<i>Projektiranje digitalnih filtera u Matlabu</i>
13.	Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera: transformacija analognih u digitalne, bilinearna transformacija, metoda jednakog impulsnog odziva. Rekapitulacija sinteze.</b>
	<b>LAB vj. 14, 15</b>	<i>Projektiranje digitalnih filtera u Matlabu, antikauzalni filter nulte faze</i>
14.	Predavanja	<b>Građa i primjena digitalnih signalnih procesora, Codeci, Osobine sluha i govora. Proces nastajanja govora i nauke o govoru i glasu. Akustičke teorije nastanka i govorni model. Digitalni model govornog signala. Linearna predikcija govornih signala.</b>
	LAB vj. 15	KOLOKVIJ
15.		<i>Prezentacija SEMINARSKIH RADOVA</i> Analiza uspjeha
<b>Ocjena</b>		

Ocjena je rezultat poznavanja teorije, znanja programiranja DSP u Matlabu, a posebno izvođenja iscrpnih logičnih zaključaka u komentarima vježbi i točnošću odgovora na postavljena pitanja u vježbama i kolokviju



**NAPOMENA:** sve vježbe su MATLAB 64 bit verzija R2012a ver. Feb 12 2012

## UVOD

Ovo su vježbe dijela kolegija **SPIK03 Digitalna obrada signala**, koji se odnosi na zvučne signale. Obrada slika je u drugoj skripti. Ovaj dio vježbi može poslužiti kao uvod za kolegij **Digitalna obrada zvučnih signala**, koja se nalazi u ovoj datoteci nakon 177. stranice. Cilj ovih uvodnih vježbi je omogućavanje osnovnog uvida u principe

- Generiranja i temeljne obrade osnovnih signala.
- Generiranje diskretnih signala i suma sinusoidalnih signala, dokaz teorema sampliranja, kvantizacija, jitter, dither.
- Analiza u diskretnom području, generiranje šuma, generiranje impulsnih sekvenci, gustoća spektra snage (PSD), Welch periodogram
- Linearna i cirkularna konvolucija i dekonvolucija
- MATLAB stabilnosti sustava, korelacija i autokorelacija
- Furierovi redovi, FT osnovnih signala
- Gibbsov učinak

- Furierova transformacija osnovnih signala, DFT, FFT
- z-transformacija, inverzna z-transformacija, dijagram polova i nula
- Projektiranje analognih filtera u Matlabu
- Projektiranje digitalnih FIR filtera i vremenskih otvora u Matlabu
- Projektiranje digitalnih IIR filtera u Matlabu
- Usporedba filtera, optimalne sinteza REMEZ i projektiranje digitalnog antikauzalnog filtera nulte faze, određivanje impulsnog odziva filtra
- Analiza spektra digitalnim filtriranjem
- Struktura digitalnih zvučnih datoteka, snimanje i obrada zvuka
- Projektiranje digitalnih filtera u Matlabu, antikauzalni filter nulte faze

Vježbe se izvode programima MATLAB, programom ADOBE Audition, zvučnom karticom računala. Svaka vježba sastoji se od kratkog teoretskog uvoda, nekoliko skripti, funkcija i zadataka.

Uređaji, programi i MATLAB skripte:

- PC sa zvučnom karticom
- MatLab 32 i 64 bit, Adobe Audition
- MatLab skripte, funkcije i izvorne datoteke, mogu se prebaciti u računalo sa stranica sveučilišta ili dobiti na vježbama.
- Stereo slušalice ili aktivni zvučnici, elektret mikrofoni sa stalkom, potrebni kablovi. Poželjno je da svaki student ima vlastite slušalice i eventualno ekonomični elektret mikrofoni.
- **Cjelovite vježbe i svi seminarski radovi nalaze se u skripti kronološkim redom.**

**Prije početka vježbi...**

1. Od vas se očekuje da napišete vrlo detaljan izvještaj onog što ste radili na vježbi. Izvješće se piše za vrijeme vježbe, rukom, kako izvršavate postavljene zadatke. Rukom napisano izvješće se predaje na kraju vježbe, a detaljno izvješće se predaje slijedeći put prilikom dolaska na iduću vježbu. Oba izvješća se ocjenjuju. Vježba se predaje u obliku ispisa na papiru format A4 uvezano te u elektroničkom obliku sa svim snimljenim i obrađenim zvučnim datotekama u predviđenom formatu.
2. U izvješću je potrebno odgovoriti na sva pitanja i riješiti sve eventualne zadatke. Odgovori trebaju biti što potpuniji sa svim potrebnim objašnjenjima i formulama te ako je potrebno dijagramima, tablicama i snimljenim i obrađenim zvučnim datotekama na CD mediju.
3. Neke vježbe se rade u laboratoriju, a dio se dovršava kod kuće (ili u laboratoriju, ako ima vremena i mjesta) kao seminarski rad.
4. Objasnite sve što primjećujete. Ako vam nešto nije jasno slobodno pitajte *prije nego predate izvješće*.

**Literatura:**

- O. Bilan : **Akustika prostorija, zvučnici, pojačala i spojni vodovi**, ISBN 953-97685-0-0 UDK 681.84 : 534.84, Split, 1998
- O. Bilan : **Sustavi ozvučenja, snimanje zvuka i digitalna audio tehnika**, ISBN 953-97685-1-9 UDK 681.84:534.84, Split, 2005
- O. Bilan : **ELEKTROAKUSTIKA Bilan Audio Site, e-izdanje**, ISBN 978-953-97685-2-0 480409018 UDK 372.868.184(072.3) (086) 372.853.484(072.3) (086)
- O. Bilan : **SPIK03 Digitalna obrada signala**, Sveučilište u Splitu, Split, 2009
- O. Bilan : **Laboratorijske vježbe MATLAB: SPIK03 Digitalna obrada signala**, Sveučilište u Splitu, Split, 2009

**ver. 2012**

## DIGITALNA OBRADA ZVUČNIH SIGNALA SPIE09

### Laboratorijske vježbe

Ozren Bilan, viši predavač

	datum	Oblik nastave	Tema	Ocjena
1.		Predavanja	<b>Uvod u DSP</b> <b>Karakteristike kontinuiranih i diskretnih signala</b>	
		<b>LAB vj. 1</b>	<i>Načini snimanja zvuka i pohrana zvučnih datoteka</i>	
2.		Predavanja	<b>Analiza u vremenskom i frekvencijskom području</b>	
		<b>LAB vj. 2</b>	<i>Filter pomične srednje vrijednosti</i>	
3.		Predavanja	<b>DSP transformacije</b> <b>Fourierova, Laplaceova, Z, Hilbertova i Wavelet</b>	
		<b>LAB vj. 3</b>	<i>Projektiranje filtera Laplaceovom transformacijom Projektiranje filtra Z-transformacijom</i>	
4.		Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera I</b>	
		<b>LAB vj. 4</b>	<i>Projektiranje digitalnih filtera A FIR</i>	
5.		Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera II</b>	
		<b>LAB vj. 5</b>	<i>Projektiranje digitalnih filtera B IIR</i>	
6.		Predavanja	<b>Projektiranje digitalnih filtera III</b>	
		<b>LAB vj. 6</b>	<i>Analiza spektra glasanja plavetnog kita Generiranje Dopplerovog efekta proizvoljnoj zvučnoj datoteci s mogućnošću promjene brzine, visine i kuta izvora zvuka Obrada proizvoljnog signala digitalnim filtriranjem</i>	
7.		Predavanja	<b>Obrada zvučnih signala visoke rezolucije I</b>	
		<b>LAB vj. 7</b>	<i>DAC, naduzorkujući DAC i noise shaping HD signala</i>	
8.		Predavanja	<b>Obrada zvučnih signala visoke rezolucije II</b>	
		<b>LAB vj. 8</b>	<i>Delta sigma DAC i noise shaping HD signala Resempliranje s raznim tipovima oblikovanja šuma</i>	
9.		Predavanja	<b>Digitalna obrada govora I</b>	
		<b>LAB vj. 9</b>	<i>Uvod u analizu govornih signala Analiza govornih signala Linearna prediktivna obrada govora A i mi-krivulja kompandera</i>	
10.		Predavanja	<b>Digitalna obrada govora II</b>	
		<b>LAB vj. 10</b>	<i>Kepstralna analiza i homomorfno filtriranje Spektrogram govornog signala Linearna predikcija koeficijenata filtera Spektralna analiza govora u realnom vremenu</i>	
11.		Predavanja	<b>Sažimanje audio datoteka</b>	
		<b>LAB vj. 11,12</b>	<i>Zvučno sažimanje postupkom najmanjeg kvadrata Sažimanje zvučnih datoteka u MATLABU Verifikacija koncepta zvučnog maskiranja MATLAB prikaz kodiranja MPEG-1 Layer-3 (MP3) Sažimanje podataka valićem wavelet</i>	

		<i>Sažimanje dinamičkog područja audio signala postupkom Overlap-Add rekonstrukcije</i>
12.	Predavanja	<b>Uvod u umjetne neuralne mreže</b>
	<b>LAB vj. 13</b>	<i>Predikcija slijedeće vrijednosti zvučnog signala linearnim neuronom Adaptivna linearna predikcija zvučnog signala neuralnom mrežom</i>
13.	Predavanja	<b>Uvod u wavelet i fuzzy analizu</b>
	<b>LAB vj. 14</b>	<i>Eliminiranje šuma iz signala primjenom valića 1-D kontinuirana wavelet analiza Nedecimirana Wavelet analiza Wavelet analiza periodičnog signala uronjenog u šum Wavelet koherencija Wavelet skalogram primjenom 1D Wavelet analize Adaptivno poništavanje šuma fuzzy logikom</i>
14.	Predavanja	<b>Razlike DSP i procesora</b>
		<b>KOLOKVIJ 1-8</b>
15.		<b>KOLOKVIJ 9-14</b>
		<b>SEMINARSKI RADOVI:</b> DSP napredni alati, akvizicija podataka, NI kartica, akvizicija z. karticom Analiza uspjeha
OCJENA		

Ocjena je rezultat poznavanja teorije, znanja programiranja DSP u Matlabu, a posebno izvođenja iscrpnih logičnih zaključaka u komentarima vježbi i točnošću odgovora na postavljena pitanja u vježbama i kolokvijima



**NAPOMENA:** sve vježbe su MATLAB 64 bit

verzija R2012a ver. Feb 12 2012

#### Literatura:

- O. Bilan : **Akustika prostorija, zvučnici, pojačala i spojni vodovi**, ISBN 953-97685-0-0 UDK 681.84 : 534.84, Split, 1998
- O. Bilan : **Sustavi ozvučenja, snimanje zvuka i digitalna audio tehnika**, ISBN 953-97685-1-9 UDK 681.84:534.84, Split, 2005
- O. Bilan : **ELEKTROAKUSTIKA** Bilan Audio Site, e-izdanje, ISBN 978-953-97685-2-0 480409018 UDK 372.868.184(072.3) (086) 372.853.484(072.3) (086)
- O.Bilan : **SPIK03 Digitalna obrada signala**, Sveučilište u Splitu, Split, 2009
- O.Bilan : **Laboratorijske vježbe MATLAB: SPIK03 Digitalna obrada signala**, Sveučilište u Splitu, Split, 2009
- O.Bilan : **SPIE09 Digitalna obrada zvučnih signala**, Sveučilište u Splitu, Split, 2009
- O.Bilan : **Laboratorijske vježbe MATLAB: SPIE09 Digitalna obrada zvučnih signala**, Sveučilište u Splitu, Split, 2009

ver. 2012

## UVOD

Ovo su vježbe kolegija **SPIE09 Obrada zvučnih signala**. Cilj ovih vježbi je omogućavanje osnovnog uvida u principe

- **digitalnog filtriranja,**
- **zvučnih signale visoke definicije,**
- **primjene DSP na signale i govor,**
- **neuralnih mreža,**
- **sažimanje zvučnih podataka,**
- **wavelet analize i fuzzy logike primijenjene na zvučne signale,**
- **razlike DSP i procesora,**
- **naprednih alata i postupaka DSP.**

Vježbe se izvode programima MATLAB, primjenom sigma delta mjernog sustava CLIO, programom ADOBE Audition, DSP karticom NI, zvučnom karticom računala i asinkronim naduzorkujućim DAC.

Uređaji, programi i MATLAB skripte:

- PC sa zvučnom karticom
- PC za mjernim sustavom CLIO
- MatLab 32 i 64 bit, Adobe Audition, CLIO
- MatLab skripte, funkcije i izvorne datoteke, mogu se prebaciti u računalo sa stranica sveučilišta ili dobiti na vježbama.
- Stereo slušalice ili aktivni zvučnici, elektret mikrofoni sa stalkom, potrebni kablovi, NI DSP. Poželjno je da svaki student ima vlastite slušalice i eventualno ekonomični elektret mikrofoni.
- **Cjelovite vježbe i svi seminarski radovi nalaze se u skripti kronološkim redom.**

### Prije početka vježbi...

- Od vas se očekuje da napišete vrlo detaljan izvještaj onog što ste radili na vježbi. Izvješće se piše za vrijeme vježbe, rukom, kako izvršavate postavljene zadatke. Rukom napisano izvješće se predaje na kraju vježbe, a detaljno izvješće se predaje slijedeći put prilikom dolaska na iduću vježbu. Oba izvješća se ocjenjuju. Vježba se predaje u obliku ispisa na papiru format A4 uvezano te u elektroničkom obliku sa svim snimljenim i obrađenim zvučnim datotekama u predviđenom formatu.
- U izvješću je potrebno odgovoriti na sva pitanja i riješiti sve eventualne zadatke. Odgovori trebaju biti što potpuniji sa svim potrebnim objašnjenjima i formulama te ako je potrebno dijagramima, tablicama i snimljenim i obrađenim zvučnim datotekama na CD mediju.
- Neke vježbe se rade u laboratoriju, a dio se dovršava kod kuće (ili u laboratoriju, ako ima vremena i mjesta) kao seminarski rad.
- Objasnite sve što primjećujete. Ako vam nešto nije jasno slobodno pitajte *prije nego predate izvješće*.

**Podrazumjeva se da je student prethodno položio kolegij Digitalna obrada signala i izvršio propisane vježbe u prethodnoj skripti**