



**Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko**



**MERITVE  
LABORATORIJSKE VAJE  
VAJA 7**

Avtor: Tomaž Černe  
Mentor: Dušan Agrež  
Sodelavec: Gregor Babič  
Študijsko leto: 2002/2003

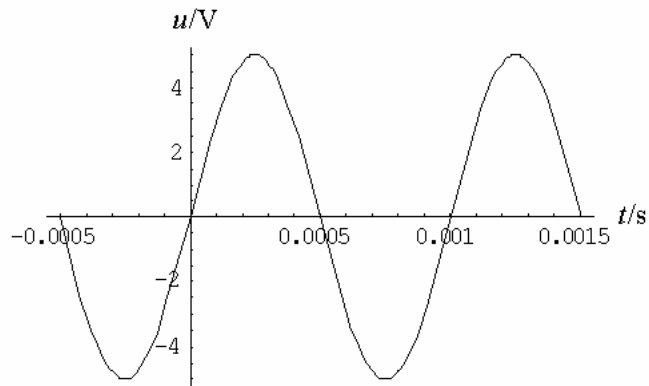
Datum izvedbe: 5.11.2002  
Čas: 15:15 – 17:00  
Temperatura: 24°C  
Vlažnost: 62 %

# SINUSNO VZBUJANJE

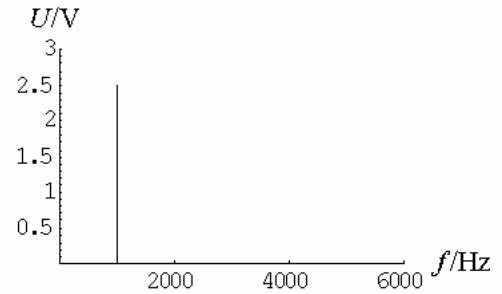
Nastavitve:  
 $\hat{u} = 5 \text{ V}$   
 $f = 1 \text{ kHz}$

Izmerjeno na DSO:  
 $\hat{u} = 10,62 \text{ dBV}$   
 $f = 976,6 \text{ Hz}$

Časovni prostor:



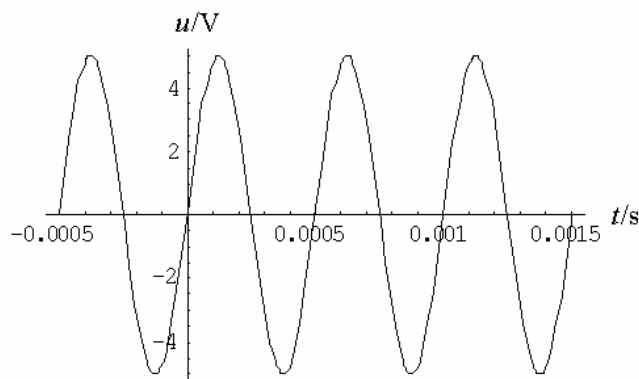
Frekvenčni prostor:



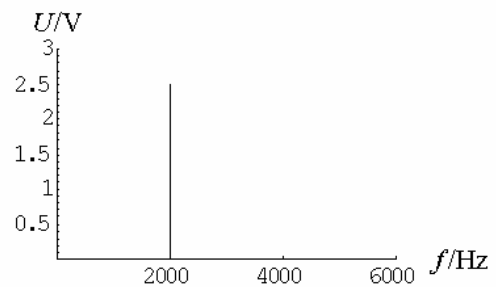
Nastavitve:  
 $\hat{u} = 5 \text{ V}$   
 $f = 2 \text{ kHz}$

Izmerjeno na DSO:  
 $\hat{u} = 10,62 \text{ dBV}$   
 $f = 1,953 \text{ kHz}$

Časovni prostor:



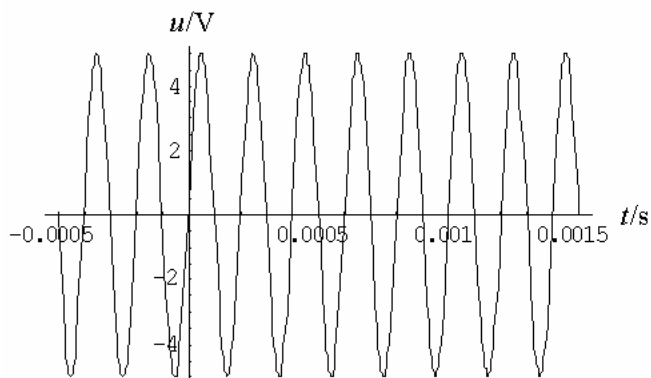
Frekvenčni prostor:



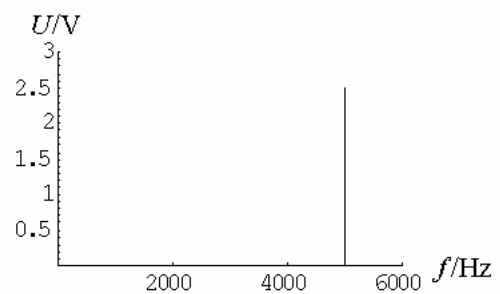
Nastavitve:  
 $\hat{u} = 5 \text{ V}$   
 $f = 5 \text{ kHz}$

Izmerjeno na DSO:  
 $\hat{u} = 10,62 \text{ dBV}$   
 $f = 4,980 \text{ kHz}$

Časovni prostor:



Frekvenčni prostor:



# VSOTA SINUSOV

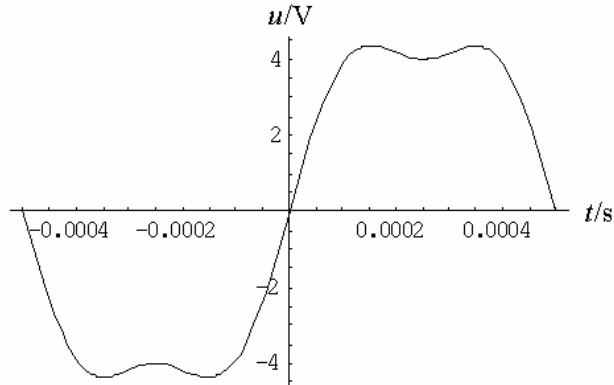
Nastavitve:

$$\begin{aligned}\hat{u}_1 &= 5 \text{ V} \\ f_1 &= 1 \text{ kHz} \\ \hat{u}_2 &= 1 \text{ V} \\ f_2 &= 3 \text{ kHz}\end{aligned}$$

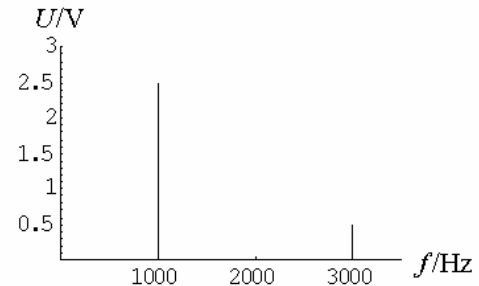
Izmerjeno na DSO:

$$\begin{aligned}\hat{u}_1 &= 10,62 \text{ dBV} \\ f_1 &= 976,6 \text{ Hz} \\ \hat{u}_2 &= -3,125 \text{ dBV} \\ f_2 &= 2,979 \text{ kHz}\end{aligned}$$

Časovni prostor:



Frekvenčni prostor:



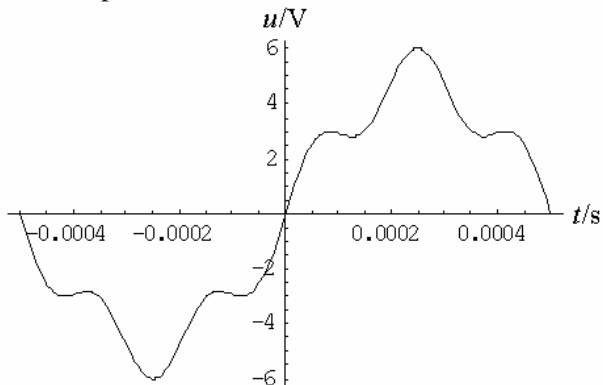
Nastavitve:

$$\begin{aligned}\hat{u}_1 &= 5 \text{ V} \\ f_1 &= 1 \text{ kHz} \\ \hat{u}_2 &= 1 \text{ V} \\ f_2 &= 5 \text{ kHz}\end{aligned}$$

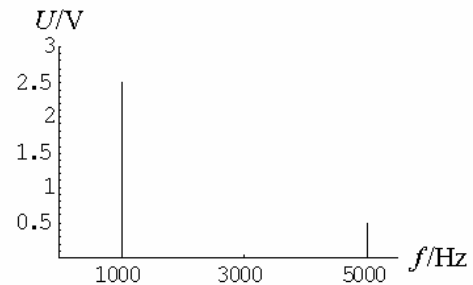
Izmerjeno na DSO:

$$\begin{aligned}\hat{u}_1 &= 10,62 \text{ dBV} \\ f_1 &= 976,6 \text{ Hz} \\ \hat{u}_2 &= -3,125 \text{ dBV} \\ f_2 &= 4,980 \text{ kHz}\end{aligned}$$

Časovni prostor:



Frekvenčni prostor:



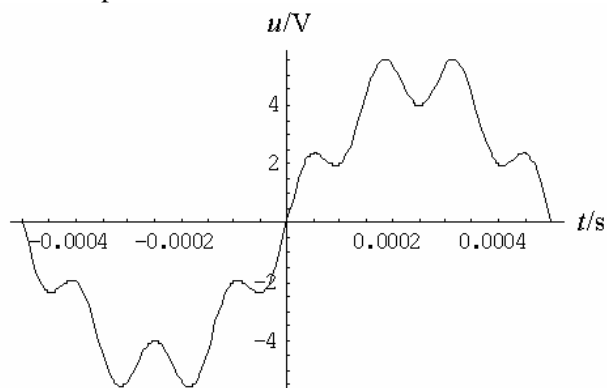
Nastavitve:

$$\begin{aligned}\hat{u}_1 &= 5 \text{ V} \\ f_1 &= 1 \text{ kHz} \\ \hat{u}_2 &= 1 \text{ V} \\ f_2 &= 7 \text{ kHz}\end{aligned}$$

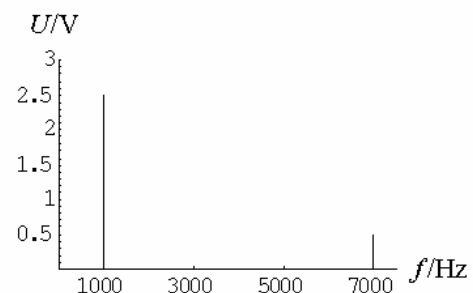
Izmerjeno na DSO:

$$\begin{aligned}\hat{u}_1 &= 10,62 \text{ dBV} \\ f_1 &= 976,6 \text{ Hz} \\ \hat{u}_2 &= -3,125 \text{ dBV} \\ f_2 &= 6,982 \text{ kHz}\end{aligned}$$

Časovni prostor:



Frekvenčni prostor:



# VRSTA IMPULZOV

Nastavitve:

$$\hat{u} = 5 \text{ V}$$

$$U_{OFF} = 5 \text{ V}$$

$$\Delta t / T = 5/100$$

$$f = 800 \text{ Hz}$$

Izmerjeno na DSO:

frekvence:

800,8 Hz

1602 Hz

2402 Hz

3203 Hz

4004 Hz

4805 Hz

5605 Hz

6406 Hz

7188 Hz

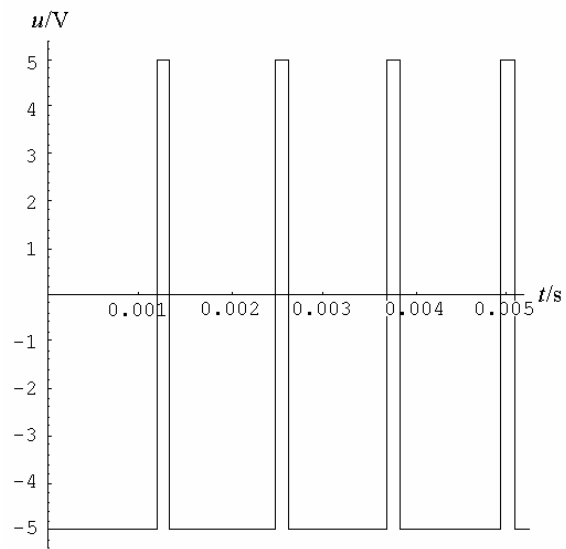
7988 Hz

8789 Hz

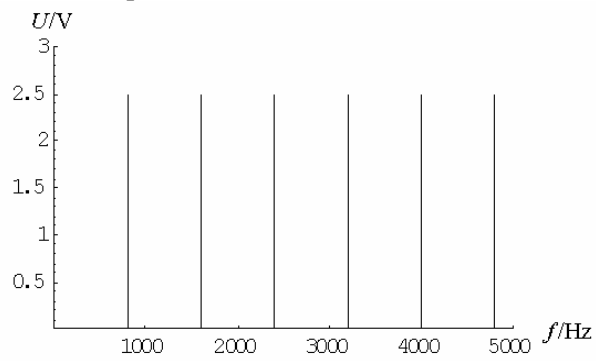
9590 Hz

...

Časovni prostor:



Frekvenčni prostor:



Nastavitve:

$$\hat{u} = 5 \text{ V}$$

$$U_{OFF} = 5 \text{ V}$$

$$\Delta t / T = 5/100$$

$$f = 1000 \text{ Hz}$$

Izmerjeno na DSO:

frekvence:

996,1 Hz

1992 Hz

2988 Hz

3984 Hz

4980 Hz

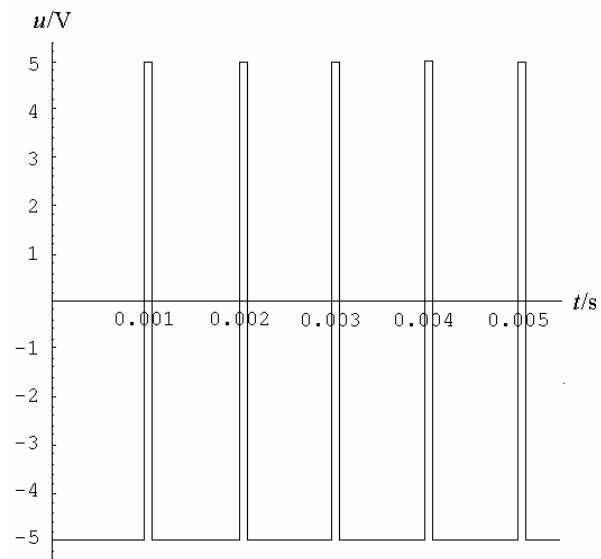
5996 Hz

7988 Hz

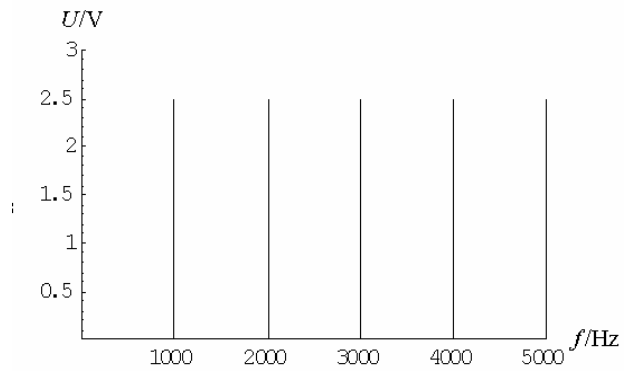
8984 Hz

...

Časovni prostor:



Frekvenčni prostor:



## PRAVOKOTNI SIGNAL

 Nastavitve:

$$\hat{u} = 5 \text{ V}$$

$$U_{OFF} = 5 \text{ V}$$

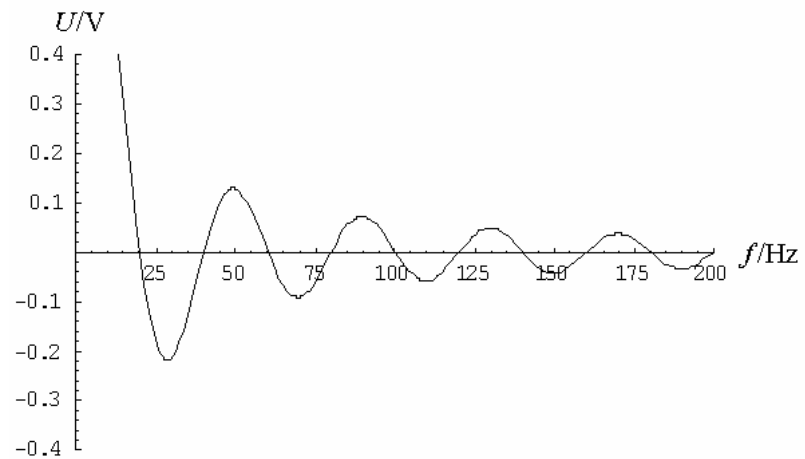
$$f = 1 \text{ kHz}$$

$$\Delta t / T = 5/100$$

Izmerjeno na DSO:

$$f_{01} = 20,02 \text{ kHz}$$

$$f_{02} = 40,04 \text{ kHz}$$



 Nastavitve:

$$\hat{u} = 5 \text{ V}$$

$$U_{OFF} = 5 \text{ V}$$

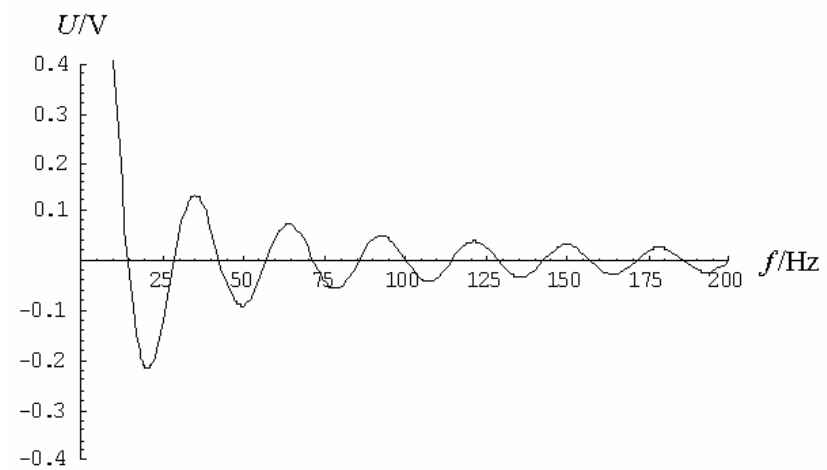
$$f = 1 \text{ kHz}$$


$$\Delta t / T = 7/100$$

Izmerjeno na DSO:

$$f_{01} = 14,16 \text{ kHz}$$

$$f_{02} = 28,32 \text{ kHz}$$



 Nastavitve:

$$\hat{u} = 5 \text{ V}$$

$$U_{OFF} = 5 \text{ V}$$

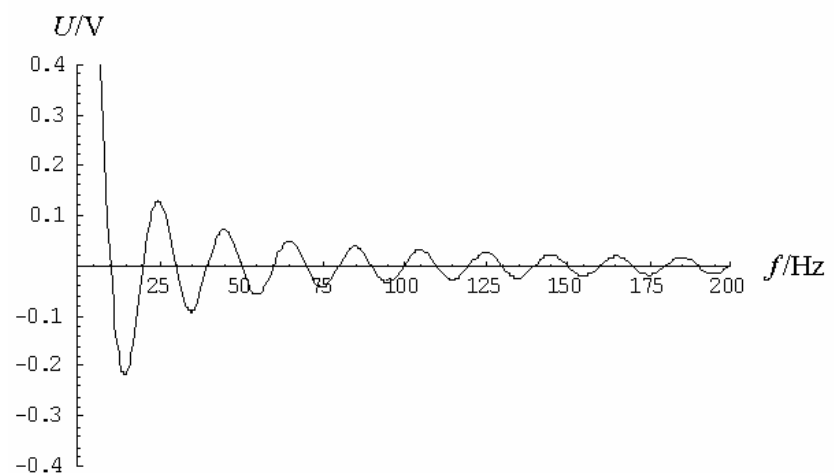
$$f = 1 \text{ kHz}$$

$$\Delta t / T = 10/100$$

Izmerjeno na DSO:

$$f_{01} = 9,766 \text{ kHz}$$

$$f_{02} = 20,02 \text{ kHz}$$



## ANALIZA IN KOMENTAR

### SEZNAM UPORABLJENIH SREDSTEV

- Funkcijski generator – 014276 – Hewlett Packard 3245A
- Osciloskop – 016213 – Hewlett Packard 54603B

### SINUSNO VZBUJANJE

Signal smo opazovali tako v časovnem kot v frekvenčnem prostoru. Vsakemu sinusnemu signalu pripadeta dva impulza v frekvenčnem prostoru, vendar pa lahko samo enega od njiju vidimo razberemo na pozitivni frekvenčni osi.

Impulz na frekvenčni osi ima po teoriji višino, ki je enaka polovični vrednosti amplitude sinusnega signala v časovnem prostoru.

Teorija se je potrdila z poskusom, saj v vseh treh primerih sinusnemu signalu v časovnem prostoru pripada en impulz v frekvenčnem z višino, ki je polovična amplitudi v časovnem prostoru.

### VSOTA SINUSOV

Zaradi linearnosti Furierjeve transformacije, ki matematično povezuje časovni in frekvenčni prostor, lahko signale seštevamo. Tako nam vsota dveh sinusov v časovnem prostoru da dva impulza na mestih frekvenc v frekvenčnem prostoru.

Tudi ta teorija se je izkazala v praksi za pravilno v vseh treh primerih.

### VRSTA IMPULZOV

Neskončna vrsta enotnih impulzov v časovnem prostoru se pretvori v neskončno vrsto impulzov na razmaku frekvence v frekvenčnem prostoru. To smo lahko opazili tudi v tretjem delu laboratorijske meritve.

### PRAVOKOTNI SIGNAL

V zadnjem delu je bil cilj ugotoviti, na kakšnem razmaku si sledijo prehodi frekvenčnega spektra skozi nič pri pravokotnem signalu. Iz rezultatov je razvidno, da si ti sledijo v razmaku, ki je vseskozi enak in ustreza obratni vrednosti širini pravokotnega impulza v časovnem prostoru.