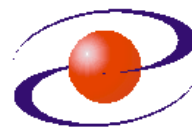




**UNIVERZITET CRNE GORE  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**



|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>STUDIJSKI PROGRAM:</b> | <i>ELEKTRONIKA, TELEKOMUNIKACIJE I RAČUNARI</i> |
| <b>PREDMET:</b>           | <i>OSNOVE TELEKOMUNIKACIJA</i>                  |
| <b>FOND ČASOVA:</b>       | <i>3+1+1</i>                                    |

## **LABORATORIJSKA VJEŽBA BROJ 1**

|               |   |
|---------------|---|
| <b>NAZIV:</b> | <i>SPEKTRALNA ANALIZA PERIODIČNIH SIGNALA</i> |
|---------------|---|

### **CILJEVI VJEŽBE:**

- određivanje amplitudskog spektra standardnih periodičnih signala,
- upoređenje rezultata sa rezultatima koji su dobijeni računskim putem (auditorne vježbe iz Osnova analognih telekomunikacija),
- uticaj promjene periode periodičnog signala na oblik amplitudskog spektra,
- uticaj promjene odnosa pozitivnog i negativnog dijela periode periodičnog signala na oblik amplitudskog spektra,
- uticaj promjene srednje vrijednosti periodičnog na oblik amplitudskog spektra.

### **POTREBAN PRIBOR:**

- kalkulator,
- lenjir.

**IME I PREZIME:** \_\_\_\_\_.

**BROJ INDEKSA:** \_\_\_\_\_.

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>BROJ POENA:</b> |  |
| <b>OVJERAVA:</b>   |  |
| <b>DATUM:</b>      |  |

## 1. APARATURA

Na raspolaganju su sljedeći uređaji i oprema:

1. Analizator spektra HP E4411B
2. Osciloskop Tektronix TDS 220
3. Generator funkcija MOR WG 810
4. Pomoćna oprema



1. Analizator spektra HP E4411B



2. Osciloskop Tektronix TDS 220



3. Generator funkcija MOR WG 810

## 2. TEORIJSKA OSNOVA LABORATORIJSKE VJEŽBE

Svaka periodična funkcija  $f(t)$  čija je perioda  $T$  može se prikazati u obliku kompleksnog Furijeovog reda:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n e^{jn\omega_0 t} \quad (1)$$

gdje je  $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ , dok je  $F_n$  kompleksni Furijeov koeficijent određen relacijom:

$$F_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) e^{-jn\omega_0 t} dt \quad (2)$$

Kompleksni Furijeov koeficijent  $F_n$  može se prikazati preko svog modula i argumenta na sledeći način:

$$F_n = |F_n| e^{j\theta_n} \quad (3)$$

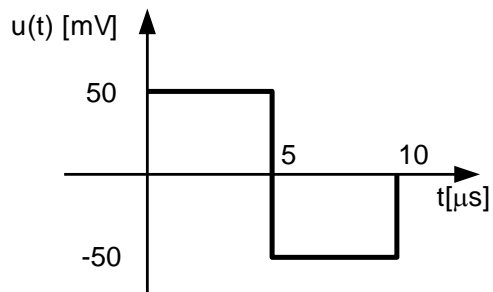
gdje je  $|F_n|$  amplitudski spektar periodičnog signala  $f(t)$ , a  $\theta_n$  je fazni spektar istog signala.  $|F_n|$  je uvijek parna, dok je  $\theta_n$  uvijek neparna funkcija učestanosti  $\omega$  bez obzira na oblik periodičnog signala  $f(t)$ . I amplitudski i fazni spektar su diskretne funkcije učestanosti, tj. postoje samo na multiplima osnovne učestanosti ( $\omega = n\omega_0$ ,  $n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ).

Relacijom (2) je definisan tzv. dvostrani spektar periodičnog signala  $f(t)$ . Isti signal može biti prikazan i u obliku jednostranog spektra:

$$f(t) = F_0 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} |F_n| \cos(n\omega_0 t + \theta_n) \quad (4)$$

### 3. ZADACI LABORATORIJSKE VJEŽBE

1) Analitički odrediti i skicirati amplitudski spektar periodične povorke pravougaonih impulsa čiji je oblik u okviru jedne periode prikazan na Slici 3.1.



Slika 3.1. Periodična povorka pravougaonih impulsa

Izrada:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

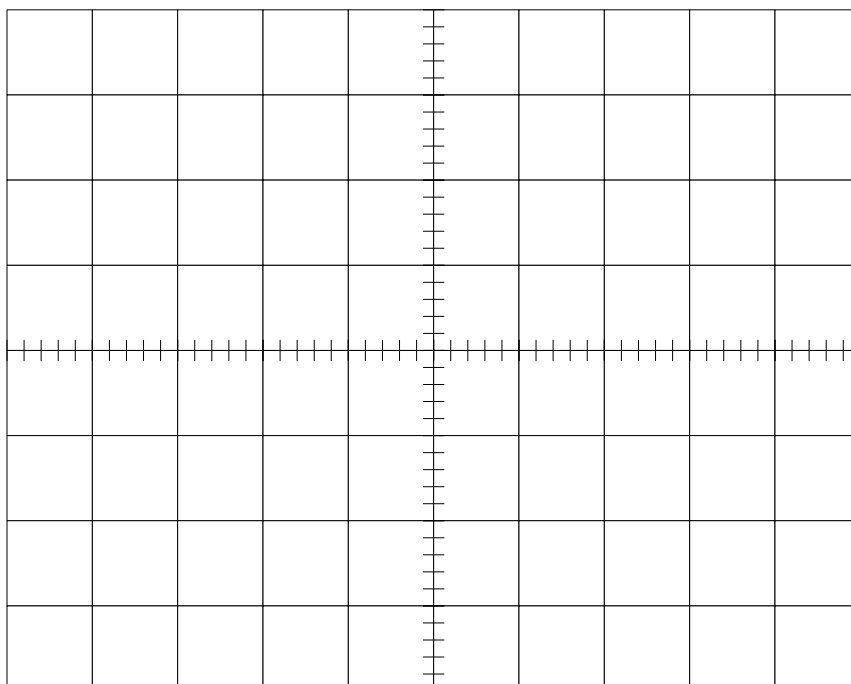
**Praktični dio vježbe:**

2) Na izlaz generatora funkcija (*Output 50Ω*) postaviti BNC (*British National Conector*) T račvu, a na ulaz analizatora spektra (*Input 50 Ω*) postaviti N konektor. Povezati generator funkcija sa kanalom A osciloskopa i analizatorom spektra 50-omskim koaksijalnim kablovima koji su završeni odgovarajućim BNC konektorima.

3) Generisati periodičnu povorku pravougaonih impulsa generatorom funkcija, koja je identična zadatoj u tački 1). Pri tome isključiti opciju *DC (Direct Current) Offset* i opciju *Duty Cycle*. Na analizatoru spektra pomoću menija "*Frequency Channel*" podesiti start frekvenciju na -1MHz, stop frekvenciju na 1 MHz i pomoću menija "*Amplitude Y scale*" odabrati linearnu skalu.

4) Snimiti:

a) Vremenski oblik generisanog signala



b) Amplitudski spektar generisanog signala u opsegu koji je odabran u tački 3) (brojne vrijednosti koje se dobijaju na analizatoru spektra predstavljaju efektivne vrijednosti pojedinih komponenti).

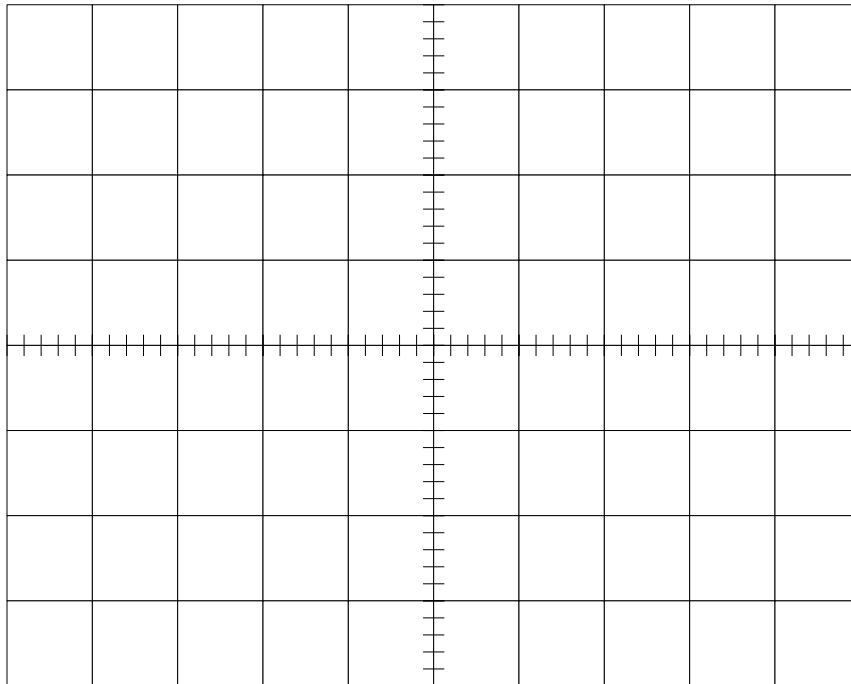
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

5) Uporediti snimljene vrijednosti i vrijednosti izračunate u tački 1) za prvih 5 harmonika.

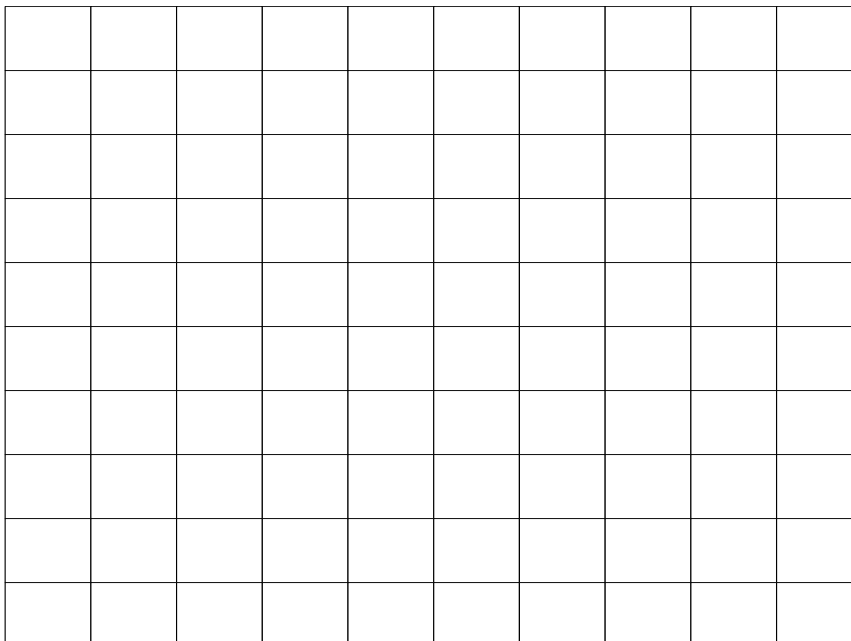
|            | Srednja<br>vrijednost | Amplituda     |                |                 |                |               |
|------------|-----------------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|
|            |                       | I<br>harmonik | II<br>harmonik | III<br>harmonik | IV<br>harmonik | V<br>harmonik |
| Izračunata |                       |               |                |                 |                |               |
| Izmjerena  |                       |               |                |                 |                |               |

6) Ako se perioda generisanog signala smanji dva puta, ponoviti postupak iz tačke 4).

a) Skicirati vremenski oblik generisanog signala.



b) Skicirati amplitudski spektar generisanog signala u opsegu koji je odabran u tački 3) (brojne vrijednosti koje se dobijaju na analizatoru spektra predstavljaju efektivne vrijednosti pojedinih komponenti).



7) Aktivirati "DC Offset" opciju na generatoru funkcija i komentarisati eventualne promjene na analizatoru spektra.

Komentar:

---

---

8) Pomoću "Duty Cycle" opcije generatora funkcija mijenjati odnos pozitivnog i negativnog dijela periode signala i posmatrati promjene na spektru. Snimiti spektar kada je:

a) Trajanje pozitivnog dijela signala duplo kraće u poređenju sa slučajem iz tačke 3).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

b) Trajanje pozitivnog dijela signala minimalno moguće.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



9) Generatorom funkcija generisati trougaonu povorku impulsa iste periode i amplitude kao u tački 3). Snimiti amplitudski spektar tako generisanog signala u opsegu od -1MHz do 1MHz.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

10) Generatorom funkcija generisati sinusni signal iste periode i amplitude kao u tački 2). Snimiti amplitudski spektar tako generisanog signala u opsegu od -1MHz do 1MHz.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### 4. ZAKLJUČAK