

## 6. vježba

## UTJECAJ VALNOG OBLIKA NA POKAZIVANJE INSTRUMENATA

### Instrument s pomičnim svitkom i permanentnim magnetom (skraćeno: instrument s pomičnim svitkom)

Pokazivanje instrumenta ovisi na kojem se naponskom području nalazi (AC ili DC području). Općenito govoreći otklonski mehanizam koji radi na principu pomičnog svitka ima odziv na srednju vrijednost.

Ako je odabrano DC područje tada se mjerena veličina izravno dovodi otklonskom mehanizmu. Dakle instrument će izmjeriti srednju vrijednost (vrlo često se srednja vrijednost naziva istosmjernom komponentom signala) prema (1).

$$U_{ps,DC} = U(0) \quad (1)$$

Kada odaberemo AC područje tada je ulazni signal spojen preko punovalnog ispravljača na otklonski mehanizam pa instrument pokazuje srednju ispravljenu vrijednost (kada ne bi bilo ispravljača tada bi otklon instrumenta za sinusni signal bio nula). U izmjeničnim mrežama (distribucijska mreža 230V) bitan parametar signala je efektivna vrijednost. Kako bi instrument s pomičnim svitkom na AC području pokazao efektivnu vrijednost sinusnog signal potrebno je srednju ispravljenu vrijednost pomnožiti s faktorom oblika za sinusni valni oblik, tj. s 1,11. Faktor oblika za sinusni valni oblik je odabran jer se u praksi najčešće susreće sinusni valni oblik (distribucijska mreža). Inače kaže se da je skala instrumenta s pomičnim svitkom na AC području kalibrirana na efektivnu vrijednost iako instrument ima odziv na srednju vrijednost. Bitno je primijetiti da će instrument prikazati točnu efektivnu vrijednost samo za sinusni valni oblik, dok za proizvoljan valni oblik ima pogrešku zbog valnog oblika signala. Za proizvoljan valni oblik instrument s pomičnim svitkom na AC području pokazuje srednju ispravljenu vrijednost pomnoženu s 1,11.

$$U_{ps,DC} = 1,11|\bar{U}(0)| \quad (2)$$

### Instrument s pomičnim željezom

Instrument s pomičnim željezom ima odziv na efektivnu vrijednost signala, dakle pokazat će uvijek efektivnu vrijednost bez obzira na valni oblik signala. Ovaj tip instrument nema mogućnost odabira područja AC/DC.

## POKAZIVANJE DIGITALNIH INSTRUMENATA

Pokazivanje digitalnog instrumenta zavisi da li instrument ima oznaku TRMS ili nema, i ovisi o odabranom području (AC, DC, AC+DC). Neki digitalni instrumenti imaju samo neka od navedenih područja.

### a) Digitalni instrumenti s oznakom TRMS

Ako se odabere AC područje tada instrument pokazuje efektivnu vrijednost izmjenične komponente signala (3). Dakle istosmjerna komponenta signala je „poništena“ zbog serijskog kondenzatora.

$$U_{TRMS,AC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u(t) - U(0))^2 dt} = \dots = \sqrt{U^2 - U^2(0)} \quad (3)$$

Ako se odabere DC područje tada instrument pokazuje srednju vrijednost signala (4).

$$U_{TRMS,DC} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = U(0) \quad (4)$$

Ako se odabere AC+DC područje tada instrument pokazuje efektivnu vrijednost (cijelog) signala (5).

$$U_{TRMS,AC+DC} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u(t))^2 dt} = U \quad (5)$$

Bitno je naglasiti kako vrijedi relacija koja povezuje efektivnu vrijednost, efektivnu vrijednost izmjenične komponente i srednju vrijednost (6). Vrlo često se koristi kada su poznata dvije komponente za izračun preostale. Ova formula je posljedica Parsevalove jednakosti.

$$U_{TRMS,AC+DC} = \sqrt{U_{TRMS,DC}^2 + U_{TRMS,AC}^2} \quad (6)$$

## b) Digitalni instrument bez oznake TRMS

Ako se odabere AC područje tada instrument mjeri srednju ispravljenu vrijednost izmjenične komponente pomnoženu s 1,11, prema (7).

$$U_{AVERAGE,AC} = \frac{1,11}{T} \int_0^T |u(t) - U(0)| dt \quad (7)$$

Ako se odabere DC područje tada instrument mjeri srednju vrijednost (8).

$$U_{AVERAGE,DC} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (8)$$

Ovi instrumenti nemaju AC+DC područje.

### **6.1. PITANJA ZA PRIPREMU**

Na pitanja za pripremu potrebno je obvezno odgovoriti:

1. Na koji način i kako se realizira ispravljač u izmjeničnim mjernim instrumentima?
2. Što je faktor oblika i tjemeni faktor? Objasniti razliku.
3. Kakvo može biti ispravljanje izmjeničnog signala?
4. Nabrojati moguće odzive mjernih instrumenata ovisno o načelu rada.

### **6.2. RAD NA VJEŽBI**

U laboratorijskoj vježbi potrebno je utvrditi pokazivanje voltmetara s različitim načelima rada mjereći napone različitih valnih oblika, a iste tjemene vrijednosti i frekvencije.

Potrebno je utvrditi pokazivanje voltmetara s različitim nanačelom mjerenja mjereći napone različitih valnih oblika sa superponiranom istosmjernom komponentom.

Za svaku izmjerenu vrijednost treba odrediti relativnu postotnu pogrešku mjerenja efektivne vrijednosti napona i njegovu mjernu nesigurnost.

Temeljem pokazivanja mjernih instrumenata treba odrediti (zaključiti) kakav odziv imaju pojedini instrumenti.

Potrebno je utvrditi način rada voltmetra s različitim načelom mjerenja, mjereći napone različitih valnih oblika, a iste tjemene vrijednosti. Potrebno je utvrditi svojstva voltmetara pri niskim i višim frekvencijama.

Načela rada mjernih instrumenata koja će se koristiti u vježbi:

- digitalni mjerni instrument koji mjeri efektivnu TRMS
- digitalni mjerni instrument koji ima odziv na srednje ispravlјenu vrijednost
- analogni instrument s pomičnim svitkom koji ima odziv na srednju ispravlјenu vrijednost
- analogni instrument s pomičnim željezom koji ima odziv na efektivnu vrijednost

### **6.3. MJERNA OPREMA**

- Osciloskop
- Mjerni izvor
- Signal generator
- Digitalni multimetri (voltmetri) s različitim načelima rada
- Analogni multimetari (voltmetri) s različitim načelima rada
- Spojni vodiči

### **6.4. POSTUPAK MJERENJA MJERNIM INSTRUMENTIMA**

- Pogledati da li je na stolu sva oprema potrebna za mjerenje
- Proučiti uputu u knjižici svakog od korištenih instrumenata
- Spojiti mjerne instrumente s različitim načelima rada **paralelno** na mjerni izvor
- Spojiti osciloskop u mjerni krug (nadzor valnog oblika i određivanje tjemene vrijednosti signala)
- Prije početka mjerenja ugoditi vertikalni i horizontalni otklonski sustav osciloskopa
- Odrediti pokazivanja pojedinih instrumenata pri sinusnom, trokutastom i pravokutnom mjernom signalu amplitude od vrha do vrha 8 V, pri 50 Hz, u odnosu na vrijednosti podešene pomoću osciloskopa
- Izračunati postotne pogreške i mjernu nesigurnost

- Ponoviti postupak mjerenja uz superponiranu istosmjernu komponentu od 3 V
- Ponoviti mjerni postupak bez istosmjerne komponente, ali pri frekveciji od 500 Hz
- Ponoviti mjerni postupak bez istosmjerne komponente, ali s frekvencijom od 1 Hz.

Temeljem korištenja mjernih instrumenata pridruži pojedini instrument pripadajućoj oznaci u tablici.

**Tablica 1:** Tablica korištenih mjernih instrumenata:

Oznake instrumenata	Naziv instrumenta
V <sub>1</sub>	
V <sub>2</sub>	
V <sub>3</sub>	
V <sub>4</sub>	

**Tablice mjerenja:**

**Tablica 2:** Tablica rezultata mjerenja različitih valnih oblika pri frekvenciji od 50 Hz i amplitude 8 V

	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u
U									
V <sub>1</sub>									
V <sub>2</sub>									
V <sub>3</sub>									
V <sub>4</sub>									

**Postupak izračuna odrađenih primjera:**

**Tablica 3:** Tablica rezultata mjerenja uz superponiranu istosmjernu komponentu od 3 V

	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u
<b>U</b>									
<b>V<sub>1</sub></b>									
<b>V<sub>2</sub></b>									
<b>V<sub>3</sub></b>									
<b>V<sub>4</sub></b>									

Postupak izračuna odrađenih primjera:

**Tablica 4:** Tablica rezultata mjerenja bez istosmjerne komponente pri frekvenciji od 500 Hz

	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u
<b>U</b>									
<b>V<sub>1</sub></b>									
<b>V<sub>2</sub></b>									
<b>V<sub>3</sub></b>									
<b>V<sub>4</sub></b>									

Postupak izračuna odrađenih primjera:



**Tablica 5:** Tablica rezultata mjerenja bez istosmjerne komponente pri frekvenciji od 1 Hz

	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u	Valni oblik	p%	u
<b>U</b>									
<b>V<sub>1</sub></b>									
<b>V<sub>2</sub></b>									
<b>V<sub>3</sub></b>									
<b>V<sub>4</sub></b>									

Postupak izračuna odrađenih primjera:

### **6.5. ZADACI ZA IZVJEŠTAJ**

1. Izračunajte postotnu pogrešku zbog valnog oblika, ako s instrumentom koji ima odziv na ispravljenju srednju vrijednost, a kalibriran je za pokazivanje efektivne vrijednosti sinusnog valnog oblika, mjerimo napon iste ispravljene srednje vrijednosti, ali
  - a) trokutastog valnog oblika,
  - b) pravokutnog valnog oblika,
  - c) sinusnog valnog oblika.
  
2. Što će pokazati voltmetar s odzivom na srednu vrijednost, ako ga priključimo na napon gradske mreže?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Izračunajte postotnu pogrešku zbog valnog oblika, ako s instrumentom koji ima odziv na tjemenu vrijednost, a kalibriran je za pokazivanje efektivne vrijednosti sinusnog valnog oblika, mjerimo napon iste tjemene vrijednosti, ali
  - a) trokutastog valnog oblika,
  - b) pravokutnog valnog oblika,
  - c) sinusnog valnog oblika.

## **6.8. ZAKLJUČNA ZAPAZANJA**