

Vežba 4 - Merenje naizmeničnih napona: efektivna i srednja vrednost napona proizvoljnih talasnih oblika

Uvod

Cilj vežbe je da studenti nauče:

- Kako rade kola za jednostrano i dvostrano ispravljanje
- Kako se instrument za merenje jednosmernih napona može iskoristiti za merenje naizmeničnih napona
- Kako se meri efektivna vrednost napona periodičnih signala koji nisu sinusnog oblika.

Ukoliko nije drugačije naznačeno, uobičajeno je da se, pri merenju naizmeničnih veličina kao rezultat merenja prikazuje efektivna vrednost. U ovoj vežbi se meri naizmeničan napon. Da bi se od instrumenta koji je namenjen za merenje jednosmernih napona (multimetar sa preklopnikom u položaju za merenje jednosmernih napona) realizovao voltmetar za merenje naizmeničnih napona, dodaju se ispravljačka kola. Od dioda kao ispravljačkih elemenata formiraju se kola za jednostrano i dvostrano ispravljanje. Multimetrom se meri **srednja vrednost napona** na izlazu ispravljačkog kola, i množi sa odgovarajućim faktorom koji odgovara prostoperiodičnom naponu i jednostranom odnosno dvostranom ispravljanju. Na ovom principu rade multimetri koji su namenjeni merenju prostoperiodičnih (sinusnih) struja i napona. Drugi pristup, koji koriste instrumenti sa oznakom TRMS (true RMS), podrazumeva da se meri „prava“ efektivna vrednost. Razlika između ova dva pristupa je što se u slučaju instrumenta sa ispravljačkim kolom i merenjem srednje vrednosti dobija validan rezultat samo za prostoperiodične napone. U ovoj vežbi multimetar koristimo kao voltmetar za jednosmerne (\cdot DC) i naizmenične (\sim AC) napone. Na oba multimetra, preklopnikom za izbor veličine koja se meri, bira se odgovarajući položaj, $V \cdot$ za jednosmerne, odnosno $V \sim$ za naizmenične napone. Na oba multimetra se za merenje napona koriste priključci označeni sa COM (referentni priključak) i V. Obratiti pažnju na to da preklopnik za izbor veličine koja se meri treba prebaciti u odgovarajući položaj ($V \cdot$ za jednosmerne, odnosno $V \sim$ za naizmenične napone) **pre** nego što se voltmetar uključi u kolo. Voltmetar se priključuje u kolo kada je već uspostavljen ustaljen režim (odnosno **nakon** što je uključeno napajanje).

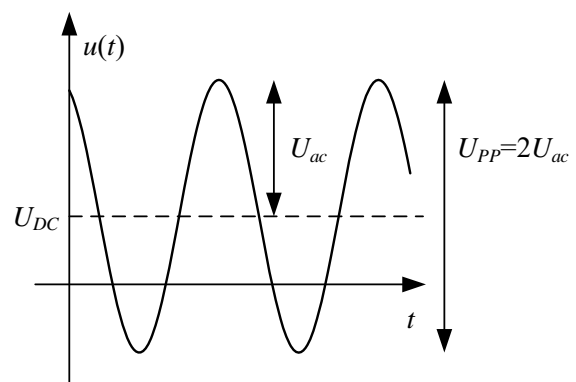
U ovoj vežbi koristi se:

- Multimetar sa ispravljačkim kolima DM-68 (DT-68)
- TRMS multimetar *PeakTech*® 4390

Za napon oblika:

$$u(t) = U_{DC} + U_{ac} \sin(2\pi ft + \varphi), \text{ slika 1.}$$

Pokazivanje oba instrumenta je $\frac{U_{ac}}{\sqrt{2}}$.



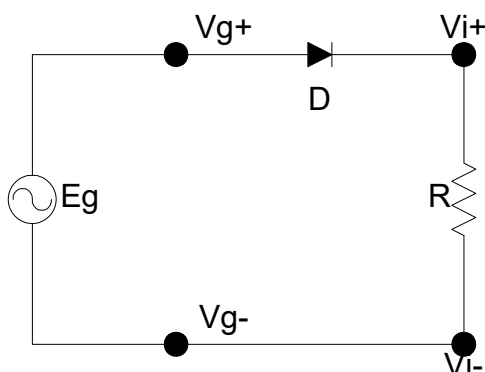
Slika 1.

Ukoliko naizmenična komponenta signala nije sinusnog oblika, DT-68 će pokazivati vrednost koja se dobija tako što se srednja vrednost ispravljenog signala pomnoži faktorom oblika za sinusni signal. S druge strane, TRMS instrument *PeakTech*® 4390 će pokazivati „pravu“ efektivnu vrednost naizmenične komponente signala.

Zadatak i uputstvo za merenje

Zadatak 1

Sastaviti kolo za jednostrano ispravljanje, prema šemi sa slike 2 .



Slika 2.

Na ulaz u kolo priključiti generator sinusnog napona. Podesiti frekvenciju ulaznog napona na 1 Hz, a amplitudu ulaznog napona U_{ac} , na 5 V, dioda D je svetleća (LED) dioda. Obratiti pažnju da se na generatoru signala zapravo podešava „*peak-to-peak*“ vrednost, V_{PP} koju treba podesiti na dvostruku vrednost amplitude. Proveriti da li je isključen „*offset*“, odnosno da li je jednosmerna – srednja vrednost napona U_{DC} generatora podešena na 0. Na osnovu toga kako se dioda uključuje i isključuje, proceniti da li je kolo ispravno povezano. Promeniti frekvenciju ulaznog signala na 100 Hz i zameniti LED diodu ispravljačkom. Posmatranjem talasnog oblika napona na otporniku R proveriti da li je kolo ispravno povezano, odnosno da li se između tačaka označenih sa V_{i+} i V_{i-} dobija jednostrano ispravljen napon.

Za prostoperiodičan ulazni napon menjati amplitudu ulaznog signala U_{ac} (od 1 V do 10 V sa korakom 1 V). Za svaku od naznačenih vrednosti, meriti **efektivnu vrednost** (preklopnik na multimetru treba da bude u položaju za merenje naizmeničnih napona) napona na ulazu u ispravljačko kolo i **srednju vrednost** (preklopnik na multimetru treba da bude u položaju za merenje jednosmernih napona) napona na izlazu iz ispravljačkog kola. Koristi se bilo koji od dva multimetra ili oba multimetra istovremeno.

- Podesiti amplitudu ulaznog napona na 1 V. (Proveriti na osciloskopu).
- Priključiti voltmetar na ulaz ispravljačkog kola. U odgovarajuća polja tabele za prikaz rezultata uneti **efektivnu vrednost** napona očitano na voltmetru U_g .
- Voltmetar priključiti između priključaka na šemi označenih sa V_i . **Ne treba menjati napon generatora.** Očitati pokazivanje voltmetra za položaj u kom se meri jednosmerni napon, U_i .
- Tačke 1, 2 i 3 ponoviti za amplitudu ulaznog napona U_{ac} od 1 V do 10 V sa korakom 1 V.

Obratiti pažnju na to da je, zbog nesavršenosti diode, relativna greška merenja velika za male napone. U digitalnim multimetrima koji rade na principu ispravljačkih kola, ovaj problem se prevazilazi tako što se koriste kola sa operacionim pojačavačima.

Zadatak 2

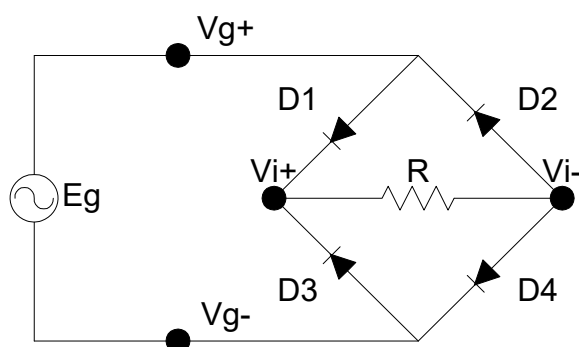
Sastaviti kolo prema šemi za dvostrano ispravljanje sa slike 3.

Ponoviti ceo postupak opisan za slučaj jednostranog ispravljanja.

Posmatranjem talasnog oblika napona na otporniku R proveriti da li je kolo ispravno povezano, odnosno da li se između tačaka označenih sa V_{i+} i V_{i-} dobija dvostrano ispravljen napon.¹

Za prostoperiodičan ulazni napon menjati amplitudu ulaznog signala U_{ac} (od 1 V do 10 V sa korakom 1 V). Za svaku od naznačenih vrednosti, meriti **efektivnu vrednost** (preklopnik na multimetru treba da bude u položaju za merenje naizmeničnih napona) napona na ulazu u ispravljačko kolo i **srednju vrednost** (preklopnik na multimetru treba da bude u položaju za merenje jednosmernih napona) napona na izlazu iz ispravljačkog kola. Koristi se bilo koji od dva multimetra ili oba multimetra istovremeno. Postupak merenja je isti kao u slučaju jednostranog ispravljanja.

Zašto se razlikuju krive za jednostrano i dvostrano ispravljanje?



Slika 3.

Zadatak 3

Merenje efektivne vrednosti periodičnog naizmeničnog napona.

Podesiti signal generator tako da se na njegovom izlazu generiše sinusoidalni napon frekvencije 200 Hz i srednje vrednosti nula (*DC offset* treba da bude podešen na 0 V). Amplitudu signala podesiti na $U_{ac}=5$ V („*peak to peak*“ vrednost 10 V). Izračunati teorijsku efektivnu vrednost napona za ovako podešene parametre signala. Osciloskopom proveriti talasni oblik napona i, koristeći automatsko merenje, odrediti efektivnu (*RMS*) vrednost napona. Osciloskop ovu vrednost računa na osnovu odbiraka koji odgovaraju jednoj periodi signala. Zbog toga je važno da je vremenska osa podešena tako da se na ekranu vidi jedna cela perioda signala („oko dve periode“) (varirati podelu vremenske ose i videti šta se dešava kada se na ekranu iscrtava manje od jedne periode signala, kao i kada se prikazuje veliki broj perioda signala).

¹ Obratiti pažnju na to da osciloskopom koji je na raspolaganju nije moguće direktno meriti napon na otporniku, odnosno između tačaka V_{i+} i V_{i-} . (Zašto?) Osciloskop i generator koji su na raspolaganju su uzemljeni, i na potencijal uzemljenja su povezani priključci za referentni potencijal oba kanala osciloskopa kao i priključak za referentni potencijal generatora. Da bi merenje bilo ispravno, ovi priključci moraju biti povezani u istu tačku kola. Zbog toga se napon na otporniku meri korišćenjem oba kanala, tako što se zapravo meri potencijal tačaka V_{i+} i V_{i-} u odnosu na masu. To se postiže tako što se na jednom kanalu osciloskopa posmatra potencijal V_{i+} u odnosu na referentnu tačku („masu“) kola, a na drugom kanalu se posmatra potencijal V_{i-} u odnosu na istu referentnu tačku („masu“) kola. Napon se dobija kao razlika ta dva potencijala, tako što se drugi kanal invertuje, pa se posmatra zbir signala sa oba kanala.

Izmeriti napon generatora koristeći oba multimetra (vezati ih paralelno, voditi računa o tome da se pravilno izaberu priključci instrumenata, preklopnik podesiti u položaj za merenje naizmjeničnih napona).

Uporediti teorijski dobijenu vrednost sa rezultatima merenja za osciloskop i oba multimetra i komentarisati dobijene rezultate.

Ponoviti merenje za napon nesinusoidalnog talasnog oblika. Podesiti signal generator tako da se na njegovom izlazu generiše povorka pravougaonih impulsa osnovne frekvencije 200 Hz, srednje vrednosti nula i jednakog trajanja pozitivnih i negativnih impulsa. Amplitudu signala podesiti na „*peak to peak*“ vrednost 10 V.

Zadatak 4

Merenje složenoperiodičnih napona.

Za nesinusoidalni talasni oblik napona podešen u zadatku 3 dodati jednosmernu komponentu (*DC offset*) od 1 V. Osciloskopom meriti jednosmernu/srednju vrednost signala (koristiti automatsko merenje - *mean*). Izmeriti napon generatora koristeći oba multimetra (vezati ih paralelno, voditi računa o tome da se pravilno izaberu priključci instrumenata), i u položaju za merenje jednosmerne vrednosti napona i u položaju za merenje naizmjenične vrednosti napona.

Uporediti podešenu vrednost sa rezultatima merenja za osciloskop i oba multimetra (za jednosmerne vrednosti) i komentarisati dobijene rezultate. Objasniti šta pokazuju oba multimetra kada su preklopnici u položaju za merenje naizmjeničnih napona.