

Vežba 3 - 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:

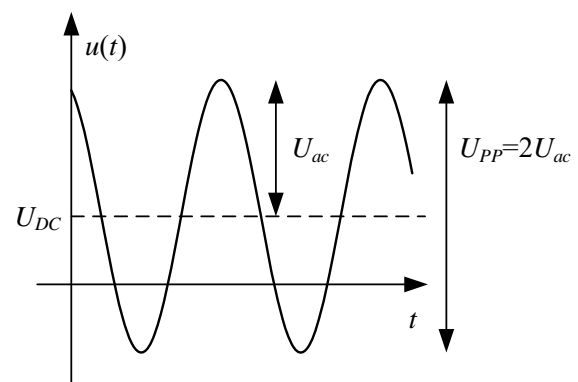
- Multimetar sa ispravljačkim kolima DM-68 (DT-68)
- TRMS multimetar *PeakTech*® 4390

Za napon oblika:

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

ako je napon prostoperiodičan bez jednosmerne komponente ($U_{DC}=0$), pokazivanje oba instrumenta

je $\frac{U_{ac}}{\sqrt{2}}$.



Slika 1.

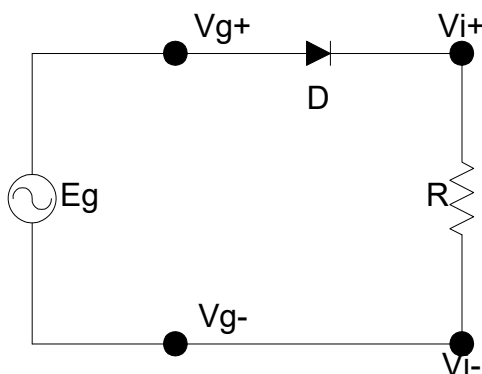
Ukoliko naizmenična komponenta signala nije sinusnog oblika, DT-68 će pokazivati vrednost koja se dobija tako što se srednja vrednost ispravljenog signala pomnoži faktorom oblika za sinusni signal.

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 200 Hz a amplitudu ulaznog napona U_{ac} , na 5 V. 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. Posmatranjem na osciloskopu 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. Kolika je srednja vrednost (jednosmerna komponenta) jednostrano ispravljenog napona u slučaju idealne diode, za zadatu amplitudu napona? Izmeriti srednju vrednost (jednosmernu komponentu) jednostrano ispravljenog napona (napon između tačaka V_{i+} i V_{i-}) koristeći osciloskop:

- Isti signal dovesti na priključke za oba kanala.
- Naponske kontrole oba kanala postaviti na istu vrednost.
- Preklopnik AC/DC/GND kanala 1 postaviti u DC a kanala 2 u AC položaj.
- Pomeranjem jednog od kanala po vertikali preklopiti tragove („slike signala“) kanala 1 i kanala 2.
- Prebaciti AC/DC/GND preklopnik za oba kanala u GND položaj.
- Srednja vrednost (jednosmerna komponenta) posmatranog napona može se odrediti kao razlika naponskih nivoa kanala 1 i kanala 2, kada su za oba kanala AC/DC/GND preklopnici u GND položaju.

Zadatak 2

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 u odnosu na teorijske vrednosti velika za male napone. U digitalnim multimetrima koji rade na principu ispravljačkih kola, ovaj problem se može prevazići tako što se koriste kola sa operacionim pojačavačima.

Zadatak 3

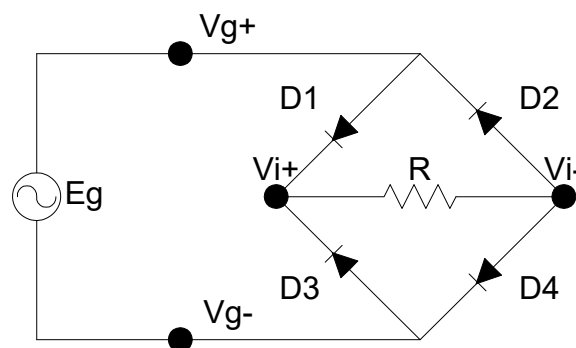
Sastaviti kolo prema šemi za dvostrano ispravljanje sa slike 3.

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.

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.

Zadatak 4

Merenje efektivne vrednosti periodičnog naizmeničnog napona.

Podesiti signal generator tako da se na njegovom izlazu generiše sinusni 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.

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 naizmeničnih napona).

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

Ponoviti merenje za napon nesinusnog 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 5

Merenje složenoperiodičnih napona.

Za nesinusni talasni oblik napona podešen u zadatku 3 dodati jednosmernu komponentu (*DC offset*) od 1 V. Osciloskopom izmeriti jednosmernu/srednju vrednost signala. 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 naizmenične 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 naizmeničnih napona.