

Principi rada analognih i digitalnih mjernih instrumenata

Zovak, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:911136>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Sveučilišni studij

**PRINCIPI RADA ANALOGNIH I DIGITALNIH
MJERNIH INSTRUMENATA**

Završni rad

Ivan Zovak

Osijek, 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Zadatak završnog rada	1
2. ANALOGNI I DIGITALNI MJERNI INSTRUMENTI	2
2.1. Analogni mjerni instrumenti.....	2
2.2. Digitalni mjerni instrumenti	7
2.3. Mjerna oprema.....	9
3. UTJECAJ PROMJENE VALNOG OBLIKA NA REZULTATE MJERENJA.....	14
3.1. AC područje mjerenja.....	15
3.2. DC područje mjerenja.....	19
3.3. AC+DC područje mjerenja	23
4. UTJECAJ PROMJENE FREKVENCije NA MJERNE INSTRUMENTE	27
4.1. Promjena frekvencije na analognim mjernim instrumentima.....	27
4.1.1. METRIX MX230	27
4.1.2. Instrument s pomičnim željezom SIEMENS	29
4.2. Promjena frekvencije na digitalnim mjernim instrumentima	30
4.2.1. UNI-T UT71A	30
4.2.2. SIEMENS B1105.....	32
4.2.3. ELMARK EM3055	34
4.2.4. SIEMENS B1047	36
LITERATURA	39
SAŽETAK.....	40
ABSTRACT	41
ŽIVOTOPIS.....	42

1. UVOD

U mjerenjima električnih i neelektričnih veličina mogu se koristiti dvije vrste mjernih instrumenata – analogni i digitalni. Svaka pojedina vrsta ima svoje prednosti i nedostatke, te radi na različitim principima rada. Generalno su pouzdaniji i točniji digitalni mjerni instrumenti.

1.1. Zadatak završnog rada

Naveći vrste analognih i digitalnih instrumenata. Objasniti princip rada pojedinog instrumenta, kako mjeriti istosmjerni i izmjenični napon. Kod digitalnih instrumenata objasniti A/D pretvorbu. Povezati fizikalne zakone sa principima rada pojedinih mjernih instrumenata. Dovedi u vezu promjenu frekvencije sa pouzdanosti rezultata za pojedine instrumente.

2. ANALOGNI I DIGITALNI MJERNI INSTRUMENTI

2.1. Analogni mjerni instrumenti

Analogni univerzalni instrumenti, odnosno analogni multimetri, daju prikaz mjerene veličine otklonom kazaljke. Univerzalno rade po principu djelovanja sile na vodič protjecan strujom u magnetskom polju, odnosno može se reći da su svi analogni instrumenti zapravo elektromehanički uređaji koji se u osnovi koriste za mjerenje struje, a mogu biti umjereni da mjere napon ili otpor. Istosmjerne vrijednosti mjere se instrumentom s pomičnim svitkom i otpornicima dodanim u seriju i paralelu. Za izmjenična mjerenja se ugrađuje ispravljač. [1]

Razlikujemo izvedbe: s pomičnim svitkom (mirni magnet i otklon svitka), s pomičnim željezom (mirni svitak i otklon magneti) te elektrodinamske instrumente (sila između dva svitka – jedan miran i otklon drugoga). Njihove funkcije aktivnog momenta su sljedeće: instrument s pomičnim svitkom ima linearnu funkciju mjerene veličine, instrument s pomičnim željezom ima kvadratnu funkciju mjerene veličine, dok elektrodinamski instrument ima linearnu funkciju umnoška dviju mjerenih veličina.

Otklonski mehanizam je elektromehanički pretvornik struje u pomak (otklon) kazaljke. Za rad otklonskog mehanizma bitno je utvrditi ovisnost otklona kazaljke o iznosu struje kako bi se mogla postaviti odgovarajuća skala. [1]

Otklon kazaljke u svakom trenutku može se opisati jednadžbom gibanja (linearna diferencijalna jednadžba drugog reda s konstantnim koeficijentima, (2-1)). [1]

$$J \cdot \frac{d^2\alpha(t)}{dt^2} + P \cdot \frac{d\alpha(t)}{dt} + D \cdot \alpha(t) = m[i(t)] \quad (2-1)$$

$\alpha(t)$ – kut otklona kazaljke [rad]

J – moment tromosti otklonskog mehanizma [kgm^2/rad]

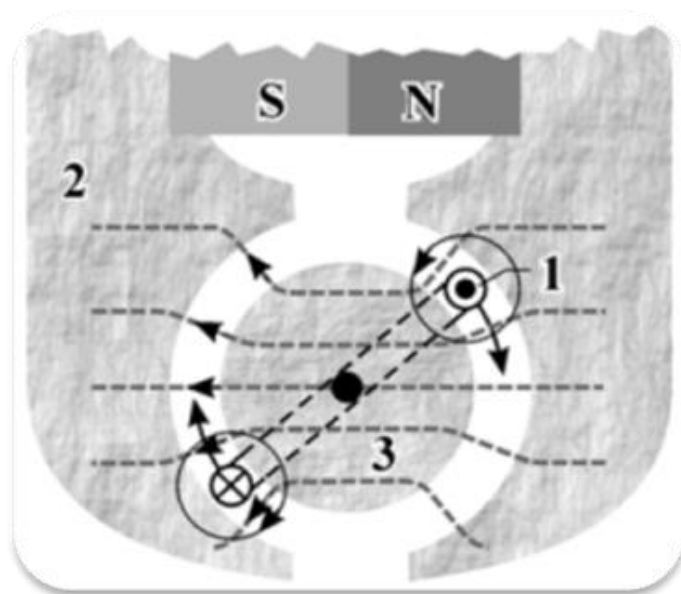
P – prigušenje (zračno, tekućinsko) otklonskog mehanizma [$\text{kgm}^2/(\text{rad} \cdot \text{s})$]

D – konstanta protumomenta otklonskog mehanizma (spiralne opruge) [$\text{kgm}^2/(\text{rad} \cdot \text{s}^2)$]

$m[i(t)]$ – aktivni moment ovisan o struji [Nm]

Princip instrumenta s pomičnim svitkom i permanentnim magnetom (kraće nazvani instrumenti s pomičnim svitkom) prikazan je na slici 2.1. [2]. Moment sile nastoji zakrenuti svitak u položaj maksimalnog podudaranja magnetskih tokova magneta i svitka protjecanog strujom (odnosno nepomični permanentni magnet želi privući pomični elektromagnet). Uzdužne stranice pravokutnog svitka 1 kreću se u zračnom rasporu između polova permanentnog magneta 2 ili njegovih polnih nastavaka i valjkaste jezgre 3 od mekog željeza. Zračni raspor se odabire što uži (1 do 2 mm) i jednolike širine, tako da u njemu vlada snažno i praktički homogeno magnetsko polje. Za magnetsku indukciju B koja zahvaća duljinu h uzdužne stranice svitka, broj namota N i struju i , pri prosječnoj širini b svitka tvori se moment iznosa prema izrazu (2-2): [2]

$$M_1 = BNbhi \quad (2-2)$$

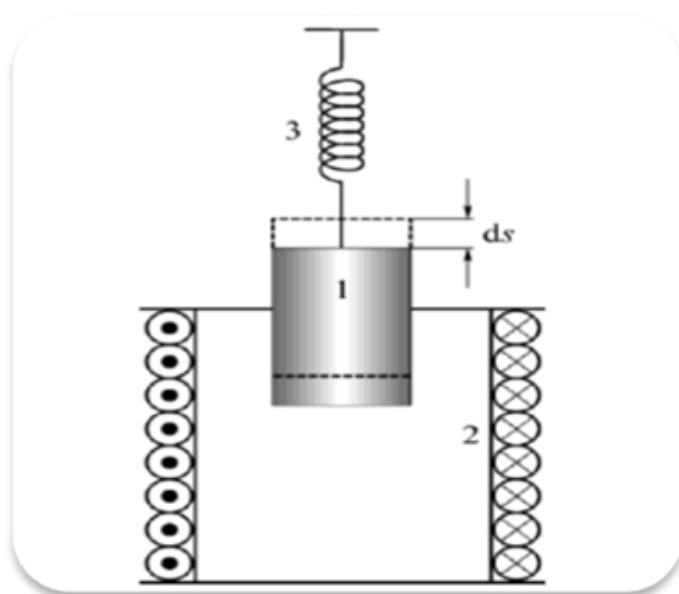


Sl.2.1. Instrument s pomičnim svitkom i permanentnim magnetom

Instrumenti s pomičnim željezom su, pogotovo na području tehničkih frekvencija, gotovo posve potisnuli sva ostala rješenja. Princip njihova rada zasniva se na djelovanju magnetskog polja svitka protjecanog strujom na pomični željezni dio (odnosno privlačna sila nepomičnog elektromagneta i pomičnog magneta), a prikazan je na slici 2.2. U najstarijim izvedbama bio je pomični željezni štapić 1 elastično zavješten iznad svitka 2 kroz koji je protjecala struja. Ovisno o jačini struje I , željezni štapić je proporcionalno magnetiziran, a sila F se određuje po promjeni energije sadržane u svitku, do koje dolazi kada se štapić pomakne za neznatnu duljinu ds u smjeru sile F – izraz (2-3). [2]

Magnetska sila uvlači željeznu kotvu nastojeći skratiti magnetski put, odnosno magnetski otpor. Promjenom položaja željezne kotve sustav mijenja induktivitet svitka koji od zračnog postaje sve više svitak sa željeznom jezgrom.

$$F = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{ds} \quad (2-3)$$



Sl.2.2. Instrument s pomičnim željezom

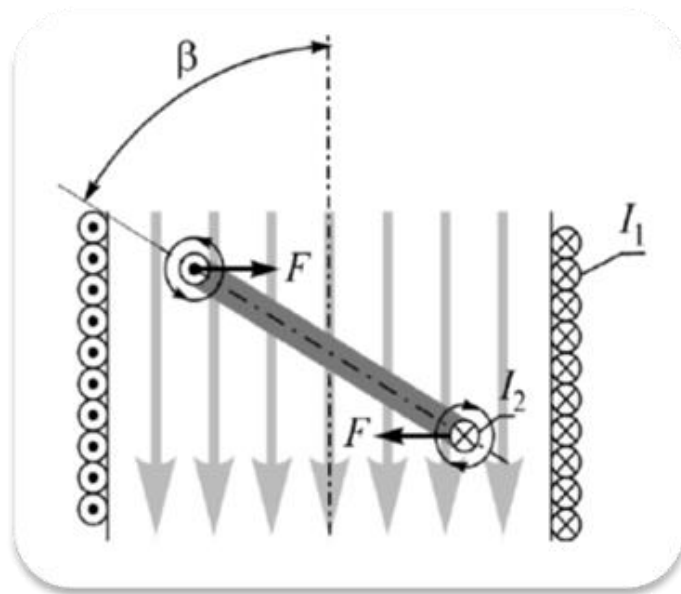
F – magnetska sila [N]

L – induktivitet svitka [H]

I – struja kroz svitak [A]

Za razliku od instrumenta s pomičnim svitkom (čiji je svitak smješten u polju permanentnog magneta), elektrodinamski instrument radi na principu gdje je pomični svitak smješten u magnetskom polju jednog nepomičnog svitka (privlačna sila dva elektromagneta). Magnetska indukcija B u sredini nepomičnog svitka može se tada lako odrediti iz broja zavoja N_1 , struje i_1 i duljine l_1 nepomičnog svitka – izraz (2-4). [2]

$$B = \mu_0 \frac{i_1 N_1}{l_1} \quad (2-4)$$



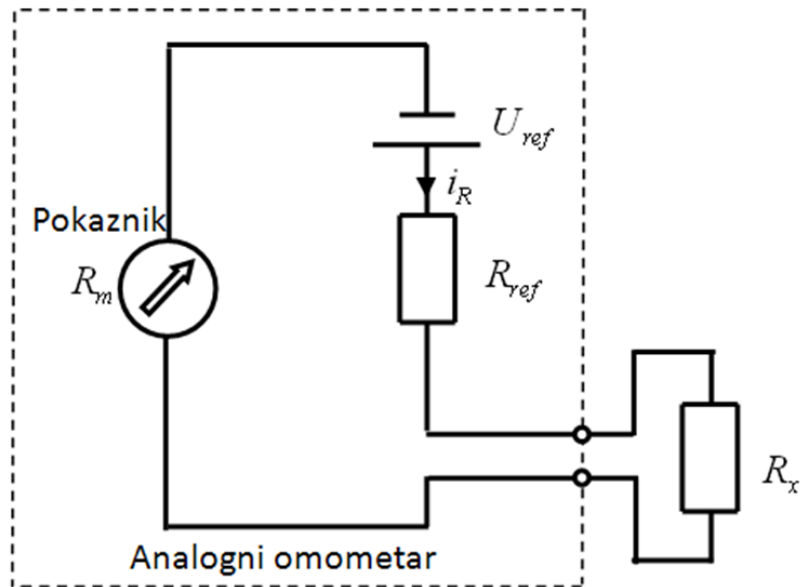
Sl.2.3. Elektrodinamski instrument

Kako bi otklon instrumenta s pomičnim svitkom priključen na izmjeničnu struju bio jednak nuli, uz eventualno titranje kazaljke oko nule, neupućeni promatrač bi mogao zaključiti kako u tom slučaju svitkom ne teče struja, dok u stvarnosti ona može biti i višestruko veća od dozvoljene i uzrokovati pregaranje svitka. Takav način mjerenja nije prihvatljiv, zato se izmjenični signal punovalno ispravlja, odnosno spaja se punovalni ispravljač prije otklonskog mehanizma (Sl.2.4.) [1]



Sl.2.4. Mjerenje izmjeničnih veličina

Za mjerenje otpora važna su dva podatka – referentni struja i napon pomoću kojih se može dobiti vrijednost mjerenog otpora. Postupak se zapravo temelji na Ohmovom zakonu, tj. izrazima (2-5) i (2-6):



Sl.2.5. Mjerenje otpora

$$i_R = \frac{U_{ref}}{R_{ref} + R_x} \quad (2-5)$$

$$R_x = \frac{U_{ref}}{i_R} - R_{ref} \quad (2-6)$$

2.2. Digitalni mjerni instrumenti

Digitalni mjerni instrumenti mjerni rezultat prikazuju brojučano upotrebom znamenaka za razliku od analognih koji mjerni rezultat pokazuju kazaljkom i mjernom skalom. Fundamentalna razlika u odnosu na analogne instrumente je u tome da se mjerenje digitalnih instrumenata bazira na mjerenju napona, a dobiveni signal se zatim pretvara iz kontinuirane u diskretiziranu veličinu, koju se zatim obradom prikazuje u znamenku.

Neke od prednosti digitalnih mjernih instrumenata nad analognim :

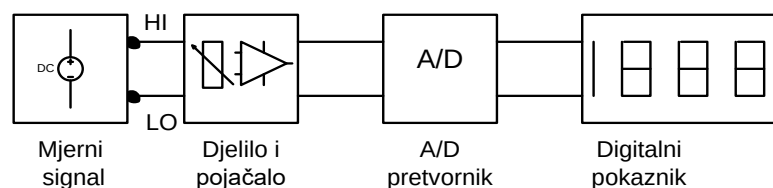
- Jednostavno i brzo očitavanje znamenaka, ovo je naročito pogodno ako se želi rezultat očitati na veći broj decimala, što je kod analognih instrumenata vrlo teško ili praktički nemoguće.
- Velika ulazna impedancija ($> 10 \text{ M}\Omega$) – jer principijelno rade kao voltmetri
- Mogućnost povezivanja sa računalom gdje je mjerni rezultat raspoloživ za pohranu i daljnju obradu [3]

Međutim, mana (što je vidljivo u mjerenjima) može biti osjetljivost na smetnje, posebno na mrežnoj frekvenciji od 50 Hz [3]

Najvažniji dijelovi digitalnog voltmetra su:

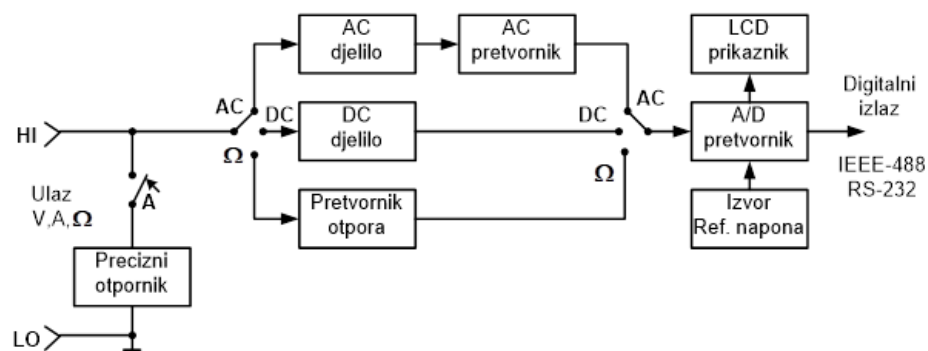
- Ulazno dijelilo i pojačalo
- A/D pretvornik
- Digitalni prikaznik (LCD display) [3]

Blok dijagram istosmjernog digitalnog voltmetra prikazan na slici 2.6. [3]



Sl.2.6. Blok shema istosmjernog digitalnog voltmetra

Digitalni multimetri složenije su izvedbe jer osim napona mogu mjeriti i druge veličine kao struju, otpor, frekvenciju, kapacitet, temperaturu itd. Osim toga predviđeni su za mjerenje i izmjeničnih napona i struja pa stoga mogu imati odziv na srednju, efektivnu ili tjemenu vrijednost ulaznog izmjeničnog napona. Da bi se moglo mjeriti druge veličine potrebno je ugraditi dodatne sklopove, tako npr. za mjerenje otpora treba vrlo točan strujni izvor, struja se mjeri mjerenjem napona na poznatom i točnim otpornikom. Kod mjerenje izmjeničnih napona i struja potrebno je prvo ispraviti te veličine ispravljačem (AC/DC pretvornik). Ispravljači obično nemaju veliku točnost zato je i pogreška kod izmjeničnih mjerenja veća nego kod istosmjernih. Blok shema digitalnog multimetra prikazana je na slici 2.7. [3]



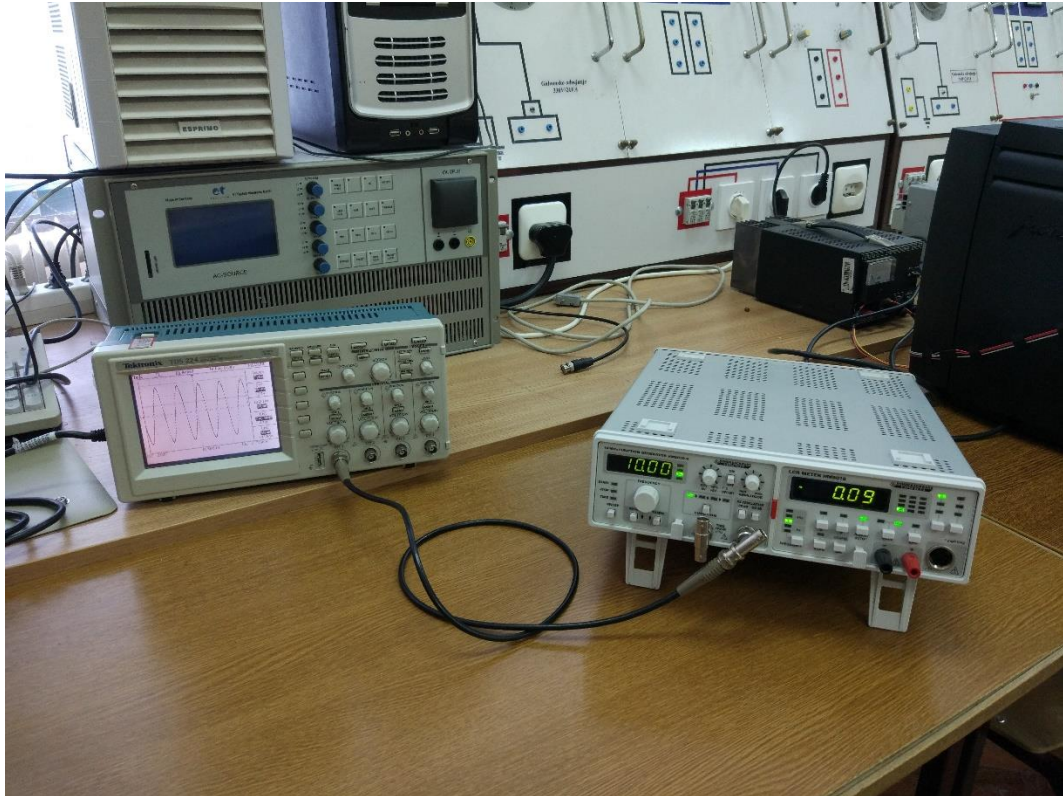
Sl.2.7. Blok shema digitalnog multimetra

A/D pretvornik pretvara napon (analognu veličinu) u ekvivalentnu digitalnu vrijednost. Ulazni napon u intervalu $[0, U_{ref}]$ pretvara se u digitalnu vrijednost u intervalu $[0, 2^N - 1]$, gdje je N razlučivost pretvarača.

Osnovni parametri A/D pretvornika su razlučivost i brzina pretvorbe, dok se sami postupak A/D pretvorbe se odvija u 3 faze – uzorkovanje, kvantizacija i kodiranje

2.3. Mjerna oprema

Za tražene rezultate potrebno je koristiti različitu mjernu opremu. Za generiranje i prikaz signala korišteni su generator signala i osciloskop (Sl.2.8.).



Sl.2.8. Funkcijski generator signala i osciloskop

Za sva mjerenja su, uz generator signala i osciloskop, korišteni sljedeći mjerni instrumenti:

a) UNI-T UT71A (Sl.2.9.)

TRMS, 3 ½ digita, $G = \pm(2\% \text{ m.v.} + 40)$

b) SIEMENS B1105 (Sl.2.10.)

TRMS, 5 ¾ digita, $G = \pm(1\% \text{ m.v.} + 30)$

c) ELMARK EM3055 (Sl.2.11.)

nije TRMS, 3 ½ digita, $G = \pm(1\% \text{ m.v.} + 30)$

d) SIEMENS B1047 (Sl.2.12.)

TRMS, 4 ½ do 6 ½ digita (selektivno), $G = \pm(0.35\% \text{ m.v.} + 0.3\% \text{ mjernog opsega})$

e) METRIX MX230 (Sl.2.13.)

Instrument s pomičnim svitkom i permanentnim magnetom, razred točnosti : 1,5

f) Instrument s pomičnim željezom (SIEMENS) (Sl.2.14.)

Instrument s pomičnim željezom, razred točnosti: 0,5 [2]

Uz navedene digitalne mjerne instrumente navedeni su : je li TRMS, broj digita, te granična pogreška (za područje na kojem smo mjerili – do 20V, u formatu (p% m.v. + n), gdje je p postotak, m.v. predstavlja mjerenu vrijednost, a n broj digita) ili (p% m.v. + q% mjernog opsega) gdje je q postotak mjernog opsega, a uz analogne mjerne instrumente navedeni su razredi točnosti, te vrsta otklonskog mehanizma.



Sl.2.9. UNI-T UT71A



Sl.2.12. SIEMENS B1047



Sl.2.13. METRIX MX230



Sl.2.14. Instrument s pomičnim željezom SIEMENS

3. UTJECAJ PROMJENE VALNOG OBLIKA NA REZULTATE MJERENJA

Kroz mjerenja napona se izmjenjuju valni oblici (sinusni, trokutasti i pravokutni signal) 12V ptp („peak to peak“- tj. od vrha do vrha, što je iznosnom jednako razlici maksimalne i minimalne vrijednosti) , te se svakom obliku dodaje i DC komponenta od 5V. Sva mjerenja izvršena su uz frekvenciju signala od 50 Hz Teoretska (idealna) vrijednost označena je crvenom linijom na svakoj slici, te se tako mogu vidjeti odstupanja.

Valni oblik		Srednja vrijednost [V]	Srednja ispravljena [V]	Efektivna vrijednost [V]
Bez istosmjerne komponente	Sinusni	0	3,82	4,24
	Trokutasti	0	3	3,46
	Pravokutni	0	6	6
S istosmjernom komponentom	Sinusni	5	5,91	6,56
	Trokutasti	5	5,08	6,08
	Pravokutni	5	6	7,81

Kod instrumenta s pomičnim svitkom vrijedi : 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). [4]

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.

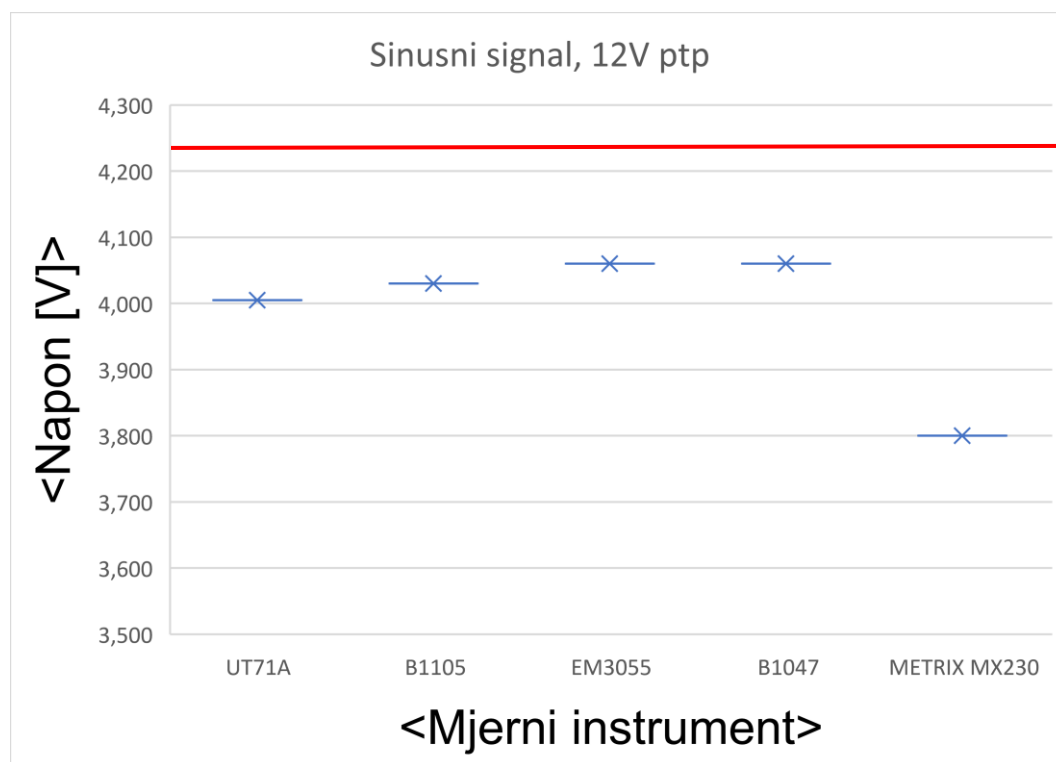
Instrument s pomičnim željezom ima odziv na efektivnu vrijednost signala, dakle pokazat će uvijek efektivnu vrijednost bez obzira na valni oblik signala. Instrument s pomičnim željezom nema mogućnost odabira područja AC/DC.

Kod digitalnih instrumenata ovisi je li odabrano područje AC, DC ili AC+DC. Instrumenti s oznakom TRMS za AC područje prikazuju efektivnu vrijednost izmjenične komponente, za DC područje srednju vrijednost signala, a AC+DC efektivnu vrijednost signala (cijelog).

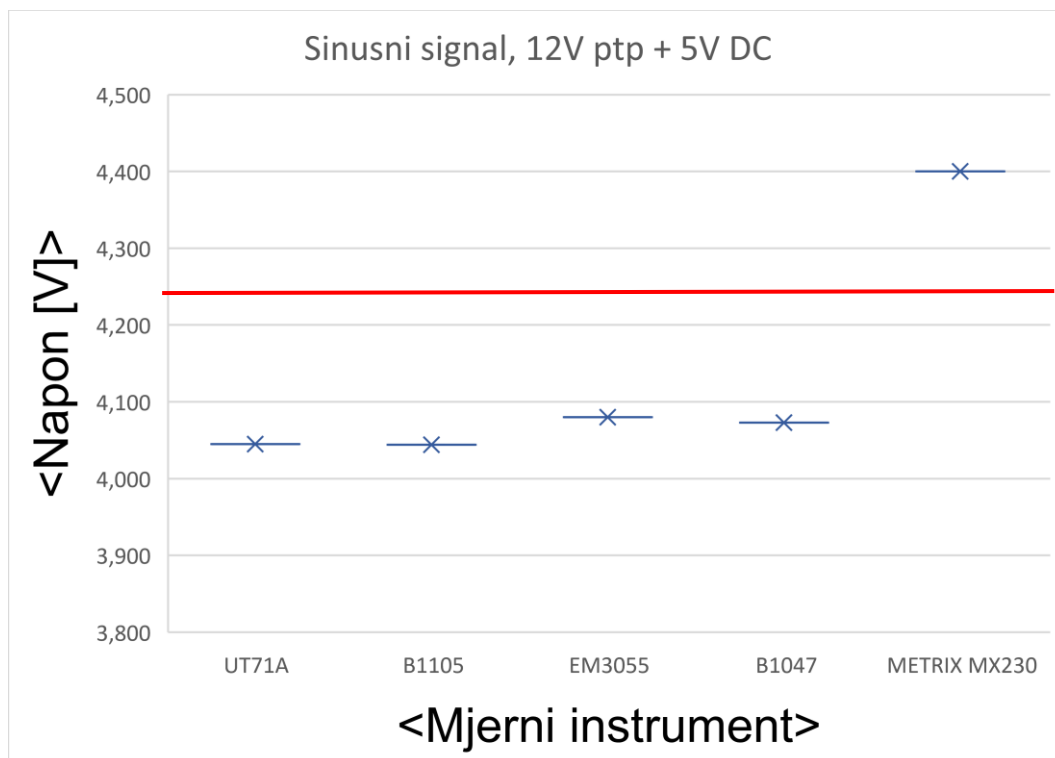
Instrumenti bez oznake TRMS na AC području mjere srednju ispravljenu vrijednost izmjenične komponente pomnoženu s faktorom 1,11, na DC području mjere srednju vrijednost, a AC+DC područje nemaju.

3.1. AC područje mjerenja

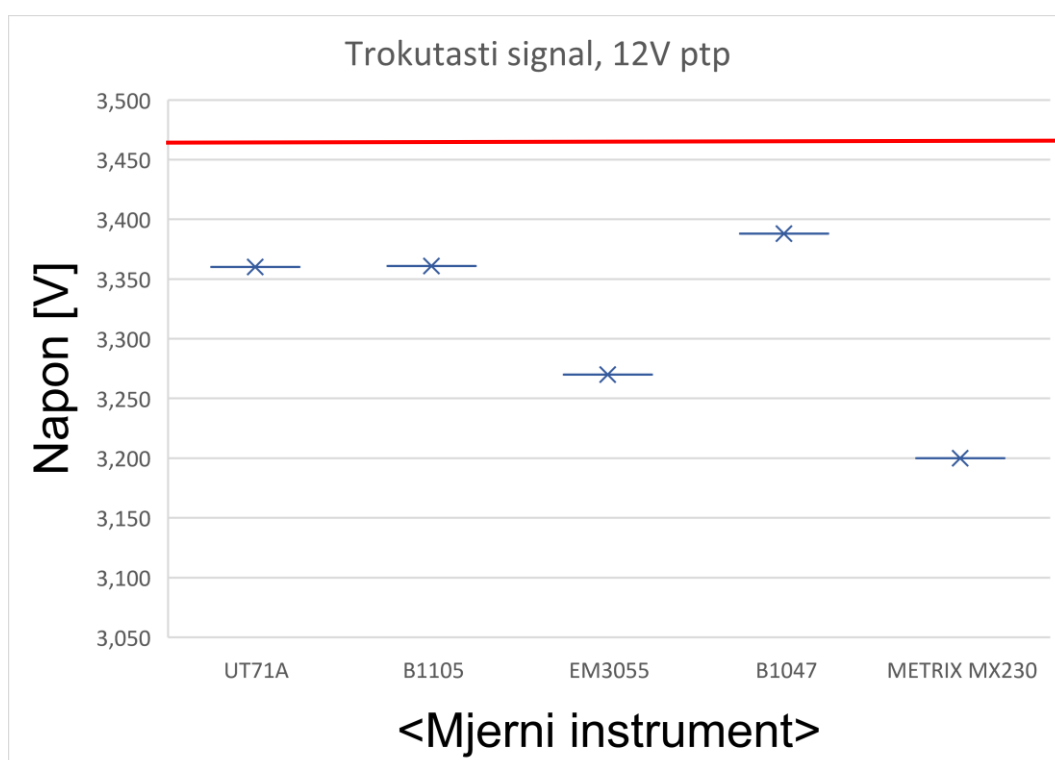
Na sljedećim slikama prikazana su pokazivanja mjernih instrumenta za : sinusni signal bez DC komponente (Sl.3.1.), sinusni signal sa DC komponentom (Sl.3.2.), trokutasti signal bez DC komponente (Sl.3.3.), trokutasti signal sa DC komponentom (Sl.3.4.), pravokutni signal bez DC komponente (Sl.3.5.), te pravokutni signal sa DC komponentom (Sl.3.6.).



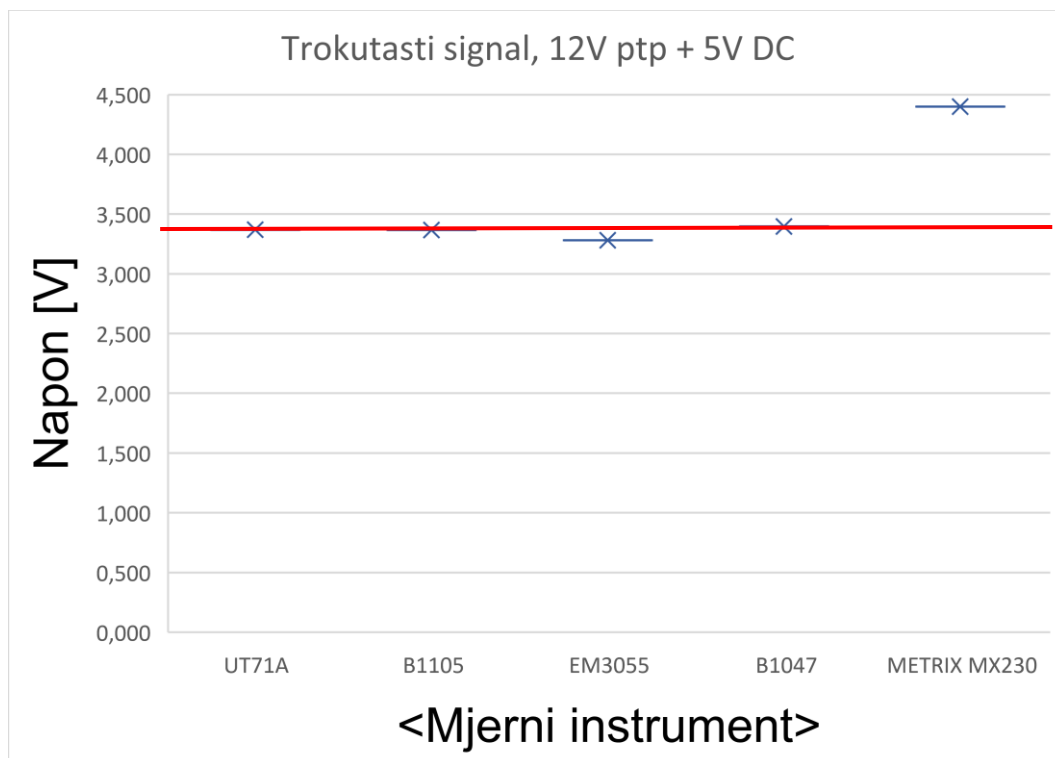
Sl. 3.1. Pokazivanje mjernih instrumenata za sinusni signal, 12V ptp



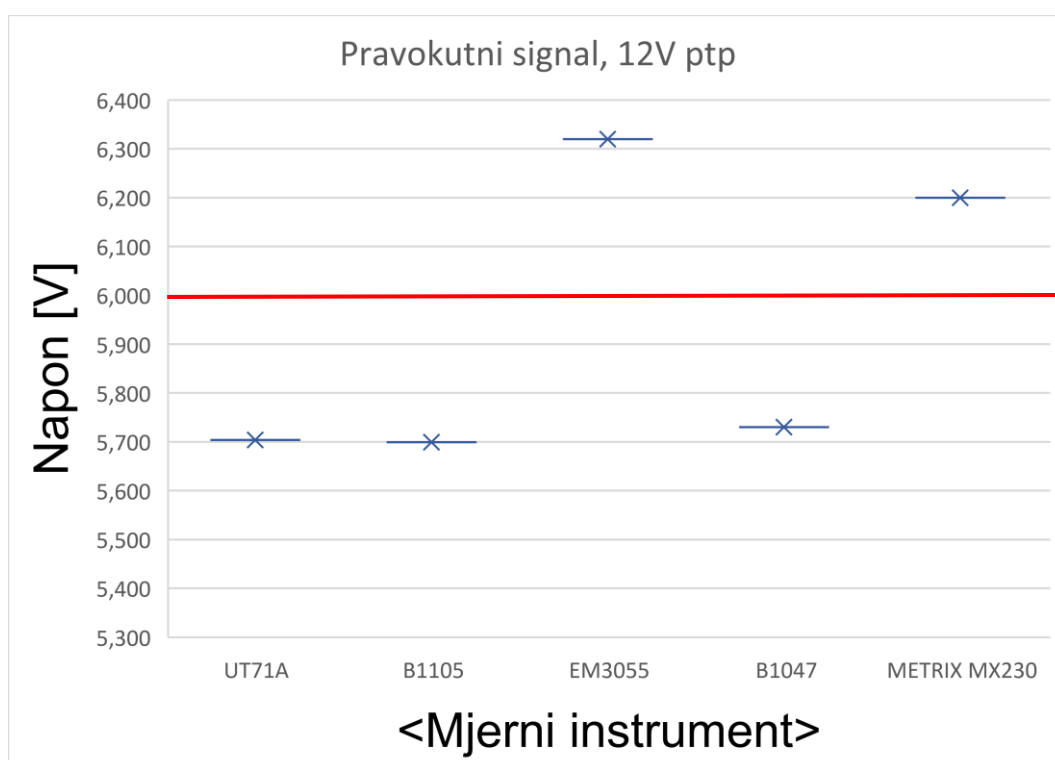
Sl. 3.2. Pokazivanje mjernih instrumenata za sinusni signal, 12V ptp + 5V DC



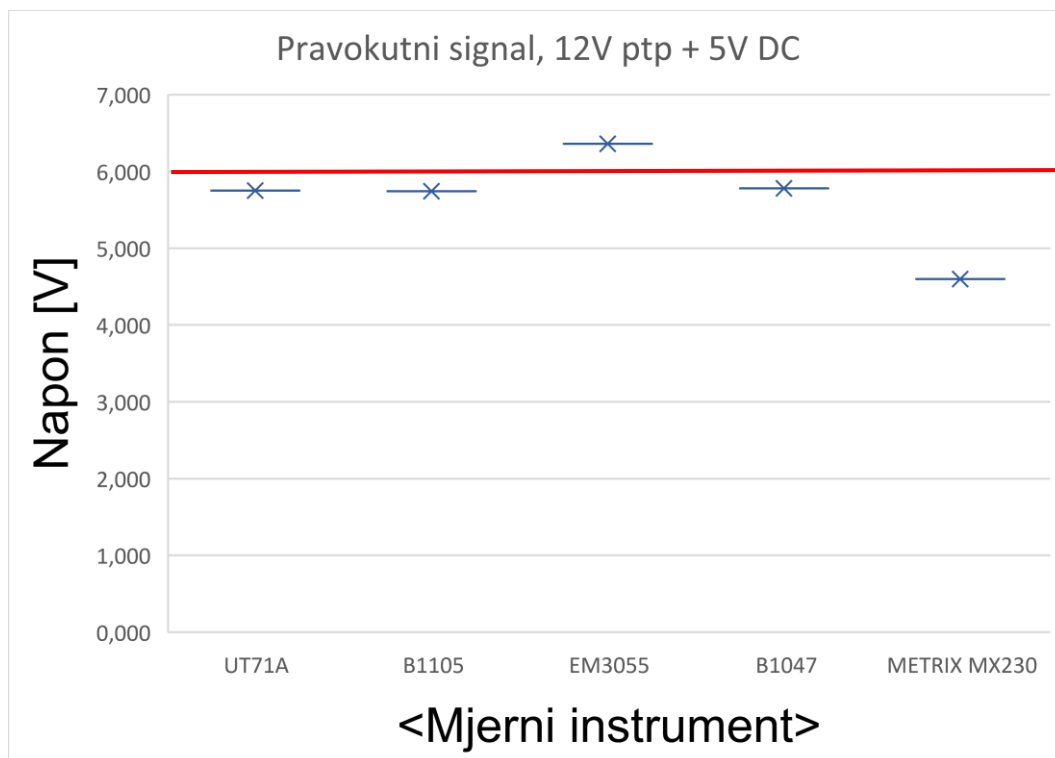
Sl. 3.3. Pokazivanje mjernih instrumenata za trokutasti signal, 12V ptp



Sl. 3.4. Pokazivanje mjernih instrumenata za trokutasti signal, 12V ptp + 5V DC



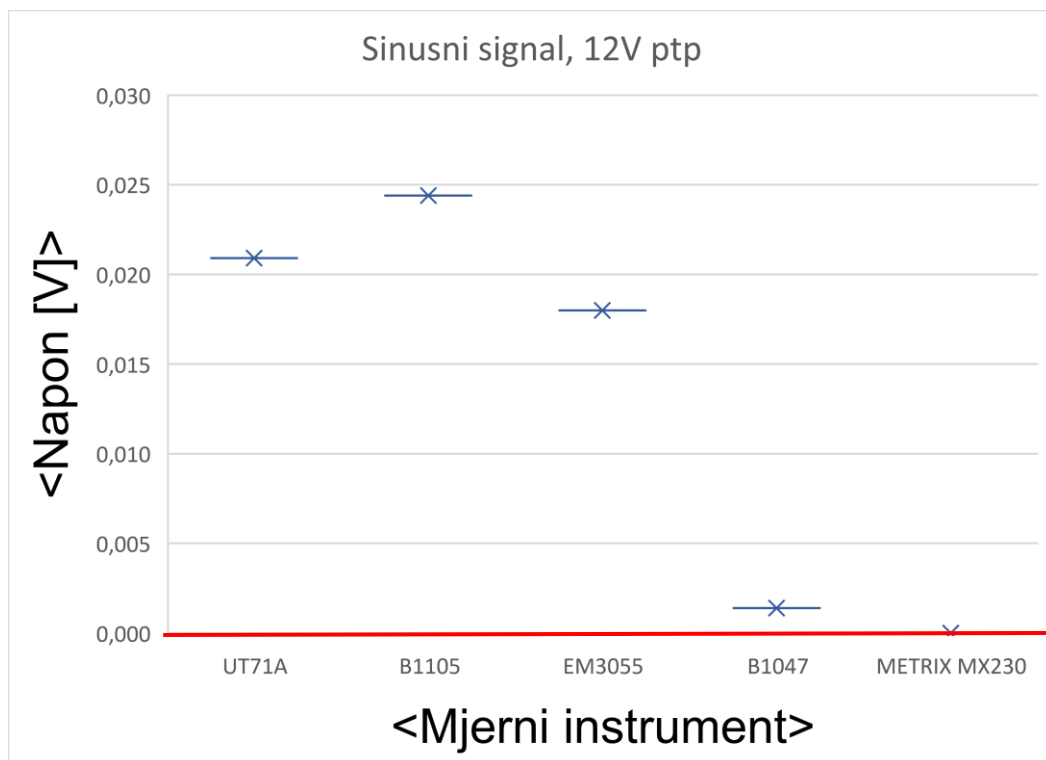
Sl. 3.5. Pokazivanje mjernih instrumenata za pravokutni signal, 12V ptp



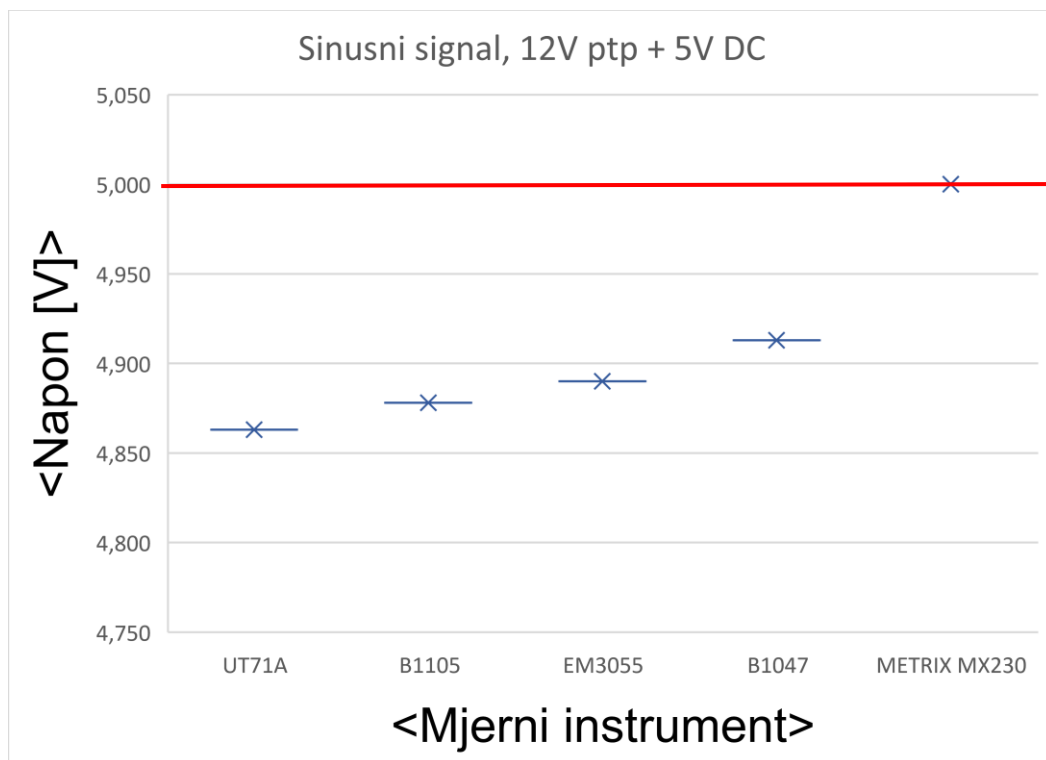
Sl. 3.6. Pokazivanje mjernih instrumenata za pravokutni signal, 12V ptp + 5V DC

3.2. DC područje mjerenja

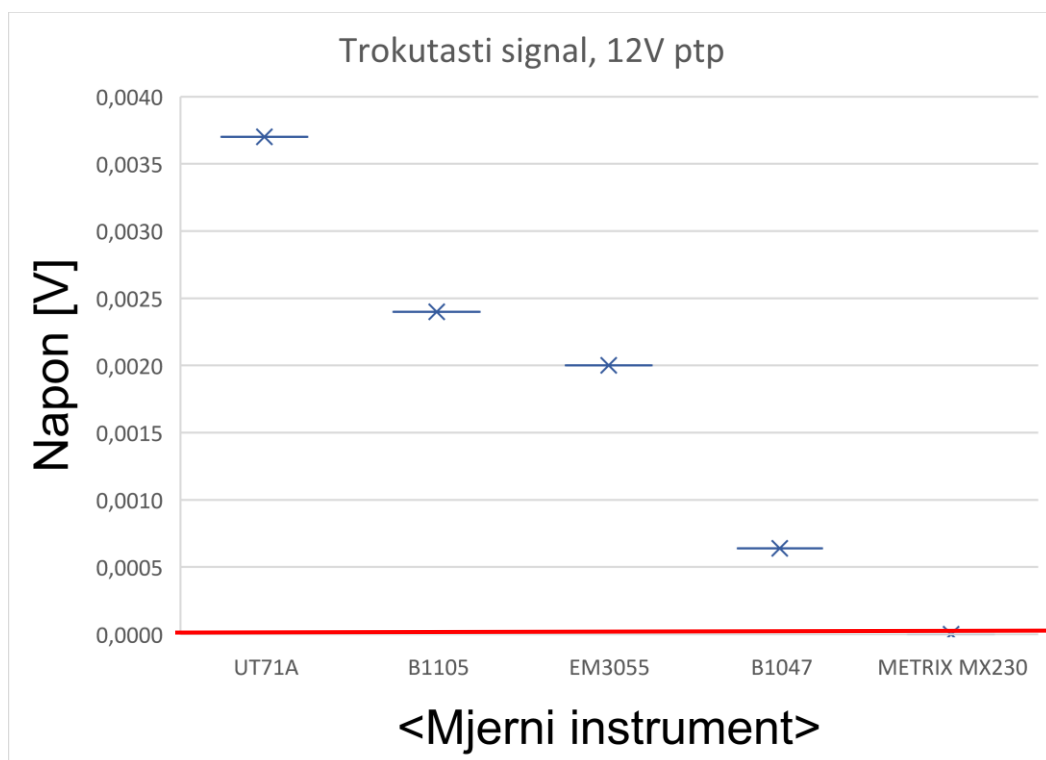
Na sljedećim slikama prikazana su pokazivanja mjernih instrumenata za : sinusni signal bez DC komponente (Sl.3.7.), sinusni signal sa DC komponentom (Sl.3.8.), trokutasti signal bez DC komponente (Sl.3.9.), trokutasti signal sa DC komponentom (Sl.3.10.), pravokutni signal bez DC komponente (Sl.3.11.), te pravokutni signal sa DC komponentom (Sl.3.12.).



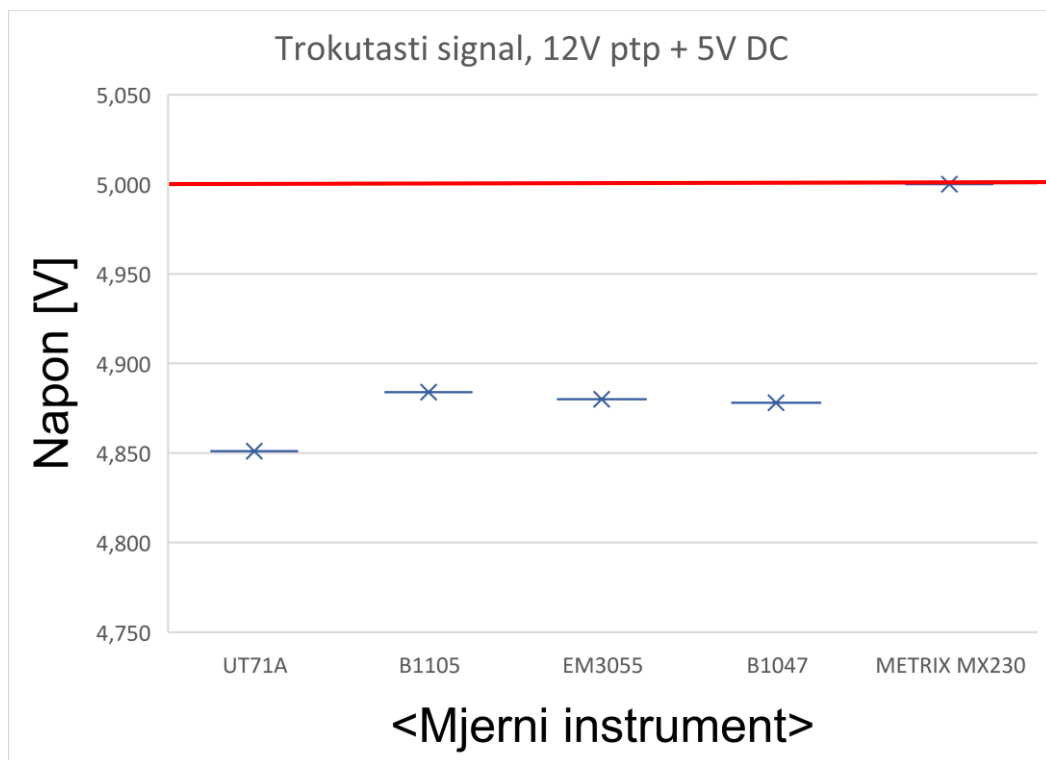
Sl. 3.7. Pokazivanje mjernih instrumenata za sinusni signal, 12V ptp



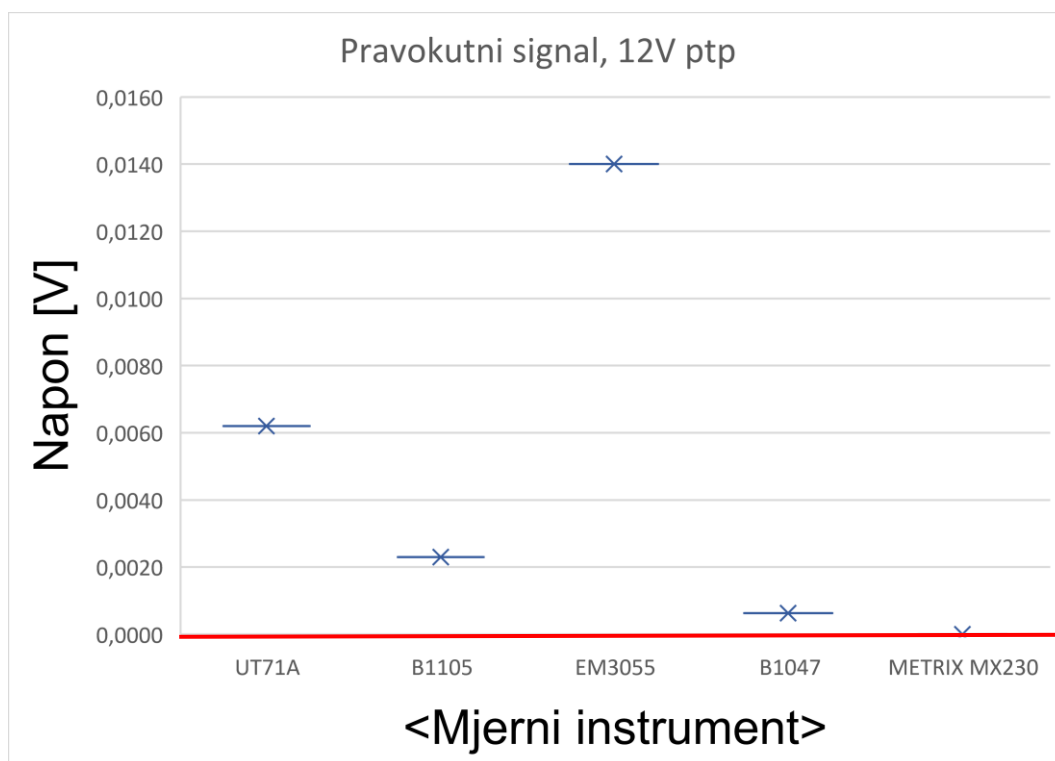
Sl. 3.8. Pokazivanje mjernih instrumenata za sinusni signal, 12V ptp + 5V DC



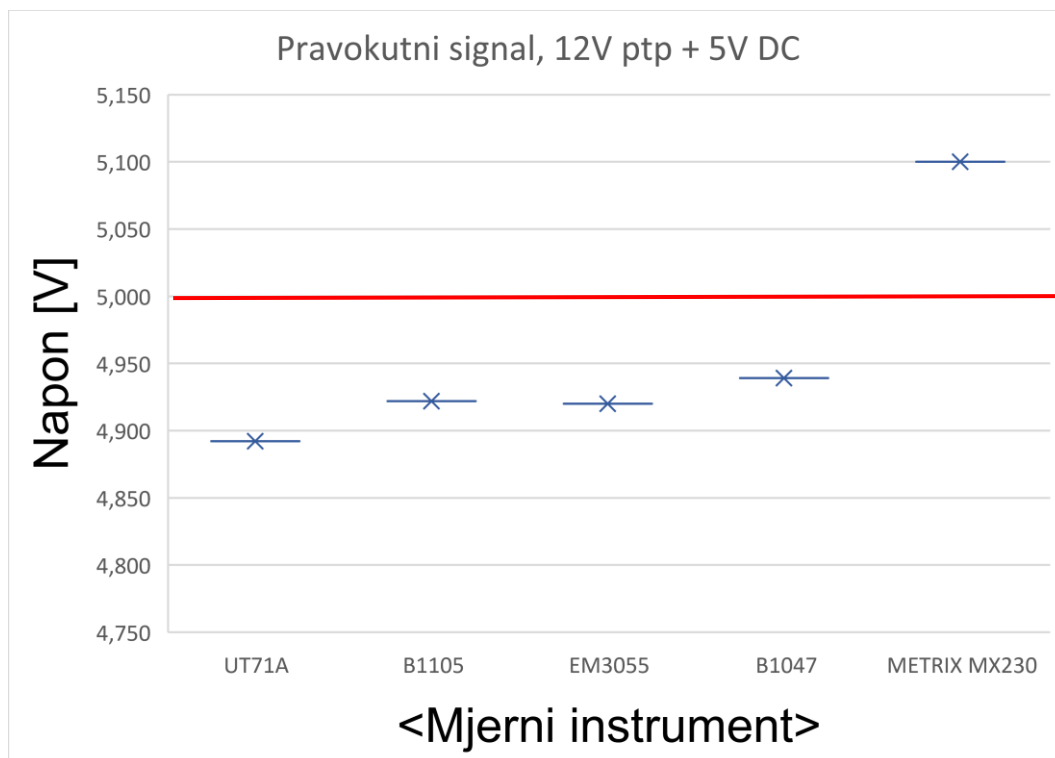
Sl. 3.9. Pokazivanje mjernih instrumenata za trokutasti signal, 12V ptp



Sl. 3.10. Pokazivanje mjernih instrumenata za trokutasti signal, 12V ptp + 5V DC



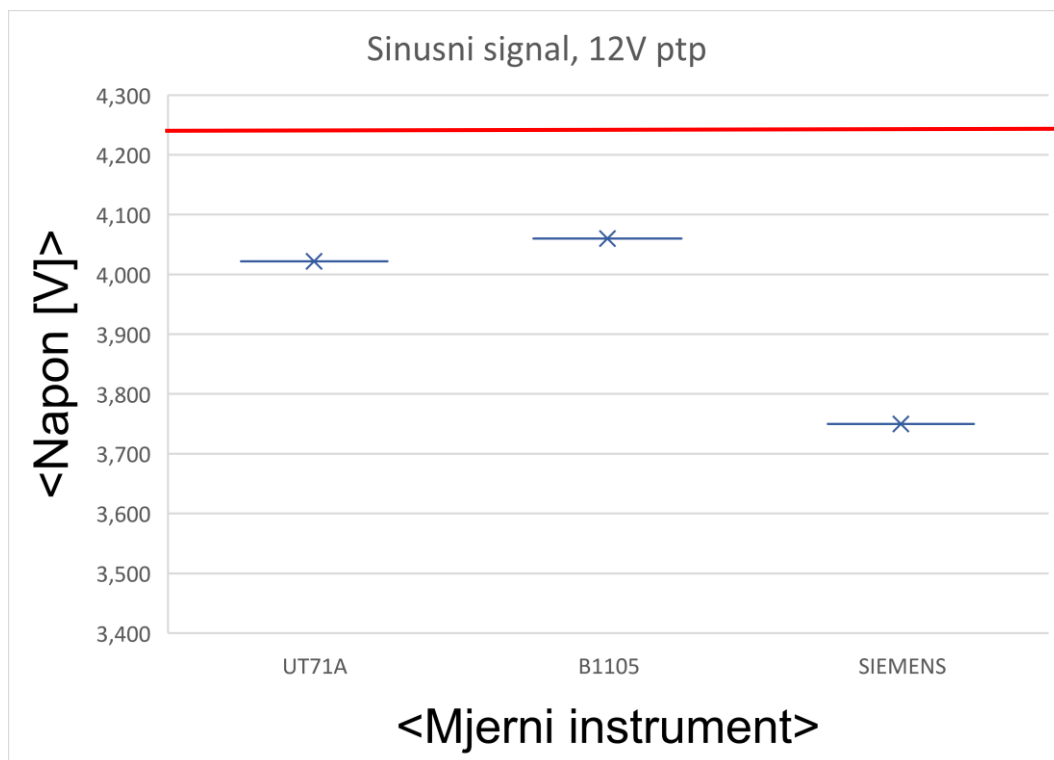
Sl. 3.11. Pokazivanje mjernih instrumenata za pravokutni signal, 12V ptp



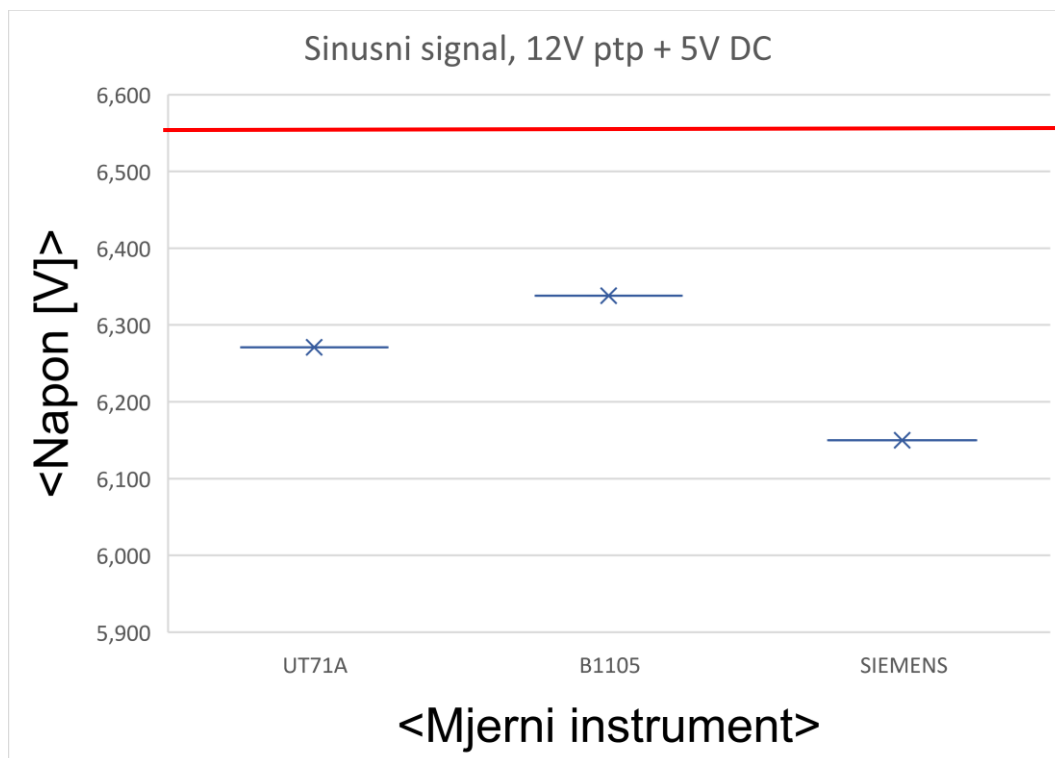
Sl. 3.12. Pokazivanje mjernih instrumenata za pravokutni signal, 12V ptp + 5V DC

3.3. AC+DC područje mjerenja

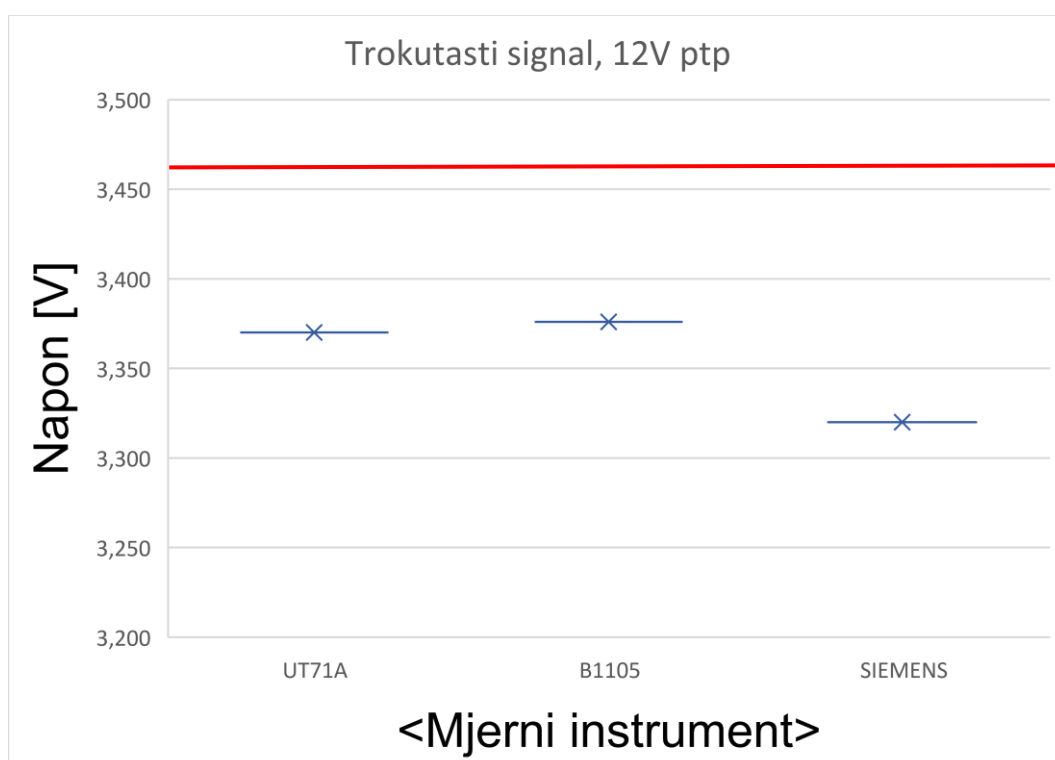
Na sljedećim slikama prikazana su pokazivanja mjernih instrumenata za : sinusni signal bez DC komponente (Sl.3.13.), sinusni signal sa DC komponentom (Sl.3.14.), trokutasti signal bez DC komponente (Sl.3.15.), trokutasti signal sa DC komponentom (Sl.3.16.), pravokutni signal bez DC komponente (Sl.3.17.), te pravokutni signal sa DC komponentom (Sl.3.18.).



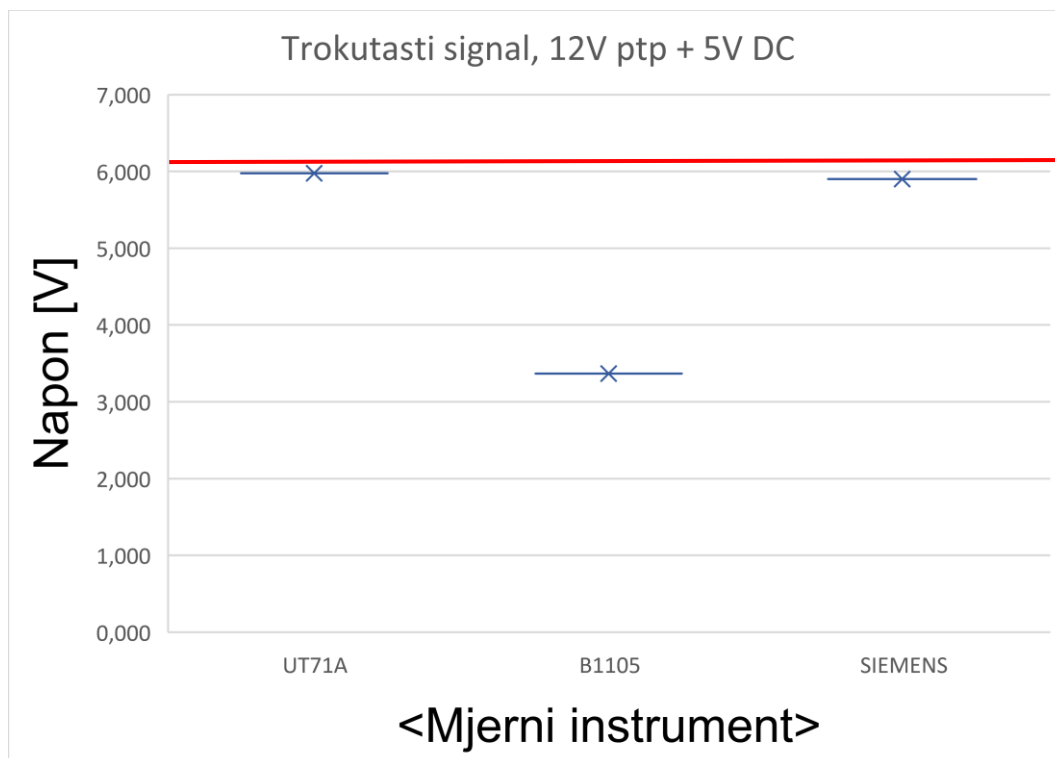
Sl. 3.13. Pokazivanje mjernih instrumenata za sinusni signal, 12V ptp



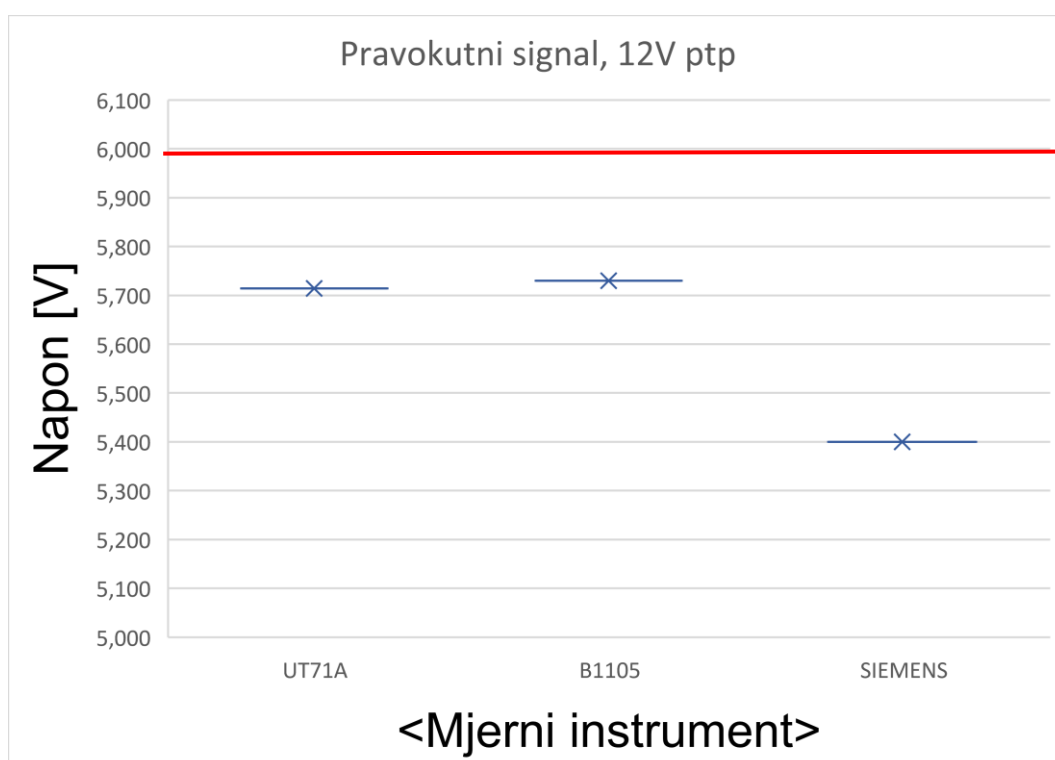
Sl. 3.14. Pokazivanje mjernih instrumenata za sinusni signal, 12V ptp + 5V DC



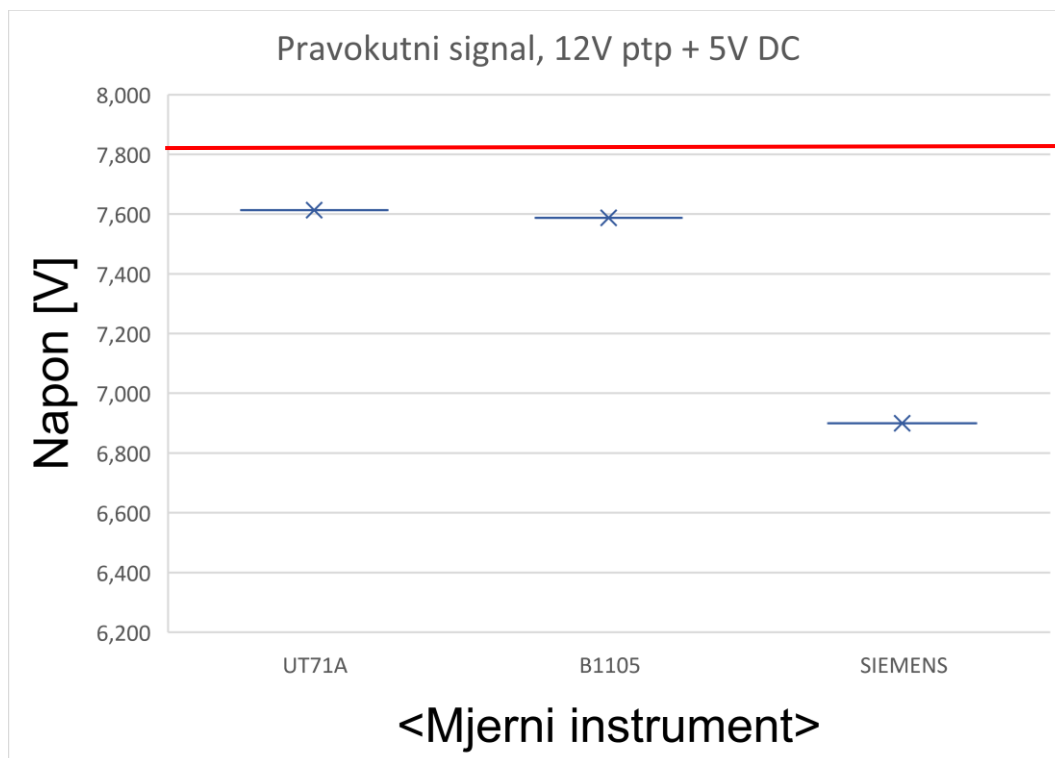
Sl. 3.15. Pokazivanje mjernih instrumenata za trokutasti signal, 12V ptp



Sl. 3.16. Pokazivanje mjernih instrumenata za trokutasti signal, 12V ptp + 5V DC



Sl. 3.17. Pokazivanje mjernih instrumenata za pravokutni signal, 12V ptp



Sl. 3.18. Pokazivanje mjernih instrumenata za pravokutni signal, 12V ptp + 5V DC

4. UTJECAJ PROMJENE FREKVENCIJE NA MJERNE INSTRUMENTE

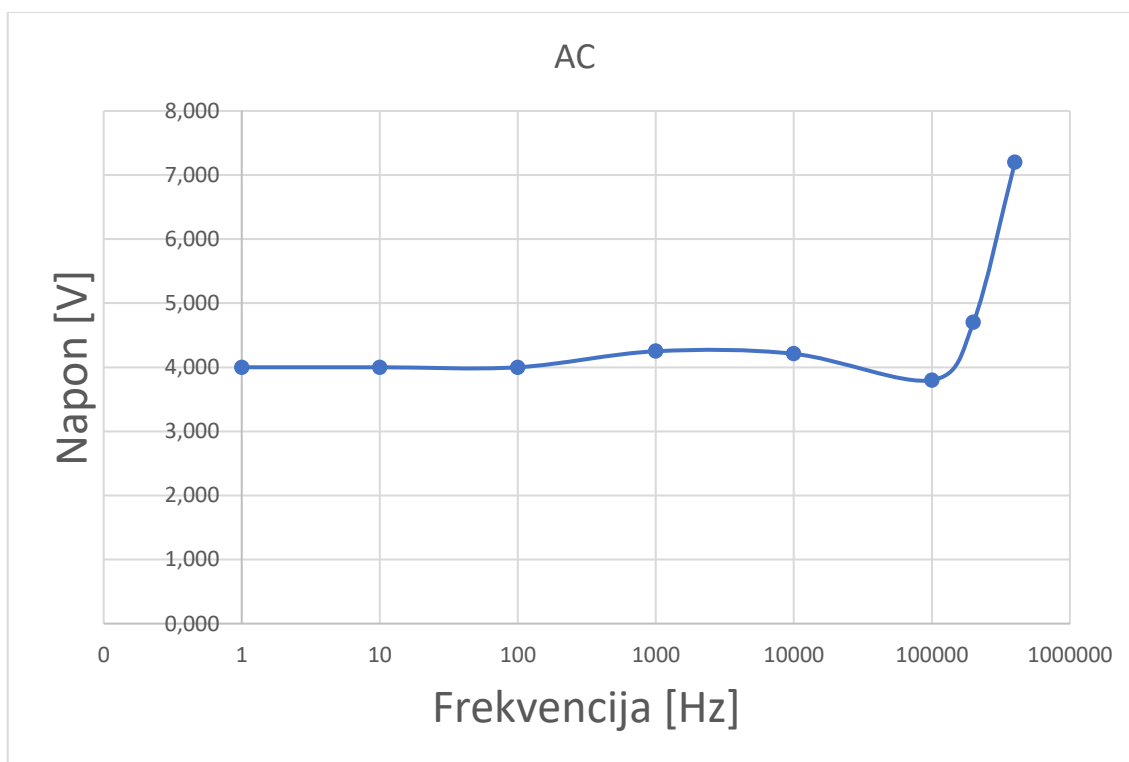
Za isti iznos amplitude signala promijenjena je frekvencija u iznosu od 1 Hz do 400 kHz. Također, mjereno je na 3 područja – AC , DC i AC+DC. Za svaki instrument su odabrana sva moguća područja koja instrument može mjeriti. Signal je sinusnog oblika, a amplituda je 6V (12V ptp). DC komponenta je jednaka nuli. Uz svaki instrument naveden je frekvencijski pojas unutar kojeg proizvođač garantira točnost u skladu s graničnim pogreškama.

4.1. Promjena frekvencije na analognim mjernim instrumentima

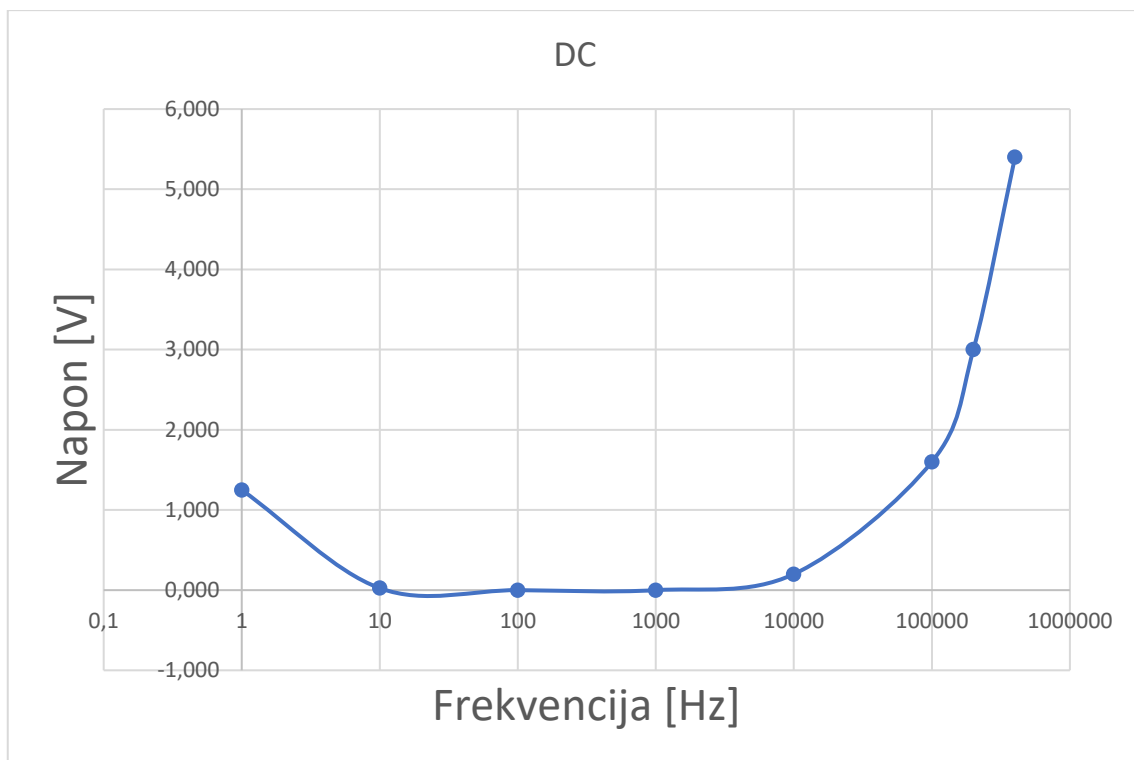
4.1.1. METRIX MX230

Prikazana je promjena napona na AC području (Sl.4.1.), te na DC području (Sl.4.2.).

Frekvencijski pojas : uglavnom do 1000 Hz [2]



Sl. 4.1. AC područje

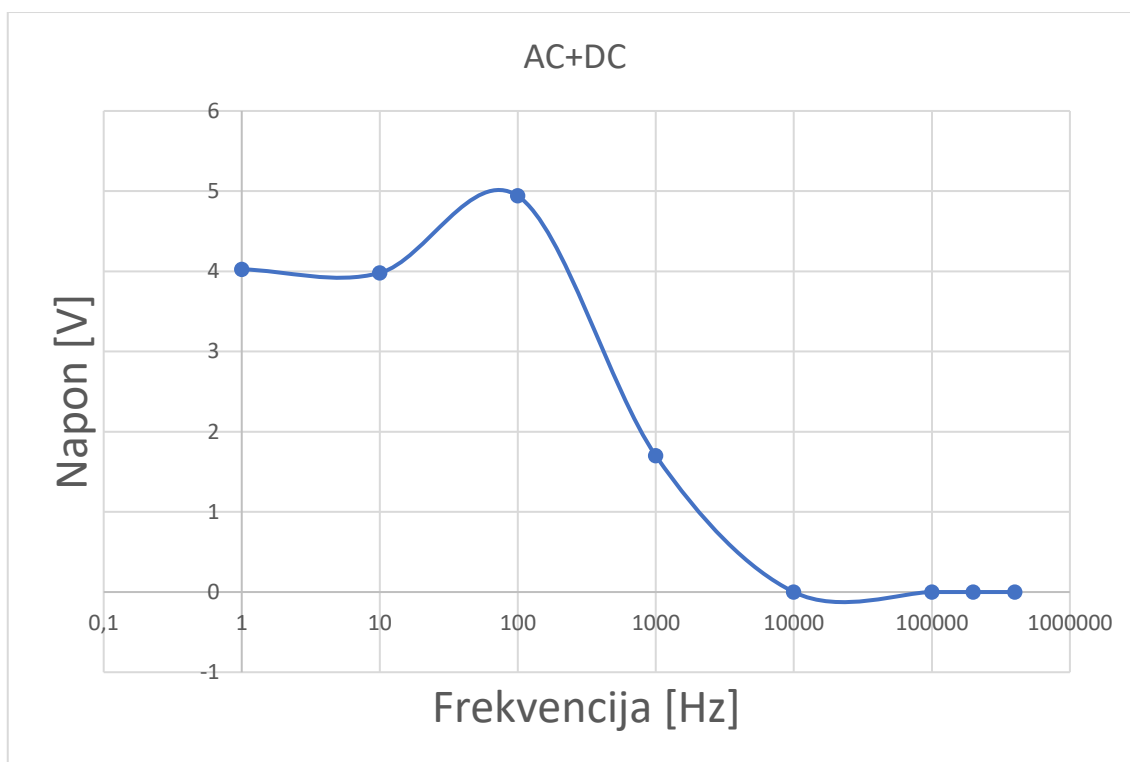


Sl. 4.2. DC područje

4.1.2. Instrument s pomičnim željezom SIEMENS

Prikazana je promjena napona na AC+DC području (Sl.4.3.).

Frekvencijski pojas : do nekoliko stotina Hz, a gornja granica upotrebe uglavnom ne prelazi 1 kHz [2]



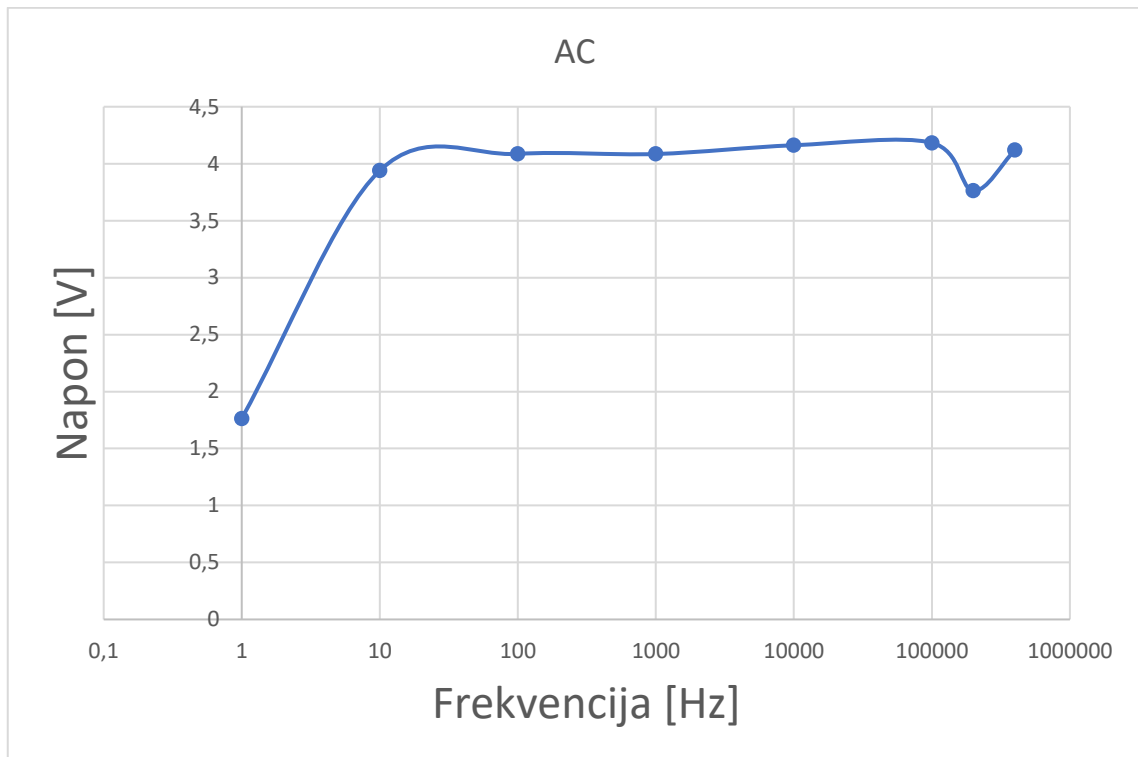
Sl. 4.3. AC+DC područje

4.2. Promjena frekvencije na digitalnim mjernim instrumentima

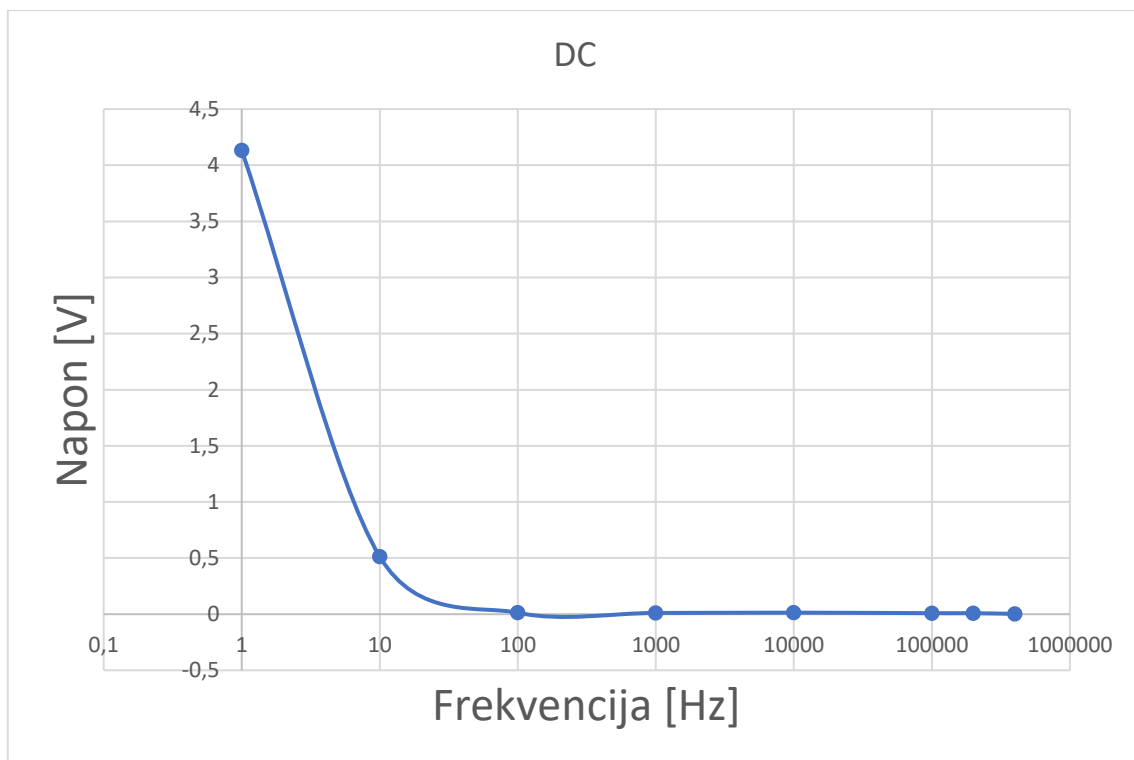
4.2.1. UNI-T UT71A

Prikazana je promjena napona na AC području (Sl.4.4.), DC području (Sl.4.5.), te na AC+DC području (Sl.4.6.).

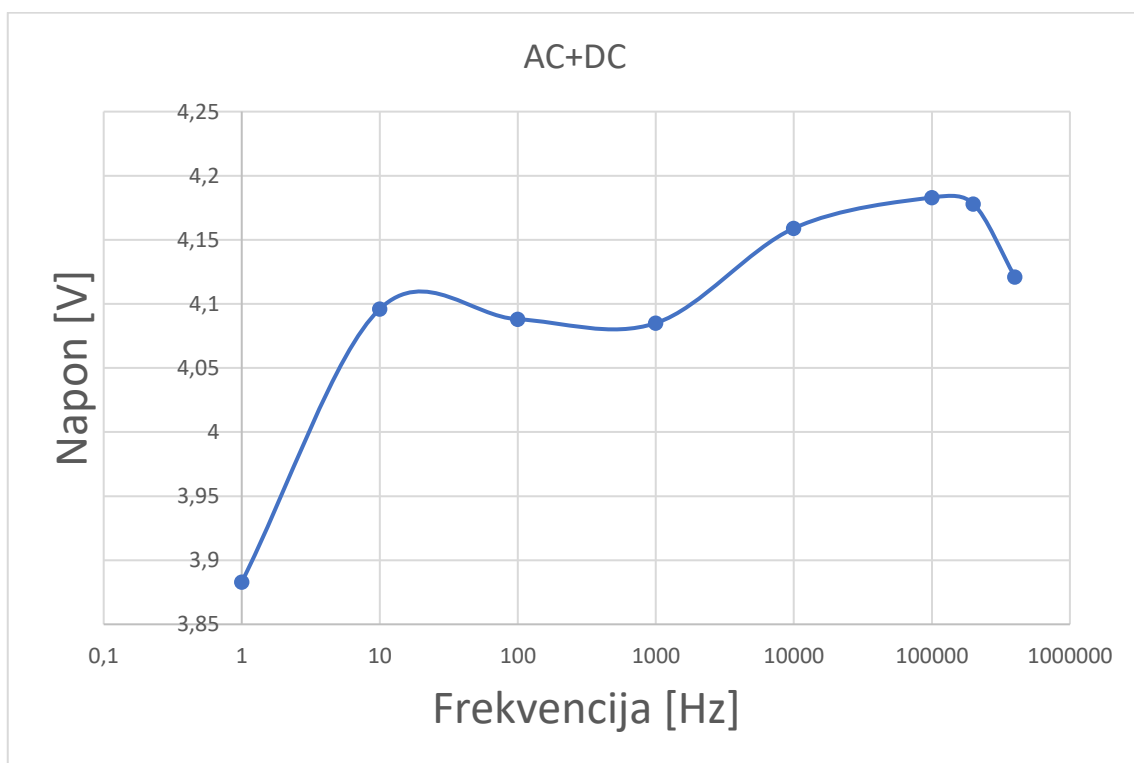
Frekvencijski pojas : 1kHz – 10 kHz



Sl. 4.4. AC područje



Sl. 4.5. DC područje

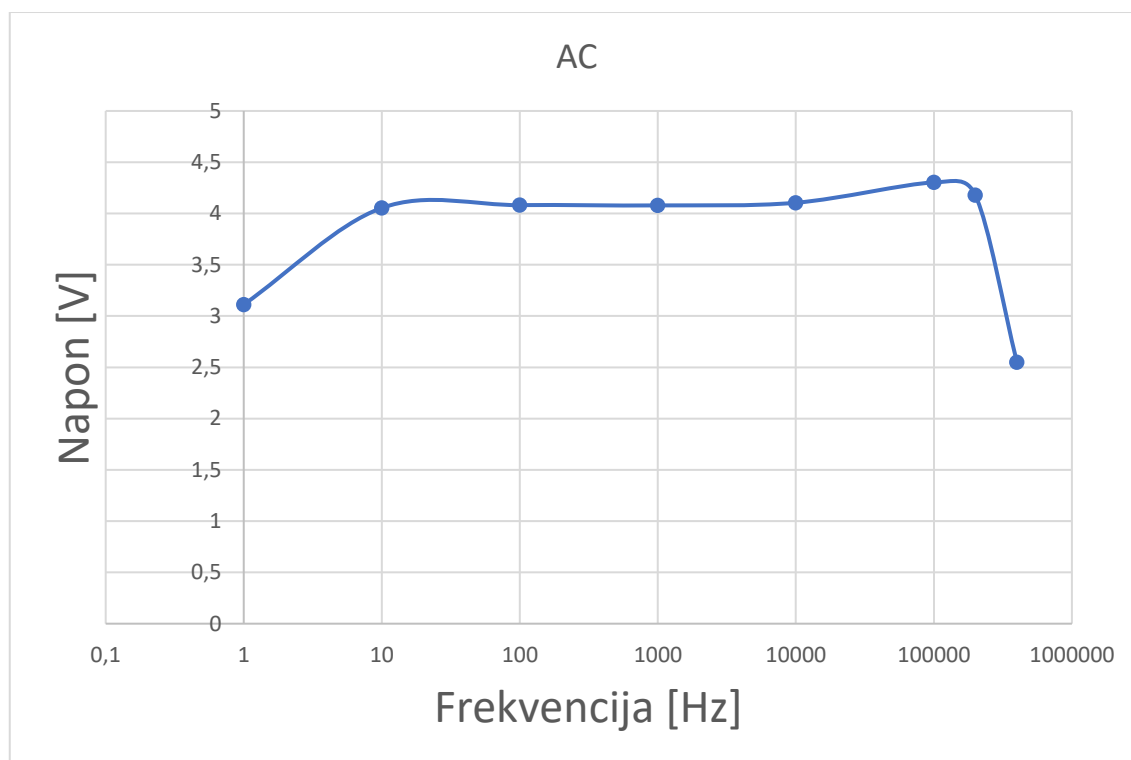


Sl. 4.6. AC+DC područje

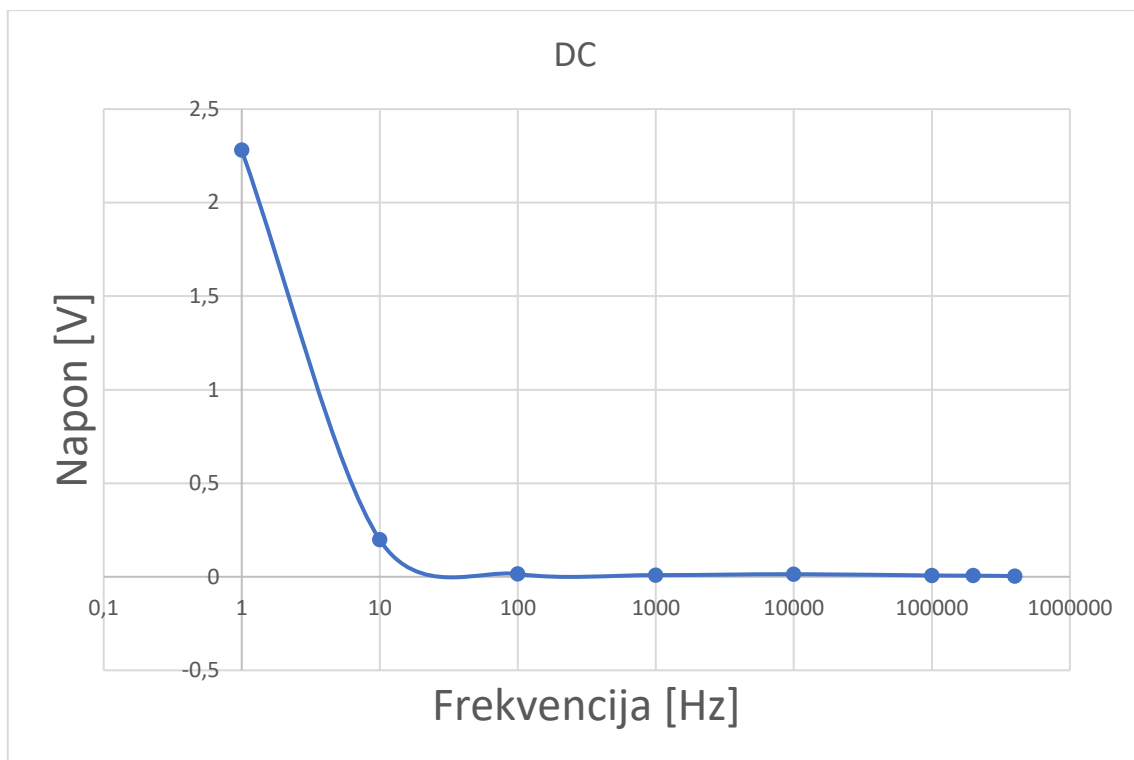
4.2.2. SIEMENS B1105

Prikazana je promjena napona na AC području (Sl.4.7.), DC području (Sl.4.8.), te na AC+DC području (Sl.4.9.).

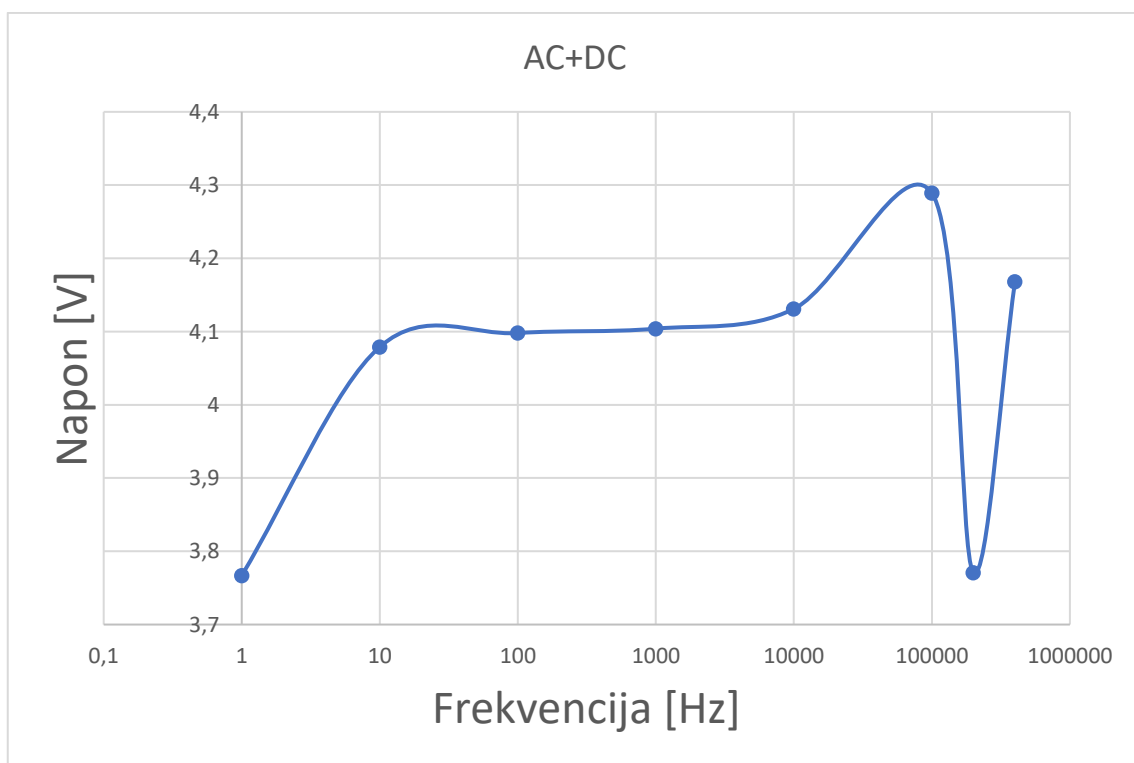
Frekvencijski pojas : 100 Hz – 10 kHz



Sl. 4.7. AC područje



Sl. 4.8. DC područje

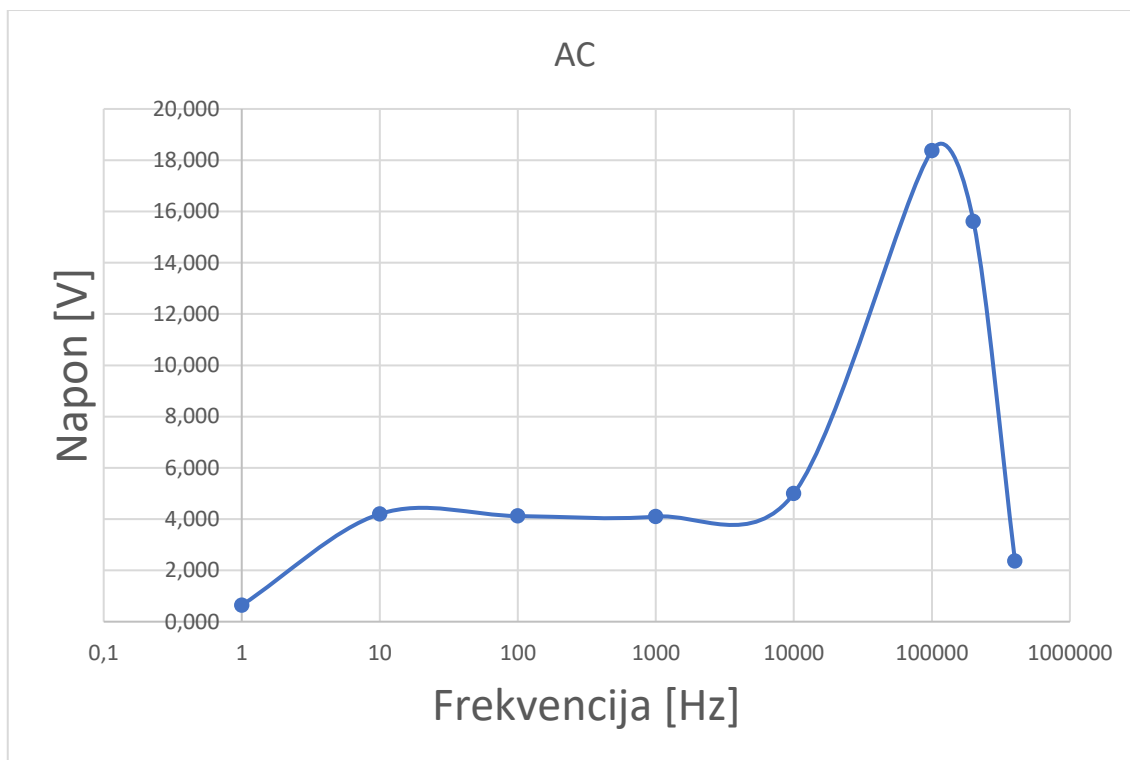


Sl. 4.9. AC+DC područje

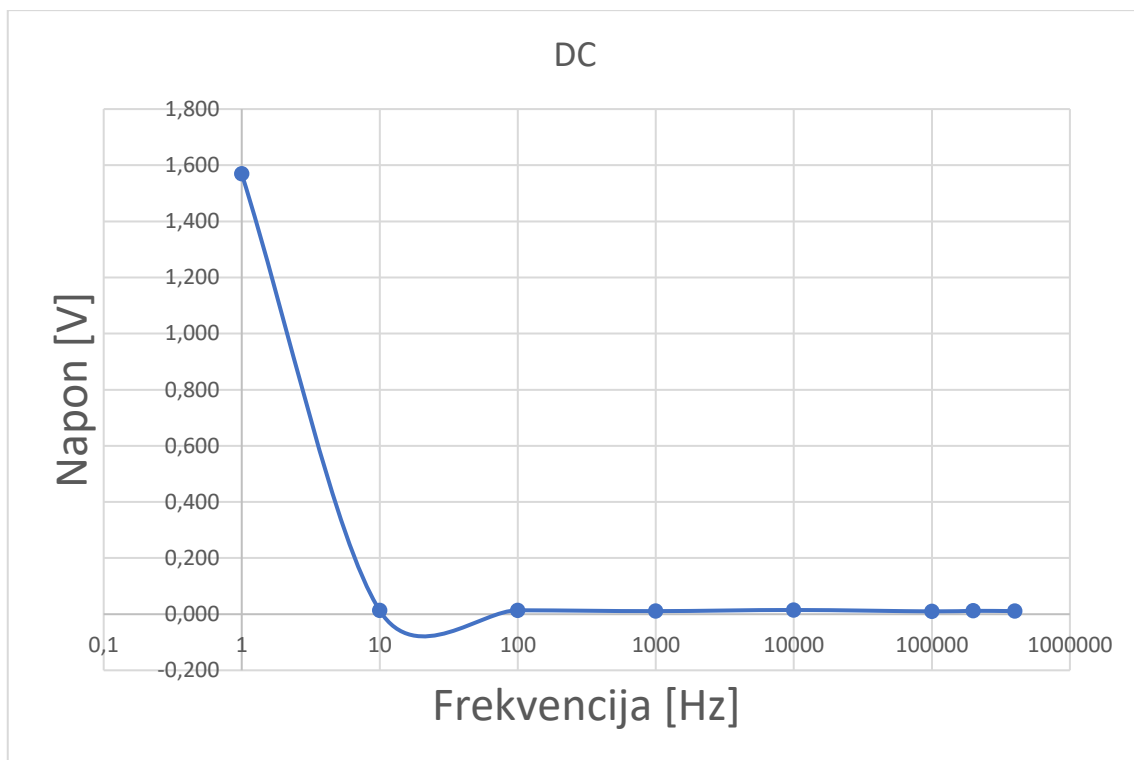
4.2.3. ELMARK EM3055

Prikazana je promjena napona na AC području (Sl.4.10.), te na DC području (Sl.4.11.).

Frekvencijski pojas : 100 Hz – 1000 kHz



Sl. 4.10. AC područje

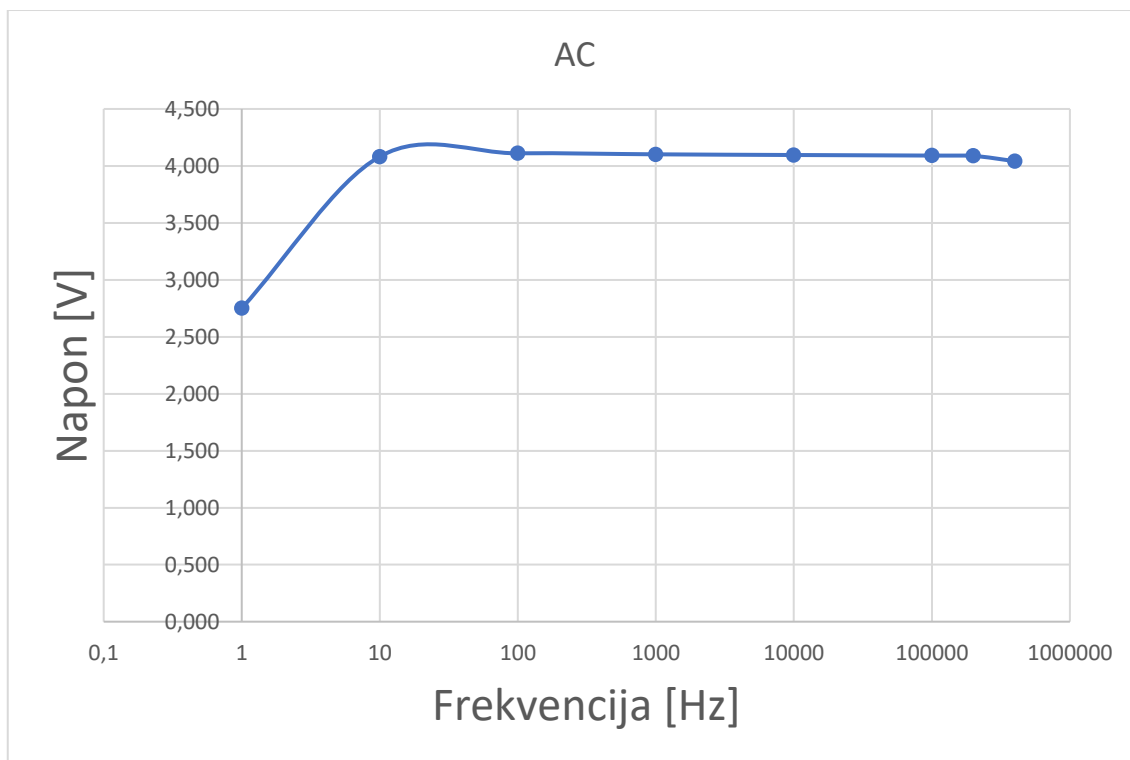


Sl. 4.11. DC područje

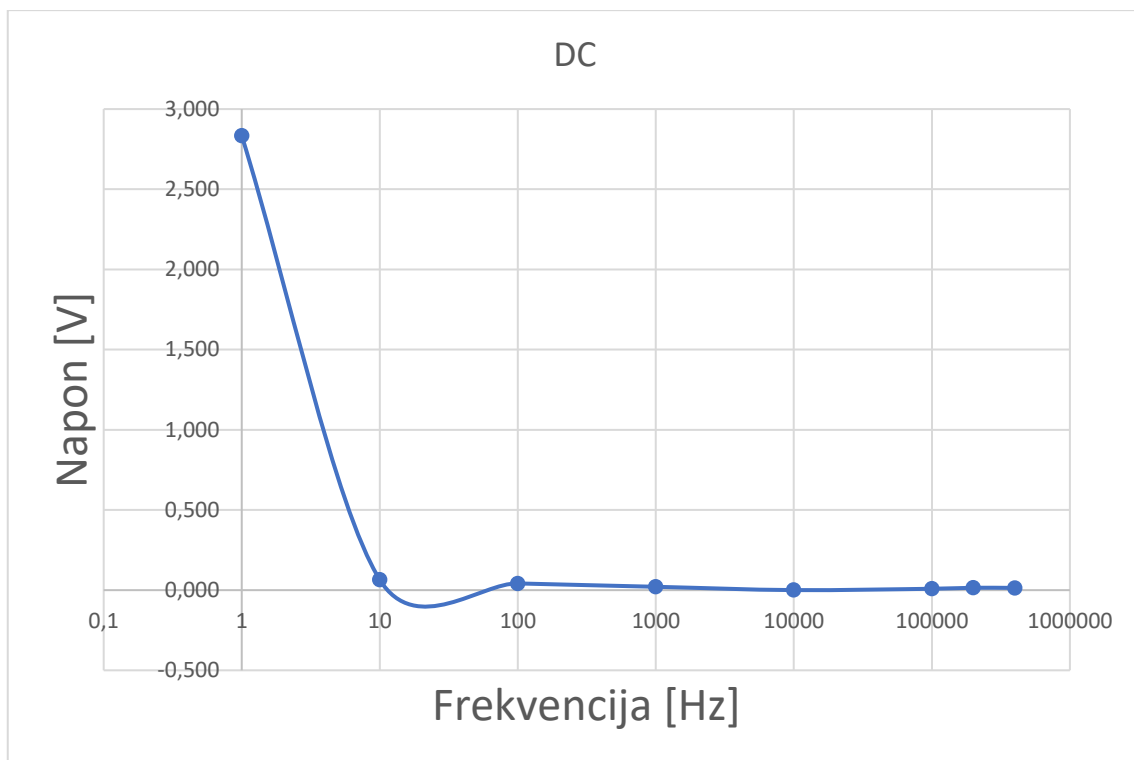
4.2.4. SIEMENS B1047

Prikazana je promjena napona na AC području (Sl.4.12.), te na DC području (Sl.4.13.).

Frekvencijski pojas : 100 Hz – 1000 kHz



Sl. 4.12. AC područje



Sl. 4.13. DC područje

5. ZAKLJUČAK

Digitalni mjerni instrumenti su ipak točniji i precizniji naspram analognih. U 3. poglavlju rada (pri promjeni valnog oblika signala) može se uočiti veće odstupanje od očekivane vrijednosti kod analognih mjernih instrumenata nego kod digitalnih. U 4. poglavlju (promjena frekvencije signala) može se generalno reći da pri jako niskim frekvencijama (1 Hz – 10 Hz) gotovo niti jedan instrument ne pokazuje približnu vrijednost odabranog signala. Također, to u nekim slučajevima vrijedi i za vrlo visoke frekvencije (10 kHz – 400 kHz). Može se reći kako su analogni mjerni instrumenti uglavnom točni u pojasu od 10 Hz do 1 000 Hz, a digitalni u pojasu od 10 Hz do 10 000 Hz, što također potvrđuje veću točnost digitalnih mjernih instrumenata.

LITERATURA

- [1] Fakultet elektrotehnike računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osnove mjerenja: LV3 - IZRAVNA MJERENJA ANALOGNIM INSTRUMENTIMA, 2018
- [2] V., Bego, Mjerenja u elektrotehnici, GRAPHIS, Zagreb, 2003.
- [3] Fakultet elektrotehnike računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osnove mjerenja: LV2 - IZRAVNA MJERENJA DIGITALNIM INSTRUMENTIMA, 2018
- [4] Fakultet elektrotehnike računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osnove mjerenja: LV6 - UTJECAJ VALNOG OBLIKA NA POKAZIVANJE INSTRUMENTATA, 2018

SAŽETAK

Navedena teorija iz 2. poglavlja u velikoj se mjeri podudara sa izmjerenim rezultatima. U 3. poglavlju prikazana su mjerenja napona signala frekvencije 50 Hz uz promjene valnog oblika (sinusni, trokutasti i pravokutni). Mjereni signal imao je amplitudu 6 V, a dodavala se i DC komponenta od 5 V. U 4. poglavlju na svakom instrumentu prikazana su mjerenja napona uz promjenu frekvencije u rasponu od 1 Hz – 400 kHz za sinusni signal amplitude 6 V bez DC komponente. Na temelju svih izvršenih mjerenja mogu se uvidjeti karakteristike pojedinih vrsta mjernih instrumenata.

ABSTRACT

Stated theory correspond to measured results significantly. In chapter 3 measurements of voltage are shown, where frequency is 50 Hz and waveform has been varied (sinus, triangular and square). Measured signal had an amplitude of 6 V and it was combined with a DC component of 5 V. In chapter 4 measurements of voltage are shown for each instrument, where frequency was changed from 1 Hz – 400 kHz and waveform was a sine function. Measured signal had an amplitude of 6 V and there was no DC component. Based on all carried out measurements characteristics of each kind of instrument can be determined.

ŽIVOTOPIS

Ivan Zovak rođen je u Vinkovcima, 13. ožujka 1997. godine u Vinkovcima. Završava osnovnu školu u OŠ Ivana Kozarca u Županji, te upisuje srednju školu Gimnazija Županja. Gimnaziju završava 2015. godine, kada kao redovan student upisuje preddiplomski sveučilišni studij elektrotehnike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku - smjer elektrotehnika. Nakon završene prve godine upisuje smjer Komunikacije i informatika. Odlično vlada engleskim jezikom, te vlada osnovama njemačkog jezika. Trenutno je student treće godine preddiplomskog studija, smjer Komunikacije i informatika.

U Osijeku, _____

Ivan Zovak
