

Ispitna pitanja i zadaci iz Elektroničkih mjerenja i komponenti

Teorijska pitanja

1. Definirati pojmove: osjetljivost (sensitivity) i razlučivost (resolution), te navesti razliku.

Osjetljivost (sensitivity)

Definira se kao najmanji ulazni signal potreban za ostvarenje odgovarajućeg izlaznog signala - omjer izlazne veličine i mjerene veličine.

Razlučivost (resolution)

Najmanja promjena mjerene veličine koja se detektira na izlazu.

2. Opisati razliku između: sustavne pogreške mjerenja i slučajne pogreške mjerenja, te navesti način otklanjanja pogreške.

Sustavne pogreške mjerenja

Posljedica mjerne metode, izvedbe mjernog uređaja, okoline i načina rukovanja. Ponavljanjem mjerenja djeluju u istom smjeru stalnom veličinom. Uzroci se mogu otkriti i (u velikoj mjeri) otkloniti umjeravanjem. Umjeravanje se periodički ponavlja zbog klizanja (drift), tj. promjene parametara s vremenom (i drugim utjecajnim veličinama - temperatura).

Slučajne pogreške mjerenja

Posljedica su slučajnih pojava (slučajne smetnje, šum) te se ponavljanjem mjerenja slučajno rasipaju. Otklanjaju se usrednjavanjem rezultata većeg broja mjerenja (usporava mjerenje). Slučajne pogreške ispituju se nakon otklanjanja poznatih sustavnih pogreški. Mjerni uređaj treba imati visoku razlučivost.

3. Definirati pojmove: točnost (accuracy), preciznost (precision).

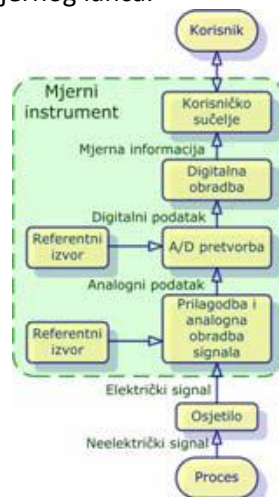
Točnost (accuracy)

Koliko je izlazna veličina različita od stvarne (definirane) mjerene veličine.

Preciznost (precision)

Osjetljivost mjernog sustava na slučajne utjecajne veličine.

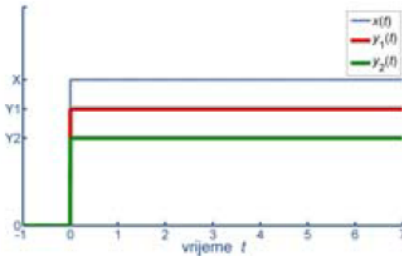
4. Skiciraj blok shemu elektroničkog mjernog lanca.



5. Za sustave nultog reda, prvog reda i drugog reda: napisati prijenosnu funkciju, skicirati odziv na skokovitu pobudu, te skicirati amplitudno-frekvencijsku i faznu frekvencijsku karakteristiku.

Sustav nultog reda

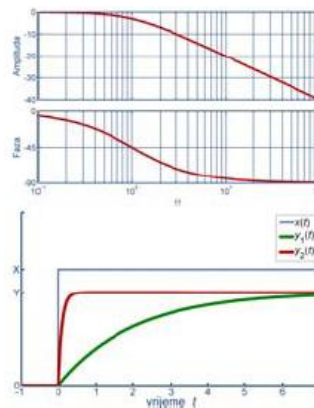
$$H_0(s) = K$$



Slika 1 Odziv na step za sustav nultog reda

Sustav prvog reda

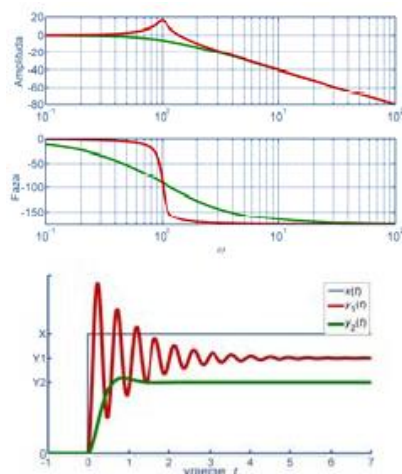
$$H_1(s) = \frac{K}{1 + \frac{s}{\omega_0}}$$



Slika 2 Frekvencijska karakteristika i odziv na step za sustav 1. reda

Sustav drugog reda

$$H_2(s) = \frac{K}{s^2 + s\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$



Slika 3 Frekvencijska karakteristika i odziv na step za sustav 2. Reda

6. Nabroji koje funkcije obuhvaća analogna obrada signala. Navedi nedostatke analogne obrade signala i prednosti digitalne obrade signala.

Analogna obrada signala

- Pojačanje signala
- Linearizacija signala
- Potiskivanje smetnji i šuma
- Usporedba s referentnom vrijednošću

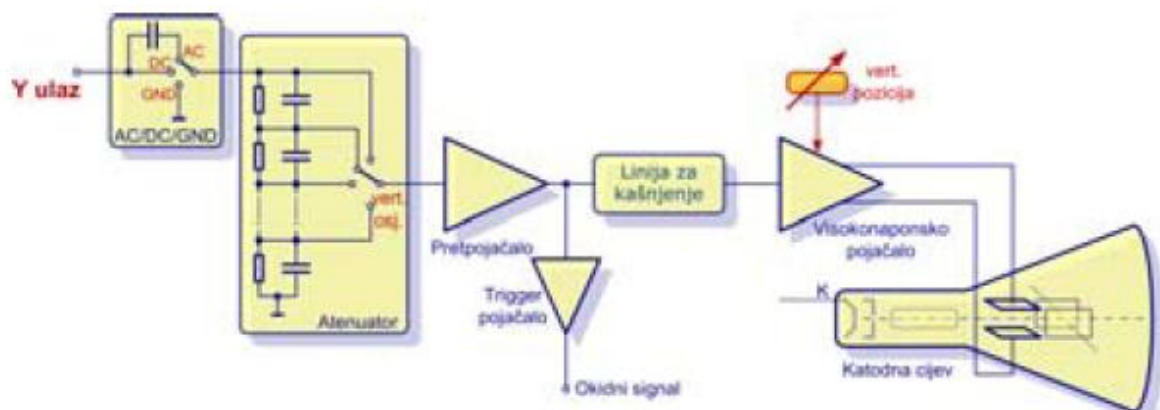
Nedostaci analogne obrade signala

- Pomak nule
- Temperaturno klizanje
- Šum
- Problem izvedbe memorije
- Nestabilnost

Prednosti digitalne obrade signala

- Jednostavnija obrada
- Nema utjecaja šuma
- Kvalitetnija komunikacija
- Programirljivost, promjenjivost
- Ponovljivost, stalnost parametara
- Manje dimenzije i potrošnja za isti rezultat
- Pouzdanost
- Proširljivost

7. Skicirati blok shemu vertikalnog kanala analognog osciloskopa.



Slika 4 Blok shema vertikalnog kanala analognog osciloskopa

8. Opisati razliku između načina prikaza više kanala: chopper mode i alternating mode.

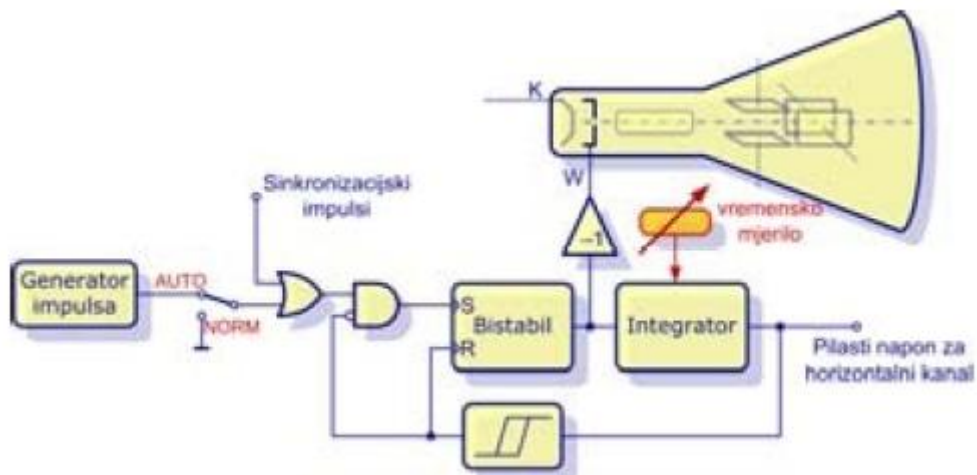
Chopper mode

Kanali se međusobno preklapaju i prikazuju – niže frekvencije – očuvani fazni pomak

Alternating mode

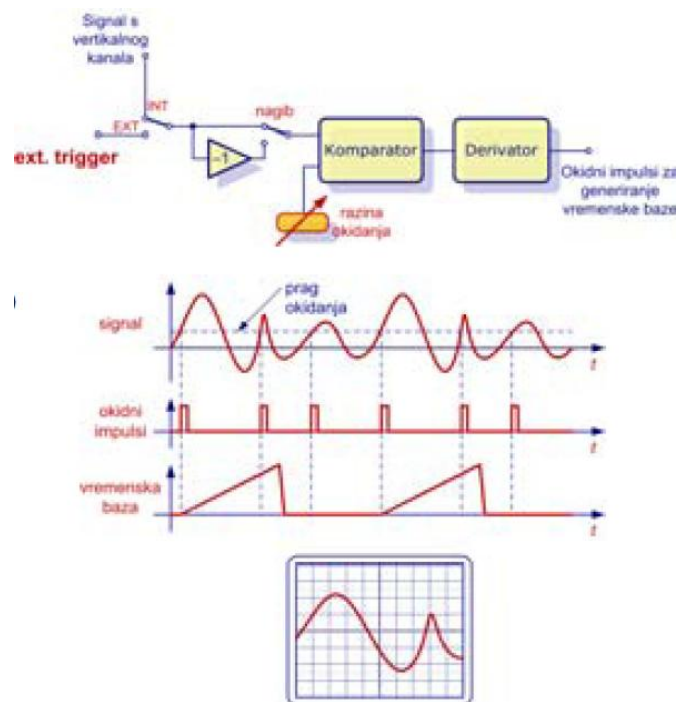
Kanali se prikazuju redom, jedan pa drugi

9. Skicirati blok shemu generatora vremenske baze.



Slika 5 Blok shema generatora vremenske baze

10. Skicirati blok shemu sklopa za sinkronizaciju, te dati primjer signala, okidnih impulsa i generiranog pilastog napona vremenske baze.



Slika 6 Blok shema sklopa za sinkronizaciju i primjer signala, impulsa i pilastog napona vremenske baze

11. Opisati načine okidanja: Auto, Norm i Single Shot.

Auto

Kada osciloskop okida na signal, ili relaksacijski ako je razina okidanja izvan raspona signala.

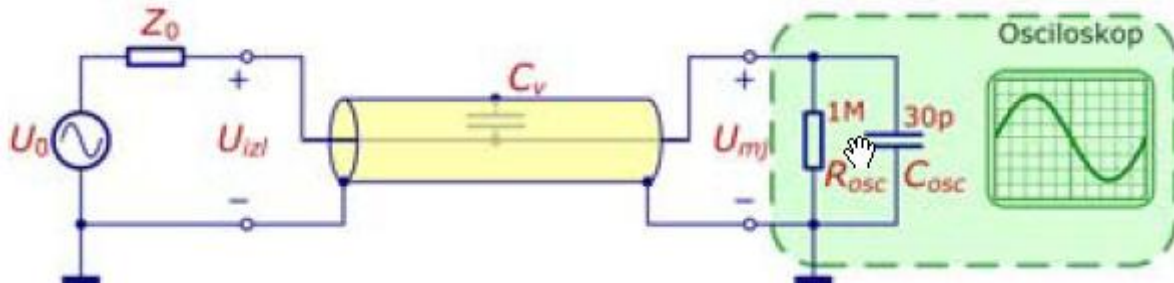
Norm

Kada razina okidanja treba biti unutar raspona signala.

Single shot

Omogućava generiranje jednog pilastog napona.

12. Skicirati nadomjesnu shemu pasivne naponske mjerne sonde i osciloskopa, navesti prednosti i nedostatke, te opisati postupak kompenzacije.



Slika 7 Nadomjesna shema pasivne naponske mjerne sonde i osciloskopa

Prednosti

- Jednostavnost izvedbe
- Niska cijena
- Mogućnost mjerenja visokog napona

Nedostaci

- Ruši ulaznu impedanciju
- Smanjuje napon i mijenja spektar signala (unutrašnji kapacitet)

Kompenzacija

Izvodi se atenuator – paralelni RC član u sondi i na ulazu osciloskopa (sonda 10x). Omjer dijeljenja napona treba biti stalan u širokom frekvencijskom rasponu. Nedostatak je nemogućnost mjerenja malih napona zbog gušenja u omjeru 10:1. Namješta se vrijednost RC člana u sondi prema onome na ulazu osciloskopa:

$$R_s C_s = R_{osc} C_{osc}$$

Kompenzacija se očituje i provjerava na pravokutnom valnom obliku (podkompenzirano - kompenzirano - nadkompenzirano). Ukupni C je reda 12pF za 10x sonde, odnosno 3pF za 100x sonde.

13. Opisati podjelu digitalnih osciloskopa.

Osciloskopi s digitalnim pamćenjem (Digital Storage Oscilloscope – DSO)

- Uzimanje uzoraka u stvarnom vremenu (Real time sampling)
- Slučajno uzimanje uzoraka (Random equivalent time sampling, Random repetitive sampling)

„Sampling“ osciloskopi (Digital Sampling Oscilloscope)

- Sekvencijalno uzimanje uzoraka (Sequential equivalent time sampling, Sequential repetitive sampling)

14. Opiši akviziciju signala uzimanje uzoraka u stvarnom vremenu: organizaciju memorije, odnos frekvencije uzorkovanja i širine spektra mjenjenog signala, rekonstrukciju valnog oblika.

Organizacija memorije

- Cirkularno polje (Circular buffer)
- Podaci se upisuju u memoriju kontinuirano frekvencijom uzorkovanja do ispunjenja uvjeta okidanja

Odnos frekvencije uzorkovanja i širine spektra mjenog signala

Nyquistov teorem: $f_s > 2f_{max}$ (minimalni uvjet za izbjegavanje *aliasinga*)

Tipične vrijednosti: $4f_{max} < f_s < 10f_{max}$

Rekonstrukcija valnog oblika

Zahtjevna matematička operacija, neizvediva u stvarnom vremenu

Osciloskop s digitalnim pamćenjem ima istitravanje u odzivu na step

Težinska suma 8 najbližih uzoraka

Dobivanje interpolirane vrijednosti u uniformnim intervalima između dvaju uzoraka

Ovisi o brzini uzorkovanja, vremenskoj bazi i razlučivosti prikaza

Obično je potrebno 20-50 interpolacijskih točaka

Izvedba u obliku digitalnog filtra

Linearna interpolacija, $\sin x/x$ interpolacija

15. Objasniti akviziciju signala sa slučajnim uzimanjem uzoraka i njezine prednosti. O čemu ovisi efektivna brzina uzorkovanja?

Slučajno uzimanje uzoraka

Ponavljaju se ciklusi uzorkovanja u stvarnom vremenu

U svakom ciklusu generira se slučajni vremenski pomak između okidnog impulsa i generatora takta za uzorkovanje

Uzima se jedan ili više uzoraka po periodu signala

Svaki uzorak se prikazuje kao točka na zaslonu mjerenjem vremena od okidnog impulsa, bez interpolacije

Prednosti

Proširenje spektra signala na vrijednosti veće od $f_s/4$ (ako su signali repetitivni)

Efektivna brzina uzorkovanja

Ovisi o točnosti mjerenja vremena *trigger interpolatora* (razlučivost oko 10ps)

16. Objasniti rad „sampling“ osciloskopa. O čemu ovisi efektivna brzina uzorkovanja?

Sekvencijalno uzimanje uzoraka

Uzima se jedan uzorak nakon ispunjenja okidnog uvjeta s točno definiranim vremenskim pomakom (lakše je generirati kratke impulse nego ih mjeriti – razlučivost oko 10fs)

U sljedećem ciklusu uzorkovanja vrijeme se produljuje za mali korak

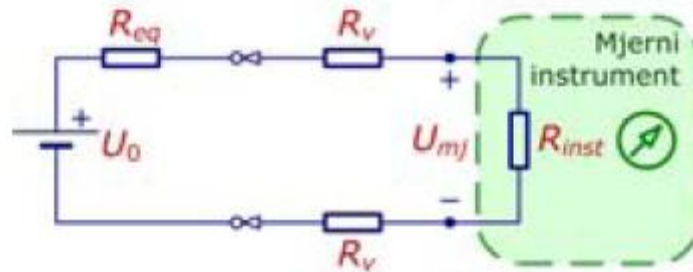
Uzorkovanje se ponavlja do iscrtavanja cijelog valnog oblika

Efektivna brzina uzorkovanja

Odgovara vremenskom ikreментu između uzoraka.

17. Nacrtati nadomjesnu shemu spajanja mjernog instrumenta: u paralelni spoj (mjerenje napona) i u serijski spoj (mjerenje struje), te napisati izraze za mjerenu veličinu uslijed konačnog ulaznog otpora instrumenta (sustavna mjerna pogreška).

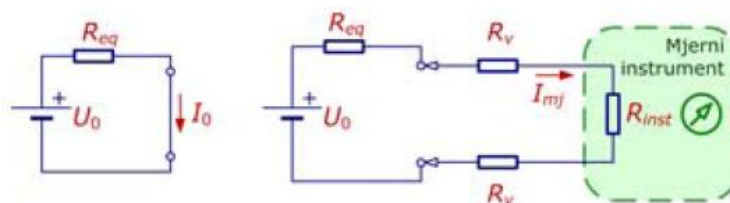
Paralelni spoj



Slika 8 Nadomjesna shema spajanja mjernog uređaja za mjerenja napona

$$U_{mj} = U_0 \frac{R_{inst}}{R_{eq} + R_{inst} + 2R_v}$$

Serijski spoj



Slika 9 Nadomjesna shema spajanja mjernog uređaja za mjerenja struje

$$I_{mj} = \frac{U_0}{R_{eq} + R_{inst} + 2R_v}$$

18. Opisati probleme na koje nailazimo kod mjerenja izmjeničnih veličina na visokim frekvencijama i kako problem rješavamo zaključivanjem karakterističnim otporom.

Problemi

Na visokim frekvencijama (reda MHz) nije moguće mjeriti bez utjecaja ulazne impedancije na mjernu veličinu

Problem sumjerljivosti valne duljine i duljine priključnih vodova

Refleksije na liniji i stojni valovi

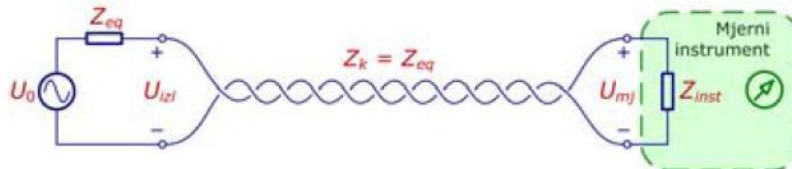
Opis raspodijeljenim umjesto koncentriranim parametrima

Zaključivanje izvora signala karakterističnim otporom

Karakteristični otpori su obično $Z_k=50\Omega$ ili $Z_k=75\Omega$

Za liniju bez gubitaka ($R=0$ i $G=0$) karakteristični otpor Z_k i mjereni napon U_{mj} ne ovise o duljini linije

$$U_{mj} = U_0 \frac{Z_k \parallel Z_{inst}}{Z_{eq} + Z_k \parallel Z_{inst}} \approx U_0 \frac{Z_k}{Z_{eq} + Z_k} = \frac{U_0}{2} \quad Z_k = \sqrt{\frac{L_v}{C_v}}$$



Slika 10 Izvor signala zaključen karakterističnim otporom

19. Opisati razliku između potencijala mase i uzemljenja.

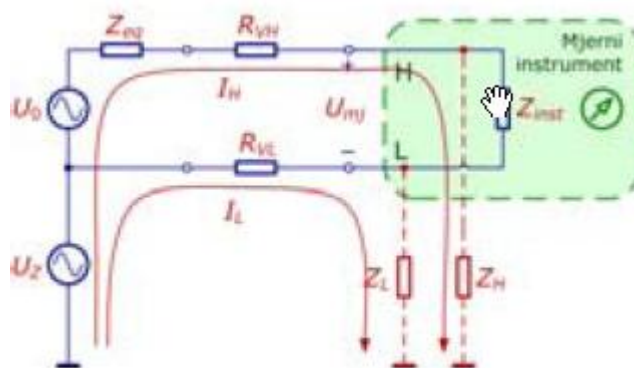
Potencijal mase

Referentni potencijal elektroničkog uređaja

Uzemljenje

Fizičko spajanje s metalnim vodičem ukopanim u zemlju

20. Nacrtati nadomjesnu shemu plivajućeg spoja mjenog napona i mjernog uređaja. O čemu ovisi faktor potiskivanja zajedničkog napona F?

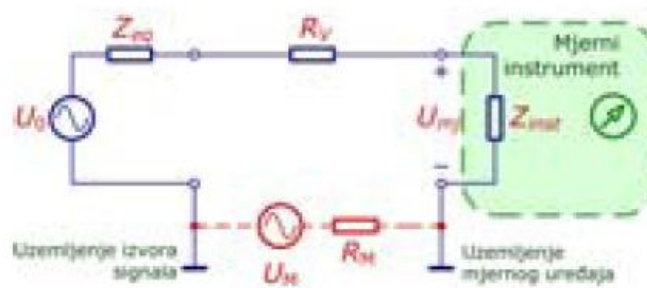


Slika 11 Nadomjesna shema plivajućeg spoja

Faktor potiskivanja (F)

Ovisi o frekvenciji (pada s porastom frekvencije)

21. Nacrtati nadomjesnu shemu asimetričnog spoja mjenog napona i mjernog uređaja. Kako se unosi napon pogreške u mjerenje?

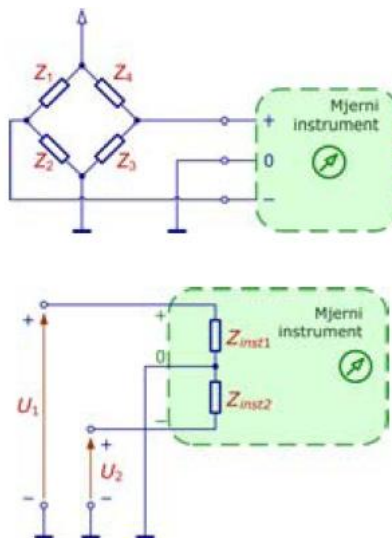


Slika 12 Nadomjesna shema asimetričnog spoja

Napon pogreške

Napon pogreške se u mjerenje unosi zbog različitih referentnih potencijala (potencijala uzemljenja) mjernog uređaja i izvora signala.

22. Nacrtati nadomjesnu shemu diferencijalnog spoja mjenog napona i mjernog uređaja. Definirati diferencijalni napon i zajednički napon, te izraziti za idealni i realni mjereni napon.



Slika 13 Nadomjesna shema diferencijalnog spoja

Diferencijalni napon

$$U_D = U_1 - U_2$$

Zajednički napon

$$U_Z = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

Idealni mjereni napon

$$U_{mj} = U_D$$

Realni mjereni napon

$$U_{mj} = U_D + \frac{1}{F} U_Z$$