

Vežbe iz Električnih merenja

<http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs>

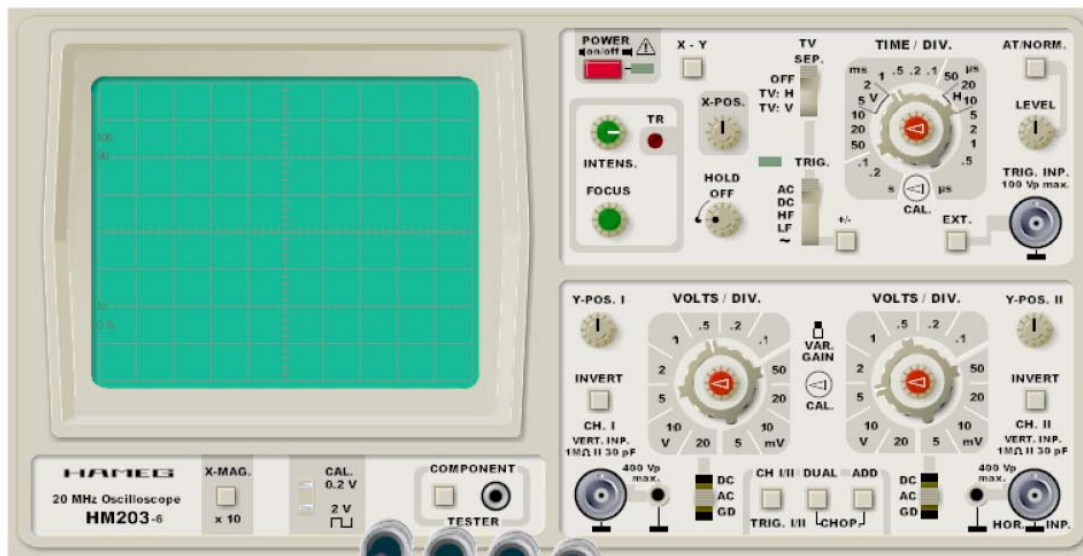
OSCILOSKOP KRATKO UPUTSTVO ZA UPOTREBU

1. Digitalni osciloskop

Osciloskop je elektronski merni uređaj koji omogućava dvodimenzionalni vizuelni prikaz signala. Pošto osciloskop omogućava da "vidimo" signal, možemo lako da izvršimo i merenje parametara tog signala.

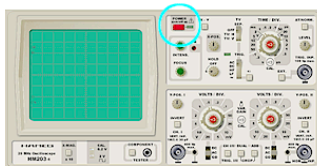
U standardnoj primeni na horizontalnoj osi displeja osciloskopa je vreme, na vertikalnoj napon. Postoje osciloskopi koji mogu da prikažu dva, četiri i više napona istovremeno, sa različitim vremenskim podelama za različite signale (vremenskim bazama).

Na slici je data prednja ploča jednog osciloskopa, za koji je napravljen i program za simulaciju. Na primeru ovog osciloskopa biće objašnjena funkcija pojedinih kontrola na prednjoj ploči.



Virtuelni osciloskop zahteva "macromedia shockwave" program.

Postoje četiri "kabela" sa četiri različita signala koji mogu da se "prikluče" na konektore na prednjoj ploči osciloskopa.



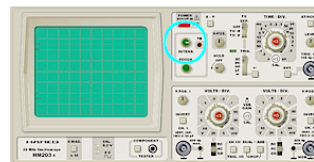
Početak rada sa virtualnim osciloskopom je "uključivanje", klikom na taster "POWER". Na ekranu će se

pojavit će trag signala na sredini ekrana, koji označava da je ulazni signal jednak nuli.

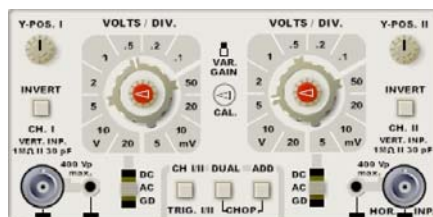
Na prednjoj ploči osciloskopa možemo da uočimo četiri grupe kontrola:



1. grupa vezana za displej, koja omogućava dobru vidljivost signala na ekranu. Pored tastera "POWER" u ovu grupu spadaju potencijometri "INTENSity" (kojim se menja intenzitet svetlosnog mlaza na ekranu), "FOCUS" koji omogućava fokusiranje

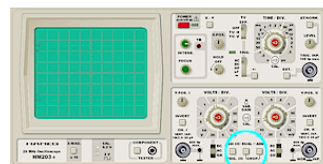
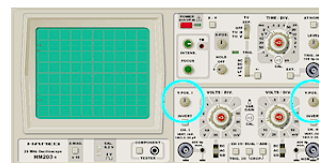


svetlosnog mlaza ("oštrinu" slike), trimmer potencijometer "TR" (Trace Rotation) kojim može da se zakrene svetlosni mlaz. Kod nekih osciloskopa u ovoj grupi nalazi se i taster "BEAM FINDER" koji omogućava korisniku da locira svetlosni snop, ako on iz bilo kojih razloga izađe van okvira ekrana, kao i potencijometer "SCALE ILLUMINATION" kojim se menja osvetljaj koordinatne mreže na ekranu.



2. grupa za kontrolu vertikalnog skretanja svetlosnog mlaza. Osciloskop koji je prikazan ima dva kanala za koje postoje odvojena podešavanja. Za oba kanala postoje potencijometri za vertikalnu poziciju

svetlosnog mlaza (Y-POS I i Y-POS II), kojima se podešava položaj svetlosnog mlaza na ekranu kad je signal jednak nuli. Prekidači za izbor kanala koji se



prikazuje na ekranu (CHI/-II, DUAL, ADD):

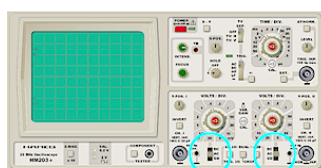
Kad je uključen prekidač CHI/II, prikazuje se drugi kanal; kad je isključen, prikazuje se prvi kanal. Kad je uključen prekidač DUAL, prikazuju se oba kanala, tako što svetlosni mlaz ispisuje prvo signal sa jednog,

pa sa drugog kanala. Kad je uključen prekidač ADD, prikazuje se zbir signala sa oba kanala. Kad su uključeni prekidači DUAL i ADD (funkcija "CHOP"), svetlosni mlaz ispisuje signale sa oba kanala tako što skače između jednog i drugog signala više puta tokom prelaska sa leve na desnu stranu ekrana ("chopping"). Za sporopromenljive signale koristi se ova funkcija, jer bi se u funkciji "DUAL" videlo kako svetlosni snop ispisuje jedan, pa drugi signal. Kod ove dve funkcije ("DUAL" i "CHOP") položaj prekidača CHI/II definiše sa kog kanala će se uzimati sinhronizacija svetlosnog mlaza (da bi se dobila mirna slika na ekranu, potrebno je da se ispis svetlosnog mlaza sinhronizuje sa signalom koji se prikazuje). Kad se prikazuje samo jedan kanal, za sinhronizaciju se koristi taj kanal. Preklopnikom za izbor naponskog opsega podešava se vertikalna osetljivost osciloskopa. Podela na preklopniku označava koji napon je potreban da bi se svetlosni mlaz pomerio za jednu vertikalnu podelu (npr. na položaju preklopnika 1V svetlosni snop pređe ceo ekran po vertikali - 8 kvadrata po vertikali - ako se napon promeni za 8 volti). Ukoliko se koriste sonde sa slabljenjem (često se koriste sonde sa oznakom x10 i x100), treba pomnožiti napon koji je prikazan na



preklopniku faktorom sonde. Svaki kanal može da ima nezavisnu vrednost naponskog pojačanja - naponski opseg. Pored podela na kvadrate (10 po horizontali i 8 po vertikali) na displeju postoje i finije podele - svaki kvadrat podeljen je na po pet podela po vertikali i po horizontali malim oznakama na srednjim linijama.

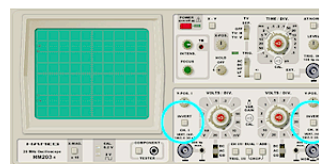
Na preklopniku se nalazi i potenciometar UNCAL (crvene boje) koji omogućava finiju podelu za slučajeve kad želimo da bolje vidimo signal, a ne želimo da vršimo merenje amplitude. Važno je da proverimo da li je ovaj potenciometar u položaju CAL (kalibrisano) kad želimo da merimo amplitudu signala, inače ćemo dobiti netačnu vrednost.



Preklopnik za spregu ulaznog signala (DC / AC / GD) omogućava direktnu (DC) spregu, koja omogućava da "vidimo" signal uključujući i njegovu jednosmernu komponentu, naizmeničnu (AC) spregu, gde je isključena jednosmerna komponenta signala, pa je moguće uz veće pojačanje "videti" i signale koji

su relativno male amplitude, a superponirani su na jednosmerni konstantni ili sporopromenljivi naponski signal relativno velike amplitude. Položaj GD spaja ulazne priključke vertikalnog pojačavača, što rezultuje nultom vrednošću prikazanog signala.

Prekidači za invertovanje signala definišu da li će se prikazivati invertovan ili neinvertovan signal.



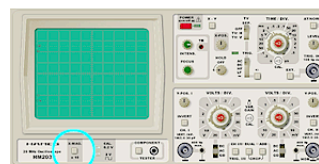
3. grupa za kontrolu horizontalnog skretanja svetlosnog mlaza. Potenciometrom



X-POS svetlosni mlaz može da se pomera levo i desno, kakobi se lakše izvršila vremenska merenja (npr. može da se dovede neka tačka na signalu na presek horizontalne i vertikalne podele, čime se merenje vremena svodi na brojanje grubih i finih podela na ekranu i množenje vremenskom podelom koja je podešena). Potenciometar HOLD OFF biće opisan u delu koji opisuje kontrole okidanja. Preklopnikom TIME/DIV definiše se vremenska rezolucija (vremenska podela). Slično kao kod vertikalne podele, vreme koje je podešeno ovim preklopnikom je vreme za koje svetlosni mlaz pređe jedan kvadrat na ekranu, tako da za prebrisavanje celog ekrana po horizontali svetlosnom mlazu treba desetostruko vreme koje je podešeno ovim preklopnikom.

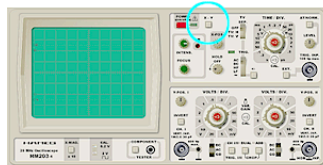
U sredini preklopnika je potenciometar UNCAL, kojim može da se dobije finija podela po horizontalnoj osi, uz gubitak podatka o tačnoj vrednosti vremena. Treba proveriti da li je ovaj potenciometar u položaju CAL kad želimo da vršimo merenja vremena pomoću osciloskopa, inače ćemo imati netačne rezultate.

U ovu grupu kontrola spada i prekidač X-MAG. Pritiskom na ovaj prekidač horizontalna podela se smanjuje 10 puta. Na ovaj način je omogućeno da se zumira deo talasnog oblika i da se pomoću



potencijometra X-POS posmatra ceo tako uvećani talasni oblik (ako bismo samo smanjili vremensku bazu 10 puta, videli bismo uvećan samo deo signala nakon okidnog impulsa; pomoću kontrole X-MAG možemo da vidimo uvećane i signale koji se javljaju znatno nakon okidnog impulsa).

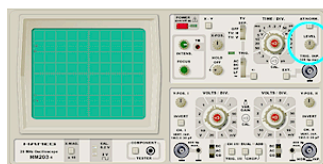
Ovaj osciloskop ima zajedničku vremensku bazu za oba kanala.



Pritiskom na prekidač X-Y umesto vremenske baze na horizontalnu osu dovodi se signal sa drugog kanala, a na vertikalnu signal sa prvog kanala. Na taj način omogućeno je merenje jednog signala u odnosu na drugi, u slučajevima kad nam nije važna vremenska zavisnost, već međusobni odnos dva signala (npr. fazni ugao između dva signala).

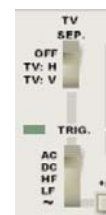
signala (npr. fazni ugao između dva signala).

4. grupa za kontrolu sinhronizacije ("trigger"). Da bi se pravilno prikazao neki signal, potrebno je da se osciloskop na neki način sinhroniše na taj signal. Pošto se u elektronici javljaju različiti signali, sinhronizacija može da bude veoma kompleksna. Koristi se posebna sinhronizacija za razne grupe signala.



Potencijometrom LEVEL podešava se naponski nivo ulaznog signala na kome će se "okinuti" kolo za sinhronizaciju. Pomeranjem ovog potencijometra može se izabrati naponski nivo pri kome je prikaz signala na ekranu stabilan.

Ako signal nije stabilan, tj. ako se menja njegova srednja vrednost ili ako postoje nestacionarni impulsi, doći će do variranja sinhronizacije i do "drhtanja" signala na ekranu. Da bi se popravila sinhronizacija, može da se koristi preklopnik za izbor vrste signala, na kome su dati neki standardni signali u TV tehnici (preklopnik TV SEP). Preklopnikom TRIG. takođe može da se omogući kvalitetnija sinhronizacija, izborom načina povezivanja signala na kolo za sinhronizaciju (AC - bez jednosmerne komponente, DC - direktno spregnut signal, HF - preko visokofrekventnog filtra, LF - preko niskofrekventnog filtra, ~ - sinhronizacija na mrežnu učestanost (50 Hz). Prekidač +/- bira koja ivica signala će se koristiti za sinhronizaciju - rastuća ili opadajuća. LED dioda pored preklopnika TRIG zasvetleće kad kolo za sinhronizaciju detektuje prolazak ulaznog signala preko nivoa sinhronizacije koji je određen uslovima za sinhronizaciju.



Položaj potencijometra HOLD OFF definiše koliko vremena nakon detektovanja uslova za sinhronizaciju se neće uključivati kolo za sinhronizaciju. Ova funkcija se koristi kad postoji šum na signalu, ili kad se signal menja u vremenu.

Iznad potencijometra LEVEL nalazi se prekidač AT/NORM, koji definiše da li će svetlosni mlaz da prelazi preko ekrana i kad nema signala za sinhronizaciju (Položaj AT - AUTO) ili samo kad je prisutan signal za sinhronizaciju (položaj NORM - NORMAL).

Može se koristiti i spoljašnji signal za sinhronizaciju. Taj signal se priključuje na ulaz TRIG. INP. U tom slučaju prekidač EXT treba da bude uključen. I za ovaj signal važe sva pravila za sinhronizaciju kao i za interne signale.

2. Kako merimo pomoću osciloskopa?

2.1. Merenje napona vrh-vrh (*peak-to-peak*)

Koristeći potenciometar za podešavanje vertikalnog položaja svetlosnog mlaza postavimo vrh (pozitivni ili negativni) na horizontalnu liniju na ekranu.

Koristeći potenciometar za horizontalnu poziciju postavimo sledeći vrh (suprotnog znaka) na središnju vertikalnu liniju na ekranu.

Izbrojimo podele na vertikalnoj liniji između pozitivnog i negativnog vrha. Za finiju podelu koristimo i male podele (5 puta manje od grube podele na kvadrate).

Pomnožimo broj podela koje smo izbrojali očitavanjem sa preklopnika za izbor naponskog nivoa signala.

2.2. Period

Koristeći potenciometar za horizontalno pozicioniranje postavimo bilo koju ivicu signala na vertikalnu liniju na ekranu.

Pomoću potenciometra za vertikalno pomeranje elektronskog mlaza postavimo sledeću ivicu istog znaka (uzlaznu ili silaznu) tako da se seče sa x-osom na sredini ekrana.

Izbrojimo broj podela po horizontalnoj liniji između dve ivice signala.

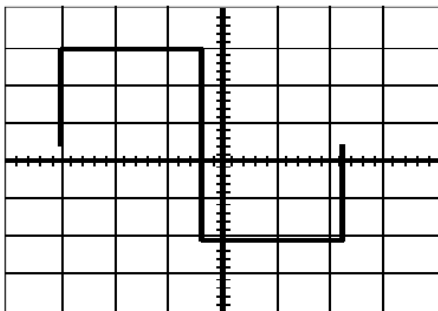
Pomnožimo broj podela izabranom vrednošću preklopnika za vremensku bazu.

2.3. Frekvencija

Izmerimo period kao u prethodnom primeru.

Izračunamo frekvenciju koristeći $f = 1 / T$.

Primer:



Neka je položaj preklopnika za izbor naponskog opsega postavljen na 2 V / div. Tada će napon vrh-vrh biti:

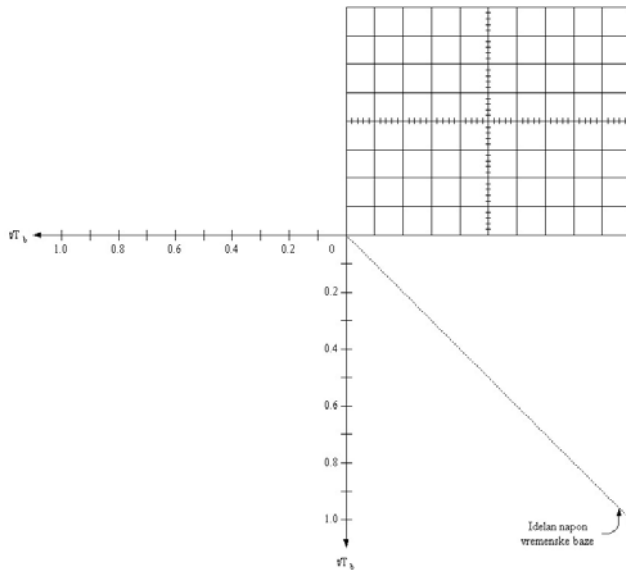
$$V_{p-p} = 2 \text{ V/div} * 5,2 \text{ V} = 10,4 \text{ V}$$

Ako je položaj preklopnika za vremensku bazu 50 ms, tada će period signala biti:

$$T = 50 \text{ ms/div} * 5,25 \text{ div} = 262,5 \text{ ms}$$

3. Grafički prikaz generisanja slike na ekranu osciloscopa

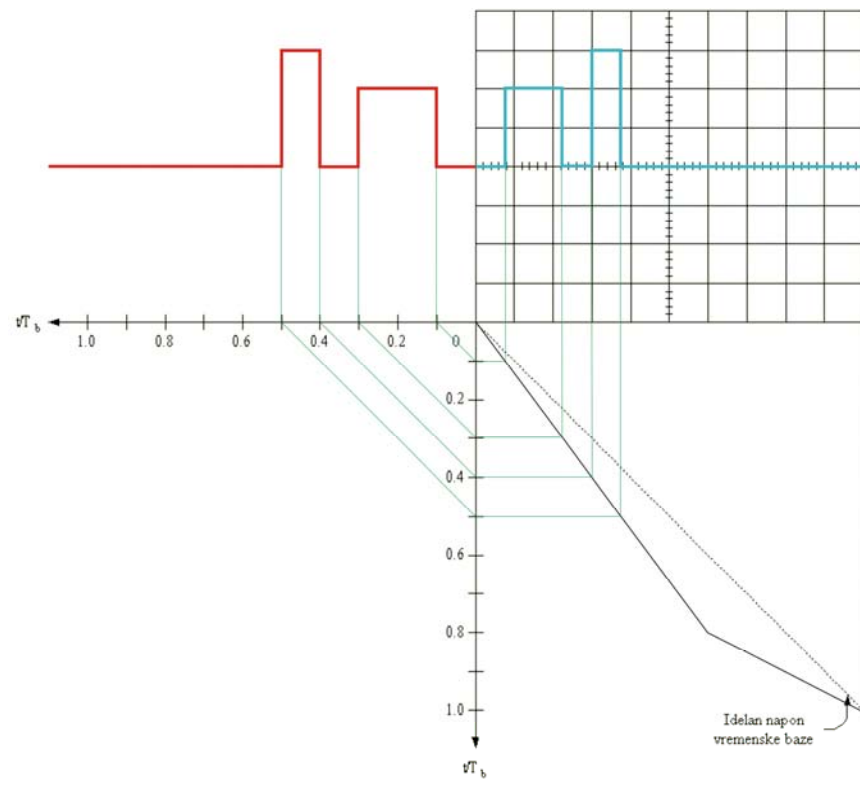
U prethodnom tekstu pretpostavljalo se da je vremenska baza linearna. U opštem slučaju vremenska baza može da bude nelinearna, ili se na x-osu može dovesti neki drugi signal, a ne signal koji je linearna funkcija vremena. Da bi se grafički prikazao nastanak slike na ekranu osciloscopa, nacrtaćemo ekran osciloscopa sa dve pomoćne koordinatne ravni:



Sa leve strane nanećemo signal koji se dovodi na naponski ulaz. Treba obratiti pažnju na to da je x-osa orijentisana na levu stranu.

Sa donje strane nanosimo vremensku bazu ili signal koji se dovodi na x-osu osciloscopa. Kod ovog signala vremenska osa okrenuta je ka dole, naponska osa ka desnoj strani slike.

Kao primer daćemo signal vremenske baze koji je predstavljen izlomljenom pravom linijom, a signal koji se dovodi na y-osu biće pravougaoni:



Signal vremeske baze je prikazan tamno plavom linijom na donjem grafiku. Ulazni signal predstavljen je crvenom bojom na levom grafiku. Vremenska osa na oba grafika data je u razlomljenim delovima cele dužine skale.

Uočimo karakteristične tačke na grafiku ulaznog signala i prenesemo ih na grafik koji prikazuje displej osciloskopa, "preklapajući" x-ose: tačka $(x,y) = (0.1,0)$ sa grafika ulaznog signala prenosi se na x-osu, preklapa se x-osa, dolazimo do signala vremeske baze, i zatim na gore do preseka sa x-osom na grafiku slike na osciloskopu. Prenosimo tačku po tačku i dobijemo ceo talasni oblik (svetlo plavi grafik).

Ukoliko se na horizontalni i na vertikalni sklop osciloskopa dovedu dva prostoperiodična signala, zavisno od odnosa frekvencija dobijaju se lisažuove figure. Iz figure može da se izvede zaključak o faznom stavu i o odnosu frekvencija dva signala. Detaljnije na:

<http://www.math.com/students/wonders/lissajous/lissajous.html>