



Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija odsek NIŠ

Katedra za Informaciono-komunikacione tehnologije

ELEKTRONSKA MERNÁ INSTRUMENTACIJA - EMI



Prof. dr Zoran Veličković, dipl. inž. el.

2019/2020.

Prof. dr Zoran Veličković, dipl. inž. el.

ELEKTRONSKA MERNA INSTRUMENTACIJA

Funkcionalni blokovi katodnog osciloskopa

(9)





Sadržaj



- ▶ **KATODNI OSCILOSKOPI**
 - ▶ Funkcionalni blokovi i princip rada
 - ▶ **Vetikalni stepen**
 - ▶ Oslabljivač, pretpojačavač i glavni pojačavač
 - ▶ Linija za kašnjenje
 - ▶ **Horizontalni stepen**
 - ▶ Režimi rada osciloskopa
 - ▶ **Okidni sklop**
 - ▶ Postavljanje nivoa okidnog napona
 - ▶ **Vremenska baza**
 - ▶ Istovremeno posmatranje više signala
- ▶ **UČENJE PUTEM SIMULACIJE KO**

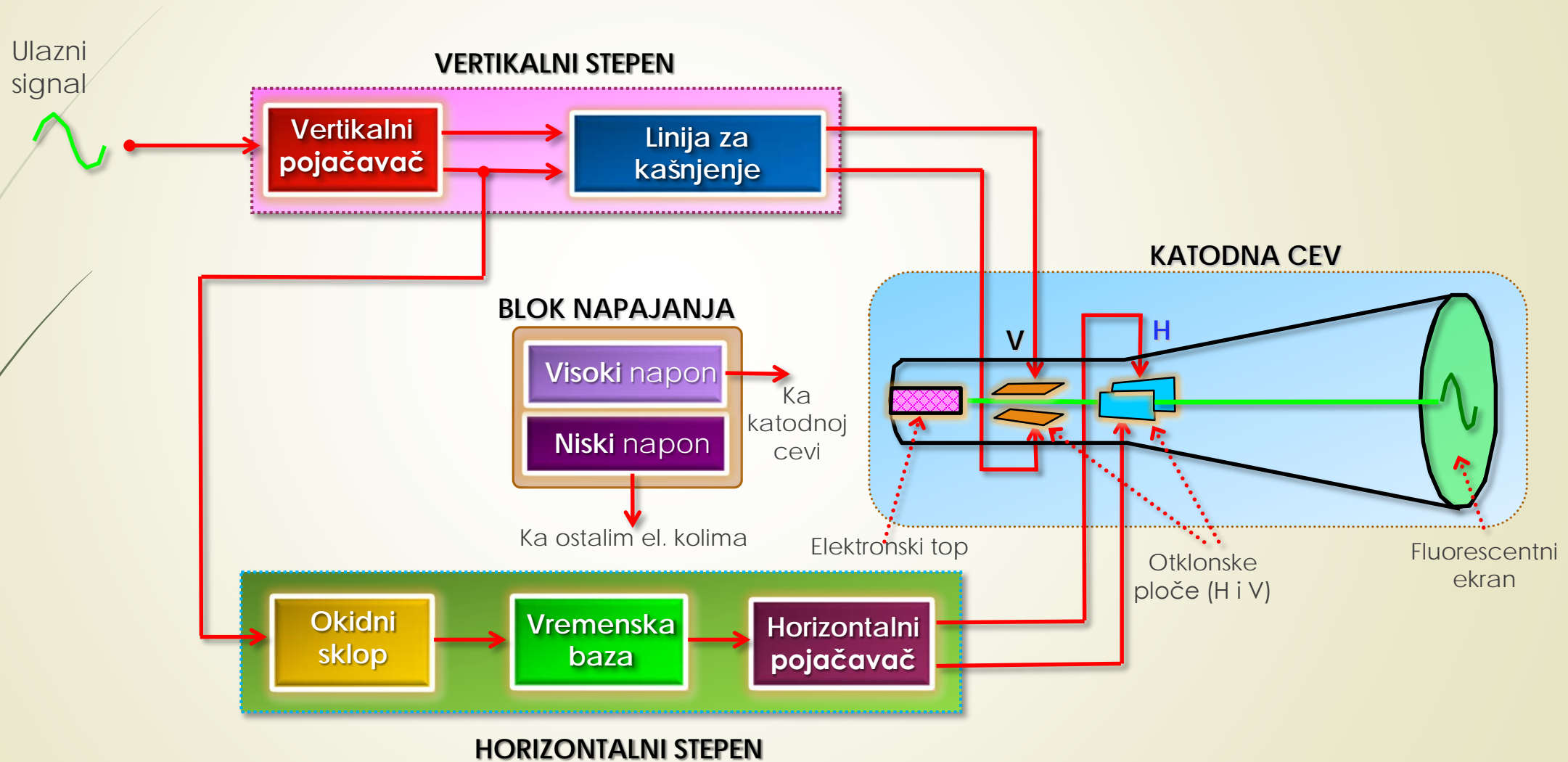
Katodni osciloskop – univerzalni instrument

- ▶ **OSCILOSKOP** je verovatno **NAJUNIVERZALNIJI** elektronski merni instrument, s obzirom da se sa njim mogu direktno meriti:
 - ▶ Jednosmerni i naizmenični naponi;
 - ▶ Periode, frekvencije i fazne razlike;
 - ▶ Karakteristike talasnog oblika signala;
 - ▶ Karakteristike amplitudne modulacije;
 - ▶ Vreme uspostavljanja signala;
 - ▶ Vreme opadanja, premašenje;
 - ▶ Indirektao merenje jednosmerne i naizmenične struje.

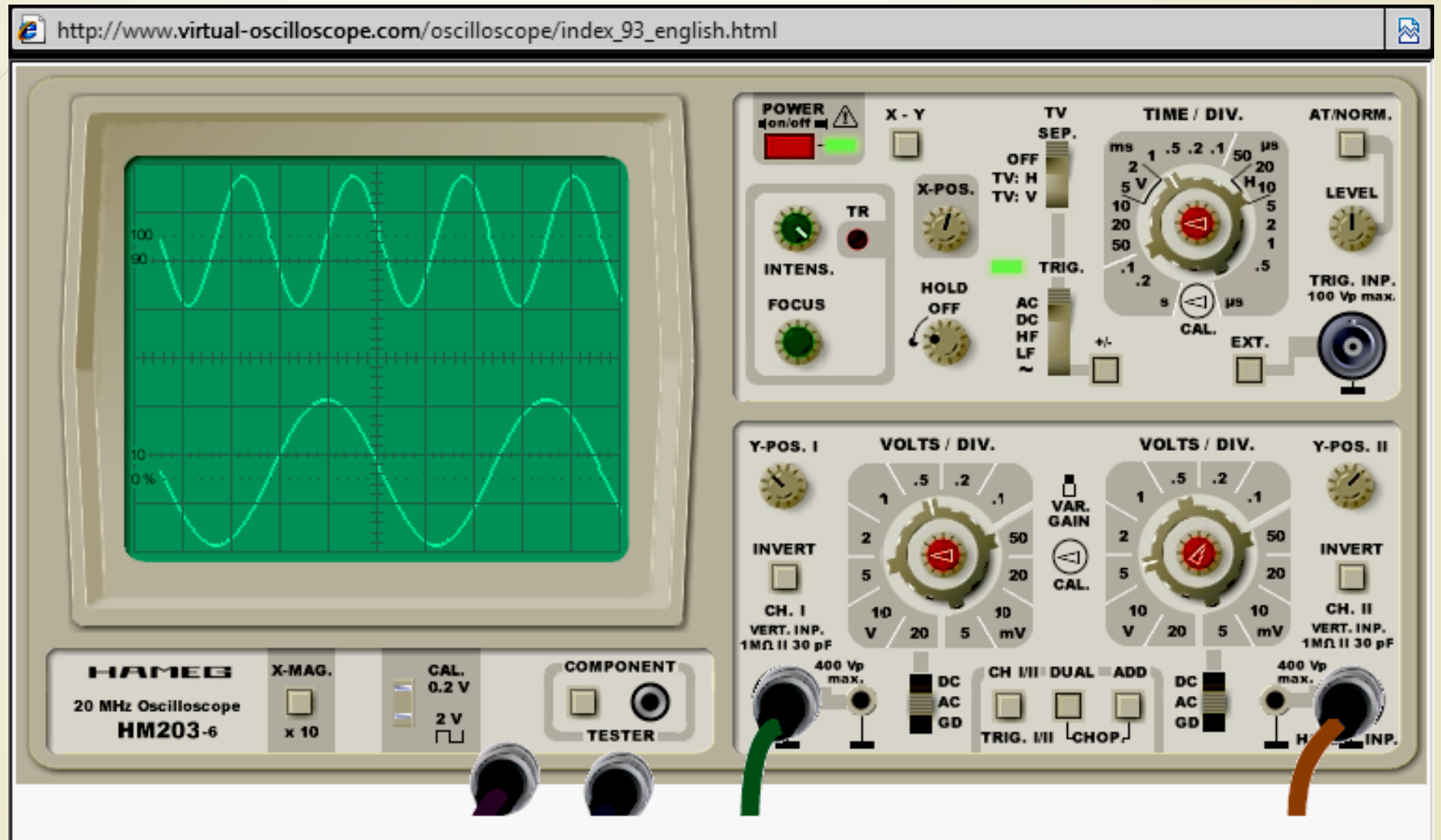
Funkcionalni blokovi katodnog osciloscopa

- ▶ **ANALOGNI (KATODNI) OSCILOSKOPI** predstavljaju najjednostavniji tip osciloscopa, a istovremeno najviše primenjivan tip u praksi.
- ▶ **ANALOGNI OSCILOSKOPI** se koriste za prikazivanje **TALASNIH OBLIKA** signala frekvencija **DO** 1 GHz.
- ▶ Već je napomenuto da se analogni osciloskop sastoji od **ČETIRI** kompozitna **FUNKCIONALNA BLOKA**:
 - ▶ **Katodna cev** (katoda + upravljačka rešetka + sklop za fokusiranje + otklonski sistem + ekran - zaslon);
 - ▶ **Vertikalni stepen** (Vertikalni pojačavač + Linija za kašnjenje);
 - ▶ **Horizontalni stepen** (Vremenska baza + Okidni sklop + Horizontalni pojačavač);
 - ▶ **Napajanje** (Izvor visokog napona potrebnog za napajanje katodne cevi + izvor niskog napona za ostale upravljačke i pojačavačke stepene);

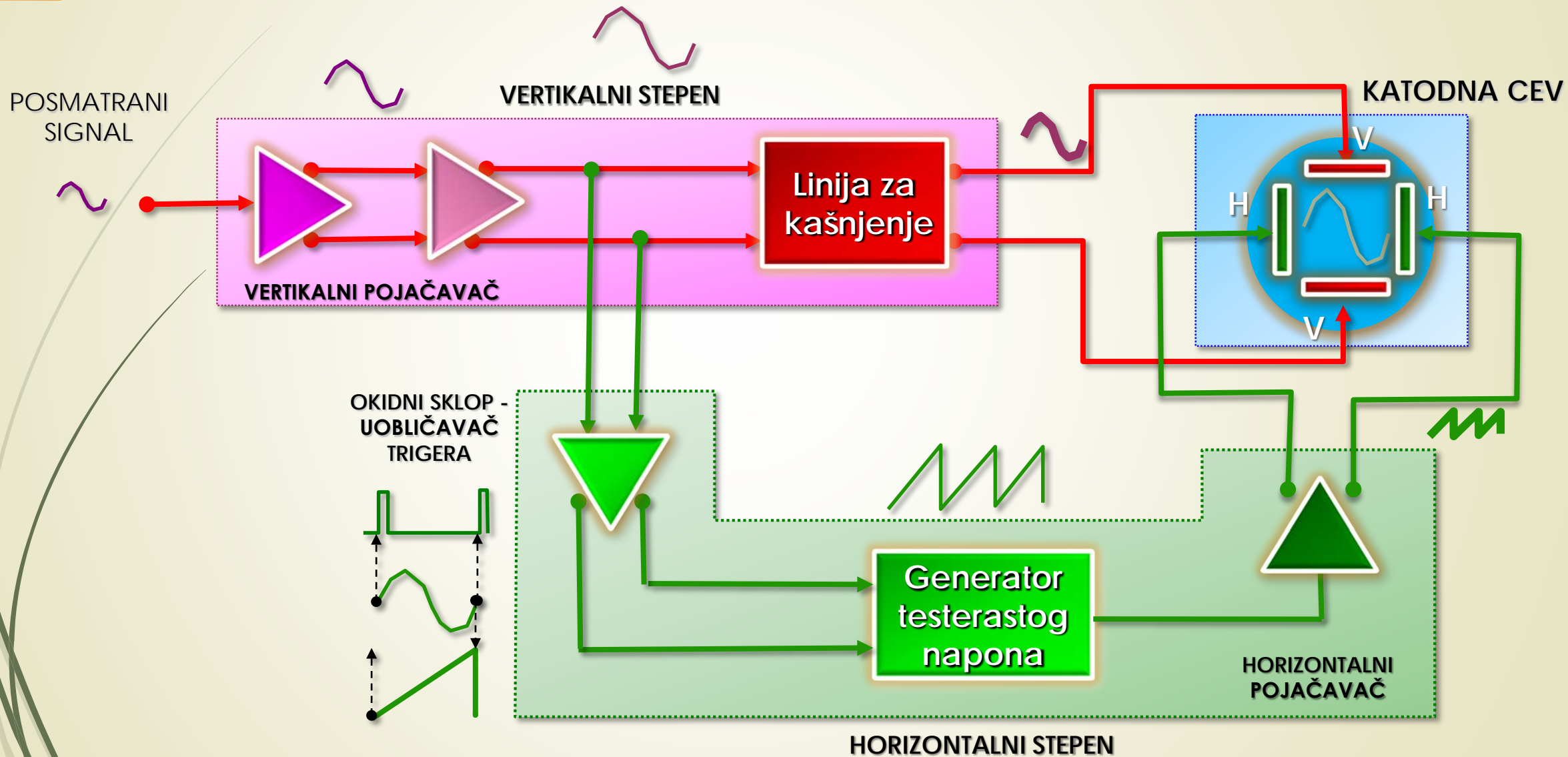
Blok šema katodnog osciloskopa



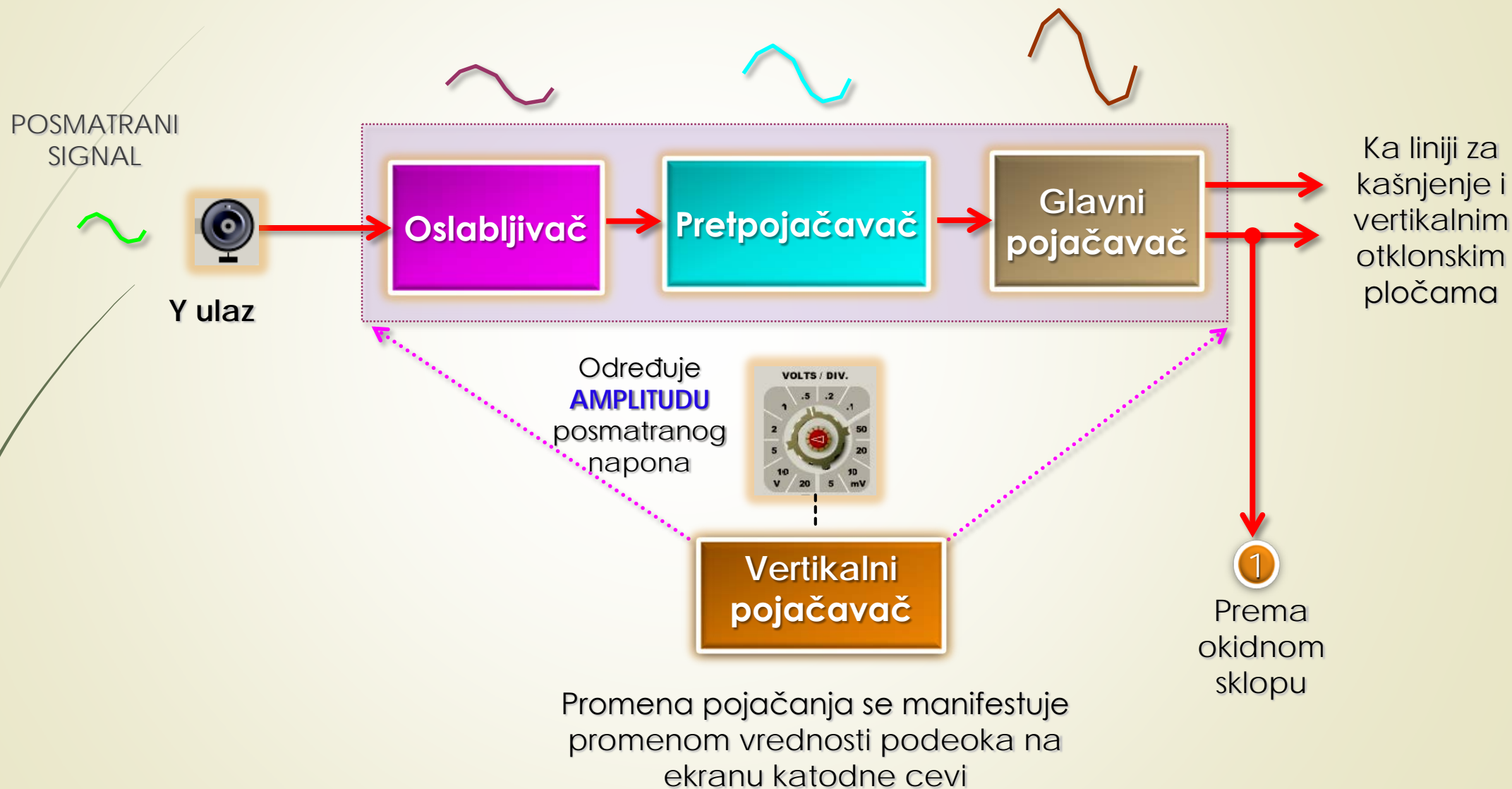
Dvokanalni analogni osciloskop



Horizontalni i vertikalni stepen

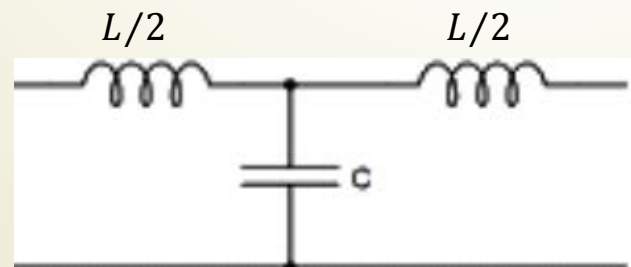


Vertikalni pojačavač



Linija za kašnjenje

- ▶ Linija za kašnjenje iz vertikalnog stepena služi za **KAŠNJENJE SIGNALA** kako bi se on doveo **SINHRONO** sa signalom horizontalnog stepena.
- ▶ Zbog **KAŠNJENJA SIGNALA** kroz horizontalni stepen, potrebno je kašnjenje i signala iz vertikalnog stepena kako bi se **SIMULTANO DOVELI** na sistem za skretanje elektronskog mlaza.
- ▶ Kašnjenje signala iz vertikalnog stepena se može realizovati linijom za kašnjenje sa **KONCENTRISANIM** ili ravnomerno **RASPOREĐENIM** parametrima.
- ▶ Kao linija sa raspodeljenim parametrima koristi se **KOAKSIJALNI KABL** ili kabl sa unutrašnjim provodnikom namotanim u obliku spirale.
- ▶ Linija sa **KONCENTRISANIM PARAMETRIMA** se sastoji od **n KASKADNO POVEZANIH** filtarskih **T ĆELIJA** propusnika niskih frekvencija.



$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad t_k = \sqrt{LC}, \quad T_k = nt_k$$

Okidni sklop (1)

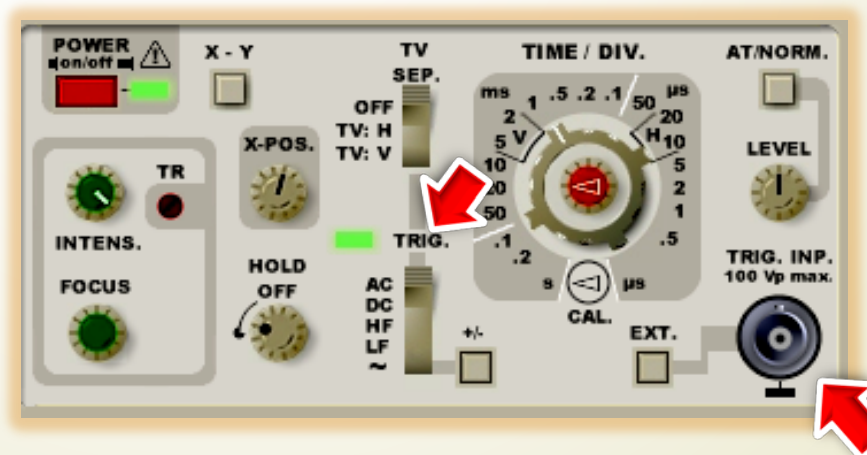
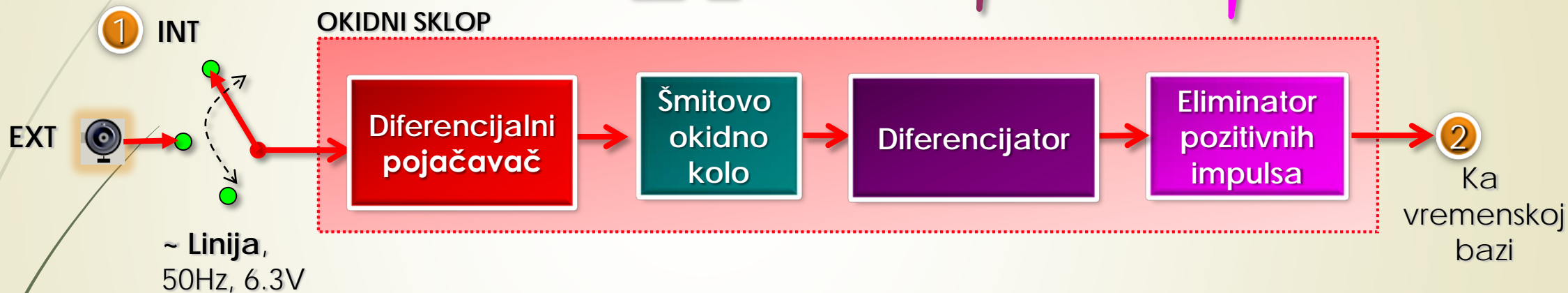
- ▶ Da bi se omogućilo prikazivanje **KRATKOTRAJNIH PRELAZNIH SIGNALA** koji se **NE PONAVLJAJU**, ili se neperiodično ponavljaju, potreban je **OKIDNI SKLOP** koji startuje (kaže se okida) **JEDNU PERIODU TESTERASTOG NAPONA** čim se pojavi posmatrani signal.
- ▶ Za svako **NOVO STARTOVANJE** potrebna je **NOVA POJAVA** posmatranog signala.
- ▶ U slučaju rada sa okidnim sklopom, slika elektronskog mlaza na ekranu je **UGAŠENA** sve dok se posmatrani signal **NE POJAVI**.
- ▶ Uspostavljanje mlaza i njegovo skretanje počinje tek sa pojavom signala, tj. kada okidni sklop generiše **KRATKOTRAJNI IMPULS** potreban za **STARTOVANJE** generatora testerastog napona.
- ▶ Dakle, okidni sklop **SINHRONIZUJE OKIDANJE GENERATORA TESTERASTOG NAPONA i POSMATRANOG SIGNALA**.

Okidni sklop (2)

- ▶ **OKIDNI SKLOP** se sastoji od:
 - ▶ Diferencijalnog pojačavača,
 - ▶ Šmitovog okidnog kola,
 - ▶ Diferencijatora i
 - ▶ Eliminatora pozitivnih ili negativnih impulsa.
- ▶ Signal za **SINHRONIZACIJU VREMENSKE BAZE** može doći u okidni sklop iz **TRI PRAVCA** što se bira okidnim preklopnikom koji se nalazi na prednjoj ploči osciloskopa.
- ▶ **IZVOR SINHRONIZACIONIH IMPULSA** može biti:
 - ▶ Interni (vezan za posmatrani signal)
 - ▶ Eksterni (bilo koji signal doveden eksterno)
 - ▶ Linijski, 50 Hz (mreža za napajanje 230V AC)

Okidni sklop (3)

Iz vertikalnog pojačavača



Ulaz za dovođenje spoljašnjeg okidnog signala EXT

Okidni sklop (4)

- ▶ Ako je okidni preklopnik postavljen u položaj EXT, signali za sinhronizaciju dolaze iz nekog **SPOLJNOG IZVORA**.
- ▶ U položaju **LINE**, ovi signali dolaze iz **INTERNOG IZVORA** naizmeničnog napona male amplitude i frekvencije mreže, tj. 50 Hz.
- ▶ U položaju **INT** dolaze iz **VERTIKALNOG POJAČAVAČA**, što se u praksi **NAJČEŠĆE KORISTI**.
- ▶ U ovom poslednjem slučaju, **ŠMITOVO OKIDNO KOLO** daje **PRAVOUGAONI IMPULS** koji **STARTUJE** u svakom trenutku kada napon koji dolazi iz vertikalnog pojačavača **PREĐE VREDNOST PODEŠENOG OKIDNOG NIVOVA** u diferencijalnom pojačavaču.



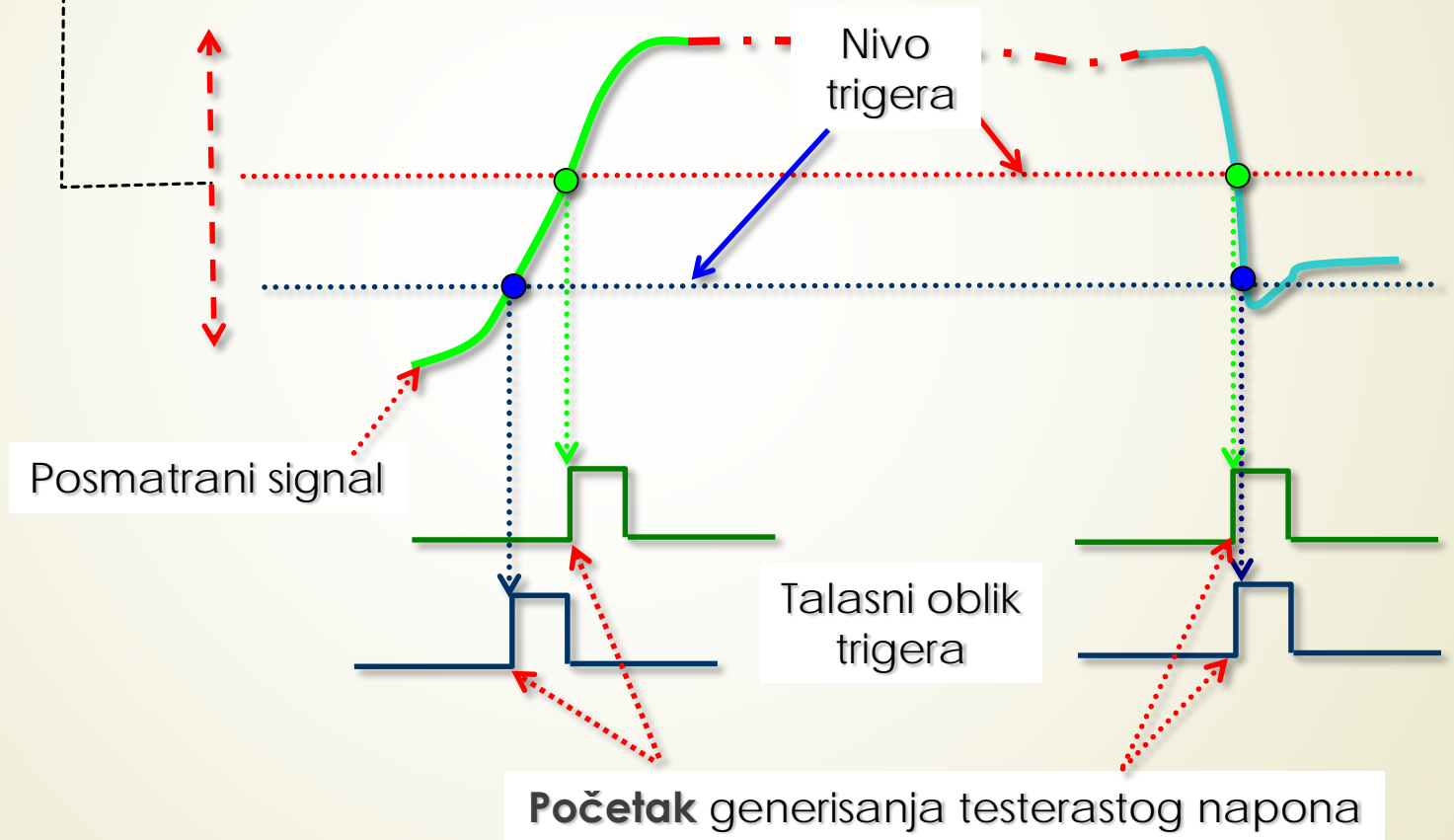
Postavljanje nivoa okidnog napona (1)



Podešavanje nivoa
trigera sa prednje
ploče

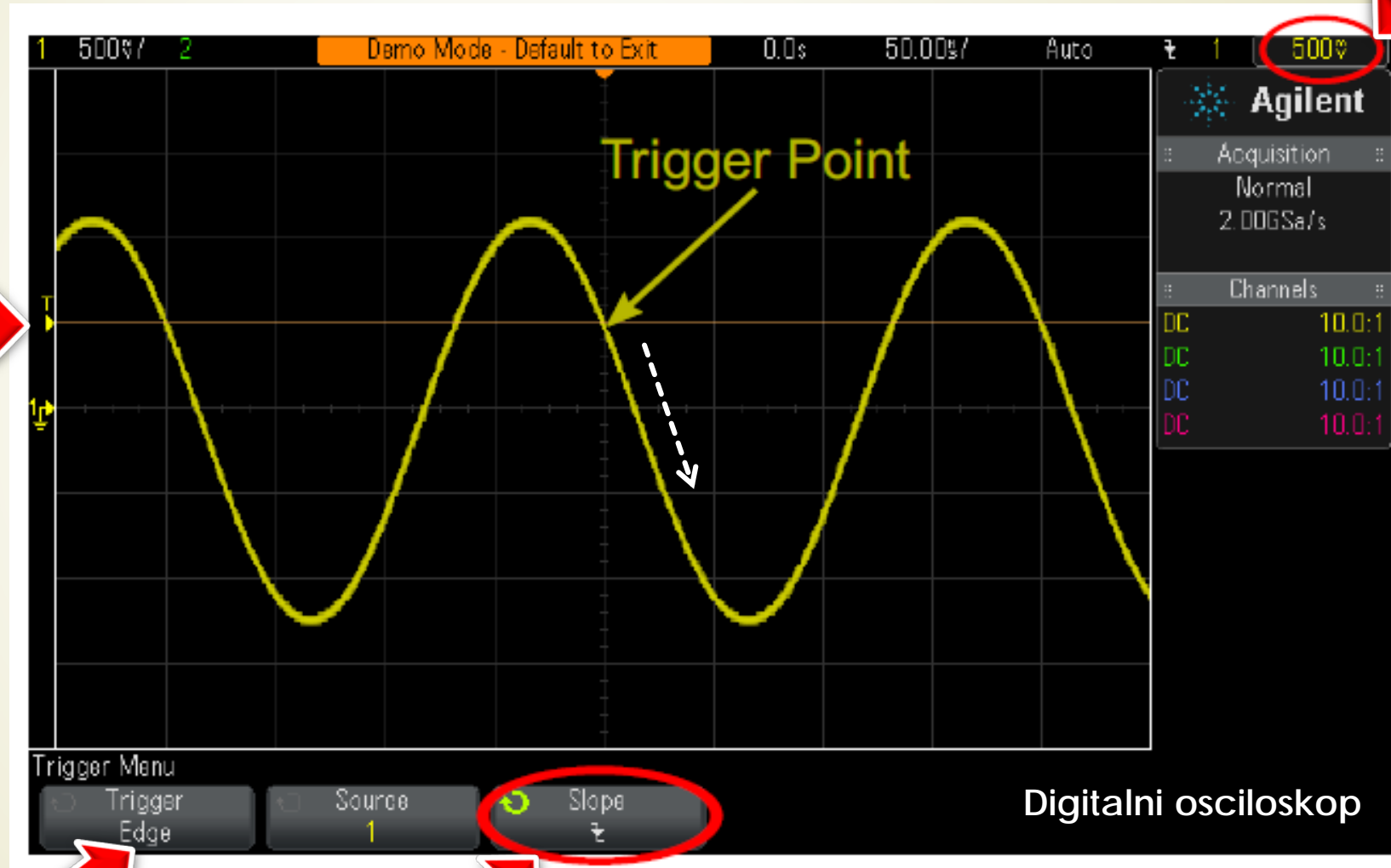
Postavljanje trigera na **RASTUĆU**
ivicu posmatranog signala

Postavljanje trigera na **OPADAJUĆU**
ivicu posmatranog signala



Postavljanje nivoa okidnog napona (2)

Nivo trigger signal u opsegu amplitude posmatranog signala



Prikaz se trigeruje na osnovu nivoa signala

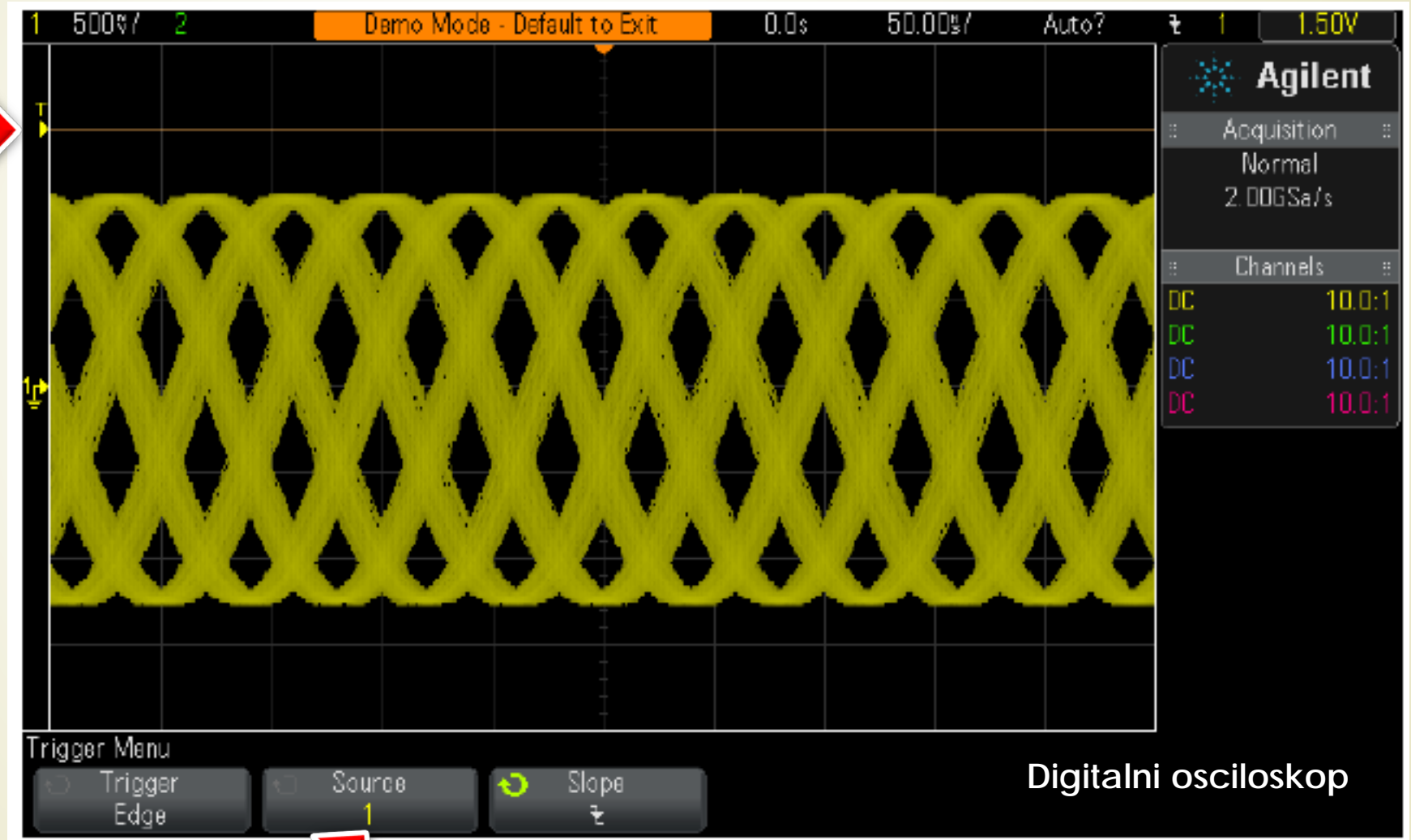
Opadajuća ivica signala

Digitalni osciloskop

Postavljanje nivoa okidnog napona (3)

Nivo triger signala
veći od nivoa
posmatranog signala

Oscilogram nije
sinhronizovan!



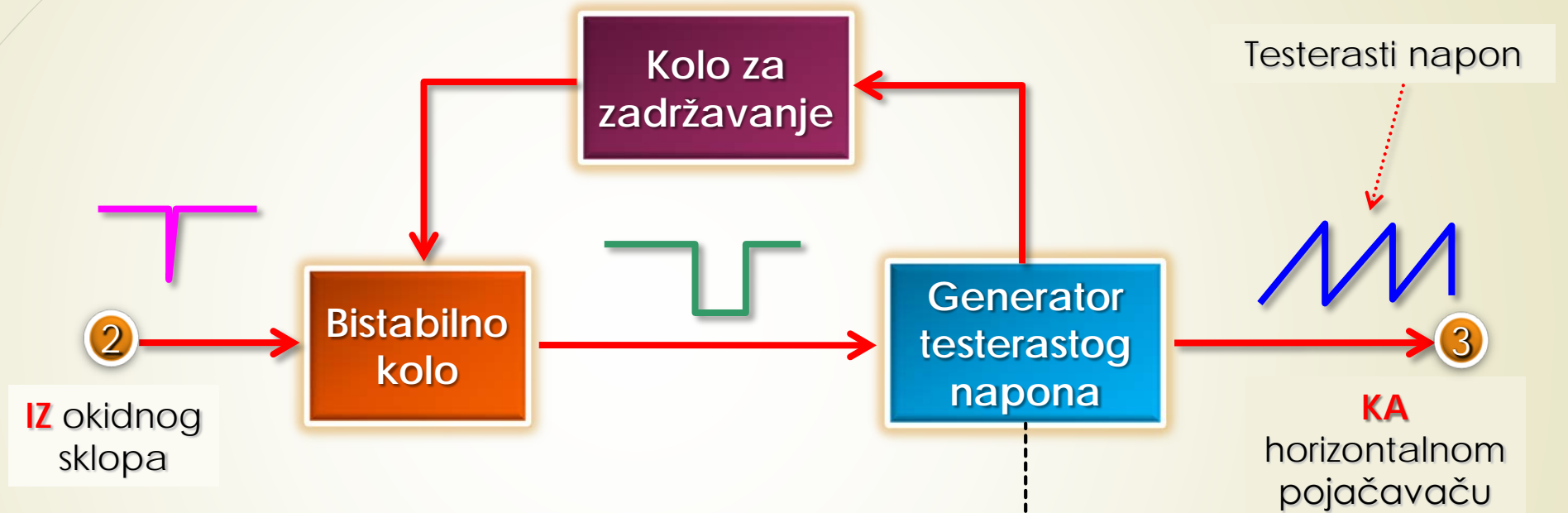
Izvor signala trigera

Digitalni osciloskop

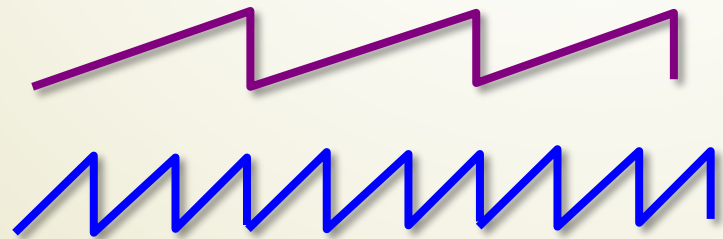
Vremenska baza (1)

- ▶ **VREMENSKA BAZA** se sastoji od:
 - ▶ Bistabilnog kola,
 - ▶ Generatora testerastog napona i
 - ▶ Kola za zadržavanje.
- ▶ **GENERATORI TESTERASTOG NAPONA** izvodi se kao:
 - ▶ **MILEROV INTEGRATOR** koji koristi negativnu povratnu spregu, ili kao
 - ▶ **BOOTSTRAP INTEGRATOR** koji koristi pozitivnu povratnu spregu.
- ▶ **NEGATIVNI IMPULSI** iz okidnog sklopa dolaze na bazu ulaznog tranzistora bistabilnog kola, koji zbog toga prestaje da provodi struju, a provođenje struje preuzima drugi tranzistor.

Vremenska baza (3)



Različite periode testerastog napona:



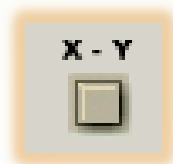
Određuje **PERIODU** testerastog napona

Vremenska baza (4)

- Usled toga, na izlazu bistabilnog kola se dobija negativan napon koji prouzrokuje da generator testerastog napona **POČNE DA GENERIŠE LINEARNO RASTUĆI NAPON**.
- Kada **LINEARNO RASTUĆI NAPON** dostigne određenu vrednost, posredstvom kola za zadržavanje on deluje na ulaz bistabilnog kola i **VRAĆA** ulazni tranzistor u provodno stanje, time bistabilno kolo prouzrokuje **PRESTANAK RADA GENERATORA TESTERASTOG** napona i pad njegovog izlaznog napona na nulu.

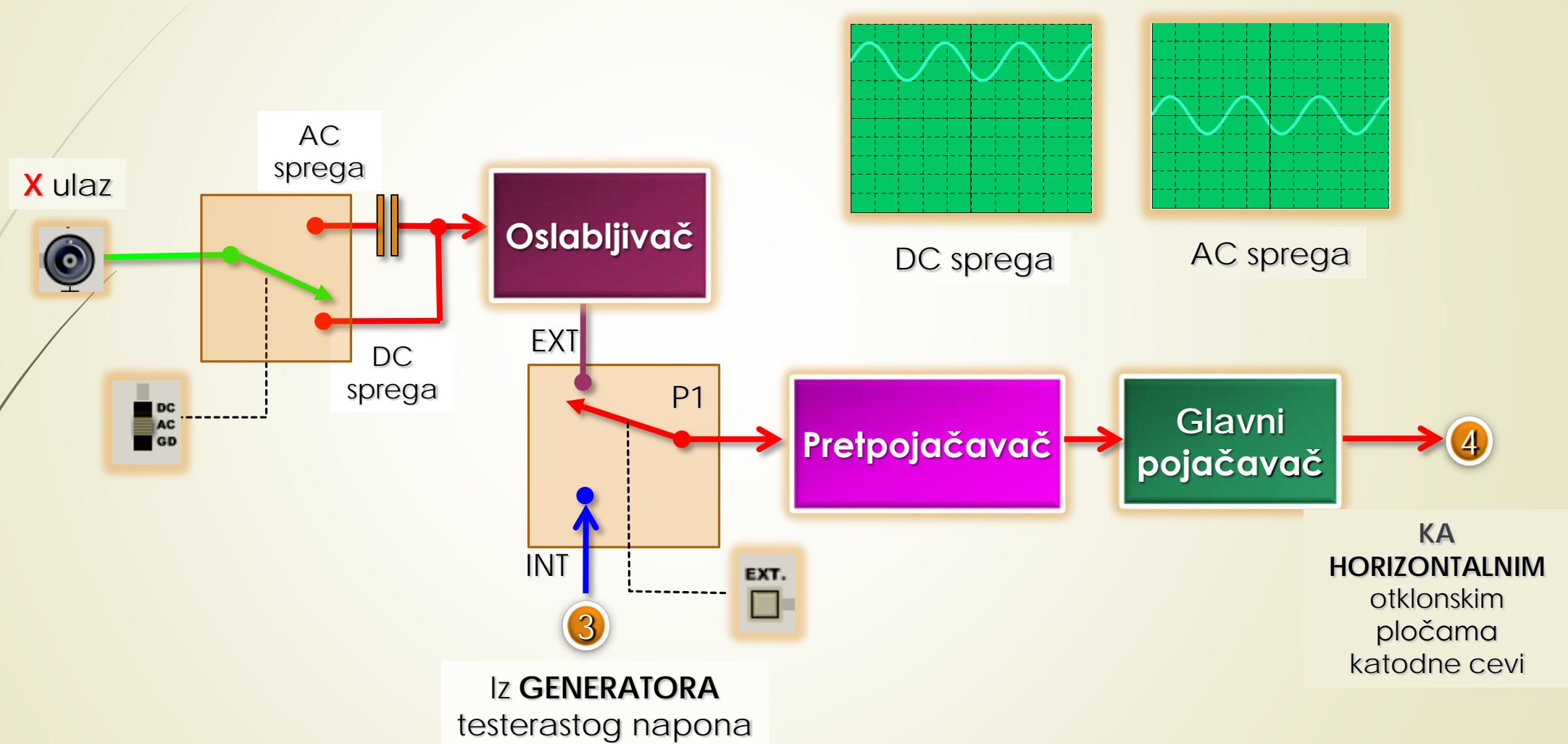
Horizontalni pojačavač (1)

- **HORIZONTALNI POJAČAVAČ** ima ulogu da pojača izlazni signal vremenske baze, kada osciloskop radi u svom **UOBIČAJENOM REŽIMU RADA** $y-t$.



- Tada se prekidač **P1** postavlja u položaj **INT**, odnosno da pojača **SPOLJNI ULAZNI SIGNAL** sa **X** ulaza.
- Kada osciloskop radi u $x-y$ režimu rada, u kom slučaju se prekidač **P1** postavlja u položaj **EXT**.
- U prvom slučaju osciloskop se koristi za:
 - **STANDARDNO PRIKAZIVANJE** ili merenje električnog signala priključenog na **Y** ulaz osciloscopa,
 - U drugom slučaju koristi za **POSEBNA MERENJA**, na primer za prikazivanje **LISAŽUOVIH FIGURA**.

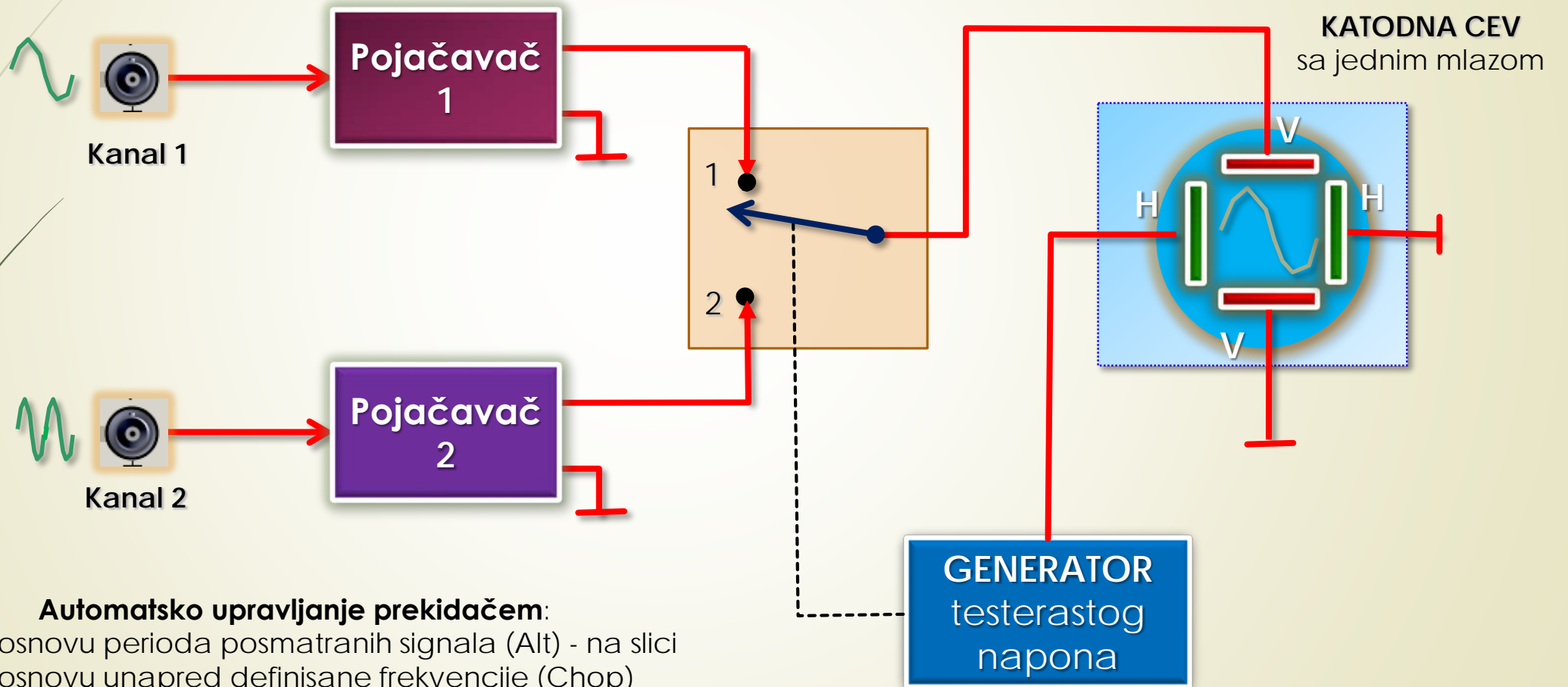
Horizontalni pojačavač (2)



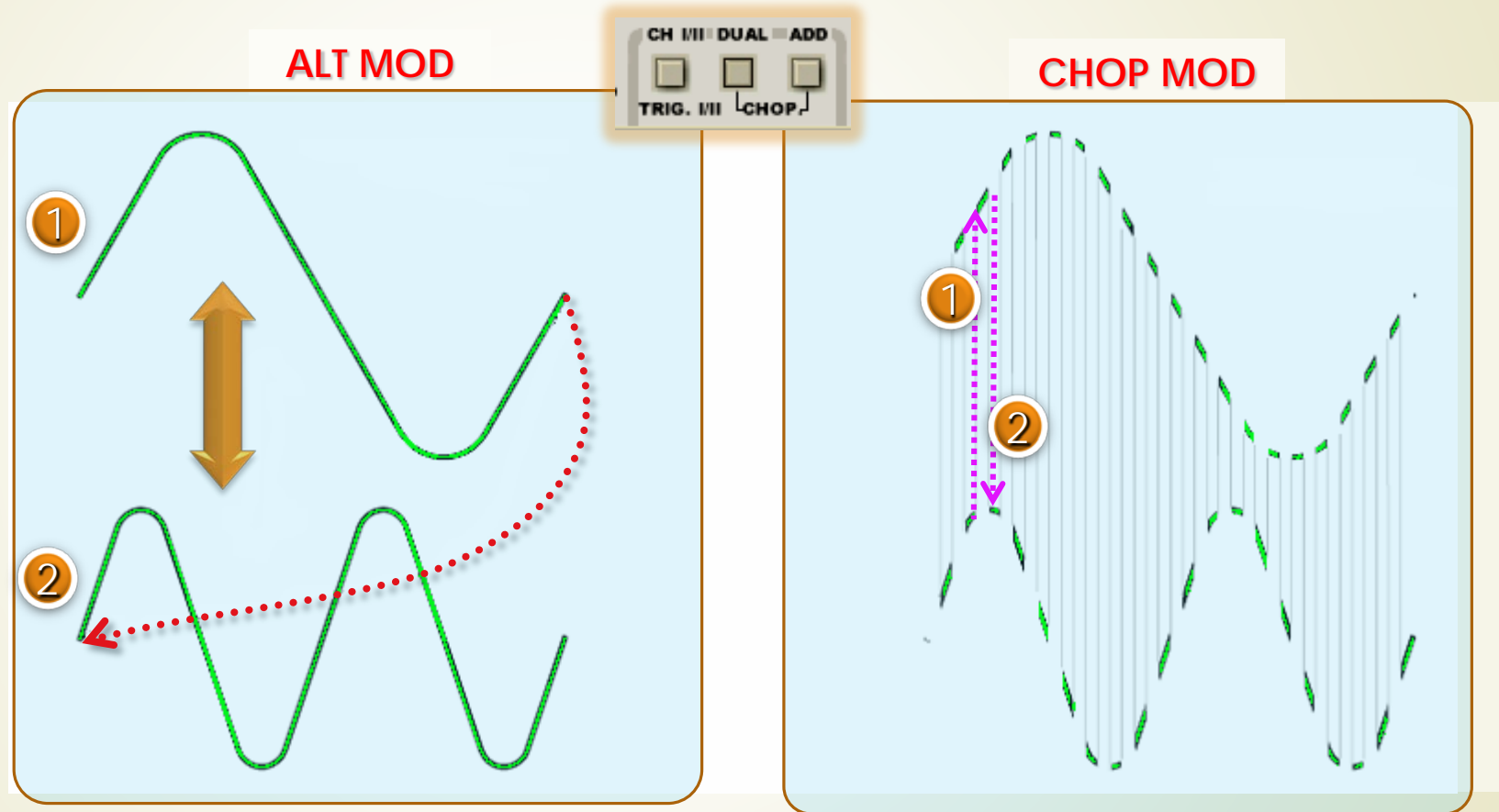
Istovremeno posmatranje više signala

- ▶ U cilju **POREĐENJA SIGNALA**, često postoji potreba za posmatranjem više signala na ekranu osciloskopa **ISTOVREMENO**.
- ▶ Kod **DVOKANALNOG OSCILOSKOPA**, sa **JEDNIM** elektronskim mlazom, ovo se može postići sa **DVA** konstrukcijska rešenja:
 - ▶ **SA DVE SLIKE**, postupak "**ZAMENJIVANJA**" (engl. *Alternate mode*)
 - ▶ **SA DVA MLAZA**, postupkom "**SECKANJA**" (engl. *Chop mode*).
- ▶ Postupak "**SECKANJA**" je pogodniji kod posmatranja signala **NIŽIH FREKVENCIJA** - do 1 MHz.
- ▶ Oba postupka imaju **OGRANIČENJA** kod posmatranja **BRZIH** prelaznih pojava.
- ▶ **DVOKANALNI OSCILOSKOPI** sa dva odvojena elektronska mlaza su **BOLJE** ali i **SKUPLJE** rešenje.
- ▶ Oni imaju **ODVOJENE VERTIKALNE POJAČAVAČE** i **VERTIKALNE OTKLONSKE PLOČE** za svaki ulazni kanal posebno, dok im je **HORIZONTALNI DEO ZAJEDNIČKI**.

Blok šema merenja sa OSC sa jednom mlazom

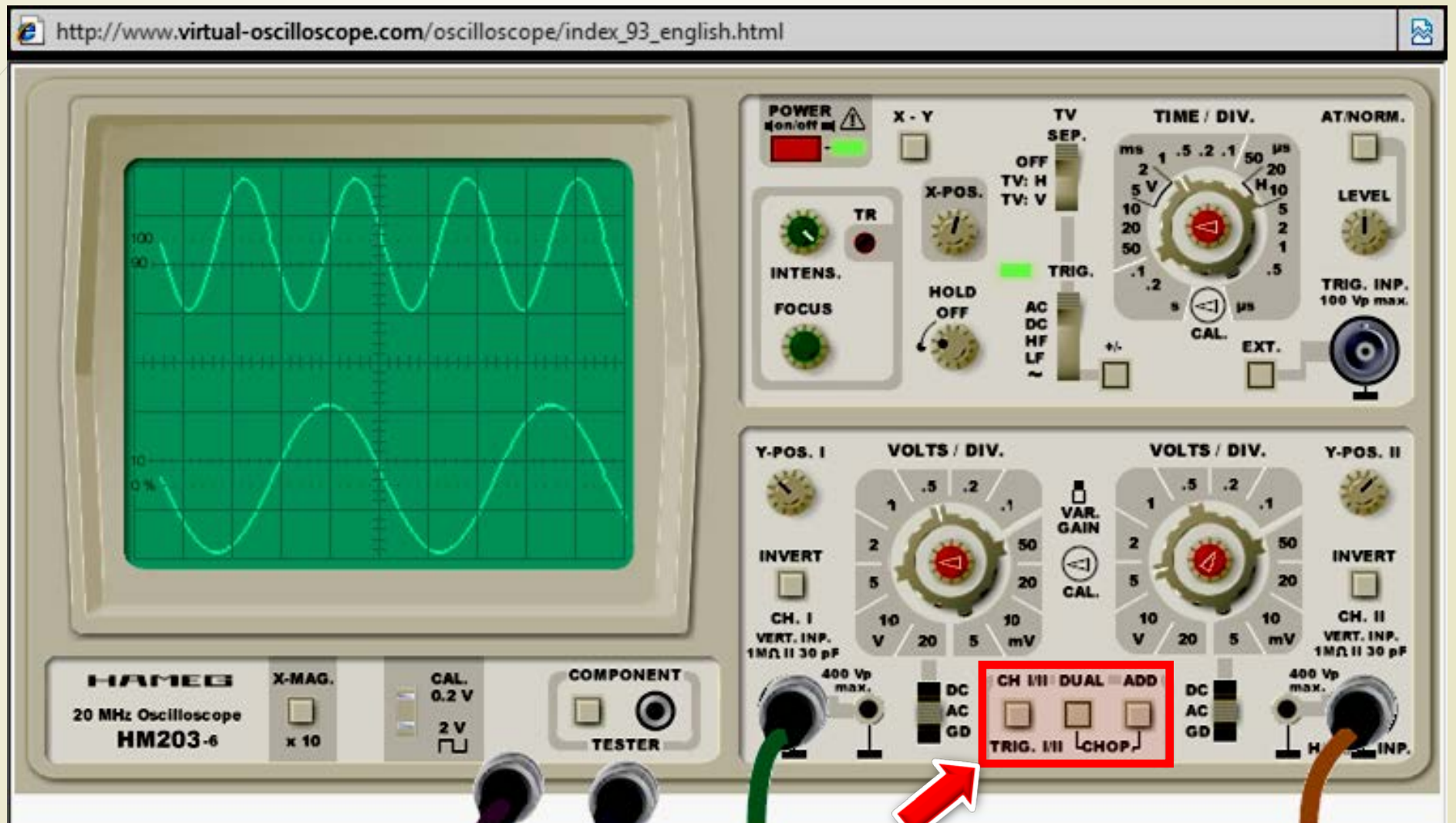


Izglede oscilograma Alt i Chop mod rada



<http://www.youtube.com/watch?v=zsy-pxpfB4o>

Alt ili Chop mod rada (2)



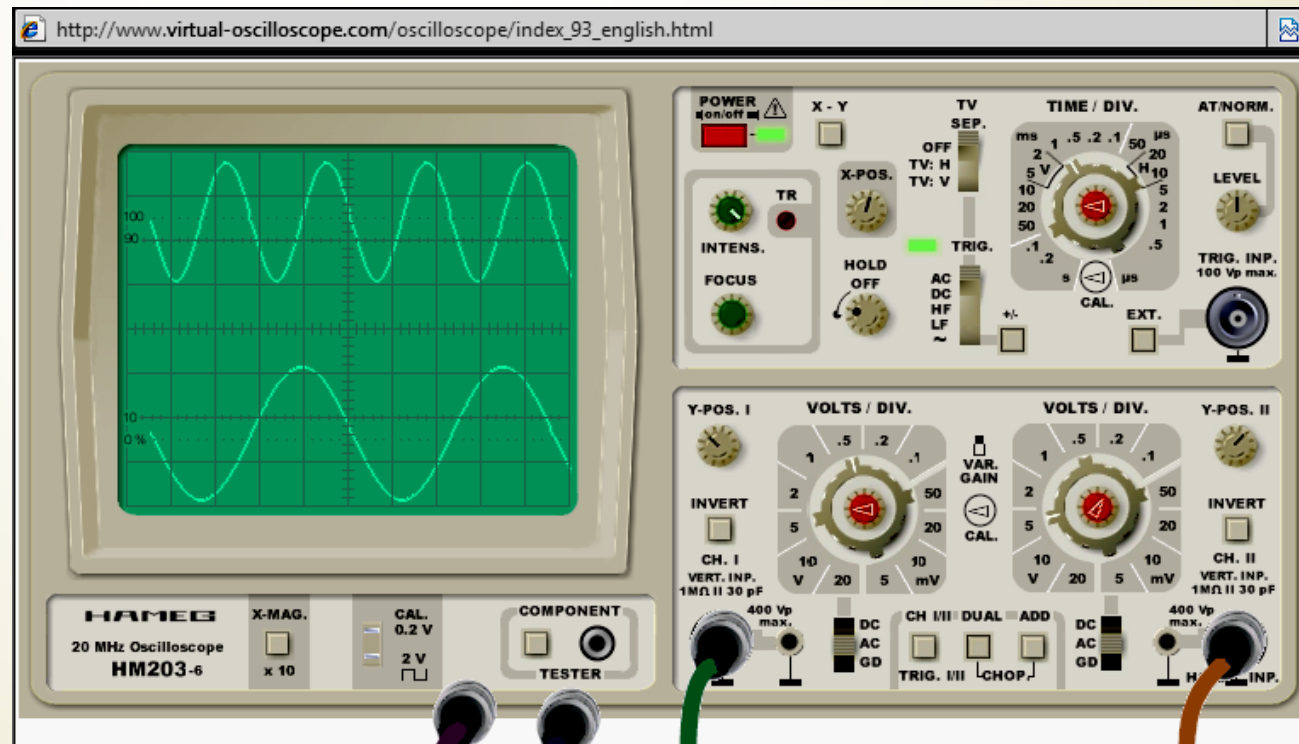
Izbor načina prikaza

Problemi u radu sa analognog osciloskopa

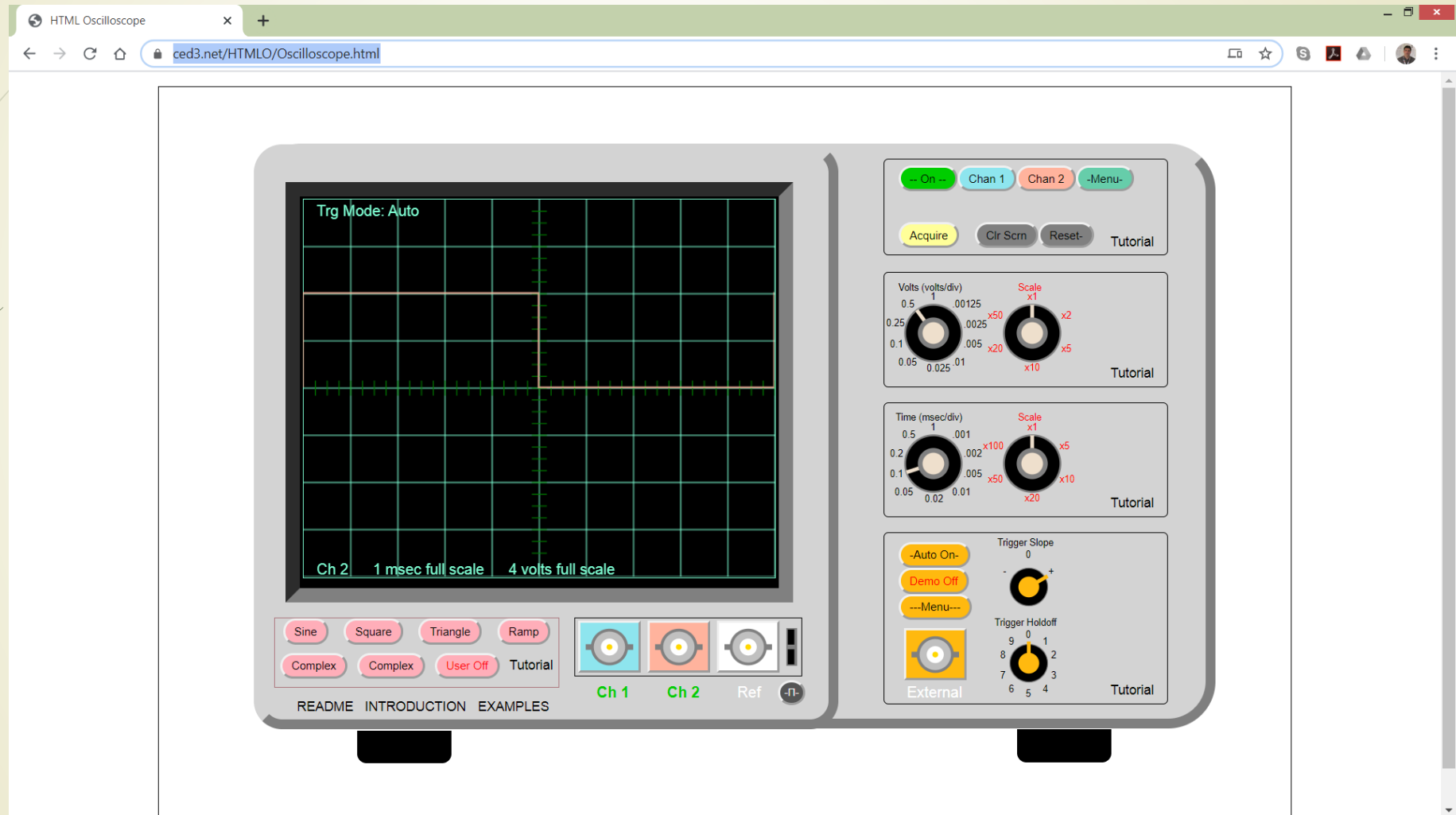
- ▶ Neke električne pojave koje se
 - ▶ javljaju **SAMO JEDNOM** ili se
 - ▶ **VRLO RETKO** pojavljuju,mogu se na klasičnom analognom osciloskopu, zbog ograničene perzistencije fosfora na katodnoj cevi, posmatrati **SAMO U VREMENU NJIHOVOG TRAJANJA**.
- ▶ Kako se to vreme kreće od nekoliko mikrosekundi do nekoliko sekundi očigledno je da posmatranje **BRZIH NEPERIODIČNIH** signala u realnom vremenu **NE PRUŽA MOGUĆNOSTI** za njihovo merenje ili ispitivanje.
- ▶ Slično je i sa periodičnim signalima veoma **NISKIH FREKVENCIJA**:
 - ▶ Na ekranu se vidi **SVETLA TAČKA** koja se kreće duž ekrana, pomerajući se vertikalno u zavisnosti od ulaznog signala, tako da se na ekranu **NE FORMIRA** kompletna slika talasnog oblika.

Učenje putem simulacije (1)

- ▶ Pogledajte flash animaciju za INTERAKTIVNO UČENJE osnova rada sa osciloskopom:
- ▶ <http://www.virtual-oscilloscope.com/> (IE sa podrškom za ShockWave)
- ▶ <http://michaelgellis.tripod.com/scope.html>



Učenje putem simulacije (2)



<https://www.ced3.net/HTML/Oscilloscope.html>