

5. OSCIOSKOPY

Pod pojmom osciloskopy rozumieme elektronické meracie prístroje slúžiace pre vizuálne sledovanie priebehu elektrických veličín.

Osciloskopy môžeme použiť pre rôzne elektrické merania:

- **analýza časového priebehu** (meranie napätia, napäťových a časových rozdielov medzi zvolenými bodmi záznamu, meranie jednosmernej zložky, maximálnej (špičkovej) hodnoty, doby periódy, frekvencie, doby nábehu a prekmitu impulzov, šírky impulzu apod.);
- **meranie fázového posunu dvoch harmonických napätí;**
- **meranie V-A charakteristík rôznych elektronických prvkov;**
- **meranie hysteréznej slučky feromagnetických materiálov.**

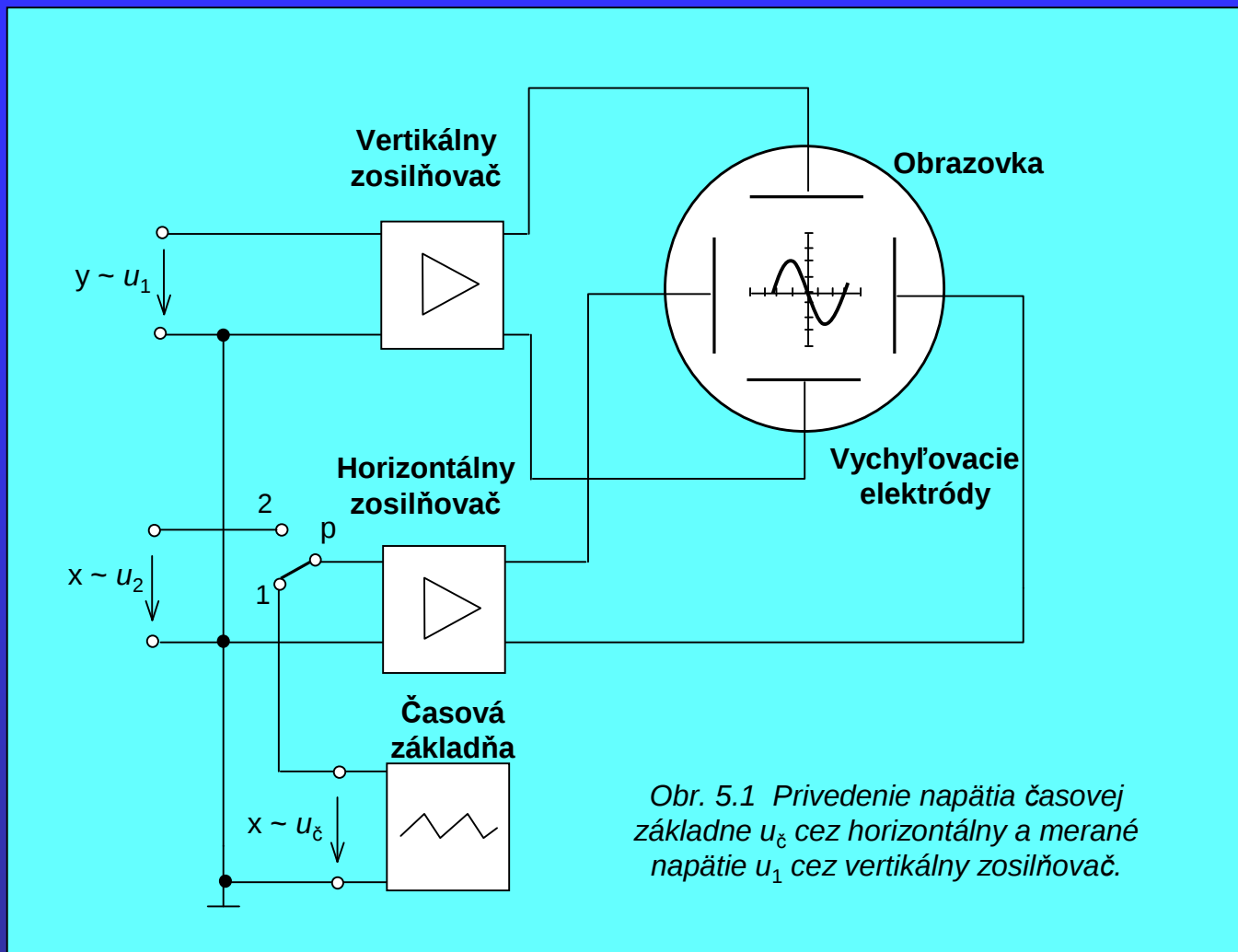
5.1 Analógové osciloskopy

Analógové osciloskopy sú v porovnaní s číslicovými:

- lacnejšie,
 - ľahko ovládateľné,
 - reagujú bezprostredne na zmeny meranej veličiny.
- neumožňujú skúmať signál pred príchodom spúšťačieho impulzu,
 - obtiažne zobrazujú pomaly premenné signály,
 - záznam priebehu je možné získať len fotograficky,
 - zachytený priebeh nie je možné ďalej spracovať.

Medzi základné časti analógového osciloskopu patrí:

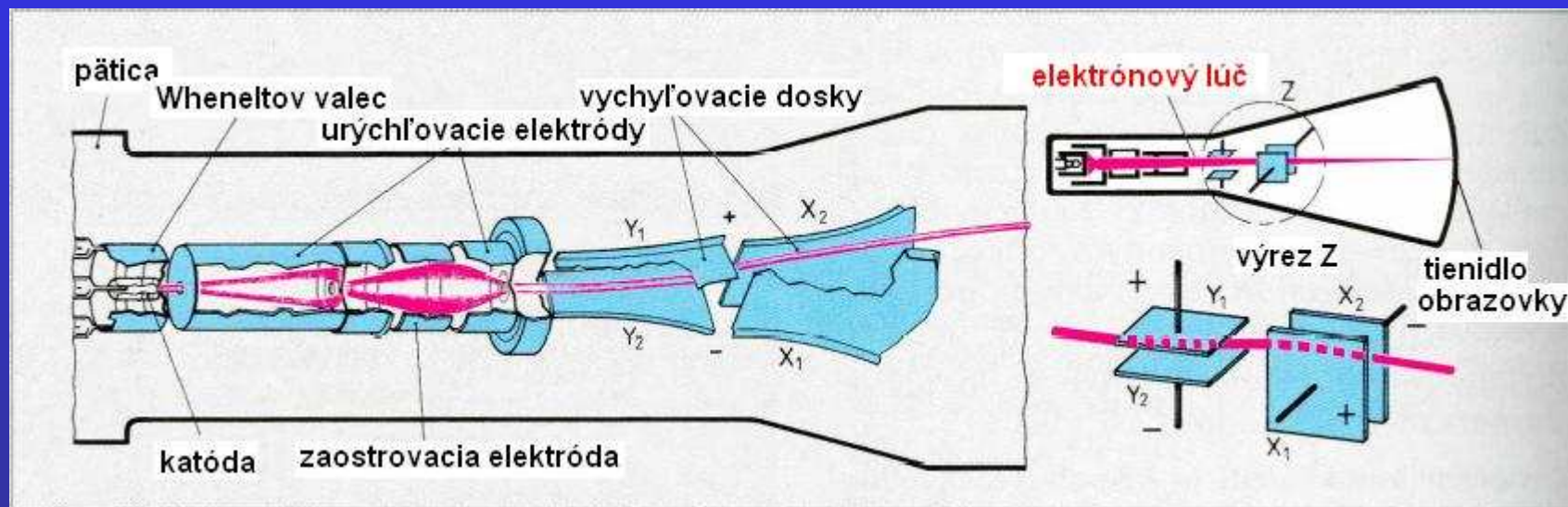
- obrazovka,
- vertikálny a horizontálny zosilňovač,
- časová základňa,
- obvody synchronizácie,
- napájacie zdroje.



Obrazovka je najtypickejšou súčasťou osciloskopu. Obrazovka je vlastne elektrónka, teda sklenená banka s vákuom vo vnútri. V nej sa nachádza žeravená katóda emitujúca elektróny, ktoré kruhovým otvorom v mriežke tvaru valca prechádzajú vo forme lúča.

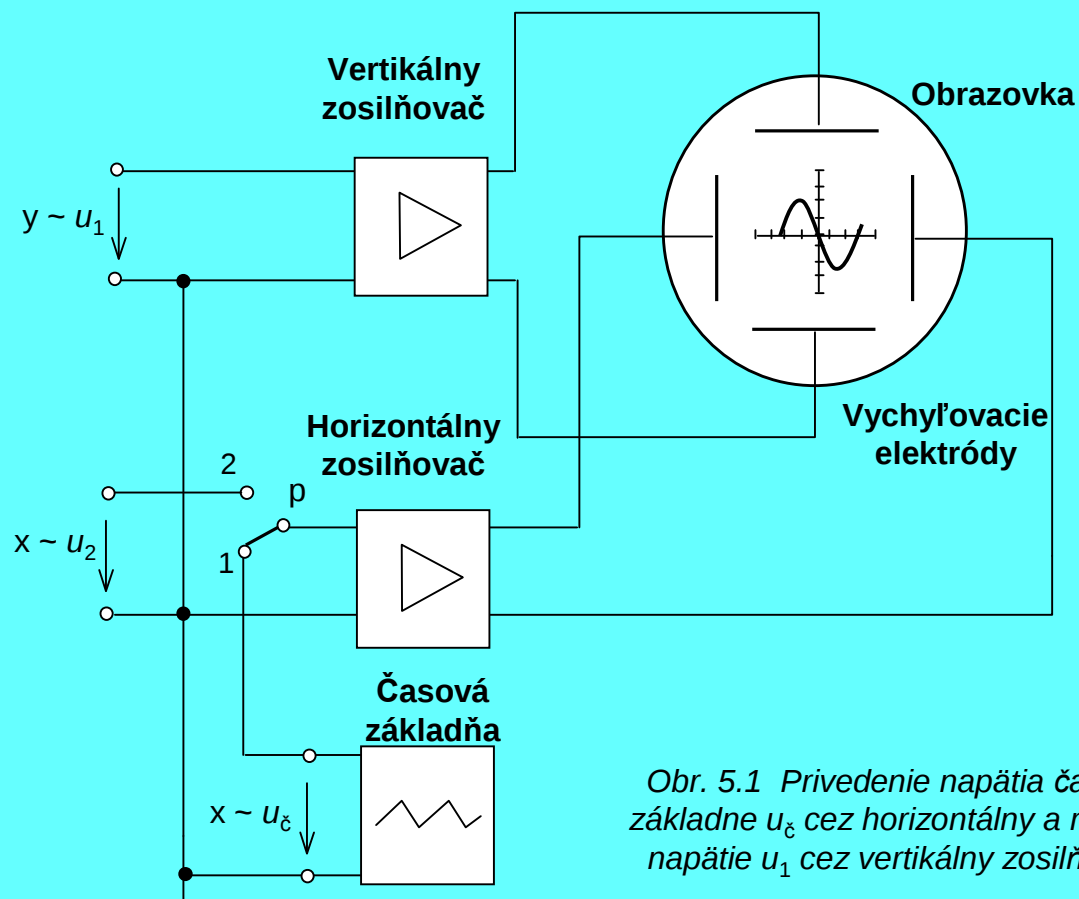
Ďalej elektrónový lúč prechádza medzi vychyľovacie elektródy až na tienidlo obrazovky. Dopadom lúča elektrónov na tienidlo obrazovky, ktoré má zvnútra nanesenú fluorescenčnú látku, vzniká svietiaci bod.

Farba stopy býva obyčajne zelená alebo modrá.



Analógové osciloskopy používajú obrazovky s elektrostatickým vychyľovaním lúča. Na vonkajšej strane obrazovky býva pravouhlá mriežka, tzv. *raster*, umožňujúca jednoduchšie odčítanie výchyliek lúča v oboch osách.

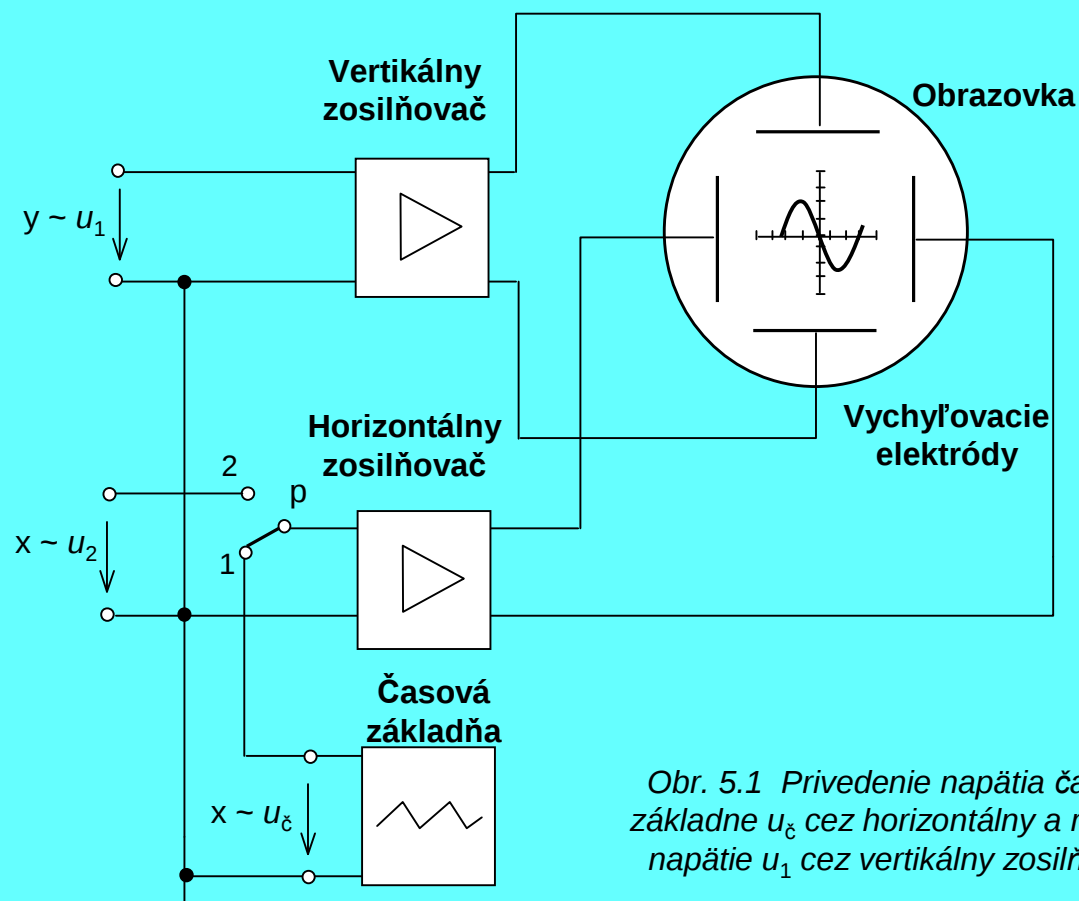
Vertikálny a horizontálny zosilňovač sú koncové zosilňovače, ktoré upravujú úroveň sledovaného napätia na hodnotu potrebnú pre samotnú obrazovku. Potenciometrami je možné meniť hodnoty referenčného napätia, a tým posúvať zobrazovaný priebeh meraného napätia v smere osi y, resp. x do ľubovoľného miesta na obrazovke.



Obr. 5.1 Privedenie napätia časovej základne $u_{\check{c}}$ cez horizontálny a merané napätie u_1 cez vertikálny zosilňovač.

Časová základňa je tvorená generátorom pílového napätia, ktorého činnosť je založená na pomalom nabíjaní a rýchlom vybíjaní kondenzátora.

Pomocou napätia z tohto zdroja získame na tienidle obrazovky časový priebeh meranej veličiny. Napätie časovej základne $u_{\check{c}}$ sa tak privádza cez horizontálny, merané napätie u_1 cez vertikálny zosilňovač.



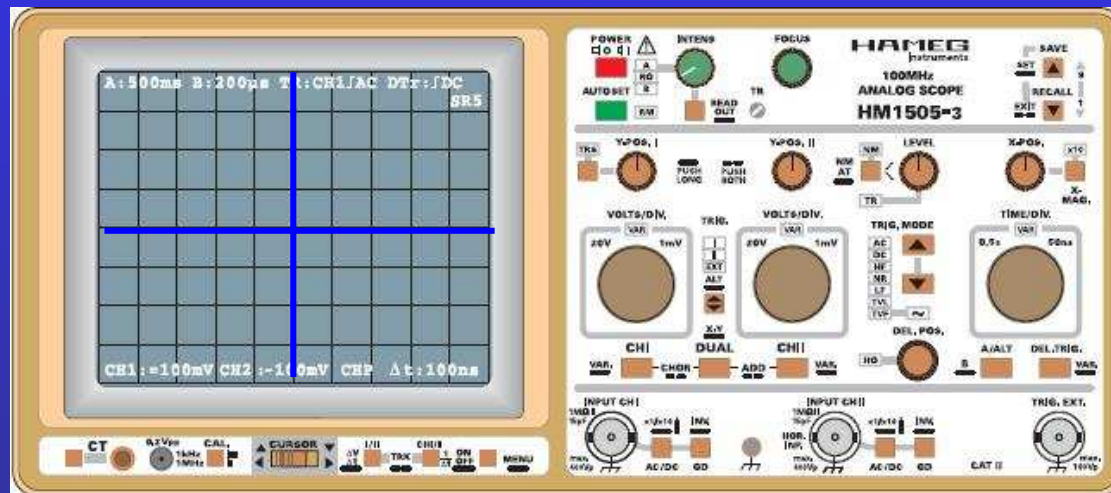
Obr. 5.1 Privedenie napätia časovej základne $u_{\check{c}}$ cez horizontálny a merané napätie u_1 cez vertikálny zosilňovač.

5. Osciloskopy

Typický osciloskop ponúka na **vertikálnom zosilňovači** rozsahy 10 mV/d, 20 mV/d, 50 mV/d, 100 mV/d, 200 mV/d, 500 mV/d, 1 V/d, 2 V/d, 5 V/d, pričom rozmer V/d sa číta ako Volt na dielik.

Obrazovka osciloskopu je totiž obvykle vertikálne rozdelená na osem dielikov a citlivosť je udávaná v hodnote zmeny napätia, ktorá spôsobí zmenu polohy lúča o jeden dielik.

Z týchto údajov je možné jednoducho vypočítať veľkosť napätia, ktoré spôsobí vertikálnu výchylku lúča po celej obrazovke tak, že citlivosť udávanú v napätí na dielik vynásobíme počtom dielikov na obrazovke.



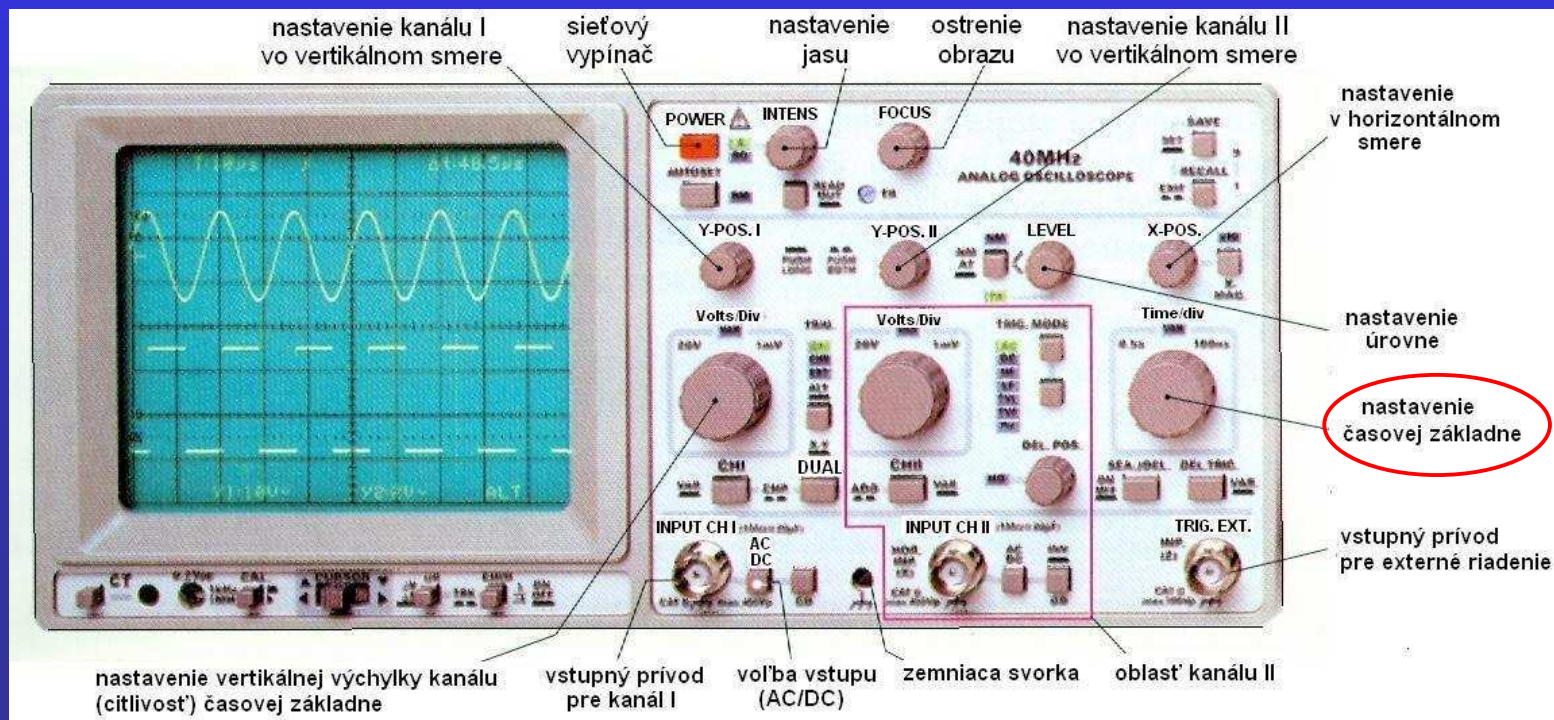
Osciloskop s uvedenými možnosťami nastavenia citlivosti zobrazuje podľa nastavenej citlivosti zmenu napätia meraného signálu o 80 mV, 160 mV, 400 mV, 800 mV, 1.6 V, 4 V, 8 V, 16 V, 40 V zmenou polohy lúča o vertikálny rozmer obrazovky.

5. Osciloskopy

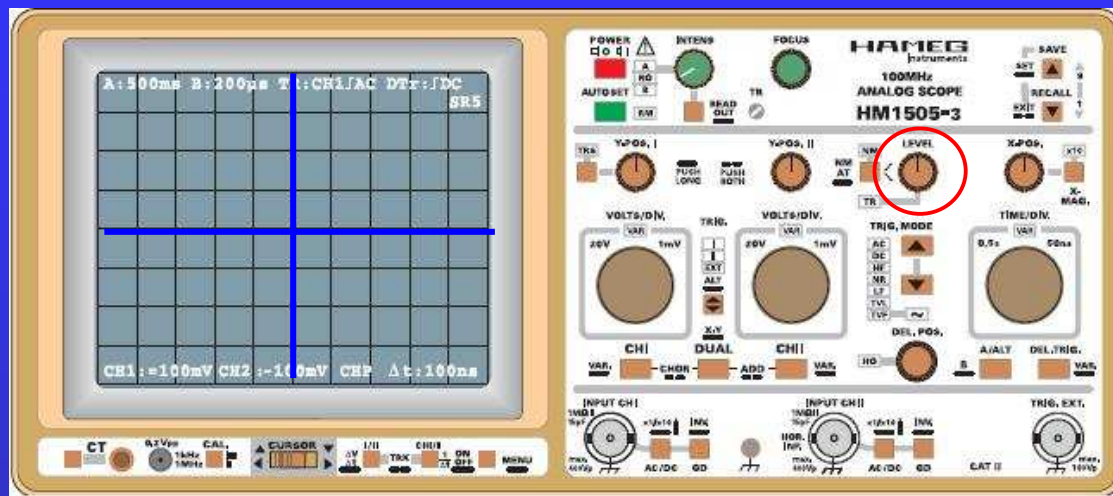
Vstup **horizontálneho zosilňovača** je obvykle pripojený ku generátoru časovej základne. Rýchlosť časovej základne sa udáva hodnotou čas/dielik rastru.

Typické nastavenia časovej základne sú napríklad: 10 $\mu\text{s}/\text{d}$, 20 $\mu\text{s}/\text{d}$, 50 $\mu\text{s}/\text{d}$, 100 $\mu\text{s}/\text{d}$, 200 $\mu\text{s}/\text{d}$, 500 $\mu\text{s}/\text{d}$, 1 ms/d,...atď.

Pretože v horizontálnom smere je obrazovka rozdelená obvykle na 10 dielikov, na obrazovke je viditeľný desať krát dlhší časový úsek meraného signálu, než ako je nastavenie časovej základne.



Synchronizácia časovej základne slúži k zastaveniu pohybu obrazu na tienidle pri vyšetrovaní periodických javov.



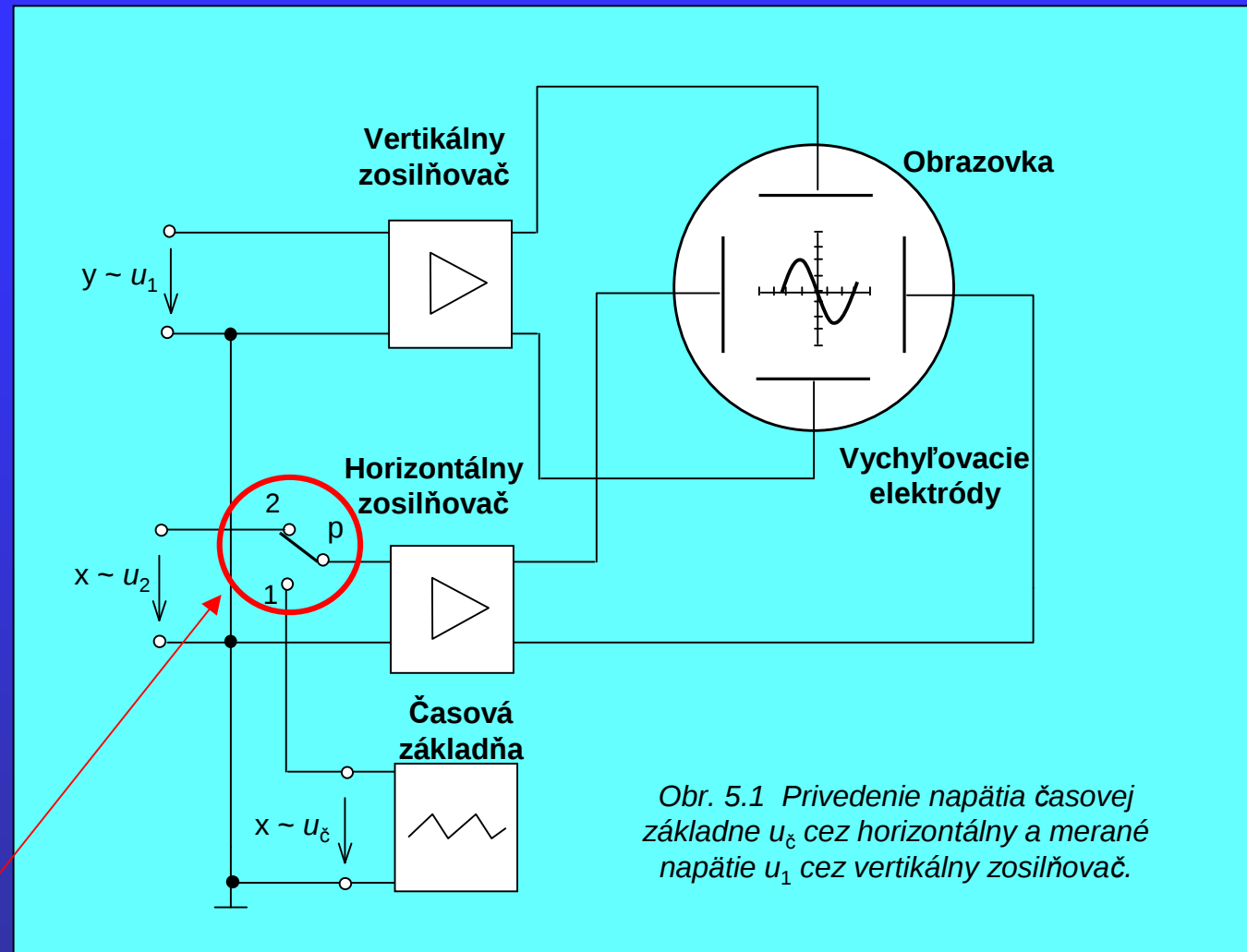
Synchronizácia časovej základne s meraným priebehom sa vykonáva pomocou potenciometra LEVEL (úroveň).

Pri dosiahnutí spúšťacej úrovne sa vyšle spúšťací impulz do obvodu časovej základne, kde sa generuje jedna perióda pílového priebehu napätia časovej základne.

V časti „priamy beh“ sa stopa lúča elektrónov pohybuje zľava doprava po obrazovke, v časti „spätný beh“ sa stopa lúča vráti na ľavú stranu obrazovky (nie je vidieť).

Pokiaľ sa dej periodicky opakuje, všetky takto získané stopy sa prekrývajú a pozorovateľovi sa javí na obrazovke ako statický obrázok.

Pokiaľ je úroveň nastavená mimo oblasť signálu, synchronizácia nenastane.

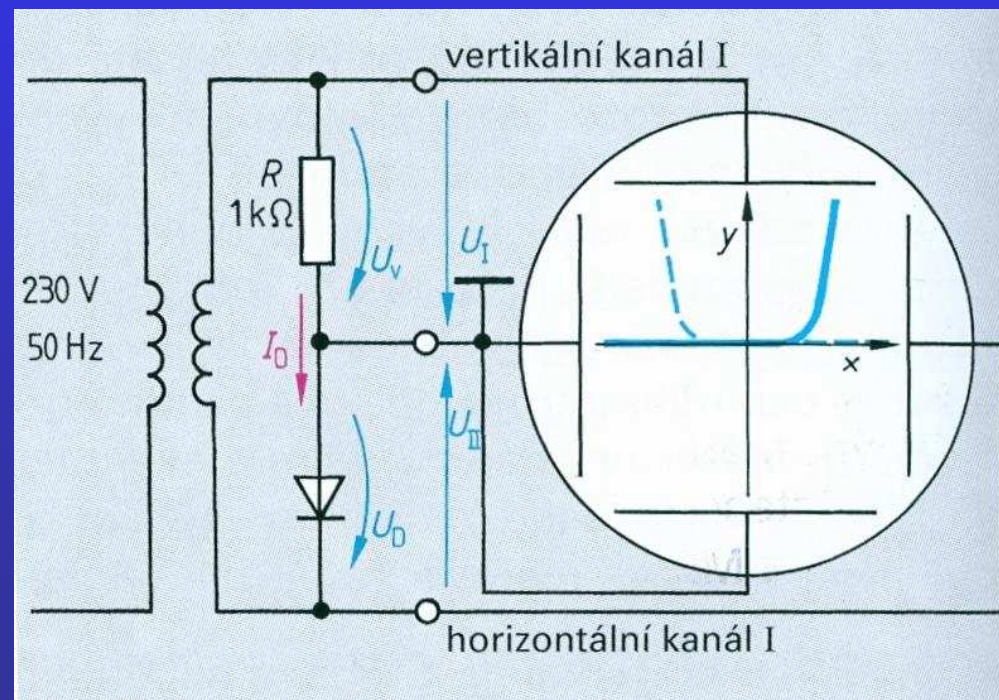


Obr. 5.1 Privedenie napätia časovej základne $u_{\check{c}}$ cez horizontálny a merané napätie u_1 cez vertikálny zosilňovač.

Ak prepínačom p **odpojíme časovú základňu**, tak na horizontálny zosilňovač môžeme priviesť iné napätie u_2 (v obr.5.1 **prepínač v polohe 2**).

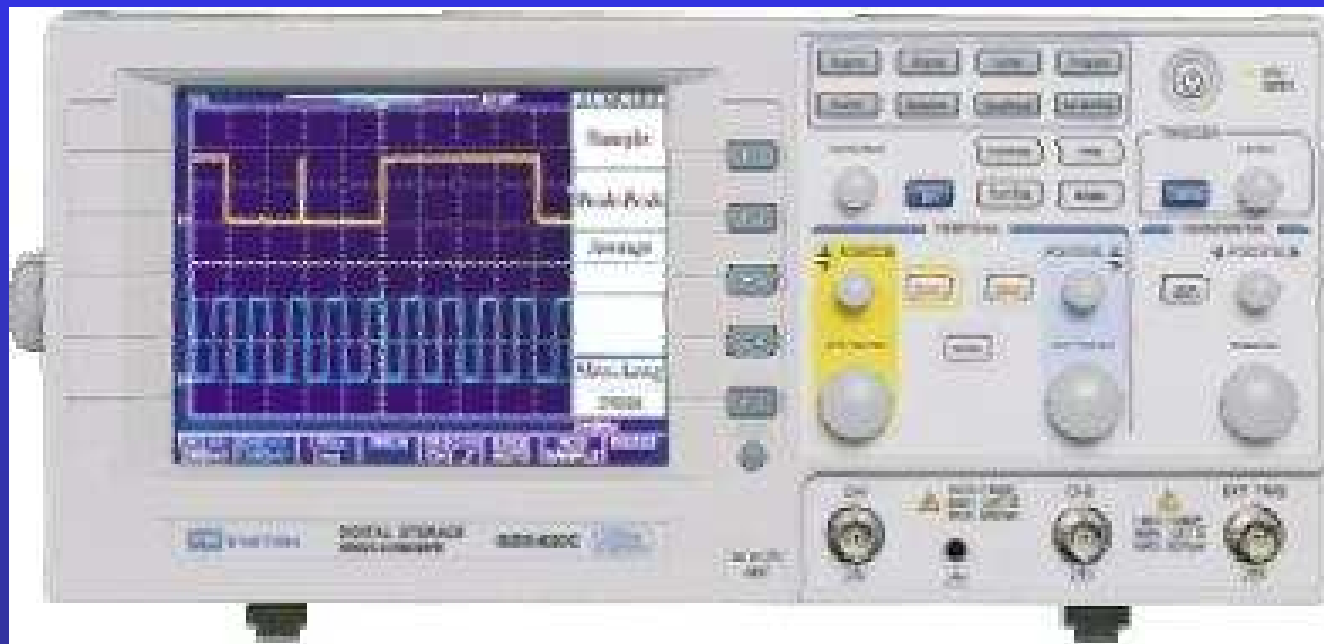
Na obrazovke sa potom zobrazí závislosť $u_1 = f(u_2)$.

Toto sa používa napr. pri porovnávacích metódach meraní (určenie neznámej impedancie, fázového posunu medzi napätím a prúdom pomocou elipsy, ...) alebo pri zobrazovaní charakteristík nelineárnych prvkov (dióda, hysterézná slučka, ...).



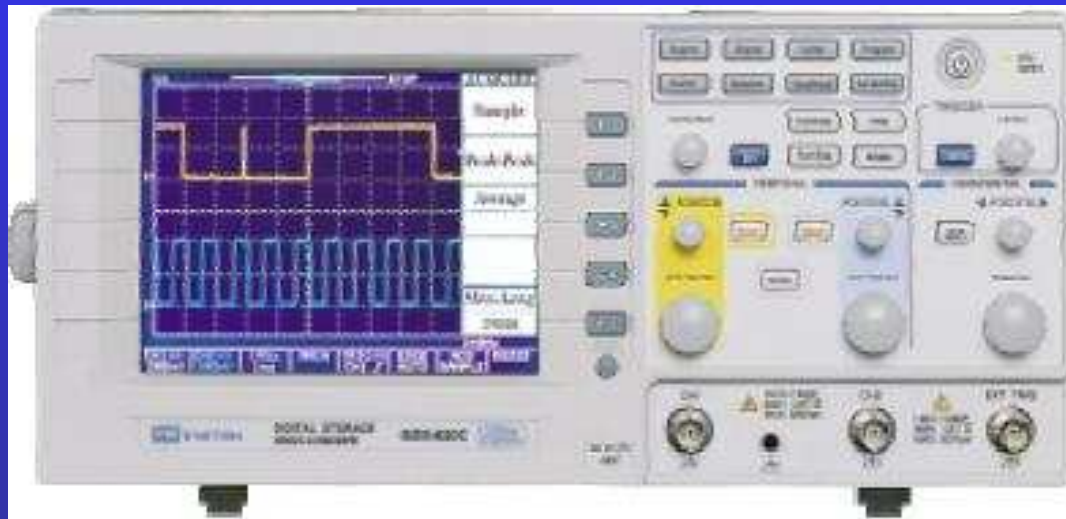
5.2 Číslicové osciloskopy

Funkčné spojenie osciloskopu, mikropočítača a číslicového zobrazenia signálu predstavuje vysoký vývojový stupeň osciloskopu.



Číslicové osciloskopy umožňujú navyše:

- **mnohokanálový súčasný záznam,**
- **záznam signálu pred príchodom spúšťacieho impulzu,**
- **jednoduché zachytenie jednorázových dejov,**
- **výstup na tlačiareň alebo zapisovač,**
- **zapamätávanie priebehu a jeho ďalšie číslicové spracovanie,**
- **obojstranný prenos signálu medzi osciloskopom a PC.**



Pre zobrazovanie signálov sa používajú spravidla displeje obdobné displejom počítača, využívajúce elektromagnetického vychýľovania lúča (rastrový displej) alebo LCD zobrazovača.

Činnosť celého zariadenia riadi na základe programu **zabudovaný mikropočítač**.

Zabudovaný mikropočítač (mikroprocesor a číslicová pamäť) môže zabezpečovať nasledovné funkcie:

- **voliť režim pamätania,**
- **riadiť spoluprácu s vonkajším meracím systémom,**
- **vypočítavať rôzne požadované hodnoty meraného signálu,**
- **vypočítavať charakteristiky štatistického súboru nameraných hodnôt** (aritmetickú priemernú hodnotu, smerodajnú odchýlku, rozptyl atď.).

Zobrazovacia jednotka sa skladá z obrazovky ovládanej videoprocessorom, na ktorej sú znázornené merané funkčné závislosti a hodnoty v tvare kriviek a číselných údajov.

Navyše na obrazovke sa zobrazujú podľa potreby povely, príslušný program, doplňujúce údaje a doprovodné texty.

Základné ovládanie číslicového osciloskopu (nastavenie horizontálnej citlivosti, horizontálneho a vertikálneho posuvu, rýchlosti behu časovej základne a synchronizácie) je prakticky rovnaké ako u analógového osciloskopu.

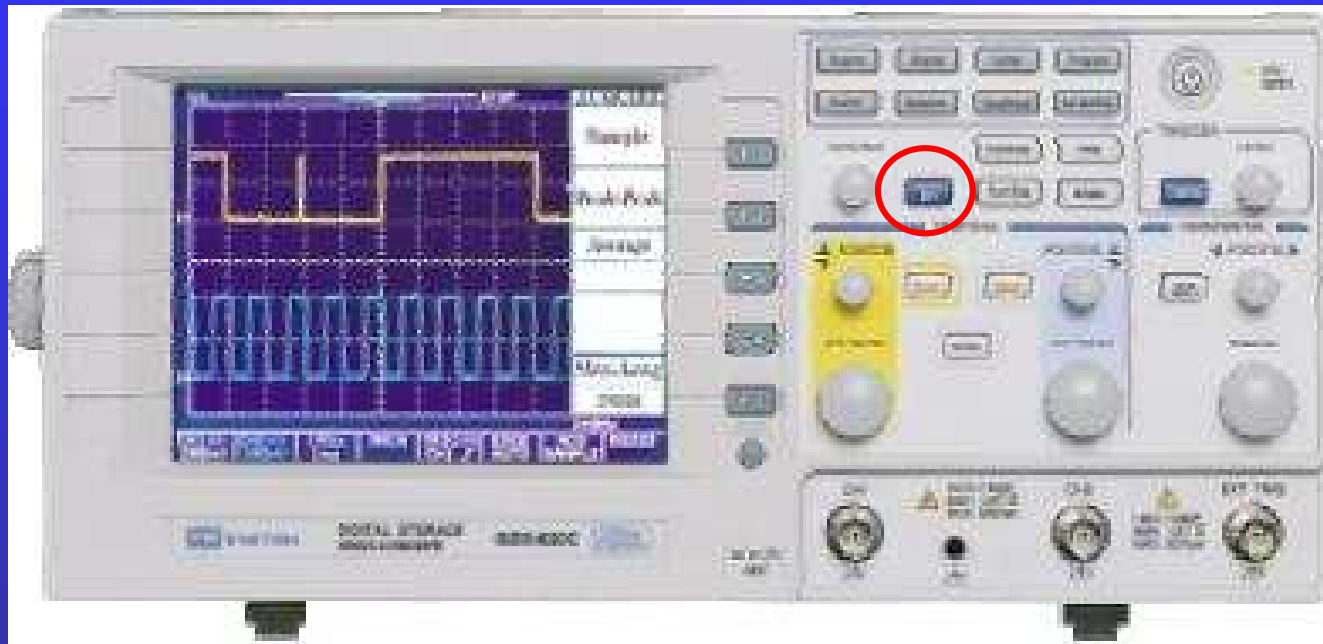
Hlavné parametre číslicových osciloskopov:

1. **Vzorkovacia frekvencia** - **uvádza sa v MHz popr. GHz a vzorkovacia rýchlosť v miliónoch vzorkou za sekundu.** Používa sa anglická skratka MSa/a resp. MS/s (megasamples per second).
2. **Šírka frekvenčného pásma** - **býva pre prácu v reálnom čase 50 MHz až 2 GHz a pre činnosť v ekvivalentnom čase (pre periodické signály) až niekoľko desiatok GHz.** Šírka pásma v reálnom čase je určená nielen vzorkovacou frekvenciou, ale taktiež frekvenčnou odozvou vertikálneho zosilňovača.
3. **Hĺbka pamäte** - **na kanál býva od 4 kSa do 1 MSa. Čím väčšia je pamäť, tým drahší je osciloskop.** Na druhej strane je možné využiť viac rozsahov rýchlosti časovej základne s maximálnou vzorkovacou frekvenciou. S maximálnou frekvenciou je možné vzorkovať dlhší časový interval, a tým zachytiť i nepravidelné časové krátke impulzy.

4. Rozlišovacia schopnosť (angl. resolution) AČ prevodníka - vyjadruje sa počtom bitov prevodníka.
5. Presnosť vertikálneho kanálu (relatívna chyba) - býva 3 až 1 %, presnosť horizontálneho kanálu (časovej základne) býva približne 0,1 až 0,01 % (oveľa lepšia než u analógových osciloskopov).
6. Rýchlosť obnovovania priebehu na displeji (angl. *display update rate*) - **dôležitá je pre komfort obsluhy**. Oneskorená reakcia zobrazená na zmenu meraného signálu pôsobí rušivo.
7. Výpočet parametrov zobrazovaného priebehu (napr. strednú, efektívnu, maximálnu hodnotu, frekvenciu, dĺžku impulzu, dobu nábehu a dobu dobehu, prekmitý a okamžitý výkon) a vypočítavať charakteristiky štatistického súboru nameraných hodnôt (aritmetickú priemernú hodnotu, smerodajnú odchýlku, rozptyl atď.).

4. Číslicové meracie prístroje

Štandardným ovládacím prvkom u číslicových osciloskopov je **tlačidlo režimu autoset resp. autoscale**, ktorý umožňuje samočinné nastavenie vertikálnej citlivosti rýchlosti časovej základne a spúšťacieho režimu tak, aby vznikol na tienidle stabilný obrázok.

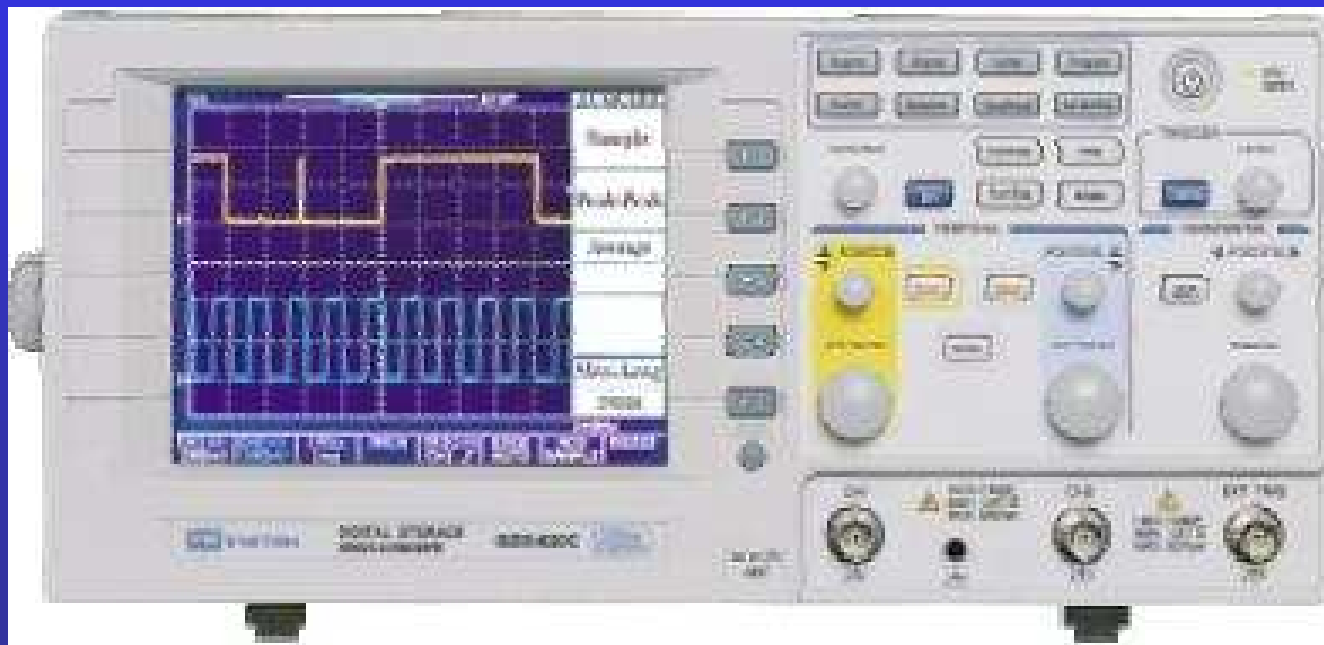


Väčšina týchto osciloskopov má taktiež režim zvaný **envelope (obálka)**, kedy sa zobrazuje len najväčšia a najmenšia zvislá výchylka pre každú časovú súradnicu na tienidle.

Tento režim umožňuje sledovať kolísanie signálu pri opakovaných meraniach.

Hlavná nevýhoda číslicových osciloskopov:

Číslicový osciloskop nezobrazuje signál v danom okamihu, ale až s časovým odstupom rekonštruuje sledovaný signál, a preto nie je možné na začiatku merania zaručiť, že obraz na tienidle skutočne odpovedá vstupnému signálu. Medzi bodmi, z ktorých sa rekonštruuje obraz signálu (ak ich nie je dostatočné množstvo), je totiž možné predstaviť si aj dosť odlišné priebehy.



Hlavné výhody číslicových osciloskopov:

- jednoduchšia možnosť zachytenia jednorázových prechodových dejov,
- nastaviteľná veľkosť „záporného oneskorenia“, t.j. možnosť sledovania signálu pred prí-chodom spúšťacieho signálu, angl. pretrigger mode,
- lepšia presnosť než u jednoduchých analógových osciloskopov,
- rýchle meranie s využitím kurzorov a s automatickým výpočtom a zobrazením hodnôt meraného priebehu,
- rýchle získaná kópia priebehu na papier použitím tlačiarne alebo zapisovača,
- možnosť archivovania zmeraných priebehov pre analýzu a neskoršie porovnávanie,
- možnosť číslicového spracovania uložených priebehov a spektrálna analýza,
- úplná programovateľnosť meraní a samočinné nastavenie prístroja pre meranie.