

## Blok 1:

**Hrajeme si s osciloskopem****PRACOVNÍ LISTY / NÁVODY NA EXPERIMENTY**

(P. Žilavý)

**Obsah**

1. Pomůcky.....	2
2. Výchozí nastavení přístroje.....	2
3. První kroky s osciloskopem .....	2
4. Režim XY, vlastnosti vstupů.....	3
5. Režim Yt, časová základna .....	7
6. Stabilní zobrazení měřených průběhů – „spouštění“ (trigger).....	9
7. Komplexní úkoly na závěr .....	11

**Cíle aktivit**

Cílem těchto aktivit je, aby žáci (i učitelé) porozuměli principům práce s jednoduchým analogovým osciloskopem a byli jej schopni samostatně použít pro základní měření ve fyzice (amplituda, perioda, frekvence střídavého napětí, skládání kmitů ve dvou navzájem kolmých směrech, studium fázových posuvů, zobrazení neharmonických průběhů, atd.).

Základní principy vyzkoušené na konkrétním osciloskopu (EZ OS-5020) platí i pro přístroje jiných výrobců a částečně i pro jiné druhy osciloskopů (digitální osciloskopy, zařízení k připojení k PC) včetně volně dostupných aplikací pro počítač, které spolupracují se zvukovou kartou počítače (např. Soundcard Scope<sup>1</sup>).



Zvládnutí základů práce s osciloskopem přináší (nejen) na střední škole široké možnosti experimentálního zkoumání a názorného demonstrování rychlých dějů v různých oblastech fyziky (mechanika, akustika, střídavé proudy...).

<sup>1</sup> Soundcard Oscilloscope. URL: <[http://www.zeitnitz.de/Christian/scope\\_en](http://www.zeitnitz.de/Christian/scope_en)>

## 1. Pomůcky

Osciloskop, školní NiFe akumulátor (případně více článků 1,5 V na panelech), ohmmetr (multimetr), dva generátory funkcí, 4 ks adaptér (redukce) z BNC konektoru na banánky, spojovací vodiče, sluchátka, školní zdroj střídavého napětí

## 2. Výchozí nastavení přístroje

Všechny otočné ovládací prvky natočíme do středních poloh, citlivost (VOLTS/DIV) u obou vstupů nastavíme na 2 V/dílek, spojitě nastavení citlivosti (malý knoflík na přepínači citlivosti) otočíme do kalibrované polohy (doprava), knoflík časové základny TIME/DIV na **režim XY**, přepínače vazby vstupů přesuneme **doprava na DC**, přepínač zobrazovaných kanálů (MODE) nahoru na CH 1, přepínač způsobu spouštění (MODE) doleva na AUTO, přepínač zdroje spouštění (TRIGGER SOURCE) doleva na VERT (DUAL ALT), ostatní tlačítkové přepínače přepneme do **vysunutých poloh**.

## 3. První kroky s osciloskopem

Následující postup předpokládá přípravu osciloskopu dle předchozího odstavce.

Do BNC konektorů na přední straně přístroje (označené jako X a Y, současně ale i jako CH 1 a CH 2) nasuneme redukce pro připojení propojovacích vodičů s banánky.

Zapojíme síťový kabel a zapneme přístroj. Při daném výchozím nastavení se objeví světelná stopa (bod) na stínítku obrazovky.

Vyzkoušíme ovládací prvky jasů (INTEN) a zaostření (FOCUS) světelné stopy. Pomocí otočných knoflíků (POSITION) vertikálního a horizontálního posuvu (Y – šipky nahoru/dolu resp. X – šipky doprava/doleva) posouváme tečku po obrazovce různými směry (hračka „magická tabulka“).

Ponecháme jen takovou intenzitu světelné stopy, jaká je potřeba vzhledem k okolním světelným podmínkám, abychom zbytečně „nevypalovali“ stínítko obrazovky.

*Vaše poznámky a komentáře:*

#### 4. Režim XY, vlastnosti vstupů

Pomocí knoflíků POSITION vertikálního (Y) a horizontálního (X) posuvu nastavíme stopu (bod) přesně doprostřed stínítka obrazovky.

Ke vstupu X připojíme pomocí nasunuté redukce a propojovacích vodičů školní NiFe akumulátor. Pozorujeme vychýlení tečky na obrazovce – přibližně 3,5 velkého dílku (při daném výchozím nastavení odpovídá napětí akumulátoru cca 7 V). Zkusíme změnit polaritu zdroje.

*Co pozorujeme?*

Zkusíme zapojit různý počet článků. *Co pozorujeme?*

Zkusíme změnit nastavení citlivosti vstupu (V/dílek) a vždy rozmyslíme, zda pozorované posunutí tečky při nastavené citlivosti vstupu odpovídá připojenému napětí. (Můžeme si jej případně změřit multimetrem.) Při připojeném napětí na vstupu zkusíme otočit knoflíkem spojitého nastavení citlivosti (malý knoflík na přepínači VOLTS/DIV) a pozorujeme výchylku bodu na obrazovce. **Pozor, údaj na přepínači VOLTS/DIV nyní už neplatí!**

Nyní připojíme akumulátor ke vstupu Y a zopakujeme předchozí postup.

*Vaše poznámky a komentáře k připojení vstupních napětí a nastavení citlivosti:*

Vyzkoušíme přepínač vazby vstupů AC-GND-DC (zvolíme si jeden ze vstupů X nebo Y, u obou je to stejné). Z polohy DC jej přesuneme do polohy GND (ground, „zem“, nula) – i při připojení napětí na vstup bude vychýlení tečky nulové. Poloha GND slouží k nastavení resp. zobrazení „nuly“ (nulové výchylky) na obrazovce bez nutnosti odpojovat signál (napětí) od vstupu osciloskopu.

Přesuňme přepínač do polohy AC a zkusme na vstupu různě měnit velikost a polaritu připojeného napětí (z akumulátoru). Při provedené změně tečka „uskočí“ z nulové polohy a rychle se do ní vrátí – něco se děje pouze, když dochází na vstupu **ke změnám**. Poloha AC přepínače slouží k tzv. oddělení stejnosměrné složky signálu – zobrazí se pouze to, co zbude po odečtení střední hodnoty signálu. V poloze AC přepínače je do cesty signálu zapojen kondenzátor, který „propustí“ jen změny – střídavou složku signálu. Tato poloha se často používá například při proměřování zesilovačů, kde je malý střídavý signál (který chceme zobrazit) sečten s velkou stejnosměrnou složkou.

*Vaše poznámky a komentáře k přepínání vazby vstupu:*

A nyní „objevíme“ jednu velmi důležitou skutečnost, kterou musíme brát v potaz při připojování přístrojů resp. měřených obvodů ke vstupům osciloskopu.

Vypneme osciloskop, vytáhneme síťovou šňůru ze zásuvky a zkusíme pomocí ohmmetru změřit odpor mezi černou zdířkou redukce připojené ke vstupu osciloskopu (resp. pláštěm vstupního konektoru BNC) a dutinkou ochranného vodiče na vidlici síťové šňůry. Vyzkoušíme to na obou vstupech X a Y. *Co jsme zjistili? Jaký jsme naměřili odpor?*

**Při připojování přístrojů k osciloskopu musíme uvážit, že jeden pól vstupů (tzv. „zem“) je společný a je spojený s ochranným kolíkem elektrické zásuvky. Pokud má tuto vlastnost i generátor (napájený z elektrické sítě), který připojujeme ke vstupu, musíme už i při jednoduchém spojení těchto dvou přístrojů dbát na to, abychom záměnou vodičů zbytečně nezkratovali výstup generátoru.**

**Zvýšené opatrnosti dbáme i při připojování některých školních generátorů (např. NTL) napájených střídavým napětím 12 V. Pokud připojujeme dva (i více) takové generátory k jednomu nebo třeba i dvěma různým osciloskopům, napájíme je zásadně z různých (galvanicky oddělených) zdrojů. Nedodržení tohoto pravidla může vést právě díky propojení „zemí“ vstupů k poškození těchto přístrojů.**

Zapneme opět osciloskop, přesuňme zpět přepínač(e) vazby vstupu do polohy DC a připojme pomocí propojovacích vodičů a redukce ke vstupu X osciloskopu generátor (dbáme na správné připojení vodičů). Nastavme na něm minimální (nulovou) amplitudu, harmonický průběh napětí a frekvenci přibližně 1 Hz. Zapneme generátor a pomalu zvětšujeme knoflíkem na generátoru amplitudu signálu.

*Co pozorujeme?*

Zkusíme nejdříve pomalu spojitě a pak i skokově zvyšovat frekvenci generátoru.

*Co pozorujeme?*

Postup zopakujeme i se vstupem Y.

Vraťme nyní frekvenci generátoru zpět na přibližně 1 Hz. Pozorujme pohyb světelné stopy a přepněme přitom přepínač vazby vstupu (u vstupu, kde je připojen generátor) na AC. Následně opět zvyšujeme frekvenci generátoru. *Co jsme zjistili?*

„Střídavou“ vazbu vstupů (AC) není vhodné používat u nízkých frekvencí. Díky principu její činnosti pak osciloskop ukazuje výchylku stopy menší, než odpovídá měřenému napětí.

Přepněme zpět přepínače vazby vstupu do polohy DC a zkusme při malé frekvenci na generátoru zvolit trojúhelníkový či pravoúhlý průběh napětí. *Co vidíme na obrazovce osciloskopu?*

*Sami vyzkoumejte, k čemu slouží tlačítkové přepínače X1/X5 a NORM/INV nad přepínači VOLTS/DIV:*

Nakonec v režimu XY připojme k oběma vstupům generátory. Nastavme na nich přibližně stejnou amplitudu a frekvenci (zkusme různé), dbejme i na stejné nastavení přepínačů VOLTS/DIV. Jemným doladěním frekvence generátoru zkusme zobrazit na obrazovce kružnici či „rostoucí“ nebo „klesající“ úsečku. *Co platí pro frekvenci a fázi napětí generátoru v těchto případech?*

Na jednom z generátorů nastavte (při zachování stejné amplitudy) dvojnásobnou frekvenci a jejím jemným doladěním zobrazte parabolu či „osmičku“. Zkuste i jiné poměry frekvencí.

*Nakresleme zde některé vámi pozorované obrazce (tzv. Lissajousovy obrazce) i s uvedením poměru frekvencí ( $f_x:f_y$ ):*

## 5. Režim Yt, časová základna

Osciloskop se nejčastěji používá pro zobrazení časových průběhů měřených signálů v tzv. režimu Yt (zobrazení závislosti napětí na čase). Na základě předchozích zkušeností se skládáním kmitů ve dvou navzájem kolmých směrech (Lissajousovy obrazce) si princip tohoto zobrazení můžeme představit tak, že měřený signál vychyluje stopu na stínítku ve svislém směru (jako to bylo předtím v režimu XY), ve vodorovném směru ji posouvá „tajemně“ s časem lineárně rostoucí napětí generované uvnitř osciloskopu. Složení těchto dvou pohybů vytvoří na obrazovce hledaný časový průběh napětí.

V režimu Yt již není něco jako vstup X osciloskopu. Oba vstupy nyní představují tzv. kanály CH 1 a CH 2, u kterých je možno jejich napětí zobrazit na obrazovce osciloskopu samostatně, současně nebo jako jejich součet (Přepínač MODE: CH 1, CH 2, DUAL, ADD).

Uvedme osciloskop do výchozího stavu, zapněme jej, ponechme nezapojené vstupy a otočme knoflíkem nastavení časové základny TIME/DIV úplně doleva (2s/dílek). *Co pozorujeme?*

Postupně otáčíme knoflíkem TIME/DIV doprava. *Co pozorujeme?*

Nyní vraťme knoflík TIME/DIV opět doleva a ke vstupu CH 1 (předtím X) připojme generátor s nastaveným harmonickým průběhem napětí o frekvenci přibližně 100 Hz. Amplitudu nastavme tak, aby stopa zůstala ve svislém směru na obrazovce. Postupně pomalu otáčejme po krocích knoflíkem TIME/DIV doprava. *Co pozorujeme?*

Zkusme 10x zvýšit frekvenci a opět průběh „roztáhnout“ pomocí knoflíku TIME/DIV.

Ponechme generátor zapojený a zkusme (při vysunutém tlačítku CAL/VAR) otáčet knoflíkem VARIABLE vpravo nahoře nad přepínačem časové základny. Zopakujme totéž při stisknutém tlačítku CAL/VAR. *Co pozorujeme?*

Pomocí osciloskopu můžeme měřit časy mezi zvolenými místy zobrazovaného průběhu. Dostaneme je jako součin počtu velkých dílků a údaje na přepínači TIME/DIV. **Platí to ale pouze při vysunutém tlačítku CAL/VAR a vysunutém tlačítku X1/X10.** *K čemu toto druhé tlačítko slouží?*

Zkusme připojit generátor k druhému vstupu CH 2 resp. dva generátory k oběma vstupům CH 1 a CH 2. Respektujme přitom dříve uvedené zásady pro připojování přístrojů ke vstupům osciloskopu. Vyzkoušejme funkci přepínače MODE: CH 1, CH 2, DUAL, ADD.



## 6. Stabilní zobrazení měřených průběhů – „spouštění“ (trigger)

Vytvoření stabilního, nepohyblivého obrázku na obrazovce analogového osciloskopu je založeno na opakovaném vykreslování měřeného průběhu pokaždé ze stejného místa průběhu. Toto místo je v případě jednoduchých průběhů (které dokáže stabilně zobrazit zkoumaný osciloskop) definováno zvolenou úrovní (zvoleným napětím – TRIG LEVEL) a zvoleným typem hrany (náběžná – napětí roste s časem / sestupná – napětí klesá).

Zobrazme harmonický signál z připojeného generátoru tak, aby výška zobrazovaného průběhu nebyla větší než 2 až 3 dílky. Knoflíkem POSITION X otočme trochu doprava tak, aby byl viditelný začátek vykreslování průběhu. Zkusme pomalu otáčet doprava a doleva knoflíkem TRIG LEVEL. *Co pozorujeme?*

Při stabilním zobrazení průběhu stiskneme tlačítko SLOPE +/- . *Co pozorujeme?*

Při vykreslování měřených průběhů napětí světelná stopa „zhasnutá čeká“ v levé části obrazovky do chvíle, kdy dojde k tzv. spouštěcí události – kdy měřený signál dosáhne úroveň nastavenou ovládacím prvkem TRIG LEVEL při typu hrany (náběžná/sestupná) definovaném stisknutím tlačítka SLOPE +/- . Poté dojde ke spuštění jejího pohybu ve vodorovném směru rychlostí danou nastavením knoflíku TIME/DIV a tím i k vykreslení měřeného průběhu. Pokud ke spouštěcí události nedojde (měřené napětí je např. příliš malé), závisí chování osciloskopu od nastavení přepínače MODE (AUTO, NORM). V režimu AUTO dojde k periodickému spuštění i bez dosažení spouštěcí události – výsledkem je nestabilní, pohyblivý zobrazovaný průběh. V režimu NORM nedojde k zobrazení vůbec.

Zkuste při připojeném generátoru a přepínači MODE v poloze AUTO otáčet knoflíkem TRIG LEVEL na obě strany od střední polohy tak, aby jste dosáhli nestabilního zobrazení.

Zopakujte totéž i s přepínačem MODE v poloze NORM. *Co pozorujete?*

Posledním důležitým ovládacím prvkem je přepínač volby zdroje signálu pro vyhodnocení spouštěcí události (TRIGGER SOURCE). V první poloze zleva pracují kanály CH 1 a CH 2 nezávisle na sobě – i při různých frekvencích a fázích měřených napětí na obou vstupech bude zobrazení obou průběhů stabilní. V druhé poloze CH 1 je vykreslování průběhu napětí jednoho i druhého kanálu spouštěno dle dosažené úrovně na vstupu CH 1. Tato poloha je vhodná pro zobrazování fázových posuvů napětí stejných frekvencí. Ve třetí poloze (EXT) je spouštění řízeno napětím připojeným k externímu vstupu (třetí BNC konektor). Ve čtvrté poloze (LINE) je spouštění řízeno napětím odvozeným ze síťového napětí (lze jej použít při měření v obvodech síťové frekvence).

Připojte k osciloskopu dva generátory podobně, jako při zobrazování Lissajousových obrazců. Zvolte zobrazení obou kanálů (MODE – DUAL) a vyzkoušejte zobrazení průběhů obou připojených napětí při všech polohách přepínače TRIGGER SOURCE

*Vaše poznámky a komentáře k volbě zdroje signálu pro spouštění a režimu AUTO/NORM:*

## 7. Komplexní úkoly na závěr

A. Požádejte někoho, aby vám důsledně a chaoticky změnil polohy všech ovládacích prvků na předním panelu osciloskopu. Zkuste sami provést správné nastavení a připravit osciloskop k zobrazení průběhů napětí z kanálu CH 1.

B. Připojte ke vstupu osciloskopu školní zdroj střídavého napětí (transformátor) řádu jednotek voltů, zobrazte průběh tohoto napětí a odečtěte amplitudu a periodu napětí z osciloskopu. Určete jeho frekvenci. Komentujte tvar průběhu zobrazovaného napětí.

C. Připojte ke vstupu osciloskopu generátor a nastavte na něm přesně pomocí osciloskopu harmonické napětí o amplitudě 1 V a frekvenci 1 kHz. „Poslechněte si“ toto napětí pomocí připojených sluchátek. Komentujte tvar průběhu zobrazovaného napětí.