

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Jindřich Forejt
Elektronkový oscilograf

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 69 (1940), No. Suppl., D191--D195

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/120993>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1940

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Jednomu magnetu dáme pevnou polohu, podepřeme jej dole o podložku nakloněné roviny. Druhý se odpudí od něho do vzdálenosti d . Čím menší sklon α , tím větší vzdálenost d obou magnetů.

Síla $Mg \sin \alpha$ jest tdržována v rovnováze odpudivou silou $\frac{m_1 m_2}{d^2}$. Pro sklon α_1 jest vzdálenost d_1 , pro sklon α_2 , jest vzdálenost d_2 . I platí

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2.$$

Nejlépe vyjítí od $\alpha_1 = 30^\circ$, pro nějž se určí vzdálenost magnetů d_1 , a přejítí k úhlům menším. Žáci ze vzdálenějších lavic mohou dobře sledovati, jak se magnet vzdaluje a přibližuje změnou sklonu, ba s podivením pozorují, jak magnet se posunuje nahoru po nakloněné rovině.

V praktických cvičeních třeba voliti více případů; lze postupovati od úhlu $\alpha = 30^\circ$ k 25° , 20° , 15° , 10° , 5° . Vzdálenost d třeba odměřiti od obou pólů a vzítí aritmetický střed. Ovšem pro přesný výpočet třeba bráti v úvahu i valivé tření magnetu.

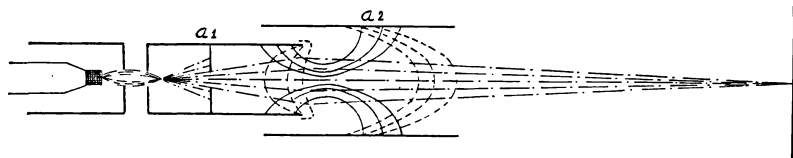
Elektronkový oscilograf.

Jindřich Forejt, Praha.

Elektronkový oscilograf, známější pod názvem katodový oscilograf, je dosud velmi málo zastoupen ve školních sbírkách. A přece lze pomocí elektronkého oscilografu sledovati veškeré elektrické děje daleko názorněji než ostatními měřicími přístroji. Probíraná látka se dosud uzavírá obyčejně několika slovy o „nejmodernějších pokrocích v radiotechnice“ nebo pokusem s Braunovou lampou, žáci si však odnášejí dojem, že Braunova lampa je přístroj choulstivý, hodící se pouze k demonstraci nejjednodušších pokusů o pohybu elektronů v elektrickém nebo magnetickém poli. Ve skutečnosti byla dnes Braunova lampa zdokonalena tak, že lze s její pomocí sledovati názorně nejen elektrické, ale i mechanické děje, při čemž přesnost měření se vyrovná ostatním způsobům. Proti jiným metodám získáváme na přehlednosti a názornosti, která je ve škole zvláště důležitá.

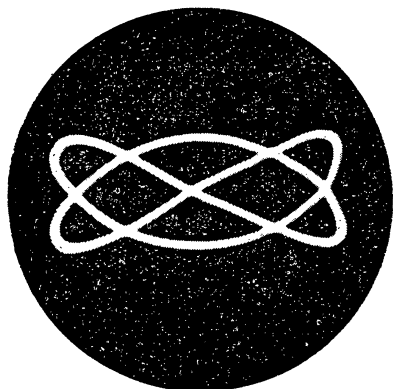
Protože ve své dnešní podobě se Braunova lampa velmi podstatně liší od původní konstrukce, a to jak žhavou katodou, tak i zaostřovacím systémem anod, materiálem stínítka a podobně, označujeme ji obvykle jménem obrazová elektronka. Moderní obrazová elektronka pro oscilografy (nehledíme zde ke speciálním

elektronkám pro televizi) obsahuje tyto hlavní součástky: katodu, která je nepřímo žhavená a podobá se katodě normálních elektronek; dvě nebo více zaostrovacích anod, které soustřeďují paprsek elektronů tak, že vytváří na stínítku bod (obr. 1); dva navzájem



Obr. 1. Dráhy elektronů v obrazové elektronce (čerchaně), plně jsou znázorněny silokřivky, čárkovaně ekvipotenciální plochy.

kolmé páry rovnoběžných vychylovacích destiček a konečně stínítko, světélkující při dopadu elektronů. Na rozdíl od původní Braunovy lampy napájí se obrazová elektronka poměrně nízkým napětím, 500 až 5000 V, podle účelu, k jakému se jí používá.



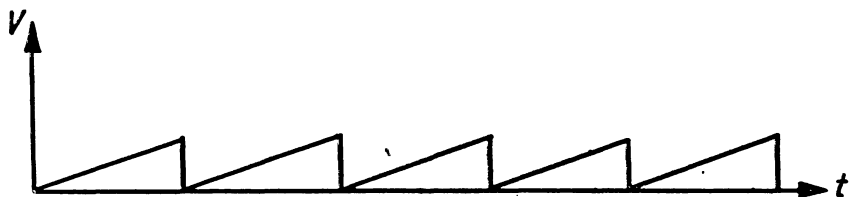
Obr. 2. Lissajousův obrazec pro poměr kmitočtů 2:1

Elektronový paprsek, přicházející mezi vychylovací destičky, je jednou z nich přitahován, druhou odpuzován, takže jeho stopa na stínítku se pohybuje v rovině kolmé k rovině obou destiček. Protože pak oba páry vychylovacích destiček jsou navzájem kolmé, vychylují bod píšící po stínítku ve dvou navzájem kolmých směrech a výsledkem je graficky znázorněná závislost dvou napětí. Zřejmě tedy můžeme použití obrazové elektronky k vytvoření Lissajousových obrazů (na př. obr. 2). Tyto obrazy, vytvořené na stínítku obrazové elektronky jsou mnohem jasnější a přesnější než

obrazy vytvořené Blackburnovým kyvadlem. Nestačí ovšem předvést žákům pouze tento pokus s oscilografem, nýbrž je nutno užívatí oscilografu častěji a systematicky, aby si žáci zvykli na myšlenku, že elektrická napětí můžeme vidět, a aby překonali počáteční nedůvěru, kterou má každý nový pracovník s oscilografem, nechť je věříti, že to, co vidí na stínítku, je opravdu obraz měřeného napětí.

Hlavní výhodou oscilografu je však možnost sledovati závislost různých napětí na čase; k tomu účelu používáme pro vy-

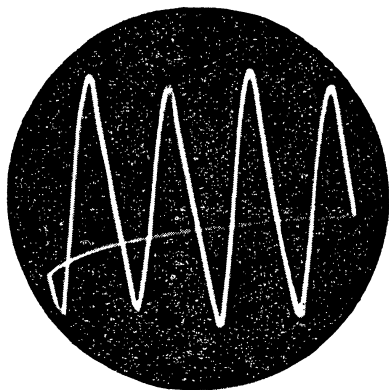
chylování paprsku ve směru vodorovném zvláštního zařízení, t. zv. rázového generátoru. Rázový generátor nám dodává napětí, které stoupá lineárně s časem a po dosažení jisté maximální hodnoty klesá velmi rychle na nulu. Průběh tohoto napětí je znázorněn na obr. 3. Pozorujeme-li nějaké periodické napětí a je-li doba kmitu



Obr. 3. Průběh napětí časové základny oscilografů.

časové základny celistvým násobkem doby kmitu pozorovaného napětí, dostáváme na stínítku stojící obraz průběhu napětí v jedné nebo několika periodách (obr. 4).

Velmi zajímavé obrazy se získají oscilografem, pozorujeme-li jím průběh napětí při pokusech s indukci. Na př. základní pokus s cívkou a magnetem, který se obvykle provádí galvanometrem a který nepodává žákům dostatečně přesný obraz o vzniku a průběhu indukovaného napětí (protože galvanometr funguje vlastně jako balistický), získává značně na názornosti použitím oscilografu. Má-li cívka dostatečný počet závitů a užijeme-li dosti silného magnetu, dá nám zesilovač vhodnou výchylku na stínítku; směr

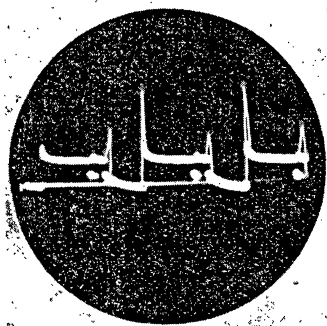


Obr. 4. Časově rozložený obraz čtyř period střídavého napětí.

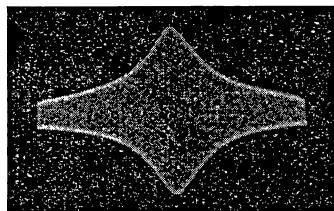
výchylky závisí na směru proudu, t. j. na směru pohybu magnetu vůči cívce. Velmi názorně je pak možno přejít k pokusu s elektromagnetickou indukcí a sledovati napětí na cívce i při rychlém přerušování Wagnerovým kladívkem, a k induktoru — obr. 5; oscilograf nám pak znázorňuje jak průběh sekundárního napětí, tak i průběh napětí primárního a dokonce i průběh primárního proudu. Ačkoliv oscilograf je zařízen na vychylování napětím, je možno jednoduchým obratem pozorovati jeho pomocí i průběh proudu. Zařadíme-li totiž do pozorovaného obvodu malý odpor, vzniká na něm spád napětí, který je přesným obrazem průběhu proudu

v okruhu. Sledováním všech napětí a proudů v induktoru usnadní se žákům jinak dosti obtížné pochopení účelu kondensátoru, připojeného k induktoru pro usměrnění jisker. I další pokusy o indukci, na př. výroba proudu různými generátory, získávají předvedením průběhu proudu na oscilografu. Činnost komutátoru možno pak sledovati u jednotlivých generátorů porovnáváním napětí mezi dvěma lamelami a napětí mezi kartáčky.

Oscilograf se uplatní i při pozdějších pokusech se střídavým proudem, při nichž se užívá střídavé sítě, jako na př. měření



Obr. 5. Napětí na polích Wagnerova kladívka.



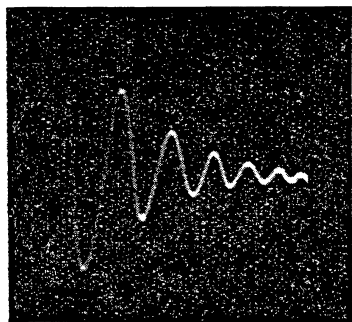
Obr. 6. Resonační křivka oscilačního okruhu, měřená na mezifrekvenčním transformátoru (vysokofrekvenčně).

indukčnosti cívek, měření kapacitního odporu kondensátorů i ostatních složených impedancí, kde můžeme změřiti velmi pohodlně nejen velikost napětí, nýbrž i jejich fázi, jakož i fázi napětí a proudu způsobem shora uvedeným. Stejně tak pokusy s resonancí, prováděné obvykle pomocí různých oscilačních obvodů se dají oscilografem předvésti daleko přesněji; užije-li se ještě dalších přístrojů (vysokofrekvenčního oscilátoru a modulátoru kmitočtu), můžeme na stínítku oscilografu zobraziti přímo rezonanční křivku oscilačního okruhu (obr. 6), kterou je nutno jinými metodami měřiti bod za bodem a teprve dodatečně graficky znázornovati.

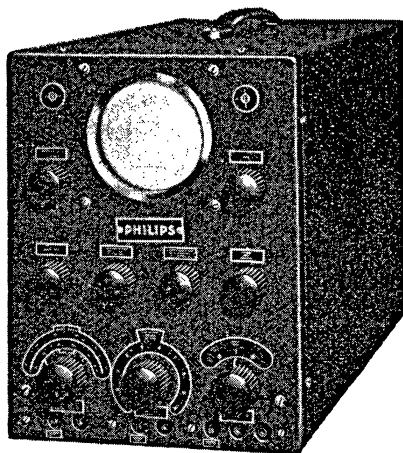
Samozřejmě nejširší pole působnosti se naskytá oscilografu v oboru slaboproudé elektrotechniky a radiotechniky, kde můžeme oscilografem měřiti spínací dobu relátek, napětí na filtrech v přijímačích, výstupní napětí nízkého kmitočtu, napětí na mezifrekvenčních transformátorech v superheterodynech, tvar výstupního napětí (nemodulovaného nebo modulovaného) u školních oscilátorů a pod.

Vedle těchto měření čistě elektrických je řada měření mechanických, kde můžeme elegantně prováděti s velkou přesností

měření, k němuž je normálně zapotřebí velmi složitých zařízení, a to velmi jednoduchými pomůckami. Příkladem budiž jmenováno měření útlumu kmitajících tyčí (obr. 7), měření tlaku (elektrický manometr) v pumpách nebo ve válcích výbušných motorů (viz Petržílka-Slavík: Piezoelektřina).



Obr. 7. Tlumené kmity pružné tyče.



Obr. 8. Celkový pohled na moderní elektronkový oscilograf.

Z těchto několika případů namátkou uvedených je patrné, že možnosti využití oscilografu ve škole jsou daleko širší než v kterémkoliv jiném případě a že oscilograf je nejuniversálnější měřicím přístrojem jako stvořeným pro školy. Samozřejmě však vyžaduje trochu praxe a chuti se strany učitelovy. To je ostatně známý fakt i v jiných případech, že teprve učitelova osobnost dovede oživit kabinet a učinit vyučování zajímavým, názorným a poutavým pro většinu žáků.

Kreslil A. Forejt. Archiv JČMF.

O početních příkladech ve fyzice.

Antonín Svoboda, Praha.

Na řešení početních příkladů fyzikálních není mezi školskými praktiky jednotného názoru. Jsou jedni pro ně, ale jsou také druzí proti nim. Přiznávám se hned s počátku, že patřím mezi ty prvé, a v dalším chci ukázat oprávněnost a užitečnost početních příkladů.