

Ladislav Thern

Několik pokusů s krátkovlnným oscilátorem

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 63 (1934), No. 2, D18--D23

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122629>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1934

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*.

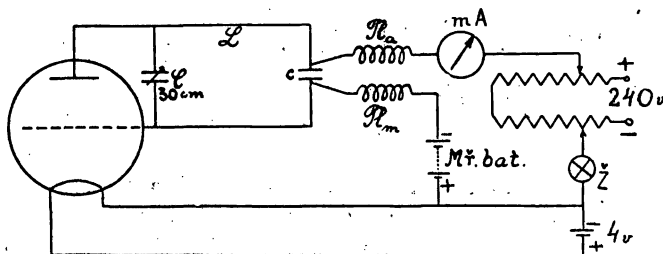


This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Několik pokusů s krátkovlnným oscilátorem.

(Délka vlny 5,5 až 11 m.)

V tomto článku je podán popis lampového oscilátoru, jehož zhotovení není obtížné a jenž přece dává energii, postačující k předvedení několika názorných pokusů v celé třídě viditelných o resonanci, záření antény, rozdělení napětí a proudové intenzity v *lineárních* oscilátorech, směru magn. a elektr. pole a j. Autor snažil se provést jak přístroje, tak pokusy jednoduše, aby žákům byly lehce přístupné a srozumitelné, ale při tom, aby to byla pomůcka poměrně levná, nahrazující známý Lodgeův pokus s rezonančními lahvemi a doplňující výklad při vyučování o elmag. vlnách a jiskrové telegrafii. (Mašek-Jeništa-Nachtikal. Díl II.)

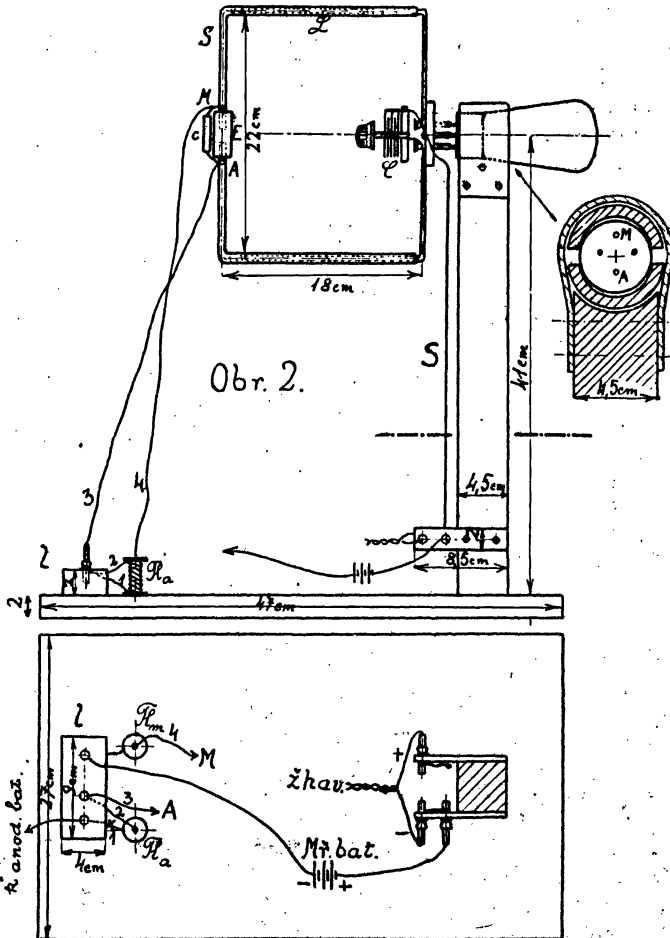


Obr. 1.

Zapojení oscilátoru vidíme na obr. 1. Samoindukci L tvoří rámeček, sestavený z trubice a tyčinek tak, aby byla samoindukce měnitelná. Takto lze při daných rozměrech dosáhnouti změny vlny jen asi o 80 cm. Větší možnost tady poskytuje kondensátor C . Užili jsme lampy Tungoram P 460. Její kapacita anoda-mřížka je snad větší, než u jiných lamp, což nedovoluje délku vlny ještě dále, než svrchu uvedeno, zkrátiti, ale získaná oscilační energie je dosti značná, aby rozsvítila úplně aspoň 4 až 5 dvouvoltových lampiček (pro kapesní svítilny) současně.

Celý oscilátor je montován na dřevěném prkně $47 \times 27 \times 2$ cm. Další rozměry a uspořádání součástek jest viděti na obr. 2. Na dřevěném sloupku S je upevněna lampa. Užili jsme k tomu dřevěného prstenu asi 1 cm tlustého a 2 cm širokého, vnitřního průměru 40,5 mm (průměr objímky této lampy je 40 mm), proříznutého v polovici. Pásem lepenky byla lampa přes prsten přichycena k sloupku. To viděti v bokorysu na obr. 2 vpravo. Lampový spodek se samoindukcí L a kondensátory C a c tvoří souvislý celek

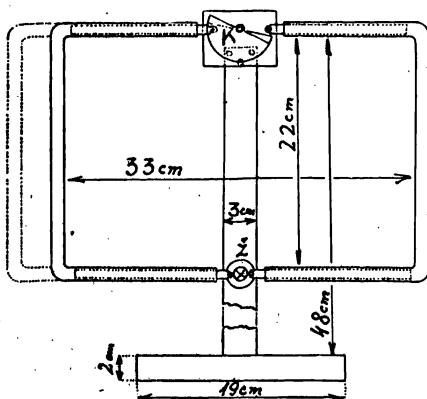
a spodek pak se jen nasune na nožky lampy. Samoindukce L má obdélníkový tvar a skládá se ze dvou kusů mosazných trubice vnitřního průměru 5 mm, ohnutých ve tvaru L , a ze dvou kusů tyčinek průměru 5 mm rovněž tvaru L . Trubice jsou k sobě při-



pevněny ebonitovým válečkem E , průměru 1,5 až 2 cm, délky 4 cm, který je s obou stran vyvrtán asi 18 mm hluboko. Trubice pak jsou spojeny blokovacím kondensátorem $c = 10000$ cm. (zkoušený na 1500 voltů). Těsně při ebonit. válečku po jeho obou stranách je v trubici 4 mm dírka A a M pro banánky přívodních drátů. Tyčinky se připevní — jak naznačeno — na lampový spodek,

zhotovený z ebonitového čtverečku 4×4 cm a 4 lampových zdířek. Spodní tyčinka je připojena k přívodu anody, horní k přívodu mřížky. Otočný vzduchový kondensátor C (max. kapacita 30 cm) se připevní rovněž na lampový spodek.

Na levé straně podstavce je ebonitová lavička $l 9 \times 4 \times 2$ cm se třemi zdířkami. Vedle lavičky jsou upevněny obě tlumivky Tl . Rozměry tlumivek mřížkového a anodového kruhu ($Tl_{m,a}$) jsou: průměr cívky ca 11 mm, délka 30 mm, průměr nikelinového (odporového) izolovaného drátu 0,4 mm, počet závitů 50. Od tlumivek vedou do dírek M, A na rámečku přívodní dráty 3, 4, délky 45 cm, opatřené na konci banánky.



Obr. 3.

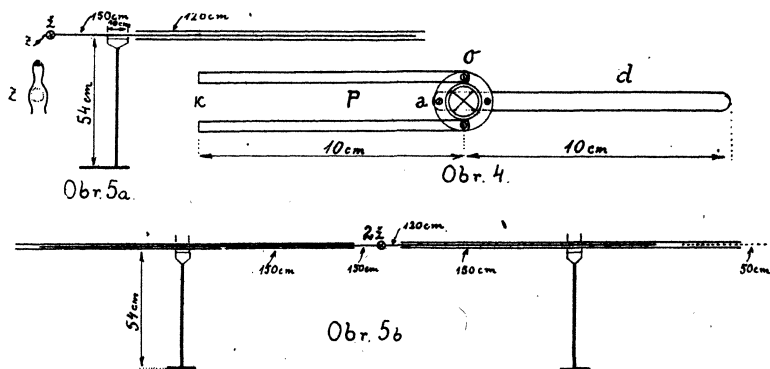
Dole na dřevěný sloupek S jsou připevněny dvě ebonitové deštičky $2 \times 8,5$ cm nesoucí tři zdířky (viz půdorys v obr. 2). Odtud jdou dva rovnoběžné dráty podél sloupku ke katodovým zdířkám lampového spodku. Záporný pól anodového napětí se připojí hned k jednomu pólu žhavicího akumulátoru (zápornému), resp. žhav. transformátoru. Uživeme-li jiné lampy, přidáme do žhavicího kruhu případně vhodný odpor. V přívodu I od první zdířky na můstku k tlumivce Tl_a je vřazena jako pojistka 4voltová lampička. K této zdířce je připojen kladný pól zdroje anodového proudu (eliminátor). Užitá lampa vyžaduje mřížkové předpětí asi 30 V. Při tom jeho zařazení (suché články) je patrné z obr. 2. Anodové napětí bylo 170 až 180 V. Lampou šel anodový proud kolem 60 mA. (Nevznikají-li oscilace, je anodový proud menší.)

K pokusům sestavíme rezonátor podle obr. 3. Na dřevěném stojanu 48 cm vysokém je upevněn otočný vzduchový kondensátor K kapacity asi 30 cm, skládající se z jedné pevné a jedné otáčivé polokruhové deštičky, jejichž vzdálenost lze měnit. K němu je

přípevněn rámeček skládající se ze 4 tyčinek průměru 5 mm a 2 trubiček tvaru **U** stejného vnitř. průměru. Kondensátor *K* je uprostřed jedné delší strany obdélníka a uprostřed protější strany je vložena objímka pro dvouvoltovou žárovku *ž*.

Další pomůckou je „vidlička“ (obr. 4). Porculánová objímka „liliput“ je přípevněna na ebonitové držadlo *d* 10 až 12 cm dlouhé. Ve svorkách objímky jsou upevněny dva mosazné plíšky *P* síly 1 mm a rozměrů 10 × 0,5 cm.

Konečně si opatříme mosazné tyče průměru 5—6 mm a trubice, ale dbejme, aby tyčinky byly lehce, ale ne zase příliš volně v trubcích posunovatelné. Z trubic uřízneme jeden 120 cm a dva 150 cm



dlouhé kusy; z tyčinek pak dva 150 cm, jeden 120 cm a jeden kolem 50 cm. Na konec jedné tyčinky 150 cm přípevníme (obr. 5a) objímku „liliput“ *ž* a do druhé svorky této objímky přichytíme asi 8 cm ohebný drát. Na jeho druhý konec přiletuje se svorka *z* z mosazného plíšku, ohnutého do tvaru vyznačeného v levé části obrázku 5a. Šířka plíšku je asi 1 cm. Pěruje dosti dobře a upevňuje se na rám *L* v obr. 2 v místě označeném písmenem *S* (řez touto částí *S* je na obr. 5a naznačen tečkovaně) a tak sprahuje se (galvanicky) tato tyčinka s oscilátorem. Ve vzdálenosti asi 20 cm od žárovky je tyčinka — anténa — prostrčena dvěma 10 cm od sebe vzdálenými ebonitovými deskami (obr. 5a), přípevněnými na dřevěný stojan 54 cm vysoký. Podstavec zatížíme závažím nebo přichytíme k exper. stolu, aby se celý aparát nepřevrátil. Trubičku 120 cm dlouhou nasuneme na tyčinku, máme-li délku antény měniti. Obr. 5a ukazuje toto všechno, ovšem jen schematicky. Rovněž obr. 5b, který ukazuje zařízení, jímž lze postupně délku antény až ztrojnásobiti. Skládá se ze dvou kusů 150 cm trubic, upevněných ve středu na stejných dřevěných stojanech, jako tyčinka v obr. 5a. Jedna tyčinka 150 cm a jedna 120 cm jsou k sobě

přípevněny podobným ebonitovým (nebo vůbec izolujícím) válečkem, jako mřížková a anodová větev samoindukce L na oscilátoru. Zároveň jest zde upevněna objímka s 2voltage žárovkou \bar{z} , přes níž jsou obě tyčinky vodivě spojeny. Konec první čtvrtiny antény a prostředek této druhé části lehce se prohnu svou vahou. Z estetických důvodů je radno zhotoviti ještě dva stojany nahoře s ebonitovou deštičkou napříč tyčinkám, abychom jimi podepřeli prohnutá místa. Tyčinka 50 cm (na obr. 5b tečkovaně) slouží k případnému prodloužení třetí čtvrtiny antény.

Pokusy.

Přímou na oscilátoru (k němuž není ještě připojena „anténa“ z obr. 5) dá se ukázati vidličkou skin-efekt: Již na 3 cm rámu (v místě S obr. 2) připadá spád napětí, který stačí k rozsvícení 2 voltové žárovky. Přiložíme tedy vidličku místem a (obr. 4) k rámečku v místě S (obr. 2), při tom ji postavíme tak, aby její rovina byla kolmá k rovině rámu L . Žárovka plně svítí. Posunujeme-li vidličkou *po rámečku* směrem k elektronové lampě, svítí žárovka stále méně, až při přiblížení ke kondensátoru C žárovka úplně zhasne. Tím jsme ukázali, že intenzita proudu v rámečku je od místa k místu jiná, největší u M , nebo A , nejmenší u C (obr. 2). Že naopak střídavé (oscilační) napětí je největší na kondensátoru C a klesá směrem k místům M , A , ukáže se 110voltage *doutnavou* lampou. Napětí z městské sítě připojíme na odvětvovací reostat (potenciometr) a z něho odebíráme napětí pro doutnavou lampu. Když jsme nejprve napětí zvýšili, až se lampa rozsvítila, tak je opět snižujeme až do blízkosti napětí zhašecího, takže plyn v lampě svítí jen na malé části elektrody. Přiblížíme-li se ke kondensátoru C na oscilátoru, lampa se úplně rozsvítí. Postupujeme-li odtud s lampou podél rámečku k místu M , tak se svítící plocha zmenšuje.

Resonátorem (obr. 3) ukážeme resonanci. Při tom rám postavíme aspoň ve vzdálenosti 30 cm od oscilátoru rovnoběžně s jeho rámem L , aby náhodou žárovka v resonátoru neshořela. Ladění provádíme jednak kondensátorem za stále samoindukce rámečku, jednak změnou samoindukce roztáhnutím rámu za nezměněné polohy kondensátoru. Při vyladění žárovka svítí. Při postupném vzdalování resonátoru ukážeme, jak ladění je stále ostřejší. Otáčením resonátoru kolem *svíslé* osy ukážeme směrový účinek oscilátoru. (Rámová anténa.)

Pro další pokusy necháme resonátor stále naladěný na oscilátor a v takové vzdálenosti, že žárovka v něm ještě svítí. Budeme tak míti stálou kontrolu oscilátoru a pomůcku při dalších pokusech. Bude-li také jiný kruh spřažený s oscilátorem vyladován, bude bráti energii z oscilátoru. To se projeví na resonátoru zmenšováním

svítivosti jeho žárovky, pomůže tedy k rychlejšímu vyladění onoho okruhu.

Přistavíme nyní k oscilátoru *kolmo* k ploše samoindukce L naší „anténu“ (podle obr. 5a a 5b), nejprve první její čtvrtinu; žárovka v ní jest indikátorem proudu. Otočením kondensátoru C naladíme *oscilátor* na anténu, která bude rozkmitána, jako čtvrtvlna. *Žárovka je v kmitné intenzity a proto svítí*; doutnavou lampou obdobně, jako dříve, ukážeme *maxim. napětí na konci tyčinky*. Pohybujeme-li doutnavou lampou podle antény směrem k žárovce, svítící plocha se v ní zmenšuje.

Posouváme-li trubici, nasunutou na tyčinku, tak anténu prodlužujeme a tím ji proti oscilátoru rozladíme. To se projeví tím, že světlo žárovky chabne (ladění v tomto případě není ostré, jako u zavřeného resonátoru, ale přece dobře patrné). Délku čtvrtvlny oscilátorem buzené lze otáčením C a změnou L měniti v mezích asi od 1,50 do 2,70 m. Při změně délky vlny změní se také délka antény, při níž žárovka nejjasněji svítí.

Je-li anténa na oscilátor naladěna, takže žárovka ž nejjasněji svítí, můžeme ukázati *elmagn. pole antény* pomocí resonátoru (obr. 3). Přiblížíme se shora stranou jeho rámečku, v níž je žárovka, rovnoběžně k anténě. V této poloze magn. siločáry antény jdou kolmo na plochu rámu a žárovka resonátoru svítí. Také tímto resonátorem lze potvrditi průběh intenzity v anténě. Nejvíce se můžeme rámem vzdalovati (nahoru ve svislé rovině!) od antény, aniž lampička zhasne, v místech blízkých oscilátoru. Dejme však pozor, aby záci snad nemysleli, že intenzivnější svícení žárovky resonátoru je vyvoláno blízkostí oscilátoru. (Rovina resonátorového rámečku je při pokusu přirozeně kolmá na rovinu rámečku oscilátoru, neboť anténa je také na rovinu tohoto kolmá.) Přesvědčíme je o tom tím, že vyšroubujeme žárovku v anténním kruhu. Žárovka reson. kruhu zhasne také, tedy *reson. kruh dostává energii z antény*. Přeneseme-li rám rovnoběžně z polohy nad anténou pod anténu, žárovka v rámu cestou přestane svítit, když anténa je před plochou rámu, ale otočíme-li nyní rám o 90° kolem jeho *vodorovné osy*, znovu se rozsvítí, neboť siločáry jdou zase kolmo na plochu rámu. (Resonátor držíme při těchto pokusech za dřevěný podstavec.) Siločáry magn. tvoří koncent. kruhy kolem antény!

Připojme další části antény (podle obr. 5b) k první čtvrtině. Takový dlouhý lineární útvar lze vlnami oscilátoru rozkmitati jako $\frac{3}{4}$ vlny. Na konci bude opět kmitná napětí a uzel intenzity proudu. Ve vzdálenosti $\frac{1}{2}$ vlny od žárovky při oscilátoru je v anténě druhá žárovka (2ž v obr. 5b). Ta je také v kmitné intenzity. Naladíme-li nyní oscilátor na tuto dlouhou anténu, svítí v ní žárovky obě, ta při oscilátoru i ta, která je ve $\frac{2}{3}$ celkové délky antény (2ž). Postavíme-li podpěrné stojany tak, abychom měli možnost po-