

Josef Sahánek

Jednoduchý vysilač pro vlny od 3 do 1 metru

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 59 (1930), No. 3, 181--188

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109068>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1930

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*.



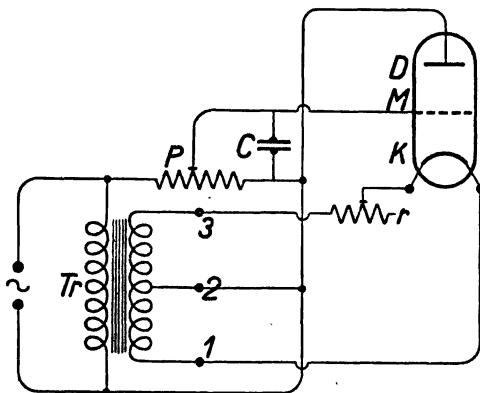
This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Jednoduchý vysilač pro vlny od 3 do 1 metru.

Josef Sahánek.

Úvod. V následujícím popíši vysilač vln 3 až 1 metrových k přímému připojení na světelnou síť. Vysilače lze použít buď k demonstraci úkazů souvisejících se šířením se elektromagnetických vln, dále také k některým měřením. Já sám chci pomocí výsledků s ním získaných reagovat na některé otázky týkající se buzení těchto vln, s nimiž se setkáváme v literatuře poslední doby.

Použitá metoda je metoda Gill-Morrelova.¹⁾ Střídavého proudu místo baterie užil dříve již Wechsung.²⁾ Pisatel prováděl demon-



Obr. 1.

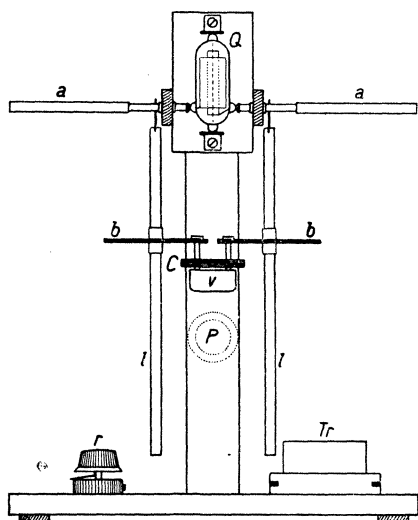
strace krátkých vln v přednáškách prof. Macků již v roce 1926, užívaje proudu střídavého místo baterie.

Experimentální uspořádání. Schema zapojení vysilače je dáno obr. 1, sestavení obr. 2a, 2b. Zvonkový transformátor Tr , jehož

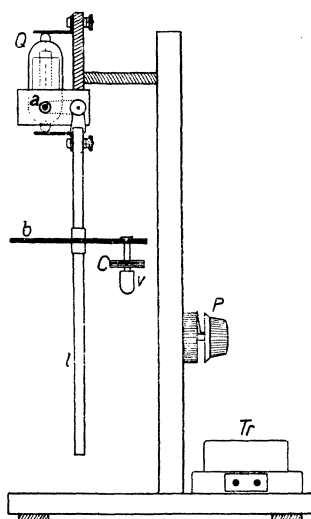
¹⁾ E. W. B. Gill u. J. W. Morrel. Phil. Mag. Vol. 44 (1923).

²⁾ W. Wechsung. Zeitschrift für Hochfrequenztechnik 32, 1928, p. 15.

sekundární vinutí má obvyklé tři vývody s označením 3, 5, 8 Volt, je svými konci připojeno přes žhavicí odpor r ke katodě triody Marconi Q (žhavicí napětí 5 Volt, topný proud 0,45 Amp.). Střední vývod sekundárního vinutí je spojen s deskou (anodou) D lampy, takže tato má stále potenciál rovný přibližně potenciálu středu katody. Střední vývod transformátoru je také připojen k jednomu konci primárního vinutí a tento dále k potenciometru P a blokovacímu kondensátoru C (5000 cm). Druhý konec primárního vinutí je připojen k druhému konci potenciometru a klouzavý dotyk tohoto je připojen ke



Obr. 2a.



Obr. 2b.

mřížce lampy M . K tomuto je rovněž připojen druhý pól blokovacího kondensátoru C . Připojíme-li primární vinutí na světelnou síť, rozežhaví se nám při vhodné hodnotě odporu r katoda na předepsanou míru, deska D zůstává vůči katodě na stálém potenciálu a mřížku můžeme udělit střídavé napětí vůči katodě resp. desce v rozmezí daném napětím sítě.

Abychom mohli zapojení použít k buzení krátkých vln, je nutno mezi desku a mřížku zařadit oscilační okruh. (Obr. 2ab.) Aby byl odstraněn vliv přívodů k elektrodám na vznik a intenzitu oscilací, byl tento okruh sestaven takto:

Lampa Marconi Q má katodu tvořenu přímým drátem v ose válcové baňky, na jejichž koncích je vyvedena ven a připojena k čepičkám. Mřížka je hustá, válcová síťka a deska poněkud kratší,

válcový plech, jež jsou kratičkými spoji vyvedeny na protilehlých stranách válcového pláště baňky a zakončeny venku opět čepičkami. (Viz obr. 2.) Tato lampa byla zachycena ve stojánku, utvořeném z ebonitové obdélníkové deštičky, na jejíž konce byly připojeny pérující plíšky mosazné s malými otvory, do nichž se zasadily hroty čepiček katody a tím lampa byla zachycena.

Oscilační systém sestává z dvou trubek 5 mm silných a 36 cm dlouhých, připojených k mřížce a desce lampy. Po nich se posouvá čtvercový plech b , rozpůlený milimetrovým řezem. Obě půlky jsou spojeny spolu ebonitovými pásky. Na každé půlce je upevněna zdířka, jež jsou od sebe ve vzdálenosti 20 mm, takže lze zdola do nich zasunouti normální vidličku v . Tato je přemostěna ještě slídovým kondensátorkem 5000 cm C a vede od ní krátká pletená šňůra k potenciometru P .³⁾ K tomuto systému připojeny jsou dále dvě tyčky s trubkami po nich posunovatelnými a , jež tvoří vysílací antenu. Vedení od katody je tvořeno zvonkovou šňůrou; hned za svorkami katody smotanou a vedenou podél sloupku, jež drží lampu Q ve výši 40 cm nad rovinou stolu, k odporu r a k transformátoru Tr .

Přijímací systém, jde-li nám jen o demonstraci vln, sestává ku př. s tyčky kovové, zachycené v ebonitovém držadle tvaru Y , provrtaném na koncích ramen. Tyčka se uprostřed mezi rameny Y rozřízne a obě půlky se izolují od sebe vložením kousku slídy do řezu. Dále se provrtají ve vzdálenosti 1 cm od řezu po dírce pro zasunutí krystalového detektoru a upevní se zde také malé svorky pro dráty odtud vedoucí k zrcadlovému galvanometru. Na konce tyčky nasazují se pak vhodně dlouhé trubky, tak aby systém byl naladěn na zachycované vlny.

Chceme-li měřiti délku buzených vln, necháme tyto působiti na Lecherův systém, sestávající ze dvou rovnoběžných drátů, jež na straně k vysílači zahneme do směrů rovnoběžných se směrem antén a . Podél drátů posouvá se můstek stejně udělaný jako naše deska b u vysílače. Na místo vidličky v je zasunut opět krystalový detektor a připojeny přívody od galvanometru. Krystalových detektorů je dobře mítí více a vyzkoušeti, který z nich reaguje nejlépe. Délka vlny je rovna dvojnásobné vzdálenosti za sebou následujících poloh můstků při největších výchylkách galvanometru.

Měření. Postup při zapnutí generátoru je tento. K primárnímu vinutí transformátoru připojíme delší šňůru s vidličkou na konci. Reostat r otočením na nulu vypneme, takže topný kruh je přerušen, potenciometr nastavíme rovněž na nulové napětí mezi deskou a mřížkou lampy. Vyjdeme-li od vln delších, posuneme desku b

³⁾ Spoje nejsou v obr. 2ab zakresleny.

až k dolním koncům trubek l a anteny a volíme asi 25 cm dlouhé. Do malé vzdálenosti od anten postavíme rovnoběžně s těmito okruh přijímací. Vidličku od transformátorové šňůry zasuneme do zásuvky světelné sítě. Reostatem r otočíme, až svítí vlákno katody světle žlutě. Pozorujíc nyní zrcátko galvanometru, otáčíme škálou potenciometru zvolna, až se nám objeví výchylka zrcátka. Nestane-li se tak, změním dotykové místo na krystalovém detektoru. Jakmile se objevila výchylka, je tato buď velká, pak zvětšíme vzdálenost přijímače od vysilače, nebo je malá, pak měníme délku přijímacího systému tak, aby se zvětšila, případně měníme také topný proud odporem r , až dosáhneme dostatečně intenzivních oscilací. Potom ještě se snažíme výsledkem zlepšiti změnami dotykového místa nebo výměnou detektoru. Pro dlouhé vlny bude napětí mezi deskou a mřížkou malé, 30—40 Volt.

Vypnutím ze sítě, posunutím desky b a zkrácením anten a můžeme postupně zkracovati délku vlny asi z 3 m až na 1 m, při čemž napětí na potenciometru nutno zvyšovati. V daném případě měl jsem síť o napětí 110 Volt. Tam, kde je 220 Volt, bude možno délku vlny ještě více zkrátiti. Při tom je třeba vždy také poopravit žhavení lampy a sice čím větší napětí na potenciometru, tím třeba většího žhavení. Souvisí to s tím, že proud mřížkový při uvedeném napětích není nasycený a tu by se při nízkých napětích a stejném žhavení tvořil kolem katody hustý prostorový náboj, jenž pak rušivě působí na vznik oscilací. Oscilační energie, na rozdíl od generátorů se zpětnou vazbou, roste se zkracující se délkou vlny.

Oscilace nejsou sice tak intenzivní jako při užití baterií, ježto jsou vysílány přetržitě. Rovněž rezonanční křivky nejsou tak úzké. Užití střídavého napětí má ale tu velkou výhodu, že se daleko snadněji najde obor, v němž oscilace vznikají. Oscilace vznikají totiž při daném oscilačním systému jen v jistém poměrně úzkém oboru napětí mezi deskou a mřížkou. Při užití střídavého napětí probíhá vždy napětí, je-li jen dosti veliké, takovým oborem a oscilace tedy vždy vzniknou. Intensita jich bude ovšem největší, když napětí setrvá v tomto oboru co nejdéle a to se stane, když toto bude napětím vrcholovým, neboť v tom okamžiku jsou změny napětí nejpomalejší. Proto vždy je možno potenciometrem P naléztí jisté napětí optimální. Pro delší vlny je to napětí nižší, pro kratší vyšší. Pro metrové vlny v daném uspořádání je to plné napětí sítě 110 Volt. Při 220voltové síti bude možno ještě dále délku vlny zkrátiti, ovšem jen tehdy, zmenší-li se také oscilační systém.

Výsledky měření. V následujícím uvádím tabulku, obsahující přehled závislosti délky buzených vln na oscilačním systému, případně i na jiných veličinách. l značí vzdálenost b od elektrod M a D , a délku anten, λ délku vln.

	Zapojení	l cm	a cm	λ cm	Poznámky
I.	žhavicí vedení jde od r a Tr po sloupku	35	20	274	žhavení zvětšeno
		3.5	20	117	
		3.5	6	106	
II.	žhavicí vedení jde trubici l na straně mřížky M	3.5	13	107	napětí eMK plných 110 Volt
		3.5	10	105.6	
		3.5	6	104	
III.	žhavicí ved. stejně jako v II., mezi MK těsně u vývodu elektrod blok. kondens. $C' = 5000$ cm	30	20	297.4	napětí eMK plných 110 Volt eMK sníženo, až oscil. nejintenzivnější žhavení zvětšeno, oscilace slabší eMK i žhavení stejné jako předešle. Při snížení žhavení i oscilace zmizely, při zvětšení eMK se opět objev. žhavení zvýšeno, maximum intensity osc. žhavení dále zvýšeno, int. osc. klesla žhavení stejné, eMK zvětšeno " zvětšeno oscilace až po zvětšení eMK , měření při $eMK = 110$ Volt.
		30	20	289.6	
		30	20	286.4	
		20	20	230.6	
		20	20	240	
		20	20	231	
		20	20	229.8	
		10	15	170	
		10	15	169.8	
3.5	12	114.5			
IV.	žhavicí vedení jde trubici l při desce D, C' mezi deskou a katodou	30	20	310	žhavení malé " " " zvětšeno, maxim. oscilací " " , oscilace slabší " malé " zvětšeno, maxim. oscilací " dále zvětšeno " malé " zvětšeno " dále zvětšeno
		20	20	259.6	
		20	20	259.2	
		20	20	244.5	
		10	15	190	
		10	15	186	
		10	15	186	
		3.5	12	142.6	
		3.5	12	141.6	
3.5	12	139.2			

Délku vlny při udaných rozměrech oscilačního systému lze tedy spojitě měnit mezi 310 až 104 cm, při napětí sítě 110 Volt. Měření III a IV provedena, aby byly přezkoušeny předpoklady, z nichž vychází při svém výkladu H. G. Möller.⁴⁾ Tento totiž tvrdí, že mohl získati oscilace při zapojení podle naší tabulky IV, kdežto při uspořádání podle III. oscilace se mu vůbec nepodařilo získati. V případě IV vzniká při oscilacích periodické napětí, jak mezi mřížkou a deskou, tak také mezi mřížkou a katodou. Möller vycházejí z předpokladu, že perioda kmitů se rovná době, za níž elektron proběhne od katody k desce a zpět, zkoumá vliv proměnných napětí na pohyb elektronů a dochází k závěru, že oscilace jsou možny jen tehdy, když doba průběhu mezi katodou a mřížkou

⁴⁾ H. G. Möller. Z. für Hochfrequenztechnik 34, 1929, p. 202.

je kratší než doba průběhu mezi mřížkou a deskou. Podle něho, v důsledku prodlužování doby průběhu mezi katodou a mřížkou vlivem prostorového náboje u katody, při větším žhavení mají oscilace zmizeti. Omezují se zde jen na ty jeho závěry, jež se dají z našich měření přezkoušeti. O ostatních promluvíme na jiném místě.

Při střídavém napětí probíhá toto všemi hodnotami od nuly až do vrcholového. Vznikající perioda oscilací je však, jak patrně z měření, především určována připojeným oscilačním systémem. Nebude tedy rovna předpokládané době průběhu. Zvětšené žhavení ve všech případech vyvolalo zkrácení délky vlny. Kdyby doba průběhu mezi katodou a mřížkou vlivem většího žhavení se prodloužila, musela by se délka vlny prodlužovati. Dále i při zapojení III bylo lze oscilace získati, délka vlny je ale proti případu IV kratší a sice při nejdelších vlnách asi o 4%, u nejkratších o 17.5%.

Předpokládáme naproti tomu, jak já jsem dříve učinil,⁵⁾ že kmitočet oscilací závisí především na oscilačním systému, jež je připojen mezi mřížkou a deskou. Při tom musí ovšem napětí e_{MK} býti v jistém oboru, pro něž je doba průběhu elektronu mezi mřížkou a deskou ζ taková, že doba kmitová získaných oscilací je v mezích 1.3 ζ až 2.3 ζ (viz tab. 1 a obr. 3. cit. práce). Oscilační systém v našem případě sestává: z desky b , trubice l , anten a a kapacity mezi elektrodami v př. I. Tato kapacita jest jednak kapacita mřížky-desky a k ní vedle připojených, za sebou jdoucích kapacit mezi katodou mřížkou a katodou anodou. Ježto mřížka v našem případě je velmi hustá (síťka), je poslední kapacita menší než kapacita mřížka-katoda. Tato je zase menší než kapacita mřížka-deska. Přejdeme-li k případu III, u něhož je kapacita mřížka-katoda přemostěna kondensátorem 5000 cm , zvětší se poněkud kapacita okruhu a tím i délka buzených vln. Stejně při připojení C' mezi katodu-desku se kapacita okruhu zvětší. Nyní více vzhledem k tomu, že byl tím vyřazen vliv velmi malé kapacity katoda-deska. Musí tedy následovati větší prodloužení délek vln. To také v případě IV nalézáme.

Möller stejně jako již Barkhausen předpokládá, jak svrchu již řečeno, že doba kmitová oscilací je rovna době průběhu elektronu *od katody k desce a zpět*. Podle mého výkladu jsou při určitém napětí e_{MK} možny všechny kmitočty v oboru asi mezi 1.3 ζ až 2.3 ζ , kde ζ je doba, za níž proběhne elektron dráhu *od desky k mřížce*. Užitá lampa měla poloměr mřížky ca 3 mm , poloměr anody ca 8 mm . Užijeme-li, ježto jde o elektrody válcové, k výpočtu doby ζ vztahu určeného Scheibem,⁶⁾ dostáváme pro napětí $e_{MK} = 100$ Volt, $e_{MD} = 0$ Volt: $x = \sqrt{\ln r_a/r_m} = \sqrt{\ln 2,7} = 0.9967$. Podle tab. 5^{b)} je

⁵⁾ J. Sahánek; Spisy přír. fak. Masaryk. univ. č. 41, 1925, č. 92, 1928. Physik. Zeitschrift 1925, 26, s. 368—376, 29, 1928, s. 640—654.

$g(x) = 2.01$ a hledaná doba $\zeta = 2.02 \cdot 10^{-9}$ sec. Podle mého výkladu pak oscilacím nejpříznivější doba kmitová $\tau = 1.8 \zeta$. Délka příslušné vlny $\lambda = c \cdot \tau = 3.10^{10} \cdot 1.8 \cdot 2.02 \cdot 10^{-9} = 101$ cm.

V případě, že by kmitočet byl určen dvojím průběhem od katody k desce, jak Möller předpokládá, vychází⁶⁾ pomocí tabulek Scheibeho pro příslušnou délku vlny hodnota $\lambda = 140$ cm.

V naší tabulce délek vln je nejkratší 104 cm. Mohlo by se namítnouti, že v tomto případě bylo vrcholové napětí rovno 150 Volt, pro kterýžto případ je délka vlny při 1.8 ζ rovna 83 cm, podle Scheibe-Möllera 115 cm a tedy poslední blíže hodnotě nalezené. Proto provedeno kontrolní měření délky vlny, při čemž měřeno efektivní napětí e_{MK} . V případě $l = 3.5$ cm, $a = 6$ cm byla nalezena délka vlny při $e_{MK} = 70$ Volt a tedy vrcholovém asi 100 Volt, $\lambda = 108$ cm a při větším žhavení 105 cm. Za nezměněného žhavení zvýšeno pak e_{MK} na 100 Volt a nalezena délka vlny zase 107 cm.

Při efektivním napětí 70 Volt by musela nejkratší možná délka vlny býti podle Scheibeho-Möllera rovna 140 cm, kdežto podle mého vztahu 101 cm. Nalezená délka vlny 105 cm liší se tedy od počítané jen o 4%, kdežto od Scheibeovy o 40%.

Popsaný jednoduchý vysilač je tedy nejen dobrou pomůckou k demonstracím krátkých vln, ale jest i užitečnou pomůckou při přezkoušení nových výsledků, ať již teoretických nebo pokusných.

V daném případě byla zjištěna neudržitelnost některých předpokladů a důsledků Möllerova výkladu vzniku krátkých vln. Výsledky jsou naproti tomu v dobrém souhlase s autorovým dřívějším výkladem vzniku těchto vln.

Fysikální ústav Masarykovy university.

Brno, 10. února 1930.

*

Un simple transmetteur d'ondes hertziennes de longueur de un à trois mètres.

(Extrait de l'article précédent.)

L'auteur décrit un transmetteur pour les ondes courtes, introduit dans le réseau du courant alternatif. Le montage de la triode est donné dans la fig. 1, la construction du transmetteur par les fig. 2a, 2b. Dans la table sont enregistrées les mesures pour les cas où le conducteur de chauffage: I. ne s'attache pas au système oscillatoire *MibLD*, II. où il passe par le tube *l* du côté de la grille *M*, III. où il passe encore par le tube *l* du côté de la grille *M*, mais où on a inter-

⁶⁾ A. Scheibe, Ann. d. Ph. (4) 73, 1924, s. 69—71.

calé entre la cathode et la grille, tout près des électrodes de la lampe, un condensateur $c' = 5000 \text{ cm}$, IV. où il passe par le tube l du côté de la plaque D , le condensateur se trouvant entre la plaque et la cathode.

On a pu faire changer la longueur des ondes excitées dans l'intervalle de 104 à 310 cm , le voltage du réseau étant de 110 V . L'auteur montre qu'il y a désaccord de quelques conséquences des considérations de H. G. Möller (l. c.) avec les résultats trouvés ici. La longueur d'onde mesurée pour un voltage donné est d'accord avec la valeur calculée d'après la relation établie antérieurement par l'auteur (l. c.), tandis que la valeur calculée d'après Scheibe en diffère de plus de 40 pour cent.
