

Josef Zahradníček

Lampa s doutnavým světlem jako přerušovač proudu

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 55 (1926), No. 2, 172--184

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121517>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1926

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*.

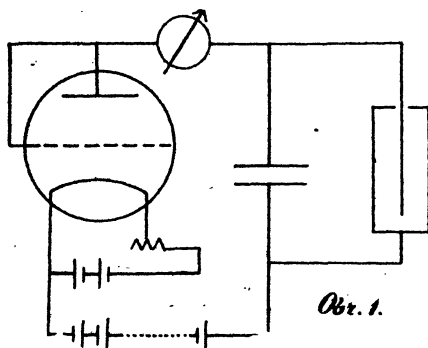


This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Lampa s doutnavým světlem jako přerušovač proudu.

Josef Zahradníček.

Jak zjistili Pearson a Anson,¹⁾ svítí lampa s doutnavým světlem periodicky, zavedeme-li do ní stejnosměrný proud přes velký odpor o řádu megohmu a je-li paralelně k lampě zařazena kapacita. Kapacita nabíjí se totiž přes odpor až na zápalné napětí lampy E_1 , tím se lampa rozsvítí, kondensátor se krátkotrvačím proudem lampou vybije až na její kritické napětí E_0 , t. j. minimální napětí, při němž svítící lampa právě zhasíná, kondensátor nabíjí se pak



znova a celý děj nabíjení kondensátoru a vybíjení jeho v zásvitech lampy opakuje se s frekvencí, jež přibližně je nepřímo úměrna součinu z vnějšího odporu a kapacity a jež závisí na konstantách lampy a na napětí zdroje, jak v dalším ukážeme. Této vlastnosti periodického výboje doutnavé lampy dá se použití ve fyzikální praxi při měření kapacit, dielektrických konstant, samoindukcí a odporů.

Zmíníme se nejprve o metodě, kterou pro měření kapacit udali Karolus a Reuss.²⁾ Podstata její je patrna z vedlejšího obrazce.

¹⁾ Proc. Phys. Soc. London 34. 175, 1922 — cit. dle Phys. Berichte III., 1245, 1922 — Warren de la Rue a Müller upozornili na tento zjev u trubic vakuových v roce 1878 (Phil. Transactions), Gasslot již 1863 (Proc. Royal Soc. 12., 329) a Hittorf pojednal o něm ve Wied. Annálech 20., 705, 1883 v práci »Ueber die Elektrizitätsleitung der Gase«; zdrojem stejnosměrného proudu byla mu baterie několika tisíc článků.

²⁾ Physikalische Zeitschrift 23. 362, 1921.

Elektrometr — na př. Wulfův nebo Wiechertův, nebo kvadrantní — paralelně zapjatý s kapacitou v anodovém kruhu elektronové lampy, nabíjí se nasyceným proudem 10^{-8} — 10^{-9} amp. přes velký vnitřní odpor lampy elektronové, měnitelný v širokých mezích topným proudem. Pokud je rozdíl anodového napětí (200 až 300 voltů) a napětí na kondensátoru nad napětím nasyceného proudu (2—50 voltů), potud zůstává proud nabíjecí stálým. Když je kondensátor nabit, anodový proud mizí. Z rovnice pro elektrické množství na kondensátoru

$$Q \equiv C \cdot V = J \cdot T$$

dá se určití kapacita z ostatních naměřených veličin; V udává elektrometr, J galvanometr v kruhu anodovém, T je čas potřebný k nabití elektrometru — kapacity na potenciál V . Změnou vnitřního odporu elektronové lampy mění se intenzita proudu J a ovšem i doba T . Chybu měření udávají autoři na 1%, přesnosti této dá se však těžko docílití, hlavní chyba je v určení doby T .

Metodu tuto pozměnil Gorbačev³⁾ tím, že místo elektrometru použil k měření napětí druhé lampy elektronové, jejíž mřížka spojena byla s negativním pólem kondensátoru nabíjeného nasyceným anodovým proudem lampy první. Ze známé charakteristiky druhé lampy určeno pak napětí V . Tuto metodu upravil ještě tak, že použil jen jedné lampy elektronové, u níž měřen nasycený proud anodový a čas, po který nabíjel se kondensátor. Ze známé charakteristiky

$$i_a = f(e_m)$$

pro různá napětí anodová určeno při určitém i_a napětí $V \equiv e_m$ a počítáno C podle vztahu svrchu uvedeného. Anebo při téže (neměřené) intensitě proudu provedena dvě měření pro kapacity C_x a C_0 (známo) nabíjené po doby T_1 a T_0 na napětí V_1 a V_0 ; určen pak poměr C_x/C_0 . Přesnost metody jest 5—3%

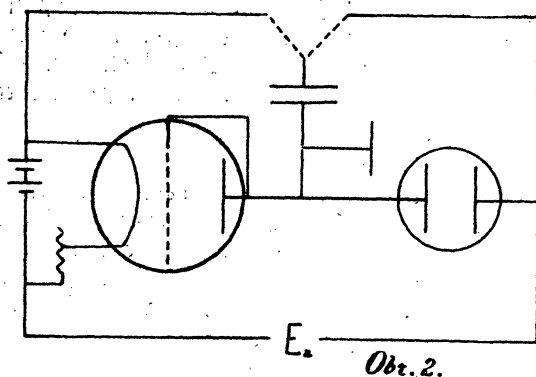
Jednoduchou metodu pro technickou praxi upravili Geffcken a Richter,⁴⁾ zvolivše místo elektrometru (metoda Karolus-Reussova) doutnavou lampu. Odpor lampy elektronové upraví se topným proudem tak, aby frekvence vybíjecího se kondensátoru jevila se v telefonu jako vhodný tón. Srovnávané kapacity při stejném odporu, anebo srovnávané odpory při téže kapacitě zařazují se střídavě stiskem dvou klíčů až na unisono. Kondensátor připojuje se buď paralelně k elektronové lampě — k odporu, — anebo paralelně k lampě doutnavé; v prvním případě se poznává, má-li kapacita odpor.⁵⁾

³⁾ Physikalische Zeitschrift 25., 485, 1924.

⁴⁾ Zeitschrift für technische Physik 5., 511, 1924.

⁵⁾ Firma Kohl-Huth zavedla tento přístroj do radiofonické praxe pod názvem »Glimmbrücke-Glimmrelais« — doutnavé relais; na obr. 2. vyznačena k vůli jednoduchosti jen jedna kapacita, druhá připojuje se paralelně jako na obr. 3.

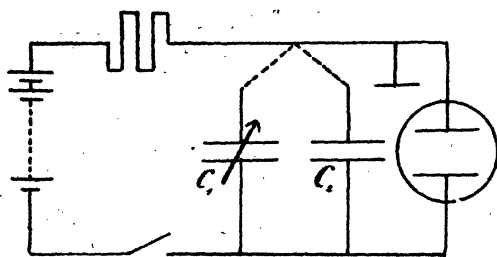
V nejjednodušší úpravě dá se provést srovnávání kapacit nebo odporů podle následujícího spojení.⁶⁾ V našem případě vyznačeno srovnávání kapacit při stálém odporu, jenž nastává se podle veli-



kostí kapacit tak, aby ucho bylo na vzniklý tón co nejcitlivější. Kapacitu C_1 měníme tak dlouho, až při zapnutí jednoho nebo druhého klíče zaznívá tón stejné výšky.⁷⁾

$$N \propto \frac{1}{C},$$

pak jsou stejné i kapacity. Zcela obdobně postupujeme při srovná-



vání velkých odporů R , volíme stálou vhodnou kapacitu. Při stejném tónu

$$N \propto \frac{1}{R},$$

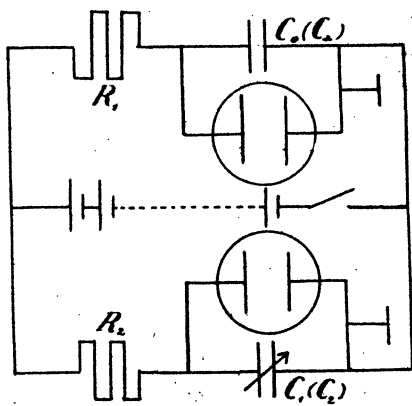
jsou stejné odpory. Přesnost měření závisí přirozeně na tom, jak

⁶⁾ Srovnaj *Der Radioamateur* II., 160, 1924 — Asmus.

⁷⁾ Příslušné vztahy viz v dalším.

citlivě dovede ucho poznati stejnost dvou po sobě zaznívajících tónů — asi 1%.

Metoda tato dá se ještě obměniti způsobem, který je patrný z následujícího schematu. Z téhož zdroje přes odpory R_1 a R_2 jsou nabíjeny současně dvě kapacity, které se vybíjejí dvěma lampami doutnavými. Srovnávají se pak příslušné tóny současně zaznívající ve dvou telefonech. Kapacita na proměnném konden-



Obz. 4.

sátoru nastaví se tak, aby oba tóny byly o stejné výšce — bez rázů. V případě stejných kmitočtů jest⁷⁾

$$C_0 \cdot f_1(R_1, r_1) = C_1 \cdot f_2(R_2, r_2),$$

$$C_x \cdot f_1(R_1, r_1) = C_2 \cdot f_2(R_2, r_2),$$

odtud

$$\frac{C_x}{C_0} = \frac{C_2}{C_1}.$$

C_1, C_2 udává otáčivý kondensátor, C_0 je kapacita známá a odtud určí se C . Odpory R_1, R_2 jsou voleny tak, aby oscilace se udržely.

Tato cesta dává výsledky zvláště přesné, neboť na unisono dvou současně zaznívajících tónů jest ucho velmi citlivé — nejlepší výsledky dává v případě $C_1 = C_2$ a hodí se zvláště při zhotovování stejných kapacit podle daného normálu.

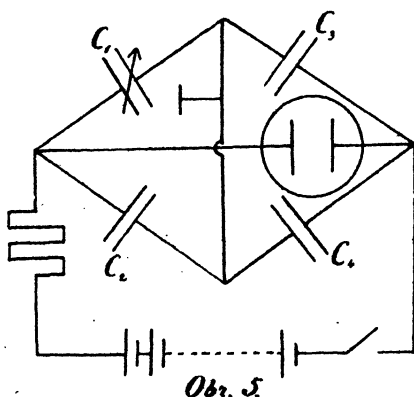
V praxi fysikáni užívá se nejčastěji pro srovnávání kapacit metody Wheatstone-Wienova mostu, při čemž dá se s výhodou použiti doutnavé lampy místo užívaného bručounku a jako nulového indikátoru telefonu. Schema spojení je patrné z obrazce 5. Jako předražného odporu R užito bylo při měření dekádického reostatu

⁷⁾ Příslušné vztahy viz v dalším.

Edelmannova $1 \cdot 10^5 \dots 10 \cdot 10^5$ ohmů, jako kapacit jednak slídových normálů Edelmannových 10^{-3} , $5 \cdot 10^{-3}$, 10^{-2} , $5 \cdot 10^{-2}$, 10^{-1} mikrofaradu a sádky slídových kond. Edelmannových $0\cdot01 \dots 0\cdot4$ mikrofar., jednak vzduchového kondensátoru Seibtova s proměnnou kapacitou do 2500 *cm*. Neznámá kapacita určována ze vztahu platného pro vyrovnaný most

$$C_1 : C_2 = C_3 : C_4.$$

Vhodnou volbou odporu R byla nařízena frekvence tak, aby tóny byly pro ucho nejvhodnější. To je předností tohoto způsobu měření, že frekvence tónu je měnitelná, tóny jsou čisté, minimum ostré a spotřeba energie proudové co nejmenší — zlomek miliwattu.



Přesnost této metody byla zkoušena měřením kapacity vzduchových kondensátorů otáčivých. Byla pak nalezena maximální kapacita:

$$C \text{ (Siemens)} = 757\cdot1 \text{ cm}, \quad C \text{ (Schrack)} = 2303 \text{ cm},$$

při spojení obou vedle sebe: 3048 *cm*, místo očekávaného 3060 *cm*,
při spojení za sebou: 571 *cm*, » » 570 *cm*.

Chyba měření asi $\frac{1}{3}\%$ je způsobena zanedbaným vlivem přívodních spojovacích drátů, třebas byly voleny co nejkratší.

Místo dvou kapacit známých C_3 a C_4 stačí voliti dvě kapacity neznámé, přibližně stejné a jako C_2 graduovanou proměnnou kapacitu. Je-li kapacita C_x vyrovnána ve větvi 1., platí

$$C_x : C_2 = C_3 : C_4,$$

pak-li ve větvi druhé, jest

$$C_1 : C_x = C_3 : C_4,$$

kde C_1 , C_2 jsou údaje na proměnné kapacitě. Odtud plyne

$$C_x = \sqrt{C_1 \cdot C_2}.$$

Měření dielektrické konstanty provedeno rovněž předešlou cestou tím, že určena kapacita kondensátoru — dvě desky kruhové o průměru 7·92 cm a tloušťce 0·420 cm — jednou pro vrstvu vzduchovou C_v po druhé pro stejně tlustou vrstvu dielektrika C_d . Z poměru

$$k = \frac{C_d}{C_v}$$

určena dielektrická konstanta K . V případě celuloidu a ebonitu byly výsledky měření následující:

látka	tloušťka vrstvy v cm	kapacita v cm		diel. konst.
		C_v	C_d	K
vzduch-celuloid	0·0315	129·0	441	3·42
vzduch-ebonit	0·205	21·5	46·2	2·17

Vzorec pro kapacitu kondensátoru deskového s opravou Kirchhoffovou dával v prvním resp. v druhém případě 128·1 cm resp. 20·9 cm, tedy i při malých kapacitách je souhlas došti dobrý.

Při srovnávání kapacit kondensátorů kapacitním mostem nastává úplný klid v telefonu jen v případě kondensátorů vzduchových anebo slídových. Jiná dielektrika, na př. sklo, dávají minimum rozmazané a to tím více, čím rušivěji vystupuje vodivost dielektrika. V takovém případě je radno předraziti danému kondensátoru ještě jeden s dobrou izolací o známé kapacitě a z kapacity celkové vypočísti neznámou.

Měření samoindukcí provedeno rovněž při předešlém uspořádání. Místo kapacit C_3 a C_4 zařazeny samoindukce S_1 a S_2 ; otáčivým kondensátorem C_1 nastaven — dosti dobře — klid v telefonu při různých frekvencích. Počítáno pak ze vztahu

$$C_1 : C_2 = S_2 : S_1.$$

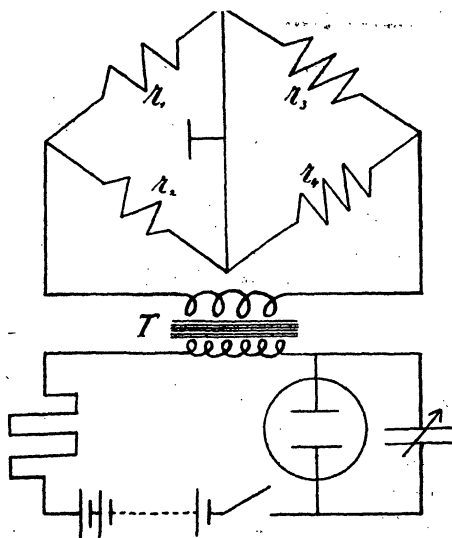
Jsou-li samoindukce aspoň řádu 10^{-2} henry, anebo větší, frekvence pak několik tisíc za sekundu, ohmické odpory samoindukcí pod 10 ohmy, možno v prvním přiblížení použití horního vztahu; jinak je nutno vzít do počtu odpory ohmické i frekvence. V našem případě měřena samoindukce dvojcívky, které se užívá v praktických cvičeních pro měření samoindukce a vzájemné indukce a která hově horním předpokladům. Bylo pak $S_1 = 0·1$ henry (normál Hartmann-Braun), $C_2 = 900$ cm (normál Edelmann), ostatní hodnoty podává tabulka:

cívka	C_1 cm	S_2 henry
1.	528	0·0600
2.	464	0·0540
obě	1877	0·209

za sebou

Podobně jako samoindukce možno srovnávat i velké odpory na př. silitové, tuhové nebo tekutinové řádu megohmu; minimum je tu však neurčité a naměřená hodnota je jen na několik procent přesná, často se však ani o větší přesnost nejedná.

Pro měření malých odporů elektrolytických je předešlé spojení nevhodné. V tomto případě osvědčilo se transformovat proud lampy tak, aby ze stejnosměrného proudu přerývaného vznikl proud sinový. Spojení je patrné ze schematu.⁸⁾ *T* je malý transformátor



Obr. 6.

(Siemens) s poměrem 180/6000, jímž proud lampy o frekvenci nastavené odporem *R* a kapacitou *C* transformován dolů. Minimum je dosti ostré; neznámé *r* počítáme z úměry

$$r_1 : r_2 = r_3 : r_4.$$

Všimneme si nyní podmínek, na nichž závisí frekvence lampy doutnavé a intenzita proudu jí procházejícího.⁹⁾ Doba nabíjení ka-

⁸⁾ Tohoto spojení použil v podstatě Nernst (viz Schallreuter cit. dále v pozn. 9.). Schallreuter (cit. str. 11 a n.) docílil použitím trubice heliové s 25 mm Hg tlaku větší intenzity proudové a tím větší citlivosti při měření elektrolytických odporů a dielektrické konstanty kapalin. Gehrke, Reichenheim a Wertheimer vystupňovali energii intermitujících výbojů vakuové trubice — zvýšením tlaku a přiblížením elektrod — tak, že bylo možno použít oscilací v radiotelegrafii (říšskoněmecké patenty č. 270.610, 273.534, 275.761).

⁹⁾ Pro vakuové trubice studoval závislost frekvence na kapacitě, předřazeném odporu a konstantách lampy Righi v Rendiconti dell' acad.

pacity C ze zdroje o napětí E (v našem případě 121·0 voltů) přes vnější odpor R z kritického napětí E_0 (v našem případě, je-li spodní klobouček katodou, jest $E_0 = 85·0$ voltů) na napětí zápalné E_1 ($= 111·5$ voltů) jest¹⁰⁾

$$T_1 = CR \lg n \frac{E - E_0}{E - E_1}$$

a doba vybíjení kapacity C odporem lampy r z napětí E_1 na E_0 jest

$$T_2 = \alpha Cr \lg n \frac{E_1}{E_0} \quad (11)$$

delle science di Bologna 188, 1902. Experimentálně zkoušel správnost Righiho vzorců Würschmidt ve Verhandlungen der d. physik. Gesellschaft 7, 360, 1909 a Schallreuter v práci »Ueber Schwingungserscheinungen in Entladungsröhren«, Sammlung Vieweg 66, 1923. Průběh napětí při jednotlivých výbojích studoval pomocí Braunovy trubice už Righi a pak Wertheimer ve své disertaci, Göttingen 1911. Kaufmann ukázal teoreticky (Ann. d. Physik 2, 158, 1900), že intermitence jsou možny jen v části klesající charakteristiky trubice. Správnost této věty potvrdil experimentálně Herweg (Phys. Zeitschrift 13, 633, 1912). Otázku stálosti oscilací doutnavé lampy studoval nejnoveji Geffcken (Phys. Z. 26, 241, 1925).

¹⁰⁾ Hodnoty E_1 a E_0 nejsou ani pro jednu a touž lampu konstantami; jsou podmíněny jakostí a tlakem plynu v lampě a vzdáleností elektrod, ne jich velikostí, závisejí pak též na okamžitém stavu lampy a na elektromagnetickém stavu okolí, jak v dalším bude upozorněno. V našem případě používáno bylo lamp doutnavých na 110 voltů s elektrodami ve tvaru kloboučku a prstenu firmy Osram. Katodou býval klobouček spodní — prsten. Je-li vrchní klobouček katodou, jest u téže lampy $E_1 = 106$, $E_0 = 93·0$ voltů a oscilace nejsou stále v mezích tak širokých jako v případě předešlém; souvisí to s různou polohou ploch elektrod.

¹¹⁾ Jednodušeji než jak to učinil Righi na cit. místě, anebo Schallreuter (cit. str. 27 a n.), dají se odvoditi vztahy pro T_1 a T_2 z obecných rovnic

$$R \cdot i + P = E, \quad P = \frac{M}{C}, \quad i = \frac{dM}{dt},$$

kde P jest okamžitý potenciál na kondensátoru. Diferenciální rovnici odtud plynoucí

$$R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0$$

hová integrál

$$i = i_0 \cdot e^{-at},$$

kde

$$a = \frac{1}{RC}.$$

Podmínka pro $t = 0$ jest

$$i = i_0 = \frac{E - E_0}{R},$$

tedy

$$i = \frac{E - E_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}}.$$

Čítáme-li C ve faradech, odpory v ohmech, jest T vyjádřeno v sekundách.

Perioda výboje jest

$$T = T_1 + T_2$$

a počet výbojů — oscilací, intermitencí — za sekundu

$$N = \frac{1}{T}.$$

Doba T je podle svrchních vztahů závislou na kapacitě, odporu vnějším R , na napětí zdroje E a na konstantách lampy E_1, E_0, r . Ukázky experimentální zkoušky tohoto teoretického výsledku podány jsou v následujících tabulkách:

a) $T = t_1(R), C = 0.8 \mu f$			b) $T = t_2(C), R = 11 \cdot 10^5$ ohmů		
$R : 10^5$ ohmů	T sek. 50 kmitů	ΔT	$C \cdot 10$ μf	T sek. 50 kmitů	ΔT
11	68.4		5	43.2	8.6
10	62.1	6.7	6	51.8	8.6
9	55.3	6.8	7	60.4	8.3
8	48.8	6.5	8	68.7	8.3
7	42.3	6.5	9	77.0	8.2
6	35.9	6.4	10	85.2	8.5
5	29.4	6.5	11	93.7	
4	23.0	6.4			

Druhá podmínka pro celkové množství elektřiny na nabitém kondensátoru

$$Q = C \cdot (E_1 - E_0) = \int_0^{T_1} i dt$$

dává po dosazení za i a integraci svrchní vzorec

$$e^{-\frac{T_1}{RC}} = \frac{E - E_1}{E - E_0}.$$

Pro vybíjení nabitého kondensátoru platí tytéž rovnice — jen $E = 0$ —. Podmínka počáteční jest

$$t = 0 \dots i = i_0 = \frac{E_1}{r}$$

a pro celkové množství elektřiny v jednom výboji

$$Q = C \cdot (E_1 - E_0) = \int_0^{T_2} i dt.$$

Odtud dostaneme vztáh pro T_2 ve formě

$$T_2 = C \cdot r \operatorname{lg} \frac{E_1}{E_0}.$$

Poněvadž pak zdroj E je stále připojen, prodlouží se doba výboje — třebaž jen nepatrně. Proto připojen faktor α , jenž značí veličinu o málo větší než 1 a závislou na C, R a r .

$$c) T = f_3(E), R = 11 \cdot 10^5 \text{ ohmů}, C = 0.8 \mu\text{f}$$

E voltů	T sek 50 kmitů	ΔT
113.0	164.4	64.2
117.0	100.2	31.2
121.0	69.0	15.0
125.0	54.0	9.4
129.0	44.6	6.6
133.0	38.0	4.8
137.0	33.2	3.8
141.0	29.4	3.4
145.0	26.2	2.6
149.0	23.6	2.0
153.0	21.6	

Grafem funkce $T = f_3(E)$ jest křivka logaritmická, funkce $f_1(R)$ a $f_2(C)$ jsou graficky znázorněny přímkami.

Množství elektřiny, které projde lampou během jednoho záblesku, t. j. v době T_2 , jest přibližně

$$Q = C(E_1 - E_0) + \frac{E - \frac{E_1 + E_0}{2}}{R} T_2,$$

v jedné sekundě pak projde množství $N \cdot Q$, kde N jest počet výbojů za sekundu — frekvence lampy. Je tedy intenzita proudu lampou procházejícího

$$i \equiv N \cdot Q = \frac{1}{AR + \alpha Br} \left(E_1 - E_0 + \frac{E - \frac{E_1 + E_0}{2}}{R} \alpha B \right),$$

kde konstanty — přirozené logaritmy ve výrazech pro T_1 a T_2 — jsou

$$A = 1.33, B = 0.271.$$

Následující tabulka obsahuje měření intenzity pro různá R v mezích $11 \cdot 10^5$ ohmů až $2 \cdot 10^5$ ohmů a C v mezích 0 až 0.305 mikrofaradu. Proud procházející doutnavou lampou odvětven od $r_2 = 1$ ohmu do galvanometru s předražným odporem $r_1 = 45$ ohmů a s odporem vlastním $r = 5.4$ ohmů, s citlivostí $G = 7908 \cdot 10^{-9}$ amp/mm při metrové vzdálenosti stupnice od zrcátka;¹²⁾ tabulka udává úchytku na galvanometru v cm .

¹²⁾ Je tedy intenzita proudu lampy

$$i = \frac{r_1 + r_2 + r_g}{r_1} i_g, i_g = Gn,$$

v našem případě

$$i = 51.4 i_0 = 4.065 \cdot n \cdot 10^{-7} \text{ amp. pro } n \text{ v } mm.$$

Odpor $R \cdot 10^{-6} \text{ ohm.}$	kapacita v milimikrofaradech									
	0	0.4	1	3	15	35	55	105	205	305
11	7.02	6.33	5.84	5.17	5.16	5.00	5.00	4.69	4.71	4.66
10	7.86	7.05	6.59	5.81	5.70	5.51	5.52	5.15	5.20	5.12
9	8.90	8.05	7.56	6.55	6.34	6.12	6.12	5.75	5.75	5.65
8	10.26	9.33	8.78	7.43	7.14	6.88	6.92	6.49	6.49	6.42
7	12.55	11.03	10.37	8.61	8.19	7.93	7.96	7.43	7.45	7.34
6	15.73	13.38	12.64	10.28	9.68	9.32	9.30	8.72	8.72	8.58
5	19.22	16.61	15.92	12.95	11.54	11.20	11.21	10.50	10.52	10.33
4	25.33	24.64	21.33	17.33	14.62	14.07	14.18	13.26	13.30	13.03
3	34.57	33.62	32.01	25.66	19.87	18.84	18.98	17.90	17.82	17.51
2	výboj spojitý				32.48	29.44	28.80	27.93	27.24	26.69

Z tabulky a případně z grafů $i = f_1(C)$ při stálém R , $i = f_2(R)$ při stálém C je patrné, že intenzita proudu při téměř odporu s rostoucí kapacitou klesá při malých kapacitách rychle, při větších volněji. Závislost na kapacitě je totiž obsažena v a — ve výrazu pro T_2 a tím též pro i — u Righiho jest $a = 1$, čemuž ale experiment odporuje. Závislost intenzity na odporu jest dána křivkami hyperbolickými.

Porovnáme-li navzájem doby nabíjení T_1 a vybíjení T_2 , pak při hodnotách lampy svrchu uvedených jest

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{R \lg n \frac{E - E_0}{E - E_1}}{ar \lg n \frac{E_1}{E_0}} = \frac{5R}{ar}$$

Pokud jest $T_1 \gg T_2$, t. j. $R > r$, potom oscilace drží — jen část katody jest překryta doutnavým světlem (normální spád katodový); v telefonu slyšíme tón, případně pozorujeme okem kmítavý ráz výboje podle barvy jeho, anebo můžeme se o něm přesvědčiti otáčivým zrcadlem, jak už Gassiot učinil. Jak se dá zjistiti otáčivým zrcadlem, jedná se tu obyčejně o oscilace II. řádu — intenzita proudu trubicí procházejícího je nulovou v době, kdy kondensátor se nabíjí. Je-li T_1 blízko T_2 , t. j. vnější odpor blíží se vnitřnímu odporu lampy, ionisace výbojem způsobená nemizí dosti rychle po zhasnutí lampy, oscilace přestanou a nastane výboj spojitý — oblouk, jak postřehneme hned uchem v telefonu, anebo okem z jasnější barvy výboje, anebo ze vzrůstu intenzity proudu. Minimální hodnotu odporu vnějšího R_0 , při němž ještě oscilace se udržují ale ve stavu labilním,¹³⁾ zoveme odporem kritickým. Hodnoty R_0 , nalezené v našem případě pro jednotlivé kapacity obsahuje tabulka:

¹³⁾ Stačí v blízkosti lampy změnit elektromagnetické pole na př. pohybem zelektrované tyče ebonitové, nebo dotknouti se prstem svorky

$C \cdot 10 \mu f$	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R \cdot 10^{-3}$ ohmů	244	175	134	125	114	108	105	100	90	70	55

Hodnoty tyto jsou správné jen na několik procent a závislé na okamžitém stavu lampy. Byly určeny tak, že k dané kapacitě hledán byl nejmenší odpor — postupem od větších — při němž lampa přestává kmitati.¹⁴⁾ Je možno též udržovati R stálým a hledati na proměnném kondensátoru kritickou kapacitu C_0 , t. j. minimální kapacitu, při níž kmity lampy mizí. Tak na př. bylo určeno:

$$R = 10^6 \text{ ohmů} \dots C_0 = 600 \text{ cm,}$$

$$11 \cdot 10^6 \text{ „} \dots 400 \text{ „ atd.}$$

Vnitřní odpor lampy doutnavé dá se určití buď přibližně z frekvence

$$r = \frac{T_2}{\alpha BC}, \quad T_2 = T - T_1, \quad \alpha \doteq 1,$$

anebo z charakteristiky lampy ze vztahu

$$r = \frac{de}{di},$$

při čemž e napětí na svorkách lampy měří se na př. metodou kompenzační. V našem případě byl odpor r o řádu 10^5 ohmů.

Řediteli fysikálního ústavu p. prof. dru B. Macků děkuji za všechny laskavé pokyny a rady, jichž se mi od něho při této práci dostalo.

V Brně, 1. října 1925.

Fysikální ústav Masarykovy university.

s katodou lampy spojené, nebo přiblížiti k lampě cívku — třebas jen jeden závit — spojenou s proudem stejnosměrným nebo střídavým, nebo osvětliti lampu kmitající paprsky viditelnými, hlavně fialovými anebo Röntgenovými a oscilace zmizí a je třeba zvětšiti vnější odpor, aby opět se objevily. Je-li lampa kmitající vzdálena kritického stavu, pak změna elektromagnetického pole v okolí lampy má za následek změnu frekvence související se změnou napětí lampy, jak snadno zjistíme v telefonu. (Srovnej Bergmann, Zeitschrift für den physik. und chem. Unterricht 35, 165, 1922, Lambert, Physik. Zeitsch. 26, 254, 1925, Greinacher, Phys. Z. 26, 376, 1925.)

¹⁴⁾ Zvětšujeme-li odpor, začne lampa kmitati až při $R'_0 > R_0$; jest tedy $R'_0 \dots R_0$ chob, v němž lampa kmitá i svítí spojitě — srovnej Geffckenovu práci ve Phys. Z. 26, 241, 1925.

La lampe au néon comme interrupteur du courant.

(Extrait de l'article précédent.)

Au lieu de la bobine alternative, employée ordinairement pour mesurer des capacités et des résistances à l'aide du pont Wheatstone, on indique différentes méthodes de mesure avec l'emploi de la lampe au néon. On présente des tableaux qui donnent le nombre d'intermittences par seconde en fonction de la capacité, de la résistance et de la tension, ainsi que l'intensité du courant en fonction de capacité et de la résistance.
