

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Josef Zahradníček
Sádka kapacit

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 62 (1933), No. 8, D49--D52

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121896>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1933

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>

PŘÍLOHA DIDAKTICKO-METODICKÁ.

ROČNÍK 8 (1932/33).

ČÍSLO 4.

JOSEF ZAHRADNÍČEK:

Sádka kapacit.

Kondensátory po dvou mikrofaradech, užívané v radioelektrické praxi, zkoušené na napětí 500 voltů a v ceně po 30 Kč, sestavíme v počtu deseti v sádce obdobně jako jsou odpory v kolíčkovém reostatu, jenže ve spojení vedle sebe a nikoli za sebou. Schema spojení paralelních členů sádky je patrné z následujícího popisu.

Kondensátory jsou umístěny ve vhodné skřínce na př. vnějších rozměrech 26,5 cm × 12,5 cm × 12,0 cm, na jejíž svrchní desce ebonitové jsou upevněny rovnoběžně dva pásy mosazné rozměru 26 cm × 1,5 cm × 0,4 cm ve vzájemné vzdálenosti 5 cm; mezi oběma pásy je kolmo připevněno deset pásů kratších délky 4,7 cm. Konečné otvory pro kolíčky v počtu 2 × 10 mají průměr 5 mm. Kapacity jsou svými elektrodami připojeny jednak všechny na pás hlavní, jednak každá z nich na svůj pás příční; dvě svorky jsou připojeny na hlavních pásech.

Jsou-li kolíčky zasunuty v otvorech 1', 2', 3', ... 10', jsou příslušné kapacity spojeny na krátko a tedy vyřazeny; jsou-li kolíčky v otvorech 1, 2, 3, ... 10, je příslušná kapacita zařazena a celková kapacita je dána součtem zařazených členů. Každý z deseti kolíčků musí býti zasunut, a to buď v otvoru m , nebo m' .

Touto sádkou kapacit dá se provést celá řada pokusů, z nichž uvádím následující:

Kapacitní odpor $1/\omega C$, kde ω je 2π -násobná frekvence proudu, je pro stejnosměrný proud nekonečně veliký, neboť pro periodu a frekvenci v tomto případě platí $T = \infty$, $n = 0$ a tedy

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n = 0;$$

zapneme-li však v kruhu s kapacitou shora popsanou, s žárovkou s kovovým vláknem a případně ampérmetrem proud střídavý, klesá odpor s rostoucí kapacitou, nebo též se stoupající frekvencí. Pro proud o 50 per/sec je při kapacitě $C = 2 \mu f$... $C = 20 \mu f$ odpor kapacitní $1,59 \cdot 10^3$ resp. $1,59 \cdot 10^2$ ohmů a při napětí 110 voltů jest intenzita $6,92 \cdot 10^{-2}$ případně $6,92 \cdot 10^{-1}$ ampérů; lampa žhne tím intenzivněji, čím větší kapacita je v kruhu zařazena.

Nabíjení kapacity stejnosměrným proudem a její vybíjení lampou neonovou, a to buď bez odporu — lampa zaplame v tom případě na celých elektrodách krátkotrvajícím sytým zábleskem, nebo vybijeme kapacitu přes velký odpor — nit, dřevo, silit řádu 1 megohmu a lampa zasvitne jen na části elektrod výbojem slabým, trvajícím však několik sekund. Při nabíjení chráníme zdroj odporem řádu 10^4 ohmů.

Za stejných podmínek, t. j. při téže kapacitě a též zdroji je množství vybíjející se elektřiny v obou horních případech stejné, dané součinem napětí zdroje a kapacity, střední intenzita výboje a tedy i jeho doba je různá podle zařazeného odporu, přes nějž se kapacita vybíjí.

Periodický charakter výboje kondensátoru dá se v tomto případě ukázat, zmenšíme-li útlum kruhu kondensátorového, t. j. odpor ohmický na nejmenší míru¹⁾ a do výbojového kruhu zařadíme vhodnou samoindukci. Neonová lampa zapjatá paralelně k samoindukci zasvitne v okamžiku výboje na obou elektrodách.

Je-li napětí zdroje 120 voltů, pak při kapacitě 20 mikrofaraďů a odporu $R = 10^5$ ohmů je doba jedné intermitence proudové asi 3 sec; záleží to ovšem na použité lampě neonové. Se součinem RC roste tato doba přibližně přímo úměrně. Použijeme-li odporu $R = 10^4$ ohmů, pak i při velké kapacitě lampa se sice zapálí, ale oblouk se v ní neutrhne, protože doba výboje je menší než doba nabíjení kapacity z napětí kritického na zápalné napětí lampy — výboj je trvalý, třebaš nikoliv o stálé intenzitě.

Připomínám ještě, že pro přepojování kapacity do kruhu nabíjecího a vybíjecího dá se použítí jak komutátoru třípólového, tak šestipólového.

Periodické nabíjení kapacity stejnosměrným proudem přes velký odpor řádu 10^5 ohmů a její vybíjení lampou neonovou. Spojeny jsou zdroj, velký odpor a kapacita za sebou, lampa neonová pak s kapacitou paralelně; do tohoto kruhu může býti zařazen též telefon-tlampač ke zvukovému zaznamenávání proudových výbojů. Doba nabíjení a vybíjení kapacity při daném odporu je přibližně úměrná velikosti kapacity.

K tomuto jakož i k předešlému pokusu hodí se sádka velkých odporů silitových zařazených za sebou na př. v této úpravě:

1, 1, 5 . 10^4 , 1, 1, 5 . 10^5 , 1, 1, 2, 2 . 10^6 ohmů;

Odpory jsou připevněny na ebonitové deštiče a opatřeny zdírkami, spojovací dráty jsou opatřeny banánky.

Resonanční křivka střídavého proudu nízké frekvence

¹⁾ Je-li použito šestisvorkového přepínače, je na prvním páru svorek zdroj proudu, na druhém kapacita s vhodným odporem, na třetím neonová lampa a případně cívka samoindukční.

o 50 per/sec dá se zachytiti použitím kruhu, v němž je svrchu popsaná sádka kapacit a samoindukce řádu 1 henry. Samoindukční cívka má 30 vrstev po 100 závitů drátu 1,5 mm a železné jádro skládá se z drátů 30 cm délky a 2 mm průměru; vnitřní průměr cívky jest 4,5 cm. Samoindukce cívky je v mezích asi 1 henry až 0,05 henry podle toho, je-li železné jádro do cívky zasunuto nebo z ní vysunuto. V kruhu je zařazena jako ohmický odpor žárovka asi 50 wattů a ampérmetr žárový — nebo elektromagnetický — s rozsahem do 1 ampéru.

V sádce kapacit zařazujeme postupně kapacity a při nezměněné samoindukci sledujeme průběh intensity proudové v závislosti na kapacitě. Vrchol rezonanční křivky, t. j. maximum proudové intensity

$$i = f(C)$$

nastane v případě, kdy platí pro čtverec proudové frekvence vztah Thomsonův

$$\omega^2 = \frac{1}{SC},$$

kde S a C jsou vyjádřeny v henry a faradech. Pro $S = 1$ henry a $C = 20 \mu f$ resp. $C = 2 \mu f$ jest $\omega = 200$ resp. 700 per/sec. Padne tedy vrchol rezonanční křivky pro frekvenci $\omega = 314$ per/sec do hodnot kapacit naší sádky.

Pro danou kapacitu na př. $C = 8 \mu f$ možno najíti vrchol rezonanční křivky vhodným zasunutím jádra a z rovnice Thomsonovy určití samoindukci cívky při dané poloze jádra a pro příslušnou intensitu, kruhem právě procházející. Snadno se přesvědčíme experimentem o tom, že koeficient samoindukce cívky s jádrem je funkcí intensity proudové.

V předešlém je zapjat zdroj střídavého proudu s kapacitou a samoindukcí v jeden kruh. Je též možno a vhodno oscilační kruh sestavený z popsané kapacity a samoindukce, napájeti střídavým proudem v té úpravě, že jím nabíjíme přes odpor asi 100 ohmů — žárovka — kapacitu, k níž je samoindukce zapjata paralelně. Do všech tří větví jak kapacity, tak samoindukce a do hlavní větve se zdrojem zapneme po ampérmetru do 1 ampéru — žárový, nebo elektromagnetický, který ovšem má stupnici závislou na frekvenci. K hrubému posouzení proudové intensity mohou býti tyto ampérmetry nahrazeny žárovkami s malým odporem, připouštějícími intensitu asi 1 ampéru — čtyrvoltové; takových žárovek může býti výhodně použito i v jiných případech, na př. v předešlém. Jest zajímavo všimnouti si případu resonance, kdy v oscilačním kruhu jest intensita největší — obě žárovky svítí jasně — ale zdroj dodává energii poměrně malou, jak patrně na žárovce do větve proudovodu vřazené.

Zpívající oblouk elektrický je pěkným příkladem netlumených oscilací elektrických střední, t. j. akustické frekvence. Dá se předvésti v následující úpravě: Stejnoseměrný proud 120 voltů zavedeme přes tlumivku se železným jádrem²⁾ a reostat do obloukové lampy s elektrodami uhlíkovými, případně s negativní uhlíkovou a kladnou měděnou. Na obloukovou lampu je připojen paralelně oscilační kruh elektrický, skládající se ze samoindukce řádu 0,1 — 0,01 henry — cívka s jádrem zasunovatelným — ze sádky kapacit shora popsané a posuvného reostatu asi 15 ohmů. Oblouk je vhodno chladiti plamenem Bunsenovým.

Zavedeme-li do lampy proud 2—4 ampérů, oblouk se rozkmitá. Oscilace se prozradí zvukem, případně je též zjistíme neonovou lampou, jež je zapojena na svorky cívky induktivně spráženě s cívkou samoindukční; cívka má k tomu účelu dvoje vinutí stejná, z nichž jedno je zapjato v oscilačním kruhu, druhé je pak buď otevřené, nebo je na jeho svorkách lampa neonová. V případě oscilací svítí lampa neonová na obou elektrodách, při proudu stejnosměrném jen na jedné!

Kmitočet oscilací oblouku je dán vztahem Thomsonovým

$$n = \frac{1}{2\pi\sqrt{S \cdot C}},$$

kde S a C jsou vyjádřeny ve faradech a henry. Tak pro $S = 0,01$ henry a pro $C = 2$ až $20 \mu f$ je kmitočet oscilací v mezích 1000 až 300 per/sec. Snadno se přesvědčíme, že s rostoucí kapacitou kmitočet oscilací klesá a podobně i rostoucí samoindukcí, t. j. zasunujeme-li jádro do cívky.

Podmínkou vzniku a udržení oscilací je vhodný odpor ohmický v oscilačním kruhu. Odpor tento r musí býti s odporem oblouku $\partial e/\partial i$ ve vztahu

$$r + \frac{\partial e}{\partial i} = 0.$$

Překročí-li r tuto mez, oscilace nevzniknou a byly-li vzbuzeny, po zařazení odporu zaniknou — oscilace tlumené.

Nutno ještě poznamenati, že při každé periodě střídavého proudu obloukem procházejícího nastanou v oblouku dva kmity vzduchové, a kmitočet tónu je tedy o oktávu vyšší, než jak udává vzorec pro kmitočet elektrických oscilací.

Fysikální ústav Masarykovy university.

²⁾ Primární cívka Ruhmkorffova induktoru nebo cívka k pokusům Elihu-Thomsonovým.