

Vladimír Pilát

Elektrický transformátor. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 62 (1933), No. 3, R44--R47

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121799>

## 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>

IV. Obsah výsledného trojúhelníka:

$$\Delta = \frac{1}{2} a \cdot v_a \quad \text{nebo také,}$$

$$\Delta = \varrho \cdot s. \quad \text{Z toho:}$$

$$\varrho s = \frac{1}{2} a \cdot v_a \quad \text{čili}$$

$$\varrho \frac{a + b + c}{2} = \frac{1}{2} a \cdot v_a, \quad \text{z čehož}$$

$$b + c = \frac{a(v_a - \varrho)}{\varrho},$$

Známe nyní  $a$ ,  $v_a$ ,  $b + c$ .

Geom. místem vrcholu  $A$  jest elipsa, jejíž ohniska jsou koncové body úsečky  $a$  a jejíž hlavní osa rovná se  $b + c$ . Přímka ve vzdálenosti  $v_a$  od strany  $a$  protne elipsu ve výsledných vrcholech trojúhelníka.

## Elektrický transformátor.

Vladimír Pilát.

(Dokončení.)

**Energie.** K doplnění představy ideálního transformátoru vypočteme energii dodanou zdrojem harmonického napětí  $\mathcal{E}$  za vteřinu, jež je dána výrazem  $W = \frac{1}{2} E J_1 \cos \varphi_1$ . Tento výraz shoduje se s reálnou částí součinu  $\frac{1}{2} \mathcal{E} \bar{\mathfrak{I}}_1$ , v němž  $\bar{\mathfrak{I}}_1 = J_1 e^{-i(\omega t + \varphi_1)}$  je výraz komplexně sdružený k  $\mathfrak{I}_1$ . Násobme proto rovnici (10)  $\frac{1}{2} \bar{\mathfrak{I}}_1$   $\frac{1}{2} \mathcal{E} \bar{\mathfrak{I}}_1 = \frac{1}{2} \bar{\mathfrak{I}}_1 \bar{\mathfrak{I}}_1 (R_T + j\omega L_T) = \frac{1}{2} J_1 e^{j(\omega t + \varphi_1)} \cdot J_1 e^{-i(\omega t + \varphi_1)} (R_T + j\omega L_T) = = \frac{1}{2} J_1^2 (R_T + j\omega L_T)$ .

Pak proudový efekt v celém systému

$$W = \text{Rč} \left( \frac{1}{2} \mathcal{E} \bar{\mathfrak{I}}_1 \right) = \frac{1}{2} J_1^2 R_T, \quad \text{rozvedením } R_T \text{ a } p$$

$$W = \frac{1}{2} R_1 J_1^2 + \frac{1}{2} p^2 R_2 J_1^2 = \frac{1}{2} R_1 J_1^2 + \frac{1}{2} R_2 J_2^2 \quad (14)$$

čili

$$W = W_1 + W_2, \quad \text{kde } W_1 = \frac{1}{2} R_1 J_1^2 \text{ a } W_2 = \frac{1}{2} R_2 J_2^2.$$

V ideálním transformátoru zdrojem dodaná energie  $W$  se spotřebuje na krytí Jouleova tepla v obou kruzích  $W_1$  a  $W_2$ . Zároveň je z této rovnice patrné, že primární kruh dodává energii sekundárnímu kruhu  $\frac{1}{2} p^2 R_2 J_1^2 = \frac{1}{2} R_2 J_2^2$ , odkud vysvítá i fyzikální význam indukovaného odporu  $p^2 R_2$  sekundárním kruhem do primárního.

Imaginární část uvažovaného součinu  $(\frac{1}{2} \mathcal{E} \bar{\mathfrak{I}}_1)$  je t. zv. jalový výkon  $W_j$

$$W_j = \mathbf{J} \dot{\mathcal{E}} \left( \frac{1}{2} \mathcal{E} \overline{\mathfrak{S}}_1 \right) = -\frac{1}{2} E J_1 \sin \varphi_1,$$

ježž můžeme vyjádřit rovnicí

$$W_j = \frac{1}{2} \omega L_T J_1^2 = \omega \left( \frac{1}{2} L_1 J_1^2 - \frac{1}{2} L_2 p^2 J_1^2 \right)$$

a užitím poměru  $p = J_2/J_1$  (8) převést na konečný tvar

$$W_j = \omega \left( \frac{1}{2} L_1 J_1^2 - \frac{1}{2} L_2 J_2^2 \right).$$

$\frac{1}{2} L_1 J_1^2$  je energie magnetického pole, vytvořeného primárním proudem,  $\frac{1}{2} L_2 J_2^2$  je magnetická energie, vytvořená protisměrným sekundárním proudem. Magnetická energie transformátorového jádra je menší než  $\frac{1}{2} L_1 J_1^2$  a sice právě o  $\frac{1}{2} L_2 J_2^2 = \frac{1}{2} p^2 L_2 J_1^2$ , čímž je vysvětlen i fyzikální význam zpětného působení sekundárního kruhu na primární indukovaním induktance  $-p^2 L_2$ .

Vyjádření energie celého systému  $W$ , částečných energií dodaných primárnímu kruhu  $W_1$  a sekundárnímu  $W_2$  jen konstantami transformátoru ( $R_1, L_1, R_2, L_2, L$ ) a zdroje ( $E, \omega$ ) použitím rovnic (8), (11), (13), (14) ponechávám laskavému čtenáři.

Všimněme si ještě pro transformátor důležitých krajních případů.

**Chod naprázdno** nastává při otevřené sekundární cívice, čili když  $R_2 = \infty$ . Pak v ní neprobíhá žádný proud ( $\mathfrak{S}_2 = 0$ ) a proto  $p = 0$ . Vzorce (11) a (12) přejdou v jednodušší

$$J_{1:0} = \frac{E}{\sqrt{R_1^2 + \omega^2 L_1^2}}, \quad \text{tg } \varphi_{1:0} = \frac{\omega L_1}{R_1}.$$

V tomto případě je transformátor tlumicí cívkou, jež by kladla stejnosměrnému proudu ( $\omega = 0$ ) odpor  $R_1$ , střídavému však klade odpor mnohem větší, rovný impedanci primární cívky  $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + \omega^2 L_1^2}$ .

V praxi je důležitý poměr svorkových napětí na obou cívkách  $\mathcal{E}'_{2:1}$  (3) a  $\mathcal{E}_{1:0}$  (2), zanedbáme-li  $R_1$  jako malé proti  $\omega L_1$ ,

$$\frac{\mathcal{E}'_{2:1}}{\mathcal{E}_{1:0}} = \frac{-j\omega L \mathfrak{S}_{1:0}}{-j\omega L_1 \mathfrak{S}_{1:0}} = \frac{L}{L_1} = \frac{n_1 n_2}{n_1^2} = \frac{n_2}{n_1},$$

který je roven při chodu naprázdno poměru počtu závitů obou cívek. Libovolným zvětšením nebo snížením počtu sekundárních závitů můžeme získati libovolné sekundární svorkové napětí.

$$W = W_1 = \frac{1}{2} R_1 I_{1:0}^2.$$

Energie zdrojem vydaná se spotřebuje na *Jouleovo* teplo v primární cívice.

**Chod nakrátko** by nastal pro nulový odpor sekundárního kruhu,  $R_2 = 0$ . Transformační poměr  $p$  (8) se v tomto mezním

případě zjednoduší

$$p = \frac{J_2}{J_1} = \frac{\omega L}{\sqrt{\omega^2 L_2^2}} = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_2^2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Poměr intenzit je rovný obrácenému poměru počtu závitů v obou cívkách, tedy nezávislý na frekvenci  $\omega$ , což je zejména důležité při telefonickém zesilování (nízkofrekvenční radiotransformátory). Volbou počtu sek. závitů můžeme řídit velikost sekundárního proudu. Rovněž v tomto případě se obecné vzorce (8a, 11, 12, 13) zjednoduší

$$J_1 = \frac{E}{\sqrt{R_1^2 + \omega^2 \left( L_1 - \frac{n_1^2}{n_2^2} L_2 \right)^2}} = \frac{E}{R_1}, \quad \text{tg } \varphi_1 = 0,$$

$$J_2 = \frac{n_1}{n_2} J_1, \quad \text{tg } \psi = 0.$$

Oba proudy  $\mathfrak{S}_1$  a  $\mathfrak{S}_2$  se liší fázově o  $180^\circ$  (pokusy *Thomsonovy*). Elm. síly  $\mathfrak{E}_2$  (5) a  $\mathfrak{E}_{2,1}$  (3), fázově rovněž opačné, se ruší, jak plyne ze zjednodušené druhé základní rovnice (II) pro  $R_2 = 0$ .

**Zatížený transformátor.** Je-li ke svorkám sek. cívky připojen ohmický odpor (žárovky, obloukové lampy a pece, topná tělesa), platí obecné vzorce (8, 8a, 11, 12, 13), v nichž však  $R_2$  je součet vnitřního odporu sek. cívky  $R_i$  a odporu připojeného proudovodiče  $R_e$  ( $R_2 = R_i + R_e$ ). Obecné rovnice platí i pro induktivní zatížení (motory, transformátory), když  $L_2 = L_i + L_e$ , kde  $L_i$  je indukance sek. cívky a  $L_e$  indukance připojeného spotřebiče.

Tyto úvahy platí pro zidealizovaný transformátor, t. j. bez rozptylu magnetických siločar, bez hystereze, *Foucaultových* proudů, kapacity, s konstantní permeabilitou  $\mu$  a tudíž i konstantními koeficienty samoindukce  $L_1, L_2$  a vzájemné indukce  $L$  na frekvenci  $\omega$  nezávislými. Jemu se velmi blíží kruhový solenoid bez železného jádra s těsně řaděnými závitů bud' nad sebou ve 2 vrstvách, nebo střídavě vedle sebe, jež v praxi téměř představuje t. zv. vysokofrekvenční (vzduchový) transformátor.

**Použití.** Elektrický transformátor je stroj bez pohyblivých součástí, pracující úplně samočinně, jímž můžeme získati libovolné sekundární napětí nebo intenzitu vhodnou volbou počtu sekundárních závitů. Pracuje velmi hospodárně, t. j. poměr mezi vydanou a spotřebovanou energií, t. zv. účinnost stroje, je skoro roven 1 (až 99%). Užívá se ho dvojnásobně.

Při transformaci nahoru se docilují vyšší nebo velmi vysoká napětí, ovšem při nižších intenzitách vzhledem k primárnímu kruhu, na př. telefonní, telegrafní transformátory, transformátory v eliminátorech, transformátory k měření velikých intenzit,

t. zv. měniče proudu, transformátory pro dálkový přenos elektrické energie (20 kV — 100 kV), induktoři, transformátory pro pohon *Roentgenových* lamp, transformátory pro výzkum izolátorů a hmot při vysokém napětí atd., z nichž poslední se svou funkcí blíží meznímu případu chodu naprázdno ( $R_2 \doteq \infty$ ).

Transformací dolů se získávají vyšší nebo i ohromné intenzity při nízkých napětích, na př. transformátory zvonkové, žhavicí, výstupní transformátory k dynamickým reproduktorům, transformátory k měření vysokých napětí, transformátory měnící vysoká napětí na užitková napětí (220 V), transformátory svářečí, indukční pece atd., z nichž poslední jsou téměř realizací chodu nakrátko ( $R_2 \doteq 0$ ).

## Kalendář Mayů.

Dr. Arnošt Dittrich.

Zase jednou chceme reformovati kalendář. Mnoho se debatuje o všelijakých návrzích. V americké literatuře upozornili specialisté na zvláštní indiánský kalendář Mayů. Je zajímavý svou bezohlednou důsledností; pozornosti zasluhuje ostatně též proto, že je klíčem ke zvláštní astronomii Mayů. Neboť pozorování jejich jsou zapsána v jejich vlastním kalendáři. Týž má jistý podíl na vzniku jejich hvězdářství. Je totiž pro účely astronomické velmi praktický.

Kalendář Mayů jako jiné kalendáře zakotven je v dávné minulosti lidstva, v dobách praehistorických.<sup>1)</sup> V podstatě vznikly na zemi dva typy kalendářové. Totemistický kalendář, severní a sluneční, začíná jistým mezníkem, jako první zahřmění, objevení se motýlů či jiným zvířecím znakem a na nejvyšším stupni heliakickým východem stálice, na př. Siria. Rok dělí se na části, jako leden, který arci znamená opravdové zalednění, květen opravdový rozkvět a p. Jsou to takové lhůty, jako senoseč, žně, prázdniny. Počet jejich nikterak nemusí býti dvanáct a nejsou obecně stejné délky. Kolik dní má rok, nemusí kmenové užívající takového kalendáře vůbec vědět. Proto může se také dlouho říkat, že má 304 dny neb 360 dnů, aniž si kdo všimne neshody. Neboť mezi primitivy jen málo kdo umí opravdu do 360ti počítat, aby mohl zjistit na př. na heliakickém východu, že 360 je málo. — U Indiánů středoamerických užívá se čísla 400 jako náhrady „nesmírného množství“.

Druhý typ kalendáře je lunární. Děkujeme zaň ženské kultuře

<sup>1)</sup> „Praehistorie našeho hvězdářství“. Populární hvězdářské rozpravy, Seš. 3. 1931.