

Ferdinand Pietsch

Co rozumíme proudem střídavým a stejnosměrným

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 56 (1927), No. 1, D1--D9

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/108867>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1927

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>

Dr. FERDINAND PIETSCH:

Co rozumíme proudem střídavým a stejnosměrným.

Málo je pojmů fyzikálních, u nichž by název pojmu souhlasil s obsahem pojmu samotného. Často narážíme na vžitě již názvy zcela nesprávné (na př. koňská síla), které vznikly nahodile v době, kdy pojem nebyl dost precisován. Někdy zase kryje se název s pojmem při jeho vzniku, ale při dalším rozvoji věci samé rozsah pojmu se zvětšuje, název však zůstává, ač neodpovídá již přesně pojmu, jež má značiti. Často též jedním a týmž slovem označujeme dva pojmy od sebe rozdílné. To máme na př. u slova proud. Mnoho lidí užívá tohoto slova, často jen z pouhého zvyku a myslí při tom napětí. Slyšíme na př., že byl zabít silným proudem, což značí vlastně, že se dotknul vodiče o vysokém napětí. Také i odborníci se vyjadřují nesprávně, říkajíce: Tento vodič není pod proudem, což značí vlastně, že není pod napětím, že na něm nespočívá napětí. Mimo to však užíváme zcela všeobecně slova proud k označení energie elektrické, tedy k označení toho, co nám počítadlo napočítá. Ve veřejných vyhláškách čteme, že cena proudu byla snížena. K velkému překvapení nezavěšeného člověka měříme pak proud na kwh místo na ampéry. Dovedeme si pak představit, jaký chaos musí vzniknouti v hlavě laika nebo začátečníka, u něhož pojmy nejsou ještě vžity. Vidíme z toho, jak je důležité, aby začátečník dobře rozeznával napětí jako příčinu proudu a pak, aby opět si byl vědom toho, že obě veličiny svým součinem rozhodují o spotřebě energie elektrické a že počítadlo elektrické jest nejen ampermetrem, ale i voltmetrem.

V tomto článku chci se podrobněji zmíniti o pojmech, jichž názvy všem lidem jsou dosti běžné; jsou to: proud střídavý a proud stejnosměrný. Ovšem tím vlastně máme na mysli tvar elektrické energie, jež se jeví buď v napětí střídavém nebo stejnosměrném a v proudu z toho vznikajícím. Hledíme-li ovšem na napětí a proud jako na pouhé veličiny, jichž směr i velikost mohou podléhati časovým změnám, pak můžeme obě řešiti společně, považující je za stejné. Podle názvu proud střídavý jest tedy hlavním znakem střídání směru. Nejjednodušší stroj, v němž vzniká napětí střídavé, jest dvou-pólový magnetoelektrický stroj, u něhož cívky s jádrem pohybují se kol pólů magnetických. V prvním přiblížení pojmu představujeme si, že proud nabývá určité velikosti, na níž se drží po půl periody.

a pak náhle klesá a mění svůj směr na opačný při stejné velikosti. Tím nabýváme proudu, jehož časový průběh se dá znázorniti dvěma stejnými obdélníky nad a pod osou. Současně nabýváme pojmu periody a frekvence. Tato představa je nejhodnější pro začátečníka. Jsou-li nám známy již pojmy toku magnetického, tu poznáváme na základě toho, že napětí vzniká změnou toku magnetického, že napětí bude se měniti spojitě, že jeho průběh bude se řídití podle průběhu toku magnetického odpovídajícího jednotlivým polohám cívek vůči magnetům. Nehledíme-li zatím na hysterese a jiné okolnosti, tu můžeme si již učiniti správnější představu o proudu střídavém, jehož časový průběh bude dán křivkou, stejně k maximu stoupající, jako od maxima klesající, a již po půl periodě v negativní části se opakující. Jest to tedy proud, jehož velikost se mění spojitě s časem, ale také ovšem směr. Nejjednodušší takový časový průběh jest dán sinusovkou. Proto slouží nám také za znak proudu střídavého (\sin). Na sinusovém proudu dají se nejlépe vyložití základní vlastnosti proudu střídavého, pojem střední intensity, efektivní, odporu induktivního, kapacitního, impedance atd. Jsme si vědomi, že tento sinusový proud bude v telefonu vyluzovati tón určité výšky, že předražený kondensátor nebude překážkou průchodu proudu, že ve voltmetru nevytloučí mědi.

Ačkoli se snažíme v alternatorech vyrobiti napětí průběhu sinusového, přece víme, že vlivem drážek a jiných okolností ani napětí neprobíhá sinusově. Proud, jenž vlivem napětí vznikne, může míti zase zcela jiný průběh podle toho, jde-li odporem ohmickým neproměnným nebo proměnlivým (žárovky uhelné, kovové, oblouk-světelný), prochází-li induktivním odporem bez železa nebo se železem, jde-li kondensátorem atd. Setkáme se tedy v praxi s průběhy velmi odlišnými od této jednoduché představy sinusové. Budou to křivky, jež nebudou již probíhati symetricky kol maxim, ani svým průběhem v negativní části nebudou se rovnati části pozitivní, ale jednu vlastnost budou míti společnou, že se totiž budou opakovati po určité době, to jest periodě. Víme dobře, že skládáním sinusovek, jichž frekvence jest celistvým násobkem základní frekvence, přicházíme k takovým periodickým křivkám. Obráceně bylo dokázáno, že každá funkce periodická se dá vyjádřiti funkcemi sinusovými, tedy proud periodický dá se rozložití na samé sinusovky o jiných frekvencích a fázích. Kdybychom hleděli jen na střídání směru, tu by musela jakákoli periodická křivka protínající osu časovou a probíhající tedy také pod osou, značiti proud střídavý.

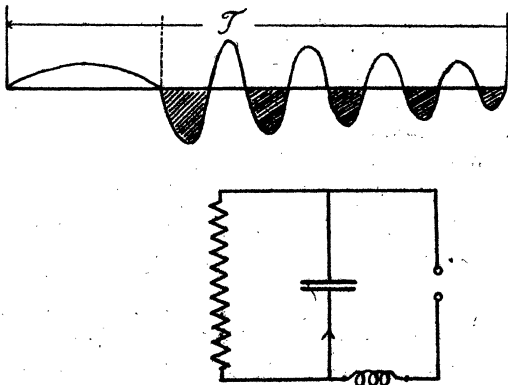
Dříve než přikročíme k přesné definici proudu střídavého, musíme si ujasnití nejprve, co rozumíme proudem stejnosměrným. Podle názvu samotného soudě, jest hlavním znakem stejnost směru. K této jednoduché představě přicházíme, vzpomeneme-li si na magneto-elektrický stroj opatřený dvoudílným komutátorem. Název stejnosměrný proud nepovídá nám nic o tom, mění-li se velikost jeho s časem: Proto musí býti také stejnosměrným proudem proud, jehož

časový průběh je dán sinusovkou po půl periodě vždy nad osu vztyčenou. Takový proud dostaneme na př. synchronně běžícím dvoudílným komutátorem ze sinusového proudu střídavého nebo rtuťovým usměrňovačem a pod. Všechny proudy stejnosměrné ze strojů pocházející mají podobný průběh, tak zvaný vlnitý, neboť *nemáme ještě v praxi stroje stejnosměrného*, nýbrž jen stroje vyrábějící proud střídavý a jej usměrňující hned na místě komutátorem.

Naproti tomu z článku naprosto stálého můžeme brát proud, jehož velikost se s časem nemění. Časový průběh je tedy znázorněn přímkou rovnoběžnou s osou časovou. Dvě rovnoběžné přímkové slouží nám tudíž za znak proudu stejnosměrného (=). To by tedy byl stejnosměrný proud v nejužším vymezení. Správněji vystihuje tento proud polský název »proud stálý« nebo francouzský »courant continu«. Při této definici by však nebyly stejnosměrnými nejenom proudy vlnité, ale také i proudy neperiodicky probíhající, jako na př. nabíjecí proud kondensátoru, vzrůstající nebo mizící proud samoindukce a pod.

Mohli bychom tedy pojem proudu stejnosměrného zúžit jen tak dalece, že bychom řekli, že může se jeho velikost s časem měnit, ale ne periodicky.

Vraťme se nyní k proudu střídavému a zkusíme rozhodnouti v daném případě, kam máme proud zařaditi. Na př. oscilační výboj



kondensátoru znázorňujeme vlnovkou nad osou i pod ní probíhající o amplitudě ubývající. Ukazujeme na Teslově přístroji, že jest to střídavý proud o vysoké frekvenci, demonstrujeme induktivní odpor, snadnost transformace atd. Vyhovuje však všem podmínkám střídavého proudu? Vidíme, že nevyhovuje jedné z nejdůležitějších vlastností, to jest, že propuštěn voltametrem vyloučí měř. Vzdor střídání směru přešlo přece jen jisté množství elektrické jedním směrem z jednoho polepu na druhý. Z tohoto případu vidíme již, že

dosavadní definice proudu střídavého není dosti určitá. Nestací pojem sinusoidy, nestačí ani představa průběhu periodického. Křivka periodická, značící proud střídavý v přesném smyslu, musí vyhověti požadavku, že proud střídavý nevyloučí ve voltmetru kovu. To je možno jen tehdy, bude-li *obsah plochy vymezené negativní části křivky stejný s obsahem plochy v části pozitivní*.

Znajíce toto přesné vymezení, můžeme nyní rozhodnouti o tom, co jest na př. výboj oscilační nebo proud vlnitý. Tlumené oscilace lze tedy považovati za superposici proudu střídavého a stejnosměrného ubývajícího. Vezmeme-li však v úvahu také nabíjecí proud kondensátoru, který bychom musili tedy pod osu kresliti, tu obdržíme křivku, jejíž celistvý průběh se po určité době opakuje, ale jejíž plocha pod osou i nad osou je stejná, neboť množství nabitě rovná se množství vybitému. Tím obdržíme tedy střídavý proud, jehož perioda bude se rovnati času potřebnému k nabití a vybití kondensátoru. Z tohoto příkladu je viděti, jak nutno dbáti také na pojem periody proudu.

Kam zařadíme nyní proud vlnitý? Ten můžeme složiti z proudu stejnosměrného v užším slova smyslu (stálého) a z proudu střídavého, neboť se mění jeho velikost periodicky. Že zde skutečně obě složky jsou, je viděti z toho, že na př. telefon bude reagovati na tento proud, kondensátorem projde část jeho, ve voltmetru vyloučí určité množství kovu, z něhož můžeme souditi na velikost části stejnosměrné.

Sem patřil by také proud průběhu periodického o nerovných plochách nad i pod osou. Směr jeho se sice střídá, ale množství elektřiny prošlé za celou periodu má určitou hodnotu výslednou, hledíme-li na směr, čili za periodu by se musela vyloučit již měď ve voltmetru. Obě složky lze od sebe oddělit. Lze na př. dosti velkou samoindukcí potlačiti část střídavou (křivka vlnitá se vyhlazuje) nebo zase kondensátorem profiltrovati složku střídavou.

Vzdor přesnějšímu vymezení přece bývá někdy těžko rozhodnouti, jaký proud máme před sebou. Tak na př. chceme-li spojit dva generátory dávající střídavý proud, tu musí míti nejen stejné napětí a frekvenci přibližně stejnou, ale musíme je zapnouti v okamžiku, kdy mají stejnou fázi. Za tím účelem spojíme je na př. tak, aby se v jich obvodu elektromotorické síly při stejnosti fáze sčítaly a zařadíme do obvodu žárovku pro dvojnásobné napětí. Žárovka střídavě shasíná a se rozsvěcuje, což se děje tím pomaleji, čím frekvence obou střídavých proudů jsou bližší. V okamžiku, kdy lampa fázovací nejvíce svítí, zapneme rychle stroje na síť, načež se stroje již samočinně udržují na stejných obrátkách.

V obvodu fázovací lampy sčítají se dvě střídavá napětí o malém rozdílu ve frekvenci. Jest to tedy týž zjev, jako když necháme interferovati dva tóny sobě blízké. Tu vzniká střídavé zesilování a zeslabování zvuku, známé pode jménem rázy. Graficky se znázorňuje zjev skládáním dvou sinusoid o málo odlišné délce a stejné

amplitudě. Je to tak, jakoby se skládaly dvě sinusoidy, jichž fázové posunutí by stále rostlo. Vznikne tedy výslední vlna začínající téměř dvojnásobnou amplitudou, která se stále zmenšuje. To lze poznati také z této úvahy: Napětí první budiž $e_1 = E \cdot \sin \omega_1 t$, $\omega_1 = 2\pi/T_1 = 2\pi f_1$. Napětí druhé budiž $e_2 = E \cdot \sin \omega_2 t$, $\omega_2 = 2\pi/T_2 = 2\pi f_2$. Výslední napětí $e = 2 E \cos \frac{1}{2} (\omega_1 - \omega_2) t \sin \frac{1}{2} (\omega_1 + \omega_2) t = A \sin \frac{1}{2} (\omega_1 + \omega_2) t$. Lze tedy považovati výslední napětí za střídavé napětí o frekvenci $\frac{1}{2} (f_1 + f_2)$ s ubývajícím amplitudou A . Ale pak to není čistý proud střídavý, neboť plocha negativní nerovná se ploše pozitivní. Jest zde tedy stejnosměrná složka superponována. Uvažujeme-li tedy jen řadu vlnek, tu zdá se nám, že jest zde rozpor v tom, že složením dvou střídavých proudů vznikl proud o stejnosměrné složce. Přihlédneme-li však blíže k věci, vidíme, že nelze považovati za střídavý proud tyto vlnky o frekvenci $\frac{1}{2} (f_1 + f_2)$ již proto, že se po uplynutí výslední periody neopakuje vlna. Nutno tedy považovati za periodu dobu, během které se vytvoří n vlnek prvního a $n-1$ vlnek druhého střídavého proudu. Pak je součet negativních i pozitivních ploch stejný.

Lze totiž psáti výslední napětí také $e = 2E \sin \frac{1}{2} (\omega_1 + \omega_2) t \cos \frac{1}{2} (\omega_1 - \omega_2) t = B \cos \frac{1}{2} (\omega_1 - \omega_2) t$, takže výslední frekvence jest $\frac{1}{2} (f_1 - f_2)$. Počet sinusoid jest $f_1/(f_1 - f_2)$ a $f_1/(f_1 - f_2) - 1 = f_2/(f_1 - f_2)$. Je-li na př. $f_1 = 50$, $f_2 = 49.8$, tu by připadlo za 5 vteřin 250 vlnek na 249 vlnek. Tedy perioda výsledního střídavého proudu by byla 5 vteřin, takže by se fázování dalo bez obtíží. Telefon na žárovce zapnutý by vydával tón o absolutní výšce 99.8 kmitů/vt. Při tom by se síla tónu v telefonu měnila, i slyšeli bychom tón stále stejně vysoký, ale střídavě silně a slabě znějící. Předpokládejme, že frekvence proudů střídavých jsou velmi vysoké, pak by membrana telefonu nemohla sledovati kmity o frekvenci $\frac{1}{2} (f_1 + f_2)$, ale konala by jen kmity odpovídající periodě vlastního proudu střídavého $\frac{1}{2} (f_1 - f_2)$ a vydávala by tón odpovídající této nízké frekvenci. Používá se, jak známo, v bezdrátové telefonii (heterodyn).

Že v dnešní době podrobná znalost střídavých proudů je nutnější než dříve, to vyplývá hlavně z velkého rozvoje bezdrátové telegrafie a telefonie. Ve všeobecném používání jsou proudy střídavé o nízkých frekvencích ležících mezi 15—60. V telegrafii bezdrátové užíváme však alternátorů, z nichž vycházejí proudy o vysokých frekvencích, které se ještě zvyšují ve zdvojovačích, takže zde máme co činiti s frekvencemi řádu 100.000. Také máme nyní větší zájem o to, co se děje s membránou, na kterou mluvíme, a jaké proudy povstávají vlivem kmitající membrány v obvodu mikrofonu. Také zde shledáváme se se složitými proudy střídavými, jichž znalost značně prospěla zdokonalení telefonie. Mimo to užíváme nejen velkých usměrňovačů pro přeměnu třífázového proudu na stejnosměrný (rtuťáků), nýbrž také celé řady malých usměrňovačů jednak mechanických, jednak lampových, neboť se značně rozmohlo užívání malých akumulátorových baterií hlavně pro bezdrátovou

telefonii. Tyto menší usměrňovače měnící jednofázový proud na stejnosměrný poskytují nám silně pulsující proud stejnosměrný čili proud vlnitý, který, jak víme, jest složen vlastně ze dvou složek, střídavé a stejnosměrné.

Že není možno považovati tento proud za stejnosměrný, jako to mnozí lidé činí, vidíme z této jednoduché okolnosti. Zařadíme na př. tepelný ampermetr a miliampermetr s měkkým železem a třeba ještě Deprez d'Arsonval do serie a pustíme jimi proud z akumulátorů. Jsou-li to precisiční přístroje, budou ukazovati stejně. Učíme totéž na př. s proudem usměrňeným lampovým usměrňovačem (asi 0·2 ampèr) a budeme viděti, že všechny budou ukazovati něco jiného. Diference budou ještě větší, jestliže při silnějším proudu použijeme shuntů.

Co ukazuje tepelný ampermetr? Ukazuje vlastně hodnotu efektivní $\frac{1}{T} \int_0^T ri^2 dt$ Ostatní přístroje ukazují jakousi střední hodnotu, ale nevíme, jakou, tudíž nemůžeme jich údajů upotřebiti. Přesně bychom mohli určití intensitu také voltametrem na měď nebo stříbro, ale údaj by nemohl souhlasiti s tepelným přístrojem, neboť vyloučené množství kovu je úměrno $\int i dt$, takže bychom

obdrželi hodnotu skutečně střední $\frac{1}{T} \int_0^T i dt$. Kdybychom oscilogra-

fem zjistili průběh proudu, tu bychom planimetrováním plochy původní zjistili střední hodnotu proudu.

Nabíjíme-li akumulátory tímto proudem a měříme-li tepelným přístrojem, tu nemůže kapacita akumulátoru takto měřená odpovídati skutečné, neboť chemické akce v akumulátoru neodpovídají $\int ri^2 dt$, nýbrž $\int i dt$. V praxi se přirozeně o těchto věcech neuvažuje, neboť tam stačí přibližné hodnoty. Při měřeních však musíme použiti jen tepelného ampermetru nebo voltmetru podle toho, co chceme zjišťovati, a ve výsledcích vždy uvéstí, *jakým ampermetrem* měřeno.

Také v bezdrátové telefonii a telegrafii máme co činiti s usměrňenými proudy, neboť detektory nejsou nic jiného než usměrňovače. Nabíjecí proudy do anten nutno také měřiti tepelnými přístroji.

Na základě uvedeného můžeme definovati proudy takto:

1. Stejnosměrný v nejužším smyslu čili stálý jakožto proud, jehož velikost se nemění s časem (značka =).
Známky: nepůsobí na telefon, nemůže procházeti kondensátorem, vylučuje kov ve voltametru, samoindukce neklade mu odporu.

2. Stejnosměrný v širším smyslu jakožto proud, jenž se mění s časem, ale tak, že změna není periodická, ovšem při zachování směru.

3. Střídavý proud je takový proud, jehož průběh se nejen opakuje po určité době, ale u kterého část plochy pod osou časovou vymezená rovná se ploše nad osou.

Známky: vyvolává tón v telefonu, nevylučuje kovu ve volta-metru, prochází kondensátorem, samoindukce mu klade odpor; vedle okamžité hodnoty nutno rozeznávat střední a efektivní.

Pulsující proud stejnosměrný, jak se často říká, dá se rozložit na proud stálý a střídavý. Nutno tudíž u něho rozeznávat hodnotu střední a efektivní, a musí vykazovat vlastnosti obou druhů proudů.

Podávám tímto návrh na vymezení druhů proudů a očekávám, že interestenti zaujmou k tomu stanovisko a podají po případě návrhy na zlepšení nebo doplnění definic.

Současně jsem toho mínění, že by se mohlo o střídavém proudu více vykládati, než se to doposud děje, aniž by se tím mnoho učebná látka rozšířila. V nižších třídách se omezíme ovšem jen na to, že upozorníme na rychlé střídání směru, a nějakým nápadným způsobem toto střídání učiníme slyšitelným. Na př. většina kabinetů má malý demonstrační rozkladný transformátor. Pustíme-li střídavý proud do cívky primární, tu můžeme ukázat, že se jádro přerývané magnetuje tím, že uvolníme pomocí šroubů hořejší část jádra železného. Uvolněná část začne pravidelně narážeti v tempu asi 100 za vteřinu a to takovou silou, že se až celý stůl otřásá a transformátor ujíždí. Přitahováním šroubků zmírní se hluk a mění se na jemný tón, který vydávají všechny přístroje s jádrem železným. Také lze ukázat, že ampérmetr se vtahovacím jádrem se vlivem střídavého proudu chvěje. Také telefonu lze použít k dokázání rychlého střídání proudu.

Ve vyšších třídách lze snadno střídavý proud sinusový vyložit, neboť vše k porozumění je připraveno úvodem k akustice a optice. Časovým rozvinutím kmitu harmonického dostáváme již proud sinusový, jehož hodnoty okamžité jsou průměty otáčejícího se poloměru (pojem vektoru). Necháme-li současně točiti dva vektory na sobě kolmé, nebo 3 o 120° otočené, dostáváme již 2- a 3fázový proud. Tytéž obrázky, které slouží nám k výkladu o kmitu nebo vlnění, poslouží nám k výkladu střídavých proudů. Snadno lze dokázat, že lze skládání proudů (sinusovek) provést již napřed skládáním vektorů podle principu rovnoběžníku. Sinusovku lze nahraditi rovnoplochým obdélníkem, jehož výška nám značí proud, jenž by nám přivedl za půl periody stejné množství elektrické. (Obdélník lze obdržeti na př. vystřížením sinusovky z papíru a zvážením.) Podobně lze ze sinusovky sestrojiti novou křivku povýšením okamžitých hodnot na druhou a zase naléztí rovnoplochy obdélník. Tím obdržíme ekvivalentní intenzitu stálou, jež by způsobila totéž zahřátí vodiče. Tím tedy máme hodnotu střední a efektivní.

Snadno lze demonstrovati, že samoindukce způsobuje zdánlivý odpor. Primární cívka transformátoru propustí při 120 V střídavého

proudu na př. 1 A, kteréžto intensity dosáhneme snadno při stejnosměrném napětí menším než 2 V. Lze také ukázatí zařazením žárovek do serie s cívkou, že vkládáním jádra železného střídavá intenzita klesá.

Že střídavý proud projde kondensátorem, dá se vyložití snadno elektrostatickou indukci. Demonstrace ampermetrem není tak snadná, neboť nemáme ve škole větších kondensátorů než těch, které jsou v Ruhmkóřích a které propouštějí jen desítky mA. Nutno se uchýlití k telefonu nejlépe o velkém odporu (2000 Ω), který nám prozradí i nepatrné proudy láhví Leydenskou procházející.

Odvozovati přesně pojmy samoindukce, kapacity a hlavně jich odporu ($\omega L, \frac{1}{\omega C}$), po případě impedance, jest pro střední školu obtížné. Myslím, že i v jiných případech je nutno uchýlití se od vědeckého postupu a také v tomto případě prostě uvéstí způsob, jak se vypočítá intenzita střídavého proudu na základě impedance a prověřití na číselných příkladech.

Pojem fázového posunutí lze lehkou vyložití na sinusoidách i pomocí vektorů a přijde k dobru i v optice při interferenci. Ovšem při složitých periodických průbězích jest pojem fázového posunutí těžko definovatelný, neboť každá harmonická má své vlastní posunutí. Lze na př. definovatí fázové posunutí jako vzdálenost těžišť ploch, jež příslušné křivky s osou časovou vymezují. Také lze však zavéstí pojem jakéhosi středního posunutí tím, že ve výrazu pro kosinus výsledního fázového posunutí budou zastoupeny jednotlivé kosiny příslušných složek a to v poměru svých amplitud.

Pro střední školy se spokojíme ovšem jen sinusovkou.

Chci ještě uvéstí nějakou poznámku o magneto-elektrickém stroji. Tyto stroje bývají v našich kabinetech ve starém provedení a byly sestrojeny za tím účelem, aby se jimi dalo elektrisovatí. Proto nemají tyto stroje ani kroužků, ani komutátoru, nýbrž mají takové opatření, aby se konce cívek ve vhodném okamžiku krátce spojily, načež tento proud, vzniklý krátkým spojením, se přeruší, čímž povstane samoindukční napětí, jež má teprve dostatečnou velikost, aby v těle vyvolalo žádaný účinek.

Ale pro demonstraci indukovaného proudu jest takovéto zařízení neúčelné a bezcenné. Teprve připojením dvou kroužků a dvoudílného komutátoru obdržíme přístroj, jímž lze na Deprez d'Arsonvalově galvanometru ukázatí proud střídavý i pulsující stejnosměrný. Na samoindukci jsou založeny také magneto-elektrické stroje v praxi užívané (Boschovo zapalovadlo) pro explozivní motory. Mají sice sekundární vinutí, které však je pokračováním silného primárního. V určitém okamžiku spojí se konce silného vinutí na krátko, čímž vznikne proud i pole magnetické v kotvě. Rychlým přerušením tohoto proudu vznikne pak napětí samoindukční nejen v silném, ale i v tenkém vinutí, čímž velikost jeho dosáhne takové

hodnoty, že povstane mohutná jiskra. Pro výklad se takovéto stroje málo hodí, neboť pojem samoindukce i demonstrace jest dosti obtížna, a posluchač musí pojem indukce mít dobře vžitý, než lze začít o samoindukci.

Tím podal jsem stručný nástin, jak si asi představuji postup při výkladu o proudech střídavých, a jsem ovšem ochoten podati konkrétnější ukázkou takového postupu výkladu v »Příloze«. Bylo by záhodno, aby ostatní kolegové přispěli svou zkušeností k zdokonalení uvedeného návrhu. Diskuse o tomto tématu by velmi prospěla k ujasnění toho, jak máme vykládati o střídavých proudech ve školách.

Dr. ARNOŠT DITTRICH:

Jak bychom mohli dospěti k praktickým učebnicím matematiky.

Před lety dělaly se obrázkové knihy pro děti tak, aby se líbily rodičům, jež je v krámě vybírají. Tu přišli umělci, kteří se dovedli vcítiti do duše dětské, s knihami opravdu dětskými. Zprvu byly těžko prodejné. Rodičům se nelíbily, a jen těžko věřili knihkupci, když tvrdil: »Uvidíte, že vaše dětičky budou nadšené...«

Podobně je s učebnicemi. Píší je odborníci, posuzují je odborníci. Na konec vyjde tlustá kniha, jež se líbí censure. — A mládež?

Myslím, že dobrou knihu by si nechala na trvalo, do života. Ve skutečnosti se školní knihy co nejdříve prodají.

Tyto poznámky nemají býti nevlídné vůči autorům dosavadních učebnic. Vždyť je to nesmysl žádati, aby někdo miloval matematiku od sčítání $1 + 1$ do integrací.

Není divu, že kniha je dobrá v partiích srdci spisovatele blízkých a mdlá tam, kde osnova ho nutí k vypracování témata jemu lhostejného.

K dobrým učebnicím bychom snad mohli přijíti cestou, na kterou jsem jako mladý profesor přišel pod tlakem nepříznivých okolností.

Přišel jsem na zanedbaný ústav. V kvintě se objevovaly chyby jako $a \cdot a \cdot a = 3a$. Důkazy příslušných učebnic byly žákům těm příliš těžké. Všude se muselo doháněti, a první komposice přede dveřmi. Ředitel mne žádal, abych učil mimo školní čas. To jsem mu šetrně odepřel. Učil jsem induktivně na příkladech vhodně vybraných, aby žáci již v příští komposici mohli řešiti příklady. Tenkrát se mi vyjasnilo, že příklady jsou hlavní věci, teorie vedlejší. Sledoval jsem tyto myšlenky dál a dál a po řadě let měl jsem rukopisnou sbírku poznámkových a řešených příkladů, pomocí které jsem učil. Doporučuji podle poslední fáze mých zkušeností psáti na volné listy nějaké samovazné knihy. (Užíval jsem samovazače