

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTROTECHNIKÓW POLSKICH.

KOMISJA BIBLIOTECZNA  
Kola Naukowego Techniki Wojskowej

WYCHODZI 1-go i 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

<b>PRZEDPŁATA:</b> kwartalnie . . . . złp. 4.—  Cena zeszytu groszy 70.  Złoty polski, płatny w markach polskich, podług notowań Ministra Skarbu dla franka złotego.	Biuro Redakcji i Administracji: Warszawa, Czackiego № 5 m. 24, I piętro (Gmach Stowarzyszenia Techników), telefon № 90-23.  Administracja otwarta codziennie od g. 12 do g. 4 po poł.  - Redaktor przyjmuje we wtorki od godziny 7-ej do 8-ej wieczorem. -  Konto № 363 Pocztovej Kasy Oszczędności.	<b>№ bibl.</b> <b>CENNIK OGŁOSZEŃ:</b> Ogłoszenia jednoraz. na 1/1 str. złp. 50 " " na 1/2 " " 27 " " na 1/4 " " 15 " " na 1/8 " " 8 Strona tytułowa (I) 50 proc. drożej, okładki zewn. (II) 20% " " wewn. (II) i (III) 20% droż. Ogłoszenia strony tytułowej przyjmowane są tylko całostronicowe. Podwyżka cennika ogłoszeń obowiązuje wszystkie już zleczone ogłoszenia od dnia zmiany cen bez uprzedniego zawiadom.
---	---	---

Rok VI.

Warszawa, dnia 1 stycznia 1924 r.

Zeszyt 1.

**TREŚĆ:** Natężenie pola magnetycznego, a indukcja magnetyczna, prof. inż. Mieczysław Pożaryski. — Sprawozdanie ze Zjazdu kierowników elektrowni w dniu 17 grudnia 1923 roku. — Z gospodarki elektrycznej. — Normy i przepisy bezpieczeństwa. — Wiadomości techniczne. — Różne. — Nowe wydawnictwa. — Stowarzyszenia i organizacje. — Uprawnienia i wiadomości rządowe. — Przemysł i handel. — Przegląd Radjotechniczny: Broadcasting, inż. A. M. Cheftel. — Wiadomości techn. — Przegląd literatury.

## Natężenie pola magnetycznego, a indukcja magnetyczna.

Prof. inż. Mieczysław Pożaryski.

W literaturze elektrotechnicznej znajdujemy, niestety, wielki brak ścisłości w stosowaniu pojęć „natężenie pola magnetycznego” i „indukcja magnetyczna”. Przypisać to należy temu, że są to pojęcia pokrewne i tak zespolone, że nawet wśród teoretyków—we francuskim Towarzystwie fizycznym—wywiązała się długa dyskusja co do jednostek, jakie mają być stosowane do mierzenia tych dwóch wielkości. Czy należy ustalić dwie jednostki odrębne, jako mające różne fizyczne znaczenie, czy też może być jedna wspólna jednostka, gdyż pojęcia te fizycznie są identyczne i tylko wartości liczbowe mogą mieć różne?

Zdania członków Towarzystwa narazie są rozbieżne i tylko dłuższa dyskusja może doprowadzić do ujednostajnienia poglądów.

Pomimo pewnej chwiejności, jaką mamy w ujęciu ścisłej definicji natężenia pola magnetycznego i indukcji magnetycznej, nie można jednak zupełnie usprawiedliwić pomieszania tych pojęć, jakie spotykamy w wielu podręcznikach elektrotechniki.

Przejrzyjmy np. ogólnie u nas znaną książkę d-ra Gustawa Benischke (wyd. V), p. t. „Die wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik”. Prof. Benischke dla uproszczenia wzorów z góry przyjmuje bezwzględny elektromagnetyczny układ jednostek, tak że na str. 3 wzór, określający wielkość natężenia pola, przybrał postać

$$H = \frac{m}{r^2}.$$

Autor nie wspomina nawet, że wzór ten dotyczy powietrza.

Zobaczymy, jakie stąd wyniki.

Na str. 114 znajdujemy wzór Laplace'a na siłę współdziałania pomiędzy elementem prądu i biegunem magnetycznym:

$$dF = \frac{i \cdot m \cdot dl \sin \alpha}{r^2},$$

stąd wynika wzór na oddziaływanie pola magnetycznego na prąd elektryczny. Według poprzedniego określenia:

$$H = \frac{m}{r^2},$$

a więc:

$$dF = i \cdot H \cdot dl \sin \alpha.$$

Z tego wzoru niewątpliwie wynika, że dla obliczenia siły oddziaływania pola magnetycznego na prąd należy natężenie prądu pomnożyć przez natężenie pola magnetycznego i t. d. Łatwo jednak sprawdzić w dowolnym poważnym podręczniku teorii elektromagnetyzmu, że tak nie jest i że dla wyznaczenia powyższej siły należy mnożyć prąd przez indukcję magnetyczną w tem polu. Czytelnik może powie, że prof. Benischke miał na myśli powietrze (choć o tem nic nie mówi) i dla tego wypadku swój wzór wyprowadzał, stosując bezwzględne jednostki elektromagnetyczne. Nie może być jednak praw innych dla powietrza, a innych dla ośrodków odmiennych.

Wzory, zastosowane przez Benischkego do wyrażenia siły działania pola magnetycznego na prąd elektryczny, sprawiają również niewłaściwe ujęcie

prawa indukcji elektromagnetycznej. Na str. 205 znajdujemy wzór:

$$e = H \cdot v \cdot dl,$$

a do niego wyjaśnienie, że, aby obliczyć siłę elektromotoryczną indukcji, należy mnożyć natężenie pola przez prędkość i długość drutu; nie się natomiast nie mówi, że to praktycznie tylko w powietrzu przy pewnym układzie jednostek liczbowo sprawa tak się przedstawia.

Dalej przy przejściu do obwodów zamkniętych znajdujemy wyraz:

$$H \cdot ds \cdot dl = dz.$$

Tutaj  $dz$  — ilość linii sił, pomimo, że na str. 139 mamy zastrzeżenie: „nazwę linie sił stosować będziemy tylko do  $B$ —linji”. Jeżeli uwzględnimy tylko powyżej napisany wzór i rozważymy siłę elektromotoryczną w obwodzie zamkniętym:

$$E = \frac{dz}{dt},$$

to dojdziemy do wniosku, że wielkość siły elektromotorycznej indukcji wyraża się zmianą w jednostce czasu strumienia magnetycznego, pojętego jako iloczyn natężenia pola przez pole powierzchni, prostopadłej do tego natężenia, co jest oczywiście fałszywe. Szczególnie jaskrawo uwydatni się to przy rozważeniu np. transformatora. Czy w transformatorach siły elektromotoryczne indukują linie natężenia pola czy indukcji magnetycznej? Nikt z elektrotechników oczywiście nie wątpi, że są to właśnie linie indukcji magnetycznej.

W zupełnie podobny sposób przedstawiona jest sprawa u Eric'a Gerard'a w *Leçons sur L'Electricité*, a nawet u Ferraris'a w *Wissenschaftliche Grundlagen der Elektrotechnik*. Po bardzo ścisłym określeniu pojęcia pola magnetycznego i indukcji magnetycznej, po wyprowadzeniu energii prądu w polu magnetycznym:

$$W = i \Phi,$$

gdzie  $\Phi$  — strumień indukcji, parę stron dalej znajdujemy:

$$\Phi_2 - \Phi_1 = H \cdot s \cdot l \sin \Theta,$$

a stąd:

$$F = i \cdot H \cdot l \sin \Theta.$$

Taką samą obojętność w sprawie odróżniania natężenia pola magnetycznego od indukcji magnetycznej mamy u Ch. P. Steinmetz'a w „*Theoretical Elements of Electrical Engineering*” i u P. Janet'a w „*Leçons d'Electrotechnique générale*”.

Tu, po określeniu,

$$\Phi = H \cdot s$$

i

$$\Phi = \frac{4 \pi n i \cdot s}{l}$$

znajdujemy oświadczenie, że w żelazie strumień magnetyczny zwiększa się  $\mu$ —razy i przez to tam

$$\Phi = \frac{4 \pi n i \cdot s}{l} \cdot \mu.$$

Nieco lepiej przedstawia się sprawa w książkach Arnolda. Tu w „*Theorie der Wechselströme*”

u. *Transformatoren I. L. la Cour'a*” na str. 9 znajdujemy ściśle określenie pojęcia natężenia pola, indukcji magnetycznej i strumienia magnetycznego jako:

$$\Phi = B \cdot s,$$

a potem

$$E = - \frac{d\Phi}{dt}.$$

Jednak i tu wśliznęła się wzmianka, że na podstawie wzoru Laplace'a wypada

$$K = H i d s \sin \varphi,$$

gdzie  $K$  jest siła działania pola na prąd.

Z tego przeglądu literatury elektrotechnicznej wyraźnie widzimy, że sprawa ścisłego stosowania pojęć niewątpliwie różnych: natężenia pola magnetycznego i indukcji magnetycznej jest nie dość poważnie traktowana przez autorów. A jednak każdy z nas chyba przyzna, że prawa należy wyrażać ściśle, ogólnie, tak, aby nie było wątpliwości przy stosowaniu ich w różnych okolicznościach. Zgodzimy się również chyba na to, że wzory należy podawać w postaci możliwie najogólniejszej, unikając skrótów, wywołanych założeniami, które pozostają utajone, a więc których domyślać się trzeba.

Cała teoria maszyn elektrycznych oparta jest na pojęciu strumienia magnetycznego, który mówiąc ściślej, jest niewątpliwie strumieniem indukcji magnetycznej, a więc w całej tej teorii możemy obejść się bez pojęcia natężenia pola. Istotnie, poco go wprowadzać i to zastępczo.

Przypuszczać należy, że przyczyną tego stanu rzeczy jest pewna rutyna i dążność do upraszczania wzorów tam, gdzie tego nie należy robić.

Oto bieg ścisły a prosty rozumowania, który pozwala wyrazić rozważane podstawowe prawa.

Przedewszystkiem definicja natężenia pola magnetycznego i definicja indukcji magnetycznej.

Natężenie pola magnetycznego w dowolnym ośrodku wyraża się liczbowo stosunkiem siły mechanicznej do masy magnetycznej, na którą działa ta siła wewnątrz nieskończonego cienkiego walca wydrążonego w rozważanym ośrodku w ten sposób, że oś jego jest równoległa do kierunku siły (długość walca jest skończona).

Indukcję magnetyczną w dowolnym ośrodku znajdziemy liczbowo, mnożąc przez przenikliwość magnetyczną eteru stosunek siły mechanicznej do masy magnetycznej, na którą działa ta siła wewnątrz nieskończonego krótkiego cylindra wydrążonego w rozważanym ośrodku w ten sposób, że oś jego jest równoległa do kierunku siły (podstawa walca ma wymiary skończone).

Na zasadzie tych określeń łatwo wyprowadzimy zależność  $B$  od  $H$ <sup>1)</sup>:

$$B = \mu \cdot H.$$

Weźmy teraz wzór Laplace'a:

$$df = \frac{i m \cdot dl}{r^2} \sin \alpha,$$

wyrażający siłę współdziałania masy magnetycznej  $m$  z cząstką prądu o natężeniu  $i$ , długości  $dl$  pod kątem  $\alpha$

<sup>1)</sup> Patrz: M. Pożaryski: *Podstawy naukowe elektrotechniki*.

do prostej, łączącej środek cząstki prądu z masą  $m$ , przy odległości  $r$  pomiędzy masą  $m$  a środkiem prądu.

Zastanówmy się, co wyraża  $\frac{m}{r^2}$ . Jeżeli mamy

dwie masy magnetyczne w dowolnym ośrodku, to według prawa Coulomba siła współdziałania wyraża się wzorem:

$$f = \frac{1}{\mu} \frac{m \cdot m'}{r^2},$$

przy tem uważamy, że masy  $m$  i  $m'$  otoczone są ze wszystkich stron szczelnie ośrodkiem.

Wystawmy sobie teraz, że wokoło masy  $m'$  utworzyliśmy wydrążenie cylindryczne nieskończenie cienkie, którego oś jest równoległa do siły działającej na masę  $m'$ , skutkiem czego nie zajdzie żadna zmiana siły działającej na masę  $m'$ , gdyż na powierzchni wewnętrznej wydrążenia nie odkryją się żadne masy magnetyczne skończone, a więc w myśl określenia pojęcia natężenia pola magnetycznego:

$$H = \frac{f}{m'} = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{m}{r^2},$$

a

$$B = \mu \cdot H = \frac{m}{r^2}.$$

Widzimy więc, że rozumując ściśle wzorem  $\frac{m}{r^2}$  wyrażamy indukcję magnetyczną, a bynajmniej nie natężenie pola, jak to podają przytoczeni wyżej autorowie, identyfikując te dwa pojęcia dla powietrza.

Podstawiając we wzorze Laplace'a zamiast  $\frac{m}{r^2}$  literą  $B$  otrzymamy poprawny wzór na siłę działania pola magnetycznego na prąd:

$$df = i \cdot B \cdot dl \cdot \sin \alpha,$$

albo—dla prądu skończonej długości w jednostajnym polu przy  $\alpha = 90^\circ$ —znajdziemy:

$$f = i B \cdot l.$$

Stąd przechodzimy do wzorów, wyrażających elektromotoryczną siłę indukowaną, mając wszędzie jako czynnik indukujący wielkość indukcji magnetycznej i odpowiedni strumień.

W ten sposób unikamy dwuznaczności w formułowaniu praw i pomieszenia pojęć.

Elektrotechnik zawsze operuje pojęciami indukcji magnetycznej i strumienia indukcji, więc wprowadźmy mu te pojęcia wyraźnie do podstawowych praw elektrotechnicznych.

W słownictwie elektrotechnicznym utarły się nazwy: „gęstość linii magnetycznych” i „strumień magnetyczny”, z których nie wiemy, o jakich tu liniach mowa, gdyż elektrotechnik wie, że tu nie może być mowy o innych liniach, niż o liniach indukcji magnetycznej, a więc i o strumieniu indukcji magnetycznej.

Sądzę, że proponowane przezemnie ujęcie tego przedmiotu ma ważne znaczenie szczególnie dla początkujących elektrotechników, którzy nie mogą mieć wyrobionego poglądu na całość sprawy.

## SPRAWOZDANIE ZE ZJAZDU KIEROWNIKÓW ELEKTROWNI W DNIU 17 GRUDNIA 1923 ROKU.

Obecni — przedstawiciele elektrowni: w Augustowie, Białymstoku, Boryslawiu, Bydgoszczy, Częstochowie, Chełmie, Grudziądzu, Inowrocławiu, Koninie, Końskich, Kowlu, Krakowie, Kutnie, Lesznie, Lipnie, Lwowie, Łęczycy, Łowiczu, Łodzi, Łucku, Międzyrzeczu, Opocznie, Ostrowiu Łomżyńskim, Ozorkowie, Pabjanicach, Płocku, Poznaniu, Pruszkowie, Przemysłu, Siedlcach, Sierszy Wodnej, Sosnowcu, Stoczek Młynach, Suwałkach, Toruniu, Warszawie, Zamościu, Zgierzu, delegaci „ELEKTRYCZNYCH KOLEJI DOJAZDOWYCH”, Sp. Akc. „SIECI ELEKTRYCZNE” i Sp. Akc. „SIŁA i ŚWIATŁO”.

Wśród gości zauważono inż. K. Siwickiego, Naczelnika Wydz. Elektr. Ministerstwa Robót Publicznych, inż. C. Kowalskiego, delegata Ministerstwa Przemysłu i Handlu, posłów Sejmu A. Chełmońskiego i M. Kwiatkowskiego, członków Państwowej Rady Elektrycznej: b. ministra inż. L. Tołłoczko, inż. T. Baniewiczza, inż. P. Drzewieckiego, inż. F. Karśnicznego, inż. B. Michelisa z Łodzi, inż. E. Opęchowskiego, prof. S. Odrowąż-Wysockiego, delegata Centralnego Związku Polskiego Przemysłu, Handlu, Fi-

nansów i Górnictwa—p. Z. Miducha, delegata Polskiego Związku Przedsiębiorstw Elektrotechnicznych inż. Kurowskiego, dyrektora R. Kaszubę, inż. Z. Bersona, naczelnika Wydziału Ministerstwa Robót Publicznych, F. Bleka, przedstawiciela The Power & Traction Finance Co., inż. B. Tyszkę, kierownika Inspekcji Elektrycznej m. st. Warszawy, inż. K. Wernika, inż. T. Czaplickiego, inż. W. Pawłowskiego, redaktora Przeglądu Elektrotechnicznego i wielu innych fachowców bądź z dziedziny elektrotechniki, bądź też z dziedziny gospodarki społeczno-państwowej.

Przewodniczy prezes Związku Elektrowni Polskich, inż. T. Sułowski.

Przewodniczący. Sprawa kalkulacji w przemyśle i oparcia gospodarki przemysłowo-handlowej o zdrowe podstawy stała się od dłuższego czasu poważną troską sfer gospodarczych i tematem rozważań tych sfer, jak również i sfer rządowych.

O ile kalkulacja w przemyśle prywatnym w dużej mierze uzależniona jest od zabiegów samego przemysłowca—jego przedsiębiorczości, zdolności wytwórczych, eksportowych, umiejętności uzyskania źró-