

Ryszard Sikora

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

JAK POWSTAŁY PEWNE BŁĘDY W TEORII OBWODÓW ELEKTRYCZNYCH I TEORII POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

HOW DID SOME ERRORS IN THE THEORY OF ELECTRICAL CIRCUITS AND ELECTROMAGNETIC FIELD THEORY ARISE

Streszczenie: Tematem artykułu są błędy popełniane w pracach z dziedziny teorii obwodów elektrycznych i teorii pola elektromagnetycznego. Rzutują one na całą elektrotechnikę w tym stosowaną. Brak, a nawet blokowanie dyskusji powoduje długotrwałe powielanie oczywistych błędów. Studenci ucząc się błędnych teorii ponoszą poważne straty. Przykładowo, błąd został popełniony w pracy [1]. Zapisano tam błędne równanie w „ABSTRACT” $i_c(t) = Cd^\alpha u(t)/dt^\alpha$. W dalszej części wspomnianej pracy autorzy usunęli ten błąd posługując się zmodyfikowaną pojemnością $C_{o,\alpha}$, o wymiarze powodującym spełnienie wymiarowej jednorodności powyższego równania na prąd w kondensatorze. Niestety błąd został powielony w pracach wymienionych w [2]. W pracy [3] napisano „Współcześnie teoria pochodnych ułamkowych jest dość dobrze rozwinięta, występują jednak problemy polegające na trudności w interpretacji fizycznej wyników obliczeń”. W pracy opisano istotę powyższych błędów. Obecna praca jest kontynuacją pracy [2].

Abstract: This paper describes errors, which appear in the works in the fields of Electrical Circuits Theory and Magnetic Field Theory. These errors impact Electrical Engineering overall and Applied Electrical Engineering in particular. Avoiding or blocking the discussion on this topic results with the repetitions of evident mistakes. Students suffer significantly, when absorbing erroneous approaches.

For example, an error has appeared in the work [1]. A wrong formula $i_c(t) = Cd^\alpha u(t)/dt^\alpha$ has been presented in the abstract. In the following part of mentioned paper authors removed this mistake by implementing an adjusted capacity $C_{o,\alpha}$, which has the dimension that allows to meet the dimensional uniformity criterion for the current equation in the capacitor. Unfortunately, discussed error has been repeated in the works presented in [2]. In the paper [3] it has been mentioned that “Nowadays the fractional derivatives’ theory is quite well developed, still there appear problems with physical interpretation of the calculations’ results”.

This paper describes the substance of the errors mentioned above and continues the work presented in the paper [2].

Słowa kluczowe: oczywistych błędów, pochodne ułamkowe, interpretacji fizycznej, prawa Maxwella

Keywords: evident mistakes fractional derivatives’, physical interpretation, Maxwellian Laws

1. Wstęp

Błędy są związane z ludzką działalnością. Mają one różny charakter. Są błędy banalne polegające na pomyłkach rachunkowych lub przeoczeniach. Są one łatwe do zauważenia i usunięcia. Wystarczy trochę wiedzy. Są jednak błędy poważniejsze dotyczące podstaw teorii obwodów elektrycznych i teorii pola elektromagnetycznego. Z różnych powodów rzadko jest podejmowana dyskusja nawet nad oczywistymi błędami. Należy jednak jednoznacznie przyjąć, że krytyka błędów nie jest krytyką autora lub autorów. Krytykowane są dzieła a nie osoby. Czasami powstaje próba zablokowania krytycznej publikacji lub niedopuszczenia do krytycznego wystąpienia. Spotkało mnie to wielokrotnie. Jestem zaskoczony i zdziwiony. Jeden z recenzentów mojego krytycznego arty-

kułu skierowanego do czasopisma Polskiej Akademii Nauk ARCHIVES OF ELECTRICAL ENGINEERING napisał nierzetelną recenzję. Umieścił w niej częściowo błędne prawo Ohma:

$$i = \frac{u^\alpha}{R^\alpha} = f(u) \quad (1)$$

Błędność części równania (1) $i = \frac{u^\alpha}{R^\alpha}$ jest oczywista, jest ono wymiarowo niejednorodne. Druga część jest poprawna $i = f(u)$. Prawo Ohma ma charakter lokalny. Dotyczy obliczania prądu dla danej wartości napięcia i rezystancji. Jeżeli chcemy uwzględnić nieliniowość to musimy posłużyć się zapisem w postaci funkcji $i = f(u)$. W okresie międzywojennym

na łamach Przeglądu Elektrotechnicznego była prowadzona burzliwa krytyczna dyskusja naukowa. Przykładem może służyć krytyczny artykuł naszego mistrza profesora Stanisława Fryze „Uwagi do artykułu „Nakładanie stanów w obwodzie elektrycznym ogólnym”, Przegląd Elektrotechniczny 24 (1926)”. O wiele groźniejsze błędy niż w elektrotechnice pojawiają w ekonomii.

2. Początek błędów

Jakie jest źródło błędów? Uważam, że poważnym źródłem błędów jest abstrakcyjne podejście do elektrotechniki i nie uwzględnianie jej fizycznej istoty. Jednym z nich jest nie przestrzeganie zasady wymiarowej jednorodności równań opisujących teorię obwodów elektrycznych i teorię pola elektromagnetycznego. Inną przyczyną błędów jest niechęć do narażania się na ataki obrońców błędnych teorii. Pochodne ułamkowe mają wspaniałe zastosowania, ale użyte niepoprawnie nie wnoszą niczego nowego, a czasami tworzą zamieszanie. W oparciu o dotychczasowe badania stwierdzam, że źródłem omawianych błędów może być błędna informacja podana we wstępie pracy [1]. Autorzy w „ABSTRACT” stwierdzili, że prąd płynący w kondensatorze w wyniku przyłożenia napięcia stałego jest wyrażony następującym wzorem:

$$i = \frac{U_0}{h_1 t^n} \quad (2)$$

a w przypadku napięcia zmiennego posłużyli się niepoprawnym wzorem (2)

$$i = C \frac{d^n u}{dt^n} \quad (3)$$

Wzór (3) jest niepoprawny, ponieważ wymiar lewej strony nie jest równy wymiarowi prawej strony. W dalszej części pracy [1] autorzy wprowadzili zmodyfikowaną pojemność $C_{o/} = \frac{\Gamma(1-n)}{h_1}$, gdzie Γ - jest funkcją gamma zdefiniowaną w następujący sposób $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{x-1} dt$ dla $x > 0$. Posługując się zmodyfikowaną pojemnością $C_{o/}$ autorzy tej pracy usunęli wymiarową niejednorodność i równanie (2) zapisali poprawnie (w oryginale jest to wzór (20)):

$$i(t) = C_{o/} \frac{d^n u(t)}{dt^n} \quad 0 < n < 1, t > 0 \quad (4)$$

Istotne jest to, że autorzy pracy [1] zauważyli wymiarową niejednorodność równania (3). Wprawdzie w pracy [1] występują błędy to jednak w całości nie jest ona błędna. Niestety tak nie jest w pracach wymienionych w [2]. W tych pracach nie zauważono wymiarowej niejednorodności równań. Tam niepoprawne równania:

$$i_c(t) = \frac{d^\alpha q(t)}{dt^\alpha} \quad (5)$$

$$i_c(t) = C \frac{d^\alpha u_c(t)}{dt^\alpha} \quad (6)$$

przedstawiono, jako poprawne.

Wzory (5) i (6) są po prostu niepoprawne ponieważ nie spełniają warunku wymiarowej jednorodności równań. W obu przypadkach (5) i (6) lewa strona równania wymiarowo nie jest równa prawej stronie. Czy opisują one znane w elektrotechnice zjawiska? W celu spełnienia wymiarowej jednorodności należałoby zapisać je inaczej:

$$i_c(t) = a(t) \frac{d^\alpha q(t)}{dt^\alpha} \quad (7)$$

$$i_c(t) = a(t) C \frac{d^\alpha u_c(t)}{dt^\alpha} \quad (8)$$

Podstawą przekształcenia wzoru (5) we wzór (6) jest założenie, że

$$q(t) = C u_c(t) \quad (9)$$

Czy w przypadku super kondensatora $C = \text{const.}$? Czy być może pojemność jest funkcją czasu $C(t)$ lub napięcia. W tym przypadku należałoby napisać np.:

$$q(t) = C(u) u_c(t) \quad (10)$$

i wzór (7) przybrałby postać:

$$i_c(t) = a(t) \frac{d^\alpha (C(u) u(t))}{dt^\alpha} \quad (11)$$

Obliczenia ulegną dalszej komplikacji.

Podobnie jest z indukcyjnością:

$$u_L(t) = \frac{d^\alpha \Psi(t)}{dt^\alpha} \quad (12)$$

Wzór (12) nie jest poprawny z wyżej wymienionych powodów. W następstwie tego wzór (13) jest też niepoprawny:

$$u_L(t) = L \frac{d^\alpha i_L(t)}{dt^\alpha} \quad (13)$$

z tych samych powodów. Równania (12) i (13) staną się wymiarowo jednorodne, jeżeli ich prawa strona zostanie pomnożona przez odpowiedni współczynnik $b(t)$:

$$u_L(t) = b(t) \frac{d^\alpha \Psi(t)}{dt^\alpha} \quad (14)$$

$$u_L(t) = b(t)L \frac{d^\alpha i_L(t)}{dt^\alpha} \quad (15)$$

Podstawą przekształcenia wzoru (12) we wzór (13) jest zależność :

$$\Psi(t) = Li_L(t) \quad (16)$$

W przypadku cewki z nieliniową zależnością strumienia od prądu musimy napisać:

$$\Psi(t) = L(i)i(t) \quad (17)$$

a wzór określający napięcie przyjmie następującą postać:

$$u_L(t) = b(t) \frac{d^\alpha (L(i)i(t))}{dt^\alpha} \quad (18)$$

W podanym przypadku należy różniczkować iloczyn. Ponieważ prąd jest funkcją czasu, więc ostatecznie indukcyjność też jest funkcją czasu. Autorzy niepoprawnych prac tworzą nowe nieznanne prawa elektrotechniki, w których nie istnieje pojęcie wymiarowej jednorodności. Oprócz tego nie przedstawiają żadnych dowodów na poprawność przyjętych zapisów. Opisane błędy nie czynią wielkiej szkody TOE i TPTEM, niemniej powinny być zauważone i usunięte.

Pojawiła się w Internecie praca [4], w której przedstawiono niepoprawne prawa Maxwella:

$$\nabla \times E = -\frac{\partial^\alpha}{\partial t^\alpha} B \quad (19)$$

$$\nabla \times H = -\varepsilon \frac{\partial^\beta}{\partial t^\beta} E \quad (20)$$

Jeżeli wielkości B i E są powszechnie używanymi indukcją magnetyczną i natężeniem pola elektrycznego to równanie (19) i (20) są wymiarowo niejednorodne.

3. Czy pochodne ułamkowe wpłynęły na wykłady TOE i TPTEM?

Rozmawiałem z wykładowcami TOE i TPTEM z Politechniki Warszawskiej, Politechniki Gdańskiej, Politechniki Lubelskiej, Politechniki Rzeszowskiej, Politechniki Łódzkiej, Politechniki Częstochowskiej i ZUT w Szczecinie. Nikt z pytanych wykładowców nie potwierdził używania pochodnych ułamkowych. Podobnie jest z podręcznikami z TOE i TPTEM [5, 6, 7], nie ma w nich pochodnych ułamkowych. Istnieją dwie równoległe elektrotechniki, jedna bardzo nowoczesna gdzie używane są pochodne ułamkowe niecałkowitego rzędu czasami poprawnie a czasami niepoprawnie. Linie przesyłowe, napędy elektryczne, urządzenia służące do badań nieniszczących działające na zasadzie prądów wirowych, łączność przewodowa i bez-

przewodowa działają na bazie klasycznej elektrotechniki, bez pochodnych ułamkowych. Uważam, że należy rozreklamować obiekty działające na bazie pochodnych ułamkowych i dokładnie je opisać, a pochodne ułamkowe wprowadzić do TOE i TPTEM. Należy jednak rygorystycznie przestrzegać jednorodność wymiarową równań oraz obowiązujące prawa fizyki. Nie przestrzeganie podstawowych praw nauki może czasami prowadzić do katastrofy. Przykładem może służyć AmberGold, który działał wbrew elementarnym prawom ekonomii. Brak powszechnej krytyki łamania podstawowych praw ekonomii doprowadził do wielu tragedii. Podobnie jest z kredytami we frankach. Nie można lekceważyć praw nauki, ponieważ kończy się to tragicznie. Być może nie we wszystkich dyscyplinach naukowych jest to tak jasno widoczne jak w elektrotechnice. W elektrotechnice pomimo jasnych i oczywistych praw niepoprawne prace są wytwarzane od wielu lat.

4. Podsumowanie

Praca nie jest skierowana przeciwko pochodnym ułamkowym. Powinny one być używane wszędzie tam gdzie jest to celowe. Mogą się one przyczynić do odkrycia nowych zjawisk i poszerzyć horyzonty badawcze. Nie mogą jednak być używane wbrew prawom zapisu równań i obowiązującym prawom fizyki. Autor poszukuje możliwości zastosowania pochodnych ułamkowych w badaniach nieniszczących i młodego współpracownika.

Literatura

- [1]. Westerlund S., Ekstam L., "Capacitor Theory", *Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation*, V. 1 No. 5, October 1994.
- [2]. Sikora R., „Czy pochodne ułamkowe unieważniły prawa Maxwella?” *KOMEL, Maszyny elektryczne-Zeszyty Problemowe* 112/4/2016, 209-212.
- [3]. Głuba Ł.1, Kulik M.1, Rzodkiewicz W. 2, Żuk J. 1, Kobzev A. P. 3, Pysznik K 1, Drożdź A. 1, Dr Marcin Turek M.1, 1 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Fizyki, Lublin, Polska, 2 Instytut Technologii Elektronowej, Warszawa, Polska 3 Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych, Dubna, Rosja, „Zastosowanie Pochodnych Ułamkowych w badaniach optycznych warstw półprzewodników modyfikowanych implantacją jonową”, *Elektronika* 11/2011.
- [4]. Ismail R., Rawan A. G., "Rectangular Waveguides in the Fractional-Order Domain", 978-1-4673-4810-2/12/S31.00©2012IEEE.

- [5]. Osowski St., Siwek K., Śmiałek M., „Teoria obwodów”, *Oficyna Wydawnicza PW* 2013r.
- [6]. Piątek Z., Jabłoński P., „Podstawy teorii pola elektromagnetycznego”, *NT Warszawa* 2010.
- [7]. Osiowski J., Szabatin J., „Podstawy teorii obwodów”, Tom I *WNT.*, *Warszawa* 2016.