

Dr hab. inż. Sławomir Cieślak, prof. nadzw. UTP
Wydział Telekomunikacji Informatyki i Elektrotechniki
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
ul. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Bydgoszcz, 30 sierpnia 2016



**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Janusza Tykockiego
pt.: „Metoda „Pareto-ABC” analizy elektrycznych
układów wielo-parametrycznych”,
wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Andrzeja Jordana**

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Janusza Tykockiego pt.: „Metoda „Pareto-ABC” analizy elektrycznych układów wielo-parametrycznych”, została opracowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej dr. hab. inż. Zbigniewa Nadolnego, prof. PP, z dnia 29 czerwca 2016 r. (sygn. DE-581/2016).

1. Ocena wyboru tematu

Elektrotechnika, jako dział nauki, zajmuje się podstawami teoretycznymi i zastosowaniem zjawisk elektrycznych i magnetycznych do celów praktycznych. Jednym z kluczowych zagadnień elektrotechniki jest analiza układów elektrycznych. Układ elektryczny jest rozumiany jako obiekt materialny składający się z wzajemnie powiązanych elementów elektrycznych, tworzących pod względem funkcjonalnym całość. Znanych jest wiele metod analizy układów elektrycznych w stanach ustalonych i przejściowych, zawierających elementy o charakterystyce liniowej i nieliniowej. Jednak umiejętność stosowania określonych metod analizy musi być uzupełniona umiejętnością właściwej interpretacji uzyskanych wyników. Poszukiwanie metod porządkowania i interpretowania wcześniej uzyskanych wyników jest wciąż aktualnym zagadnieniem. Autor w ocenianej pracy doktorskiej proponuje zastosowanie metody Pareto, znanej w rozwiązywaniu problemów głównie zarządzania, jako narzędzia umożliwiającego hierarchizację czynników (wielkości fizycznych) wpływających na badane zjawisko lub proces w układach elektrycznych. W tym sensie temat pracy jest aktualny i interesujący z naukowego punktu widzenia w dyscyplinie naukowej elektrotechnika.

2. Merytoryczna ocena pracy

We wstępie Autor opisał skrótowo zasadę Pareto, stosowaną w analizie zagadnień ekonomicznych i zarządzania. Tytuł podpunktu 1.1 jest poprawny, jednak w treści pojawiają się niewłaściwe sformułowania, np. „empiryczne prawo Pareto” (str. 5, 4g), „prawo 80/20” (str. 5, 5g), „prawo żywotnej mniejszości i błahiej większości” (str. 5, 6g). Należy rozróżniać znaczenie pojęciowe prawa i zasady. Zasada w tym znaczeniu jest to teza Pareto, w której zawarta jest prawidłowość rządząca określonymi procesami. Sam Autor napisał, że „to nie są zawsze proporcje 80/20” (str. 5, 9d), zatem określenie „prawo” w tym znaczeniu jest niewłaściwe. Autor pisząc, że „dalsze badania potwierdziły ...” (str. 5, 4d) powinien odnieść się do publikacji wyników badań. Użyte sformułowania: „duża liczba przyczyn” i „duża liczba skutków” (str. 6, 8g) są nieprecyzyjne. Ponadto, czy tylko dla „dużej liczby” przyczyn i skutków są wyodrębniane obszary *A*, *B* i *C*, a dla „małej liczby” już się tych obszarów nie wyodrębnia? Z przedstawionego opisu wynika, że zasada Pareto prowadzi do sporządzenia np. wykresu (wyniki w postaci graficznej), przedstawiającego w porządku malejącym udział każdego składnika (przyczyny) w efekcie (skutku) (str. 6, 5g) i jest elementem analizy ABC

(str. 7, 4g), w ramach której są określanie obszary i wyszczególniane elementy zbiorów A , B i C (str. 6, 3d; str. 7, 6g i 7g). Zatem Autor w pracy stosował zasadę Pareto w ramach analizy ABC. Na wyniki czyich doświadczeń Autor powołuje się na str. 7, 11d, decydując, że przyczyny (parametry bazowe) zgrupowane w obszarze C można pominąć?

W rozdziale 1 Autor przedstawił ogólne wnioski wynikające z zastosowania zasady Pareto przez innych autorów przywoływanych publikacji, opartej na badaniu zbiorów A , B i C w analizie zarządzania produkcją lub sprzedażą określonych wyrobów oraz organizowaniu zasobów magazynowych. Wydaje się przedwczesne (brak powołania się na inne publikacje) stwierdzenie, że „okazało się, że zaobserwowana relacja dotyczy również prawie wszystkich zjawisk spotykanych w przyrodzie oraz układach technicznych i systemach gospodarczych” (str. 8, 1g). Kolejne stwierdzenie, że „w przypadku układów elektrycznych można stwierdzić, że 20% parametrów układu elektrycznego ma w 80% decydujący wpływ na jego dynamikę” jest również słabo uzasadnione w treści tego rozdziału.

Podstawowy cel pracy doktorskiej został jasno i precyzyjnie określony. Celem pracy jest opracowanie wzorów, następnie algorytmów stosowania zasady Pareto w analizie układów elektrycznych opisanych: 1) równaniami różniczkowymi o pochodnych cząstkowych, 2) układami równań algebraicznych, 3) układami liniowych i nieliniowych równań różniczkowych zwyczajnych oraz przedstawienie przykładów zastosowania proponowanych sposobów analizy. Sformułowana została teza rozprawy. Pewne zastrzeżenia budzą sformułowania użyte w tezie, mianowicie: „decydujący, średni i minimalny wpływ na funkcję celu”. Należałoby w sposób jednoznaczny i precyzyjny określić zasady ilościowego ujęcia tych sformułowań, szczególnie w odniesieniu do procesów i wielkości elektrycznych.

Rozdział 2 zatytułowany „Zasada Pareto – podstawy teoretyczne” zawiera punkt 2.1 „Wprowadzenie”, w którym w stosunku do punktu 1.1 zatytułowanego „Zasada Pareto”, bardziej szczegółowo opisane jest zastosowanie zasady Pareto, z przywoływaniem przykładów z literatury, głównie z zarządzania i ekonomii. W punkcie 2.2 Autor przedstawił informację dotyczącą rozkładu Pareto, ale nie jest jasne w jakim celu to zrobił. Kluczowym elementem tego rozdziału jest punkt 2.3, w którym Autor zaprezentował zmodyfikowaną zasadę Pareto. Zdefiniowane zostały: układ wieloparametryczny, z uwzględnieniem ograniczeń wartości parametrów (def. 1), bazowy zakres zmian (def. 2) oraz parametr podstawowy (def. 3). Nie jest jasne, czy parametr podstawowy jest lub może być elementem wektora P ? Autor wskazuje na konkretną współautorską (z promotorem) publikację, w której zastosował proponowaną definicję w przykładzie praktycznym. Niejasne jest, dlaczego Autor wskazuje zastosowanie proponowanej przez Niego definicji w publikacjach innych autorów, które pojawiły się znacznie wcześniej, [35] – publikacja z roku 2013 i [39] – publikacja z roku 1972!? Przyjętym celem analizy jest zdefiniowanie zbiorów A , B i C mających podstawowy, średni i minimalny wpływ na wartość funkcji celu. Ale jakie kryteria należy stosować przy określaniu zawartości tych zbiorów w odniesieniu do zagadnień z elektrotechniki? Czy takie jak w ogólnie przyjętej zasadzie Pareto? Autor opracował algorytm zastosowania zmodyfikowanej zasady Pareto do analizy wieloparametrycznych układów elektrycznych. Algorytm opisany jest w pięciu krokach. Brak jednak precyzyjnego wskazania wzajemnych relacji pomiędzy podanymi krokami. Z tego wynikają później niejasności, np. Autor w wielu miejscach podaje, że w proponowanym algorytmie należy rozwiązać $2n$ razy określony układ równań (n – liczba parametrów bazowych), a faktycznie jest to $2n$ razy, ale dla każdej wartości parametru podstawowego.

Brakuje również sprecyzowania zasad wyboru parametrów bazowych w ogóle. Skąd pewność, że wybrane parametry, to są wszystkie istotne do określenia funkcji celu? Są przecież modele matematyczne zjawisk o różnych stopniach adekwatności, w których stosuje się różne uproszczenia. Może uproszczenia przyjęte przy formułowaniu modelu (funkcji celu) zawierają się już w zbiorze C ?

W rozdziale 3 Autor przedstawił podstawy fizyczne analizy pola temperatury wokół kabli wysokiego napięcia. Przytaczanie literatury dotyczącej zastosowania samej metody

elementów skończonych [47] – [52] jest zbędne, ponieważ Autor i tak korzysta z programu komputerowego. Istotne są oczywiście zastosowane równania opisujące pole temperatury układu, które Autor podał w punkcie 3.4, powołując się zasadnie na literaturę [53]. Autor odwołuje się również do autorskiej [55] i współautorskiej (z promotorem) [3] publikacji, w których analizowane jest to zagadnienie. W punkcie 3.2 Autor przedstawił ogólne informacje dotyczące budowy elektroenergetycznych kabli wysokiego napięcia. Model matematyczny układu kabli stanowi równanie (3.5), które dla stanów ustalonych można sformułować w postaci równania (3.6). Równanie (3.6) jest podstawą dalszych analiz.

W rozdziale 4 Autor przedstawił zastosowanie praktyczne proponowanej zmodyfikowanej zasady Pareto do analizy wpływu wybranych siedmiu parametrów bazowych na temperaturę żyły pojedynczego kabla wysokiego napięcia ułożonego w ziemi. W punkcie 4.1 opisany został zastosowany model matematyczny badanego układu. Znaczącym utrudnieniem w analizie przedstawionych wyników jest brak siatki określającej odległości na rysunkach przedstawiających pole temperatury badanego układu.

W punkcie 4.2 Autor przedstawił wyniki obliczeń (symulacji) temperatury żyły kabla umieszczonego w ziemi, w zależności od odległości położenia kabla od powierzchni ziemi w zakresie od 1 do 20 m. W kolejnych dwóch punktach 4.3 i 4.4 Autor przedstawił wyniki obliczeń temperatury żyły kabla ułożonego w odległości 1 m od powierzchni ziemi w zależności od zmian, odpowiednio: temperatury powietrza na powierzchni ziemi i przewodności cieplnej ziemi. Zasadniczy przykład zastosowania proponowanej zmodyfikowanej zasady Pareto w analizie pola temperatury w układzie z jednożyłowym kablem wysokiego napięcia został przedstawiony w punkcie 4.5. Funkcją celu jest temperatura żyły kabla, w której występuje siedem parametrów bazowych, zgodnie z ogólnym zapisem (4.3). Autor opracował specjalne makra do programu NISA wykorzystywanego do obliczania temperatury. Wybrane zależności temperatury żyły kabla od głębokości h , zostały aproksymowane funkcjami analitycznymi (4.9), (4.10) i (4.11). Ale ta aproksymacja nie została dalej wykorzystana, np. do analitycznego wyznaczenia wartości głębokości h , przy których następuje zmiana kolejności poszczególnych parametrów w danym zbiorze. W analizie wykresów występuje niekonsekwencja w interpretacji zbiorów A , B i C . Nie wiadomo, dlaczego „zasadniczy wpływ mają dwa parametry ze zbioru A oraz jeden ze zbioru B ” (str. 34, 3d) w kontekście np. treści rozdziału I (str. 5, 2d), gdzie jest napisane, że zbiory parametrów A mają podstawowy, B – średni i C – minimalny wpływ na funkcję celu. Jest to wynik potraktowania przez Autora w sposób bardzo powierzchowny zagadnienia interpretacji fizycznej wyników. Rozdział ten zakończony został wnioskami podsumowującymi. Przedstawione wnioski nie są jasne. W pierwszym wniosku wymienia się trzy parametry (temperaturę powietrza na powierzchni ziemi, przewodność cieplną ziemi i obciążenie prądowe żyły kabla) jako parametry mające podstawowy wpływ na temperaturę żyły kabla. W drugim wniosku, okazuje się, że na głębokości posadowienia kabla większej niż 10 m dwa pierwsze, z trzech wymienionych wyżej parametrów, nie mają zasadniczego wpływu na temperaturę żyły kabla.

W rozdziale 5, Autor analizuje pole temperatury w układzie z trzema kablami wysokiego napięcia. W badanym układzie kablowym występuje dodatkowy element w postaci bloku betonowego. Konsekwencją tego jest konieczność uwzględnienia geometrii ułożenia kabli w tym bloku oraz uwzględnienie kanałów wypełnionych powietrzem. Jest to kolejny przykład zastosowania proponowanej zmodyfikowanej zasady Pareto do analizy wpływu trzynastu parametrów bazowych na temperaturę żyły kabla (jednego, środkowego). Autor, podobnie jak w poprzednim przypadku, opracował model matematyczny układu z wykorzystaniem programu NISA i dokonał wstępnych badań zależności temperatury żyły kabla środkowego w zależności od: odległości od powierzchni ziemi, temperatury powietrza nad powierzchnią ziemi i przewodności cieplnej ziemi. Przedstawione są również rysunki z polem temperatury w przekroju poprzecznym badanego układu, które pozwalają na ocenę rozkładu temperatury

w całym układzie. Wyniki analizy przedstawione zostały w postaci wykresów ABC i krzywych Lorenza oraz w postaci macierzy **B**.

W rozdziale 6 Autor przedstawił zastosowanie proponowanej zmodyfikowanej zasady Pareto do analizy nieliniowego równania stanu. W tej części pracy kontynuowany jest wątek nieliniowego równania stanu (2.7), zapoczątkowany w punkcie 2.2. Interesujący jest wpływ wartości parametru bazowego b_6 na wyniki rozwiązywania układu równań (2.7). Pokazane to zostało m.in. na rys. 6.11 (str. 60). Zmiana wartości tego parametru z 1,19 na 1,18 powoduje całkowicie inny przebieg procesu przejściowego oraz różne wartości zmiennych stanu w stanie ustalonym. Niestety Autor w dalszej części pracy nie kontynuował badań w celu określenia wpływu tego typu przypadków na wyniki analizy z zastosowaniem proponowanego algorytmu.

Dwa ostatnie rozdziały zawierają kolejne przykłady zastosowania proponowanego algorytmu do analizy: obwodu elektrycznego zawierającego w schemacie zastępczym cewkę nieliniową (rozdział 7) oraz strat w elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej SN z generacją rozproszoną (rozdział 8). W drugim przypadku występują 23 parametry bazowe. Jest to zagadnienie z praktycznego punktu widzenia aktualne i interesujące dla wszystkich użytkowników sieci dystrybucyjnych. Autor wskazał, które z występujących w sieci odbiorów mają największy wpływ na straty mocy w elementach sieci, w zależności od miejsca podłączenia jednostki wytwórczej.

Praca zakończona jest wnioskami i uwagami końcowymi.

Spis literatury zawiera 104 pozycje. W tym dwie prace samodzielne Autora: w opracowaniu zbiorowym [55] i Przeglądzie Elektrotechnicznym [69] oraz jedna współautorska (z promotorem) opublikowana w Przeglądzie Elektrotechnicznym [3]. Te trzy prace dotyczą badania rozkładu temperatury w układach elektrycznych z kablami wysokiego napięcia. W ogólnym ujęciu dobór literatury i sposób jej wykorzystania jest właściwy.

3. Osiągnięcia naukowe Autora

Mgr inż. Janusz Tykocki wykazał się umiejętnością konstruowania modeli matematycznych stosunkowo złożonych układów elektrycznych, w tym z zastosowaniem metody elementów skończonych, które wykorzystywał w badaniach symulacyjnych zmierzających do udowodnienia postawionej w rozprawie tezy i osiągnięcia założonych celów.

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu zastosowania sposobu (narzędzia) umożliwiającego hierarchizację czynników (wielkości fizycznych) wpływających na określone zjawisko lub proces w układach elektrycznych.

Główne osiągnięcia naukowe Autora to:

1. Opracowanie zmodyfikowanej zasady Pareto (w tym wprowadzenie definicji i podstawowych zależności), która pozwala na analizę wpływu określonych parametrów układów elektrycznych (opisywanych wieloparametrycznymi układami równań) na wybraną wielkość fizyczną charakteryzującą zjawisko lub proces zachodzący w tych układach.
2. Sformułowanie algorytmu zastosowania zmodyfikowanej zasady Pareto do analizy wieloparametrycznych układów elektrycznych.
3. Wprowadzenie modelu macierzowego oceny wyników analizy, który może być alternatywą lub uzupełnieniem wykresu ABC i krzywej Lorenza.
4. Uzyskanie nowej wiedzy w zakresie stosowania proponowanej zmodyfikowanej zasady Pareto w badaniach konkretnych układów elektrycznych, opisanych: równaniami różniczkowymi o pochodnych cząstkowych, układami równań algebraicznych oraz układami liniowych i nieliniowych równań różniczkowych zwyczajnych.

4. Pytania i uwagi dyskusyjne

- Wybór parametrów bazowych i określenie bazowego zakresu zmian
 1. Autor napisał, że „na temperaturę kabla ma wpływ wiele czynników” (str. 14, 7d) i wymienił tylko niektóre. Tylko te wymienione czynniki (str. 15, 6g) Autor bierze pod uwagę w dalszej części analizy, czyli jako parametry bazowe. Jak sprawdzić, czy wybór parametrów jest reprezentatywny, czyli gwarantujący adekwatność wyników analizy? Jaki wpływ na wyniki analizy będzie miało pominięcie parametru znacząco wpływającego na wartość funkcji celu?
 2. Jaki jest bazowy zakres zmian parametrów wektora P w punkcie 6.1? Na str. 54, wiersz 13d, podane są wartości $\pm 0,1$ w stosunku do parametrów bazowych, natomiast w wierszu 5d, w sposób jawny podano, że parametry tego wektora zmieniają się o $\pm 10\%$ względem parametrów bazowych. To samo pytanie dotyczy bazowego zakresu zmian parametrów wektora P w rozdziale 7. Na str. 63, wiersz 10g, podano, że z założenia parametry obwodu ulegają zmianom o $\pm 0,1$ (podobnie na str. 68, 15d). Natomiast w wierszu 6g, w sposób jawny podano, że parametry tego wektora zmieniają się o $\pm 10\%$ względem parametrów bazowych.
 3. W przypadku analizy układu trzech kabli z kanałami betonowymi zakresy zmian niektórych parametrów bazowych są bardzo szerokie (tab. 5.2, str. 45). Np. zmiana wartości temperatury powietrza na powierzchni ziemi. Czy dla tak szerokiego zakresu zmian (od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$), zwłaszcza dla odległości h równej 1 – 2 m, wyznaczona wartość względnej funkcji celu (wzór 2.11, str. 13) będzie adekwatna w sensie późniejszej interpretacji fizycznej uzyskanych rezultatów? I pytanie ogólniejsze, na ile „szerokość” bazowego zakresu zmian wpływa na poprawność wyników zmodyfikowanej zasady Pareto?
 4. Na str. 62, 2d, napisano, że jako parametry bazowe przyjęto parametry (7.4). Wśród parametrów (7.4) występuje również e_1 , który wcześniej określono jako parametr podstawowy (str. 62, 5d). Czy parametr podstawowy może być równocześnie parametrem bazowym? W wektorze P na str. 63, 3g, nie ma parametru e_1 .
- Definiowanie funkcji celu i jej ekstrema
 5. W wyjaśnieniu do wzoru (2.11), str. 13, 3g, podane jest, że w liczniku znajduje się różnica między maksymalną i minimalną wartością funkcji celu, wyznaczonymi dla parametrów równych m_k i u_k . Czy rzeczywiście, w każdym przypadku uzyskuje się ekstremum funkcji dla wartości m_k i u_k ? Jak Autor uzasadni (wykaże), że wartości funkcji celu, przy przyjęciu wartości znamionowych dla pozostałych parametrów bazowych, dla k -tego parametru bazowego, zmieniającego się w przedziale (m_k, u_k) są maksymalne/minimalne dla skrajnych wartości m_k i u_k , pamiętając o tym, że rozpatrywane są również układy równań nieliniowych?
 6. Jaki jest cel (oczekiwane rezultaty) analizy nieliniowego układu równań stanu? Z treści pracy (str. 55, 1d) wynika, że analizuje się wpływ parametrów bazowych na dynamikę układu opisanego równaniami (2.7), która sformułowana jest w postaci funkcji celu (6.3). Czy rzeczywiście, w sensie fizycznym funkcja (6.3) charakteryzuje dynamikę układu?
 7. Wynik całkowania wartości bezwzględnych zmiennych stanu, w przykładzie z rozdziału 6, w sposób znaczący zależy od ich wartości ustalonych. Wydaje się, że lepszą formułą funkcji celu byłaby suma całek z wartości bezwzględnych zmiennych stanu wyrażonych w wartościach względnych (w stosunku do wartości ustalonych). Wówczas największy wpływ na wartość funkcji celu będą miały następujące parametry: dla przypadku, gdy wartości parametrów bazowych zmieniają się o $\pm 0,1$ – $b_6(0,36)$, $b_2(0,17)$, $b_5(0,17)$ i $b_3(0,15)$, dla przypadku, gdy wartości te zmieniają się o $\pm 10\%$ – $b_2(0,22)$, $b_3(0,22)$, $b_5(0,15)$ i $b_6(0,14)$. Może jeszcze lepszą formułą funkcji

- celu byłaby suma pól powierzchni utworzonych wokół wartości ustalonych przez poszczególne zmienne stanu? Wówczas największy wpływ na wartość funkcji celu będą miały następujące parametry: dla pierwszego przypadku ($\pm 0,1$) – $b_6(0,30)$, $b_5(0,20)$, $b_2(0,18)$ i $b_3(0,18)$, dla drugiego przypadku ($\pm 10\%$) – $b_6(0,18)$, $b_3(0,18)$, $b_2(0,18)$ i $b_5(0,16)$.
- Wybór elementów zbiorów A , B i C
 8. Na jakiej zasadzie, w proponowanej zmodyfikowanej zasadzie Pareto, wybiera się parametry bazowe do poszczególnych zbiorów A , B i C ? Na str. 6 określono sposób wyznaczania obszarów A , B i C zgodny z „analizą ABC” lub „zasadą ABC” (str. 6, 3d oraz rys. 1.3). Na str. 7 podano inny sposób określania obszarów A , B i C , przy czym również Autor podaje, że jest to „zasada ABC” (str. 7, 9g oraz rys. 1.4).
 9. Nieścisłości w tekście pracy (przywołane w pytaniu 2) oraz wyniki analizy pokazane na rys. 6.11 (str. 60) skłaniają do dyskusji dotyczącej wyboru elementów zbiorów A , B i C oraz interpretacji fizycznej otrzymanych wyników. Na jakiej podstawie Autor określił zbiory A , B i C w (6.8)? W przypadku, gdy wartości parametrów bazowych zmieniają się o $\pm 0,1$, to bazowy zakres zmian jest węższy od zakresu wynikającego z przypadku, gdy wartości te zmieniają się o $\pm 10\%$. Jakie będą wyniki analizy z zastosowaniem algorytmu proponowanego przez Autora? W drugim przypadku, dla $E = 35$, Autor podał, że elementami zbioru A są parametry: b_6 , b_8 i b_9 . Po analizie dla pierwszego przypadku uzyska się wyniki, które określają zbiór A z parametrami: b_6 , b_5 i b_1 (parametry b_8 i b_9 znajdują się w zbiorze C). Nasuwa się zasadnicze pytanie: jak należy interpretować uzyskane wyniki z zastosowaniem proponowanego algorytmu?
 - Interpretacja wyników analizy
 10. Autor niewłaściwie zatytułował rys.: 4.4, 4.7 i 4.10. Na rysunkach nie przedstawiono rozkładu temperatury wokół kabla (jak wyraźnie widać na innych rysunkach, temperatura wokół kabla nie rozkłada się promieniowo). Na tych rysunkach jest przedstawiona zmiana temperatury wzdłuż osi pionowej od powierzchni ziemi, przez geometryczny środek żyły kabla, dalej w głąb ziemi. Ponad to niewłaściwie użyto na tych rysunkach symbolu h , który jest odległością kabla od powierzchni ziemi (w tych przypadkach kabel jest umieszczony na stałej głębokości). Podobnie na rys.: 5.6 (str. 42), 5.9 (str. 43) i 5.12 (str. 44) jest przedstawiona zmiana temperatury wzdłuż osi pionowej od powierzchni ziemi, przez geometryczny środek żyły kabla środkowego, dalej w głąb ziemi.
 11. Jaką wartość ε (str. 54, 13d) przyjęto w badaniach? Czy podany w rozprawie warunek na wartości graniczne całek w równaniu (6.3) jest z praktycznego punktu widzenia właściwy? Pierwszy aspekt: w przebiegu czasowym wielkości fizycznej (zmiennej stanu) charakteryzującej proces przejściowy, zwłaszcza charakter oscylacyjny, może wystąpić pierwsze lokalne ekstremum, w okolicach którego spełniony będzie warunek $|x_{l,n+1} - x_{l,n}| \leq \varepsilon$, ale nie będzie to odpowiadało zakończeniu procesu przejściowego. Drugi aspekt: zastosowanie takiej samej wartości ε dla wszystkich zmiennych stanu, przy proponowanym warunku, może wydłużać okres całkowania dla zmiennych o dużych wartościach w stanie ustalonym w stosunku do wartości innych zmiennych.
 12. Treść ostatniego zdania w rozdziale 7 jest nieuprawniona. W rozdziale podano jeden przykład, bez jednoznacznej interpretacji fizycznej uzyskanych wyników. Czy to można uznać za wykazanie oryginalności, a szczególnie dużych możliwości w badaniach obwodów nieliniowych?

Wyżej wymienione pytania i uwagi dyskusyjne nie zmieniają ogólnej, pozytywnej oceny tej pracy.

5. Uwagi redakcyjne

- Uwagi ogólne

1. W tekście pracy, w zapisie ułamków dziesiętnych, jako separator powinien być stosowany przecinek. Również w macierzach i na wykresach. Autor nie zawsze się do tego stosuje, np.: str. 16, na rys. 3.2; str. 55, w macierzy A , str. 60, na rys. 6.11; str. 39, na rys. 5.2 (tutaj również zbędne są nawiasy prostokątne, w których umieszczono symbole jednostek).
2. Na rysunkach przedstawiających wykresy, wartości przy znacznikach poszczególnych osi nie powinny zawierać zer nieznaczących, które nie wnoszą żadnej informacji. Niewłaściwe zastosowanie w przypadku wartości przy znacznikach np.: lewej osi na rys. 4.12 – 4.18; lewej osi na rys.: 5.14 – 5.20; lewej osi na rys. 6.2 – 6.9; lewej osi na rys.: 7.3 – 7.6 oraz 7.8; prawej osi na rys. 7.7; lewej osi na rys.: 8.2 – 8.4.
3. Symbole wielkości fizycznych powinno się pisać czcionką pochyłą, a np. symbole pochodnych i jednostki czcionką prostą (pomiędzy wartością i jednostką powinien być odstęp, z wyłączeniem znaku %). Niewłaściwe zastosowanie np.: str. 14, 8d; str. 16, podpis pod rys. 3.2; str. 16, na rys. 3.3; str. 17, 6g; str. 19, 13g; str. 21, 5d; str. 24, 3d i 3g; str. 26, 6g i 15d; str. 28, 3d; str. 29 – 32, rys. 4.12 – 4.18; str. 32, 4g, 7d i 10d; str. 33, 11d i 3d; str. 34, 8g; str. 35, 10g; str. 36, zależności: (4.15) – (4.17); str. 36, 2d; str. 37, 1g, 3g 4g 13g, 15g 16g i 19g; str. 41, 1g, 5d, 6d i podpisy pod rys. 5.4 i 5.5; str. 45, 5d; podpisy pod rys.: 5.14 – 5.20; str. 49, 2d, 5d i wzór (5.3); str. 50, wzór (5.5) i 5d; str. 51, 1g i 6g; str. 53, 6g, 9d, 10d i 12d; str. 69, 5d; str. 61, 1d, 2d i 3d; str. 62, rys. 7.1; str. 63, wzór (7.8).

- Uwagi szczegółowe

1. Nie jest jasne, na czym polega specyfika wyniku badań w odniesieniu do funkcji celu (str. 5, 1d)?
2. Sformułowania „wykres kumulowany” (str. 6, 8d) oraz „kumulowany % ...” (str. 6, 2d) nie są właściwe.
3. niespójny sposób określania obszaru B na rys. 1.4 (str. 7).
4. Na str. 8, 19 d powinno być „... i jej zastosowania w analizie stanów pracy układów elektrycznych, ...”.
5. Na str. 11, 14d jest napisane, że we wzorze są funkcje wektorowe. Zatem we wzorze (2.6) powinien być ten fakt zaznaczony, np. przez zastosowanie czcionki pogrubionej.
6. Wzór (2.7), na str. 11 jest „oderwany” od tekstu.
7. Prezentacja wzorów (2.11) – (2.15) na str. 13 jest „oderwana” od tekstu.
8. We wzorze (2.11), na str. 13 znak minus powinien być na poziomie symbolu głównego, a nie indeksu.
9. Występuje kolizja oznaczeń macierzy A : str. 12, 15d oraz str. 13, 19d.
10. Na str. 13, 8d, powinno być „... wektor P zawierający parametry ...”.
11. Na str. 14, 7d, powinno być „... należą ...”.
12. Na str. 14, 1d, powinno być „... obciążenie prądowe kabla ...”.
13. Na str. 15, 6d, zamiast „Dokładną konstrukcję ...” powinno być „Poglądowo konstrukcję ...”.
14. W niejednoznaczny sposób określono wymiar (jednostkę) przewodności cieplnej bloku betonowego i gruntu na rys. 3.2 (str. 16).

15. Na str. 18, 3d, powinno być „... wokół pojedynczego kabla ...”, jeśli chodzi o pole temperatury.
16. Na str. 21, 4d, „symulacja komputerowa” nie może „analizować”.
17. Na str. 24, 3d, nie można „pokazać na rysunku” „analizy”.
18. Na str. 26, 13d, powinno być „W analizie przyjęto zmiany obciążenia prądowego w zakresie od ...”.
19. Na str. 27, 4d, powinno być „... symulacji rozkładu temperatury w układzie z kablem jednożyłowym ...”.
20. Występuje nieścisłość w maksymalnej wartości konwekcyjnego współczynnika wymiany ciepła nad powierzchnią ziemi, str. 26 (9d) i str. 27 (tab. 4.2).
21. W tabeli 4.2 (str. 27) jest więcej danych niż wynika to z jej tytułu.
22. Na str. 27, w tab. 4.2 niewłaściwa relacja wartości w drugim wierszu: czwarta, siódma i dziewiąta kolumna.
23. Na str. 28, 8g, powinno być „... są odpowiednio dolną i górną ...”.
24. Na str. 32, 5d, powinno być „... określić głębokość h ...”.
25. Na str. 37, rys. 4.22 jest niewyraźny.
26. Sformułowanie „podstawowe parametry” na str. 37, 2d, w kontekście terminologii wynikającej z zasady Pareto nie jest właściwe.
27. Na str. 38, 5d, powinno być „ $\Delta w = x_3 = y_3$ ”, ponieważ tak wynika z rys. 5.1.
28. Pierwsze zdanie w podpunkcie 5.1 (str. 39) nie ma właściwej składni.
29. Na rys. 5.2 (str. 39) jest pokazana inna odległość h w stosunku do rys. 5.1 (str. 38).
30. Zbędne nawiasy prostokątne, w których umieszczono symbole jednostek na rys. 5.7 (str. 42), podobnie na rys.: 5.9 (str. 43), 5.13 (str. 45) i 5.23 (str. 52) – 5.25 (str. 53).
31. Oznaczenia parametrów układu kablowego symbolem „ a ” (str. 45, tab. 5.2) koliduje z oznaczeniami współczynników wagowych w macierzy A .
32. Niewłaściwe odwołanie do wzoru na str. 54, 8g. Powinno być odwołanie do (2.7).
33. Na str. 54, 16g, powinno być „funkcję”.
34. Błędna wartość w macierzy A (str. 55), w wierszu 7 i kolumnie 3 powinno być 0,04.
35. We wzorze (7.1) na str. 61, powinna być pochodna cząstkowa strumienia po natężeniu prądu.
36. Na str. 61, 7g, powinno być „ b_6 ”. Na jakiej podstawie wywnioskowano, że „dla $b_6 \leq 0,89$ układ jest niestabilny”, skoro na rys 6.12 (str. 61) dla $b_6 = 0,90$ pokazano przebiegi, z których wynika, że też układ jest niestabilny (również na str. 60, 6d)?
37. Na str. 61, 8g, powinno być „ b_3 ”.
38. Na str. 62, 3g, powinno być: „Schemat obwodu został przedstawiony ...”.
39. Równania (7.2) powinny być połączone klamrą z lewej strony.
40. W równaniach (7.6) i (7.7) powinna być taka sama wartość wagi dla parametru C_1 .
41. Zbiory A , B i C są określane na podstawie funkcji celu (str. 68, 6g)?
42. Na str. 68, 3g, słowo „dynamikę” użyto w niewłaściwym kontekście.
43. Na str. 68, 6g, przecinek powinien być za F_{wp} , a nie po słowie „podstawie”.
44. Na str. 70, we wzorze (8.1) indeks „ n ” jest użyty niejednoznacznie. Podobnie wzór (8.4) na str. 71.
45. Wzór na str. 71, 5d jest „oderwany” od tekstu.
46. Na str. 71, we wzorach (8.6) i (8.7) występują znaki mnożenia. To nie jest mnożenie współczynników wag przez wartości parametrów bazowych.
47. Jak należy rozumieć zapis na str. 72, 6g, „ $a_{ij} = 1000 \cdot a_{ij}$ ”? Parametr j to jest nr węzła generacji?
48. Na str. 74, 12g, niewłaściwie użyte słowo „zdefiniowania”.

Wyżej wymienione uwagi redakcyjne nie zmieniają ogólnej, pozytywnej oceny tej pracy.

6. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu zastosowania sposobu (narzędzia) umożliwiającego hierarchizację czynników (wielkości fizycznych) wpływających na określone zjawisko lub proces w układach elektrycznych. Autor wykazał się dużym zasobem wiedzy w zakresie analizy i symulacji pracy układów elektrycznych, w tym wiedzą z zakresu komputerowego wspomagania badań symulacyjnych. Realizując cele pracy umiejętnie wykorzystał nowoczesne podejście do modelowania procesów w różnego rodzaju układach elektrycznych. Przedstawiona do oceny rozprawa, a szczególnie zaprezentowane w niej wyniki świadczą o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez mgr. inż. Janusza Tykockiego.

W mojej ocenie rozprawa doktorska pt.: „Metoda <Pareto-ABC> analizy elektrycznych układów wieloparametrycznych”, autorstwa mgr. inż. Janusza Tykockiego spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003, Nr 65, poz. 595) oraz w Rozporządzeniu Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 15 stycznia 2004 r. w sprawie szczegółowego trybu przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2004, Nr 15, poz. 128).

W związku z pozytywną oceną pracy wnoszę o przyjęcie jej jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr. inż. Janusza Tykockiego do publicznej jej obrony.