

prof. dr hab. inż. Leszek R. Jaroszewicz
członek korespondent PAN
Instytut Fizyki Technicznej
Wojskowa Akademia Techniczna

21 lipca 2021 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Egora Gurova

pt.: "Design method for analog very high frequency filters using lumped elements"

Przedmiotem recenzji jest w/wym. rozprawa doktorska mgra inż. Egora Gurova. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Waldemar Wójcik, promotorem pomocniczym dr inż. Tomasz Ławicki, zaś przewód doktorski został wszczęty przez Radę Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej przed 1 maja 2019 roku. Recenzję przygotowano na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika PL zgodnie z pismem RDN_AEiE_W_27_20-24 z dnia 20 maja 2021 r. (data wpływu do WAT – 26 maj 2021 r.).

Na mocy art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z dnia 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669) praca recenzowana jest zgodnie z zapisami art. 13 ust. 1 i 2 *Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki* z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595, z późn. zmianami), z zastosowaniem wymagań zawartych w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. *w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* (Dz.U. z dnia 30 stycznia 2018, poz. 261), zaś ocena dotyczy zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 roku *w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych* (Dz.U. z dnia 25 września 2018 r., poz. 1818) dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika.

1. Kwestia tezy rozprawy jej trafności oraz jasności sformułowania

Teza rozprawy została sformułowana na stronie 12 i dotyczy możliwości zwiększenia efektywności projektowania filtrów analogowych dla zakresu wysokoczęstotliwościowego na bazie wykorzystania komercyjnie dostępnych nieprzestrajalnych elementów (cewek i kondensatorów) o parametrach posiadających dane klasy tolerancji. Tak postawiona teza ma jasny wydźwięk naukowy jak i wysokie walory aplikacyjne, co czyni badanie w tym zakresie za niezwykle istotne. Jednakże podany siedmiopunktowy zakres prac w tym zakresie nie jest już tak poprawny albowiem przegląd istniejących metod projektowania filtrów analogowych nie stanowi osiągnięcia niniejszej rozprawy. Stwierdzenie to ma swe uzasadnienie w kolejnym punkcie recenzji.

2. Sposób rozwiązania postawionego problemu poprzez zastosowanie właściwych metod

Tylko pobieżne spojrzenie na zasadniczy problem naukowy sformułowany do rozwiązania w ramach niniejszej rozprawy można stwarzać wrażenie iż jest to problem trywialny, gdyż istnieje rozległa baza różnorodnych narzędzi takich jak Genesys (*Keysight Technologies* - użyte przez Doktoranta), MathWorks (*Matlab*), FilterSolutions (*Nuhertz Technologies*), czy

Spectrum Software (*Micro-Cap*), pozwalających na inżynierskie projektowanie filtrów. Niestety metody te w przypadku filtrów VHF dają ograniczone wyniki, zwłaszcza jeśli przyjąć, iż zachodzi konieczność wytworzenia filtrów na bazie komercyjnie dostępnych elementów charakteryzujących się odpowiednią klasą dokładności. Dlatego też uważam, iż zastosowana przez Doktoranta metodologia streszczona na Rys. 103 jest zasadniczym elementem dysertacyjnym. Jej zastosowanie pozwoliło na podanie przez Doktoranta konkretnych rozwiązań dla filtra tak dolnoprzepustowego jak i pasmowego bazującego na założonym zakresie częstotliwości odcięcia jak i bazy komercyjnie dostępnych podzespołów.

Jednocześnie stwierdzam, iż omówienie podstaw działania układów, tzw. część literaturowa rozprawy, ma walory zbyt podstawowe: dotyczy to materiału zawartego w rozdziałach 3-5, zwłaszcza opis – typów filtrów analogowych i ich metody projektowania. Niewątpliwie jest to materiał bardzo dydaktyczny i podany w sposób systematyczny ale stanowi on około 44% rozpraw, tym samym zakłócając proporcje 1 do 2 pomiędzy częścią literaturową a własną Doktoranta, jakiej się zawsze spodziewam.

3. Aktualność i ważność tematyki rozprawy

Pomimo, że projektowanie filtrów wysokoczęstotliwościowych w zasadzie bazuje na elementach przestrajalnych, to w pewnych wypadkach wykorzystanie dyskretnych cewek i kondensatorów ma także zastosowanie. W tym wypadku występujące dyskretnie wartości stanowią istotne ograniczenie uniemożliwiające dokładne zaprojektowanie układów. Problem jest tym większy, że komercyjne takie elementy charakteryzują się odchyłkami wartości znamionowych. Zatem posiadanie przez projektantów filtrów odpowiedniej metodologii, która pozwoli na dobór elementów spełniających zakładane parametry projektowe jest ważne i bardzo pożądane. Tym samym przedstawione w ramach rozprawy rozwiązanie jest istotne i może znaleźć praktyczne zastosowanie.

4. Oryginalny dorobek Autora i jego znaczenie poznawcze (przydatność praktyczna dla nauki bądź techniki)

Głównym oryginalnym dorobkiem Autora jest udowodnienie tezy poprzez opracowanie metodologii projektowania filtrów LC na bazie dostępnych dyskretnych elementów o określonej klasie dokładności na zakres VHF. Metodologia ta została opisana szczegółowo w rozdziale 6 wraz z jej blokowym przedstawieniem jako Rys. 103: startując od matematycznego modelu (zakładanej charakterystyki częstotliwościowej) poprzez wykorzystanie metody aproksymacyjnej uwzględniającej ograniczenia na dostępne elementy składowe, pozwala na uzyskanie matematycznego modelu układu, który to podlega optymalizacji według autorskiego algorytmowi zaprezentowanemu na Rys. 120, z wykorzystaniem komercyjnego oprogramowania symulacyjnego Genesys (*Keysight Technologies*), co pozwala na dobór elementów. W końcowej części dokonywane jest oszacowanie dostępnej tolerancji za pomocą metody Monte Carlo oraz zaproponowanie końcowej topologii układu PCB.

Autor stwierdza, iż metodologia ta jest adoptowalna do dowolnego typu filtrów VHF, jednakże w pracy skupia się na filtrze pasmowym oraz dolnoprzepustowym. Metodologia dla filtra pasmowego 265 – 295 MHz (dwie implementacje) oraz 114-126 MHz została opisana w rozdziale 8, zaś filtra dolnoprzepustowego w dodatku A. W obu przykładach pokazano jakie elementy komercyjnie dostępne należy wykorzystać by uzyskać zakładane parametry wyjściowe obu typów filtra.

5. Udokumentowanej w rozprawie wiedza na zaawansowanym poziomie, o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk technicznych oraz o charakterze szczegółowym, odpowiadającym obszarowi prowadzonych badań naukowych

Praca stanowi pogłębione i przemyślane współczesne studium wiedzy na temat projektowania wysokoczęstotliwościowych filtrów z wykorzystaniem komercyjnie dostępnych elementów L i C. Proponowane rozwiązania wraz z zastosowaną metodyką mieszczą się całkowicie w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w zakresie obecnej dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika. Zastosowany aparat matematyczny jest na odpowiednim poziomie wymagającym od rozpraw doktorskich, zaś dyskusja uzyskanych wyników w pełni przekonująca. Jako kompletne zagadnienie naukowe, samodzielnie rozwiązane przez Doktoranta, praca ma charakter analityczno-eksperymentalny albowiem Doktorant zaproponował odpowiednie koncepcje poparte symulacjami działania układów a następnie dokonał weryfikacji ich poprawności poprzez pomiary parametrów wytworzonych układów. We wszystkich tych zagadnieniach Doktorant wykazał się odpowiednią wiedzą i umiejętnościami pretendującymi go do uzyskania tytułu doktorskiego.

6. Elementy najnowszych osiągnięć nauki świadczących jednocześnie o znajomości współczesnej literatury z reprezentowanej dyscypliny naukowej

Autor przytacza szeroki, zdaniem recenzenta nawet zbyt głęboki (w zakresie informacji podstawowych), zakres światowych badań w zakresie projektowania analogowych filtrów LC ze szczególnym uwzględnieniem niuansów związanych z ich działaniem w zakresie wysokoczęstotliwościowym. Przegląd ten jest obszerny i zawiera odniesienie do wszystkich dostępnych technologii jaki bazuje na licznych danych katalogowych. Przeprowadzona analiza literaturowa jest wielostronna (97 pozycji literaturowych) i ukierunkowana na prawidłowe przedstawienie najlepszych rozwiązań z jednoczesnym omówieniem pojawiających się ograniczeń. Na tym tle zaprezentowane własne rozwiązania wybranych problemów mają cechę wiarygodności bazującej na udokumentowanych wynikach badań.

7. Wady i słabe strony rozprawy

Na wstępie recenzent stwierdza, iż ze względu na przedłożenie rozprawy w języku angielskim, który nie jest językiem ojczystym recenzenta, recenzent nie będzie odnosił się do poprawności językowej. Jednakże załączone w pracy jednoakapitowe jej streszczenie w języku polskim (strona 8) jak i znajdujące się tam słowa kluczowe są całkowicie nieakceptowalne. Mym zdaniem promotor pracy albo co najmniej promotor pomocniczy powinien był zmusić Doktoranta do nadania tej części prawidłowej formy w języku polskim a nie przepuszczać tłumaczenia zaczerpnięte z translatora Google.

Ponadto, ze względu na złożenie rozprawy w języku angielskim niniejsza recenzja dokonywana jest do anglojęzycznego tytułu rozprawy, albowiem w jego polskojęzycznym tłumaczeniu występują rozbieżności: na stronie 8 tytuł brzmi: „Metoda projektowania filtrów analogowych o bardzo wysokiej częstotliwości przy użyciu elementów skupionych”, zaś w piśmie od Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej AEiE mowa jest o pracy zatytułowanej: „Metoda projektowania analogowych filtrów na zakres ultrakrótkich fal radiowych na elementach skupionych”

Globalnie recenzent wnosi uwagi typu redakcyjnego dotyczące następujących kwestii:

- nieprawidłowa forma powołań literaturowych: jeżeli w treści rozprawy powołania następują jako odnośniki liczbowe typu [XX] to powinny one pojawiać się w sposób rosnący w treści rozprawy i być przytoczone narastająco w bibliografii – tzw. system amerykański. Natomiast jeśli bibliografia jest uporządkowana alfabetycznie, tak jak ma to miejsce w rozprawie, to w treści powołania powinny być w formie (Nazawisko, rok) – tzw. system angielski. Zastosowany w pracy system mieszany jest trudny do śledzenia, stąd niewłaściwy. Recenzent nie znalazł w treści odniesień to pozycji: [17], [64], [73], [84], [94], oraz [95].

- jako błąd o wymiarze ponad redakcyjnym uważam jednoczesne powoływanie się na dużą liczbę publikacji – powyżej powiedzmy 5. Jeżeli ktoś dokonuje omówienia danego zagadnienia to powinien dawać kluczowe przywołanie literaturowe. Zawarte w pracy powołania: [14]-[97] str. 40, [3]-[83] str. 43, [27]-[93] str. 59, [81]-[46] str. 62 są nie do przyjęcia albowiem nie wskazują odpowiedniego zakresu literaturowego, ani nie świadczą o dokonaniu krytycznej analizy materiału w nich zawartego.

- w treści rozprawy brakuje powołań na następujące rysunki: 7, 13, 25, 30, 31, 68, 121, 122, 145, A.7. Utrudnia to znacznie śledzenie toku rozumowania Doktoranta. Uwaga ta dotyczy także pojawianie się (kilkanaście razy) samych rysunków przed ich omówieniem w treści rozprawy.

Jako istotną uwagę recenzent wnosi brak rozdzielenia badań literaturowych od własnych dokonań Doktoranta. Niewątpliwie badania własne ukierunkowane na realizację tezy rozprawy zawarte są w rozdziałach 6-8 oraz w załączniku A. Badania te poparte są współautorskimi publikacjami Doktoranta występującymi jako pozycje od [34] do [38]. W tym miejscu należy zaznaczyć, iż część z nich [34], [35], [37] nie są odnotowane w bazie Scopus – prawdopodobnie są to pozycje krajowe - rosyjskie. Baza Scopus podaje łącznie 6 współautorskich publikacji Doktoranta, z czego tylko 3 związane z rozprawą: poz. [36] i [38] oraz pracę „Design Method for Non-Tunable LC-Filters”, doi: 10.1109/MWENT4793.90671172 z 2020 roku która jest syntezą rozprawy i była zaprezentowana *na Moscow Workshop on Electron and Networking Technology*. Jednakże, powołania na prace własne [34, 35, 37] znajdujące się w części omawiającej obecny stan literatury:

- str. 28 rozdz. 3 - omówienie odbiorników i nadajników literaturowych – przywołanie wyników z pracy [35],

-str. 43 Rozdz. 4 – metody projektowania filtrów LC – przywołanie wyników z pracy [37],

- str. 48 rozdz. 4.3 – wady metod aproksymacyjnych dla projektowania filtrów – przywołanie wyników z pracy [37],

- str. 65 rozdz. 5.1 omówienie elementów filtrów analogowych – cewki – przywołanie wyników z pracy [34],

przy krytycznej analizie stanu badań mają negatywny wydźwięk co do dokonań Doktoranta.

Recenzent prosi o wyjaśnienie fizycznego znaczenia błędu określonego wzorem (45) – czy jest to wartość względna czy bezwzględna i jak ją interpretować.

W końcu odnośnie wyników zaprezentowanych w dodatku A, recenzent prosi o stwierdzenie jaka praktycznie jest przyjęta dolna wartość dla tego filtra dolnoprzepustowego. Zgodnie z teorią w praktyce nie przyjmuje się zerowej wartości dla tej granicy jak podano w pkt. 4.5 na str. 56, ale wartość z (A.58) wydaje się być niewłaściwą, takie założenie pokazuje raczej filtr pasmowy a nie dolnoprzepustowy.

8. Kategorię do której zalicza recenzent rozprawę.

Podsumowując stwierdzam, że oceniana praca doktorska mgr inż. Egora Gurova **spełnia wymagania** jakie Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. 2003 Nr 65, poz. 595, z późn. zmianami) przewiduje dla rozpraw doktorskich. W recenzowanej pracy zostało sformułowane, a następnie rozwiązane z zastosowaniem metod naukowych oryginalne zagadnienie naukowe z dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, stąd stawiam wniosek o jej przyjęcie jako rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

