



RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**Tytuł rozprawy: Testowanie elektronicznych układów analogowych
z wykorzystaniem wielowymiarowej przestrzeni
poszukiwań i algorytmów zbiorowej inteligencji**

Autor rozprawy: Mgr inż. Piotr Kyzioł

Promotor rozprawy: Prof. dr hab. inż. Jerzy Rutkowski

Uwagi wstępne

Rozprawa dotyczy diagnostyki układów analogowych, a jej celem było opracowanie metody testowania układów z ograniczonym dostępem pomiarowym z wykorzystaniem wielowymiarowej przestrzeni poszukiwań. Problematyka pracy stanowi część szeroko zakrojonych i spójnych badań naukowych prowadzonych pod kierunkiem Prof. dr. hab. Jerzego Rutkowskiego w Instytucie Elektroniki Politechniki Śląskiej. Tematyka pracy mieści się w nurcie badań światowych w tym zakresie i jest aktualna, choć ogranicza się do układów liniowych i uszkodzeń pojedynczych, czyli najlepiej rozpoznanych zagadnień w diagnostyce układów analogowych.

Rozprawa ma charakter teoretyczny i obejmuje podstawowe problemy związane z diagnostyką wybranej klasy układów analogowych metodą symulacji przedtestowej. Pracę której zasadnicza część liczy 146 stron i 97 pozycji bibliograficznych podzielono na 5 rozdziałów i 3 dodatki.

Ocena merytoryczna

Centralnym i najważniejszym ogniwem rozprawy jest rozdział 3, w którym przedstawiono czwórnikową metodę testowania analogowych układów elektronicznych. Pomysł testowania polegający na równoległym dołączeniu do układu dodatkowego czwórnika testującego oraz opracowanie na tej podstawie metody nazwanej 4-tBT nosi cechy

RAU	Biuro Dziekana	
	Wpłynęło dnia	20.09.2011
	Nr	1023 / zał.

oryginalności i stanowi niewątpliwe osiągnięcie Autora. Metoda 4-tBT została przedstawiona przejrzysto, szczegółowo i bez niedomówień. W każdym z czterech podstawowych etapów tej metody, a mianowicie: zdefiniowanie danych wejściowych, wyszukanie informacji diagnostycznej, optymalizacja doboru punktów testowych i synteza czwornika testującego Doktorant użył właściwych narzędzi badawczych, zarówno deterministycznych jak i heurystycznych, w szczególności algorytmu rojowego oraz programowania genetycznego. Na uwagę zasługuje tu wprowadzenie pojęcia rozkładu testowego zawierającego skompresowaną informację o przypisanych poszczególnym punktom testowym zbiorach niejednoznaczności. Pojęcie to odgrywa ważną rolę w całej procedurze diagnostycznej. Również zaproponowana miara jakości zbiorów niejednoznaczności i punktów testowych jest tu użyteczna. Przedstawiona teoria prowadząca do metody 4-tBT jest spójna i interesująca. Poszczególne etapy układają się w logiczną całość i wskazują na szereg usprawnień w stosunku do podejścia klasycznego, zarówno w zakresie tworzenia słownika diagnostycznego jak i pomiarów testowych. Opracowanie metody konsekwentnie realizującej założone zadania i uzyskane wyniki wskazują na predyspozycje Autora do prowadzenia prac naukowych.

Zaproponowana w rozdziale 3 koncepcja dołączenia do układu testowanego czwornika testującego typu Π na pewną wartość poznawczą i zasługuje na dokładne zbadanie. Wydaje się jednak, że dokonana w ten sposób deformacja układu nie jest na tyle sprawcza, aby doprowadzić do istotnej poprawy w stosunku do zbliżonej do klasycznej metody testowania, gdy do węzłów wejściowego i wyjściowego dołączone są dwójniki. Należy również zaznaczyć, że zwiększenie liczby dostępnych pomiarowo węzłów testowych w wyniku dołączenia czwornika typu Π , wskazane w tezie głównej, jest pozorne, ponieważ napięcia w wewnętrznych węzłach czwornika mogą być obliczone na podstawie zmierzonego napięcia wejściowego i wyjściowego.

Poniżej przedstawiam kilka uwag krytycznych do zaprezentowanej w rozprawie metody oraz wskazuję na pewne uchybienia, błędy i niedociągnięcia.

- Zaproponowane podejście odnosi się do układów liniowych. Tylko wtedy można użyć stosowany czwornikowy opis admitancyjny. Dlatego stwierdzenie na str. 48, że testowany układ może być dowolny w przypadku pobudzenia DC lub specjalizowanego jest niewłaściwe.
- Rozpatrywany czwornik testujący jest układem aktywnym zawierającym niezależne źródło napięcia. Dla takiego układu macierz Y^D jest częścią opisu admitancyjnego. Autor ignoruje ten fakt i utożsamia omawiany czwornik z macierzą Y^D . Analiza

połączenia równoległego czwórników testowego i testującego wymaga szerszego omówienia.

- Wzór (9) jest słuszny tylko w przypadku regularnego połączenia czwórników, o czym Doktorant wspomina na str. 39. Mimo to, pokazane w dalszej części pracy (rys. 8-2) szeregowe połączenie czwórników jest nieregularne. Gdyby w procesie syntezy dwójnika RLC, z wykorzystaniem algorytmu programowania genetycznego, stosować wzory macierzowe różnych połączeń bez sprawdzenia ich regularności, wówczas otrzymany wynik byłby błędny.
- W rozdziale 3.2.3. podano tester z podziałem układu testowanego na bloki, co nasuwa pytanie odnośnie realizacji tego typu operacji w skomplikowanych rzeczywistych układach, tym bardziej, że Autor nie wspomina o zastosowaniu tego typu testerów w podanych w rozdziale 4 przykładach.
- Dobór wartości elementów czwórnika testującego jest błędny ze względu na to, że porównanie Y_{11}^S z Y_G oraz Y_{22}^S z Y_L jest niewłaściwe, ponieważ Y_{11}^S (Y_{22}^S) jest admitancją wejściową (wyjściową) czwórnika testowanego, podczas gdy admitancją wejściową (wyjściową) czwórnika testującego jest $Y_G + Y_S$ ($Y_L + Y_S$). Takie porównanie ma sens wtedy, kiedy Y_S może być pominięte w stosunku do Y_G (Y_L). Ponadto nie można porównywać części rzeczywistej (urojonej) elementów macierzy admitancyjnej z rezystancją (reaktancją) gałęzi czwórnika, lecz z częścią rzeczywistą (urojoną) admitancji tej gałęzi (np. $\text{Re}(Y_{12}^S)$ należy porównać z $\text{Re}(-(R_s + jX_s)^{-1})$) (tabela 3-2).
- Ważne i często używane w pracy pojęcie informacji diagnostycznej nie zostało formalnie zdefiniowane i jest stosowane dość swobodnie. Może ono oznaczać zestaw zbiorów niejednoznaczności (str. 21), zbiór rozkładów testowych i zbiorów niejednoznaczności (str. 50 i 55), a także zbiorów niejednoznaczności z uwzględnieniem ich położenia (str. 23) lub różnego rodzaju miar (str. 60).
- W kilku miejscach brak wyjaśnienia jaką wartość (skuteczną, amplitudę, fazę) napięcia sinusoidalnego mierzono.
- Tabela 3-1 nic nie wnosi.

W celu zilustrowania zaproponowanej metody i udowodnienia tez pracy Doktorant zamieścił trzy przykłady liczbowe. Niestety wszystkie przykłady są proste i dostarczają fragmentarycznych informacji o metodzie. Przykład 1 dotyczy elementarnego układu pasywnego i jest najbardziej wszechstronnie omówiony. Mam jednak wątpliwość, czy

pojedynczy i dość szczególny przykład upoważnia do zawartego w jego podsumowaniu stwierdzenia, że uzyskane wyniki dowodzą spełnienia tezy pracy (str. 106). Dwa pozostałe przykłady to niezbyt złożone układy zawierające dwa lub trzy wzmacniacze operacyjne, w których rozpatrywane jest albo pojedyncze uszkodzenie katastroficzne albo parametryczne. W przykładzie 2 Autor skoncentrował się głównie na pokazaniu skuteczności zaproponowanej procedury doboru optymalnego punktów testowych. Przeprowadzona tu analiza porównawcza układów z idealnym i nieidealnym modelem wzmacniacza operacyjnego budzi wątpliwości. Po pierwsze uwzględnienie skończonej wartości rezystancji wejściowej wzmacniacza operacyjnego ma znikomy wpływ na impedancję wejściową układu. Po drugie, w przypadku badań symulacyjnych napięcia 'mierzone' są różne, czyli mamy tu do czynienia z dwoma różnymi układami. Z kolei w przykładzie 3 dokonano porównania metody 4-tBT z metodą OBT. Jednak wiarygodność tego porównania obciąża fakt, że w metodzie OBT nie uwzględniono tolerancji elementów.

Przedstawiona w rozprawie metoda tworzenia słownika diagnostycznego jest bardzo rozbudowana i czasochłonna. O przydatności praktycznej tej metody decydować będzie jej skuteczność w przypadku znacznie bardziej złożonych układów niż te, które zamieszczono w pracy.

Ocena redakcyjna

Ogólnie sposób prezentacji materiału zawartego w pracy oceniam pozytywnie. Autor uzupełnia i wzbogaca formalne ujęcie omawianych zagadnień komentarzami i licznymi szczegółowymi przykładami, a własne propozycje umieszcza na szerokim tle dotychczasowych rezultatów. Świadczy to o dobrym opanowaniu materiału z dziedziny będącej przedmiotem pracy. Dzięki temu rozprawa poza walorami naukowymi ma również wartości dydaktyczne. Na tle dobrze i przejrzysto opracowanych zagadnień w pracy występuje szereg usterek, dotyczących głównie różnych definicji i oznaczeń.

Podsumowanie

Doktorant osiągnął zamierzony cel, wykazał się umiejętnością kreowania pewnych pomysłów i samodzielnego rozwiązywania problemów naukowych. Na podanych przykładach udowodnił tezy pracy. Rozprawa dowodzi również opanowania przez Autora warsztatu naukowego, bardzo dobrej znajomości literatury światowej związanej z tematyką rozprawy i potrzebnej wiedzy. Praca nie wymaga uzupełnień i poprawek.

Podsumowując uważam, że opiniowana rozprawa dotyczy ważnego i aktualnego problemu diagnostyki analogowych układów elektronicznych, zawiera własne propozycje oraz stanowi samodzielne rozwiązanie zagadnienia naukowego wynikającego z potrzeb praktyki.

Wniosek

W świetle powyższych uwag stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnioskuję o dopuszczenie mgr. inż. Piotra Kyzioła do publicznej obrony.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. Kyzioł', is centered on the page.