

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Cezarego Kołacińskiego
“Wielokanałowe, scalone systemy odczytowe dla detektorów THz
opartych o tranzystory polowe,
pobudzanych niemodulowaną wiązką promieniowania”

Autor rozprawy postawił sobie za zadanie opracowanie układu wzmacniacza, który mógłby służyć jako układ odczytowy dla tranzystora MOS pracującego jako detektor promieniowania terahercowego, a następnie zbudować układ wielokanałowy służący do tego samego celu. Detekcja niemodulowanego promieniowania w pasmie częstotliwości powyżej 100 GHz jest niełatwa. Detektor w postaci tranzystora MOS wytwarza sygnał napięciowy o bardzo małej amplitudzie (zwykle kilkadziesiąt mikrowoltów). Promieniowanie niemodulowane wytwarza sygnał stały w czasie lub wolnozmienny, zatem zadanie, jakie podjął Autor rozprawy, polegało na zaprojektowaniu i eksperymentalnej weryfikacji układu wzmacniacza napięcia stałego o poziomie szumu odniesionego do wejścia i niezrównoważenia wejściowego rzędu pojedynczych mikrowoltów. Było to zadanie ambitne. W rozprawie omawiana jest szczegółowo koncepcja dwóch układów – jedno- i wielokanałowego, szczegółowo rozważana jest budowa poszczególnych bloków składających się na cały wzmacniacz oraz zaprezentowane są wyniki badań prototypów. Jako dodatek przedstawiona jest skrótno konstrukcja trzeciego wzmacniacza. Jest też przedstawiona konstrukcja wcześniej (w ramach pracy magisterskiej) zaprojektowanego wzmacniacza, którego projekt i badania doświadczalne były jednym ze źródeł inspiracji przy projektowaniu wzmacniaczy będących zasadniczym tematem pracy. Jest to więc praca konstrukcyjno-doświadczalna.

Autor rozprawy zamieścił w niej bardzo obszerny spis literatury (blisko 200 pozycji). Zapoznanie się z tymi źródłami umożliwiło mu zamieszczenie w pierwszym rozdziale pracy dobrze napisanego obszernego przeglądu zagadnień generacji, detekcji i zastosowań promieniowania terahercowego. Z tego przeglądu autor rozprawy wyciągnął prawidłowe wnioski, które doprowadziły do sformułowania założeń i wymagań dla projektowanych układów (drugi rozdział rozprawy) oraz wyboru właściwego rozwiązania, jakim jest wzmacniacz z przetwarzaniem: wejściowe napięcie stałe jest modulowane sygnałem zmiennym, napięcie zmienne o amplitudzie proporcjonalnej do napięcia stałego jest wzmacniane przez wzmacniacz AC, po czym następuje demodulacja, w jej wyniku otrzymuje się wzmacnione napięcie stałe. Takie rozwiązanie umożliwia poradzenie sobie z dwoma podstawowymi problemami: pasożytniczą składową stałą (niezrównoważeniem wejściowym) oraz niskoczęstotliwościowymi szumami typu $1/f$.

Budowa wzmacniacza z przetwarzaniem jest dość skomplikowana, wymaga umiejętnego zaprojektowania i połączenia ze sobą szeregu bloków: modulatora, wzmacniacza AC i

związanych z nim filtrów pasmowych, demodulatora oraz ewentualnie wzmacniacza końcowego. Autor rozprawy dobrze poradził sobie z tymi zadaniami, co zostało potwierdzone zarówno wynikami symulacji, jak i – co najważniejsze – badaniami prototypowych układów wykonanych w krzemie, dowodząc tym samym tezy, że detekcja fazoczuła (*lock-in*) modulowanego sygnału terahercowego, która jest w wielu zastosowaniach bardzo kłopotliwa lub wręcz niemożliwa do zastosowania, może być zastąpiona detekcją przy użyciu specjalizowanego układu scalonego bez konieczności modulacji sygnału terahercowego.

Wartość zaprojektowanych przez Autora układów, a tym samym i rozprawy, podnosi dodatkowa możliwość zastosowania tych układów do akwizycji sygnałów biologicznych, co zostało również przedstawione w rozprawie.

Zaprojektowane przez Autora rozprawy układy są zdecydowanie konkurencyjne wobec podobnych układów dostępnych komercyjnie oraz opisanych w literaturze, co pokazuje tabela na str. 145. Jednocześnie jednak trzeba stwierdzić, że układy te są zbudowane z bloków o rozwiązaniach znanych z literatury. Rozprawa nie wnosi niczego zasadniczo nowego do teorii i sztuki projektowania analogowych układów scalonych, natomiast istniejącą wiedzę w tej dziedzinie Autor potrafił umiejętnie i twórczo wykorzystać projektując opisane w rozprawie układy wzmacniaczy. Dotyczy to wszystkich bloków, z których składają się zbudowane przez Autora wzmacniacze: układów modulatorów i demodulatorów, stopni wzmacniających, filtrów. Również rozważania dotyczące fizycznej realizacji układów, projektu ich topografii dowodzą, że Autor ma w tej dziedzinie ugruntowaną wiedzę.

Pewną słabością rozprawy jest brak głębszej analizy wpływu rozrzutów produkcyjnych na parametry wzmacniaczy. Zaprezentowane w rozprawie wyniki doświadczalne także nie pozwalają wyrobić czytelnikowi zdania na ten temat. Firma AMS dostarcza 40 egzemplarzy prototypowych układów, i taką ich liczbą zapewne dysponował Autor rozprawy. Nie jest jasne, czy prezentowane wyniki są to wyniki badania jednego egzemplarza wzmacniacza, czy też wyniki uśrednione, a jeśli wyniki z jednego egzemplarza, to czy jest to egzemplarz typowy, czy najlepszy.

Rozprawa jest napisana w sposób przejrzysty, łatwa w czytaniu, do czego przyczyniają się także zamieszczone w rozprawie ilustracje. Od strony redakcyjnej zawiera pewne potknięcia. Wykaz najważniejszych z nich został przekazany bezpośrednio Autorowi. Nie będą one tu omawiane, ponieważ nie mają one wpływu na merytoryczną ocenę rozprawy.

Podsumowując można stwierdzić, że w rozprawie przedstawione są oryginalne, wartościowe i samodzielne osiągnięcia konstrukcyjne jej Autora. Rozprawa wykazuje też, iż jej Autor posiadał w szerokim zakresie wiedzę teoretyczną w dziedzinie, której dotyczy rozprawa. Pozwala to stwierdzić, że rozprawa spełnia warunki określone w Art. 13 ust. 1 i 3 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (z późniejszymi zmianami), i tym samym postawić wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

