

Kraków 6.11.2016

Prof. dr hab. inż. Andrzej Dziech

Katedra Telekomunikacji AGH w Krakowie

**Opinia o pracy doktorskiej mgr inż. Juliusza Godka pt. „Adaptacyjny
nisko stratny kodek delta z nierównomiernym próbkowaniem-
problemy synchronizacji i rozwiązania układowego w technologii
CMOS ”**

Rozprawa doktorska mgr Godka dotyczy opracowań układowych kodeka delta modulacji (zwłaszcza typu ANS-DM) z adaptacją kroku kwantowania i odstępu próbkowania. Autor rozwiązał szereg problemów związanych z realizacją układową takich kodeków w technologii CMOS. Ważnym zagadnieniem przy projektowaniu kodeków ANS-DM jest problem synchronizacji w systemach transmisji, zwłaszcza uwzględniając fakt, że czas trwania bitów w takich systemach jest zmienny. Autor zwrócił uwagę na aspekty energetyczne proponowanych rozwiązań proponując energooszczędne podzespoły dla zrealizowanego prototypu układu kodeka.

Chociaż tematyka rozprawy dotyczy obszaru szczegółowo analizowanego od wielu lat w literaturze, to uważam, że temat podjęty przez autora jest ważny w aspekcie analizy nowych, interesujących rozwiązań na bazie obecnej technologii układów scalonych.

Rozpatrywany problem naukowy został sformułowany w sposób na ogół przejrzysty i jednoznaczny.

Zagadnienia rozpatrywane w pracy można sklasyfikować do trzech podstawowych grup tematycznych:

1. Opracowanie szczegółowej analizy problemów synchronizacji w systemach transmisji ze zmiennym czasem trwania bitów wraz z omówieniem mechanizmów możliwego zaniku synchronizacji.
2. Opracowanie szczegółowej analizy i metod realizacji kodeków ANS-DM i NS-DM z uwzględnieniem konstruktywnych propozycji rozwiązań układowych biorąc pod uwagę między innymi niski pobór mocy i związane z tym kryteria wyboru trybu pracy oraz skalowania układów CMS.
3. Badania eksperymentalne zrealizowanych kodeków oraz przeprowadzenie testów ich efektywności również na bazie badań symulacyjnych. Testy dotyczą rozwiązań najważniejszych podzespołów układów kodeka.

W każdej z wymienionych grup zagadnień autor osiągnął oryginalne i istotne wyniki.

Do najważniejszych osiągnięć autora zaliczam:

W grupie tematycznej numer 1:

- A. Zaproponowano 4 metody synchronizacji charakteryzujących się prostym sposobem realizacji. Autor szczegółowo omówił wady i zalety każdej z proponowanych metod. Na podkreślenie zasługuje zwłaszcza metoda z usuwaniem okresu zegara głównego w dekoderze, która nie ogranicza max. przepływności bitowej w stosunku do systemu transmisji bez synchronizacji.
- B. Opracowano zalecenia związane z realizacją układową kodeków ANS-DM w technologii CMOS.

W grupie tematycznej numer 2:

- A. Przeprowadzono szczegółową analizę podstawowych podzespołów kodeka ANS-DM z dokładną oceną ich warunków pracy i możliwością realizacji. Na wyróżnienie zasługuje fakt, że podstawowe zespoły kodeka zostały także wykonane. Zwrócono szczególną uwagę na minimalizację poboru mocy, co spowodowało np. zastosowanie filtrów wykorzystujących pracę tranzystorów w trybie podprogowym.
- B. Opracowano oryginalne rozwiązania układowe wybranych podzespołów kodeków delta- dotyczy to zwłaszcza filtrów z możliwością ich przestrajania, integratora paczkowego minimalizującego pobór mocy w porównaniu do szeroko stosowanych wielobitowych przetworników CA oraz komparatora.

W grupie tematycznej numer 3:

- A. Przeprowadzono badania symulacyjne i testy najważniejszych układów kodeka. Badania eksperymentalne pokazały, że opracowany przez autora układ integratora paczkowego działa poprawnie w wymaganym zakresie częstotliwości, a jego pozostałe parametry w tym energetyczne spełniają założenia teoretyczne. Przetestowano szczegółowo wykonane 3 rodzaje komparatorów dla kodeków ANS-DM. W oparciu o testy przedstawiono konstruktywne wnioski, który rodzaj komparatora spełnia oczekiwane przez projektanta parametry.
- B. Opracowano stanowisko badawcze umożliwiające eksperymentalną analizę synchronizacji w systemach ze zmiennym czasem trwania bitów dla różnych algorytmów modulacji delta. Wykonano interesujące badania synchronizacji w warunkach zakłóceń.

Przeprowadzona analiza i otrzymane wyniki dobrze świadczą o umiejętnościach autora w rozwiązywaniu złożonych problemów naukowych, a także wskazują na jego duże doświadczenie i umiejętności praktyczne. Za bardzo wartościowy element pracy należy uznać jej konstruktywność, polegającą na realizacji przez autora najważniejszych podzespołów kodeka delta i pokazaniu, że uzyskane parametry nie odbiegają od założeń teoretycznych. W wyniku testów powstało szereg istotnych zaleceń praktycznych umożliwiających efektywną realizację analizowanych kodeków.

Przy czytaniu pracy nasuwają się także uwagi o charakterze krytycznym i dyskusyjnym, poniżej niektóre z nich:

1. Analiza metod przetwarzania analogowego na stronie 13 budzi wątpliwości, np. próbkowanie z częstotliwością 44 kHz nie może odnosić się do przetwarzania delta.
2. Klasyfikacja przetworników delta Rys. 1.1.3 na wielobitowe, w tym DPCM budzi duże wątpliwości.
3. Stwierdzenie na stronie 25 o możliwości jednoznacznego odtworzenia sygnału przy średniej częstotliwości próbkowania jest co najmniej kontrowersyjne.
4. Zupełnie niejasne jest określenie odległości Hamminga jako kryterium osiągnięcia synchronizacji.

5. To co pokazano na Rys. 2.1.7 to nie jest modulacja FSK.
6. Skąd wiemy w warunkach rzeczywistych, że częstotliwość zegara odbiornika jest mniejsza lub większa.
7. Wyraźnie odczuwa się w pracy brak wyeksponowania elementów innowacyjnych.

Wymienione uwagi nie wpływają jednak w sposób istotny na ostateczną pozytywną ocenę pracy. W rozprawie przedstawiono szereg ważnych i oryginalnych rezultatów w zakresie nowoczesnych rozwiązań przy projektowaniu kodeków delta i analizy ich możliwości. Rozprawa świadczy też o biegłym opanowaniu przez autora omawianej tematyki.

Uważam więc ,że rozprawa doktorska mgr Juliusza Godka spełnia wszelkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim w świetle obowiązujących przepisów i może być dopuszczona do publicznej obrony.