

Dr. hab. inż. Andrzej PUŁKA, Profesor Politechniki Śląskiej,
Kierownik Katedry
Elektroniki, Elektrotechniki i Mikroelektroniki
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki,
Politechnika Śląska,
ul. Akademicka 16,
44-100 Gliwice.

Gliwice, 05.09.2024r.

SEKRETARIAT
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia ...11.09.2024

Zarejestrowano pod nr 510-5-4/21

Podpis 

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Konrada Jurasza

Bezegarowy przetwornik TDC (Time-to-Digital Converter) z sukcesywnym równoważeniem upływu czasu

(podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej z dnia 4 lipca 2024r.)

1. Informacje ogólne o ocenianej rozprawie doktorskiej

Praca doktorska Pana mgr. inż. Konrada Jurasza jest związana z wieloletnimi badaniami doktoranta nad samo-taktującymi asynchronicznymi przetwornikami TDC, tzn. czasu na postać cyfrową. Tematyka poruszana w rozprawie pana Jurasza jest bardzo aktualna i ważna z punktu widzenia tworzenia nowoczesnych, energooszczędnych układów elektronicznych. Systemy oparte na idei przetwarzania asynchronicznego, np. tzw. układy GALS (ang. *Globally Asynchronous Locally Synchronous*) znajdują szerokie zastosowania w nowoczesnych systemach cyfrowych, a szczególnie tam, gdzie występują komponenty o zróżnicowanej szybkości przetwarzania danych. Niepotrzebne ciągłe synchronizowanie ze sobą poszczególnych bloków funkcjonalnych może znacząco obniżać efektywność przetwarzania danych. Stąd poszukiwanie coraz to nowych rozwiązań takich jak przetwarzanie asynchroniczne, bramkowanie sygnałów zegarowych, czy też bramkowanie zasilania.

Praca Pana mgra Jurasza wpisuje się w ten nurt poszukiwania efektywnych rozwiązań, które dodatkowo wykorzystują specyfikę konkretnych zastosowań. Autor trafił do zaawansowanego zespołu badawczego w Akademii Górniczo-Hutniczej, który od wielu lat pracuje nad systemami pozbawionymi klasycznych sygnałów zegarowych występujących w typowych układach cyfrowych. Pod okiem tak świetnych fachowców doktorant mógł się rozwinąć. Pan mgr inż. Konrad Jurasz Doktorant podjął się ambitnego zadania opracowania własnej architektury układu TDC, a na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, iż w ramach pracy przedstawiono i przebadano praktycznie zrealizowany w technologii UMC 0,18 μm prototyp działającego urządzenia. Szczegółowej analizie merytorycznej recenzowanej pracy zostanie poświęcony kolejny punkt, jednak w tym miejscu muszę stwierdzić, że problematyka poruszana w recenzowanej rozprawie doktorskiej Pana mgr. inż. Konrada Jurasza jest interesująca, bardzo aktualna i istotna z punktu widzenia rozwoju dyscypliny, a w szczególności elektroniki i telekomunikacji. Tezy pracy zostały sformułowane precyzyjne, a stopień złożoności, znaczenie naukowe i zakres zadań odpowiadają ustawowym i zwyczajowym wymogom stawianym rozprawom doktorskim.

2. Zawartość merytoryczna pracy doktorskiej

Przedstawiona do oceny praca stanowi spójną całość. Rozprawa składa się z 7 rozdziałów oraz streszczenia, spisu rysunków oraz spisu tabel prezentowanych w tekście. Najważniejszą część pracy, która opisuje główny wkład autorski doktoranta stanowią rozdziały 3 (począwszy od punktu 3.2), 4, 5 oraz 6.

Rozdział 1 w zwięzły sposób uzasadnia podjęcie prezentowanej w rozprawie tematyki badawczej oraz przedstawia jej zawartość. W tym miejscu autor również stawia tezy pracy.

W rozdziale 2 doktorant przedstawia zagadnienia asynchronicznego przetwarzania sygnałów analogowo-cyfrowych, które stanowią punkt wyjścia do analizy prezentowanej w rozprawie. Ten rozdział ma charakter opisu stanu wiedzy i przeglądu literaturowego.

Podobny charakter ma kolejny rozdział 3 z tym, że tutaj autor skupił się na opisie rozwiązań bezpośrednio odnoszących się do poruszanego w pracy samotaktującego przetwarzania TDC. W mojej opinii, począwszy od punktu 3.2 praca przedstawia zasadnicze osiągnięcia doktoranta. Rozdział 3 kończy się przedstawieniem badań symulacyjnych modelu behawioralnego układu, który autor opracował i zaimplementował w języku Verilog-A (punkt 3.4).

Kolejny rozdział 4 (o nieco dziwnym tytule) odnosi się do pomiaru czasu przetwarzania. W dwóch kolejnych punktach, autor najpierw przedstawia analizę teoretyczną proponowanego rozwiązania, a następnie prezentuje wyniki otrzymane podczas symulacji modelu behawioralnego.

Rozwiązanie praktyczne w postaci zaimplementowanego i zrealizowanego układu scalonego w technologii UMC 0.18 μm zostało przedstawione w rozdziale 5. Autor bardzo szczegółowo odnosi się do poszczególnych komponentów systemu wskazując problemy oraz sposób ich rozwiązania.

Rozdział 6 prezentuje wyniki badań eksperymentalnych zrealizowanego systemu, a rozdział 7 stanowi podsumowanie pracy.

Praca zawiera również spis literatury obejmujący 118 pozycji. Spis oprócz publikacji naukowych zawiera również odniesienia do zgłoszeń patentowych, których współautorem jest doktorant.

W kolejnych punktach swojej recenzji zawarłem swoją ocenę merytoryczną tej rozprawy.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Biorąc pod uwagę zawartość merytoryczną pracy oraz zaprezentowane wyniki, uważam, że pracę Pana mgra Jurasza należy uznać za bardzo wartościową i wnoszącą istotny wkład do dyscypliny elektronika.

Autor wykazał się dużą wiedzą teoretyczną, która w powiązaniu z umiejętnościami rozwiązywania praktycznych problemów naukowych dała bardzo ciekawy rezultat. Bardzo istotnym elementem pracy w kontekście dyscypliny nauk technicznych jest opracowanie i praktyczna realizacja działającego prototypu urządzenia.

Do najistotniejszych osiągnięć autorskich recenzowanej rozprawy doktorskiej należy zaliczyć:

- opracowanie metody przybliżeń wagowych (kompensacji wagowej) pozwalające na stworzenie w pełni asynchronicznego i samotaktującego przetwornika TDC;
- wykazanie liniowej zależności czasu przetwarzania od wielkości mierzonego interwału zarówno w postaci rozważań analityczno-matematycznych, jak i w drodze badań symulacyjnych modelu behawioralnego;
- zaprojektowanie kompletnej mikrostruktury zaproponowanego układu poprzedzone jego gruntowną analizą techniczną;
- zrealizowanie prototypu układu scalonego w technologii UMC 0,18 μm i wykazanie jego wartości poprzez badania eksperymentalne;
- komercjalizacji przedstawionych badań naukowych poprzez uzyskanie ochrony patentowej.

Ponadto w mojej ocenie do wartościowych elementów rozprawy należą

- A) Bardzo klarowne przedstawienie algorytmów przetwarzania analogowo cyfrowego, w szczególności rys. 3.2, 3.5, 3.8 oraz 3.11, a także
- B) Szczegółowa analiza elementów składowych układu przetwornika STB-TDC, takich jak matryca pojemności referencyjnych, kluczy analogowych, źródeł prądowych, komparatorów itd.

Te elementy pracy świadczą o dużej wiedzy teoretycznej doktoranta, który stosuje teoretyczne metody z dużym wyczuciem i zrozumieniem, a także wskazują na umiejętności praktyczne związane z projektowaniem układów scalonych z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi (w tym przypadku system Virtuoso firmy CADENCE).

W podsumowaniu swojej oceny merytorycznej zawartości pracy stwierdzam, że autor doskonale wywiązał się z postawionego zadania naukowego i osiągnął cele naukowe pracy doktorskiej.

Rozprawa doktorska ma również swoje słabe strony i pewne niedociągnięcia edycyjne, które przedstawiam w kolejnych dwóch punktach swojej recenzji. Uwagi te podzieliłem na „Uwagi krytyczne i dyskusyjne” oraz „Uwagi szczegółowe”. Pierwsza z tych części zawiera również pytania do doktoranta.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne. Pytania do doktoranta

1) W rozprawie stosowane jest bardzo dużo skrótów i określeń specyficznych dla stosowanych metod, czy rozwiązań co bardzo utrudnia czytanie pracy. W mojej opinii, czytelność pracy

uległa by znacznej poprawie po uzupełnieniu o spis stosowanych w pracy skrótów i akronimów. Przykładem może być skrót FSR, który w przetwarzaniu obrazów wysokiej rozdzielczości ma zupełnie inne znaczenia, a nazwa ta oznacza w rozumieniu autora pełny zakres przetwarzania i znalazłem ją na stronie 37 (wzór 3.1).

2) W pracy znalazłem kilka określeń skrótu ASM: „*asynchroniczna maszyna stanów*” (Rys.2.7 na str.31, Rys. 2.8-2.11 na str.34), „*maszyna sterująca*” (ostatni akapit na str.51), „*automat sterujący*” (przedostatni akapit na str.52), czy w tytule punktu 5.1.7. na str.103 „*Asynchroniczny Automat Sterujący*” (w mojej opinii najtrafniejsze określenia). To wprowadza pewien bałagan semantyczny i również wpływa na przejrzystość i czytelność pracy. Wymagałoby to uporządkowania.

3) Punkt 3.2. zatytułowany: „*Algorytm sukcesywnego równoważenia upływu czasu STB-TDC*”, tak naprawdę nie stanowi opisu formalnego algorytmu. O ile opis zawarty w tym podrozdziale jest czytelny i wyjaśnia metodę (również rysunek 3.11, o czym wspominałem powyżej jest bardzo czytelny), to w pracy naukowej wymagamy, by algorytmy miały formalny opis bądź to w postaci matematycznej, bądź pseudokodu.

4) Bardzo niefortunnie, w mojej opinii, został sformułowany również tytuł rozdziału 4 oraz dwóch kolejnych podpunktów. W rozdziale tym opisywana jest metoda wyznaczania czasu, więc tak powinien brzmieć tytuł, tzn. „*Pomiar czasu przetwarzania metodą ...*” itp.

5) Autor w podsumowaniu swojej rozprawy (ostatnie zdanie tekstu), stwierdza, że: „*...zaprezentowane w niniejszej pracy badania nie tylko przedstawiają nowy sposób przetwarzania interwałów czasu, ale również stanowią podstawę do jasno sprecyzowanego dalszego rozwoju.*” Jednak brak jasnego sprecyzowania potencjalnych zastosowań i ewentualnych kierunków dalszych badań. Ten fragment wymagałby takiego uzupełnienia.

Uprzejmie proszę o ustosunkowanie się doktoranta do powyższych uwag.

5. Uwagi szczegółowe

1) Generalnie praca została napisana poprawną polszczyzną i dość zrozumiałym językiem. Autor zadbał o staranne przedstawienie omawianych zagadnień i czytelność rysunków czy wykresów. Jednak doktorant nie uniknął stosowania żargonu technicznego.

2) Na stronie 32 w wierszach 20-21 użyto niefortunnego zwrotu: „*każdy z kondensatorów powinien zostać naładowany do założonego napięcia referencyjnego V_L lub pozostać pusty.*” Powinno być raczej pozostać rozładowany/nienaładowany.

3) Na stronie 68 w przedostatnim wierszu użyto niefortunnego sformułowania „*pomiędzy piątym i szóstym metalem*” zamiast między piątą a szóstą warstwą metalizacji.

4) W ostatnim wierszu na stronie 72 kolokwializm „*...pozostają względem siebie w stosunku binarnym*”.

5) Na stronie 115, w trzecim wierszu od góry użyto żargonu „*W sumie otrzymano 25 próbek, z czego 23 działa poprawnie*”. Ten opis wymagałby szerszego wyjaśnienia, np. co to jest próbka? Na pewno nie dotyczy to próbkowania sygnału.

Pragnę jednakże stwierdzić, że te uwagi edycyjne wynikające z obowiązku recenzenta nie wpływają na moją wysoką ocenę pracy Pana mgra Konrada Jurasza.

6. Wnioski końcowe

Podsumowując moją opinię dotyczącą przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Konrada Jurasza stwierdzam, że stanowi ona oryginalne i ciekawe rozwiązanie postawionego problemu naukowego i w pełni spełnia wymagania dotyczące rozpraw doktorskich określone w artykule 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”. Rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

- 1) W związku z tym wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Konrada Jurasza pt. „*Bezzegarowy przetwornik TDC (Time-to-Digital Converter) z sukcesywnym równoważeniem upływu czasu*” i dopuszczenie jej do publicznej obrony.
- 2) Ponadto, biorąc pod uwagę dotychczasowe osiągnięcia naukowe doktoranta oraz przedstawione mi kryteria wyróżniania rozpraw doktorskich przyjęte w dyscyplinie AEEiTK w Akademii Górniczo-Hutniczej wnoszę o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej Pana mgra Konrada Jurasza. W mojej opinii, doktorant w nadmiarze spełnia wymagania, a fakt, iż jest współautorem aż ośmiu wniosków patentowych (dwa zostały już udzielone) jednoznacznie przemawia za takim wnioskiem.

Andrzej Puch