Prof dr hab. inż. Andrzej Handkiewicz Poznań, 4.03.2016

Katedra Inżynierii Komputerowej
Wydział Informatyki Politechniki Poznańskiej
ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań
e-mail: Andrzej.Handkiewicz@put.poznan.pl

OCENA
rozprawy doktorskiej
mgra inż. Macieja Frankiewicza
pod tytułem
Generator taktujący TCO sterowany temperaturą jako nowy element zwiększania mocy obliczeniowej i redukcji energii zasilania

1 Wstęp

Mgr inż. Maciej Frankiewicz uzyskał maturę w liceum ogólnokształcącym w Ostrowcu Świętokrzyskim w klasie o profilu matematyczno-fizyczno-informatycznym w 2005 roku. Studia magisterskie na Wydziale Informatyki, Elektroniki, i Telekomunikacji AGH w Krakowie ukończył w 2010 roku. Jest zapalonym pływakiem, uprawia turystykę górską i interesuje się ikonografią.

2 Ocena rozprawy doktorskiej

2.1 Waga problemu

Ciągły postęp technologii CMOS jest podstawą rozwoju wielu profesjonalnych jak i użytkowych urządzeń elektronicznych. Jedną z możliwych barier tego postępu może się

okazać wytwarzanie dużej ilości energii cieplnej na chipie zwązanej ze wzrostem jej gęstości przy nanometrowych rozmiarach kanałów tranzystorów. Zagadnienie przedstawione w rozprawie ma więc podstawowe znaczenie dla dalszego rozwoju układów elektronicznych, a w szczególności dużych układów cyfrowych na chipie takich matryce, procesory itp.

2.2 Rozwiązanie problemu

Realizacja tez pracy została przedstawiona w pięciu rozdziałach, nie licząc rozdziału wstępnego, podsumowującego i wykazu literatury. Zaprezentowane podejście polega na sterowaniu częstotliwością zegara układu cyfrowego tak, aby jego przegrzanie nie wystąpiło, przy równocześnie maksymalnej efektywności (szybkości) jego działania. Praca jest napisana zwięźle i jasno. Uzyskane wyniki są ilustrowane przejrzystymi rysunkami i tabelami.

Dla uzyskania zamierzonego celu, Doktorant wziął pod uwagę aktualnie stosowane, w dziedzinie zjawisk cieplnych w układach scalonych, metody:

- Metoda predykcyjna kontroli temperatury i wydajności układu scalonego.
- Model termiczny układu scalonego i ekstrakcja jego parametrów.
- Metodę zmieniania sygnału zegarowego układu cyfrowego z wykorzystaniem oscylatora.

2.3 Ocena wkładu oryginalnego

Następujące osiągnięcia

- stanowisko laboratoryjne do badania temperatury układu scalonego (str. 35),
- 49-cio segmentowy model termiczny o dużej zgodności z pomiarami (str. 40),
- zbadanie zjawiska bezwładności termicznej (rozdz. 3.2, rys. 3.10),
- implementacja sprzętowa predykcyjnego modelu poprawiającgo bezpieczeństwo termiczne układu (rozdz. 5, 6), a w szczególności wykorzystanie:
  - oscylatora pierścieniowego o zmiennej długości pierścienia przestrajanego napięciem (str. 93),
  - obwodu różniczkującego w układzie predykcyjnym zbudowanego na OpAmp (str. 102).

są według mojej oceny najważniejszymi elementami oryginalnego wkładu Doktoranta i silnymi stronami rozprawy.

2.4 Dorobek publikacyjny

Autor publikował dużą liczbę artykułów związanych z rozprawą, w szczególności 4 prace w czasopismach z listy JCR (IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology - 2015, Journal of Electrical Engineering -2015, Metrology and Measurement Systems - 2014, Bulletin of the Polish Academy of Sciences - Technical Sciences - 2012). Taki dorobek znacznie przekracza typowe osiągnięcia doktorantów w dyscyplinie elektronika.

2.5 Uwagi krytyczne i polemiczne

Do niewielu słabszych elementów pracy mógłbym zaliczyć:

- w podsumowaniu 3.3.3 Autor stwierdza, że struktura na XNOR jest energooszczędna, co nie wynika z rys. 3.17, 3.20; różnice wydają się być mało znaczące,
- jaka postać funkcji na rys. 5.7 została wykorzystana w symulacjach (analityczna, tablicowa, itp.)?,
- układ scalony został wytworzony w technologii CMOS $0.18\mu m$ dla napięcia zasilającego $1.8V$. Czy możliwe będzie zbudowanie obwodu różniczkującego z wykorzystaniem OpAmp w bardziej zaawansowanych technologiach nanometrowych?

Można znaleźć w rozprawie drobne niedociągnięcia redakcyjne, przykładowo:

- nieliczne literówki (np. str. 99: strukturą składającym się),
- słowo 'stwarzanie', użyte 11 razy w rozprawie (str. 17,18,23,33,33,37,37,69,69,84,108), lepiej zastąpić 'zaprojektowanie', 'wykonanie', 'opracowanie', itp.,
- zamiast 'charakterystyka częstotliwościowa' lepiej 'częstotliwość' (str. 62),
- rozwinięcie skrótu WSC (str. 62) pojawia się dopiero na str. 87 (Wave Shaping Circuit),
- zamiast 'zastosowanej sprzętowej metody' lepiej 'zastosowanej metodzie sprzętowej' (str. 69),
- na rys. 6.16 długości pierścienia n powinny być przypisane poszczególnym krzywym w odwrotnej kolejności,
- zamiast 'wysoki czas odpowiedzi' lepiej 'długi czas odpowiedzi' (str.106).

3 Podsumowanie oceny rozprawy

Rozprawa doktorska jest poświęcona aktualnemu zagadnieniu problemów cieplnych w dużych systemach cyfrowych wytwarzanych na chipie. Opracowane metody zweryfikowano badaniami eksperymentalnymi na wytworzonym układzie. Dorobek publikacyjny jest znaczący. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne dotyczą drobnych błędów lub

mają charakter polemiczny. Na szczególną uwagę zasługują nie tylko walory teoretyczne ale i praktyczne pracy. Stwierdzam więc, że **rozprawa spełnia ustawowe wymagania** dotyczące prac doktorskich i **wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony**. Biorąc równocześnie pod uwagę dorobek publikacyjny Autora wnioskuję o **wyróżnienie rozprawy**.

H. Sandkuhn