

Kraków, 29-11-2016

dr hab. inż. Robert Szczygieł  
Akademia Górniczo-Hutnicza im St. Staszica w Krakowie  
Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej  
Katedra Metrologii i Elektroniki  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr inż. Aleksandra Mielczarka,**

### **„Application of FPGA Devices to Image Acquisition and Processing in Large Scale Physics Experiments”**

wykonana na podstawie uchwały Rady Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej z dn. 11 października 2016 roku.

**1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny?)<sup>1</sup>**

Autor przedstawionej do recenzji rozprawy bardzo dobrze zdefiniował jej cele. Pierwszym z nich było opracowanie określonych rozwiązań systemowych pozwalających na pomiar profilu wiązki elektronów w laserze na swobodnych elektronach. Rozwiązania te dotyczą akwizycji i przetwarzania danych z liniowego detektora pozycyjnego z wystarczającą szybkością konieczną do kontroli wiązki w czasie rzeczywistym. Drugim celem było opracowanie systemu odbioru danych z kamery wizyjnej monitorowania systemu tokamaka tak, aby możliwe było przetwarzanie danych z częstotliwością klatek wystarczającą do kontroli stanu plazmy. W obydwu przypadkach wymagania stawiane systemom były bardzo specyficzne (określone przez warunki eksperymentów fizycznych) a oczekiwane parametry przekraczały (nawet o rzędy wielkości) parametry urządzeń dostępnych na rynku. Stąd opracowanie wspomnianych systemów było niewątpliwie zadaniem bardzo trudnym i wymagało wprowadzenia wielu nowych rozwiązań zarówno na poziomie projektu jak i implementacji.

Prezentowana praca ma w związku z tym charakter projektowo-doświadczalny – jej istotą jest sprawdzenie możliwości budowy systemów akwizycji danych, których parametry wykraczają poza możliwości obecnie dostępnych urządzeń, związana jest z opracowaniem nowych rozwiązań projektowych i przetestowaniem tychże na serii prototypów.

---

<sup>1</sup> Pytania mają charakter pomocniczy, nie stanowią treści recenzji.



Autor pracy zdefiniował trzy tezy, które określiły cele jego pracy. W tradycyjnym rozumieniu teza pracy jest wyrażeniem, które, zdefiniowane w początkowej fazie badań, jest w trakcie dalszej pracy potwierdzane lub negowane. W mojej opinii przy takim charakterze pracy definiowanie tez jest zagadnieniem nieco sztucznym, co jest widoczne szczególnie w dwóch pierwszych tezach, które odnoszą się do finalnego detektora HOLD. Funkcję tez powinny tutaj pełnić cele pracy, które, jak wcześniej powiedziałem, są bardzo dobrze określone.

**2. Czy w rozprawie przeprowadzono właściwie analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy Autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?**

Bibliografia rozprawy zawiera 83 referencje, które w dużej mierze obejmują definicje standardów oraz dokumentacje techniczne stosowanych rozwiązań sprzętowych. Ponadto Autor cytuje również 18 prac, w których jest współautorem (w tym 4 artykuły z listy JCR oraz 14 materiałów konferencyjnych). O ile takie zestawienie literatury jest uzasadnione z uwagi na postawione cele pracy, to zwraca uwagę brak odniesienia do istniejących systemów akwizycji danych istniejących i działających eksperymentów fizycznych, wykorzystywanych przez nie architektury czy standardów.

**3. Czy Autor rozwiązał przedstawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?**

Cele zdefiniowane w tezach zostały w mojej opinii osiągnięte. Autor opracował architektury i przedstawił przykładowe ich implementacje, które dokumentują możliwości budowy systemów akwizycji danych o wymaganych parametrach.

W przypadku systemu do pomiaru parametrów wiązki elektronów prace obejmowały budowę trzech prototypów. Pierwszy z nich, bazujący na układach scalonych front-end Beetle, pozwolił na zdefiniowanie punktów krytycznych architektury systemu. Jego pomiary doprowadziły m.in. do decyzji o zmianie używanych układów front-end. Architektura software'owa drugiego prototypu była już zbliżona do docelowej, ale została zaimplementowana na platformie sprzętowej traktowanej jako rozwiązanie przejściowe. Finalny prototyp systemu HOLD stanowi rozwiązanie ostateczne, choć w pracy nie przedstawiono wyników jego testów. Jednakże testy przeprowadzone na zamiennej platformie sprzętowej w mojej opinii dokumentują wystarczająco możliwości osiągnięcia docelowych parametrów systemu.

Metodologia postępowania przy projekcie systemu przetwarzania danych z kamer była podobna, choć nie była związana z budową prototypów. W pierwszym kroku Autor wykonał wstępne implementacje na dostępnych kartach *frame grabber'ów*, co pozwoliło na zdefiniowanie najtrudniejszych punktów projektu. W następnym kroku nastąpiła implementacja docelowej architektury. Autor przedstawił wyniki wstępnych testów opracowanego systemu, które dokumentują możliwości użycia opracowanej architektury w docelowym systemie wizyjnym.

W obu przypadkach metodologia postępowania jest w mojej ocenie prawidłowa, prowadząca do poprawnych wyników. Zastrzeżenie budzi jedynie fakt bardzo ograniczonego testowania finalnych rozwiązań. Na poziomie samego projektu brakuje również informacji na temat metod testowania modułów opracowanych na pośrednich etapach projektowych, co przy tak złożonym systemie docelowym ma istotne znaczenie.

**4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?**

Oryginalny dorobek Autora rozprawy stanowi opracowanie szeregu elementów systemów akwizycji danych dla eksperymentów fizycznych, przy czym najważniejsze z nich w mojej opinii to:

- opracowanie ok. 20 miękkich modułów „IP core” wykorzystanych w budowie prototypów (w tym szybkiego bloku arytmetyczno-statystycznego na platformę HOLD oraz modułów rozszerzających dla magistrali AXI);
- opracowanie systemu akwizycji obrazu MFG4 na platformę MicroTCA.4,
- implementacja odbiornika sygnałów zegarowych i synchronizujących na platformę MicroTCA.4 wg wytycznych projektu ITER.

Należy podkreślić, że wszystkie opracowane elementy zostały zaimplementowane i uruchomione na platformach sprzętowych zbliżonych do docelowych.

**5. Czy Autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?**

Praca jest napisana starannie, poprawnym językiem angielskim, jej konstrukcja logiczna jest poprawna. Czytelnik nie ma problemu ze zrozumieniem wymagań stawianych przez systemy eksperymentalne fizyki. Równie jasno i precyzyjnie opisane są zastosowane rozwiązania projektowe i sprzętowe.

Z drugiej strony odczuwalnym jest - zwłaszcza w części dotyczącej systemu pomiaru profilu wiązki elektronów - brak wystarczających uzasadnień dla zastosowanych konfiguracji sprzętowych (np. dlaczego zastosowano przetworniki 14-bitowe? dlaczego dla drugiego prototypu wykorzystano zestaw ewaluacyjny Artix-7?) oraz brak wyciągnięcia konkretnych wniosków z testów prototypów, w szczególności drugiego prototypu oraz modułu HOLD.

W mojej opinii zdecydowanie lepiej, jeżeli chodzi o argumentację, napisana jest druga część rozprawy dotycząca rozwiązań dla systemów wideo, choć podobnie wyciągnięte wnioski są bardzo ograniczone.

Generalnie obydwa systemy są doprowadzone do poziomu „proof of concept”, co pozostawia czytelnikowi pewien niedosyt, zwłaszcza że w perspektywie opracowane rozwiązania mają być stosowane w dużych systemach eksperymentalnych.

**6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?**

Przedstawiona rozprawa pomimo swojego dużego znaczenia praktycznego posiada również swoje wady. Pierwszą z nich jest brak spisu stosowanych skrótów i oznaczeń, co zdecydowanie utrudnia czytanie, zwłaszcza wersji papierowej. Drugą jest wspomniany już brak jakiegokolwiek odniesienia do istniejących systemów akwizycji danych w innych eksperymentach fizycznych. Autor w rozdziałach wstępnych przeprowadza ogólne rozważania na temat stosowanych systemów i architektur, natomiast nie odwołuje się do żadnych istniejących przykładów, co ogranicza spojrzenie czytelnika na całość zagadnienia. Autor nie ustrzegł się również w niektórych momentach niepotrzebnego wchodzenia w detale (np. zbyt szczegółowy rysunek 25, czy niepotrzebny wg mnie rysunek 19).

**7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?**

W wyniku prac doktoranta powstały prototypy urządzeń przetwarzających dane dla dużych eksperymentów fizycznych, mogące stać się podstawą systemów produkowanych na potrzeby takich eksperymentów, stąd wyniki pracy doktoranta należy określić jako istotny wkład w rozwój nauk technicznych. Przydatność prac doktoranta będzie szczególnie widoczna, gdy opracowane rozwiązania zostaną wykorzystane do przetwarzania danych w finalnych systemach eksperymentalnych.

**8. Do której z następujących kategorii recenzent zalicza rozprawę:**

- a) nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy,**
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania,**
- c) spełniająca wymagania,**
- d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem,**
- e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie.**

Biorąc pod uwagę szczególnie praktyczny charakter prac oraz dorobek publikacyjny Autora określam rozprawę jako spełniającą wymagania z wyraźnym nadmiarem i wnioskuję o dopuszczenie rozprawy mgr. inż. Aleksandra Mielczarka do publicznej obrony.

*Robert Kruppiak*