

## ABSTRAKT

Niniejsza rozprawa przedstawia rozważania teoretyczne, wyniki symulacji oraz pomiarów wielokanałowych układów odczytowych dla hybrydowych detektorów promieniowania X. Układy takie zawierają zarówno część analogową jak i cyfrową, zintegrowane w jednym układzie scalonym. Widocznym trendem w projektowaniu tych układów jest zwiększanie funkcjonalności pojedynczego kanału, co stawia nowe wyzwania w procesie symulacji, projektowania i testowania zintegrowanych systemów analogowo-cyfrowych.

Podjęte w ramach tej pracy rozważania naukowe mają na celu optymalizację procesu projektowania analogowo-cyfrowych scalonych układów odczytowych, w szczególności zawierających algorytmy do minimalizacji efektów związanych ze zjawiskiem podziału ładunku. We wstępie wprowadzono podstawowe pojęcia, opisano zjawiska i rozwiązania dedykowane detekcji promieniowania X. Następnie, przedstawiono algorytmy i implementacje układowe podejmujące próby rozwiązania problemu podziału ładunku w detektorach pracujących w trybie pojedynczego zliczania fotonów opisane w literaturze. Przedmiotem szerszych badań koncepcyjnych i symulacyjnych stał się algorytm C8P1, zaproponowany przez grupę projektowania układów scalonych z Katedry Metrologii i Elektroniki, Akademii Górniczo-Hutniczej. W pracy zaproponowano statyczne i dynamiczne modele układu odczytowego uwzględniające m.in. rozrzuty parametrów analogowych pomiędzy kanałami, wynikające z efektów niedopasowania technologicznego oraz szumy.

W eksperymentalnej części pracy zaprezentowano architekturę, zasadę działania oraz konfigurację układu scalonego Chase Jr. z zaimplementowanym algorytmem C8P1. W celu przeprowadzenia zautomatyzowanych testów samego układu oraz detektora składającego się z układu Chase Jr. zbondowanego do krzemowego czujnika, zaprojektowano oraz zaimplementowano dedykowane środowisko testowe. Przeprowadzono trzy rodzaje eksperymentów: wstępne testy układu scalonego bez promieniowania X w celach kalibracyjnych, testy z użyciem lampy rentgenowskiej oraz testy synchrotronowe. Przedmiotem szerszej analizy były procedury korekcyjne i wpływ korekcji na poprawność detekcji, rekonstrukcja sygnału w detektorze w przypadku podziału ładunku oraz działanie detektora w warunkach promieniowania o dużym natężeniu.

Zarówno wyniki symulacji jak i pomiarów pokazują, że układ scalony z zaimplementowanym algorytmem C8P1 pozwala na odtworzenie pierwotnej energii padającego fotonu w przypadku podziału ładunku pomiędzy dwa lub cztery piksele, zatem fotony mogą zostać zarejestrowane nawet na krawędziach pomiędzy pikselami. Oznacza to, że podział ładunku może zostać skompensowany przy wykorzystaniu układów analogowych wspomaganych

cyfrowo wykorzystujących komunikację międzypikselową. Jednakże, zaobserwowano I udowodniono, że znaczący wpływ na jakość detekcji mają szумы elektroniki odczytu oraz rozrzut parametrów analogowych układu, takich jak offset DC na wejściu dyskryminatora czy wzmacnienie. Wskazano na konieczność stosowania dedykowanych układów i procedur korekcyjnych do minimalizacji rozrzutów pomiędzy kanałami, co jest warunkiem poprawnej pracy detektora. Wyniki uzyskane w testach układu Chase Jr. bezpośrednio udowadniają, że możliwe jest pokonanie ograniczeń technologicznych dotyczących rozrzutów parametrów analogowych w hybrydowych pikselowych detektorach promieniowania X, wykorzystując cyfrowe wspomaganie bloków analogowych.