

Streszczenie projektu

Nowoczesne techniki obrazowania cyfrowego bazujące na detekcji promieniowania X nie byłyby możliwe, gdyby nie rozwój wielokanałowych scalonych układów elektronicznych stosowanych do budowy systemów detekcyjnych. Dedykowane układy scalone przeznaczone do odczytu dołączonych do nich detektorów promieniowania stanowią hybrydowy moduł detekcyjny, który jest rdzeniem całego systemu pomiarowego, a parametry modułu są kluczowe z punktu widzenia jakości pozyskiwanego obrazu. Pomimo dostępności szerokiej gamy technik obrazowania pozwalających odkrywać fundamentalne prawa fizyki i chemii, naukowcy dalej potrzebują coraz to nowszych urządzeń, aby rozwijać istniejący stan wiedzy. Planowe nowe instalacje pomiarowe stosowane na źródłach promieniowania synchrotronowego są tego najlepszym przykładem, gdzie każda kolejna generacja wymaga przesunięcia istniejących granic coraz dalej w celu osiągnięcia parametrów przekraczających uprzednio nieprzekraczalne limity, takich jak przykładowo praca z dużą intensywnością padającego promieniowania, czy możliwość precyzyjnego określenia miejsca interakcji fotonu promieniowania wraz z detektorem. Niniejszy projekt wpisuje się w ten rozwój, a jego rezultatem będzie opracowanie wielokanałowego scalonego układu odczytowego spełniającego wymagania dotyczące przyszłych pomiarowych aplikacji synchrotronowych.

Celem naukowym niniejszego projektu jest opracowanie nowego szybkiego rozwiązania układowego pracującego w trybie zliczania pojedynczych fotonów, dedykowanego do odczytu matrycy sensorów o wysokim stopniu granulacji (rozmiar pojedynczego piksela ponad 10-cio krotnie mniejszy niż średnica ludzkiego włosa), przy jednoczesnym spełnieniu wymagania dotyczącego dużej intensywności pojawiających się impulsów na wejściach torów odczytowych (rzędu kilkunastu milionów zliczeń na sekundę na piksel) oraz potencjalnych zastosowań w aplikacjach synchrotronowych. Tym samym opracowane rozwiązanie układowe będzie charakteryzowało się na poziomie pojedynczego piksela odczytowego: ultra-szybkim przetwarzaniem w dziedzinie analogowej impulsów wejściowych, implementacją układów cyfrowych odpowiedzialnych nie tylko za zliczania liczby padających fotonów, ale także wskazywanie piksela, który zebrał najwięcej ładunku wejściowego skorelowanego z interakcją fotonu z detektorem – to wszystko przy jednoczesnym ograniczeniu na poziom rozpraszanej mocy oraz możliwie niskim poziomie szumów własnych toru oraz zapewnieniu wysokiego stopnia konfigurowalności układu (przykładowo możliwość pracy sąsiednich pikseli w klastrach).

Opracowanie docelowego rozwiązania dotyczącego opisanego problemu składa się z dwóch zasadniczych części: teoretyczno-symulacyjnej oraz praktyczno-weryfikacyjnej. Pierwsza część to poszukiwania optymalnej pod względem wyżej opisanych wymagań architektury układu elektroniki odczytu, która po zamodelowaniu będzie weryfikowana za pomocą symulacji na poziomie schematu oraz post-ekstrakcyjnym. Część druga wykonania projektu to implementacja opracowanej architektury układowej w wielokanałowy specjalizowanym układzie scalonym w wybranej technologii nanometrycznej CMOS, a następnie weryfikacja pomiarowa wyprodukowanego układu scalonego na opracowanym środowisku testowym.