

Wielkoskalowe akceleratory cząstek elementarnych są stosowane w nauce do podstawowych badań w dziedzinie fizyki wysokich energii. Nowoczesne akceleratory to złożone maszyny, które wymagają synchronizacji na dużych odległościach wielu systemów wielkich częstotliwości. Najbardziej krytyczne są systemy kontrolujące przyspieszanie cząstek, wymagające synchronizacji fazowej z precyzją rzędu femto sekund. Kable koncentryczne i światłowody, czyli media dystrybucyjne, które dostarczają sygnały referencyjne, są głównym źródłem długoterminowych niestałości fazy (zwanych także dryftami fazy). Istnieje kilka sposobów redukcji niestałości fazy w tego rodzaju systemach, ale końcowy wybór metody stanowi kompromis między jakością, kosztami i niezawodnością. Z drugiej strony niektóre drobne problemy w jednym rozwiązaniu stają się bardzo ważne w innym, dlatego należy brać pod uwagę indywidualne wymagania dla konkretnego akceleratora. Wobec tego projekt systemu dystrybucji odniesienia fazy jest trudnym zadaniem naukowym, mającym krytyczny wpływ na wydajność pracy urządzenia. Niniejsza rozprawa doktorska poświęcona jest opracowaniu i wdrożeniu w pełni aktywnych metod kompensacji dryftów dla systemów dystrybucji sygnałów referencyjnych dla akceleratorów E-XFEL i ESS. W pierwszej kolejności opisano niezbędne podstawy teoretyczne dla zagadnień poruszanych w pracy doktorskiej. Następnie dokonano przeglądu rodzajów architektury systemów dystrybucji wdrożonych w obiektach akceleratorowych na całym świecie z uwzględnieniem podziału na metody redukcji dryftów fazy. Opracowane metody aktywnych kompensacji dryftów fazy muszą spełnić bardzo rygorystyczne wymagania dotyczące stałości fazy dla najbardziej zaawansowanych urządzeń. W kolejnych rozdziałach przedstawiono rozwój nowatorskiej architektury łącza interferometrycznego dla akceleratora E-XFEL. Opisano eksperymenty oraz demonstrację redukcji dryftów fazy do poziomu 200 razy dla sygnału o częstotliwości równej 1,3 GHz, w przewodzie o długości kilkuset metrów. Następnie opracowano nowatorską koncepcję łącza pracującego jednocześnie na dwóch częstotliwościach 352 MHz i 704 MHz. Wykazano stałość fazy sygnałów na poziomie 0,22 stopnia (maksymalna odchyłka) i zainstalowano łącze w obiekcie ESS w Lund. W końcowej części pracy przeprowadzono dyskusję wyników wraz z informacją o potencjalnych zastosowaniach i dalszym rozwoju wdrożonych rozwiązań.

**Słowa kluczowe:** sygnał odniesienia, niestałość fazy, dryf fazy, stabilizacja fazy, system dystrybucji odniesienia fazy, PRDS, liniowy akcelerator cząstek, E-XFEL, ESS.