

Streszczenie

Europejskie Źródło Spalacyjne (ang. *European Spallation Source*) jest wspólnym projektem realizowanym przez 13 krajów europejskich. Jego celem jest zbudowanie najsilniejszego źródła neutronów na świecie. Część polskiego wkładu rzeczowego dla projektu ESS jest realizowana przez Polską Grupę Elektroniczną (ang. *Polish Electronics Group*) – konsorcjum założone przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Politechnikę Łódzką i Politechnikę Warszawską. Jednym z zadań grupy jest opracowanie urządzenia do testowania systemów sterowania LLRF (ang. *Low-Level Radio Frequency*) używanych w częściach Medium i High Beta akceleratora ESS. Urządzenie to powinno symulować wszystkie sygnały wielkiej częstotliwości przesyłane pomiędzy częścią przyspieszającą protony, a systemem sterowania LLRF oraz jak najdokładniej modelować właściwości sygnałowe i fizyczne nadprzewodzącej wnęki rezonansowej i wzmacniacza dużej mocy.

W tej pracy przedstawiono proces projektowania symulatora wnęki rezonansowej (ang. *Cavity Simulator*) dla akceleratora ESS. W pierwszej części opisano system sterowania LLRF dla sekcji Medium i High Beta akceleratora. Bazując na parametrach tego systemu przedstawiono wymagania dla symulatora wnęki rezonansowej oraz omówiono koncepcję budowy urządzenia. Następnie omówiony został projekt części sprzętowej i kolejno użyte modele oraz ich implementacja w oprogramowaniu dla układu FPGA. W końcowej części przedstawiono wyniki pomiarów zbudowanego urządzenia.

Symulator wnęki rezonansowej dla akceleratora ESS jest pierwszym tak zaawansowanym urządzeniem tego rodzaju. Wcześniejsze rozwiązania były ograniczone w zakresie symulacji i możliwości sprzętowych, które obejmują między innymi: sterowanie piezo, odstrojenie siłą Lorentza oraz nieliniowość wzmacniacza. Możliwe jest symulowanie dobroci rezonatora o wartościach powyżej 10^9 . Dzięki optymalizacji toru cyfrowego przetwarzania sygnału udało się osiągnąć bardzo niskie opóźnienie na poziomie 550 ns. Urządzenie bazuje na wysoko wydajnym układzie FPGA z dodanym interfejsem wielkiej częstotliwości. Użyte modele zostały zaimplementowane w dedykowanym oprogramowaniu. Zaprezentowane pomiary potwierdzają poprawną pracę urządzenia, które zostało z powodzeniem użyte przy instalacji systemów sterowania LLRF w sekcji Medium Beta akceleratora ESS.