

streszczenie

Tytuł: Symulator SEE pracujący w czasie rzeczywistym zjawisk

Złożoność zjawisk w systemie elektroenergetycznym sprawia, że przeprowadzenie dokładnych

i realistycznych testów zabezpieczeń elektroenergetycznych staje się prawdziwym wyzwaniem dla środowiska testowego. Symulacje w czasie rzeczywistym zjawisk znacząco zwiększają zakres możliwych do przeprowadzenia testów i są najbardziej zaawansowaną metodą weryfikacji poprawności działania zabezpieczeń. Jednakże, dostęp do symulatorów jest mocno ograniczony ze względu na ich wysoki koszt i znaczące gabaryty.

Dynamiczny rozwój narzędzi pakietu Matlab/Simulink oraz bibliotek otwarto źródłowych w ostatnich latach otworzył możliwości stworzenia akademickiego symulatora pracującego w czasie rzeczywistym zjawisk, który może być porównywalny z komercyjnymi produktami.

W odpowiedzi na to wyzwanie, w ramach tej rozprawy doktorskiej, zaprojektowano i zbudowano symulator pracujący w czasie rzeczywistym zjawisk, wykorzystując łatwo dostępny

pakiet Matlab/Simulink i system operacyjny Linux RT Preempt. Autorska część oprogramowania symulatora została oparta o mechanizm s-funkcji pakietu Matlab/Simulink, wtyczkę Embedded Coder oraz o bibliotekę bidadq firmy Advantech, będącą interfejsem do wykorzystywanych kart wejść/wyjść. Koszty przedstawionego systemu zostały

podsumowane i zestawione z dostępnymi publicznie kosztami komercyjnych symulatorów. W ramach rozprawy przygotowano również szczegółową instrukcję opisującą jak skonfigurować i uruchomić przedstawiony symulator.

Poprawność pracy symulatora w czasie rzeczywistym zjawisk zweryfikowano przy wykorzystaniu

systemu Linux RT Preempt. Sprawdzenie zostało wykonane poprzez szczegółowe profilowanie zjawiska przekroczenia pracy w czasie rzeczywistym gdzie pokazano, że przedstawione

rozwiązanie jest w stanie prawidłowo testować zabezpieczenia elektroenergetyczne bez znaczących przekroczeń.

Dodatkowo, przedstawiono wariant symulatora oparty o interfejsy IEC-61850 i porównano go z wariantem opartym o karty DAQ, pokazując wady i zalety obydwu rozwiązań.

Oba warianty cechowały się zadowalającą wydajnością w testowaniu zabezpieczeń elektroenergetycznych.

Dlatego też oba warianty stanowią tańszą i łatwiej dostępną alternatywę dla komercyjnych rozwiązań.

Ponad to, przedstawiono różne przykłady testów zabezpieczeń elektroenergetycznych przy użyciu obu przedstawionych wariantów symulatora wykorzystując specjalnie zaprojektowany

moduł do automatycznego uruchamiania wielokrotnych symulacji w trybie wsadowym.

Co więcej, wykonano również porównanie przedstawionego rozwiązania z komercyjnym urządzeniem RTDS.

Słowa kluczowe: hardware-in-the-loop, symulacje w czasie rzeczywistym zjawisk, testy, systemy czasu rzeczywistego, zabezpieczenia elektroenergetyczne, Linux czasu rzeczywistego