

Marcin JARNUT, Jacek KANIEWSKI, Mariusz BUCIAKOWSKI

Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki

Ocena bezpieczeństwa w stacjach szybkiego ładowania prądem stałym

Streszczenie. Stacje szybkiego ładowania prądem stałym są urządzeniami elektrycznymi pracującymi z napięciami niebezpiecznymi, są powszechnie instalowane w przestrzeni ogólnodostępnej i są obsługiwane przez osoby, od których nie wymaga się specjalnych uprawnień. W trakcie cyklu życia narażone są na oddziaływanie środowiska zewnętrznego, uszkodzenia mechaniczne oraz zwykłe zużycie eksploatacyjne wynikające z wykonywanych tysięcy procesów ładowania. Z tego względu podlegać powinny właściwej ocenie pod względem bezpieczeństwa użytkownika nie tylko przy opuszczaniu linii montażowej ale także po instalacji w miejscu posadowienia tj. przy oddawaniu do eksploatacji, po każdej naprawie oraz cyklicznie – w trakcie eksploatacji. W referacie przedstawiono rozwiązania techniczne instalowane w stacjach szybkiego ładowania prądem stałym służące zapewnieniu bezpieczeństwa użytkownika także przez osoby nie posiadające kwalifikacji zawodowych w zakresie eksploatacji urządzeń elektrycznych. Omówiono także niezbędne metody testowe i pomiarowe pozwalające na ocenę skuteczności działania środków ochrony i bezpieczeństwa użytkownika stacji ładowania DC.

Słowa kluczowe: stacja szybkiego ładowania prądem stałym, ocena bezpieczeństwa stacji ładowania

Konstrukcja stacji szybkiego ładowania prądem stałym

Stacje szybkiego ładowania prądem stałym są urządzeniami elektrycznymi skonstruowanymi w taki sposób aby ich eksploatacja możliwa była zarówno wewnątrz budynków jak na zewnątrz. Pod tym względem podlegają identycznym wymaganiom jak rozdzielnice i sterownice [seria PN-EN 61439]. Stacje posiadają złącza kablowe AC do przyłączania do sieci dystrybucyjnych lub instalacji niskonapięciowych oraz złącza kablowe DC do przyłączania zasobników bateryjnych pojazdów elektrycznych o napięciach znamionowych od 150 do 1000 V (stacje typu HPC) lub nawet do 1250 V (stacje typu MCS). Bloki przekształtnikowe AC/DC umieszczone pomiędzy obwodami rozdzielczymi AC oraz DC zapewniają izolację galwaniczną pomiędzy tymi obwodami, konwersję napięcia przemiennego na regulowane napięcie stałe oraz bardzo szybkie ograniczenie prądu w obwodzie ładowania. O ile obwody rozdzielcze AC zawierają znaną z niskonapięciowych rozdzielnic AC aparaturę zabezpieczeniową i ochronną to po stronie DC funkcje zabezpieczeniowe realizowane są w bardziej zaawansowany sposób zdefiniowany w normach produktowych [seria PN-EN 61851]. W stacjach ładowania prądem stałym skuteczność ochrony podstawowej jest monitorowana przed inicjalizacją każdego procesu ładowania (faza Cable Check) i w trakcie tego procesu przez urządzenia do kontroli stanu izolacji typu IMD (Insulation Monitoring Device) zainstalowane na każdym wyjściu kablowym stacji ładowania. Konfigurację złącz sygnałowych pomiędzy stacją ładowania i pojazdem elektrycznym skonstruowano i zintegrowano z obwodami silnopięciowymi złącza kablowego w taki sposób aby dodatkowo zapobiec możliwości występowania napięcia niebezpiecznego w tym obwodzie w każdej sytuacji gdy wtyk kablowy znajduje się poza gniazdem ładowania osadzonym w pojeździe a także w sytuacji gdy nie zostanie potwierdzona ciągłość połączenia sygnałowego wykorzystującego przewód ochronny PE w charakterze przewodu sygnałowego. Wszystkie wskazane wyżej środki stwarzają bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa po stronie DC stacji szybkiego ładowania prądem stałym ale powodują, że klasyczne metody testowe i pomiarowe stosowane w instalacjach elektrycznych nie znajdują zastosowania w tych obwodach i wymagają nieco innych procedur i aparatury testowej.

Testy bezpieczeństwa w stacjach szybkiego ładowania prądem stałym

Ocena bezpieczeństwa w stacjach szybkiego ładowania prądem stałym podobnie jak w innych urządzeniach elektrycznych obejmuje zarówno oględziny jak również testy pomiarowe. Testy w przypadku stacji ładowania można podzielić jednak na dwie części tj. testy po stronie AC wykonywane wg typowych procedur i z użyciem aparatury typowej dla instalacji elektrycznych niskonapięciowych oraz testy po stronie DC wykonywane wg procedur i aparatury dedykowanej do obwodów DC stacji ładowania. Podstawowym elementem układu testowego jest tester posiadający funkcję emulacji pojazdu elektrycznego i pozwalający na wprowadzenie stacji ładowania w tryb pracy normalnej polegającej na aktywacji bloków przekształtnikowych oraz wystawieniu w obwodzie ładowania napięcia i prądu o wartościach wymaganych w poszczególnych fazach procesu ładowania. Zwykle tester umożliwia także wykonanie podstawowych testów polegających na zasymulowaniu stanu awaryjnego i ocenie zachowania stacji ładowania w każdym z symulowanych przypadków. Stacja powinna przerwać proces ładowania, a w obwodzie ładowania napięcie powinno zostać odłączone. Do podstawowych testów wykonywanych przez takie urządzenia należą: test przerwania linii sygnałowej CP i/lub linii PE; test zwarcia linii sygnałowej CP i PE; test zmniejszenia rezystancji izolacji poniżej progów wyzwolenia ostrzeżenia i alarmu urządzenia IMD; test obecności napięcia niebezpiecznego powyżej 60 V we wtyku złącza kablowego DC przed inicjalizacją procesu ładowania oraz test awaryjnego wyłączenia procesu ładowania ze strony pojazdu lub użytkownika. Wykonuje się także test funkcjonalny z rejestracją parametrów napięcia i prądu w poszczególnych fazach procesu ładowania, a szczególnie podczas fazy testowania izolacji obwodu ładowania (faza Cable Check).

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2024-2027 umowa nr RID/SP/0050/2024/1

Autorzy: dr hab. inż. Marcin Jarnut, prof. UZ, dr hab. inż. Jacek Kaniewski, prof. UZ, dr inż. Mariusz Buciakowski, Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki, Licealna 9, 65-417 Zielona Góra, e-mail: m.jarnut@iee.uz.zgora.pl, j.kaniewski@iee.uz.zgora.pl, m.buciakowski@iee.uz.zgora.pl