Stacje ładowania pojazdów elektrycznych i hybrydowych

Polska wersja materiału Bajog electronic z uwagami redakcyjnymi.

Materiał archiwalny. Opisane przypadki, ceny, prognozy i odniesienia do norm dotyczą czasu powstania źródła. Nie stanowią aktualnej specyfikacji wszystkich produktów.

Elektromobilność i niezawodność ładowania

Coraz więcej miast, gmin i państw Unii Europejskiej decyduje się, we współpracy z dostawcami energii i producentami samochodów, na budowę stacji ładowania. Celem jest stworzenie infrastruktury umożliwiającej rozwój elektromobilności w perspektywie kolejnych lat.

W samochodzie panuje cisza, nie słychać silnika. Po uruchomieniu układu zasilania kierowcę wita kolorowy, futurystyczny wyświetlacz. Zielone słupki pokazują niemal pełny akumulator. Przyspieszenie wciska pasażerów w fotele, a samochód cicho sunie po ulicach. Poczuciu komfortu towarzyszy przekonanie o przyjaznym dla środowiska sposobie podróżowania.

Można byłoby jechać tak godzinami, gdyby zielonych słupków nie ubywało, a czerwony obszar wskaźnika nie stawał się coraz wyraźniejszy. W końcu przyjemność z jazdy ustępuje pytaniom: gdzie można uzupełnić energię i jak długo to potrwa?

W opisanym w źródle przykładzie kierowca zakłada ładowanie przez 30 minut przy mocy 22 kW i planuje połączyć postój z posiłkiem lub zakupami. Pozostała energia pozwala dotrzeć do wybranej stacji. Wolne stanowisko przynosi ulgę. Wystarczy podłączyć przewód i uruchomić ładowanie. Na ekranie pojawia się jednak komunikat: Błąd 12. Ładowanie niemożliwe. Skontaktuj się z operatorem.

Powracają stres i pytania: co teraz zrobić, jak odjechać, kto może pomóc i kto zna ten problem? Jeżeli takie sytuacje się powtarzają, podważają zaufanie do samochodów elektrycznych i oferowanej infrastruktury. Negatywne doświadczenia mogą rozchodzić się szybciej niż informacje o zaletach tej technologii.

Uwaga redakcyjna: czas 30 minut i moc 22 kW są elementami przykładu autora. Nie określają uniwersalnego czasu pełnego naładowania pojazdu.

Co się wydarzyło?

Autor opisuje układ, w którym ładowanie odbywa się za pośrednictwem przekształtnika w stacji, a pojazd steruje procesem przez dodatkowe połączenie transmisji danych. Przełączanie tranzystorów IGBT w przekształtniku wytwarza harmoniczne i napięcia zakłócające o wysokiej częstotliwości. Mogą one rozchodzić się po sieci zasilającej, a także przedostawać się do pojazdu przez przewód sterujący.

Sam przekształtnik pozostaje jednocześnie pod wpływem zakłóceń z sieci i impedancji po stronie zasilania. W opisanych warunkach może to powodować błędy i wyłączenie stacji. Budowa toru ładowania zależy od rodzaju stacji; opis dotyczy konfiguracji omawianej w materiale producenta.

Możliwe rozwiązanie

Styczniki, łączniki i operacje przełączania w zakresie milisekund lub mikrosekund mogą wywoływać zakłócenia symetryczne i asymetryczne oraz duże stromości napięcia dU/dt. Autor przywołuje wartości do 10 000 V/µs. Dodatkowym czynnikiem bywają problemy z przewodem ochronnym PE.

Według przytoczonych obserwacji poziom zakłóceń wynikający z pracy odbiorników może przekraczać 160 dBµV. Autor wiąże go z dodatkową wartością szczytową napięcia ponad 140 V i obciążeniem urządzeń w sieci napięciem przekraczającym 370 V. Elementy stacji przewidziane do pracy przy 230/250 V AC mogą mieć, zależnie od pojemności, odporność na dU/dt rzędu 200-300 V/µs.

Uwaga do wartości: 160 dBµV odpowiada 100 V w tej samej konwencji amplitudy; około 141 V jest wartością szczytową sinusoidy o wartości skutecznej 100 V. Proste dodawanie wartości napięć wymaga uwzględnienia ich przebiegu i fazy. Liczby w artykule opisują argumentację autora, nie uniwersalny model obciążenia sieci.

Bajog zaleca dopasowane filtry EMC po stronie zasilania stacji i po stronie obciążenia prowadzącej do pojazdu. W artykule zauważono, że rozwiązania te bywają pomijane ze względów kosztowych do czasu wystąpienia problemów u użytkowników.

Autor odwołuje się również do wypowiedzi dr. Stephana Kloski z VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH o nowych wymaganiach EMC w pojazdach elektrycznych. Wysokonapięciowe układy pokładowe wprowadzają nowe źródła i obiekty oddziaływania zakłóceń, między innymi przekształtniki dużej mocy, szybkie tranzystory i ładowarki. Wskazano także środowisko specjalistów związanych z instytutem Fraunhofera w Kassel.

Na co zwrócić uwagę przy doborze rozwiązania EMC?

1. Bezpieczeństwo i trwałość. Opisywane przez autora obciążenia sieci, w tym poziomy ponad 160 dBµV i stromości ponad 5 kV/µs, mogą przekraczać możliwości standardowych elementów stale podłączonych do zasilania. Artykuł wskazuje ryzyko przedwczesnego uszkodzenia nieodpowiednio dobranych kondensatorów X2.

2. Właściwości filtracyjne. Dopasowany filtr powinien skutecznie ograniczać zakłócenia w zakresie 1-500 kHz, przy małych stratach własnych i bez niepożądanego nasycania rdzeni. Skuteczność należy rozpatrywać w całym wymaganym paśmie.

3. Zachowanie transmisji PLC. Filtr niedostosowany do instalacji może tłumić nie tylko zakłócenia, lecz również sygnały komunikacyjne inteligentnych liczników. Rozwiązanie powinno ograniczać napięcia zakłócające i impulsy dU/dt, a równocześnie umożliwiać wymaganą komunikację pomiędzy licznikiem a koncentratorem danych.

Niezawodność istniejących i planowanych stacji ładowania jest, zdaniem autora, jednym z podstawowych warunków powodzenia elektromobilności.

Źródło i kontakt

Bajog electronic GmbH. Dokument źródłowy: DT_01_Charging_stations_for_e-vehicles.pdf.

Polskie opracowanie: Maschek Polska. Pytania o dobór rozwiązań: s.stepa@maschekpolska.pl, tel. +48 663 365 904. www.maschekpolska.pl

Ilustracje i pomiary źródłowe

Ilustracje pochodzą z materiału producenta. Zachowano oryginalne ślady pomiarowe i oznaczenia przyrządów; polskie objaśnienia znajdują się pod ilustracjami.



Samochód elektryczny podczas ładowania.