



Europejski
Instytut Miedzi
Copper Alliance

Leonardo
ENERGY 

Obniżanie kosztów bezprzewodowego ładowania pojazdów z napędem elektrycznym

Europejski Instytut Miedzi (ECI)
www.leonardo-energy.org



Czołowi producenci samochodów z całego świata rozwijają rozwiązania z zakresu bezprzewodowego ładowania pojazdów z napędem elektrycznym. Inżynierowie oraz pracownicy naukowcy z instytutu Fraunhofer IISB w Norymberdze są zdania, że opracowywane koncepcje kierują przemysł na niewłaściwy tor. Zaproponowali oni nieszablonową wizję ładowania bezprzewodowego.

Korzyści wynikające z ładowania bezprzewodowego

Ładowanie bezprzewodowe pojazdów z napędem elektrycznym jest korzystne z kilku względów. Przede wszystkim kierowca nie musi opuszczać pojazdu, aby rozpocząć procedurę ładowania. To nie tylko wygoda, ale i bezpieczeństwo — brak kabli to mniejsze zagrożenie przy niekorzystnej aurze, w deszczu czy śniegu. System bezstykowy eliminuje również problem zużywania się części.

Przemysł zdąża w kierunku wizji ładowania pojazdów w ruchu. Obecnie systemy „dynamicznego” ładowania pojazdów cechuje znacząca utrata sprawności transferu energii, a zapewnienie odpowiedniej infrastruktury drogowej jest bardzo kosztowne. Cały czas jednak trwają badania i próby.

Według brytyjskiego Laboratorium Badań nad Transportem bezprzewodowy transfer energii (Wireless Power Transfer, WPT) może zacząć się opłacać. Możliwość ładowania bezprzewodowego podniosłaby atrakcyjność pojazdów z napędem elektrycznym w oczach kierowców, zwiększając ich liczbę, co z kolei przełożyłoby się na rozwój infrastruktury potrzebnej do ładowania.

Znaczący rozwój technologii bezprzewodowego transferu energii miał miejsce w przypadku autobusów elektrycznych. Do bezprzewodowego transferu energii szczególnie dobrze nadają się autobusy obsługujące z góry zaplanowane trasy i regularnie zatrzymujące się na przystankach. Zgodnie z raportem amerykańskiego zarządu transportu miejskiego z 2014 roku szereg stosowanych w różnych częściach świata systemów WPT związanych z autobusową komunikacją miejską jest na 7 albo 8 poziomie gotowości technologicznej.

Wiele autobusów ładowanych za pomocą technologii WPT korzysta z akumulatorów o pojemności wynoszącej zaledwie 20% pojemności baterii standardowych autobusów elektrycznych, co zmniejsza koszty

kapitałowe. Dodatkowo większa regularność ładowania akumulatorów wydłuża ich żywotność. Niektóre autobusy WPT jeżdżą przez 17 godzin dziennie lub dłużej. Systemy ładowania autobusów przesyłają zwykle od 30 kW do 50 kW energii ze skutecznością 85%–90%.

Zbyt duży ciężar i koszt w przypadku samochodów

Profesor Martin März i jego koledzy z Instytutu Zintegrowanych Systemów i Technologii Urządzeń im. Fraunhofera (Fraunhofer IISB) uważają obecne systemy bezprzewodowego transferu energii (WPT) za „nieprzekonywujące”.

„Jeśli przeanalizować koncepty rozwijane obecnie przez przemysł motoryzacyjny w zakresie ładowania pojazdów z napędem elektrycznym, pojawia się wątpliwość, czy jesteśmy na właściwej drodze” — mówi profesor März.

Zanim zespół z instytutu Fraunhofer IISB zaproponował nieszablonowe, innowacyjne rozwiązanie alternatywne z zakresu ładowania pojazdów z napędem elektrycznym, przeanalizowano wszystkie oferowane obecnie rozwiązania.

Zdaniem profesora März problem leży po stronie wagi i ceny pojazdów z napędem elektrycznym.

Większość systemów bezprzewodowego transferu energii korzysta z umieszczonej w obszarze podwozia pojazdu specjalnej maty zawierającej zwinięty przewód, przez który przechodzi prąd przemienny. W niektórych systemach cewka jest wbudowana w nawierzchnię drogi. Prąd przemienny z cewki wytwarza drgające pole magnetyczne. Druga cewka, ta umieszczona w pojeździe, znajduje się bezpośrednio nad cewką wbudowaną w drogę. Drgające pole magnetyczne generowane przez uzwojenie pierwotne indukuje prąd przemienny w uzwojeniu wtórnym, który jest przetwarzany na prąd stały napędzający pojazd. Sprawność transferu energii zależy od prawidłowości umiejscowienia pojazdu na drodze.

Ogólnie wydajny transfer energii wymaga użycia cewek o średnicy przekraczającej szczelinę powietrzną między cewką drogową a cewką pojazdu. Bywa, że odległość od powierzchni drogi do podwozia pojazdu przekracza 25 cm. Do tego trzeba doliczyć wartość tolerancji pozycjonowania. Z tego względu większość stosowanych obecnie rozwiązań korzysta z cewek o średnicy przekraczającej 30 cm, co stanowi dla pojazdu dodatkowe obciążenie. Duża szczelina powietrzna przekłada się również na problemy związane z generowanym promieniowaniem elektromagnetycznym. Ciepło powierzchni drogi generowane przez uzwojenie pierwotne cewki może przyciągać zwierzęta, zwłaszcza koty. Obecność papieru metalicznego między cewkami może spowodować pożar.

Producenci proponują różne rozwiązania tych problemów. Naukowcy z MIT w Bostonie opatentowali alternatywną technologię bezprzewodowego transferu energii wykorzystującą zjawisko rezonansu magnetycznego, dzięki czemu możliwe staje się przesyłanie energii na odległość 2 metrów ze sprawnością ok. 90%.

Firma Audi opracowała system, w którym mata podwoziowa automatycznie się wysuwa, zmniejszając szczelinę powietrzną. Opracowano również systemy wykrywające obecność obiektów między cewkami, które w razie potrzeby przerywają bezprzewodowy transfer energii.

Jednak żadne z tych rozwiązań nie jest tanie. Sama jednostka do ładowania bezprzewodowego kosztuje około 3000 USD. Główną przeszkodę stanowią wysokie koszty. Firma analityczna Frost & Sullivan przewiduje, że ostatecznie bezprzewodowy transfer energii będzie oferowany wyłącznie w samochodach klasy premium, których właściciele będą w stanie zaakceptować ich wysokie koszty.

Prościej i taniej

Zespół z instytutu Fraunhofer IISB jest przekonany, że zastosowanie bezprzewodowego transferu energii (WPT) na skalę masową nastąpi dopiero po opracowaniu prostszego — i tańszego — rozwiązania. Naukowców niepokoją nie tylko koszty związane z pojazdami. Zapewnienie drogiej infrastruktury w obszarach parkingowych oraz kilkugodzinne oczekiwanie na naładowanie akumulatorów uważają za równie niepraktyczne.

Proponowane rozwiązanie: może warto umieścić cewki z przodu pojazdu? Można wtedy podjechać do uzwojenia pierwotnego, praktycznie się z nim stykając. Zmniejszenie szczeliny powietrznej do kilku milimetrów eliminuje potrzebę stosowania cewek o średnicy 30 cm. Zespół z instytutu Fraunhofer IISB postanowił umieścić cewkę za standardową niemiecką tablicą rejestracyjną o wysokości 12 cm. Zastosowano cewkę o średnicy 11 cm.

Naukowcy zaprojektowali plastikową kolumnę zawierającą kilka nakładających się na siebie zwojów pierwotnych biegnących z góry na dół. Samochody, niezależnie od wysokości, mogą podjeżdżać do kolumny i stykać się z nią tablicami rejestracyjnymi. Gdy tylko uzwojenie wtórne umieszczone w samochodzie znajdzie się przy uzwojeniu pierwotnym w kolumnie, rozpoczyna się skuteczny transfer energii. Jeśli samochód zbyt mocno najedzie na kolumnę, zegnę się ona, przepuszczając samochód i nie powodując żadnych uszkodzeń.

W przypadku garaży prywatnych można zastosować jeszcze mniej skomplikowaną infrastrukturę. Z uwagi na obsługę jednego, konkretnego pojazdu kolumna może mieć tylko jedną cewkę umieszczoną na wysokości jego tablicy rejestracyjnej. Zespół z instytutu Fraunhofer IISB opracował płytę o rozmiarach 25 cm × 25 cm i grubości 2 cm, którą można zamocować na ścianie garażu za pomocą wkrętów.

Nachodzące na siebie cewki biegnące od lewej do prawej strony za tablicą rejestracyjną o długości 52 cm oferują kierowcy obustronną 25-centymetrową tolerancję parkowania bez obniżenia sprawności transferu energii. Opracowany system umożliwia przesyłanie energii z mocą 3,5 kW przy sprawności 96%. Nie różni się to specjalnie od wartości oferowanych przez przewodowe systemy ładowania pojazdów. Cały system bezprzewodowego transferu energii waży zaledwie 3 kg.

Podczas ładowania szczelina między cewkami ma grubość kartki papieru. „Wszystko jest prostsze. Potrzeba stosowania systemów wykrywania cewki została praktycznie wyeliminowana. Do kontroli procesu ładowania potrzeba komponentów, które już są dostępne na rynku. W odniesieniu do materiałów — cewka i prostownik kosztują nie więcej niż kilka euro. Zastosowana technologia jest dokładnie taka sama, jak w przypadku płyt indukcyjnych dostępnych w każdym supermarkecie za ok. 30 euro” — wyjaśnia Martin März.

Opracowano również prosty zautomatyzowany system parkingowy, nawigujący kierowcę przez ostatnie pół metra drogi do płyty ładującej.

Dwuosobowe testowe coupé

Zespół z instytutu Fraunhofer IISB zaprojektował samochód IISB-One, oparty na dwumiejscowym modelu Artega pojazd demonstracyjny służący do testowania opracowanych przez naukowców technologii.

IISB-One wyposażono w trzy systemy ładowania. Pierwszy z nich to system bezprzewodowego transferu energii umieszczony za przednią tablicą rejestracyjną. Z tyłu pojazdu znajduje się gniazdo 230-woltowego standardowego systemu przewodowego ładowania jednofazowego.

Pojazd posiada również system szybkiego ładowania DC-DC umożliwiającego ładowanie prądem o mocy do 50 kW. System szybkiego ładowania korzysta co prawda ze złącza CCS, jednak protokoły i techniki ładowania są zupełnie inne. Tak jak poprzednio, celem jest redukcja kosztów szybkiego ładowania.

Obecnie na świecie funkcjonują trzy główne standardy szybkiego ładowania. Pierwszym z nich, i najbardziej rozpowszechnionym, jest japoński standard CHAdeMO stosowany w Nissanie Leaf. Standard umożliwia ładowanie pojazdów prądem o mocy 62,5 kW. Kolejnym, opracowanym później rozwiązaniem, jest ładowarka CCS stosowana w BMW i3, zdolna przesłać do 100 kW. Trzeci system, opracowany przez firmę Tesla, jest montowany w jej superładowarkach (SuperCharger) i umożliwia ładowanie pojazdów prądem o mocy 135 kW, a firma ta nie powiedziała jeszcze ostatniego słowa.

Zespół z instytutu Fraunhofer IISB uznał, że osiągnięta przez nich moc 50 kW to dobry kompromis. Umieszczenie w pobliżu autostrady stacji ładowania wyposażonej w cztery do pięciu superładowarek wiązałoby się z ogromnym poborem energii w obrębie pojedynczego węzła sieci energetycznej, przekładając się na znaczne koszty inwestycji w infrastrukturę. Rozwiązanie naukowców z instytutu Fraunhofer IISB zapewnia energię potrzebną do przejechania 100 km podczas ładowania trwającego od 15 do 20 minut, jednak koszty inwestycji w infrastrukturę są porównywalnie mniejsze, a szybkość ładowania w ograniczonym stopniu wpływa na żywotność akumulatora.

Pojazd IISB-One wyposażono ze względów testowych w aż trzy systemy ładowania, jednak Martin März jest zdania, że w przyszłości pojazdy z napędem elektrycznym będą posiadać co najmniej dwa takie systemy. Idealną opcją dla dojeżdżających do pracy lub poruszających się po mieście osób będą parkingowe systemy ładowania bezprzewodowego. (Systemy ładowania indukcyjnego można skonfigurować również w taki sposób, by pojazdy typu WPT przesyłały energię do sieci, stając się częścią rozwiązań typu „vehicle-to-grid”). W przypadku dłuższych przejazdów szybkie ładowanie DC-DC zredukowałoby czas ładowania akumulatorów na trasie.

Odpowiedź przemysłu

Zespół naukowców z instytutu Fraunhofer IISB pracuje nad wersją systemu bezprzewodowego transferu energii w celu dostarczenia producentom samochodów taniego rozwiązania z zakresu ładowania pojazdów z napędem elektrycznym.

Swoje rozwiązanie zaprezentowali również producentom i głównym dostawcom oryginalnego wyposażenia samochodowego na tegorocznych targach PCIM Europe, podczas konferencji Power Conversion and Intelligent Motion oraz na wystawie eCarTec w Monachium.

Opinie, które usłyszał Martin März, były różne: od „Interesujące” po „Właściciele samochodów klasy premium nie będą chcieli wjeżdżać nimi w ścianę”. „Instytut badawczy Fraunhofer IISB zaproponował interesujące rozwiązanie — dodaje März. — Jeśli branża motoryzacyjna wykaże zainteresowanie, z chęcią zajmiemy się jego udoskonaleniem”.

Pomimo faktu, że rozwiązanie IISB instytutu przełamuje bariery uniemożliwiające stosowanie ładowania bezprzewodowego na skalę masową, firmy z branży motoryzacyjnej musiałyby porzucić koncept dynamicznego ładowania pojazdów z napędem elektrycznym.

„Oczywiście, musieliśmy wybrać, czy chcemy opracować rozwiązanie ekonomiczne w skali masowej, czy rozwiązanie luksusowe, wymagające niebotycznie drogiej infrastruktury” - komentuje März.