

Sieci elektryczne bez przewodów?

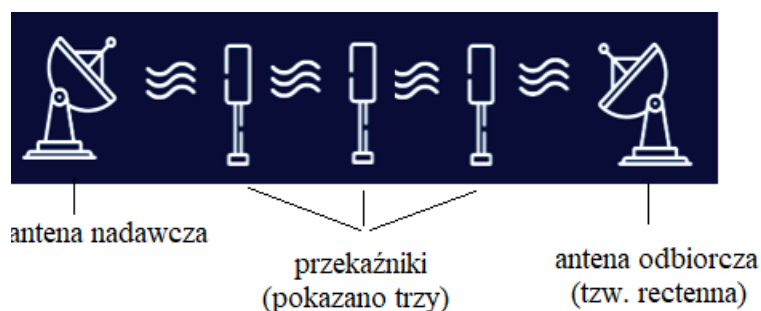
Autor: Piotr Olszowiec

(„Energia Gigawat” – 8-9/2020)

Bezprzewodowy przesył energii elektrycznej jest transmisją realizowaną bez metalowych przewodów jako fizycznego łącza. W układzie takim urządzenie nadawcze wytwarza przemienne pole elektromagnetyczne przenoszące moc do urządzenia odbiorczego. To ostatnie urządzenie pobiera moc z odbieranych fal i dostarcza ją do sieci elektrycznej. Technologia bezprzewodowego przesyłu energii, której jak dotąd ludzkość nie opanowała w stopniu umożliwiającym przemysłowe zastosowanie, jest szczególnie pożądana tam, gdzie tradycyjna sieć przewodów jest zbyt kosztowna, technicznie trudna do wykonania lub wręcz zakazana przez przepisy ochrony środowiska (np. na morskich farmach wiatrowych, między lądem i przybrzeżnymi wyspami, na obszarach chronionej natury). Istniejące sposoby bezprzewodowej transmisji energii elektrycznej dzieli się w zależności od odległości przesyłu na dwie kategorie: bliską i odległą. Metody transmisji bliskiej tj. na odległość rzędu pojedynczych metrów wykorzystują indukcyjne lub pojemnościowe sprzężenia między obwodami elektrycznymi i przekazują stosunkowo niewielkie moce (zaledwie waty). Natomiast energetycy są zainteresowani wdrażaniem przesyłu znacznie większych mocy, mianowicie rzędu kilowatów i megawatów, na odległości wielu kilometrów. Cel ten powinien zostać wkrótce osiągnięty dzięki zastosowaniu elektromagnetycznego promieniowania mikrofalowego. Badania w tym zakresie zainicjował na przełomie XIX i XX wieku Nikola Tesla uzyskując obiecujące wyniki. Jednak przez następne dekady nie odnotowano istotnego postępu, skupiając się na rozwoju transmisji fal radiowych. Tych ostatnich nie można było niestety użyć do przesyłu mocy, gdyż niskoczęstotliwościowe fale radiowe rozchodzą się we wszystkich kierunkach i do odbiornika dociera minimalna ilość emitowanej energii. W układach komunikacji radiowej w odbiorniku następuje wzmocnienie słabego sygnału z wykorzystaniem mocy pobieranej z pomocniczego źródła. Natomiast dla przesyłu dużych mocy konieczne są nadajniki wytwarzające mikrofały wysokiej częstotliwości, które rozchodziłyby się wąskim strumieniem tylko w kierunku odbiornika.

Rozwój technologii mikrofalowych dla potrzeb wojskowych (m.in. lampy próżniowe klystron i magnetron, anteny paraboliczne) uutorował drogę do realizacji przesyłu mocy na duże odległości. W 1964 r. wynaleziono rodzaj anteny nazwany rectenna – umożliwiał on sprawne przetwarzanie mikrofal na prąd stały. Wtedy też w USA zademonstrowano pracę helikoptera napędzanego wyłącznie strumieniem promieniowania elektromagnetycznego emitowanego z powierzchni ziemi. W latach 80-tych NASA testowała przesył mocy 30 kW DC za pomocą fal o częstotliwości 2.38 GHz na odległość 1.5 km. W ostatnich latach badania skupiają się na zasilaniu tym sposobem dronów i niewielkich samolotów. W 2003 r. NASA wykonała próby pierwszego samolotu napędzanego wiązką promieniowania laserowego. Jego silnik elektryczny zasilany był z ogniw fotowoltaicznych oświetlanych z naziemnego lasera podążającego za zmianami położenia samolotu.

Mimo tych spektakularnych dokonań wdrożenie technologii bezprzewodowego przesyłu większych mocy na duże odległości wydawało się sprawą wciąż odległą. Sytuacja ta ma radykalnie zmienić się w najbliższym czasie. Nowozelandzkie przedsiębiorstwo energetyczne Powerco przystąpiło do praktycznych badań układu tego rodzaju zaoferowanego przez firmę Emrod. Zasadniczymi elementami systemu są, jak pokazano na schemacie blokowym, stacje początkowa i końcowa zawierające anteny nadawczą i odbiorczą oraz dowolna liczba paneli przekaźników pośredniczących w przekazie mocy. Na fotografii przedstawiono dwa przekaźniki rozmieszczone na słupach w terenie leśnym.



Schemat blokowy układu bezprzewodowego przesyłu energii wg wynalazku firmy Emrod



Przekaźniki promieniowania mikrofalowego przenoszą praktycznie bez strat energię od anteny nadajnika do anteny odbiornika

Wyróżniającą cechą nowozelandzkiej technologii jest wykorzystanie najnowszych metamateriałów umożliwiających wysokosprawną konwersję promieniowania mikrofalowego na elektryczność. Dotychczas podobne materiały stosowane były jedynie dla potrzeb wojskowych. Panele przekaźników i stacje odbiorcze wyróżniają się praktycznie bezstratnym działaniem; istotne straty mocy występują jedynie w stacjach nadawczych. Do prób prowadzonych przez Powerco

przewidziano anteny nadawcze o mocy 2 kW, aczkolwiek firma Emrod wytwarza także większe urządzenia. Pierwszy sprawdzony prototyp układu przekazywał moc na odległość zaledwie 40 m, lecz następne wersje sięgają znacznie dalej. Rozmiar anten dla prób wynika z zaplanowanej wielkości przekazywanej mocy. Przy rosnącej mocy przesyłu, podobnie jak i przy większej odległości, wymagana jest większa powierzchnia anten. Przy stosowaniu przekaźników pośredniczących w przesyłach na dłuższych trasach niezbędne jest ich takie rozmieszczenie, by każde dwa sąsiednie pozostawały w niezakłóconym polu widzenia. Natomiast anteny nadawcza i odbiorcza nie muszą oczywiście się „widzieć”. Ponieważ przekaźniki działają praktycznie bez strat mocy, można je uważać za wielkie soczewki przepuszczające wiązki promieniowania elektromagnetycznego. Dla przykładu antena nadawcza firmy Emrod o powierzchni 40 m² może dostarczać moc 10 kW do najbliższego przekaźnika odległego o 30 km. Sprawność bezprzewodowego układu przesyłowego jest ograniczona jedynie przez stację nadawczą, dla której parametr ten wynosi – jak na razie – około 70%. Dla porównania: łączne straty w tradycyjnych sieciach przesyłowych WN i ŚN nie zawsze przekraczają 10%. Zatem nowa technologia na razie wyraźnie ustępuje liniom elektroenergetycznym z przewodami metalowymi. Nie należy jednak zapominać, że omawiana metoda stawia dopiero pierwsze kroki i już w najbliższym czasie może istotnie poprawić swoją efektywność. Oprócz sprawności zasadniczym wymaganiem stawianym układom zarówno przewodowego jak i bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej jest bezpieczeństwo dla osób obsługi, a także wszelkich osób postronnych. W systemie firmy Emrod uzyskuje się je dzięki użyciu laserowego układu wykrywania obcego obiektu na drodze wiązki promieniowania mikrofalowego. Jeżeli układ ten stwierdzi obecność takiego obiektu, dokonuje selektywnego wyłączenia przesyłu jedynie tej części strumienia, która napotkała na przeszkodę. **Pozostała część wiązki jest nadal przesyłana !!** Doświadczalnie wykazano, że krótkotrwała ekspozycja organizmu żywego na zastosowane mikrofałe nie powoduje istotnego narażenia zdrowia. Niskie zagrożenia wynikają także z relatywnie niewielkiej gęstości mocy wiązki mikrofalowej – dotychczasowe próby odbywały się z promieniowaniem o strumieniu mocy porównywalnym z promieniowaniem słonecznym w porze południowej (ok. 1 kW/m²). Trzeba też pamiętać, że mikrofałe rozchodzą się wyłącznie prostoliniowym torem przesyłu między antenami i przekaźnikami, a zatem w ogóle **nie występują nawet w pobliżu tej linii**. Jest to kolejna wyróżniająca własność tej technologii, której nie posiadają znane systemy przesyłowe energii elektrycznej czy telekomunikacyjne. Oprócz strat należy uwzględnić także inne argumenty, np. ekologiczne. Tam, gdzie poprowadzenie zwykłej linii przesyłowej jest utrudnione przez ukształtowanie terenu bądź jest niedopuszczalne ze względów ochrony przyrody, użycie przesyłu bezprzewodowego jest prostsze i do zaakceptowania przez ekologów. Twórcy nowej technologii na razie nie widzą jej zastosowania w najbliższym czasie dla przesyłu energii z satelitów na Ziemię. Główną przyczyną jest aktualny brak technicznych możliwości ustanowienia sztywnej i stabilnej struktury geostacjonarnych obiektów elektrowni słonecznych na orbicie ziemskiej.