

АНАЛІЗ СПОСОБІВ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ

Сокіркаєв Д.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Зарудний О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. РТКС
м. Харків, Україна

email: denys.sokirkaiev@nure.ua

Wireless energy transmission refers to the transmission of electrical energy from a power source to an electrical load without the need for physical connections such as wires or cables. This is achieved by various technologies such as ultrasonic, electromagnetic induction, electrostatic induction, microwave radiation, laser methods, etc.

Відомо, що метод бездротової передачі електроенергії дозволяє передавати енергію на відстань без використання струмопровідних елементів електричного кола.

Цей метод є зручним для передачі електроенергії, оскільки в такому випадку не потрібно використовувати дроти, опори, трансформатори тощо, тобто всі елементи, які прийнято вважати звичайними при передачі електроенергії від джерела до споживача безперервно у практично необмежених розмірах.

З сучасних способів бездротової передачі електрики можна виділити наступні: ультразвуковий, електромагнітної індукції, мікрохвильове випромінювання, лазерний.

Ультразвуковий спосіб передачі енергії винайдений студентами університету Пенсільванії та вперше широкому загалу представлений на виставці The All Things Digital (D9) у 2011 році. Як в будь-яких способах бездротової передачі, використовується приймач та передавач. Передавач випромінював ультразвук; приймач, своєю чергою, робив обернену операцію, тобто перетворював ультразвук на енергію змінного струму. На момент презентації відстань передачі досягала 7-10 метрів, і була необхідна пряма видимість приймача та передавача. Напруга, що передається, досягала 8 вольт; отримувана сила струму не повідомляється. Використовувані ультразвукові частоти не здійснюють шкідливого впливу на людину. Крім того, ця енергія «транслюється» не адресно, а широким променем і під час презентації автори вказали, що найкращим місцем для встановлення передавача буде стелі кімнати. Проте цей спосіб має цікаві перспективи. Такий спосіб можна використовувати у тих випадках, коли інші способи неможливі – наприклад, у рідких провідних середовищах, скажімо, для живлення різних датчиків на дні акваторії чи імплантатів у людському організмі. [1]

При використанні електромагнітної індукції передача енергії здійснюється за допомогою процесу, відомого як взаємна індукція. Явище виникнення ЕРС індукції у одному контурі за зміни сили струму у другому контурі і навпаки, тобто при зміні сили струму у першому контурі, у другому виникає ЕРС. Безконтактні зарядні пристрої мобільних телефонів та електричних зубних щіток є прикладами використання принципу електродинамічної індукції. Індукційні побутові плити також використовують цей спосіб. Основним недоліком цього способу бездротової передачі є вкрай невелика відстань його дії. Приймач повинен бути у безпосередній близькості до передавача для того, щоб ефективно з ним взаємодіяти.

Використання резонансу дещо збільшує дальність передачі. В деяких випадках ефективність збільшувалась в 1,3 разів. При резонансній індукції передавач та приймач налаштовані на одну частоту. Продуктивність може бути поліпшена ще більше шляхом зміни форми хвилі струму керуючого сигналу від синусоїдальних до несинусоїдальних перехідної форми хвилі. Імпульсна передача енергії відбувається протягом кількох циклів. Таким чином, значна потужність може бути передана між двома взаємно налаштованими LC-колами з відносно невисоким коефіцієнтом зв'язку. Потенційно можна підвищити ефективність в 1,5 рази.

Поширеним застосуванням резонансної електродинамічної індукції є заряджання акумуляторів портативних пристроїв, таких як портативні комп'ютери та стільникові телефони, медичні імплантати. Цей спосіб використовується навіть для зарядки електромобілів, тому є один з найперспективніших напрямів розвитку транспортної інфраструктури через екологічність та економічність. [2]

Мікрохвильове випромінювання також є способом бездротової передачі енергії. Відомо, що радіохвильову передачу енергії можна зробити більш спрямованою та значно збільшити відстань ефективної передачі енергії шляхом зменшення довжини хвилі електромагнітного випромінювання, як правило, до мікрохвильового діапазону. Для зворотного перетворення мікрохвильової енергії на електрику може бути використана ректена, ефективність перетворення енергії якої перевищує 95%. Даний спосіб був запропонований для передачі енергії з орбітальних сонячних електростанцій на Землю та живлення космічних кораблів, що залишають земну орбіту.

Складністю у створенні енергетичного мікрохвильового променя є те, що для використання його в космічних програмах через дифракції, що обмежує спрямованість антени, необхідна апертура великого розміру. Наприклад, згідно з дослідженням НАСА 1978 року, для мікрохвильового променя частотою 2,45 ГГц знадобиться передавальна антена діаметром 1 км, а приймальною ректени діаметром 10 км. Ці розміри можуть бути знижені шляхом використання коротших довжин хвиль, проте короткі хвилі можуть поглинатися атмосферою, а також блокуватися дощем або

краплями води. Для застосування на землі антена діаметром 10 км дозволить досягти значного рівня потужності із збереженням низької щільності пучка, що важливо з міркувань безпеки для людини та навколишнього середовища. Безпечний для людини рівень густини потужності становить 1 мВт/см^2 , що на площі кола діаметром 10 км відповідає потужності 750 МВт, яку можна порівняти з потужністю сучасної електростанції. [4]

При використанні лазерного способу енергію можна передати шляхом її перетворення на світловий промінь, який потім може бути спрямований на фотоелемент приймача. Такий спосіб був мало-ефективний до появи інфрачервоного лазера з ККД до 40-50 % та високоефективні фотоелектричні модулі на основі арсеніду галію, здатні перетворювати світло лазера на електроенергію до 40 %, а інколи – і до 70 % енергії випромінювання. Завдяки цьому способу ми можемо передати енергію великі відстані, але є ряд недоліків [4]. Найсуттєвіший із них – атмосфера Землі, оскільки вона поглинає більшу частину енергії, переданої від лазера.

Енергією з орбіти можна було б постачати всю Землю. Такі компанії як NASA, EADS, Lasermotive займаються такими технологіями вже з 2003 року. Вчені з Японії досягли успіху в перетворенні сонячного світла в лазерне випромінювання з ККД 42%. Друга важлива проблема - неможливість використовувати передачу в похмуру погоду. Якщо вирішити ці проблеми, то цю технологію для космічної енергетики чекають великі перспективи. [5]

Бездротова передача енергії здійснюватися за допомогою електромагнітної індукції. Застосовується цей спосіб переважно для заряджання гаджетів. ККД бездротової зарядки становить приблизно 80%. Це гарний показник і наразі дослідники працюють над збільшенням ефективної передачі енергії на більшу відстань.

Лазерний метод передачі енергії також активно розвивається. Вчені планують протестувати передачу енергії лазерним способом у космосі. Дистанційну передачу електроенергії спочатку протестують на дальності один кілометр із поступовим збільшенням потужності, а потім на дистанціях до п'яти кілометрів. Дуже перспективним напрямком є можливість передачі енергії у важкодоступні райони Землі з космічних сонячних електростанцій, та енергопостачання місяцеходів із навколomisячної орбіти.

В даний час США та Японія активно розробляють космічну електростанцію (КСЕС) гігаватного рівня. В США такі найбільші корпорації та наукові центри, як "ЛокхідМартін", "Боїнг", JPL, "Центр Маршалла", "Центр Гленна", а також низка університетів, які планують створити КСЕС гігаватного рівня. Група з 16 японських корпорацій на чолі з Mitsubishi Corporation планує побудувати КСЕС гігаватного рівня до 2025 р. у рамках проекту Solarbird. Загальна вартість КСЕС оцінюється в 24 млрд. доларів.

Передбачається, що вартість виробленої «космічної енергії» буде в 6 разів нижче, ніж на японських наземних електростанціях. Можливо, що суттєве спрощення конструктивно-технологічної схеми КСЕС загалом, зниження її вартості, підвищення надійності та ефективності призведуть до реалізації даного проекту.

Список використаних джерел:

1. Хаун Д., Вессел Б. Безпроводна передача енергії: стан і перспективи // Електроніка та електротехніка. 2018. № 2. С. 56-63.
2. Іванов В.Б., Петрова І.С. Методи бездротової передачі енергії в системах живлення електронних пристроїв // Журнал технічної фізики. 2019. Т. 89, № 11. С. 1427-1435.
3. Сидоренко О.В., Шевченко І.П. Аналіз методів бездротової передачі енергії для захисту інформації в кіберфізичних системах // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Радіоелектроніка та інформатика. 2020. № 27 (1419). С. 52-58.
4. Жуков Д.Ю., Черницький А.В. Бездротова передача енергії в системах живлення вбудованих пристроїв // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія: Фізика. 2017. № 26. С. 123-129.
5. Громов О.М., Луценко А.В. Перспективи застосування методів бездротової передачі енергії в системах "Розумний будинок" // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD–2021): матеріали ХХІХ Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. Харків, 2021. С. 126-128.