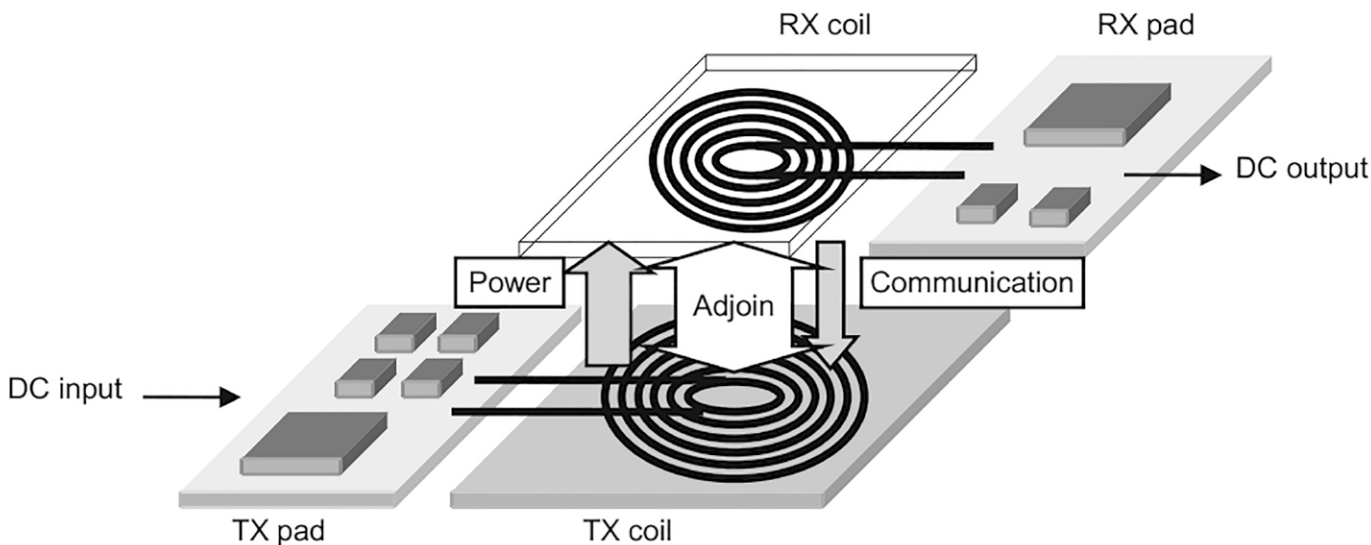


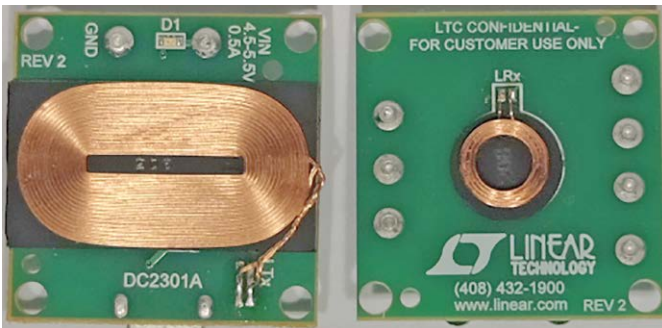
Zestawy ewaluacyjne WPT – przegląd oferty

Bezprzewodowa transmisja energii zapoczątkowana pracami niedocenionego, genialnego wynalazcy Nicoli Tesli, po ponad 100 latach, za sprawą „rewolucji smartwatchowo – smartfonowej” coraz częściej jest stosowana w naszym otoczeniu. Aby w miarę sprawnie ocenić wady i zalety bezprzewodowego przekazu energii w artykule zaprezentowano wybrane zestawy uruchomieniowe z oferty wiodących dostawców rozwiązań WPT.

Głównym powodem zastosowania technologii WPT jest chęć wyeliminowania ograniczeń, które stawia przewodowy standard ładowania urządzeń przenośnych, takich jak inteligentne zegarki, słuchawki bezprzewodowe, smartfony a w niedalekiej przyszłości urządzenia o większym poborze mocy: tablety, laptopy, elektronarzędzia, nie wspominając o samochodach elektrycznych. Kiepska jakość gniazd, kabli, możliwość uszkodzenia mechanicznego i kosztowna wymiana, konieczność posiadania różnorodnych przewodów i ładowarek, trudności z hermetyzacją urządzenia oraz słaba odporność na pył, kurz i wilgoć, są dla niektórych użytkowników ważniejsze od sporego kosztu rozwiązań WPT. Paradoksalnie, w pogoni za



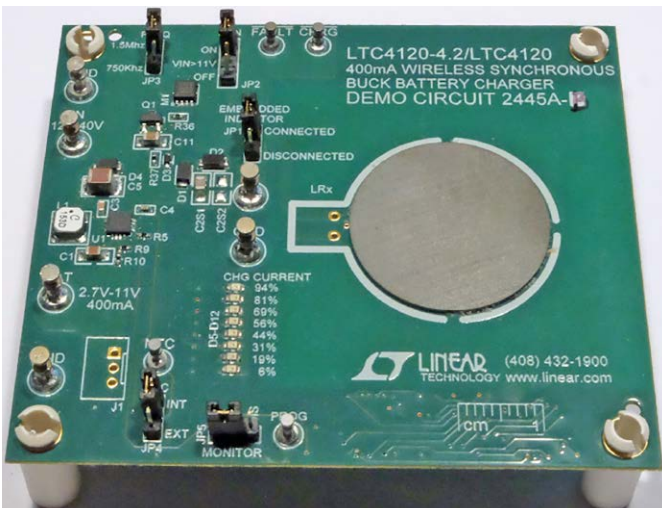
Rysunek 1. Idea działania WPT (za notą TDK)



Rysunek 2. Płytki nadajnika (lewa) i odbiornika-tadowarki (prawa) zestawu DC2301



Rysunek 3a. Płytki nadajnika LTC4125 zestawu DC2386A-A/B



Rysunek 3b. Płytki odbiornika LTC4120 zestawu DC2386A-A/B

wygoda ładowania bezprzewodowego konsekwentnie jest pomijany fakt małej sprawności rozwiązania, no bo czy urządzenie zasilające pracujące ze sprawnością całkowitą w okolicach 50%, porównywalną z typowym zasilaczem liniowym rodem z poprzedniej epoki, powinno zostać upowszechnione z marketingowym szumem o jego doskonałości i odkrywczości i to w czasach, gdy na wytwarzanie, przetwarzanie i wykorzystanie energii elektrycznej nałożone są dziesiątki prawnych obostrzeń?

Zasada działania

Z praktycznego punktu widzenia, do bezprzewodowego transferu energii stosowana jest w zasadzie tylko metoda wykorzystująca sprzężone cewki indukcyjne. Ideę działania układu WPT zaprezentowano na **rysunku 1**.

Układ WPT składa się z trzech elementów:

1. Nadajnika (TX pad), przetwarzającego energię z typowego zasilacza DC np. USB 5V (a jednak kabli nie da się całkowicie wyeliminować...) lub w przypadku rozwiązań o większej mocy z zasilacza zewnętrznego o wyższym napięciu wyjściowym, na energię pola elektromagnetycznego w. cz. generowanego przez

cewkę nadawczą (TX coil). Częstotliwość pracy układu zależy od konkretnego rozwiązania i mieści się w granicach kilku kHz do kilku MHz. Generalnie nie przekracza 10 MHz.

2. Sprzężonych magnetycznie cewek nadawczej (TX coil) i odbiorczej (RX coil). Dzięki sprzężeniu magnetycznemu następuje transfer energii z nadajnika do odbiornika. Jest to dosyć krytyczny punkt układu, nie tylko ze względu na straty w samych elementach indukcyjnych, ale także na silną zależność sprawności przekazu energii od odległości pomiędzy cewkami lub ich wzajemnego położenia oraz możliwego wpływu na działanie układu obcych obiektów paramagnetycznych mogących się znaleźć w polu cewek. W zależności od założonego sposobu sprzężenia cewek, wyróżnia się dwa sposoby przekazu, pierwszy indukcyjny (MI) bazujący na silnym sprzężeniu cewek Rx/Tx np. powszechnie stosowany przez konsorcjum WPC (Qi) lub bazujący na słabym sprzężeniu i wykorzystaniu rezonansu magnetycznego (MR) cewki nadawczej i odbiorczej, tak jak rozwiązanie Rezence konsorcjum A4WP, w którego skład wchodzi min. firm Intel.

3. Układu odbiornika (RX pad) odpowiadającego za przetworzenie energii w. cz. odebranej z cewki RX coil, na prąd stały. W zależności od rozwiązania może być to stabilizowane napięcie +5 V lub w ładowarkach zintegrowanych z odbiornikiem, napięcie przystosowane do ładowania typowych akumulatorów np. Li-Po, NiMH lub po prostu wyprostowane i wstępnie odfiltrowane napięcie w. cz. W zależności od standardu układ WPT uzupełniony jest w pomocniczy kanał komunikacyjny przekazujący dane pomiędzy odbiornikiem, nadajnikiem w celu optymalizacji przekazu mocy.

Zestawy ewaluacyjne

Wśród dostępnych na rynku zestawów uruchomieniowych wybranych wśród oferty wiodących dostawców rozwiązań WPT, można wyróżnić trzy grupy:

1. Zestawy, które oprócz transmisji energii nie zapewniają komunikacji pomiędzy odbiornikiem i nadajnikiem.
2. Zestawy zgodne ze standardem Qi.
3. Zestawy wykorzystujące sprzężenie rezonansowe (MR).

ZESTAWY, KTÓRE OPRÓCZ TRANSMISJI ENERGII NIE ZAPEWNIĄ KOMUNIKACJI POMIĘDZY ODBIORNIKIEM I NADAJNIKIEM

Do sterowania przepływem energii lub wykorzystują metody pośrednie, ale niewymagające komunikacji, np. dostrajanie obwodu odbiorczego w celu maksymalizacji mocy lub ograniczenie mocy nadajnika w zależności od obciążenia. Zaletą tych zestawów jest prostota układu i niska cena. Wadą – mniejsza dostępna moc, niższa sprawność, mniejsza lub brak odporności na obiekty obce. Przykładem mogą tu być opracowane przez Linear Technology zestawy zintegrowane z ładowarką: DC2301 dla układu LTC4123 przeznaczonego do ładowania niewielkich akumulatorów pastylkowych NiMH (**rysunek 2**) lub DC2386A-A/B dla układów LTC4120/LTC4125 dysponującego większą mocą (do 5 W), przeznaczonego do ładowania akumulatorów Li-Po o typowym napięciu 4,2 V, (**rysunek 3a, 3b**).

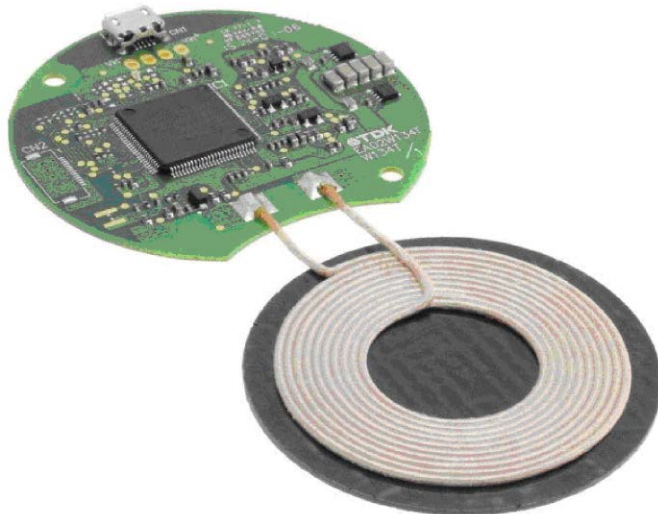
ZESTAWY ZGODNIE ZE STANDARDEM Qi

U rozwiązaniach tego typu układy przepływ energii pomiędzy nadajnikiem, a odbiornikiem wykorzystuje dwukierunkową komunikację (rys. 1) pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem. Transmisja odbywa się z użyciem kanału przekazującego energię. Budowa zestawów zgodnych z Qi jest znacznie bardziej złożona. W większości jest w nich wykorzystany układ sterujący SoC oparty np. z rdzeniem ARM oraz zestawem wbudowanych w strukturę układów peryferyjnych, odpowiedzialnych za sterowanie cewką nadawczą. Przykładem zestawu zgodnego z WPC1.1 jest STEVAL-ISB039V1. Zestaw składa się z nadajnika opartego o kontroler STM32F0 i układu odbiornika STWLC03. Zaprojektowano go jest do transmisji zasilania o mocy

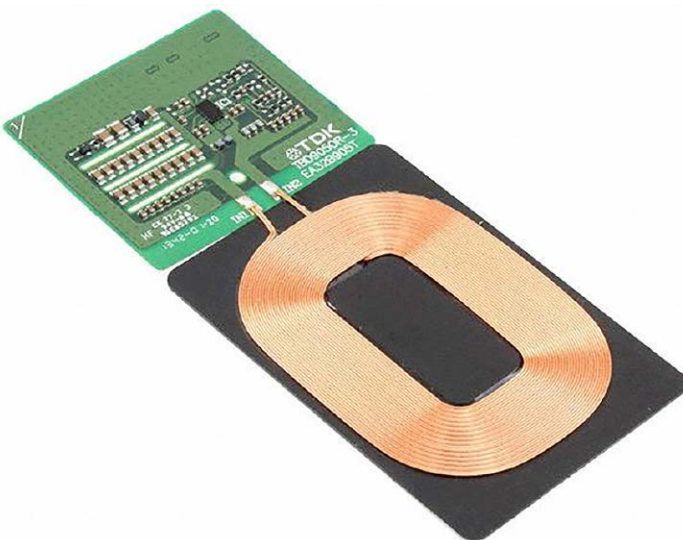
WYBÓR KONSTRUKTORA



Rysunek 4. Zestaw STEVAL-ISR039V1



Rysunek 5a. Moduł nadajnika (za notą TDK)



Rysunek 5b. Moduł odbiornika (za notą TDK)

Rysunek 6. Płytki nadajnika BQ501210-756 (za notą TI)

do 1 W. Odbiornik może być skonfigurowany do pracy jako zasilacz lub ładowarka CC-CV. Wygląd zestawu pokazano na **rysunku 4**.

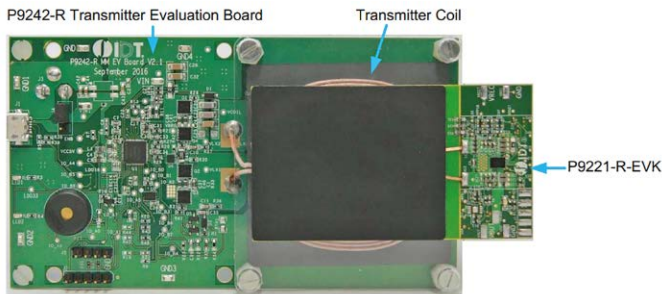
Wśród zestawów o większej mocy można wyróżnić rozwiązania firmy TDK zgodnie z WPC1.1. Zestawy nie mają wbudowanej specjalizowanej ładowarki i dostarczają napięcie 5 V/1 A (5 W), przy zasilaniu nadajnika 5 V. Dla realizacji kompletnego toru WPT jest konieczne użycie modułu nadajnika wtm505090-10k2-5v (oparty na układzie TB6865AFG firmy Toshiba) i odbiornika wrm483245-15f5-5v (na układzie TC7763WBG). Układy mają detekcję obiektów obcych FOD, zapobiegającą stratom energii, gdy w polu nadajnika znajdzie się niepożądany element paramagnetyczny. Zestawy oprócz spełniania roli zestawu uruchomieniowego, są w zasadzie gotową aplikacją OEM układu WPT, wymagającą jedynie zaprojektowania obudowy dla nadajnika i przemysłenia sposobu montażu odbiornika, co w większości aplikacji nie będzie sprawą trudną, gdyż maksymalna wysokość elementów to zaledwie 1,8 mm (sama cewka ma zaledwie 1 mm). Nadajnik i odbiornik zestawu pokazano na **rysunkach 5a i 5b**.

Ciekawą propozycję ma także Texas Instruments, który od samego początku promuje swoje rozwiązania zgodne z Qi, oparte na układach z serii BQ50xxx. Jednym z nowszych opracowań jest zestaw ewaluacyjny nadajnika dla kontrolera BQ501210-756 (bqTesla), którego wygląd przedstawia **rysunek 6**. Zestaw spełnia wymagania WPC1.2 i współpracuje z każdym zgodnym odbiornikiem. W zależności od zasilania, zestaw dysponuje mocą z zakresu 5...15 W. Współpracując z odbiornikiem bq51025EVM-749 moc jest ograniczona do 10 W, a dla bq51020EVM-520 (**rysunek 7**) lub bq51013EVM-764 do 5 W.

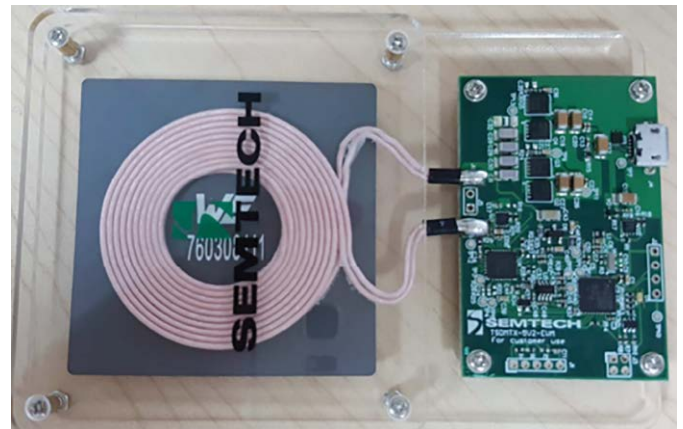
Dla aplikacji wymagających większej mocy, warto zapoznać się z propozycją zestawu firmy IDT P9221-R-EVK (układ odbiornika



Rysunek 7. Płytki odbiornika bq51020EVM-520 (za notą TI)



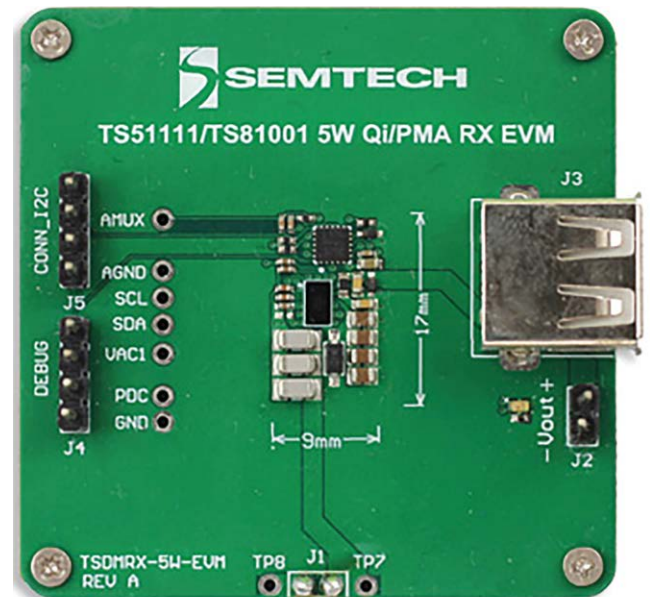
Rysunek 8. Zestaw P9221-R-EVK i P9242-R (za notą IDT)



Rysunek 10a. Nadajnik TSDMTX-5V2-EVM



Rysunek 9. Wygląd zestawu 760308MP (za nota ROHM+WE)

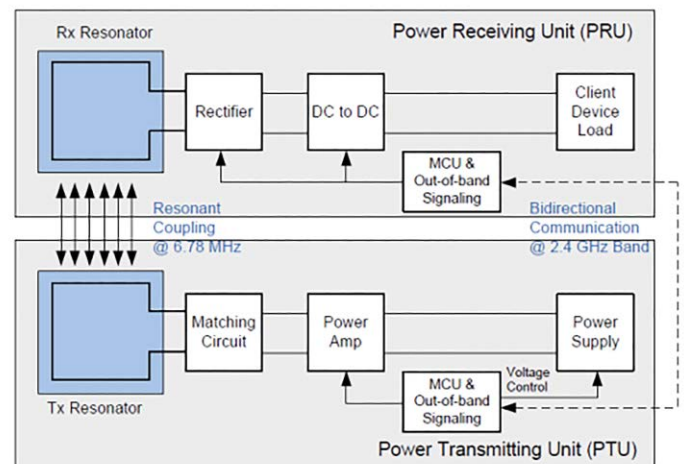


Rysunek 10b. Odbiornik TSDMRX-5W-EVM (za notą Semtech)

P9221 i P9242R (układ nadajnika P9242). Wygląd zestawu przedstawia **rysunek 8**. Zestaw jest zgodny z WPC1.2.2 i dostarcza do 15 W mocy. Ze względu na większą dostępną moc, zestaw wymaga zasilania 12 V/2 A. Nie ma wbudowanej ładowarki, a napięcie wyjściowe odbiornika może być skonfigurowane na 9 V lub 12 V. Przy współpracy z nadajnikiem o ograniczonej do 5 W mocy, odbiornik automatycznie przełączy się w tryb 5 V/1 A. Dzięki większej dostępnej mocy i wyższemu napięciu wyjściowemu, z wykorzystaniem zestawu IDT jest możliwa budowa szybkiej ładowarki pakietów akumulatorów, np. LiFePo3S, LiPo2S, NIMH6S i innych używanych w mniejszych elektronarzędziach lub budowa ładowarki ogniw 1S z przetwornica obniżającą i dużym prądem ładowania.

Podobnym rozwiązaniem jest zestaw przygotowany przez ROHM Semiconductor i Wurth Elektronik (wiodący producent elementów indukcyjnych dla układów WPT) o oznaczeniu 760308MP. Zestaw ma moc maksymalną 15 W, jest zgodny z WPC1.2.2. Nadajnik jest zbudowany na układzie BD57020MWV, odbiornik na BD57015GWL. Każdy z układów jest konfigurowany przez współpracujący mikrokontroler ML610Q. Układ jest zasilany z zasilacza o napięciu wyjściowym 19 V/2 A. Wygląd zestawu przedstawia **rysunek 9**.

Ciekawą propozycją są zestawy firmy Semtech, zgodne z zarówno z Qi, jak i konkurencyjnym standardem PMA (Dual-Mode). W 2015 r. PMA połączyło się z A4WP tworząc konsorcjum promujące standard Rezence (MR). W ofercie Semtecha można znaleźć zestawy zgodne z dwoma standardami (Qi+PMA), umożliwiające transfer mocy w zakresie 5...20 W. W wypadku układów o mocy 5 W, wspierających



Rysunek 11. Schemat blokowy wykorzystujący standard Rezence (z materiałów A4WP)



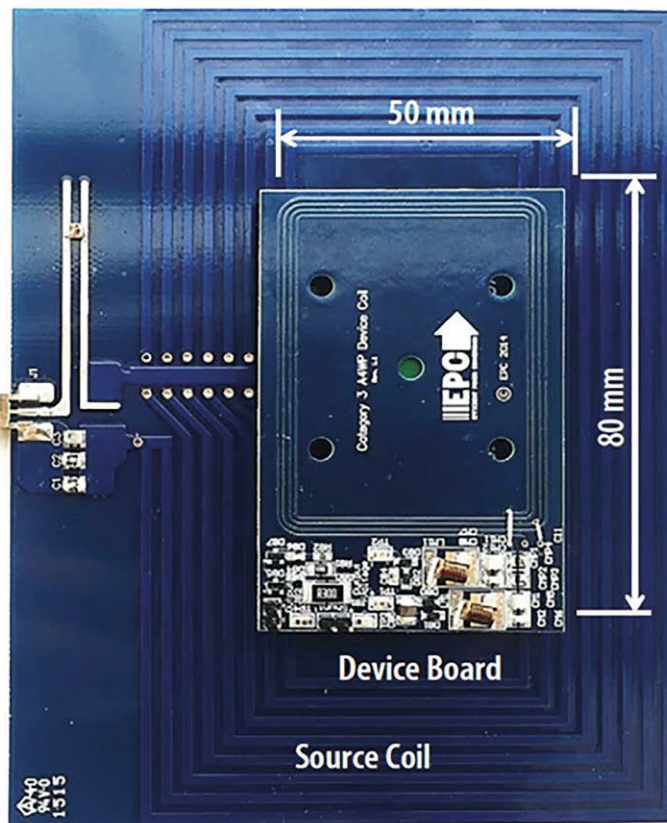
WYBÓR KONSTRUKTORA

WPC1.2 i PMA SR1E jest zestaw nadajnika TSDMTX-5V2-EVM (rysunek 9a) bazujący na układzie TS80000 i zgodny odbiornik TSD-MRX-5W-EVM wykorzystujący kontroler TS81000.

ZESTAWY WYKORZYSTUJĄCE SPRĘŻENIE REZONANSOWE (MR)

Rozwiązanie jest promowane przez konsorcjum A4WP pod nazwą Rezenca. Schemat blokowy układu ładowania pokazano na rysunku 10. Cechą charakterystyczną układów jest wyższa częstotliwość pracy (6,78 MHz), dzięki czemu koszty wykonania cewek są mniejsze, ponieważ mogą być one – podobnie jak dla RFID – być wykonane na płytce drukowanej. W wypadku Qi i częstotliwości rzędu 400 kHz cewki są wykonywane na rdzeniach ferrytowych, nawijane licą w. cz., co powoduje, że są najbardziej kosztownym i utrudniającym upowszechnienie się elementem układu ładowania bezprzewodowego (np.: cewki Würth do aplikacji Qi o mocy 5 W to przy zakupie jednostkowym koszt kilkudziesięciu złotych). Podobnie jak w Qi, nadajnik i odbiornik komunikują się między sobą, ale jako kanał komunikacyjny jest wykorzystywany Bluetooth Smart. Najważniejszą zaletą rozwiązania w porównaniu z Qi, jest mniejsza czułość na wzajemne położenie cewek nadajnika i odbiornika, większa jest też dopuszczalna ich odległość oraz możliwość jednoczesnego ładowania kilku odbiorników, nawet o różnej pobieranej mocy. Największą wadą, jest dużo niższa sprawność procesu przekazywania energii, realnie to poniżej 50%, znaczna jest też komplikacja układu i nakład pracy konieczny do oprogramowania aplikacji.

Ze względu na to, że jest to względnie nowa technologia, wybór zestawów jest ograniczony. Najbardziej popularnym jest system demonstracyjny EPC9114 firmy EPC opierający się na układach EPC2107 i EP2036, którego wygląd przedstawia rysunek 12. Zestaw umożliwia przekazywanie energii o mocy do 10 W przy zasilaniu napięciem 17...24 V DC. Płytkę odbiornika nie ma wbudowanych stabilizatorów lub układu ładowania. Napięcie wyjściowe zawiera się w zakresie 0...38 V przy maksymalnym prądzie 1,5 A w zależności od warunków pracy. Odbiornik ma jedynie układ prostownika i podstawową sygnalizację LED napięcia wyjściowego, więc w praktycznym zastosowaniu wymaga uzupełnienia o układ zewnętrznej przetwornicy DC/DC o szerokim zakresie napięcia wejściowego. Aplikacja zestawu jest też bardziej złożona ze względu na konieczność „zamknięcia” pętli regulacyjnej już we własnej aplikacji, w tym realizacja aplikacji zapewniającej komunikację



Rysunek 12. Zestaw EPC9114

nadajnik-odbiornik z wykorzystaniem interfejsu Bluetooth, co powoduje, że zestaw nie jest samodzielnym rozwiązaniem, jak większość zestawów Qi i wyjęty z pudełka – niestety – nie zadziała. W związku z rozwojem tej technologii zapewne następne zestawy będą lepiej wyposażone i oparte o dedykowane układy SoC, co obniży ich koszt i ułatwi uruchomienie.

Na koniec

Tak w znacznym skrócie wygląda sytuacja na rynku zestawów uruchomieniowych dla bezprzewodowej transmisji energii, niektóre z rozwiązań są jeszcze na etapie opracowania (Rezenca) i brak odpowiedniego wsparcia raczej nie wróży powodzenia w aplikacji na mniejszą skalę, niektóre standardy konkurują ze sobą ilością wdrożeń, jak Qi z PMA, chociaż tu sytuacja jest w miarę bezpieczna, o ile wybierzemy aplikację wspierającą oba standardy.

Adam Tatuś, EP

**Najlepszy Mobilny
Adres w Sieci
<http://m.ep.com.pl>**

