

Zestaw WPC – TDK



Ładowanie bezprzewodowe jest coraz powszechniej stosowane w urządzeniach mobilnych. Opisywany zestaw WPT (Wireless Power Transfer) jest gotowym rozwiązaniem oferowanym przez firmę TDK, umożliwiającym szybkie przetestowanie i uzupełnienie aplikacji w funkcję zasilania lub ładowania bezprzewodowego. Dzięki uprzejmości producenta ten zestaw oferujemy w ramach klubu KAP.

Dzięki uprzejmości firmy TDK mamy do rozdania 10 zestawów ładowarek bezprzewodowych w ramach klubu KAP. Zestawy zostaną rozdane wśród osób, które podzielą się z nami ciekawymi pomysłami na zastosowanie zestawu. Swoje pomysły należy przysłać na e-mail: redakcja@ep.com.pl lub podzielić się nimi na fanpage'u „Elektroniki Praktycznej” na Facebooku (pod ogłoszeniem dotyczącym zestawów i klubu KAP). Na pomysły czekamy do końca kwietnia 2017.

Zestaw do transmisji energii wykorzystuje sprzężenie magnetyczne obwodów cewki nadawczej i odbiorczej. Jest zgodny z wymaganiami standardu Qi low power V1.1, w tym na detekcję obiektów obcych FOD, ustalonymi przez WPC (Wireless Power Consortium), umożliwiając bezprzewodową transmisję mocy do 5 W. Zasadę działania zestawu pokazano na **rysunku 1**.

Zestaw WPC TDK składa się z dwóch modułów:

- Nadajnika wtm505090-10k2-5v (**fotografia 2**). Moduł nadajnika jest oparty na układzie TB6865AFB firmy Toshiba. Jest to mikrokontroler nadzorujący proces ładowania, wykorzystujący rdzeń ARM Cortex-M3 i specjalizowane peryferie (demodulatory ASK, drivery mocy, rozbudowany PWM) przeznaczone do realizacji samodzielnego nadajnika WPC.
- Odbiornika wrm483245-15f5-5v (**fotografia 3**). Sercem odbiornika jest TC7763WBG firmy Toshiba, zawierający w strukturze wszystkie obwody odbiornika Qi zgodnego z WPC, takie jak: układ prostownika w.c.z., modulatory ASK, układ kontrolera i regulatora LDO zapewniającego stałość napięcia wyjściowego oraz obwód sterowania kluczem zasilania zewnętrznego, gdy WPT jest nieaktywne.

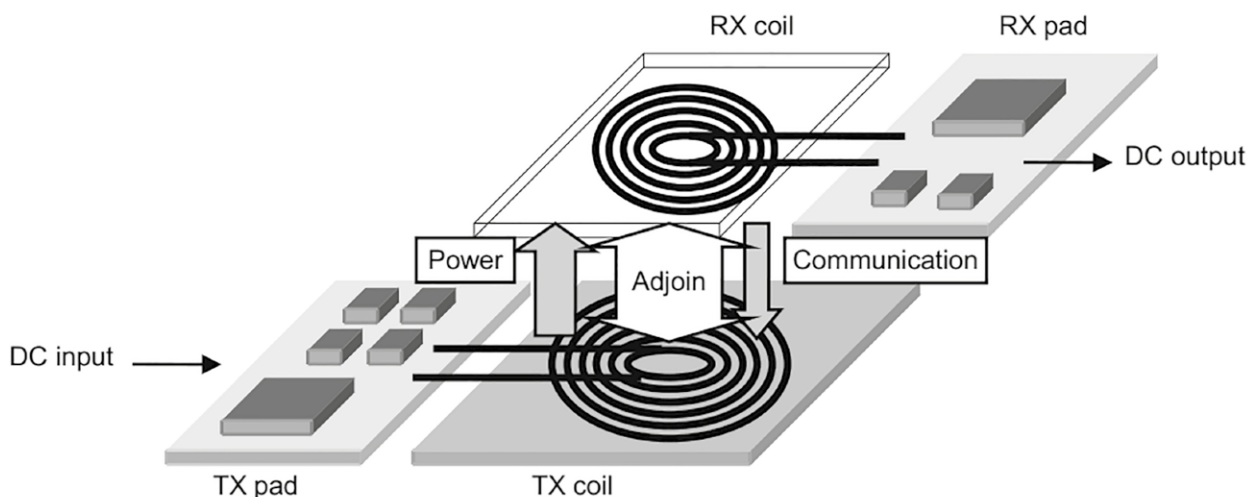
Do zasilania zestawu służy typowy zasilacz dostarczający 5 V/2 A (np. ładowarka USB). Napięcie stałe jest przetwarzane w module nadawczym (TX) na energię pola magnetycznego i przekazywane do obwodu odbiorczego poprzez sprzężenie magnetyczne cewek nadawczej i odbiorczej. W module odbiorczym (RX) wyindukowany prąd w.c.z. podlega prostowaniu i stabilizacji, umożliwiając zasilanie zewnętrznych ładowarek. Jest to rozwiązanie wygodne, gdyż pomimo konieczności zastosowania

dotychczasowego układu ładowarki, nie ogranicza się do ładowania, jak w innych rozwiązaniach, tylko typowych akumulatorów Li-Ion/Li-Po, ale także superkondensatorów, akumulatorów LiFePO₄ lub nawet NiMH.

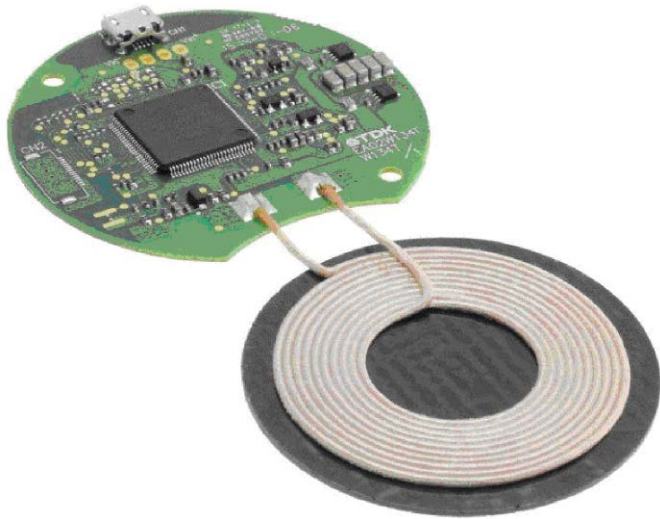
W odróżnieniu od innych rozwiązań ładowania bezprzewodowego, transmitujących tylko energię niezależnie od warunków zewnętrznych, standard Qi, z którym zestaw jest zgodny, narzuca wzajemną komunikację pomiędzy modułami TX/RX w ściśle określonym protokole. Komunikacja wykorzystuje cewki TX/RX i modulację ASK do transmisji zdefiniowanych pakietów. Prędkość transmisji wynosi 2 kb/s. Określone są pakiety: *Signal Strenght, Identification, Configuration, Controll Error, Received Power, End Power Transfer*. Dzięki komunikacji pomiędzy modułami transmisja energii odbywa się tylko po poprawnej detekcji układu odbiorczego, przy ciągłym dostosowaniu mocy nadajnika do mocy pobieranej przez odbiornik (na podstawie informacji zwrotnej). Zwiększa to sprawność transmisji i zapobiega marnowaniu energii lub rozpraszaniu jej w przedmiotach przypadkowo odłożonych na cewkę nadajnika. Przy braku obecności odbiornika moduł nadawczy pozostaje nieaktywny. Dopiero gdy odbiornik zostanie rozpoznany i nawiąże poprawną komunikację z nadajnikiem, zostaje aktywowana transmisja mocy. Nadajnik pozostaje aktywny do momentu usunięcia odbiornika lub do zatrzymania transmisji (End Power Transfer) przez odbiornik.

Każdy odbiornik zgodny z Qi pracuje jak maszyna z następującymi stanami (**rysunek 4**):

SHUTDOWN – odbiornik wyłączony, brak zasięgu nadajnika Qi, brak zasilania przewodowego.



Rysunek 1. Idea działania WPT (za notą TDK)



Fotografia 2. Moduł nadajnika (za notą TDK)

DISABLE – odbiornik wyłączony po wykryciu zasilania przewodowego, bezprzewodowa transmisja mocy zablokowana.

START UP – stan rozruchu WPT. Po detekcji nadajnika Qi i przekroczeniu progu ULVO składa się z pięciu faz:

FREQ_DET – detekcja nadajnika Qi, pracującego z częstotliwością 85–286 kHz.

PING – odbiornik (RX) informuje nadajnik (TX) o poziomie odbieranej mocy.

CONFIG&ID – odbiornik wysyła informacje o wersji WPC, kod producenta, urządzenia i poziom odbieranej mocy.

VRECT_SETUP, w którym napięcie w.c.z. po wyprostowaniu (VRECT) powinno się ustabilizować. Odbiornik i nadajnik w sposób ciągły tak regulują moc (transmisja pakietów błędów i obliczonej mocy), aby napięcie Vrect ustabilizowało się.

STANDBY – stan do rozpoczęcia ustalenia się warunków pracy stabilizatora LDO, jeżeli LDO nie rozpocznie pracy (brak możliwości stabilizacji napięcia w ciągu 190 ms), odbiornik przechodzi do stanu SHUTDOWN.

OUTPUT – stan, w którym odbiornik dostarcza stabilizowanego napięcia do obciążenia przy aktywnym zabezpieczeniu przed przeciążeniem OCL. W tym stanie odbiornik steruje napięciem wyprostowanym w taki sposób, aby zminimalizować straty w LDO. W miarę zwiększania się prądu obciążenia jest stabilizowana niższa wartość VRECT. Dla podniesienia sprawności prostowania, w zależności od pobieranego prądu, wbudowany prostownik pracuje w trybie diodowym (w oparciu o wbudowane tranzystory MOSFET) lub w trybie pełnomostkowego prostownika synchronicznego dla prądów obciążenia powyżej 250 mA.

OVP – aktywowanie zabezpieczenia nadnapięciowego. Jeżeli napięcie wyprostowane wzrośnie powyżej 15 V (np. brak obciążenia), układ łączy cewkę odbiorczą z masą układu (poprzez kondensatory), co pozwala na zredukowanie napięcia wyprostowanego. Stan jest zatraskiwany i wznowienie pracy wymaga restartu układu poprzez usunięcie odbiornika z pola cewki nadajnika.

Zakończenie ładowania EPT (End Power Transmission) jest wysyłane, gdy w odbiorniku zadziałają zabezpieczenia OVP, detekcja zasilania przewodowego lub nastąpi zerwanie łączności RX-TX.

Tak, w dużym skrócie, przedstawia się zasada działania zestawu, teraz czas na testy praktyczne. Przed rozpoczęciem testowania do płytki odbiornika trzeba dolutować złącze, aby wyprzewodził sygnały zasilania +5 V oraz blokady pracy bezprzewodowej (sygnał można zostawić niepodłączony, ładowarka bezprzewodowa będzie aktywna stale). Jak wspomniano, w celu sprawdzenia działania układu jest potrzebny zasilacz dostarczający +5 V/2 A, kilka rezystorów obciążenia (33 Ω/2 W – 5 szt.), woltomierz i amperomierz. Po włączeniu zasilania nadajnika można sprawdzić pobór prądu

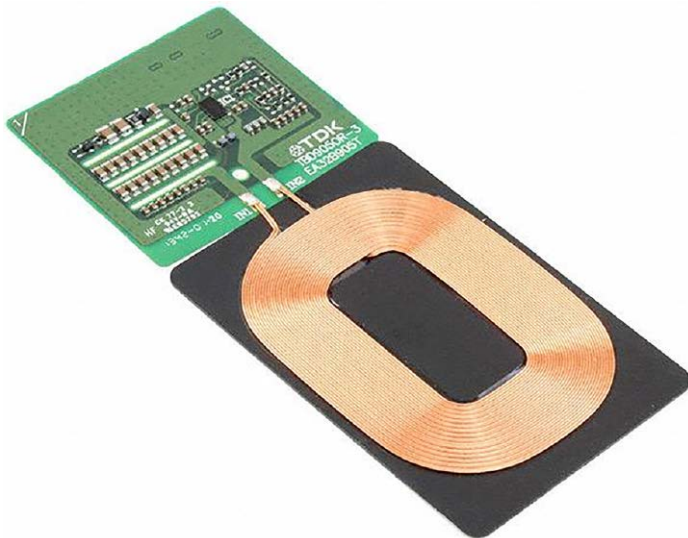
ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

na facebook

REKLAMA

Tabela 1. Przykładowe pomiaru układu WPT zestawu TDK

Lp	USB szczelina 0,5 mm			USB szczelina 4 mm			Out			Sprawność USB/Out	
	Uwe [V]	Iwe [A]	Pwe [W]	Uwe [V]	Iwe [A]	Pwe [W]	Uwy [V]	Iwy [A]	Pwy [W]	0,5mm	4mm
1	5,01	0,01	0,06								
2	5,01	0,28	1,40	5,01	0,30	1,48	4,98	0,15	0,75	53,6%	50,9%
3	5,01	0,45	2,25	5,01	0,45	2,23	4,97	0,30	1,49	65,9%	66,7%
4	5,01	0,62	3,12	5,01	0,61	3,05	4,95	0,44	2,20	70,5%	72,0%
5	5,01	0,85	4,23	5,01	0,82	4,09	4,92	0,59	2,88	68,1%	70,5%
6	5,01	1,09	5,44	5,01	1,04	5,23	4,91	0,73	3,56	65,6%	68,2%



Fotografia 3. Moduł odbiornika (za notą TDK)

bez obciążenia. W modelu wynosi ok. 11 mA, co daje ok. 60 mW i jest akceptowalne. W tym momencie warto sprawdzić działanie układu FOD (detekcja obcych obiektów), kładąc na cewce nadawczej jakiś metalowy element – prąd zasilania nie rośnie, więc nadajnik nie wykrywa urządzenia odbiorczego Qi, zapobiegając stratom energii na ładowanie spinaczy, nożyczek, metalowych linijek i innych przedmiotów walających się po biurku, a mogących znaleźć się w polu cewki nadawczej. Nadajnik jest wyposażony w LED sygnalizującą detekcję odbiornika Qi (brak odbiornika w zasięgu – dioda zgaszona, poprawna detekcja – dioda miga).

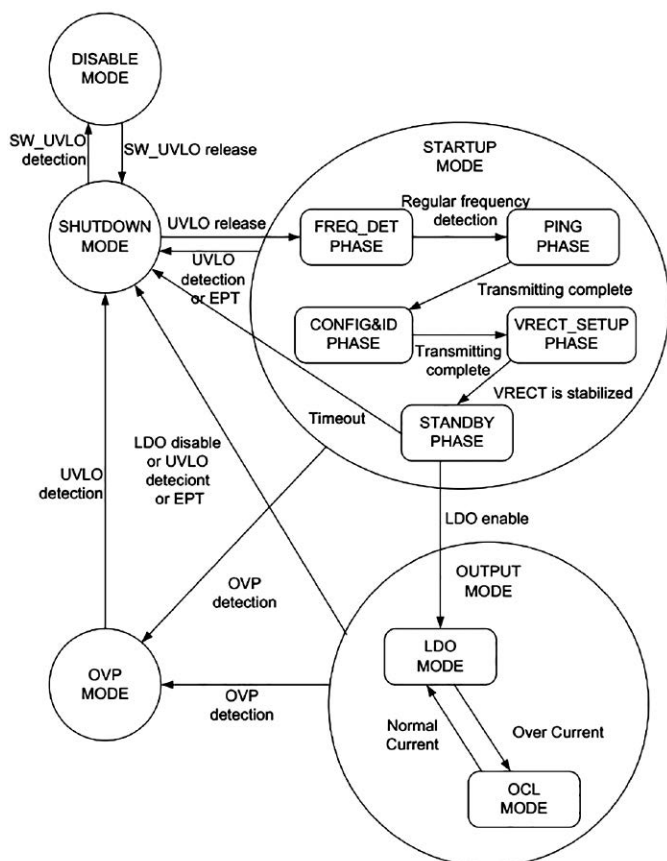
Dla sprawdzenia sprawności przetwarzania układu WPT dokonano pomiaru prądów i napięć po stronie zasilania (USB) oraz odbiornika (OUT) przy dwóch szerokościach szczeliny powietrznej pomiędzy cewkami TX/RX: 0,5 mm (praktycznie cewki przylegają do siebie) i 4 mm poprzez dystans z pleksi. W czasie pomiarów zadbaną o jednakowe współosiowe położenie cewek. Wyniki pomiarów umieszczono w tabeli 1.

Jak można wywnioskować z danych, układ pracuje poprawnie w zakresie szczelin 0,5–4 mm. Sprawność ładowania rośnie wraz z obciążeniem układu (mniejszy wpływ stałego poboru przez układy regulacyjne w stosunku do mocy nadajnika) i stale przekracza 50%, co jest wartością standardową dla układów ładowania. Oczywiście, po dodaniu układu ładowarki akumulatora całkowita sprawność na drodze zasilanie WPT–akumulator zmniejszy się o sprawność ładowarki. Układ stabilizuje moc dostarczaną do obciążenia niezależnie od szerokości szczeliny, w całym testowanym zakresie. Bardzo dobrze jest stabilizowane także napięcie wyjściowe. Nawet podczas dłuższej pracy z pełnym obciążeniem temperatura cewki nadawczej i układu nie wzrastały powyżej 40°C.

Układ sprawdza się w praktyce, działając zgodnie z założeniami, więc nie pozostaje nic innego, jak praktyczna aplikacja, np. modyfikacja smartfona. Jest to zadanie wykonalne, gdyż płytka odbiornika ma niewielkie wymiary (32 mm×48 mm), co umożliwia jej montaż pod klapką baterii, tym bardziej że wysokość nie przekracza 1,8 mm, a samej cewki nadawczej 1,0 mm. Obie cewki (nadajnika i odbiornika) są oklejone dwustronną taśmą samoprzylepną, co sprowadza ich montaż do odklejenia folii ochronnej i naklejenia cewki w modyfikowanym urządzeniu, w miejscu gdzie nie ma innych elementów magnetycznych i metalowych. Ciekawym rozwiązaniem jest doposażenie miernika uniwersalnego, w którym z racji „ciężkiego” użytkowania co kilka–kilkanaście dni rozładowuje się akumulator, w układ ładowania bezprzewodowego współpracujący z „litową dziewiątką” z kitu AVT1911, uwalniający od konieczności rozkręcania obudowy w celu naładowania akumulatora lub doposażenie samochodowego uchwytu do telefonu w układ ładowania bezprzewodowego, rozwiązujący problem płaczących się i zwisających kabli, które nie tylko nie podnoszą estetyki, ale co gorsza obniżają bezpieczeństwo.

Na wiele innych aplikacji, w których moduł WPT znajdzie zastosowanie, trzeba wpaść we własnym zakresie...

Adam Tatuś, EP



Rysunek 4. Maszyna stanów odbiornika Qi (za notą TC7763 Toshiba)