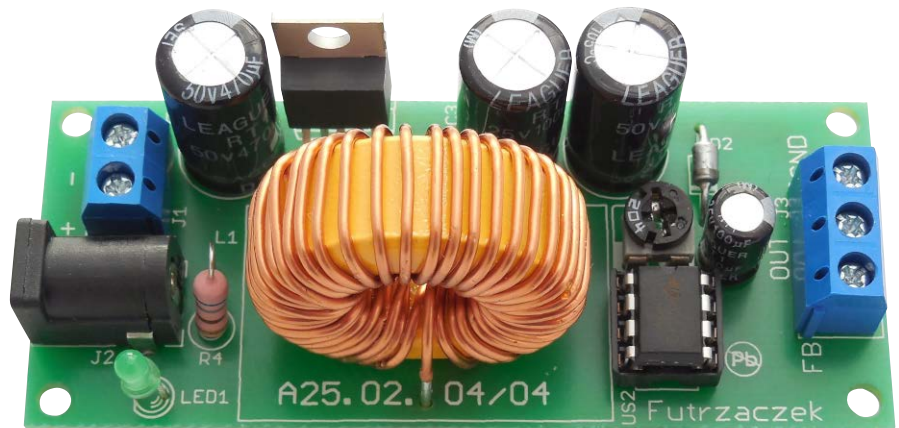


Stabilizator z kompensacją spadku napięcia na przewodach połączeniowych

Zasilanie urządzeń za pośrednictwem długich przewodów wiąże się z występowaniem na nich napięcia, które jest tym większe, im większa jest długość przewodów i natężenie prądu pobieranego przez odbiornik. Niekiedy ten spadek jest on na tyle duży, że odbiornik nie pracuje prawidłowo. Prezentowany stabilizator pozwala na skompensowanie tego zjawiska przez pomiar napięcia na odbiorniku i odpowiednie podwyższenie napięcia wyjściowego, jeśli to potrzebne.

Rekomendacje: stabilizator i opisana metoda są doskonałą bazą do budowania własnych, precyzyjnych źródeł zasilania.

Rezystancja przewodów doprowadzających zasilanie powoduje, że płynący przez nie prąd wywołuje spadek napięcia. Można to modelować jako rezystancję skupioną (rysunek 1). Można się okazać, że długość przewodów jest na tyle duża, że odbiornik przestaje działać poprawnie. Najłatwiejszą metodą przeciwdziałania temu zjawisku



DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

ftp://ep.com.pl

USER: 77642, PASS: 3220ppmm

W ofercie AVT*

AVT-5546

Podstawowe informacje:

- Sam stabilizator – bez prostownika i transformatora.
- Pomiar napięcia na odbiorniku za pomocą pojedynczego przewodu.
- Obciążalność do 3 A.
- Napięcie wyjściowe regulowane w zakresie 1,23...29,4 V za pomocą potencjometru.
- Bazuje na stabilizatorze impulsowym step down typu LM2576-ADJ.
- Płytką jednostronna o wymiarach 82 mm×53 mm.

Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1882	Regulowany zasilacz napięcia symetrycznego (EP 9/2015)
AVT-1865	Dołączany do USB zasilacz napięcia symetrycznego z układem ADP5071 (EP 8/2015)
AVT-1857	Zasilacz modułowy (EP 7/2015)
AVT-5415	Miernik panelowy do zasilacza symetrycznego (EP 9/2013)
AVT-1667	Stabilizator impulsowy 3 A z układem LM2576 (EP 3/2012)
AVT-1731	Regulowany zasilacz uniwersalny 1,5... 32 V/3 A (EP 8/2011)

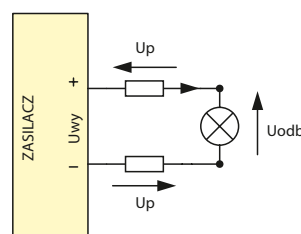
* Uwaga:
Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:
AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymienionych w załączniku pdf
AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf
oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kity)
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://silnep.avt.pl>

jest ustawienie na zasilaczu odpowiednio wyższego napięcia zasilającego. Jednak w wypadku, gdy pobierany prąd zmienia się, może dojść do uszkodzenia odbiornika zbyt wysokim napięciem.

Powszechnie znaną metodą zapobieżenia temu problemowi jest zasilanie metodą 4-punktową, której ideę obrazuje **rysunek 2**. Obok przewodów zasilających odbiornik prowadzi się dodatkową parę przewodów pomiarowych obciążonych bardzo dużą rezystancją wejściową układu pomiarowego, aby prąd płynący przez te przewody był

pomijalnie mały i można go było zaniedbać. Do zasilacza trafia informacja o tym, jakie napięcie występuje bezpośrednio na zaciskach odbiornika, przez co odpowiednio podnosi on napięcie na swoich zaciskach zasilających.

Zastosowanie tej metody ma pewną wadę: wymaga połączenia zasilacza



Rysunek 1. Ilustracja spadku napięcia na przewodach

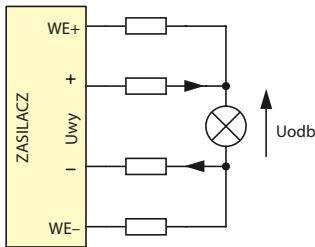
REKLAMA



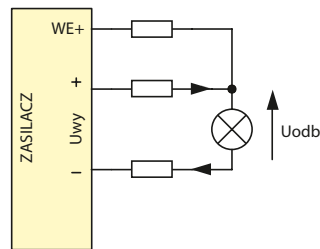
www.stm32.eu

ST
life.augmented

KAMAMI



Rysunek 2. Schemat metody 4-punktowej



Rysunek 3. Uproszczenie metody 4-punktowej

z odbiornikiem za pomocą czterech przewodów. Można tę liczbę zredukować przez założenie, że przewody prowadzące zasilanie są identycznie (rysunek 3). Wtedy wystarczy zmierzyć spadek napięcia na jednym z nich i podwoić, aby uzyskać całkowitą wartość napięcia, które jest tracone na połączeniach. Opisany w tym artykule stabilizator realizuje tę właśnie funkcję. Dodatkowo ma nieskomplikowane zabezpieczenie, które zapobiega uszkodzeniu odbiornika w razie przerwania przewodu sprzężenia zwrotnego.

Nie jest to jednak kompletny zasilacz sieciowy, a tylko sam stabilizator. Należy do niego doprowadzić napięcie stałe, wyższe od oczekiwanego na wyjściu.

Wykaz elementów

Moduł z mikrokontrolerem

Rezystory: (SMD 1206)

- R1: 6,8 kΩ
- R2: 8,2 kΩ
- R3: 3,3 MΩ
- R4: 680 Ω/1 W
- R5, R6: 33 kΩ
- R7, R8: 15 kΩ
- R9, R10: 2,2 kΩ
- P1: 200 kΩ (pot. montażowy, leżący)

Kondensatory:

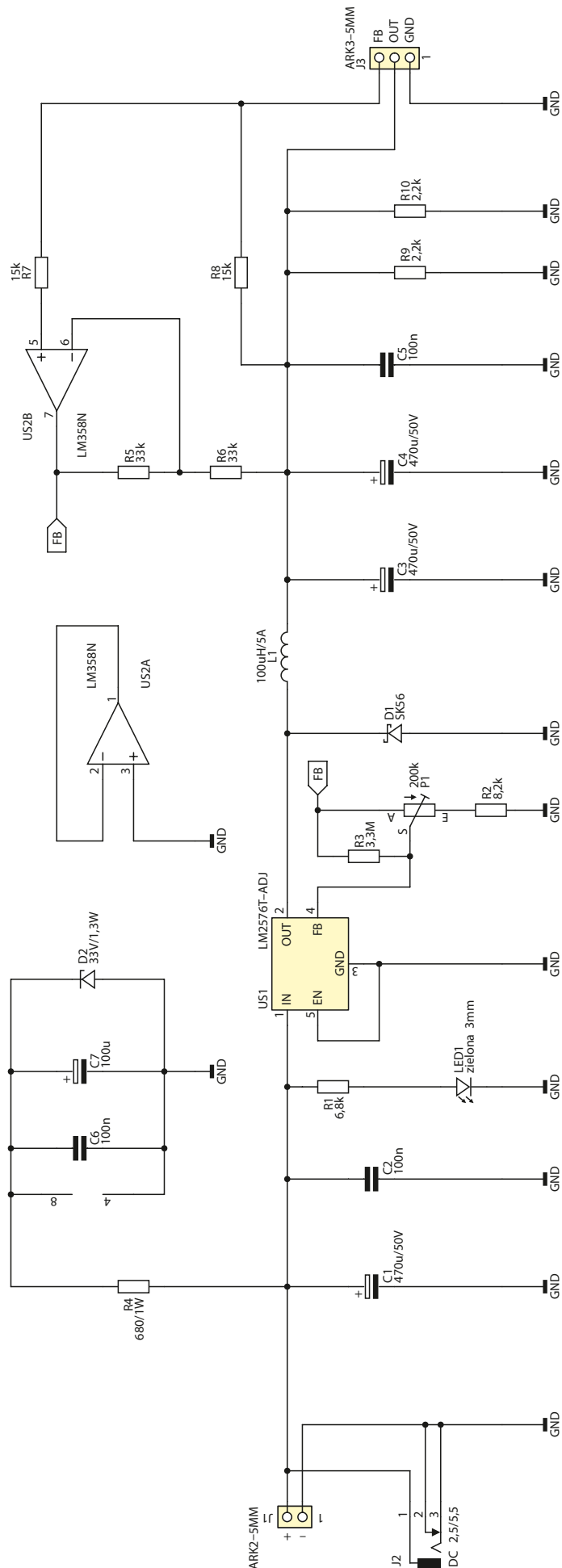
- C1, C3, C4: 470 μF/50 V
- C2, C5, C6: 100 nF/100 V (SMD 1206)
- C7: 100 μF/35 V

Półprzewodniki:

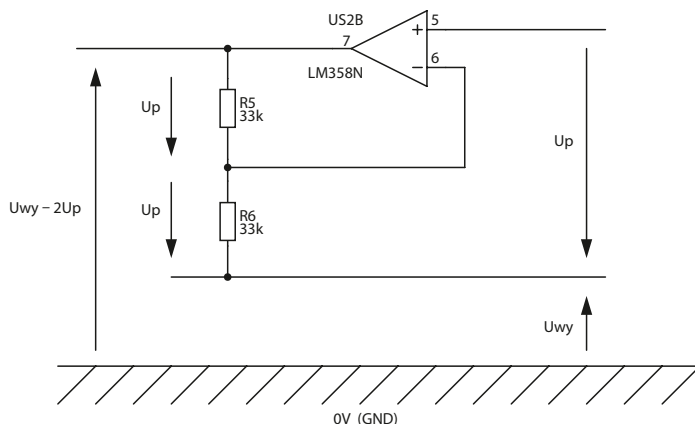
- D1: SK56
- D2: dioda Zenera 33 V/1,3 W
- LED1: dioda LED zielona 3 mm
- US1: LM2576T-ADJ (TO220-5)
- US2: LM358 (DIP8)

Inne:

- J1: złącze ARK2 R=5 mm
- J2: gniazdo zasilania DC 2,5/5,5 mm
- J3: złącze ARK3 R=5 mm
- L1: dławik 100 μH/5 A
- Podstawka DIP8



Rysunek 4. Schemat ideowy stabilizatora z kompensacją



Rysunek 5. Wzmacniacz spadku napięcia na przewodzie zasilającym

Schemat ideowy

Schemat stabilizatora pokazano na **rysunku 4**. Jego głównym członem jest regulator impulsowy *step down*, oparty na układzie LM2576T-ADJ. Wydajność prądowa stabilizatora opartego na tym układzie sięga 3 A, więc doskonale sprawdzi się w wielu zastosowaniach. Na rynku można znaleźć znacznie nowocześniejsze układy, które cechują się wyższą sprawnością, jednak ich zastosowanie w tym układzie byłoby bardzo trudne, ponieważ aby osiągnąć dużą szybkość regulacji, sygnał sprzężenia zwrotnego nie może ulegać żadnym znaczącym opóźnieniom. Tutaj opóźnienie jest wprowadzane przez długie połączenia oraz wzmacniacz, który ma ograniczone pasmo. Z tego powodu gama scalonych stabilizatorów impulsowych, które można w tym układzie zastosować, jest ograniczona.

Układ US1 pracuje w typowej konfiguracji przetwornicy obniżającej. Wejście jego wzmacniacza błęd (nóżka 4) jest dołączone za pośrednictwem dzielnika rezystancyjnego (rezystor R2 i potencjometr P1). Żądane napięcie wyjściowe jest ustawiane za pomocą potencjometru P1. Rezystor R3 zapobiega skokowi napięcia na wyjściu w sytuacji, gdy ślizgacz potencjometru utraci kontakt ze ścieżką oporową. Ponadto jego rolą jest zawężenie zakresu regulacji – w skrajnym położeniu ślizgacza całkowita rezystancja tej gałęzi wyniesie ok. 188 kΩ. Zakładając, że napięcie referencyjne stabilizatora wynosi 1,23 V, umożliwia to ustawienie maksymalnie 29,4 V. Ograniczenie napięcia wyjściowego do takiej wartości jest podyktowane koniecznością obsłużenia takiego napięcia przez wzmacniacz operacyjny. Wzmacniacz ten jest zasilany napięciem nieprzekraczającym 33 V. Dostarcza go dioda Zenera D2, której prąd redukuje rezystor R4. Pobiera się je z wejścia, ponieważ tam musi panować napięcie wyższe od wyjściowego.

Jeden ze wzmacniaczy operacyjnych układu LM358 został skonfigurowany do pracy w układzie wzmacniacza

nieodwracającego. Jego napięciem odniesienia jest wyjście stabilizatora impulsowego. Rezystory w dzielniku w pętli sprzężenia zwrotnego (R5 i R6) są jednakowe, więc wzmocnienie tego stopnia wynosi, w przybliżeniu, 2 V/V. Na wejście tego wzmacniacza podawany jest sygnał napięciowy sprzężenia zwrotnego. Ma on wartość ujemną względem poziomu odniesienia. Na dzielnik napięciowy przy układzie US1 jest podawane napięcie wyjściowe, ale pomniejszone o podwojony zmierzony spadek napięcia. Szczegółowo obrazuje to **rysunek 5**. Powoduje to, w rezultacie, podniesienie napięcia na zaciskach wyjściowych o napięcie tracone na przewodach, ponieważ stabilizator impulsowy dostaje informację, że napięcie jest zbyt małe.

W szereg z wejściem wzmacniacza operacyjnego jest włączony rezystor R7, którego rezystancja jest zbliżona do wypadkowej rezystancji dzielnika złożonego z R5 i R6. Jego rola jest w tym miejscu dwójaka. Po pierwsze, kompensuje wpływ prądu polaryzacji wejść. Po drugie, ogranicza prąd płynący przez bazę tranzystora wejściowego w sytuacji, gdy napięcie pochodzące ze sprzężenia zwrotnego wykracza poza akceptowalny zakres.

Rezystor R8 powoduje, że pętla sprzężenia zwrotnego nigdy nie jest otwarta, co mogłoby się stać w przypadku np. przerwania przewodu. Jego rezystancja nie jest krytyczna. Najważniejsze, aby była wielokrotnie większa od zakładanej rezystancji przewodu sprzężenia zwrotnego, ponieważ bocznikuje go, zmniejszając jego oddziaływanie. Tym samym, słabnie efekt kompensacji. Rezystancja 15 kΩ jest „rozsądnie duża”.

Rezystory R9 i R10 wstępnie obciążają wyjście przetwornicy. Jeżeli z zacisków wyjściowych nie jest pobierany żaden prąd, a zasilanie stabilizatora jest włączone, to napięcie na wyjściu może powoli narosnąć do wartości wyższej od żądanej. Wspomniane rezystory zapobiegają temu efektowi. Rozdzielenie na dwa było podyktowane zmniejszeniem wydzielanej mocy w jednym elemencie.

Zasilacz prądu stałego można dołączyć do zacisków złącza J1 lub – jeżeli jest zaopatrzone we wtyk DC 2,5/5,5 mm – do złącza J2. Istotne jest zachowanie prawidłowej polaryzacji, ponieważ układ nie został wyposażony w stosowne zabezpieczenie. Jednak dzięki temu całe napięcie pochodzące z zasilacza jest przeznaczone na potrzeby stabilizacji, bez zbędnych spadków.

Montaż i uruchomienie

Układ stabilizatora zmontowano na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 82 mm × 35 mm, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 6**. Montaż proponuję przeprowadzić, poczynawszy od elementów montowanych powierzchniowo. Następnie trzeba wlutować dwie zwory, które są pod dławikiem. Resztę elementów można wlutować w kolejności od najniższych do najwyższych. Dławik L1 można wlutować po przykręceniu radiatora do układu US1, o ile zachodzi taka potrzeba. Pod układ scalony US2 warto zastosować podstawkę, co ułatwi jego wymianę w razie awarii.

Napięcie zasilania musi być o kilka woltów wyższe od najwyższego oczekiwanego napięcia wyjściowego (uwzględniającego również spadki napięć na przewodach). Należy przy tym uważać, aby napięcie zasilające nie przekroczyło wartości maksymalnej dla układu LM2576, która wynosi 40 V.

Można tę granicę przesunąć, stosując układ w wersji HV, która akceptuje do 60 V. Wymaga to wymiany również kondensatora C1 na np. 470 μF/63 V. Trzeba też zmniejszyć prąd płynący przez diodę Zenera przez wymianę rezystora R1, np. na 1,5 kΩ/1 W, w przeciwnym razie może ulec przegrzaniu.

Prawidłowo zmontowany układ nie wymaga żadnych czynności uruchomieniowych poza ustawieniemżądanego napięcia wyjściowego. Najpierw należy uczynić to bez podłączonego obciążenia do zacisków J3. Dopiero po takiej wstępnej regulacji można podłączyć zasilany układ oraz przewód sprzężenia zwrotnego. W razie konieczności można skorygować ustawienie

REKLAMA

Projekty na... 

STM32



www.stm32.eu

life.augmented

PROJEKTY

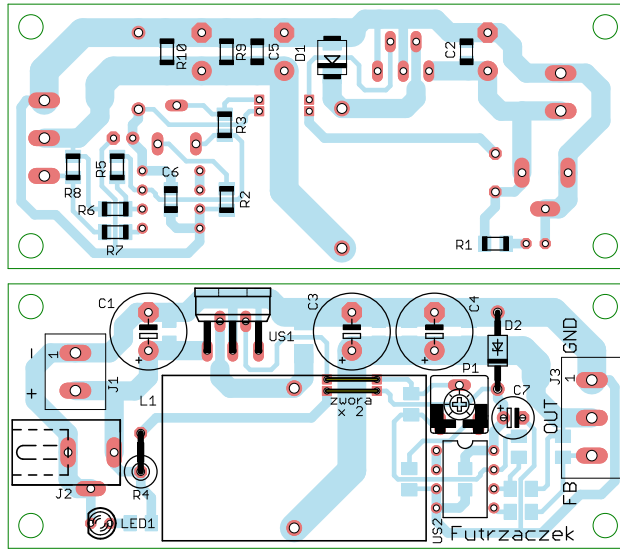
potencjometru P1, ale napięcie mierząc tuż przy obciążeniu.

Testy

W celu sprawdzenia jakości kompensacji wpływ połączeń układ prototypowy został przetestowany w układzie z rysunku 7. Rezystor 10 Ω jest odbiornikiem prądu, rezystory 1 Ω imitują rezystancję przewodów zasilających, a rezystor 100 Ω rezystancję przewodu sprzężenia zwrotnego. Spadek napięcia na połączeniach będzie wyraźny, ponieważ wyniesie ok. 17% napięcia wyjściowego.

Sprawdzono zachowanie układu przy przerwaniu pętli sprzężenia zwrotnego, przy relatywnie dużej rezystancji przewodu oraz przy całkowitym jego przerwaniu.

Napięcie zasilające wynosiło 24 V. Wyniki umieszczono w tabeli 1, dla dwóch różnych

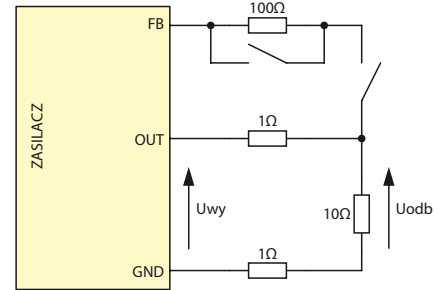


Rysunek 6. Schemat montażowy stabilizatora

Tabela 1. Wyniki pomiarów napięcia podczas testów

Pomiar	Wariant 1 [V]	Wariant 2 [V]
U_{wy} z przerwaniem FB	6,03	11,61
U_{obc} z przerwaniem FB	5,05	9,69
U_{wy} z dołączonym FB	7,20	13,85
U_{obc} z dołączonym FB	6,02	11,58
U_{obc} z dołączonym FB + 100 Ω	6,01	11,57

napięć wyjściowych. Pierwsze dwa wiersze to sytuacja, w której układ zachowuje się jak



Rysunek 7. Schemat układu testowego

zwykły stabilizator. Napięcie na obciążeniu jest o ok. 20% niższe odżądanego.

W liniach od 3 do końca tabeli znajdują się wyniki pomiarów dla sytuacji, w której sprzężenie zwrotne działa. Jak widać, napięcie wyjściowe wzrosło, a na obciążeniu jest niemal dokładnie takie, jakie poprzednio było na samych zaciskach wyjściowych. Dodanie rezystancji szeregowej (o znaczącej wartości) w przewodzie sprzężenia zwrotnego powoduje ledwie zauważalne zmiany, mieszczące się w granicach błęd pomiarowego. Należy przy tym jeszcze raz podkreślić, że prawidłowo działającej kompensacji można oczekiwać tylko wtedy, gdy obydwa przewody zasilające są identyczne, tj. mają ten sam przekrój, długość i temperaturę. W przeciwnym razie mogą się zdarzyć przekłamania.

Michał Kurzeła, EP

REKLAMA

Wszystko, co lubisz,
w jednym miejscu



UlubionyKiosk.pl

Oferuje papierowe i elektroniczne wydania czasopism z najważniejszych segmentów rynku:

budownictwo i wnętrza, muzyka i dźwięk, elektronika i automatyka, edukacja i hi-tech, rodzina.

Przesyłka
GRATIS