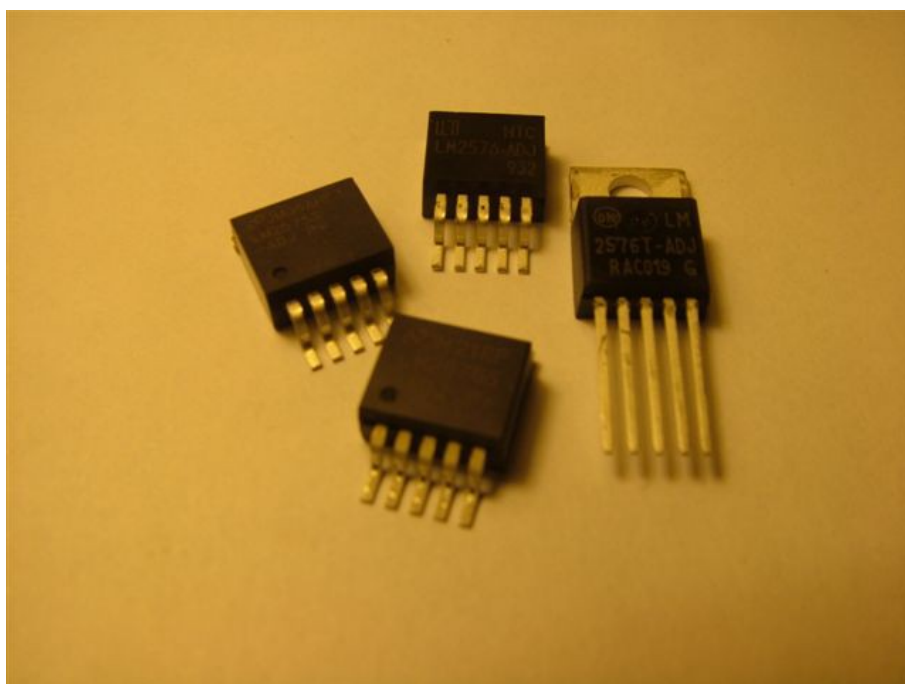


Andrzej Pawluczuk



***Impulsowy stabilizator napięcia
LM2575, LM2576***

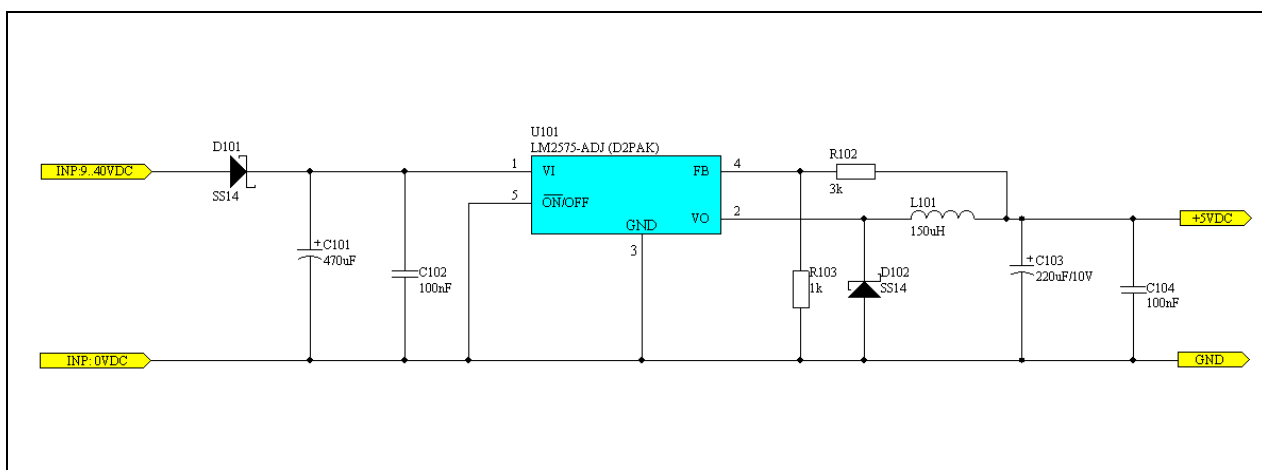
dla Elportal, Białystok, styczeń 2019

Jednym z niezbędnych elementów wchodzących w skład praktycznie każdego urządzenia elektronicznego jest zasilacz. Obecnie układy elektroniczne często wymagają by zasilanie miało ściśle określone parametry, czyli przede wszystkim dokładnie określone napięcie. Nie trzeba nikogo przekonywać, że zbyt duże napięcie zasilania może „pozbawić życia” wiele elementów elektronicznych (szczególnie układy cyfrowe wymagające napięcia zasilającego o wartości 3,3V odejdą w niebyt jeżeli zostaną przykładowo zasilone napięciem nawet o wartości 5V). Bardzo popularne dotychczas układy (przykładowo LM7805) pomimo swojej prostoty użycia mają jedną bardzo istotną wadę – są układami liniowymi, co przekłada się często na duże straty mocy, które wydzielają się pod postacią ciepła. Implikuje to konieczność stosowania radiatorów, co z kolei znacząco wpływa na gabaryty samego zasilacza. W przypadku konieczności uzyskania napięcia wyjściowego o wartości 5V mając do dyspozycji napięcie o wartości 24V przy prądzie obciążenia przykładowo 100mA powoduje wydzielanie się dużej ilości ciepła, to są już pojedyncze waty na straty (ciekawe, czy dałoby się zagotować szklankę wody na herbatę). Tej wady pozbawione są układy impulsowe. Tolerują one na wejściu napięcie zasilające w szerokim zakresie. Ilość wydzielonego ciepła w strukturze układu scalonego jest niewielka a to oznacza bardzo korzystną sprawność całego rozwiązania.

Takim układem bardzo często stosowanym w moich konstrukcjach jest układ LM2575 w obudowie D2PAK (układ LM2576 ma identyczną aplikację i różni się jedynie wielkością maksymalnego prądu obciążenia). Układ ten jest oferowany przez wielu producentów w wielu wariantach, które można podzielić na dwie grupy:

- stabilizatory o ustalonym napięciu wyjściowym (LM2575S-3.3, LM2575S-5.0, LM2575S-12, LM2575S-15),
- stabilizatory o regulowanym napięciu wyjściowym (LM2575S-ADJ).

Najbardziej uniwersalnym układem jest oczywiście LM2575-ADJ, który wymaga (w stosunku do wariantów o stałym napięciu wyjściowym) dodatkowo dwóch oporników. Podstawowa aplikacja dla wariantu ADJ jest pokazana na rysunku 1.



Rys. 1: Podstawowa aplikacja układu LM2575-ADJ

Istotnym elementem aplikacji jest to, że:

- dioda D102 jest diodą Schottky'ego
- kondensator C103 jest kondensatorem niskoimpedancyjnym.

Wartość napięcia wyjściowego dla wariantu ADJ jest uzależniona od stosunku wartości rezystancji oporników oraz wielkości wewnętrznego napięcia referencyjnego wynoszącego 1,23V i wyraża się zależnością:

$$U_{wy} = 1.23 \left(1 + \frac{R_{102}}{R_{103}} \right)$$

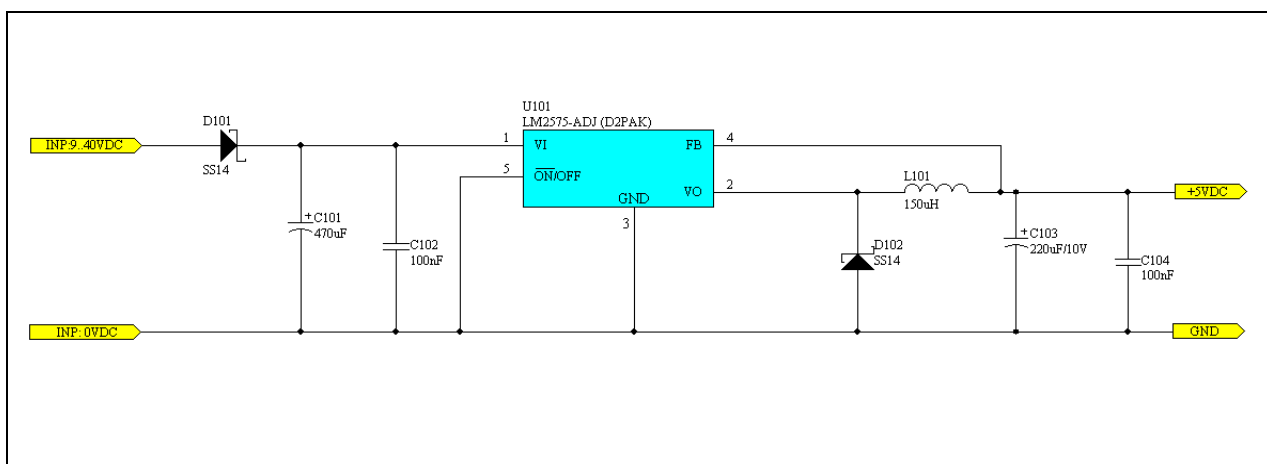
gdzie:

- U_{wy} jest wyrażone w V,
- R102 i R103 są rezystorami w układzie z rysunku 1.

W przypadku stabilizatorów o ustalonym napięciu wyjściowym odpowiedniki rezystorów R102 i R103 są zawarte w strukturze układu i mają tak dobrane wartości rezystancji, że tworzą właściwe sprzężenie zwrotne dla odpowiedniego wariantu napięcia wyjściowego. Wartości rezystorów wbudowane w strukturę są następujące:

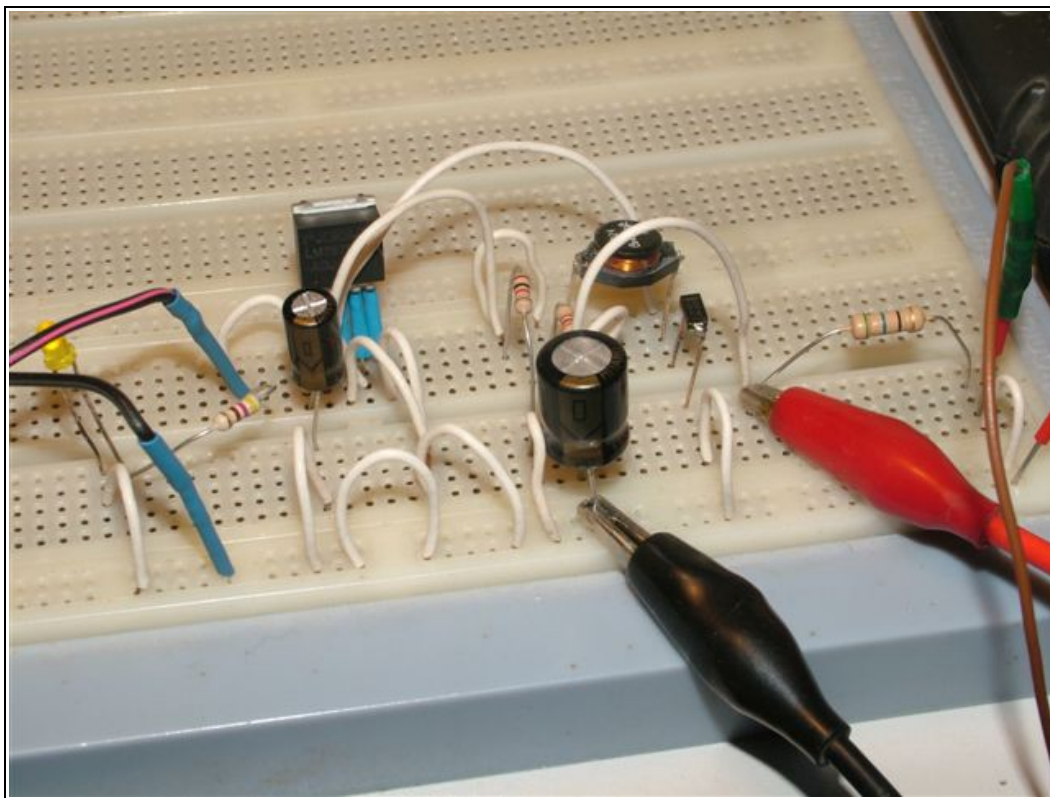
- R102=1,7kΩ, R103= 1kΩ dla wariantu napięcia wyjściowego 3,3V
- R102=3,1kΩ, R103= 1kΩ dla wariantu napięcia wyjściowego 5V
- R102=8,84kΩ, R103= 1kΩ dla wariantu napięcia wyjściowego 12V
- R102=11,3kΩ, R103= 1kΩ dla wariantu napięcia wyjściowego 15V

W takim przypadku układ redukuje się do postaci (rysunek 2):

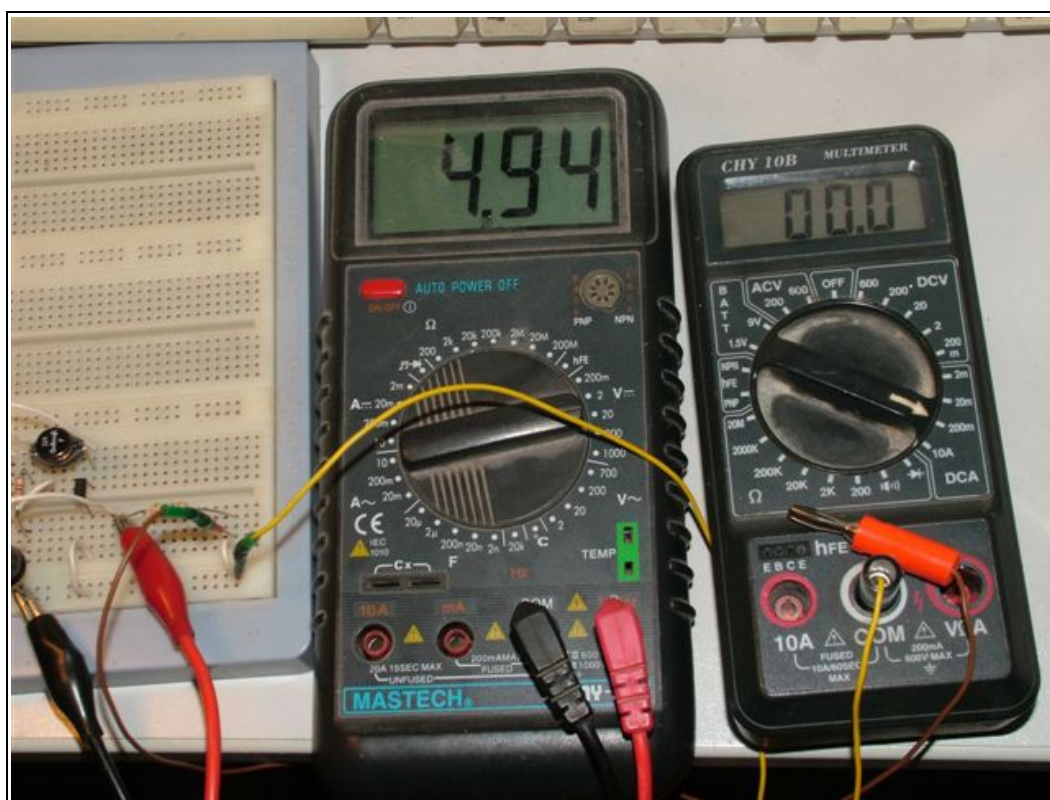


Rys. 2: Podstawowa aplikacja układu LM2575-5

Do powyższego schematu został zbudowany układ badawczy (rysunek 3) i przeprowadzone próby obciążenia (rysunek 4 i 5).



Rys. 3: Układ badawczy do podstawowej aplikacji



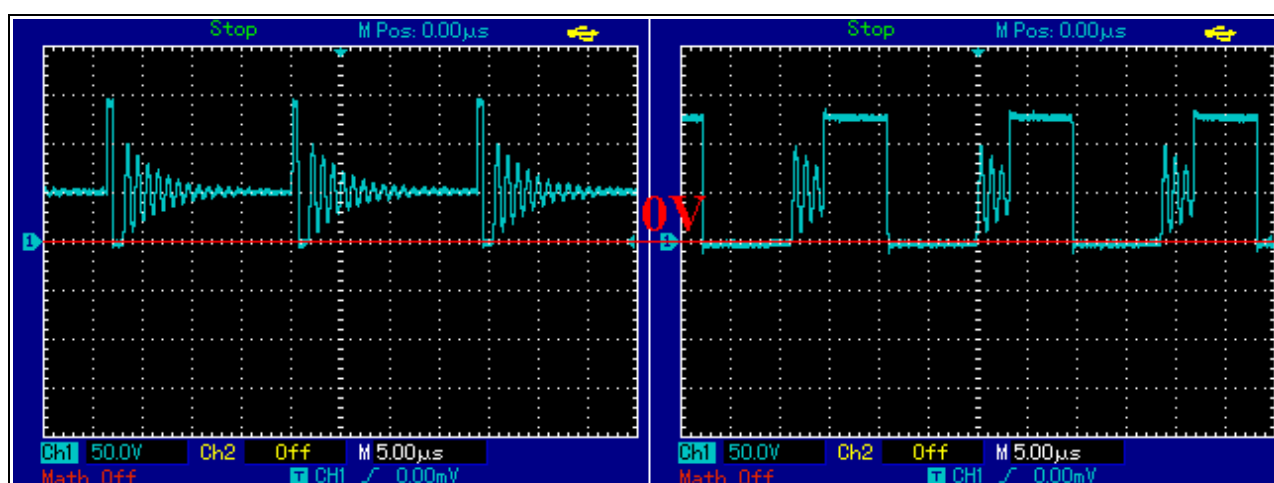
Rys. 4: Napięcie na wyjściu bez obciążenia



Rys. 5: Napięcie i prąd wyjściowy przy obciążeniu

Z pomiarów: przy obciążeniu stabilizatora prądem 87,2mA napięcie wyjściowe stabilizatora ustąpiło o 0,05V.

Przebiegi napięcia na wyjściu układu (pin 2 w U101, rysunek 2) są następujące:



Rys. 6: Napięcie na wyjściu układu przy braku obciążenia (lewe) i przy obciążeniu (prawe)

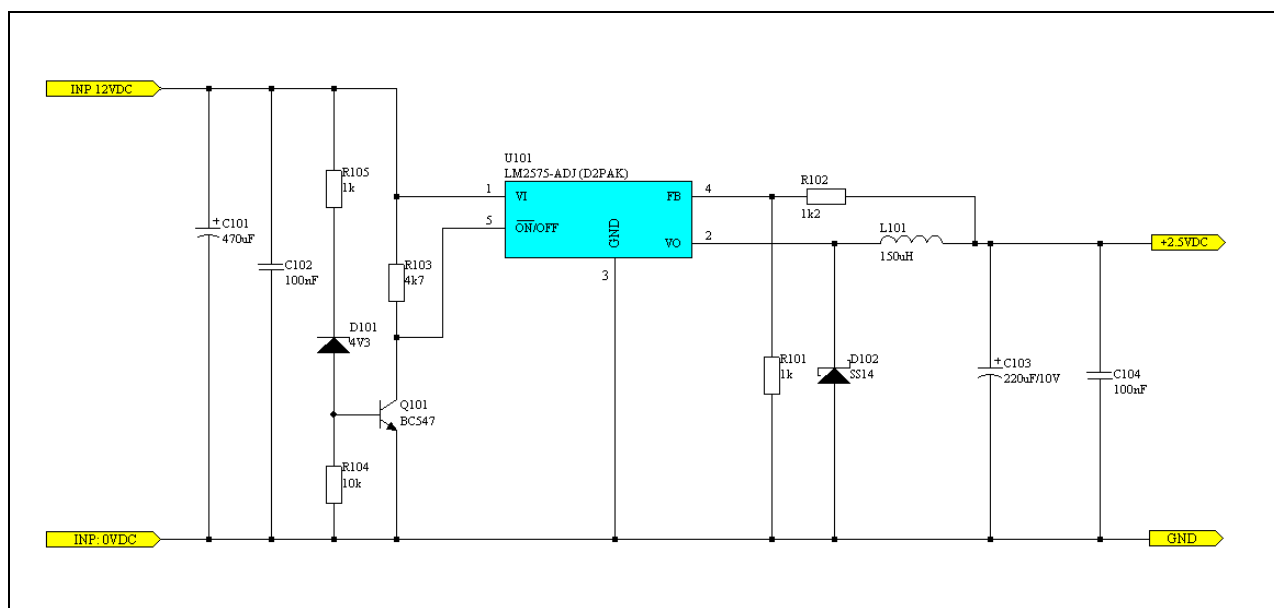
Ciekawą cechą układu LM2575 (LM2576) jest możliwość elektronicznego „wyłączania” napięcia wyjściowego. W przypadku, gdy wyprowadzenie sterujące (wyprowadzenie 5) jest przyłączone do potencjału GND (wyprowadzenie 3), to układ pracuje (wytwarza napięcie na wyjściu). W sytuacji, gdzie wyprowadzenie

The diagram illustrates a 5V USB-to-serial module. The power section includes a 5V DC input (P103) connected to an LM2575S-ADJ (D2PAK) voltage regulator (U101). The regulator's output (VO) is connected to a 5V output (P104) and a USB connector (P102). The output is also connected to a serial interface consisting of a BC847 transistor (Q101), a 33k resistor (R104), and an LED (D103). A DB9F connector (P101) is also shown.

Rys. 7: Zasilacz sterowany elektronicznie

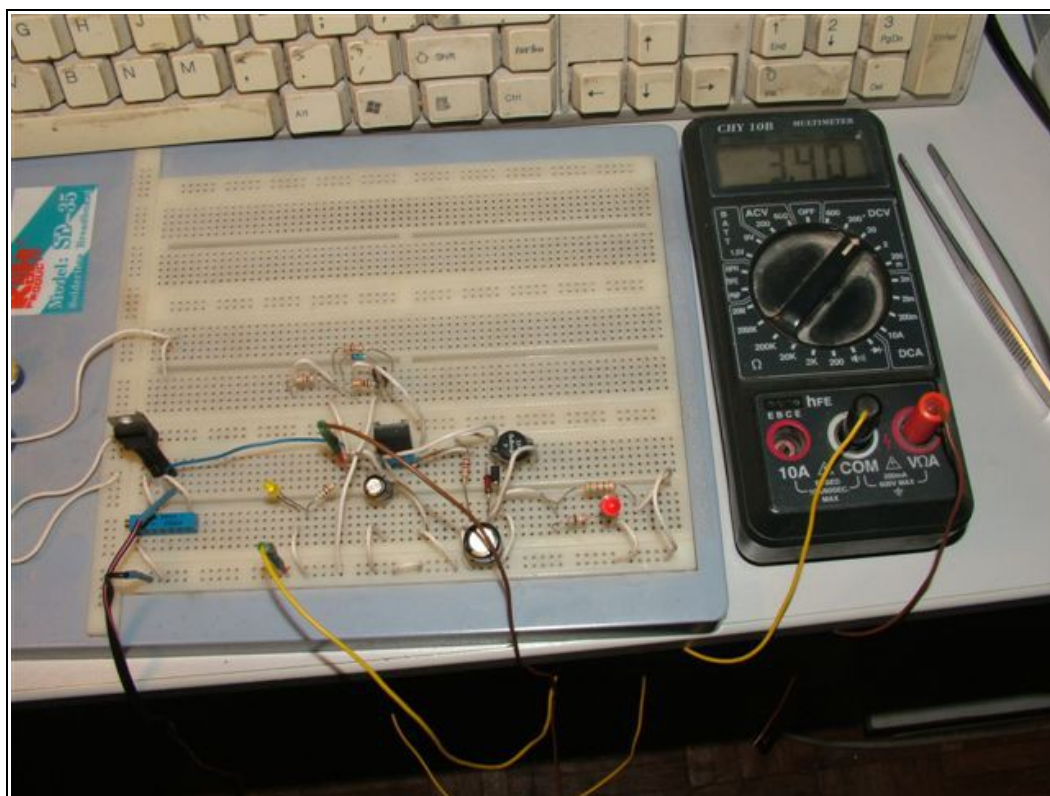
Urządzenie „siedzi okrakiem” na pełnomodemowym kablu RS232 i monitoruje jedną z linii modemowych (fragment z R104, D103, Q101). Wystąpienie stanu aktywnego na wybranej linii modemowej steruje tranzystorem Q101 do stanu nasycenia, co implikuje na odpowiednim wejściu sterującym w regulatorze U101 napięcia względem masy bliskiego zero. To z kolei włącza regulator U101 do działania. Sytuacja odwrotna (stan pasywny na linii modemowej) blokuje działania układu U101.

Wykorzystując możliwość elektronicznego wyłączania stabilizatora można utworzyć rozwiązanie o dość istotnych cechach użytkowych. Schemat rozwiązania pokazuje rysunek 8. Jest to zasilacz wytwarzający na wyjściu napięcie 2,5V, który jest zabezpieczony dodatkowym układem powodującym wyłączenie zasilacza, jeżeli wartość wejściowego napięcia spadnie poniżej pewnego progu. Powstały układ testowy zawiera w obciążeniu diodę świecącą (czerwoną), która sygnalizuje wytwarzanie napięcia na wyjściu.

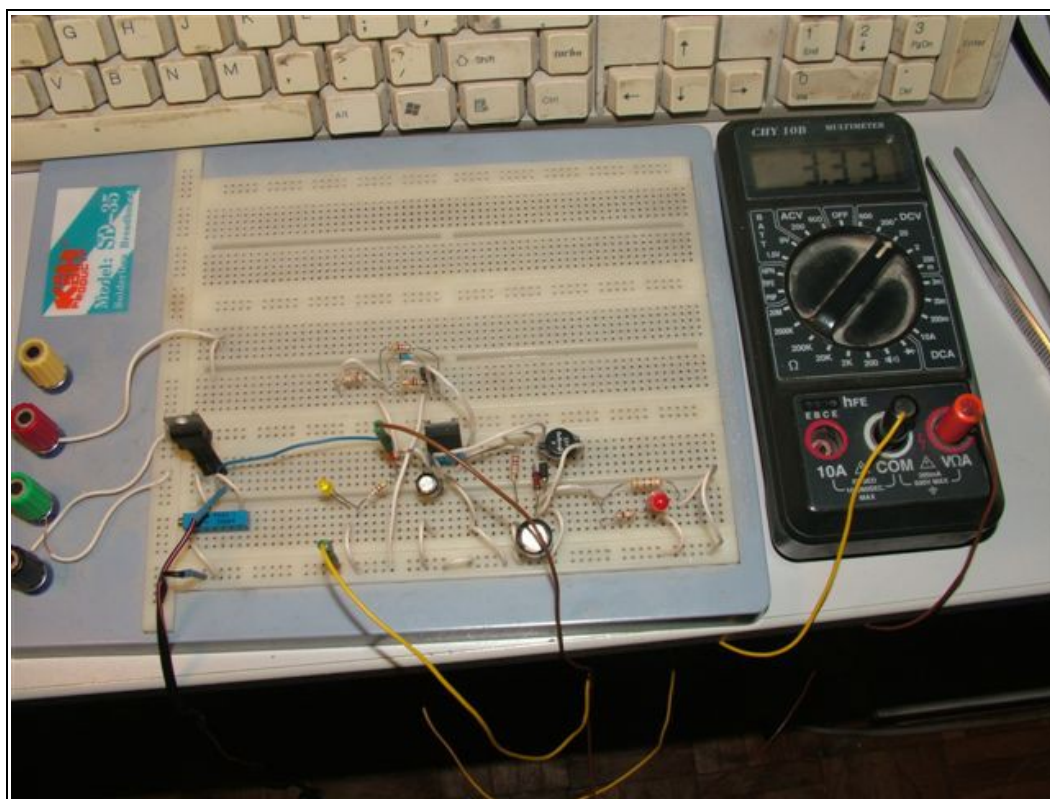


Rys. 8: Wylączenie stabilizatora przy zbyt niskiej wartości napięcia wejściowego

Dla napięć wejściowych większych niż 3,4V układ „produkował” wyjściowe napięcie o wartości 2,5V (rysunek 9, miernik pokazuje napięcie wejściowe, świecąca czerwona dioda LED świadczy o napięciu na wyjściu układu).



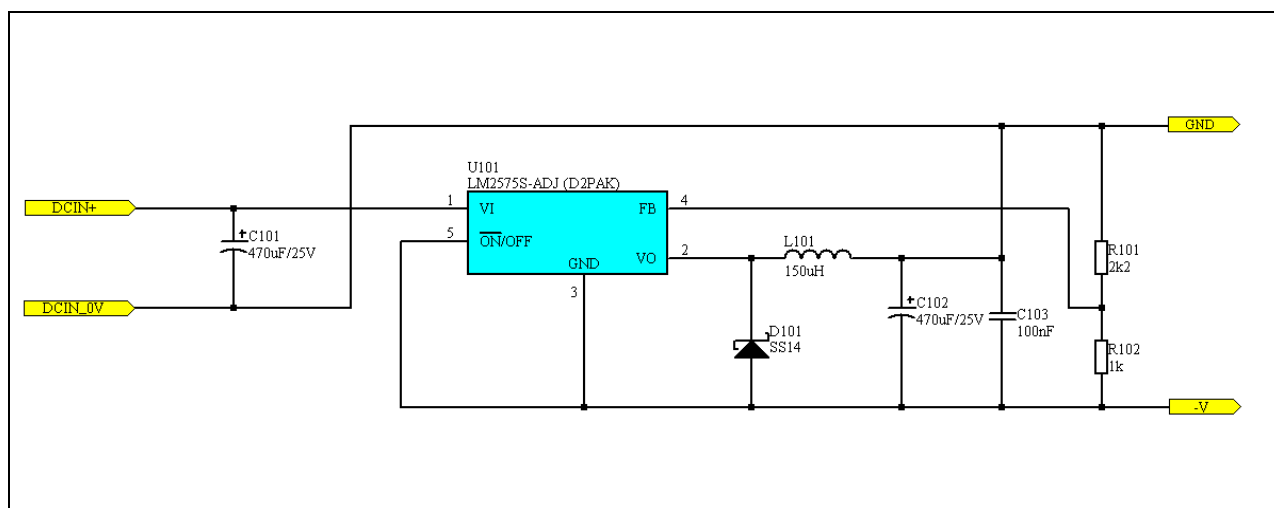
Rys. 9: Dla napięcia wejściowego o wartości 3,4V układ stabilizował napięcie



Rys. 10: Dla napięcia wejściowego o wartości 3,3V układ stabilizatora wyłączył się

W sytuacji, gdy wejściowe napięcie spada poniżej, stabilizator wyłączał się (rysunek 10, podobnie jak wyżej miernik pokazuje wejściowe napięcie, czerwona dioda LED nie świeci).

Jednym z możliwych zastosowań układu LM2575 jest budowa przetwornicy, która w oparciu o dodatnie napięcie zasilające pozwala uzyskać napięcie ujemne. Przykładowe rozwiązanie przedstawia rysunek 11. W układzie tym napięcie dodatnie (styk DCIN+ ma potencjał dodatni w stosunku do styku DCIN_0V) jest przetwarzane na napięcie ujemne (styki -V ma potencjał ujemny w stosunku do styku GND). Może mieć to zastosowanie w rozwiązaniach używających wzmacniaczy operacyjnych, które często wymagają zasilania napięciem symetrycznym.

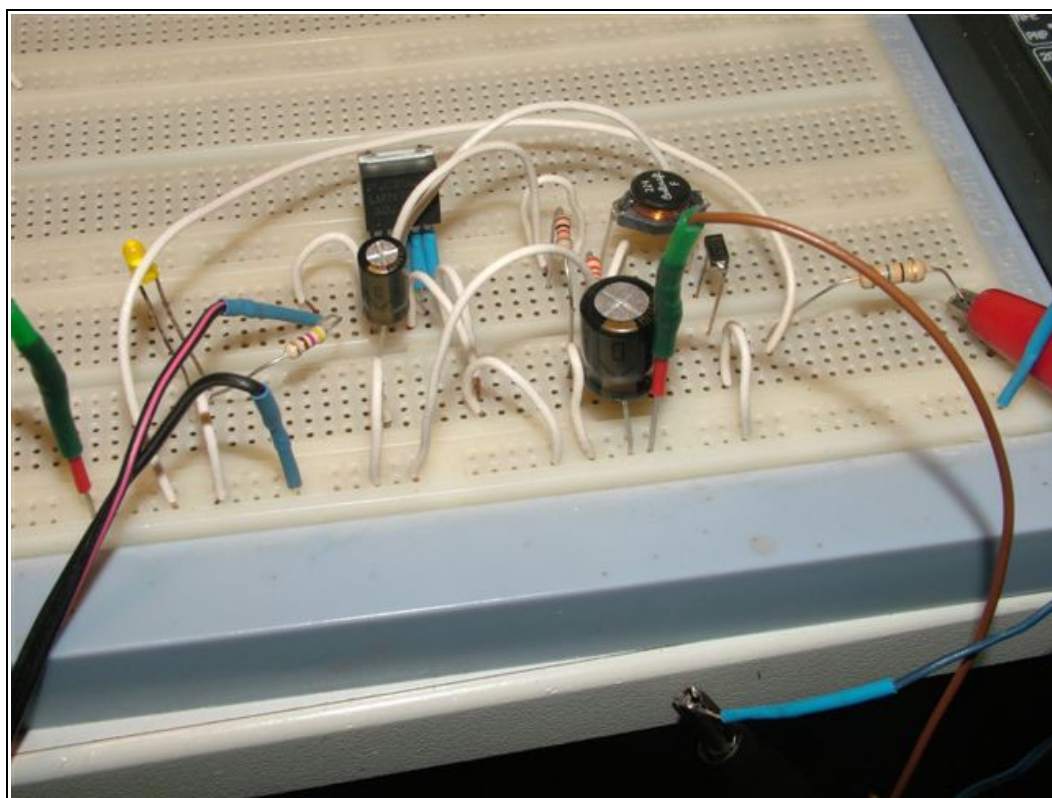


Rys. 11: Przetwornica napięcia dodatniego na ujemne

Tworząc zasilacz bazujący na dwóch układach LM2575 korzystających z jednego (tego samego) wejściowego napięcia zasilającego uzyskać rozwiązanie dające dwa napięcia: napięcie dodatnie według schematu z rysunku 1 lub 2 oraz napięcie ujemne według schematu z rysunku 11 łącząc wyprowadzenia GND obu schematów ze sobą (co jednocześnie implikuje połączenie styku INP:0VDC [rysunek 1 lub 2] oraz DCIN_0V [rysunku 11]) i oczywiście wejściowych plusów obu zasilaczy.

Przy zastosowaniu stabilizatora regulowanego (LM2575-ADJ) napięcie wyjściowe jest identycznie, jak w typowej aplikacji układu, uzależnione od stosunku rezystancji odpowiednich oporników i wewnętrznego dla stabilizatora napięcia referencyjnego. Biorąc pod uwagę wartości rezystancji na schemacie pokazanym na rysunku 11 ($2,2k\Omega$ oraz $1k\Omega$), uzyskane napięcie według obliczeń powinno wynosić około 3,94V.

Układ z rysunku 11 został sprawdzony w działaniu. Do schematu przetwornicy napięcia ujemnego został zbudowany układ testowy (rysunek 12).



Rys. 12: Testowa przetwornica napięcia dodatniego na napięcie ujemne

Jako obciążenie użyty został rezystor.



Rys. 13: Napięcie wyjściowe oraz prąd wyjściowy przy odłączonym obciążeniu

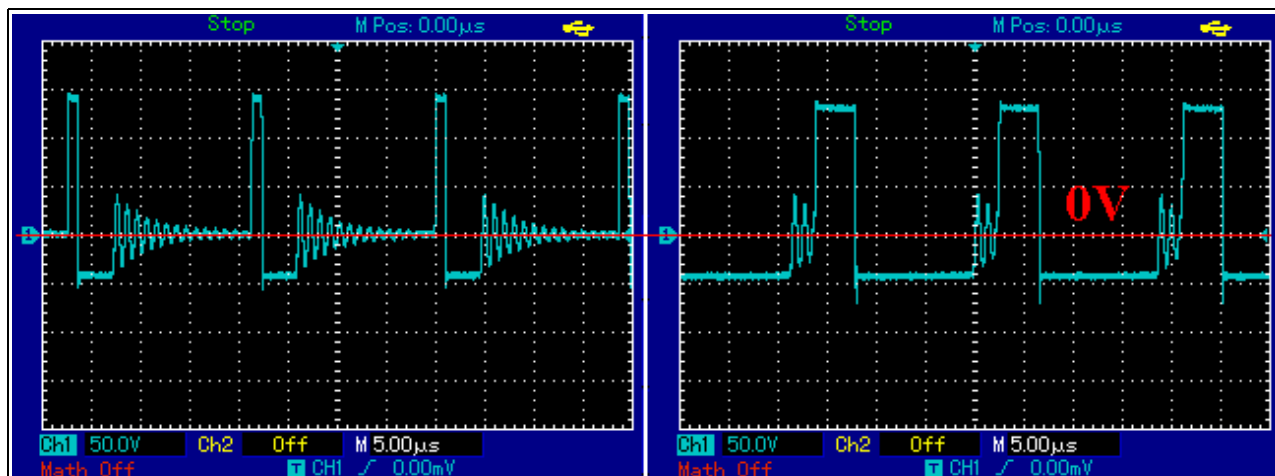


Rys. 14: Napięcie wyjściowe oraz prąd wyjściowy przy przyłączonym obciążeniu

Jak pokazują pomiary na rysunkach 13 i 14 przyłączenie obciążenia spowodowało przepływ prądu o wartości 55,6mA przy jednoczesnym spadku

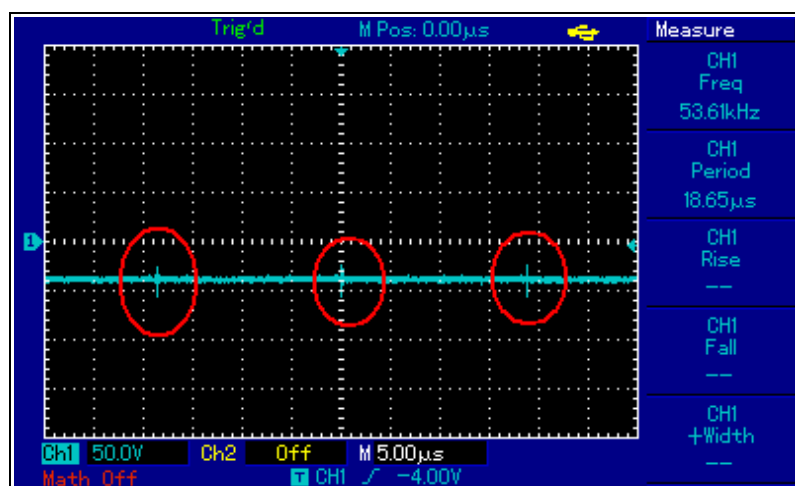
napięcia wyjściowego o 0,03V. Świadczy to o dużych walorach użytkowych przedstawianego układu stabilizatora impulsowego.

Przebiegi napięcia na wyjściu układu (pin 2 w U101, rysunek 11) są następujące:



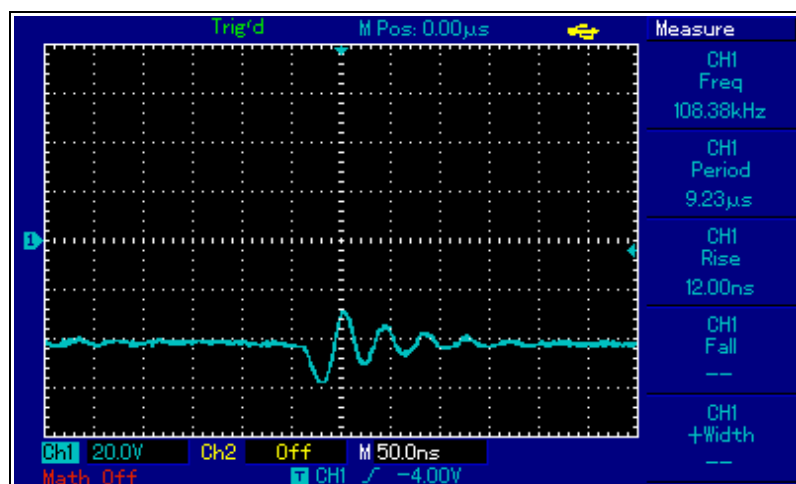
Rys. 15: Napięcie na wyjściu układu przy braku obciążenia (lewe) i przy obciążeniu (prawe)

Obserwując na ekranie oscyloskopu napięcie wyjściowe dają się zauważyć pewne szpileczki (rysunek 16).



Rys. 16: Szpileczki na wyjściu przetwornicy napięcia

Robiąc oscyloskopowe powiększenie tego regionu widać pewne zaburzenia.



Rys. 17: Powiększona szpileczka

Jak się okazuje zafalowanie ma nawet dość pokaźną amplitudę. O ile w przypadku zasilania układów cyfrowych nie ma to praktycznie żadnego znaczenia, to w przypadku zastosowania takiej przetwornicy w rozwiązaniach analogowych może być źródłem nieoczekiwanych problemów, toteż w rozwiązaniach docelowych należy na wyjściu powyższej przetwornicy dać dodatkowy filtr LC.