

Obok dobrze już znanych trzykońcówkowych układów stabilizujących z serii 317/337 (i pochodnych) o maksymalnym prądzie wyjściowym do 1.5A od dłuższego czasu są dostępne na rynku stabilizatory dużej mocy o maksymalnym prądzie wyjściowym 3A. Są to układy LM350 produkowane przez większość firm liczących się na świecie. Opis tej kostki oraz zalecane układy aplikacyjne są oparte na materiałach dostarczonych przez niemieckie przedstawicielstwo firmy National Semiconductor.

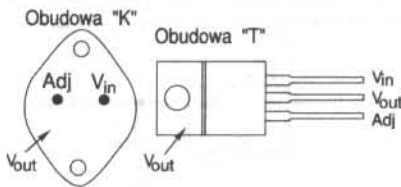
# Uniwersalny regulowany stabilizator LM350

## Podstawowe cechy układu LM350:

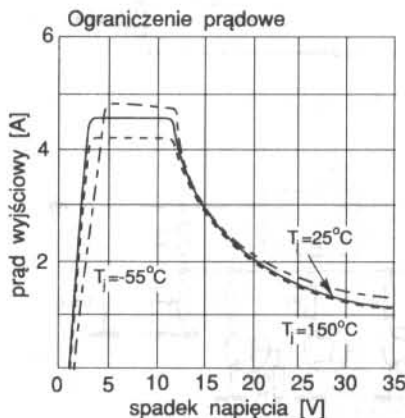
- napięcie wyjściowe jest płynnie regulowane i może przybierać wartości z przedziału 1,2...33V, przy czym wartość maksymalnego prądu wyjściowego (próg zadziałania ogranicznika) zależy od wartości napięcia wyjściowego. Zagadnienie to zostanie omówione dokładniej w dalszej części artykułu;

- posiada wbudowany ogranicznik prądowy, bardzo stabilny termicznie i czasowo, o progu zadziałania ustalonym przez wytwórcę na poziomie ok. 3,1..3,3A, co umożliwia stabilne zasilanie układu zewnętrznego prądem o wartości do 3A;

- obok bezpiecznika zwarciovego w układ wbudowano także bezpiecznik termiczny zapobiegający przegrzaniu się struktury układu podczas np. długotrwałego zwarcia wyjścia. Ma to istotne znaczenie, bowiem charakterystyka bezpiecznika zwarciovego nie zapewnia ograniczenia prądu płynącego w czasie zwarcia poniżej wartości progowej (tzw. foldback), co powoduje wydzielanie się znacznej mocy w układzie;



Rys. 1.



Rys. 2.

Tab. 1. Parametry elektryczne układu LM350

Parametr	Warunki pomiaru	Wartość (typ.)	Jednostka
Napięcie odniesienia	$I_{wy}=10mA$	1,250	[V]
Liniość regulacji	$3V < (V_{we}-V_{wy}) < 35V$	0,02	[%]
Stabilizacja napięcia wyjściowego	$I_{wy}=10mA...3A$	1	[%]
Stabilizacja temperaturowa		0,03	[%]
Prąd wejścia ADJ		25	[ $\mu A$ ]
Ograniczenie prądowe	$(V_{we}-V_{wy}) < 10V$	4,5	[A]
Stabilność długoczasowa	$T_i=125^{\circ}C, 1000h$	1	[%]
$R_{thc}$	Obudowa TO-220	50	[ $^{\circ}C/W$ ]
	Obudowa TO-3	35	
$R_{thc}$	Obudowa TO-220	3	[ $^{\circ}C/W$ ]
	Obudowa TO-3	1,2	

- bardzo duża liniość regulacji napięcia wyjściowego (określana przez producenta na poziomie 0,01%), dzięki czemu niezwykle proste jest sterowanie wartością napięcia wyjściowego np. za pomocą liniowych przetworników C/A;

- stabilność napięcia wyjściowego jest większa niż 0,35%, z uwzględnieniem wszelkich czynników zakłócających;

- do poprawnej pracy stabilizatora wystarczy różnica napięcia wejściowego i wyjściowego zaledwie 2,5V (dla  $I_o=3A$ ), co w specyficznych aplikacjach umożliwia znaczne ograniczenie wydzielanej w układzie mocy.

Standardową obudową dla układu LM350 jest TO-220, jednak spotykane są wersje w obudowie TO-3. Na **rysunku 1** przedstawiono kolejność wyprowadzeń w obydwu typach obudów.

W **tabeli 1** podano najważniejsze parametry układu LM350 i LM350A.

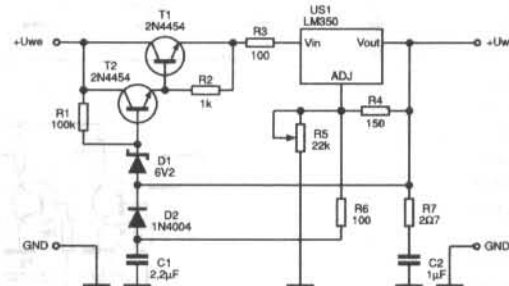
Ze względu na specyficzny dla wszystkich stabilizatorów trzykońcówkowych układ pracy (żaden punkt stabilizatora nie ma bezpośredniego połączenia z masą zasilania), charakterystyka

opisująca działanie ogranicznika prądowego ma kształt przedstawiony na **rysunku 2**. Łatwo zauważyć, że wartość maksymalnego prądu wyjściowego silnie zależy od różnicy napięć na wejściu i wyjściu układu. Jest to bardzo niekorzystna cecha, występująca we wszystkich układach tego typu. Jeżeli wystąpi jednak konieczność wykorzystania stabilizatora z bardzo dużą wartością różnicy tych napięć, warto zastosować wstępny ogranicznik napięcia (przykład pokazano na **rysunku 3**).

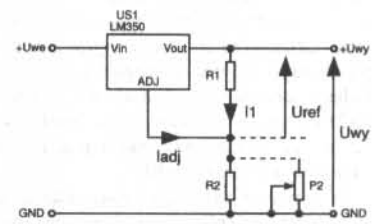
W skład struktury stabilizatora LM350 wchodzi precyzyjne źródło napięcia odniesienia o wartości 1,25V. Napięcie to występuje podczas pracy stabilizatora pomiędzy końcówkami  $V_{out}$  i ADJ. Jest ono wykorzystywane do zasilania rezystora programującego (**rysunek 4**), przez który płynie stały prąd (zaprogramowany zgodnie ze znaną zależnością  $I1=1.25[V]/R1[\Omega]$  [A]) zasilający rezystor (lub potencjometr) ustalający wartość napięcia wyjściowego R2. Wartość napięcia wyjściowego w takim najbardziej typowym układzie wynosi:

$$U_{wy}=1,25V \cdot (1+R2/R1) + I_{ADJ} \cdot R2,$$

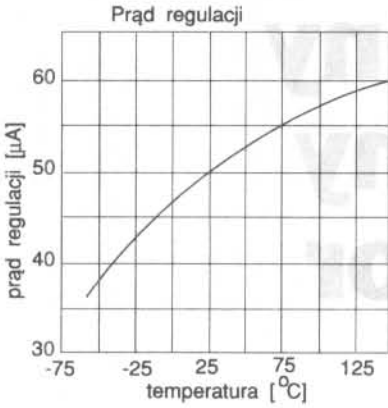
$I_{ADJ}$  jest prądem wprowadzającym błąd re-



Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.

gulacji, zależy on ponadto od temperatury (rysunek 5), co wymusza stosowanie stosunkowo niewielkich wartości rezystancji elementów R1 i R2.

Układ LM350 może pracować także jako stabilizator prądu. Na rysunku 6 pokazano schemat elektryczny ogranicznika prądu, przy czym maksymalna wartość prądu wyjściowego jest zależna od wartości rezystora  $R_s$  zgodnie ze wzorem:

$$I_{max} = 1,25[V] / R_s[\Omega] \text{ [A]}$$

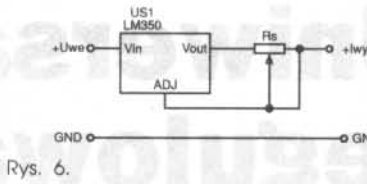
Do poprawnej pracy stabilizator wymaga zastosowania kondensatorów odblokowujących wejście układu. Zalecane jest takie zaprojektowanie układu, aby blisko wejścia stabilizatora znajdowały się dwa połączone równolegle ze sobą kondensatory - jeden ceramiczny 0,1µF i jeden tantalowy 1µF. Pomimo gwarantowanej przez producenta stabilności pracy układu bez żadnej pojemności odsprężającej wyjście, warto zastosować na wyjściu układ podobny do wejściowego, przy czym jest dopuszczalne zastosowanie zamiast kosztownego kondensatora tantalowego zwykłego kondensatora elektrolitycznego o pojemności ok. 47µF.

Jako dodatkowy element filtrujący napięcie wyjściowe można zastosować kondensator odsprężający wejście ADJ. Parametry układu wykonanego z uwzględnieniem powyższych wskazań ulegają pewnej poprawie, ale ze względów bezpieczeństwa jest konieczne zastosowanie dwóch dodatkowych diod prostowniczych zapobiegających uszkodzeniu układu scalonego w czasie wyłączenia napięcia zasilającego. Na rysunku 7 przedstawiono schemat elektryczny stabilizatora wyposażonego w zalecane kondensatory oraz diody zabezpieczające. Dioda D1 zabezpiecza układ przed ładunkiem zgromadzonym w kondensatorze C1, zaś dioda D2 przed ładunkiem zgromadzonym w kondensatorze C2.

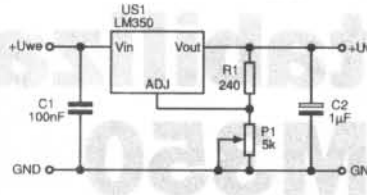
### Układy aplikacyjne stabilizatora LM350

Na rysunku 8 pokazano schemat elektryczny podstawowej wersji prostego, regulowanego stabilizatora napięcia o zakresie napięcia wyjściowego 1,2..25V. W przypadku zasilania wejścia stabilizatora ze źródła napięcia zmiennego, poddanego jedynie prostowaniu, na wejściu należy zastosować dodatkowy kondensator elektrolityczny o pojemności rzędu 4700µF (uwaga ta dotyczy wszystkich przedstawianych układów aplikacyjnych).

W pewnych sytuacjach może okazać się konieczne opóźnianie włączenia napięcia wyjściowego w stosunku do napięcia wejściowego,



Rys. 6.



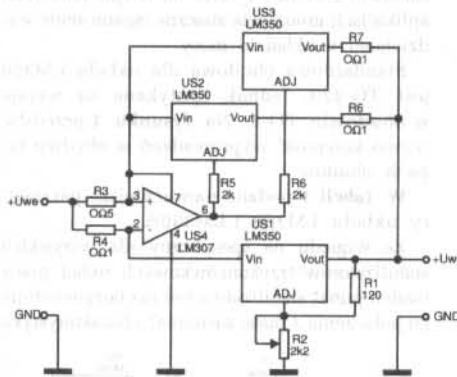
Rys. 8.

co znakomicie realizuje prosty układ z rysunku 9. Napięcie wyjściowe pojawi się dopiero po naładowaniu się kondensatora C1 do napięcia niższego o ok. 1,25V od napięcia wyjściowego. Czas opóźnienia można dobrać indywidualnie zmieniając pojemność kondensatora C1. Wartość napięcia wyjściowego można regulować za pomocą rezystora R2.

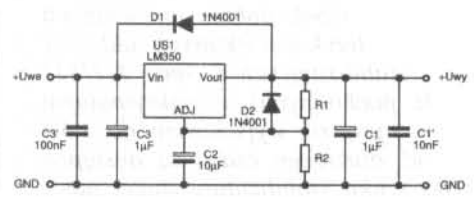
Układ z rysunku 10 można polecić konstruktorom zasilaczy o bardzo dużej mocy wyjściowej, np. do CB. Z tak wykonanego układu można pobrać aż 10A prądu przy stabilności napięcia rzędu 1%. Potencjometr umożliwia regulację napięcia wyjściowego w stosunkowo wąskim zakresie.

Na rysunku 16 przedstawiono inny sposób rozwiązania tego problemu (także z trzema stabilizatorami LM350), możliwe jest jednak regulowanie napięcia w zakresie 4,5..25V. Wzmacniacz operacyjny US4 pracuje jako wzmacniacz błędów, sterujący poprzez tranzystor T1 wejścia regulacyjne ADJ wszystkich stabilizatorów. Rezystory włączone w szereg z wyjściami stabilizatorów umożliwiają wyrównanie prądów wpływających ze stabilizatorów. Ich stosunkowo mała wartość nie wpływa szkodliwie na parametry stabilizatora.

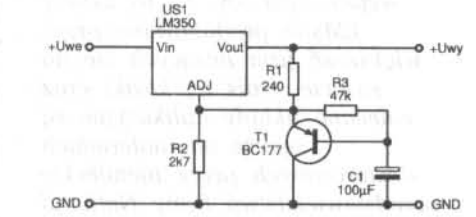
Ze względu na specyfikę konstrukcji stabilizatora nie jest możliwe w prosty sposób wy-



Rys. 10.



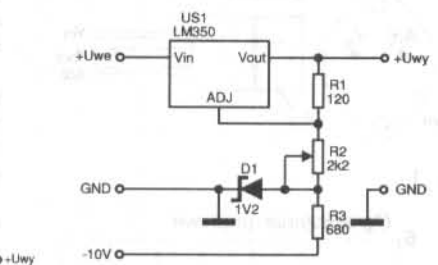
Rys. 7.



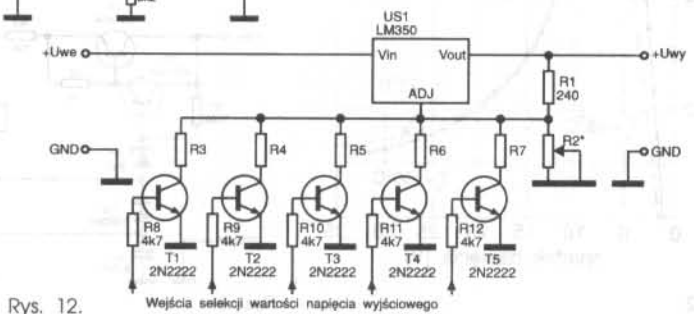
Rys. 9.

konanie zasilacza o napięciu wyjściowym bliskim zero (w zakresie poniżej 1,2V). Sposób zlikwidowania tej niedogodności przedstawia rysunek 11. Zamiast diody Zenera jest możliwe zastosowanie stabilizatora referencyjnego LM385-1V2. Zwiększa to dość znacznie stabilność temperaturową napięcia wyjściowego. Wadą tak wykonanego układu jest konieczność stosowania dodatkowego, ujemnego napięcia zasilającego. Można to łatwo przezwyciężyć np. za pomocą konwertera ICL7660, przetwornicy impulsowej lub dodatkowego uzwojenia transformatora.

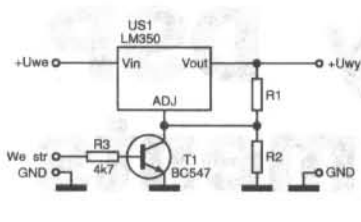
We wszystkich przedstawionych do tej pory aplikacjach napięcie wyjściowe było zadawane za pomocą zwykłego potencjometru. Możliwe jest jednak ustalanie wartości tego napięcia za pomocą układów cyfrowych. Cyfrowe sterowanie odbywa się oczywiście pośrednio; bezpośrednio za wartość napięcia wyjściowego odpowiadają rezystory włączone w szereg z kolektorami tranzystorów sterujących. Schemat układu pokazano na rysunku 12. Wejścia ustalające napięcie (czyli bazy tranzystorów) doskonale współpracują ze wszystkimi standardami układów cyfrowych. W przypadku zastosowania układów cyfrowych o napięciu zasilania



Rys. 11.



Rys. 12.

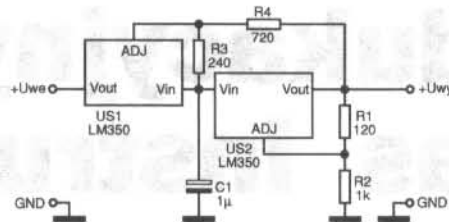


Rys. 13.

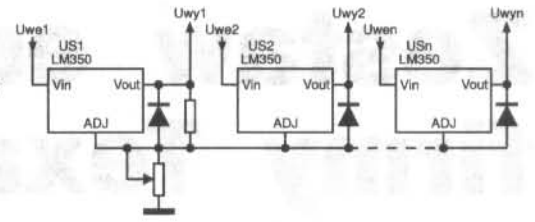
powyżej 10V należy nieco zwiększyć wartość rezystancji rezystorów bazowych (np. do 10..15kΩ).

Na podobnej zasadzie można zrealizować, w układzie jak na **rysunku 13**, zdalne, bezstykowe załączanie i wyłączanie napięcia wyjściowego stabilizatora. Należy jednak pamiętać o tym, że na wyjściu stabilizatora w stanie „wyłączony” jest napięcie o wartości 1,2V.

Bardzo interesujący jest układ z **rysunku 14**. Likwiduje on w pewnym stopniu niedogod-



Rys. 14.



Rys. 15.

ności związane ze zmieniającą się wartością prądu ograniczania podczas zmiany wartości różnicy napięć pomiędzy wejściem i wyjściem stabilizatora. Układ US1 jest stabilizatorem „śledzącym” wartość napięcia wyjściowego zasilacza (czyli wyjścia US2), co powoduje zmniejszenie różnicy na krańcach zakresu pracy. W dalszym jednak ciągu pozostają pewne ograniczenia ze względu na fakt, że układ US1 nie ma swojego preregulatora (stabilizatora śledzącego) i przez to limituje stabilność pracy ogranicznika w pewnym, znacznie już mniejszym, stopniu.

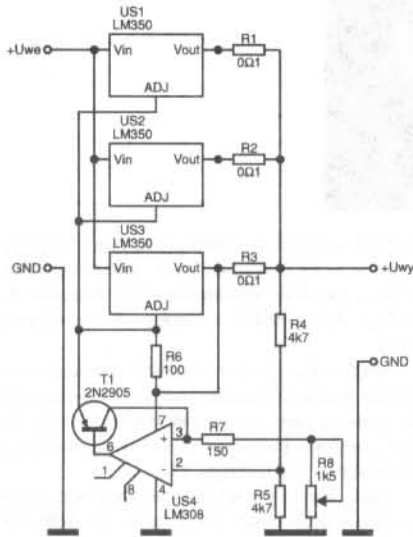
Na **rysunku 15** przedstawiono sposób sterowania kilku stabilizatorów za pomocą jednego potencjometru. Umożliwia to dość precyzyjną regulację napięcia w kilku niezależnych od siebie zasilaczach. Taki układ może znaleźć miejsce w zasilaczu wykorzystywanym do zasilania paneli w systemie modułowym lub np. do

zdalnego regulowania jasnością oświetlenia w pomieszczeniach (w grę wchodzi oczywiście żarówka halogenowa).

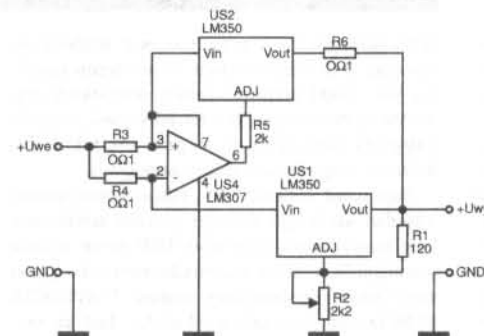
Poprzez niewielką modyfikację układu z rys.10 można otrzymać prosty stabilizator o prądzie wyjściowym 6A. Schemat ideowy tak przerobionego zasilacza przedstawia **rysunek 17**.

Układ z **rysunku 18** przekonuje nas, że ze zwykłego stabilizatora napięcia możemy w bardzo prosty sposób skonstruować stabilizator temperatury. Grzałka podłączona do wyjścia stabilizatora (może to być np. grzałka akwaryjna lub fotograficzna) powinna mieć kontakt cieplny z czujnikiem temperatury w postaci układu LM334. Kontakt cieplny spełnia tu rolę sprzężenia zwrotnego. Za pomocą potencjometru P1 reguluje się czułość układu regulacyjnego.

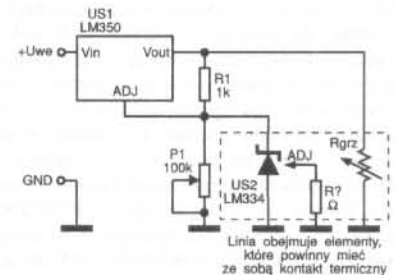
**Piotr Zbysiński**



Rys. 16.



Rys. 17.



Rys. 18.

Linia obejmuje elementy, które powinny mieć ze sobą kontakt cieplny