



**Podstawowe parametry:**

- pomiar temperatury w zakresie -55...+125 °C,
- niezależna regulacja progów załączenia i wyłączenia przekaźnika przy użyciu dwóch potencjometrów wielobrotowych,
- temperatura jest mierzona fabrycznie skalibrowanym czujnikiem cyfrowym o wysokiej stabilności,
- pomiar ustawionych wartości progowych jest możliwy przy użyciu woltomierza,
- kompaktowe wymiary,
- pobór prądu 12...40 mA przy napięciu 12 V,
- możliwość dostosowania układu do zasilania napięciem o wartości 24 V.

\* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wylutować w dołączonej płytce drukowanej (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

**Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.ulubionykiosk.pl/media](http://www.ulubionykiosk.pl/media)**

- AVT5970 Termostat MIN-MAX (EP 2/2023)
- Timer z termostatem (EP 12/2022)
- AVT5822 Termostat warsztatowy (EP 12/2020)
- AVT5732 uniTherm – termostat z wyświetlaczem OLED (EP 12/2019)
- AVT5620 Wielozadaniowy termostat (EP 1/2018)
- AVT3220 Termostat z wyświetlaczem LED (EdW 1/2018)
- AVT5589 4-kanalowy termostat z alarmem (EP 6/2017)
- AVT5354 Zaawansowany, funkcjonalny termostat (EP 11/2016)
- AVT1878 Prosty termostat cyfrowy (EP 8/2015)
- AVT3131 Uniwersalny termostat (EdW 6/2015)
- AVT1855 Sterownik wentylatora z czujnikiem wilgotności powietrza (EP 5/2015)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

W ofercie AVT\*  
**AVT5996**

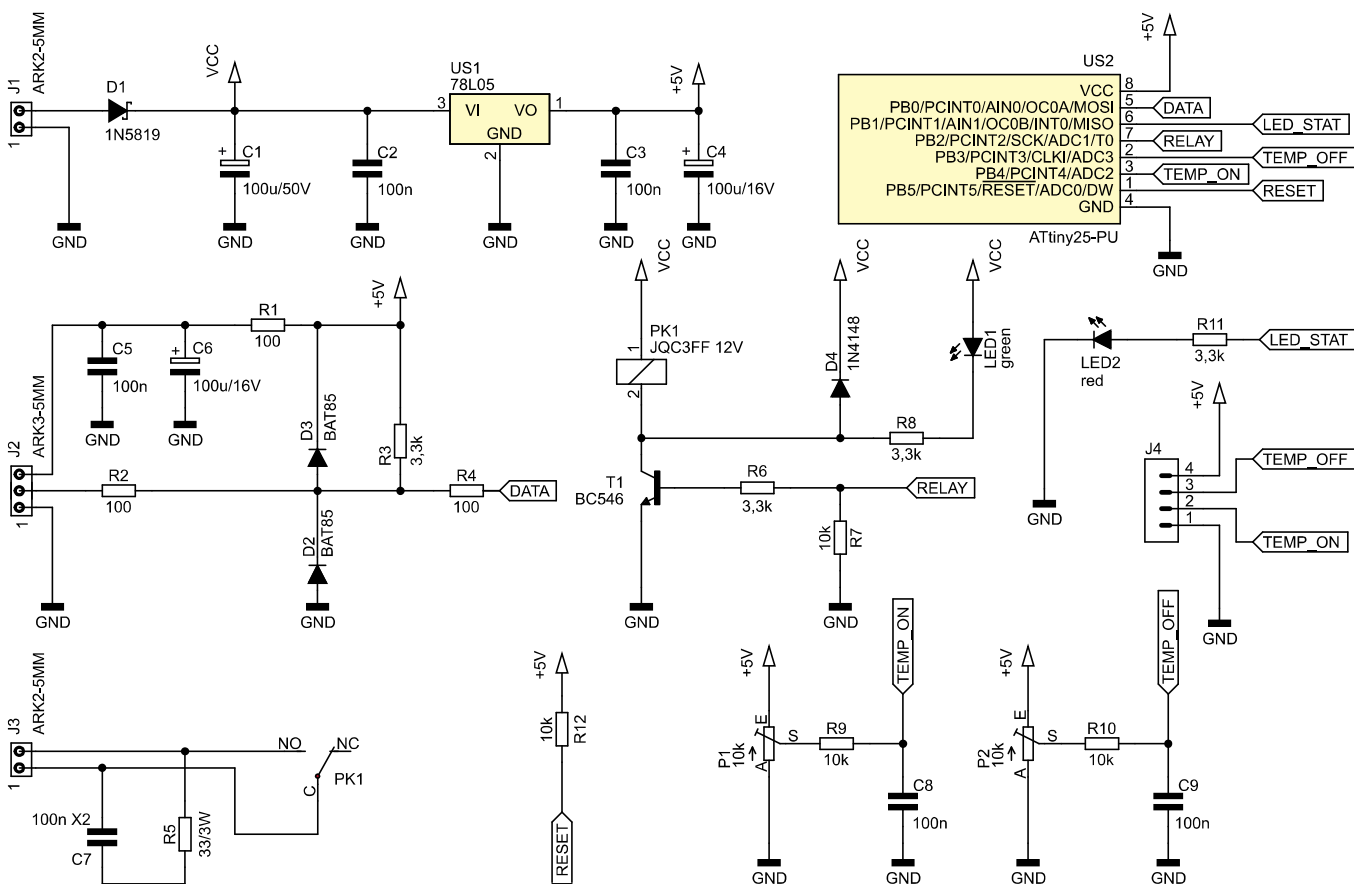
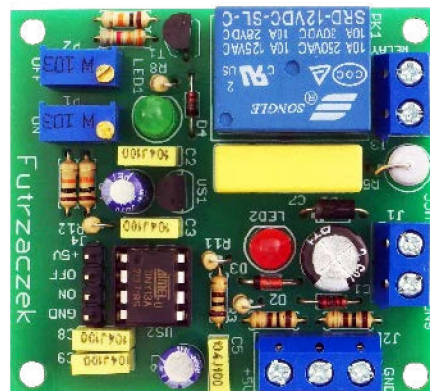
- wersja **[C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wylutowane w płytce PCB),
  - wersja **[A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja **[A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
  - wersja **[UK]** – zaprogramowany układ.

# Miniaturowy termostat cyfrowy

Czy w obszarze urządzeń służących utrzymywaniu stałej temperatury, zwanych termostatami, można wymyślić coś nowego? Można połączyć zalety stabilności i dokładności rozwiązania cyfrowego z niską ceną oraz małymi gabarytami układu analogowego. Zaprezentowany projekt realizuje te założenia.

Główną wadą elektronicznych termostatów analogowych jest najczęściej utrudnione ustawianie temperatury – najczęściej mamy jeden potencjometr przypisany do temperatury środkowej, czasem stosowany jest również drugi do ustawiania histerezy. Znalezienie prawidłowego położenia tych elementów regulacyjnych potrafi być niełatwym zadaniem,

zaś najczęściej sprowadza się do wielokrotnego ochładzania oraz podgrzewania termistora. Stabilność takiego rozwiązania również nie jest zbyt wysoka – termistor, podobnie jak potencjometry czy inne elementy w torze analogowym mogą zmieniać swoje parametry z upływem czasu. Jest to rozwiązanie dobre, lecz mało dokładne.



Rysunek 1. Schemat ideowy miniaturowego termostatu cyfrowego

**Wykaz elementów**, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

**Rezystory:** (THT o mocy 0,25 W, jeżeli nie napisano inaczej)  
R1, R2, R4: 100 Ω  
R3, R6, R8, R11: 3,3 kΩ  
R5: 33 Ω 3 W  
R7, R9, R10, R12: 10 kΩ  
P1, P2: 10 kΩ montażowy pionowy 3296 W

**Kondensatory:**

C1: 100 μF 50 V raster 3,5 mm  
C2, C3, C5, C8, C9: 100 nF raster 5 mm MKT

C4, C6: 100 μF 16 V raster 2,5 mm  
C7: 100 nF MKP X2 305 V AC raster 15 mm

**Półprzewodniki:**

D1: 1N5819  
D2, D3: BAT85  
D4: 1N4148  
LED1: 5 mm zielona  
LED2: 5 mm czerwona  
T1: BC546

US1: 78L05 (TO92)  
US2: ATtiny25-PU (DIP8)

**Pozostałe:**

J1, J3: ARK2/510  
J2: ARK3/500  
J4: goldpin 4 szpilki, 2,54 mm  
PK1: JQC3FF 12 V (opis w tekście)  
Jedna podstawa DIP8  
Czujnik DS18B20 np. DS18B20 MOD-1

Zaprezentowany układ to termostat cyfrowy, lecz nie zawiera relatywnie dużego i drogiego wyświetlacza, który przecież jest potrzebny tylko raz: przy ustawianiu żądanych wartości temperatur. Jego funkcję pełni... zwykły woltomierz, który podłącza się do określonych zacisków. Zależność między napięciem a temperaturą można wyliczyć z prostych równań matematycznych, z którymi poradzi sobie nawet prosty kalkulator w telefonie.

**Budowa i działanie**

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Napięcie zasilające należy podłączyć do zacisków złącza J1. Jest ono filtrowane przez kondensatory C1 i C2, zaś dioda D1 chroni układ przed uszkodzeniem w razie odwrotnego podłączenia źródła zasilania. Tym napięciem zasilana jest cewka przekaźnika PK1 oraz prosty stabilizator liniowy US1, który dostarcza stabilnego napięcia o wartości 5 V do zasilania układów cyfrowych. Moc tracona w stabilizatorze jest niewielka, zatem nie ma potrzeby stosowania w jego miejscu przetwornicy impulsowej.

Cyfrowy czujnik temperatury typu DS18B20 należy podłączyć do zacisków złącza J2. Napięcie zasilające ten czujnik jest filtrowane przez dolnoprzepustowy filtr RC. Obwód ten składa się z rezystora R1 oraz kondensatorów C5 i C6. Dla ochrony wejścia mikrokontrolera przed uszkodzeniem spowodowanym przepięciami na linii sygnałowej zostały dodane diody ograniczające napięcie do zakresu  $-0,3...+5,3$  V. Rezystor R2 ogranicza prąd tych diod. Z kolei rezystor R4 ogranicza prąd diod zabezpieczających wbudowanych w mikrokontroler, gdyż ich napięcie przewodzenia może być nieco niższe niż użytych BAT85. Rezystor R3 jest wymagany do prawidłowego działania magistrali komunikującej się z czujnikiem: umożliwia pojawienie się na niej wysokiego stanu logicznego. Jest on wymagany przez producenta tego czujnika.

Wyjściem układu są styki zwierne (NO i COM) przekaźnika, doprowadzone do zacisków złącza J3. Aby zmniejszyć ich iskrzenie w czasie przełączania i ograniczyć emisję zakłóceń elektromagnetycznych, między wspomniane styki został włączony prosty obwód gasika RC. Składa się on z szeregowo połączonego kondensatora C7 z rezystorem R5. Taki obwód sprawdza się zarówno

przy przełączaniu prądu przemiennego (AC), jak i stałego (DC). Świecenie diody LED1 sygnalizuje załączenie przekaźnika. Dioda D4 zabezpiecza tranzystor T1 w momencie jego zatykania – zwiera impuls generowany przez samoindukcję, ponieważ zamyka drogę dla prądu płynącego przez cewkę przekaźnika.

Potencjometry P1 i P2 dzielą napięcie 5 V służące do zasilania mikrokontrolera US2. Dzięki nim można ustawić progi przełączenia tego termostatu, co szczegółowo zostanie wyjaśnione dalej. Przetwornik analogowo/cyfrowy mikrokontrolera jest zasilany z tego samego napięcia, co potencjometry, więc jego zakres przetwarzania będzie obejmował pełne 10 bitów rozdzielczości. Proste dolnoprzepustowe filtry RC (R9+C8 i R10+C9) zawężają pasmo szumowe, przez co wygładzają napięcie trafiające na wejście przetwornika analogowo/cyfrowego. Złącze J4 umożliwia pomiar ustawionych wartości napięć, co odpowiada progom zadziałania układu. Dioda LED2 wskazuje stan komunikacji termostatu z cyfrowym czujnikiem temperatury.

**Montaż i uruchomienie**

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 55×50 mm. Jej schemat został pokazany na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm.

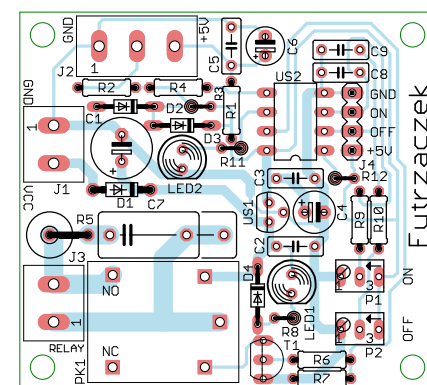
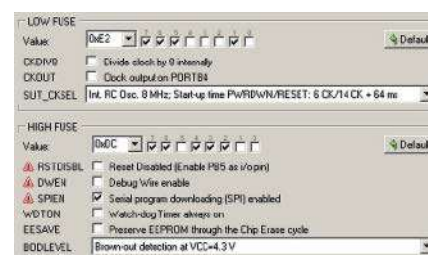
Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów małej mocy i diod. Niektóre rezystory będą zamontowane w pionie, trzeba mieć to na uwadze podczas planowania kolejnych etapów montażu. Pod mikrokontroler US2 proponuję zastosować podstawkę, by można go było łatwo zaprogramować oraz wymienić w razie uszkodzenia. Zmontowany układ można zobaczyć na fotografii tytułowej.

Na etapie uruchamiania jest konieczne zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera dostarczonym wsadem oraz zmiana jego bitów zabezpieczających na takie wartości: Low Fuse = 0xE2; High Fuse = 0xDC. Szczegóły są widoczne na **rysunku 3**, który pokazuje wygląd okna konfiguracji tych bitów w programie BitBurner. W ten sposób zostanie wyłączony prescaler sygnału zegarowego oraz włączony się Brown-Out Detector, który wprowadzi mikrokontroler w stan zerowania, jeżeli jego napięcie zasilające

spadnie poniżej 4,3 V. To znacznie zmniejsza ryzyko zawieszenia się układu podczas uruchamiania.

Do zasilania powinno służyć napięcie stałe o wartości około 12 V, a dokładniej z przedziału 10...16 V. Takie granice uwzględniają zakres prawidłowej pracy przekaźnika (z uwzględnieniem spadku napięcia na diodzie D1 i tranzystorze T1) w temperaturze 20°C. Warto, aby owe napięcie było dobrze filtrowane, a najlepiej stabilizowane. Pobór prądu przy 12 V wynosi około 12 mA przy wyłączonym przekaźniku oraz około 40 mA, kiedy jego cewka zostanie załączona. Można zastosować przekaźnik PK1 z cewką na napięcie 24 V, co przesunie zakres akceptowalnego napięcia zasilającego w górę – to jedyna modyfikacja. Maksymalne napięcie zasilające układ wynosi 35 V ze względu na konieczność zapewnienia prawidłowych warunków pracy stabilizatorowi US1.

Poprawnie zaprogramowany układ jest gotowy do działania po podłączeniu czujnika typu DS18B20 do zacisków złącza J2 oraz ustawieniu żądanych progów zadziałania przekaźnika przy użyciu potencjometrów P1 i P2. W tym celu należy zmierzyć napięcie zasilające układ (wyprowadzenia +5 V i GND w złączu J4) i obliczyć wartości napięć odpowiadające progom ON i OFF według wzoru:

**Rysunek 2. Schemat płytki PCB****Rysunek 3. Szczegóły ustawienia bitów zabezpieczających**

$$U_{ON/OFF}[V] = U_{zas}[V] \cdot \frac{t_{ON/OFF}[^{\circ}C] + 55^{\circ}C}{180^{\circ}C}$$

Napięcie zasilające  $U_{zas}$  będzie wynosiło około 5 V, zaś jego dokładną wartość dobrze jest zmierzyć woltomierzem. Offset 55°C wynika z konieczności przesunięcia zakresu pracy użytego czujnika cyfrowego (-55...+125°C) do zakresu napięć dodatnich, a 180°C to szerokość tego zakresu.

Układ automatycznie rozpoznaje tryb chłodzenia oraz grzania. Jeżeli temperatura załączenia (ON) jest wyższa niż wyłączenia (OFF), to układ rozpoznaje to jako tryb grzania i załącza przełącznik PK1, gdy temperatura spada poniżej progu wyznaczonego przez potencjometr ON. Wyłączenie jego styków następuje

po przekroczeniu temperatury zadanej potencjometrem OFF. Jeżeli wystąpi odwrotna sytuacja, czyli temperatura OFF będzie wyższa niż ON, to jest to tryb chłodzenia – przełącznik załącza się po wzroście temperatury powyżej progu OFF i wyłącza po spadku poniżej progu ON. W ten układ nie wbudowano żadnej histerezy, więc można te progi ustawić dowolnie blisko siebie, licząc się też z częstymi przełączeniami przełącznika PK1.

Dioda LED2 wskazuje stan pracy układu. Jeżeli świeci światłem ciągłym, to odczyty z czujnika cyfrowego są poprawne. Ich aktualizacja następuje co około 750 ms. W przeciwnym razie, jeżeli czujnik nie działa poprawnie (przykładowo, odczepił się przewód od złącza J2 lub wystąpiło zwarcie), dioda ta błyska krótkimi impulsami świetlnymi.

Dioda LED2 sygnalizuje załączenie cewki przełącznika, co jest równoznaczne ze zwarcie jego styków.

Zaciski złącza J3 należy potraktować jak styki przełącznika mechanicznego, który odłącza zasilanie od sterowanego urządzenia. Z uwagi na szerokość ścieżek, znajdujących się na powierzchni laminatu, płynących przez nie prąd nie powinien przekraczać natężenia 5 A. Jeżeli zachodziłaby potrzeba przełączenia większych prądów, warto skorzystać z zewnętrznego stycznika, którego cewka będzie sterowana za pośrednictwem złącza J3. Dopiero ten stycznik załączy urządzenie o dużej mocy.

Michał Kurzela, EP



**Podstawowe parametry:**

- regulowanie stałego napięcia ujemnego,
- regulacja realizowana potencjometrem wieloobrotowym,
- napięcie wyjściowe regulowane w przedziale -1,25...26,25 V,
- dopuszczalne napięcie wejściowe -4...40 V,
- maksymalny prąd wyjściowy 1,5 A,
- wbudowane zabezpieczenie przed przegrzaniem i przed zwarcie.

**\* Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

**Dodatkowe materiały do pobrania ze strony [www.ulubionykiosk.pl/media](http://www.ulubionykiosk.pl/media)**

- AVT1762 Miniaturowy, regulowany stabilizator impulsowy
- AVT1667 Stabilizator impulsowy 3 A z układem LM2576 (EP 3/2012)
- AVT1572 Symetryczny zasilacz warsztatowy ±1,25 V...±25 V 1,5/5 A (EP 6/2010)
- AVT727 Uniwersalny moduł zasilający (EdW 8/2004)

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! <http://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl).

W ofercie AVT\*  
**AVT5994**

- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB),
  - wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja,
  - wersja [UK] – zaprogramowany układ.

# Regulowany stabilizator napięcia ujemnego

*Stabilizatorów napięcia dodatniego jest bardzo wiele o różnej wydajności prądowej, różnych zakresach napięcia wyjściowego i z różnymi zabezpieczeniami. Zaprezentowany układ to proste rozwiązanie umożliwiające regulację napięcia ujemnego.*

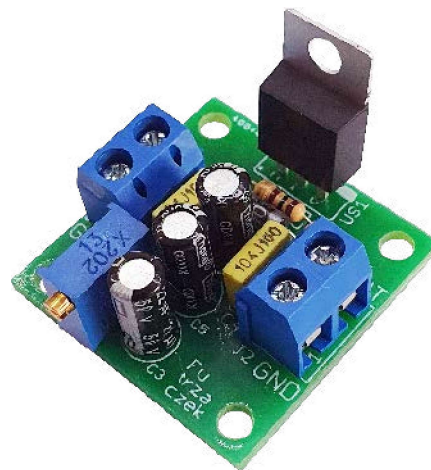
Moduły ze stabilizatorami liniowymi typu LM317 są tanie i bardzo łatwo dostępne. Umożliwiają dokładne ustalenie wartości dodatniego napięcia stałego. Tymczasem napięcie ujemne jest w tej kwestii traktowane nieco po macoszemu – a przecież nie może się bez niego obyć zarówno szeroka gama układów analogowych (filtry, generatory, integratory, wzmacniacze i nie tylko), jak i impulsowych, chociażby sterowniki bramek tranzystorów MOSFET i IGBT.

Zaprezentowany układ to bardzo mały i bardzo prosty w budowie moduł bazujący na popularnym układzie LM337, który umożliwia ustalenie napięcia wyjściowego w przedziale -1,25...26,25 V. Jest

to zakres umożliwiający ustawienie najczęściej stosowanych wartości napięcia ujemnego. Regulacja odbywa się precyzyjnym w obsłudze potencjometrem wieloobrotowym.

## Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Napięcie wejściowe, które ma być regulowane, podaje się na zaciski złącza J1. Powinno być wyprostowane, a najlepiej gdyby było dobrze filtrowane. Kondensatory C1 i C2 dbają głównie o stabilną pracę układu US1, ich pojemność jest zbyt niska do filtracji tętnień. Podobna jest rola kondensatorów C4 i C5, które zmniejszają również impedancję wyjściową



tego stabilizatora w zakresie wyższych częstotliwości.

Napięcie wyjściowe ustala dzielnik rezystancyjny, na który składają się dwa elementy: rezystor R1 i potencjometr P1. R1 wymusza prąd wyjściowy stabilizatora

**Wykaz elementów**, kupuj na stronie [sklep.avt.pl](http://sklep.avt.pl) (Warszawa, ul. Leszczyńska 11, tel. +48222578451, e-mail: [handlowy@avt.pl](mailto:handlowy@avt.pl))

Rezystory:	Kondensatory:	Półprzewodniki:	Pozostałe:
R1: 100 Ω/0,25 W (THT)	C1, C3, C5: 22 µF 50 V raster 2,5 mm	D1...D4: 1N4007	J1, J2: ARK2/500
P2: 2 kΩ montażowy wieloobrotowy poziomy 3296X	C2, C4: 100 nF MKT raster 5 mm	US1: LM337 (TO220)	Radiator (opis w tekście)