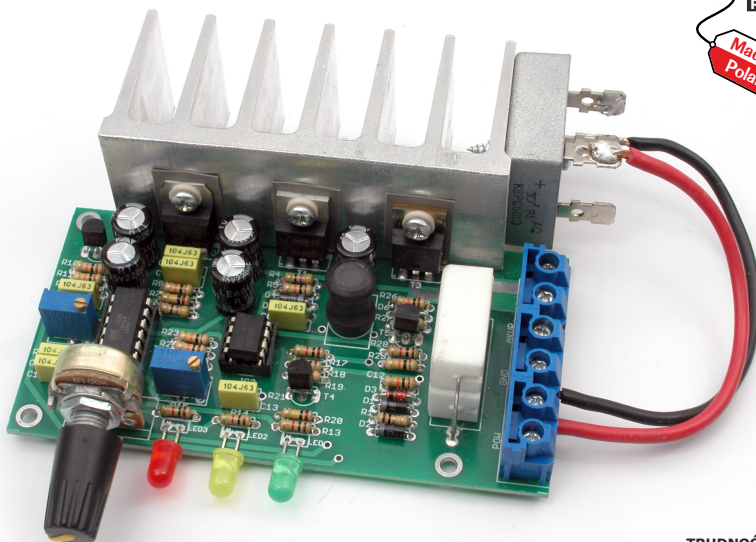




**AVT 3120**



**TRUDNOŚĆ MONTAŻU**



Urządzenie nadzoruje proces ładowania i ustala jego optymalne parametry. Cały cykl podzielony jest na 4 etapy samoczynnie przełączane w zależności od stopnia naładowania akumulatora. Gdy akumulator osiągnie prawidłowe napięcie, ładowanie zostaje automatycznie zakończone. O stanie akumulatora i etapie ładowania informują 3 diody LED.

Ładowarka daje możliwość regulacji prądu ładowania, więc zabezpiecza przed uszkodzeniem akumulatora (zbyt duży prąd) oraz pozwala zaoszczędzić czas (zbyt mały prąd).

## Właściwości

- ładowanie akumulatorów ołowiowych 12 V o pojemności od 10...100 Ah
- regulacja prądu ładowania w zakresie około 1...10 A
- zabezpieczenie przed przeładowaniem akumulatora
- wieloetapowy przebieg procesu ładowania
- zasilanie: transformator 17 V lub fabryczny prostownik
- wymiary płytki: 103×54 mm

## Opis układu

Klasyczny prostownik ma dwie podstawowe wady. Po pierwsze: nie posiada zabezpieczenia przed przeładowaniem i nawet jeśli czuwamy nad nim w trakcie ładowania, to po wskazaniach samego amperomierza nie da się jednoznacznie stwierdzić, że już czas przerwać ładowanie. Natomiast ładowanie aż do gazowania elektrolitu to świadome przeładowanie. Druga wada: brak regulacji prądu ładowania. Prąd ładowania nie powinien przekroczyć wartości dopuszczalnej dla danego akumulatora, co zależy od jego pojemności. Ładowanie nadmiernym prądem może nieodwracalnie niszczyć płyty (ogniwa), z których zbudowany jest akumulator.

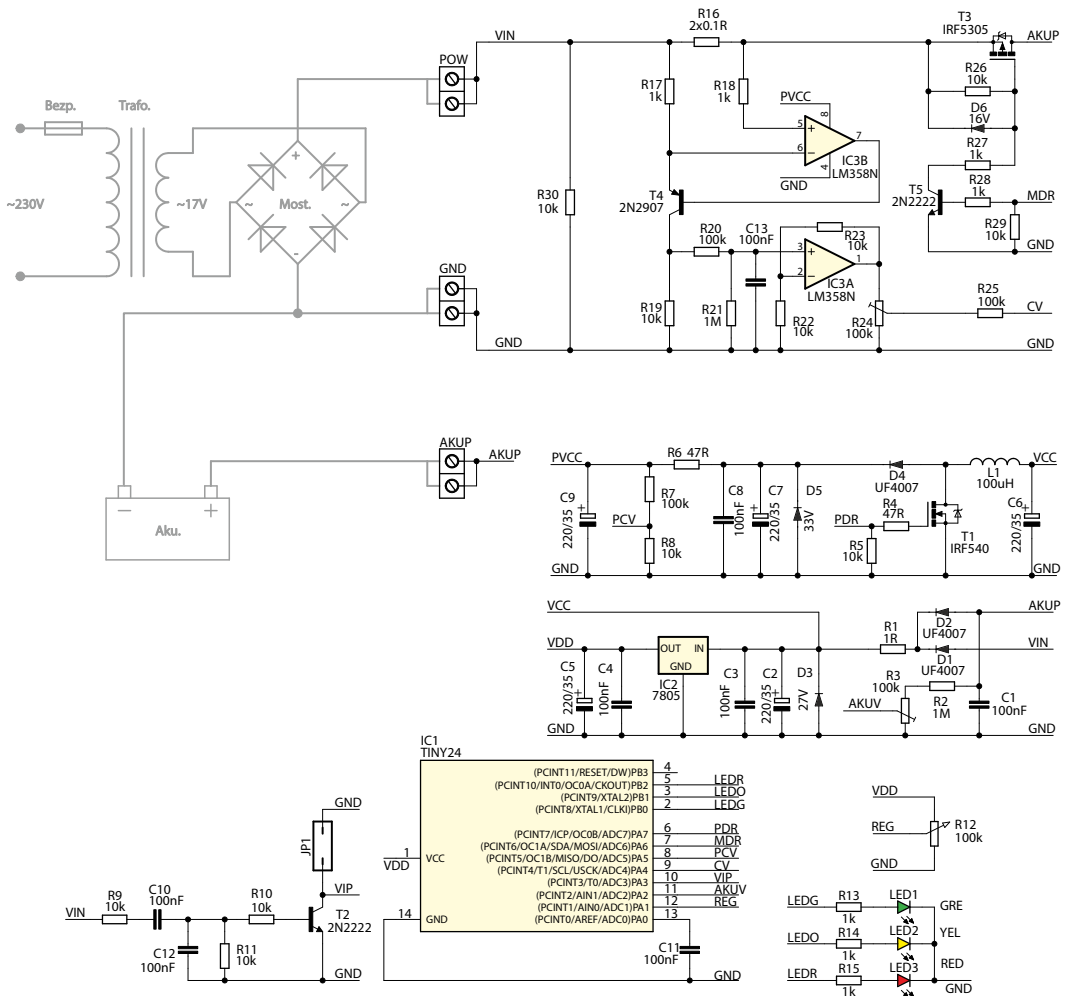
Przekraczając dopuszczalne napięcie lub prąd wpływamy niekorzystnie na wydajność i żywotność akumulatora. Prezentowany układ pozwala usunąć obie wymienione wady. Moduł ten może być

autonomicznym urządzeniem, jak model pokazany na fotografiach, ale też może być przystawką do prostego, klasycznego prostownika. W obu przypadkach otrzymujemy automatyczną ładowarkę. Schemat przedstawiony jest na rysunku 1, można go podzielić na kilka bloków.

1. Blok pomiaru prądu – zbudowany przy pomocy układu LM358 (IC3A, IC3B). Dodatkowo wyjście z prostownika doprowadzone jest do zacisku POW i trafia na boczny pomiarowy R16 złożony z dwóch rezystorów mocy o niewielkiej rezystancji. Wzmacniacz operacyjny IC3B wraz z tranzystorem T4 i sąsiadującymi elementami tworzą przetwornik prąd-napięcie. Na jego wyjściu znajduje się filtr zbudowany z elementów R20, C13 oraz wzmacniacz IC3A. Sygnał wyjściowy jest kalibrowany przy pomocy potencjometru precyzyjnego R24 i trafia do

mikrokontrolera – sygnał oznaczony CV.  
 2. Stopień mocy – zbudowany na tranzystorach T3 i T5. T3 służy do sterowania przebiegiem napięcia/prądu doprowadzonego do akumulatora. Tranzystor T5 wraz z sąsiadującymi elementami pozwalają na sterowanie MOSFET-a bezpośrednio z wyprowadzenia mikrokontrolera.  
 3. Blok przetwornicy napięcia – elementy L1, T1, D4. Jest to klasyczna przetwornica podwyższająca, na wyjściu (sygnał oznaczony PVCC) uzyskuje napięcie ok 29V, które jest niezbędne do prawidłowej pracy bloku pomiaru prądu. Elementy sąsiadujące służą do stabilizacji i filtrowania napięcia wyjściowego.  
 4. Blok zasilania – stabilizator IC2 oraz elementy sąsiadujące. Zadaniem bloku jest uzyskanie i odfiltrowanie napięcia z przedziału od 10V do maksymalnie 26V, które pobierane jest poprzez diody D1 i D2 z akumulatora lub prostownika. Następnie poprzez stabilizator IC2 uzyskiwane jest napięcie 5V

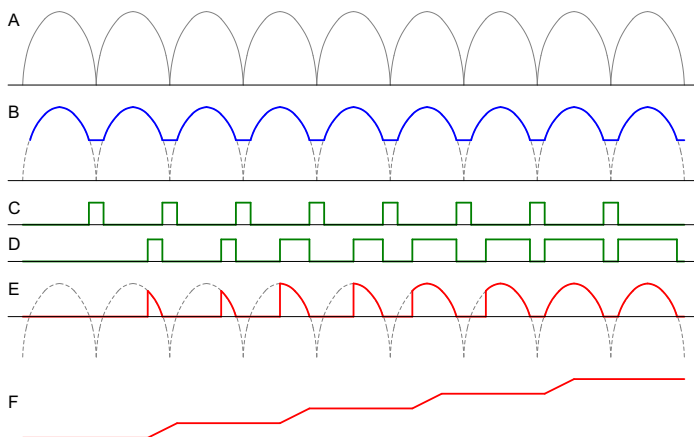
potrzebne do zasilania mikrokontrolera. Potencjometr precyzyjny R3 i rezystor R2 tworzą dzielnik do odczytu wartości napięcia akumulatora. Potencjometr pozwala skalibrować odczyt.  
 5. Blok czujnika napięcia zmiennego – wykonany przy pomocy tranzystora T2 i elementów sąsiadujących. Jego zadaniem jest wykrycie połówek sinusoidy nałożonych na napięcie stałe akumulatora – proces ten zostanie omówiony dokładniej w dalszej części instrukcji.  
 6. Blok sterujący – potencjometr R12 służy do ustawiania prądu ładowania, diody led sygnalizują stan układu a mikrokontroler steruje całym procesem. Jednak najważniejszego elementu układu nie widać na schemacie, a jest to program zawarty w pamięci mikrokontrolera. Zadania które wykonuje to: sterowanie pracą przetwornicy podwyższającej – utrzymywanie stałej wartości napięcia wyjściowego, odczytywanie wszystkich wartości analogowych,



Rysunek 1. Schemat ideowy ładowarki

regulowanie wartości prądu ładowania oraz przełączanie etapów procesu ładowania. Regulacja prądu ładowania realizowana jest metodą regulacji fazowej stosowanej przy tyrystorach i triakach z tą różnicą, że bez tyrystora czy triaka za to z tranzystorem MOSFET z kanałem P. Takie rozwiązanie uprościło układ oraz zmniejszyło straty energii odkładające się na elemencie wykonawczym. Przebiegi w układzie przedstawia rysunek 2. Przebiegi A to wyjście prostownika, B to nałożone wyjście prostownika i napięcie stałe akumulatora (VIN na

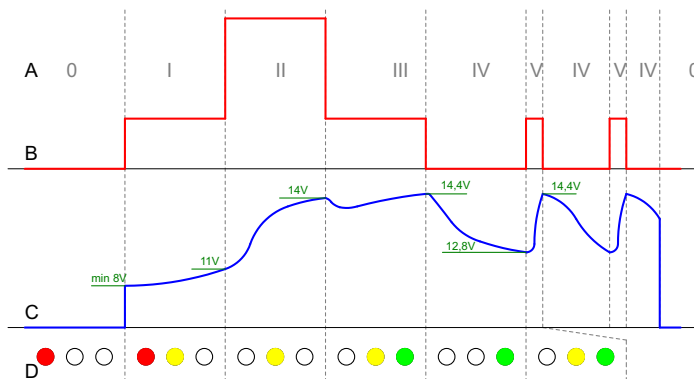
schemacie). Przebieg C to przebieg na wyjściu czujnika napięcia zmiennego (VIP na schemacie) – dokładnie określa czas w którym przebieg napięcia z prostownika przewyższa napięcie akumulatora i możliwe jest uzyskanie prądu ładującego, zbocze opadające oznacza początek okresu regulacji fazowej. Przebieg D to sygnał sterujący stopniem mocy (MDR na schemacie), im większe wypełnienie tym większa część przebiegu B zostanie doprowadzona do akumulatora – przebieg E (AKUP na schemacie).



Rysunek 2. Przebiegi w układzie

Przebieg F to wyjście z bloku przetwornika prąd-napięcie (CV na schemacie). Proces ładowania podzielony jest na kilka etapów wybieranych w zależności od stopnia naładowania akumulatora czyli od wartości napięcia panującego na

jego zaciskach. Na rysunku 3 przedstawiony jest przebieg pełnego procesu. Symbole w punkcie A to etapy ładowania, wykres B to wartości prądu ładowania, wykres C to przebieg napięcia na akumulatorze natomiast symbole w punkcie D to sposób sygnalizacji na diodach LED.



Rysunek 3. Przebieg pełnego procesu ładowania

**Etap 0** – brak akumulatora. Jeżeli prostownik jest włączony, to układ sygnalizuje ten etap ciągłym świeceniem czerwonej diody. Stopień mocy jest wyłączony, na zaciskach wyjściowych nie ma napięcia, więc nie ma też ryzyka przypadkowego zwarcia, stan

taki trwa dopóki na wyjściu nie pojawi się napięcie o wartości co najmniej 8V.

**Etap I** – ładowanie wstępne. Gdy do zacisków wyjściowych zostanie dołączony akumulator o napięciu nie większym niż 11V, oznacza to, że jest w

stanie głębokiego rozładowania. Taki akumulator dołączony do zwykłego prostownika może wymusić bardzo duży prąd z uwagi na znaczącą różnicę napięć. W takim wypadku, prezentowany układ redukuje prąd ładowania do 1/3 wartości ustawionego zakresu i czeka aż akumulator częściowo się zregeneruje – napięcie przekroczy 11V.

**Etap II** – ładowanie zasadnicze. Na tym etapie prąd ładowania osiąga pełną ustawioną wartość, ale w przeciwieństwie do klasycznego prostownika, nie maleje wraz ze wzrostem stopnia naładowania, tylko jest utrzymywany na stałym poziomie, dzięki czemu skracany jest czas ładowania. Etap trwa aż do osiągnięcia napięcia 14V. Tu warto zwrócić uwagę na sposób pomiaru napięcia, który jest inny niż w pozostałych etapach – ładowanie odbywa się cyklicznie, każdy cykl to ok pół minuty ładowania, a następnie krótka przerwa, zatrzymanie ładowania - i w tym momencie wykonywany jest pomiar napięcia akumulatora. Dzięki temu pomiar nie jest obciążony błędem wynikającym ze spadków napięć na przewodach połączeniowych.

**Etap III** – ładowanie końcowe. Po przekroczeniu napięcia 14V prąd ładowania redukowany jest do 1/3 wartości ustawionej. Ładowanie prądem o mniejszej wartości umożliwia „nasylenie” akumulatora energią oraz pozwala bardziej precyzyjnie określić moment zakończenia. W pierwszej chwili akumulator odpowie na to nagłym spadkiem napięcia, co widać na rys. 3, ale potem powoli osiągnie wartość maksymalną 14,4V.

**Etap IV** – ładowanie zakończone. Świecenie diody zielonej oznacza koniec procesu ładowania, akumulator jest w pełni naładowany i gotowy do pracy. Napięcie na akumulatorze szybko spada do wartości ok. 13V, a potem wolniej do ok 12,6V, dlatego nie należy oczekiwać, że po zakończeniu ładowania zmierzmy na nim napięcie 14,4V. Jeśli akumulator pozostanie dołączony do prezentowanej ładowarki to cały czas będzie kontrolowane jego napięcie i gdy spadnie do wartości ok 12,8V zostanie uruchomiony dodatkowy etap.

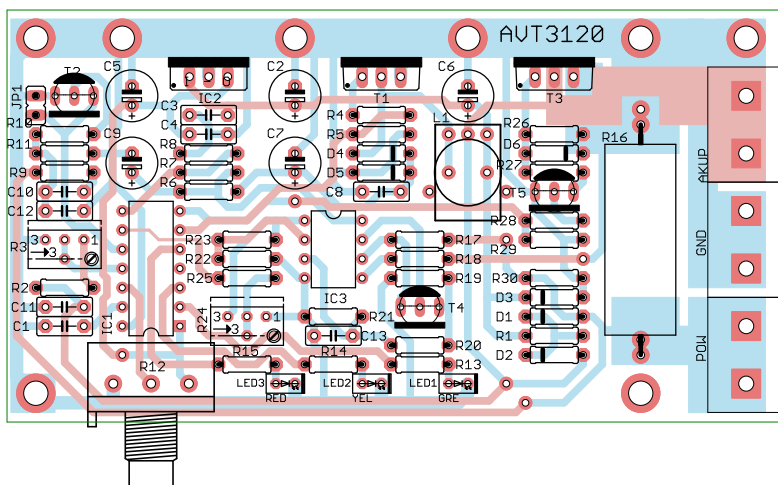
**Etap V** – ładowanie konserwujące. Tak jak dla ładowania końcowego, prąd ładowania to 1/3 wartości ustawionej, a napięcie końcowe 14,4V. Etap ten ma na celu utrzymać akumulator w stanie naładowania jeśli pozostanie dołączony, nawet długo po zakończeniu ładowania.

Gdy do układu dołączymy akumulator, a zasilanie układu będzie odłączone (prostownik wyłączony) to diody LED wskażą stan akumulatora analogicznie jak w trakcie ładowania, z tą różnicą, że diody będą migają. Układ mierzy prąd ładowania i jeśli nie osiąga minimalnej wartości, sygnalizuje to w taki sposób. Tak samo stanie się, gdy np. w trakcie ładowania zaniknie napięcie sieci 230VAC, migające diody będą sygnalizowały ten awaryjny stan. Należy pamiętać, że urządzenie wtedy czerpie zasilanie z akumulatora i rozładowuje go niewielkim prądem.

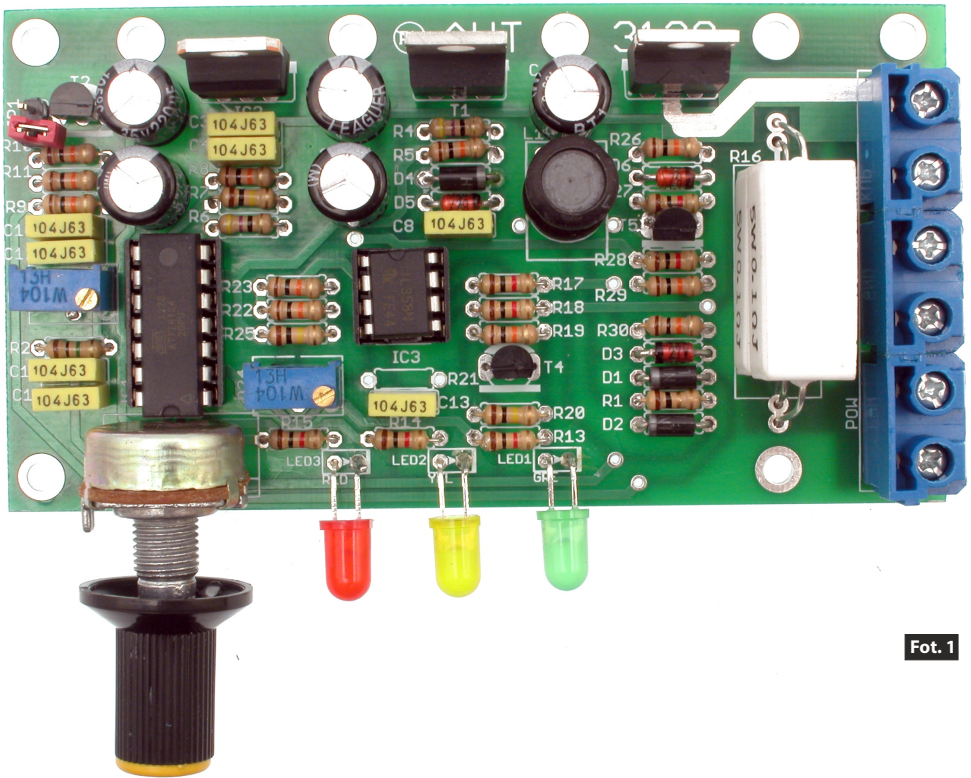
## Montaż i uruchomienie

Układ został zaprojektowany i wykonany na płytce dwustronnej w technice montażu przewlekanego. Montaż wykonujemy według ogólnych zasad, schemat montażowy przedstawiony jest na rys. 4. Tranzystory T1 i T3 oraz stabilizator napięć przykręcamy lekko do radiatora, z zastosowaniem podkładek i tulejek izolacyjnych, a następnie montujemy w płytce. Na koniec przykręcamy radiator

do płytki. Jeśli urządzenie posłuży do budowy nowego prostownika, to można na boku radiatora przykręcić mostek prostowniczy tak jak w modelu. Jeśli urządzenie będzie pracowało jako przystawka do prostownika, to mostek nie jest potrzebny. Układ należy umieścić w dobrze wentylowanej obudowie. Radiator w trakcie pracy nie powinien być zbyt ciepły, natomiast rezystory pomiarowe R16 i mostek



Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej



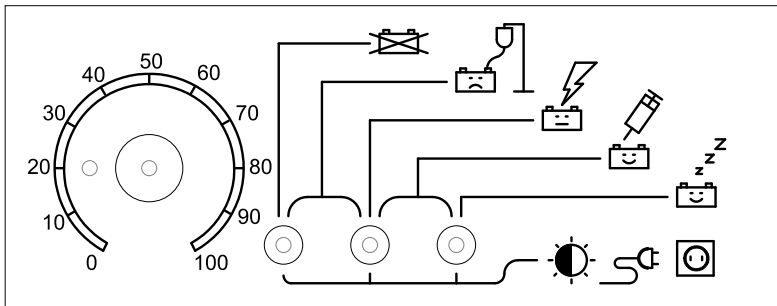
Fot. 1

prostowniczy mogą być nawet gorące. Do układu została zaprojektowana nalepka na panel frontowy – rysunek 5, pokrętko zostało wyskalowane od 0 do 100, można to traktować jako % mocy lub jako pojemność akumulatora ładowanego.

Po umyciu płytki i wizualnym sprawdzeniu montażu, można przystąpić do uruchomienia. Potrzebne będą: zasilacz regulowany, multimetr i akumulator. Na początku należy wyjąć układy scalone z podstawek i dołączyć do zacisków AKUP i GND napięcie ok. 10V zasilacza. Teraz należy zmierzyć czy na pinach 1 i 14

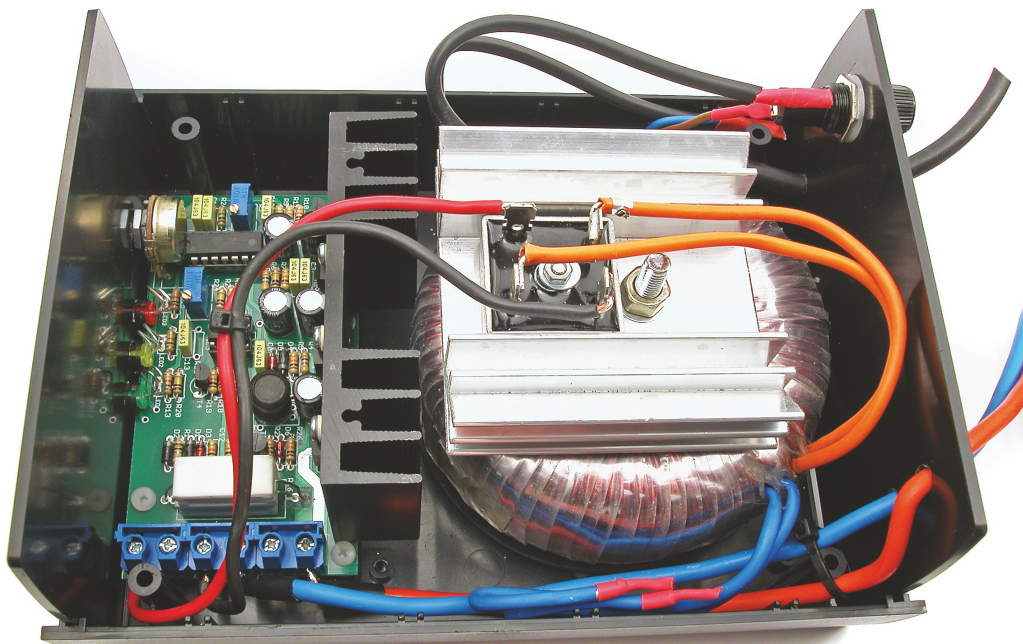
podstawki mikrokontrolera występuje napięcie 5V. Następnie należy odłączyć zasilanie, zamontować mikrokontroler w podstawce i ponownie dołączyć zasilanie. Teraz należy zmierzyć, czy na pinach 4 i 8 podstawki układu IC3 występuje napięcie ok 29...30V. Jeśli napięcia są prawidłowe to przechodzimy do kolejnego etapu.

Montujemy układy scalone w podstawkach i dołączamy zasilacz z ustawionym napięciem ok. 7V, powinna świecić dioda czerwona, następnie podnosimy napięcie do 8V i potencjometrem R3



Rysunek 5. Przykład nalepki na panel frontowy 1:1





Fot. 2

regulujemy do momentu zaświecenia diod czerwonej i żółtej. Teraz warto skontrolować czy przełączanie kolejnych etapów następuje przy napięciach 11V, 14V, 14,4V i ewentualnie skorygować ustawienie R3 (najistotniejsze jest napięcie 14,4V). Ważna uwaga – napięcie należy zwiększać powoli ponieważ pomiar napięcia odbywa się cyklicznie, a nie ciągle oraz proggi napięciowe przełączania etapów posiadają duże histerezy w kierunku napięcia opadającego – przełączenie z etapu I do II następuje przy przekroczeniu 11V, ale z etapu II do I następuje przy 10,8V. Dokładne wartości napięć zapisane są w programie w pliku analog.h .

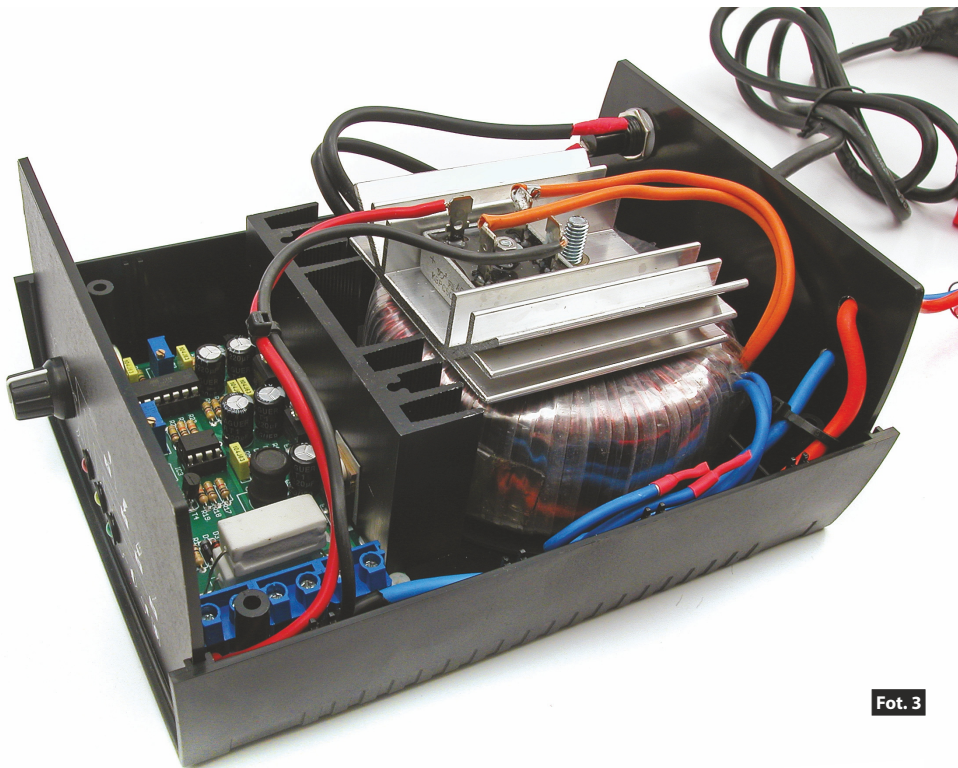
Następny etap to dołączenie docelowego transformatora (poprzez mostek prostowniczy) lub prostownika do zacisków POW i GND. Jednak zanim to zrobimy, należy upewnić się, że napięcie wtórne transformatora/prostownika nie przekracza 18VAC (26VDC). Podanie napięcia wyższego spowoduje uszkodzenie rezystora R1. Napięcie nie powinno też być zbyt niskie, bo nie pozwoli na uzyskanie pełnego zakresu regulacji, optymalna wartość to 17VAC i moc ok 150...200W. Jeśli nie zamierzamy wykorzystywać pełnego zakresu 10A, to transformator może być mniejszej mocy. Nie może być kondensatora filtrującego na wyjściu, ponieważ układ nie uformuje impulsów synchronizujących (sygnał VIP - rys. 2, sygnał C).

Na koniec należy skalibrować blok pomiaru prądu. Ustawiamy pokrętkę regulacji na minimum, łączymy minus akumulatora do zacisku GND, a plus akumulatora poprzez amperomierz do zacisku AKUP i podłączamy transformator/prostownik.

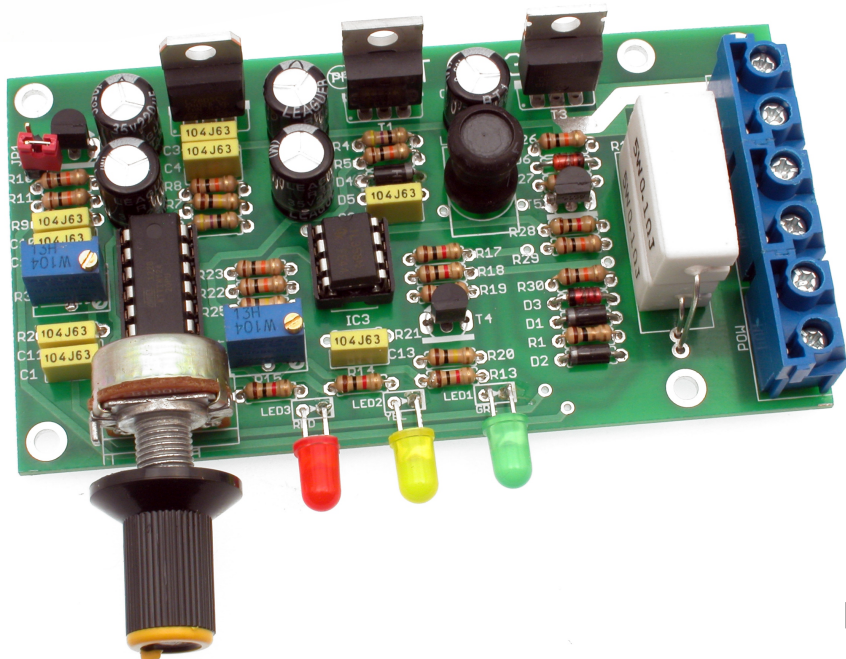
Teraz regulujemy pokrętkiem i śledząc wskazania amperomierza ustawiamy niewielki prąd np. 2A, (układ musi być na etapie ładowania zasadniczego). Potencjometr R24 ustawiamy tak, by wskazanie pokrętki odpowiadało wskazaniu amperomierza (przyjmując że np. 20% to 2A). Mogą tu występować rozbieżności – prąd ładowania ma mocno zniekształcony przebieg i amperomierz może nie wskazywać poprawnie, blok pomiaru prądu również wprowadza niewielkie przekłamania. Najlepiej ustawić poprawny prąd w środkowym położeniu pokrętki (prąd ok. 5A), pozwalając by skrajne ustawienia nieco odbiegały od założeń.

Jak bezpiecznie podłączać układ? ładowarka jest w pewnym stopniu odporna na odwrotne dołączenie akumulatora i na zwarcie zacisków wyjściowych, ale należy zachować następującą kolejność. Przede wszystkim zasilanie ładowarki musi być odłączone od sieci 230VAC. Wtedy należy dołączyć akumulator i obserwować diody LED – jeśli żadna dioda się nie zaświeci to akumulator jest źle dołączony lub skrajnie rozładowany/uszkodzony. Jeśli zacznie migać czerwona i/lub żółta, to akumulator jest prawidłowo dołączony, wtedy można ustawić prąd ładowania i podłączyć zasilanie (transformator lub prostownik) do sieci 230VAC.

Na koniec pewna uwaga. Nowoczesne prostowniki – prostowniki impulsowe to parametry zasilacza impulsowe o odpowiednich parametrach. Na wyjściu takiego zasilacza jest napięcie stałe więc nie podłączymy naszego układu do takiego prostownika.



Fot. 3



Fot. 4

# Wykaz elementów

## Rezystory:

R1: .....1Ω  
R2: .....1MΩ  
R3, R24: .....potencjometr montażowy 100kΩ  
R4, R6: .....47Ω  
R5, R8-R11, R19, R22, R23, R26, R29, R30: .....10kΩ  
R7, R20, R25: .....100kΩ  
R12: .....potencjometr 100kΩ  
R13, R14, R15, R17, R18, R27, R28: .....1kΩ  
R16: .....2 x 0,1Ω/5W  
R21: .....nie montować

## Kondensatory:

C1, C3, C4, C8, C10-C13: .....100nF  
C2, C5, C6, C7, C9: .....220uF/35V

## Półprzewodniki:

D1, D2, D4: .....UF4007  
D3: .....dioda Zenera 27V  
D5: .....dioda Zenera 33V  
D6: .....dioda Zenera 16V  
LED1-LED3: .....LED 5mm, R, Y, G  
T1: .....IRF540 lub podobny  
T3: .....IRF5305 lub podobny  
T2, T5: .....2N2222  
T4: .....2N2907  
IC1: .....ATTINY24  
IC2: .....7805  
IC3: .....LM358

## Pozostałe:

L1: .....100uH/0,5A  
AKUP, GND, POW: .....DG365-7,5/2  
JP1: .....NIE MONTOWAĆ  
Mostek prostowniczy min. 15A

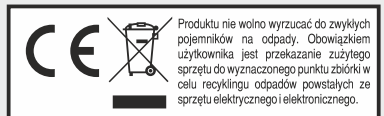


**AVT SPV Sp. z o.o.**

ul. Leszczyńska 11  
03-197 Warszawa  
kity@avt.pl

**Wsparcie:**

servis@avt.pl



AVT SPV zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian bez uprzedniego powiadomienia.

Montaż i podłączenie urządzenia niezgodny z instrukcją, samowolna zmiana części składowych oraz jakiegokolwiek przeróbki konstrukcyjne mogą spowodować uszkodzenie urządzenia oraz narazić na szkodę osoby z niego korzystające. W takim przypadku producent i jego autoryzowani przedstawiciele nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody powstałe bezpośrednio lub pośrednio w wyniku użycia lub nieprawidłowego działania produktu.

Zestawy do samodzielnego montażu są przeznaczone wyłącznie do celów edukacyjnych i demonstracyjnych. Nie są przeznaczone do użytku w zastosowaniach komercyjnych. Jeśli są one używane w takich zastosowaniach, nabywca przyjmuje całą odpowiedzialność za zapewnienie zgodności ze wszystkimi przepisami.