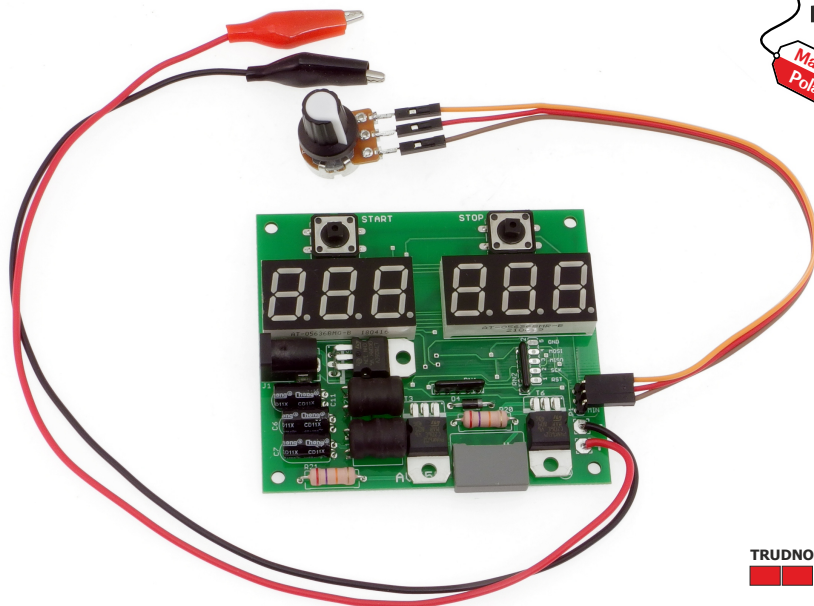




AVT 5570



TRUDNOŚĆ MONTAŻU

Elektronicy zajmujący się renowacją starych urządzeń często stają przed koniecznością formowania kondensatorów elektrolitycznych, które nie były używane od kilkudziesięciu lat. Te elementy (w większości wypadków) są w pełni sprawne, wymagają jedynie „rozruszania” przed ponowną eksploatacją. To samo można zrobić z nowymi kondensatorami, które pracują na granicy wytrzymałości napięciowej.

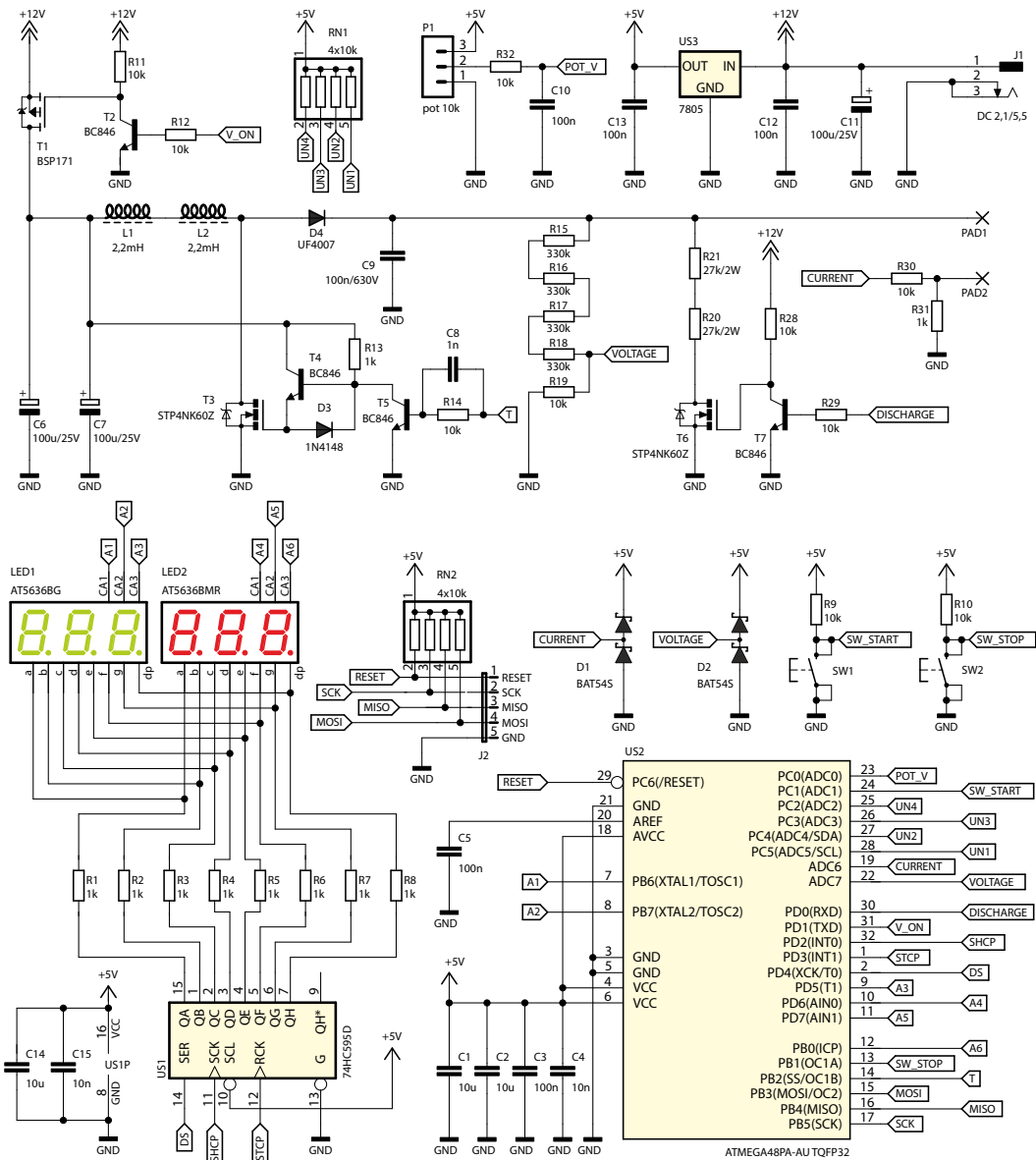
Właściwości

- płynne ustawianie napięcia końcowego potencjometrem
- napięcie wyjściowe: do 550 V DC
- wydajność prądu: 4 mA
- zasilanie 12...15 V DC/min. 250 mA
- stały podgląd wartości prądu i napięcia podczas formowania
- możliwość bezpiecznego przerywania formowania w dowolnym momencie
- kontrolowane rozładowanie formowanego kondensatora do napięcia poniżej 12 V

Opis układu

Formowanie kondensatorów elektrolitycznych polega na regenerowaniu struktury izolatora z tlenku glinu, który ulega powolnej degradacji. W niektórych miejscach jego powierzchnia staje się cieńsza niż należy, a niekiedy dochodzi nawet do przerywania ciągłości. Po wystąpieniu napięcia na okładkach takiego kondensatora zaczyna przezeń płynąć niemający prąd, wynikający ze zwiększonej upływności, co prowadzi do efektywnego, ale groźnego w skutkach uszkodzenia. Kiedy napięcie jest wystarczająco małe, by nie doszło do przebicia warstwy izolacyjnej, wówczas warstwa tlenku odbuduje się z czasem i kondensator wraca do normalnej sprawności. Jeżeli jednak degradacja posunęła się zbyt daleko, przez

kondensator popłynie prąd o tak dużej wartości, że zostanie on rozerwany lub – w lepszym przypadku – elektrolit zagotuje się i wypłynie. W obu wypadkach, dalsza eksploatacja takiego podzespołu jest niemożliwa. Może również dojść do zwarcia pomiędzy okładkami. Rozwiązaniem tego problemu jest wcześniejsze uformowanie kondensatora, które zregeneruje warstwę tlenku w kontrolowanych warunkach. Przede wszystkim, należy ograniczyć prąd płynący przez kondensator. Ponadto, w wypadku kondensatorów wysokonapięciowych, należy dysponować źródłem odpowiednio wysokiego napięcia stałego, należy również zadbać o jego rozładowywanie po zakończeniu procesu formowania.



Rysunek 1. Schemat ideowy

Schemat ideowy przyrządu do formowania kondensatorów pokazano na rysunku 1. Najciekawszy fragment całego urządzenia stanowi wysokonapięciowa przetwornica impulsowa o małej mocy. Została wykonana w topologii „boost”. Nie jest tu wymagana izolacja galwaniczna pomiędzy formowanym kondensatorem, a źródłem zasilania, dlatego w jej budowie nie użyto transformatora. Jako element indukcyjny przetwornicy zostały użyte dwa połączone szeregowo dławiki o indukcyjności 2,2mH

każdy. Indukujące się napięcie mogłoby przebić izolację między uzwojeniami pojedynczego elementu, dlatego rozłożenie go na dwie równe części zmniejsza ryzyko takiego zjawiska. Tranzystor kluczujący przetwornicy to wysokonapięciowy MOSFET STP4NK60Z. Cechuje się wysokim napięciem dren-źródło (600V) oraz małą rezystancją otwartego kanału (rzędu 2Ω), przez co idealnie nadaje się do tego zastosowania. Jego bramka nie może być sterowana wprost z mikrokontrolera ze względu na wymagania

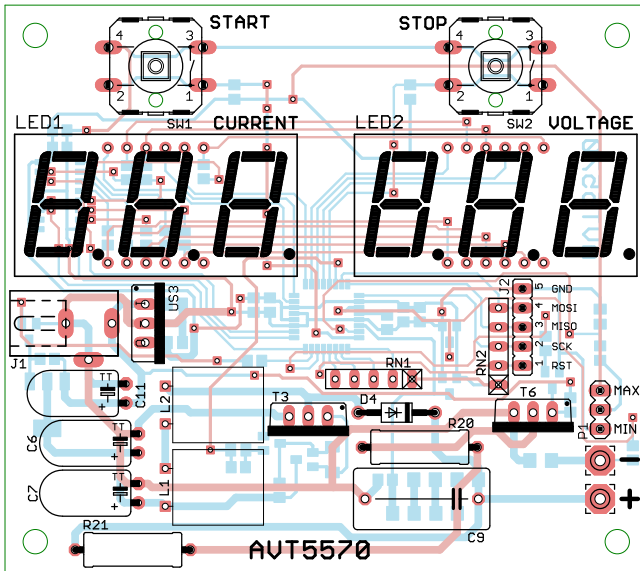
odnośnie do prądu i napięcia bramki. Dlatego do sterowania zastosowano układ z kluczem nasyconym i wtórnikiem (tranzystory T5 i T4) z diodą D3, która ułatwia rozładowanie bramki T3 przez kolektor otwierającego się tranzystora T5. Zastosowany tranzystor MOSFET ma wbudowane diody zabezpieczające bramkę, dlatego ich dodawanie nie jest konieczne. Obciążeniem przetwornicy jest kondensator C9, który ma relatywnie niewielką pojemność, jednak jego obecność jest wskazana do wykonywania prawidłowych pomiarów napięcia. Zapewnia minimalną pojemność, która wygładza tętnienia w dostatecznym stopniu. Dołączenie formowanego kondensatora dodatkowo redukuje amplitudę tętnień – układ jednak musi działać prawidłowo nawet wtedy, kiedy formowany kondensator byłby niesprawny. Zasilanie przetwornicy jest odłączane przez tranzystor T1, co zapobiega przypadkowemu zwarciu podczas przyłączania formowanego kondensatora. W przetwornicy o tej topologii, przy braku kluczowania, napięcie zasilające jest cały czas dostępne na wyjściu, ponieważ prąd może swobodnie przepływać przez uzwojenia dławików i diodę. Nasylenie tranzystora T2 obniża potencjał bramki T1 niemal do zera, co pozwala na pełne otwarcie tranzystora T1. Zatkanie T2 powoduje rozładowanie pojemności C_{gs}, więc T1 również przestaje przewodzić. Przyspieszenie procesu przełączania tego tranzystora nie jest konieczne. Kondensatory C6 i C7 redukują impedancję wewnętrzną takiego źródła zasilania przetwornicy. Ponadto, zmniejszają tętnienia wywołane przełączaniem tranzystora T3, ponieważ driver bramki również jest zasilany z tego samego źródła. Do pomiaru napięcia na zaciskach formowanego kondensatora służy dzielnik składający się z rezystorów R15-R19. Szeregowe połączenie czterech rezystorów w obudowach 1206 zwiększa łączną wytrzymałość napięciową oraz rozkłada moc strat pomiędzy nimi. Prąd pobierany przez ten dzielnik jest niewielki, maksymalnie 415 mA przy napięciu 550 V. Pomiar natężenia prądu odbywa się metodą pośrednią, poprzez pomiar spadku napięcia na rezystorze R31. Możliwość kalibracji wskazań amperomierza i woltomierza nie została przewidziana. Formowanie kondensatorów nie jest procesem, które wymagałoby dokładnej kontroli prądu i napięcia, a dzięki temu cały układ jest łatwiejszy do uruchomienia.

Wejście przetwornika A/C mikrokontrolera jest zabezpieczone przez uszkodzeniem wskutek przekroczenia dopuszczalnej wartości napięcia. Odpowiadają za to dwie podwójne diody Schott'ky typu BAT54S. Prąd tych diod jest ograniczony: rezystorem R30 (dioda D1) oraz wewnętrzną rezystancją dzielnika napięcia (dioda D2). Energia zgromadzona w kondensatorze, która dla bezpieczeństwa użytkownika musi być z niego odprowadzona podczas rozładowania, znajduje ujście w rezystorach R20 i R21. Podczas formowania, tranzystor T7 jest nasycony, przez co T6 nie przewodzi. Kiedy przychodzi do rozładowania, tranzystor T7 jest zatykany i T6 otwiera się. Praktycznie cała moc wydziela się wtedy na rezystorach, dlatego nie ma potrzeby chłodzenia tego tranzystora. Część napięcia z kondensatora odkłada się wtedy na boczniku do pomiaru prądu, dlatego musi to być rezystor w obudowie 1206. Pracą całego układu zarządza mikrokontroler ATmega48 w obudowie TQFP32. Stabilizowane napięcie 5 V, którego wymaga do poprawnej pracy, jest dostarczane przez stabilizator US3. Kondensatory C1...C4 w szerokim zakresie częstotliwości zmniejszają impedancję źródła zasilającego mikrokontroler. Z kolei kondensatory C12 i C13 są niezbędne do poprawnej pracy stabilizatora typu 7805. Kondensator C5 jest elementem zalecanym przez producenta mikrokontrolera do poprawnej pracy przetwornika A/C. Wyświetlanie zmierzonych wartości odbywa się na dwóch 3-cyfrowych wyświetlaczach 7-segmentowych LED. Ich sterowanie jest multipleksowe: do rejestru przesuwnego US1 mikrokontroler wpisuje bajt sterujący cyfrą, po czym ją załącza. Ograniczenie prądu segmentów do ok. 3 mA pozwoliło na uniknięcie zastosowania tranzystorów sterujących anodami cyfr. Sumaryczny prąd płynący przez te anody nie przekracza 24 mA, więc wyprowadzenia portów mikrokontrolera nie ulegną uszkodzeniu. Nieużywane wejścia mikrokontrolera są zasilane poprzez rezystory w drabince RN1. Podobnie zabezpieczono wyprowadzenia do programowania ISP. Dzięki temu, zaburzenia indukowane na tych nóżkach (pochodzące od pracujących przetwornicy impulsowej oraz gromadzących się ładunków elektrostatycznych) nie wpływają na pracę mikrokontrolera.

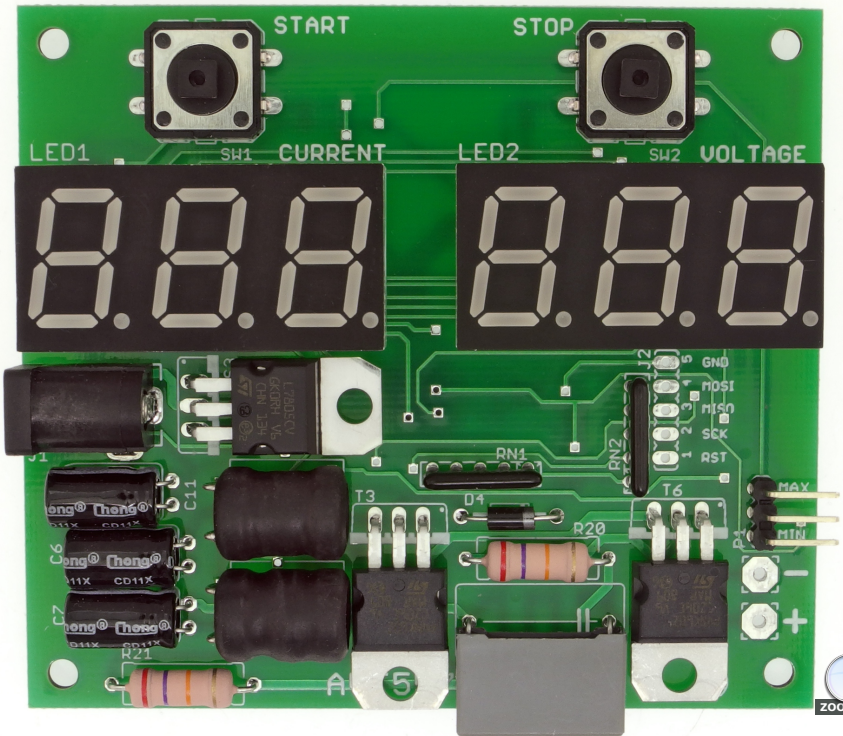
Montaż i uruchomienie

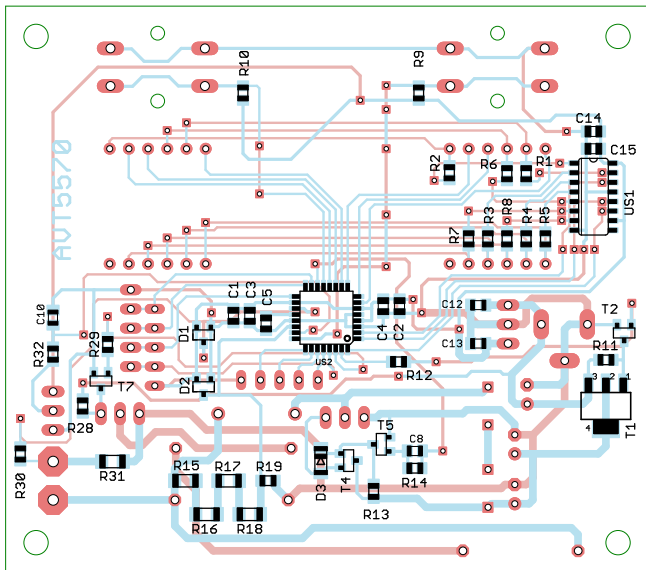
Całość zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 85 mm×75 mm, której schemat montażowy pokazano na rysunku 2 i 3. Na płytce znajdują się elementy montowane powierzchniowo i techniką przewlekana. Wszystkie elementy SMD znajdują się od spodniej strony płytki drukowanej, dlatego od nich należy rozpocząć montaż. Na płytce przewidziane zostało miejsce na

położenie wysokich podzespołów w obudowach THT. Do tych elementów należą: kondensatory elektrolityczne, dławiki, tranzystory wysokonapięciowe, kondensator C9 i stabilizator 7805. W ten sposób najwyższymi elementami stają się wyświetlacze. Płytkę można bez przeszkód dokręcić do czoła obudowy.

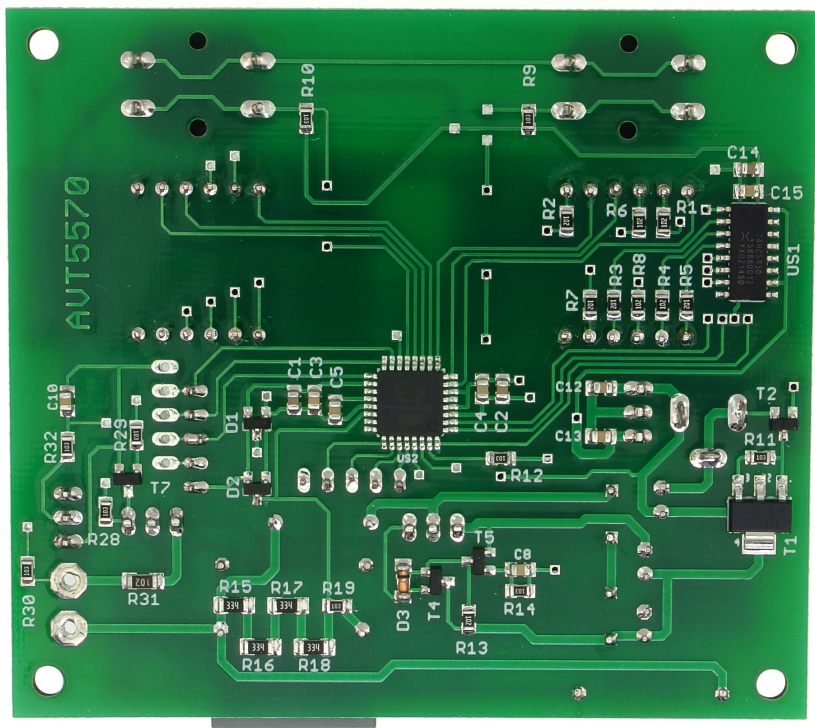


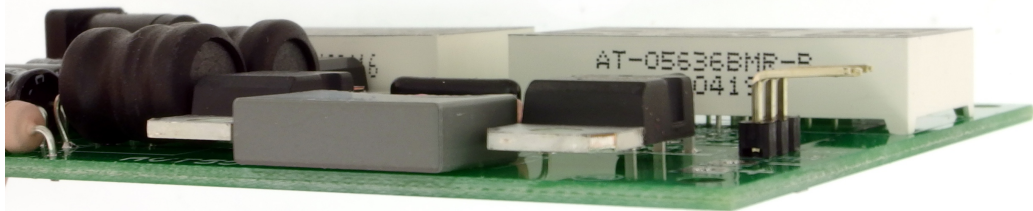
Rysunek 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej - strona elementów przewlekanych





Rysunek 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej - strona elementów SMD



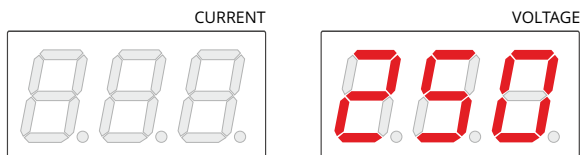


Fot 1. Szczegóły montażu elementów w obudowach TO220

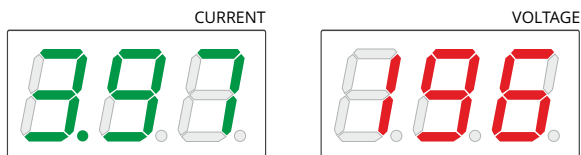
Eksplatacja

Po przyłączeniu potencjometru do zacisków złącza P1 oraz włączeniu zasilania, układ znajduje się w trybie regulacji napięcia końcowego. Wyświetlacz wygląda jak na rysunku 4. Wyświetlacz amperomierza jest wygaszony, a na woltomierzu jest wskazywane maksymalne napięcie, do którego będzie formowany kondensator. Po ustawieniu potencjometrem żądanej wartości oraz upewnieniu się, że kondensator przeznaczony do formowania jest prawidłowo podłączony, można nacisnąć przycisk SW1 oznaczony „START”. Na amperomierzu będzie wskazywany aktualny prąd (w miliamperach), a na woltomierzu napięcie występujące na zaciskach kondensatora (rysunek 5). W tym stanie, wciskając SW1 można podejrzeć (na woltomierzu) zadaną wartość napięcia.

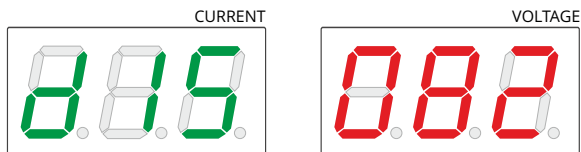
Prąd ładowania kondensatora będzie (w pierwszej fazie) oscylował wokół 4 mA. Po osiągnięciu maksymalnej wartości napięcia prąd zacznie stopniowo maleć. Formowanie może trwać dowolnie długo. Moment jego zakończenia wybiera użytkownik, poprzez naciśnięcie przycisku SW2 oznaczonego „STOP”. Przetwornica zostaje wyłączona, jej zasilanie jest odłączane, a uformowany kondensator jest rozładowywany przez rezystory R20 i R21. Amperomierz informuje o trybie rozładowywania („dis”), a na woltomierzu widać aktualne napięcie (rysunek 6). Gdy napięcie na zaciskach kondensatora spadnie poniżej 12 V, rozładowanie zostaje przerwane i urządzenie wraca do początkowego stanu, jak na rysunku 4.



Rysunek 4. Widok wyświetlaczy przy ustawianiu napięcia



Rysunek 5. Widok wyświetlaczy podczas formowania



Rysunek 6. Widok wyświetlaczy w trakcie rozładowywania



Za pomocą prezentowanego przyrządu uformowano kilkanaście wysokonapięciowych kondensatorów elektrolitycznych. Były one w różnym stanie, niektóre leżały nieużywane od ponad 50 lat. Czas formowania (za koniec przyjęto prąd poniżej 0,2 mA) wahał się od 10 minut do 15 godzin, dlatego nie należy się zniechęcać, jeżeli prąd spada bardzo wolno.

Wykaz elementów

Rezystory:

R1-R8, R13:..... 1kΩ SMD0805
 R9-R12, R14, R19, R28-R30, R32:..... 10kΩ SMD0805
 R15-R18:..... 330kΩ SMD1206
 R20, R21:..... 27kΩ/2W
 R31:..... 1kΩ SMD1206
 RN1, RN2:..... drabinka rezystorowa 4×10kΩ
 P1:..... potencjometr 10kΩ liniowy

Kondensatory:

C1, C2, C14:.....10μF SMD0805
 C3, C5, C10, C12, C13:.....100nF SMD0805
 C4, C15:.....10nF SMD0805
 C6, C7, C11:.....100μF/25V
 C8:.....1nF SMD0805
 C9:.....100nF/630V

Półprzewodniki:

D1, D2:.....BAT54S
 D3:.....1N4148
 D4:.....UF4007
 LED1:.....AT5636BMG (zielony)
 LED2:.....AT5636BMR (czerwony)
 T1:.....BSP171
 T2, T4, T5, T7:.....BC846
 T3, T6:.....STP4NK60Z
 US1:.....74HC595
 US2:.....Atmega48PA-AU
 US3:.....7805

Pozostałe:

J1:.....złącze zasilania DC2,1/5,5
 J2:.....NIE MONTOWAĆ
 L1, L2:.....dławik 2,2mH pionowy
 Goldpin 3pin 2,54mm kątowny + przewód męski-żeński
 Krokodylki: czerwony + czarny
 Przewód: czerwony + czarny 50cm



Uwaga!

W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia!



AVT SPV Sp. z o.o.

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

Wsparcie:

servis@avt.pl



Produktu nie wolno wyrzucać do zwykłych pojemników na odpady. Obowiązkiem użytkownika jest przekazanie zużytego sprzętu do wyznaczonego punktu zbiórki w celu recyklingu odpadów powstałych ze sprzętu elektrycznego i elektronicznego.

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.

Notatki

