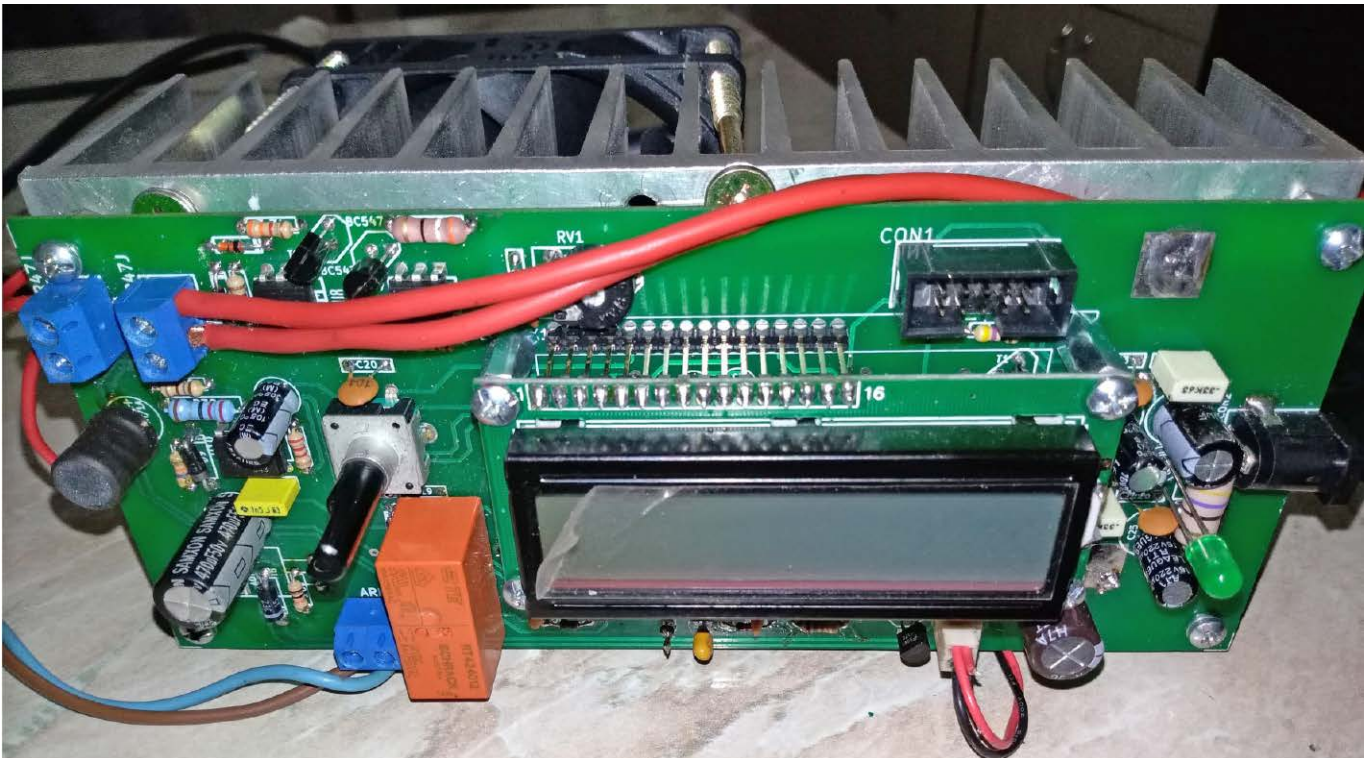


Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji. Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrótu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,- zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przesyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.



Cyfrowy miernik pojemności akumulatorów

Opisywany przyrząd pomiarowy jest przeznaczony do pomiaru pojemności akumulatorów kwasowych, żelowych i AGM o napięciu znamionowym 6 V, 12 V i 24 V. Miernik wykorzystuje metodę rozładowania akumulatora prądem o stałej wartości do napięcia całkowitego rozładowania ogniwa. Jest to metoda prosta i dająca rzetelny wynik.

Zaimplementowana metoda pomiarowa ma zasadniczą wadę, która jest długi czas trwania pomiaru. Dodatkowo, akumulator przed pomiarem musi być w pełni naładowany.

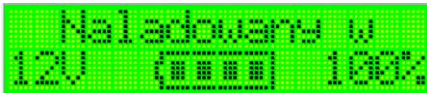
Podstawowy obwód do pomiaru pojemności opisywaną metodą składa się z obciążenia aktywnego rozładowującego akumulator prądem o stałym natężeniu, niezależnym od napięcia (obciążenie aktywne), woltomierza oraz timera. Pomiar czasu jest wykonywany

przy jednoczesnym pomiarze napięcia, aż do napięcia całkowitego rozładowania (1,75 V/cełę). Pojemność akumulatorów jest wyrażana w Ah (amperogodzinach), więc jeśli akumulator ma pojemność 100 Ah, to zakładając, że sprawność akumulatora wynosi 100%, przez czas 10 godzin możemy z niego pobierać prąd o natężeniu 10 A. Praktyka pokazuje, że tak nie jest i że ten prąd można pobierać przez czas od 8 do 8,5 godziny.

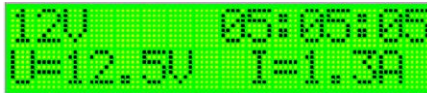
Wszystko przez to, że sprawność akumulatora wynosi od 80 do 85%. Wynika z niej, że wspomniany akumulator o pojemności 100 Ah odda od 80 do 85 Ah. Ten fakt należy uwzględnić konstruując miernik pojemności. Można też akumulator rozładowywać tzw. prądem 20-godzinnym, czyli dla przykładu dla naszego akumulatora 100 Ah będzie to prąd o natężeniu 5 A przez 20 godzin, aż do napięcia rozładowania. Pomiar w pełni sprawnego akumulatora da nam w tym wypadku wynik bardzo zbliżony do 100 Ah.

Oprogramowanie

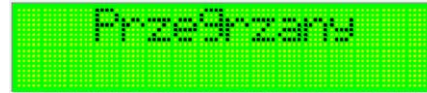
Miernik do pomiaru pojemności musi być wyposażony w sterowane obciążenie aktywne, woltomierz i timer mierzący czas



Fotografia 1. Ikona informująca o napięciu znamionowym akumulatora oraz grafika i wskaźnik naładowania akumulatora,



Fotografia 2. Komunikat wyświetlany w trakcie pomiaru pojemności



Fotografia 3. Komunikat wyświetlany w wypadku przeżrzenia się miernika

rozładowania. Aby wszystkie te funkcje połączyć i maksymalnie zautomatyzować, w procesie pomiaru warto zastosować układ procesorowy, w którym można będzie „zaszyć” całą automatykę urządzenia. W prezentowanym mierniku zastosowano popularny mikrokontroler ATmega8. Program sterujący napisano

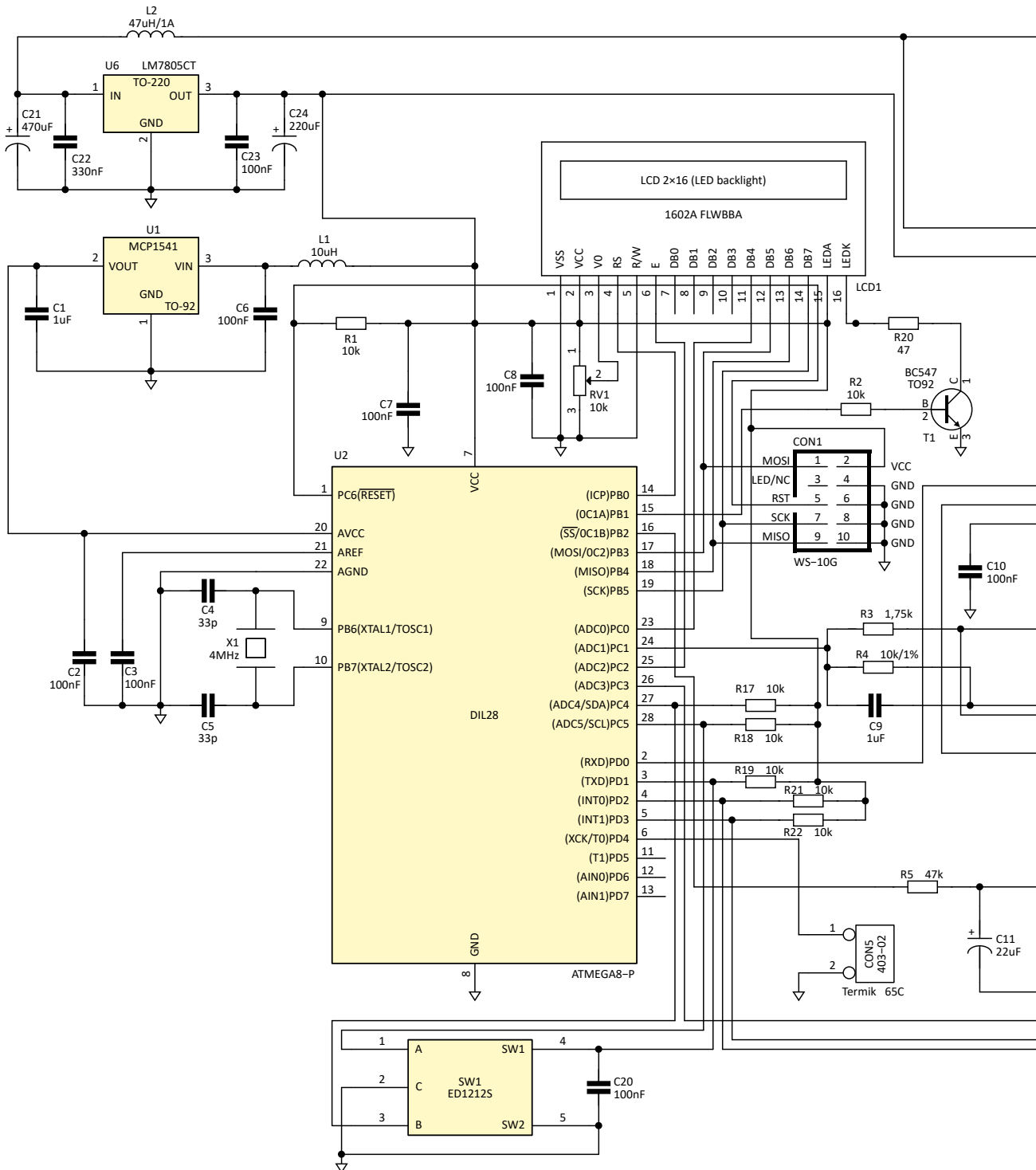
za pomocą środowiska Bascom AVR. W przezwaniu od Timera0, które jest wywoływane co 4 ms zrealizowano obsługę impulsatora, odmierzanie czasu rozładowania akumulatora i ustawianie flagi zezwalającej na obsługę instrukcji zawartych w pętli *do...loop*.

Flaga jest ustawiana co 1 sekundę. Ale jeśli jest obracany impulsator, to „flaga” jest



Fotografia 4. Komunikat po zakończeniu pomiaru

ustawiana wraz z flagami „plus” i „minus”. Jeśli impulsatorem kręcimy w prawo, to jest



Rysunek 5. Schemat ideowy miernika pojemności akumulatora

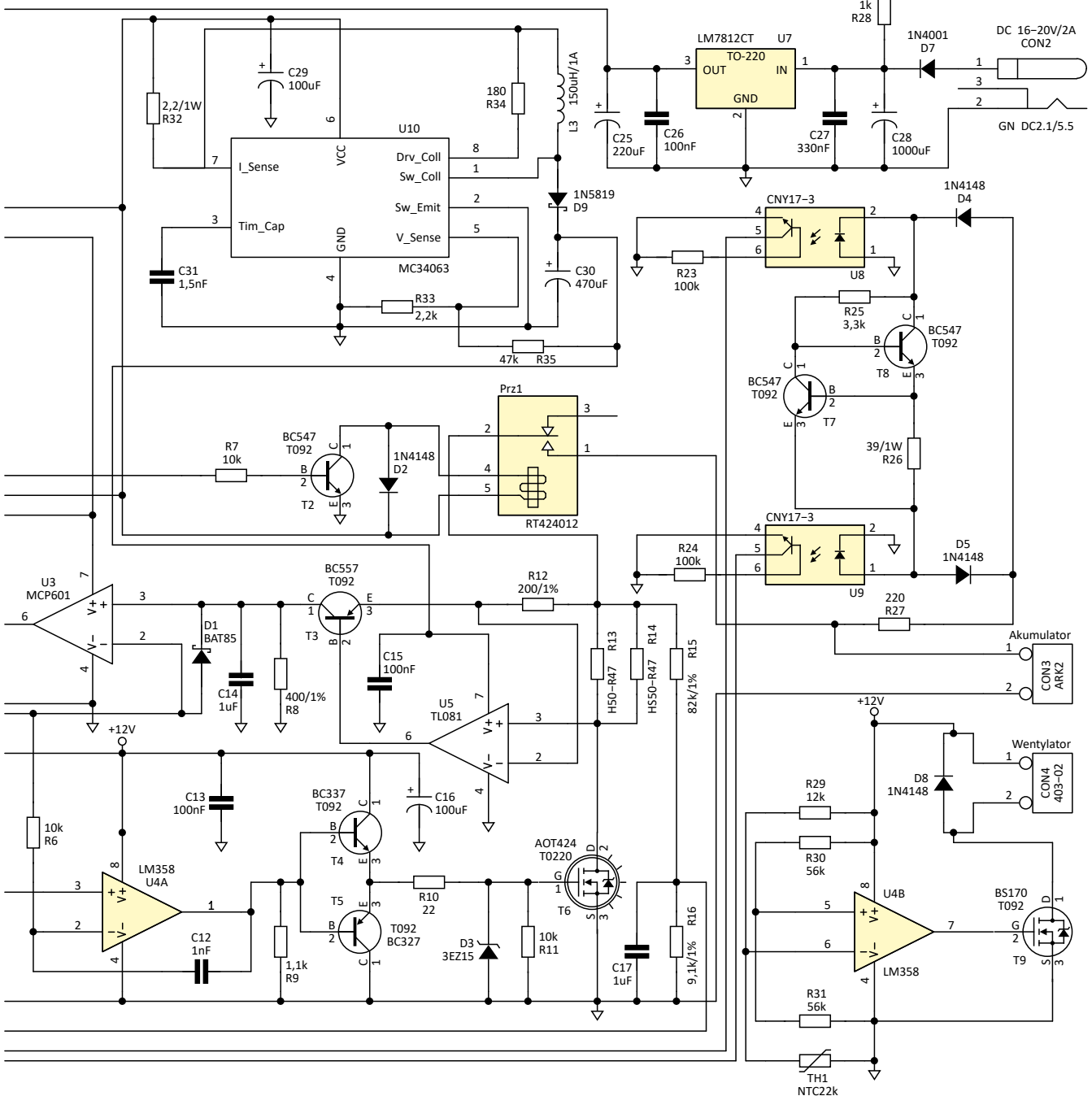
ustawiany bit „plus”, a jeśli w lewo, to „minus”. W obsłudze przerwania jest odczytywany stan przycisku impulsatora. Jeśli jest on przytrzymany w czasie 500 uruchomień procedury obsługi przerwania (około 2 sekundy), to zostaje zmieniony stan flagi „power_on” odpowiedzialnej za włączenie i wyłączenie miernika.

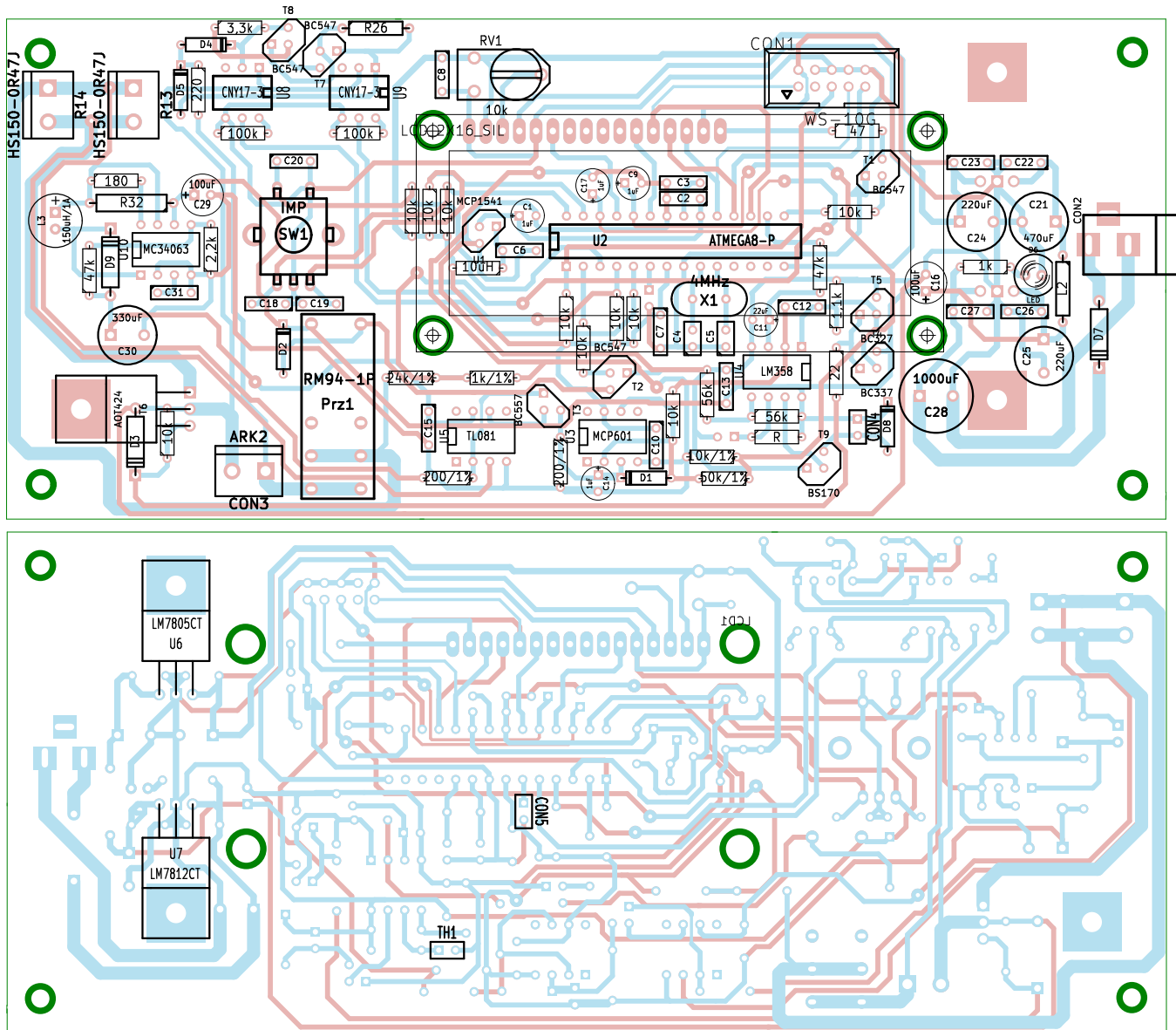
W pętli *do...loop* zawarto wszystkie instrukcje niezbędne do zautomatyzowania procesu pomiaru pojemności, detekcji napięcia oraz rozpoznawania biegunowości dołączonego akumulatora. Wszystkie instrukcje są wykonywane kolejno w procedurze wyboru. Licznik procedury wyboru jest zwiększany po każdym ustawieniu „Flagi”, czyli co 1 sekundę.

Po włączeniu miernika zostaje włączony wyświetlacz oraz jego podświetlenie. Teraz

program przechodzi do procedury wyboru, która zaczyna się od liczby „1”, ale w liczniku jest „0”, więc dopiero po ominięciu procedury zostaje zwiększony stan licznika instrukcji wyboru. Przy kolejnym obiegu zostaje wykonana pierwsza instrukcja, nakazująca wyłączyć przełącznik oraz wyzerować stan rejestru generatora PWM odpowiedzialnego za natężenie prądu rozładowania badanego akumulatora. Po kolejnym obiegu i dalszym zwiększeniu stanu licznika instrukcji wyboru jest sprawdzana biegunowość. Program jest wykonywany dalej tylko wtedy, gdy polaryzacja akumulatora jest prawidłowa. W innym wypadku zostanie wyświetlony odpowiedni komunikat na wyświetlaczu. Po kolejnych obiegach, gdy licznik osiąga 4 zostaje włączony przełącznik.

Następnie, jest wykonywany pomiar napięcia testowanego akumulatora. Na początku jest przepisywana wartość z rejestru przetwornika A/C do zmiennej „Napiecie”. Ta zmienna jest sprawdzana przez instrukcję warunkową, a na jej podstawie jest ustawiany bit identyfikujący akumulator: „6V”, „12V”, „24V”. Jeśli wartość nie mieści się w żadnym z zakresów, to zostaje ustawiona flaga „Bład” oraz zostaje wyświetlony odpowiedni komunikat. Jeśli wynik identyfikacji jest pozytywny, to na wyświetlaczu jest pokazywana odpowiednia ikona informująca o napięciu znamionowym





Rysunek 6. Schemat montażowy miernika pojemności

akumulatora oraz grafika i wskaźnik naładowania akumulatora, jak na **fotografii 1**.

Pojemność mierzonego akumulatora jest ustawiana za pomocą pokrętła impulsatora w kolejnej instrukcji wyboru. Pojemność w zakresie do 10 Ah jest zwiększana z krokiem co 0,1 Ah, a prąd rozładowania jest wyświetlany w „mA”. Pojemność powyżej 10 Ah jest zwiększana z krokiem 1 Ah, a prąd jest wyświetlany w „A”. Ponadto, pojemność dla



Fotografia 7. Sposób montażu stabilizatorów U6 i U7

poszczególnych napięć znamionowych jest ograniczana programowo. Dla akumulatora 6-woltowego jest ograniczona do 200 Ah, dla 12-woltowego do 100 Ah, a dla 24-woltowego do 50 Ah.

Jeśli ustawiona pojemność jest większa lub równa 1 Ah, zostaje uruchomiony licznik odpowiedzialny za opóźnienie, a później zostaje obliczona wartość całkowita dla generatora PWM sterującego obciążeniem aktywnym. Po ustawieniu pojemności mierzonego akumulatora program przechodzi dalej, zostaje wyświetlony komunikat pokazany **fotografii 2**. W kolejnym kroku zostają zerowane liczniki czasu oraz licznik „Prad_suma”, a dalej rozpoczyna się proces pomiaru. Zostaje odczytane napięcie panujące na zaciskach akumulatora oraz aktualny prąd rozładowania i czas pomiaru.

Jeśli podczas pomiaru dojdzie do przegrzania się radiatora miernika, licznik czasu zostaje zatrzymany i prąd rozładowania wynosi zero, na wyświetlaczu jest pokazywany komunikat, jak na **fotografii 3**. Po ostygnięciu radiatora proces pomiaru trwa dalej. Podczas



Fotografia 8. Sposób montażu rezystorów pomiarowych R13 i R14

pomiaru po każdym obiegu pętli (co 1 s) jest sumowany prąd rozładowania i przepisany do zmiennej „prad_suma”. Po zakończeniu procesu pomiaru, gdy napięcie na ogniwo spadnie do 1,75 V, program przechodzi dalej i jest obliczana zmierzona pojemność. W tym celu, suma prądu obciążenia zostaje podzielona przez 360000, przekaźnik zostaje wyłączony i prąd rozładowania spada do zera. Po obliczeniu pojemności wynik zostaje zaokrąglony do dwóch miejsc po przecinku a, program zatrzymuje się w miejscu. Przykładowy wygląd wyświetlacza po zakończeniu pomiaru jest przedstawiony na **fotografii 4**.

Zaprojektowany przez mnie miernik służy do pomiaru pojemności akumulatorów których używam w systemie awaryjnego zasilania oświetlenia i pieca C.O w domu. Lecz sprawdza się również do sprawdzenia w jakiej kondycji mamy akumulator w samochodzie itp.

Budowa

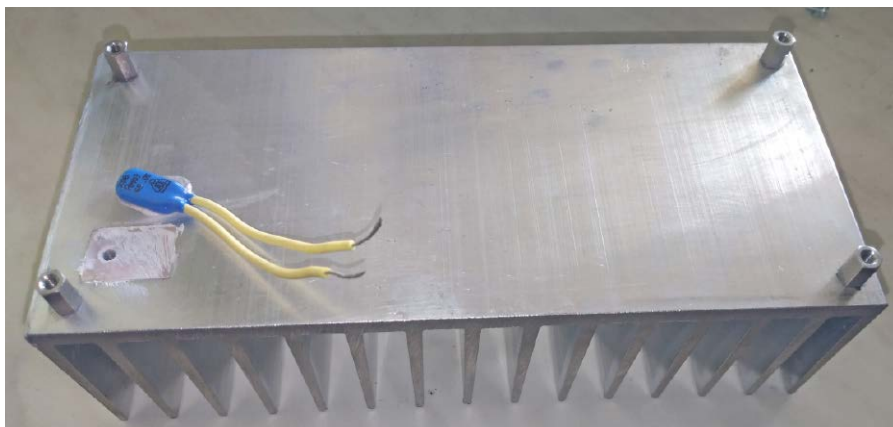
Schemat ideowy miernika pojemności pokazano na **rysunku 5**. Jak wspomniano, jego „mózgiem” jest mikrokontroler ATmega8, w którym zawarto całą funkcjonalność urządzenia. Procesor jest taktowany zewnętrznym rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 4 MHz.

Enkoder z wyświetlaczem LCD1 stanowią interfejs użytkownika. Procesor komunikuje się z wyświetlaczem za pomocą 4-bitowej magistrali danych. Jasność podświetlenia jest regulowana przebiegiem PWM doprowadzonym do bazy tranzystora T1. Rezystor R20 ogranicza prąd podświetlenia wyświetlacza.

Złącze CON1 pozwala na zaprogramowanie procesora. Cały miernik jest zasilany z zasilacza wtyczkowego lub impulsowego o napięciu wyjściowym od 16 V do 20 V i wydajności prądowej 2 A lub większej. Napięcie zasilania jest podawane na gniazdo DC (CON2). Dioda D7 zabezpiecza przed odwrotną polaryzacją zasilania. Stabilizator U7 wraz z towarzyszącymi mu kondensatorami filtrującymi jest odpowiedzialny z stabilizację napięcia 12 V zasilającego analogowe układy miernika. Dioda LED D6 sygnalizuje obecność napięcia zasilania.

Układ U10 z towarzyszącymi mu elementarni tworzy przetwornicę zaporową wytwarzającą napięcie do zasilania układu pomiaru prądu rozładowania akumulatora. Kondensator C31 ustala częstotliwość pracy przetwornicy na ok. 16 kHz, a rezystor R32 prąd ogranicznika przetwornicy na 17 mA. Dzielnik składający się z R33 i R35 ustala napięcie wyjściowe przetwornicy na 28,5 V.

Stabilizator U6 jest odpowiedzialny za stabilizację napięcia 5 V zasilającego cyfrową część miernika. Dławik L2 oraz kondensatory C21-C24 filtrują napięcie 5 V. Źródło napięcia odniesienia U1 z kondensatorami C1, C6 oraz dławikiem L1 są odpowiedzialne za stabilizację napięcia referencyjnego potrzebnego do prawidłowego działania przetworników A/C mikrokontrolera. Napięcie referencyjne wynosi



Fotografia 9. Sposób montażu wyłącznika termicznego i termistora



Fotografia 10. Sposób montażu wentylatora

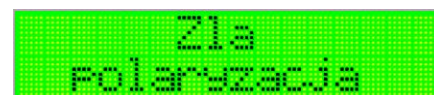
4,096 V, więc rozdzielczość przetwornika wynosi 4 mV. Co po uwzględnieniu dzielników napięcia i prądu rozładowania akumulatora daje nam rozdzielczość równą 40 mV dla pomiaru napięcia oraz 10 mA dla pomiaru prądu przy pojemności mierzonej do 10 Ah lub 100 mA przy pojemności większej od 10 Ah.

Wzmacniacz U4 i tranzystor T6 z towarzyszącymi im elementami dyskretnymi tworzą sterowane obciążenie aktywne. Wzmacniacz operacyjny U4 posiada w swojej strukturze dwa wzmacniacze. Komparator U4A jest używany do sterowania tranzystorem układu aktywnego obciążenia. Kondensator C12 ogranicza wzmocnienia dla składowej zmiennej i zapobiega wzbudzeniu się. Rezystor R9 stanowi obciążenie wzmacniacza. Tranzystory T4, T5 stanowią wtórnik symetryczny odpowiedzialny za prawidłowe sterowanie bramki tranzystora T6. Rezystor R10 ogranicza prąd bramki tranzystora polowego. Dioda D3 zabezpiecza bramkę tranzystora T6 przed przekroczeniem dopuszczalnego napięcia bramki. Dwojnik złożony z R5 i C11 stanowi filtr uśredniający. Przebieg PWM z procesora trafia na filtr, a na kondensatorze mamy napięcie stałe wprost proporcjonalne do wypełnienia przebiegu. Napięcie to trafia na wejście nieodwracające wzmacniacza U4A, zaś na wejście odwracające wzmacniacza trafia napięcie z układu pomiaru prądu obciążenia aktywnego. Komparator U4B wraz z towarzyszącymi

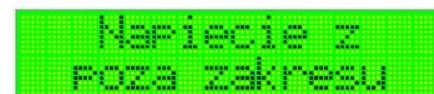
mu elementami jest odpowiedzialny z aktywne chłodzenia radiatora miernika. Elementem pomiaru temperatury jest termistor NTC TH1. Elementy zostały tak dobrane, aby wentylatory włączały się przy temperaturze radiatora na poziomie 50°C. Wzmacniacz U5 mierzy spadek napięcia na boczniku prądowym złożonym z rezystorów R13 i R14 i steruje tak tranzystorem T3, aby prąd płynący przez rezystor R12 był wprost proporcjonalny do spadku napięcia na boczniku. Ponieważ prąd przepływający przez rezystor R12 jest taki sam jak przez rezystor R8, a rezystancja R8 jest dwukrotnie większa jak rezystora R12, to napięcie na R8



Fotografia 11. Komunikat wyświetlany po włączeniu miernika



Fotografia 12. Komunikat o błędnej polaryzacji testowanego akumulatora



Fotografia 13. Komunikat o niewłaściwym napięciu testowanego akumulatora

Wykaz elementów:

Rezystory: (0,25W)

- R1, R2, R6, R7, R11, R17...R19, R21, R22: 10 kΩ
- R3: 1,75 kΩ
- R4: 10 kΩ/0,4 W/1%
- R5, R35: 47 kΩ
- R8: 400 Ω/0,4 W/1%
- R9: 1,1 kΩ
- R10: 22 Ω
- R12: 200 Ω/0,4 W/1%
- R13, R14: 0,47 Ω/50 W (HS50-0R47F)
- R15: 24 kΩ/0,4 W/1%
- R16: 1 kΩ/0,4 W/1%
- R20: 47 Ω
- R23, R24: 100 kΩ
- R25: 3,3 kΩ
- R26: 39 Ω/1 W
- R27: 220 Ω
- R28: 1 kΩ
- R29...R31: 56 kΩ
- R32: 2,2 Ω/1 W
- R33: 2,2 kΩ
- R34: 180 Ω
- RV1: 10 kΩ (potencjometr PT10LV-10K)

Kondensatory:

- C1, C9, C17: 1 μF/35 V (tantalowy R=2,54 mm)
- C2, C3, C6...C8, C10, C13, C15, C20, C23, C26: 100 nF (ceramiczny)
- C4, C5: 33 pF (ceramiczny)
- C11: 22 μF/16 V (elektrolityczny R=2,54 mm)
- C12: 1 nF (blokowy)
- C16, C29: 100 μF/16 V (elektrolityczny R=2,54 mm)
- C21, C30: 470 μF/35 V (elektrolityczny R=5,08 mm)
- C22, C27: 330 nF (ceramiczny)
- C24, C25: 220 μF/35 V (elektrolityczny R=5,08 mm)
- C28: 1000 μF/35 V (elektrolityczny R=5,08 mm)
- C31: 1,5 nF (blokowy)

Półprzewodniki:

- D1: BAT85
- D2, D4, D5, D8: 1N4148
- D3: 3EZ15
- D6, D7: 1N4001
- D9: 1N5819
- T1, T2, T7, T8: BC547 (TO92)
- T3: BC557 (TO92)
- T4: BC337 (TO92)
- T5: BC327 (TO92)
- T6: AOT424 (TO220)
- T9: BS170 (TO92)
- U1: MCP1541 (TO92)
- U2: ATmega8 (DIP28)
- U3: MCP601 (DIP8)
- U4: LM358 (DIP8)
- U5: TL081 (DIP8)
- U6: LM7805CT (TO220)
- U7: LM7812CT (TO220)
- U8, U9: CNY17-3 (DIP6)
- U10: MC34063 (DIP8)

Inne:

- CON1: WS10G
- CON2: DC2,1/5,5 (gniazdo do druku)
- CON3: ARK2 (R=5 mm)
- CON4, CON5: 403-02
- LCD1: 1602A FLWBBA (2×16 HD44780)
- L1: 10 μH (osiowy)
- L2: 47 μH/1 A (osiowy)
- L3: 150 μH/1 A (pionowy 2,54 mm)
- Prz1: RT424012
- SW1: ES1212S (ośka o długości 30 mm)
- TH: termistor (NTC110 22k)
- X1: 4 MHz (metalowy wysoki)
- Radiator A6023/80
- Wentylator 12 V/1,7
- W 80 mm×80 mm×25 mm

jest dwukrotnie większe jak spadek napięcia na boczniku. Dla przykładu, jeśli prąd płynący przez bocznik ma wartość 10 A, to przy rezystancji bocznika równej 0,235 Ω spadek napięcia wynosi 2,35 V, a na rezystorze R8 występuje napięcie 4,7 V.

Wzmacniacz U5 jest zasilany podwyższony napięciem 28,5 V z tego względu, że pomiar prądu jest wykonywany w dodatniej gałęzi zasilania i napięcie zasilania wzmacniacza pomiarowego musi być wyższe od maksymalnego napięcia na dodatniej gałęzi, które dla w pełni naładowanego akumulatora 24-woltowego wynosi maksymalnie 26 V. Kondensator C14 filtruje napięcie pomiarowe oraz zapobiega wzbudzeniu się układu, gdy przez obciążenie aktywne płyną duże prądy. Układ U3 stanowi wtórnik napięciowy z jego wyjścia napięcie jest podawane na dzielnik rezystancyjny złożony z rezystorów R3 i R4 oraz poprzez rezystor R6 trafia na komparator U4A. Napięcie z dzielnika po odfiltrowaniu kondensatorem C9 trafia na wejście przetwornika A/C procesora (kanał 1). Dzielnik został tak dobrany, aby przy maksymalnym prądzie (10 A) na wejściu przetwornika A/C występowało napięcie równe 4 V.

Dzielnik złożony z rezystorów R15, R16 jest odpowiedzialny za pomiar napięcia akumulatora. Napięcie po odfiltrowaniu kondensatorem C17 trafia na wejście przetwornika A/D procesora kanał 3. Dzielnik został tak dobrany, aby napięcie występujące na wejściu przetwornika A/C wynosiło równo 1/10 napięcia mierzonego akumulatora. Układ składający się z opto-tranzystorów U8, U9, tranzystorów T7, T8, diod D4, D5 oraz rezystorów R23-R27 stanowi układ detekcji podłączenia akumulatora do przyrządu. Działanie układu jest bardzo proste – jeśli akumulator jest prawidłowo przyłączony, napięcie z bieguna dodatniego jest doprowadzone do złącza konektorowego CON3 i przepływa przez rezystor R27 ograniczający prąd i trafia na dwie diody półprzewodnikowe, lecz tylko dioda D4 przewodzi. Dalej, prąd trafia na stabilizator prądu złożony z T7, T8, R25 i R26. Rezystor R26 jest odpowiedzialny za ustalenie prądu stabilizacji na wartość ok. 20 mA. Prąd po przejściu przez stabilizator trafia na diodę świecącą zawartą w strukturze U9 powodując jej świecenie. Tranzystor zawarty w U9 zostaje zwarty stanowi to informację dla procesora, że akumulator jest prawidłowo podłączony i można rozpocząć proces pomiaru. Druga sytuacja, która może mieć miejsce jest taka, że akumulator może być przyłączony odwrotnie. Wówczas napięcie z bieguna ujemnego jest doprowadzone do złącza CON3. Prąd przepływa przez rezystor ograniczający R27, dioda D5 przewodzi. Prąd trafia na stabilizator prądu, a potem na diodę świecącą zawartą w strukturze U8. Tranzystor zawarty w strukturze U8 jest zwarty, co jest informacją dla procesora, że akumulator jest dołączony nieprawidłowo. Spowoduje to wyświetlenie odpowiedniej informacji na wyświetlaczu oraz

zablokuje proces pomiaru. Trzecia sytuacja to brak akumulatora. Wtedy nie płynie prąd, co powoduje, że tranzystory zawarte w strukturach U8 i U9 nie przewodzą. Napięcie na kolektorach wynosi 5 V. Jest to informacja dla procesora, że nie podłączono żadnego akumulatora i rozpoczęcie procesu pomiaru nie jest możliwe.

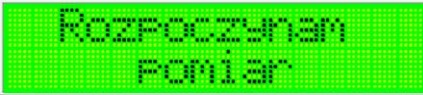
W układzie detekcji do stabilizacji prądu diod świecących zastosowałem stabilizator prądu z tego względu, że napięcie wejściowe może zawierać się w przedziale od 5 V do 26 V i tylko takie rozwiązanie zapewnia stabilizację prądu w pełnym zakresie napięcia. Pragnę zwrócić uwagę, że cała moc jest tracona w tranzystorze T6 oraz rezystorach pomiarowych R13 i R14. Dla akumulatora 6 V maksymalny prąd, jaki może popłynąć przez te elementy, to 10 A. Większa część mocy wydzieli się w tranzystorze (36,5 W), a reszta w rezystorach (23,5 W). Dla akumulatorów o napięciu 12 V i 24 V prąd maksymalny wynosi, odpowiednio: 5 A i 2,5 A. Prawie cała moc zostaje wydzielona w tranzystorze T6 (54 W i 58 W), dlatego należy zapewnić mu odpowiednie chłodzenie.

Montaż

Schemat montażowy miernika pokazano na **rysunku 6**. Całe urządzenie jest zbudowane w postaci tzw. kanapki, czyli płytka miernika jest przykręcona za pomocą kołków dystansowych M3 do radiatora. Do płytki miernika zaś jest przykręcony wyświetlacz LCD za pomocą kołków dystansowych M3, co sprawia, że całe urządzenie ma bardzo zwartą konstrukcję.

Montaż zaczynamy od wlutowania elementów najmniejszych, czyli rezystorów, diodek, kondensatorów, a następnie półprzewodników – najpierw diody i tranzystory, potem układu scalone. Nie należy montować tranzystora mocy T6. Stabilizatory U6 i U7 są montowane od spodniej strony płytki, jak na **fotografii 7**. Złącze kątowe CON5 jest montowane również od spodu, podobnie jak termistor TH1, który musi być przyklejony na radiatorze za pomocą kleju termoprzewodzącego blisko tranzystora T6. W miejscach rezystorów pomiarowych R13 i R14 montujemy złącza ARK2 o rastrze 5 mm. Następnie montujemy pozostałe złącza.

Po prawidłowym montażu wszystkich elementów na płytce można przejść do montażu wyświetlacza. Łączymy go z płytką miernika za pomocą 16-pinowej, dwurzędowej listwy goldpin oraz kołków dystansowych długości 15 mm, jak na fot. 3. Po prawidłowym zmontowaniu płytki należy pogrubić cyną ścieżki prądowe w okolicy przełącznika, tranzystora T6 oraz złącza ARK. Na koniec pozostaje zamontować płytkę z wyświetlaczem do radiatora, za pomocą kołków dystansowych długości 8 mm. Przed połączeniem płytki miernika z radiatorem musimy bezpośrednio do radiatora przykręcić tranzystor mocy



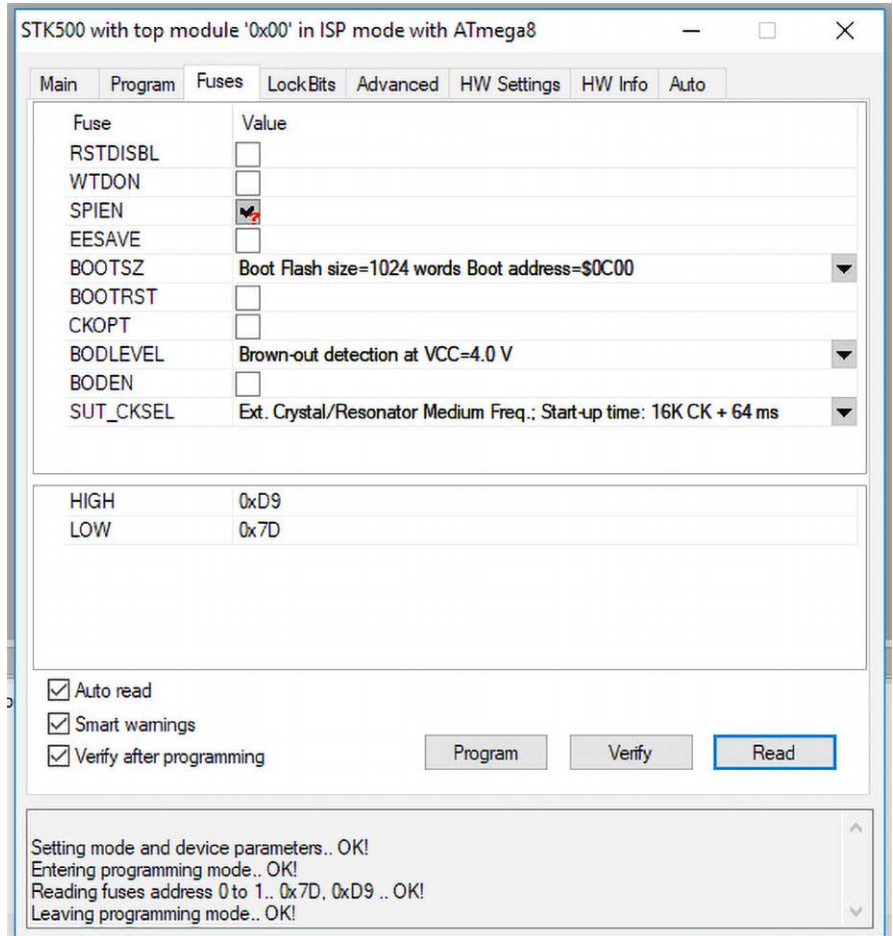
Fotografia 14. Komunikat wyświetlany w trakcie pomiaru

T6. Trzeba pamiętać aby miejsce styku tranzystora z radiatorem posmarować pastą termo-przewodzącą, która zapewni odpowiednie połączenie termiczne tych elementów. Do radiatora są przykręcone również rezystory pomiarowe R13 i R14 po bokach radiatora, jak na **fotografii 8**. Aby zapewnić prawidłowe chłodzenie radiatora, wyposażono go w wentylator. Po zmontowaniu całości musimy przykleić do radiatora termistor TH1 oraz wyłącznik termiczny za pomocą kleju termo-przewodzącego. Wyłącznik termiczny oraz termistor muszą być umieszczone blisko tranzystora T6, jak na **fotografii 9**. Wyłącznik termiczny o temperaturze zadziałania 65°C jest przyłączony złącza kątownego CON5. Do radiatora należy przykręcić wentylator. Ponieważ sam tranzystor jest umieszczony z boku radiatora, właśnie ten bok rozgrzewa się najbardziej podczas pracy. Po tej stronie należy zamontować wentylator, jak na **fotografii 10**. Wentylator jest przyłączony do złącza CON4.

Zmontowany układ nie wymaga uruchamiania. Jedyne, co trzeba zrobić, to ustawić kontrast wyświetlacza za pomocą potencjometru RV1. Należy pamiętać, aby przewody pomiarowe były jak najkrótsze i możliwie grube. Ja zastosowałem przewody o przekroju 2,5 mm² (grubszych nie da się włożyć w złącza ARK) i długości 30 cm każdy.

Użytkowanie

Obsługa jest bardzo łatwa. Aby włączyć miernik, należy przytrzymać ośkę impulsatora przez ok. 2 sekundy. Miernik zostanie włączony i ukaże się komunikat, jak na **fotografii 11** nakazujący przyłączyć miernik



Rysunek 15. Ustawienie fusebitów procesora

do akumulatora. Jeśli przewody zostaną podłączone niewłaściwie, to zostanie wyświetlony komunikat, jak na **fotografii 12**. Przy prawidłowym dołączeniu akumulatora, zostanie zmierzona jego napięcie i stopień naładowania. Może zdarzyć się, że napięcie akumulatora nie będzie się mieściło w żadnym z zakresów pomiarowych miernika, czemu będzie towarzyszył komunikat pokazany na **fotografii 13**. Jeśli napięcie mieści się w zakresie pomiarowym

miernik poprosi o podanie pojemności akumulatora. Pojemności jest ustawiana poprzez kręcenie ośką impulsatora. Gdy ustawimy pojemność i przestaniemy kręcić ośką zostanie rozpoczęty pomiar (**fotografia 14**).

Na **rysunku 16** pokazano ustawienie fusebitów procesora.

Rafał Wasiak
fabian_wasiak@interia.pl

REKLAMA

MEDIA ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

Od stycznia br. zmieniliśmy sposób dostarczania Czytelnikom EP materiałów dodatkowych dołączonych do numeru.

1. Wejdź na stronę www.media.avt.pl
2. Zarejestruj się/zaloguj
3. Wybierz wydanie „Elektroniki Praktycznej”, które chcesz dodać do swojej biblioteki.
4. Odpowiedz na proste pytanie dotyczące bieżącego numeru.
5. Pobieraj pliki.

