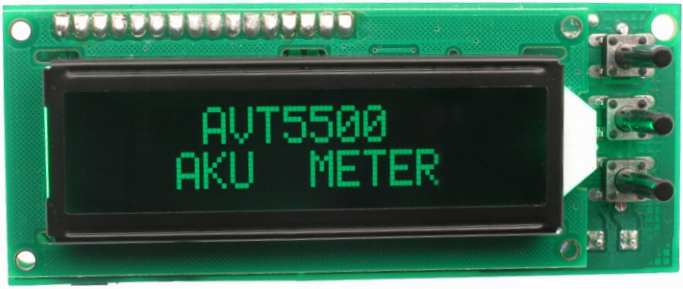
AVT 5500

Miernik pojemności akumulatorów

Urządzenia przenośne najczęściej czerpią energię z akumulatorów a te cechuje ograniczona żywotność. Każdy cykl rozładowania i ładowania małymi krokami przyczynia się do zużycia akumulatorka i po pewnym czasie zauważamy, ze „bateria słabiej trzyma". Prezentowane urządzenie pozwala zmierzyć wydolność energetyczną takiego akumulatora i określić jego zużycie. Przy jego pomocy można również zmierzyć pojemność nowego akumulatorka i zweryfikować wynik z parametrami zadeklarowanymi przez producenta. Modne ostatnio power-banki kuszą tysiącami miliamperogodzin, warto sprawdzić czy te niewielkie urządzenia rzeczywiście potrafią oddać tyle energii. Przy pomocy miernika zmierzymy również apetyt na energię, dowolnego urządzenia. Ciekawym doświadczeniem może okazać się pomiar procesu ładowania, pozwoli zmierzyć ile energii pochłonie akumulator - wyniki tego eksperymentu mogą zaskoczyć.



POZIOM TRUDNOŚCI MONTAŻU

Właściwości

- obliczanie pojemności źródła zasilania na podstawie pomiaru parametrów w czasie jego rozładowywania,
- pomiar napięcia stałego w zakresie 0...25V, z rozdzielczością 25mV,
- pomiar prądu stałego w zakresie 0...5A, z rozdzielczością 10mA,
- pomiar pojemności w zakresie do 100 Ah z rozdzielczością 1mAh,
- pomiar energii w zakresie do 100 Wh z rozdzielczością 1mWh,
- pomiar czasu w zakresie do 100 godzin,
- odpowiedni do prawie każdego rodzaju baterii, akumulatora czy power-banku,
- przesyłanie na bieżąco wszystkich parametrów poprzez interfejs USB,
- automatyczne rozpoczęcie pomiaru po dołączeniu badanego źródła zasilania,
- zakończenie pomiaru manualne lub automatyczne po przekroczeniu ustawionej wartości prądu, napięcia, czasu lub pojemności,
- automatyczne odłączenie badanego źródła zasilania po zakończeniu pomiaru,
- zasilanie 8...15VDC lub z USB, wymiary 96 × 40 × 36mm.

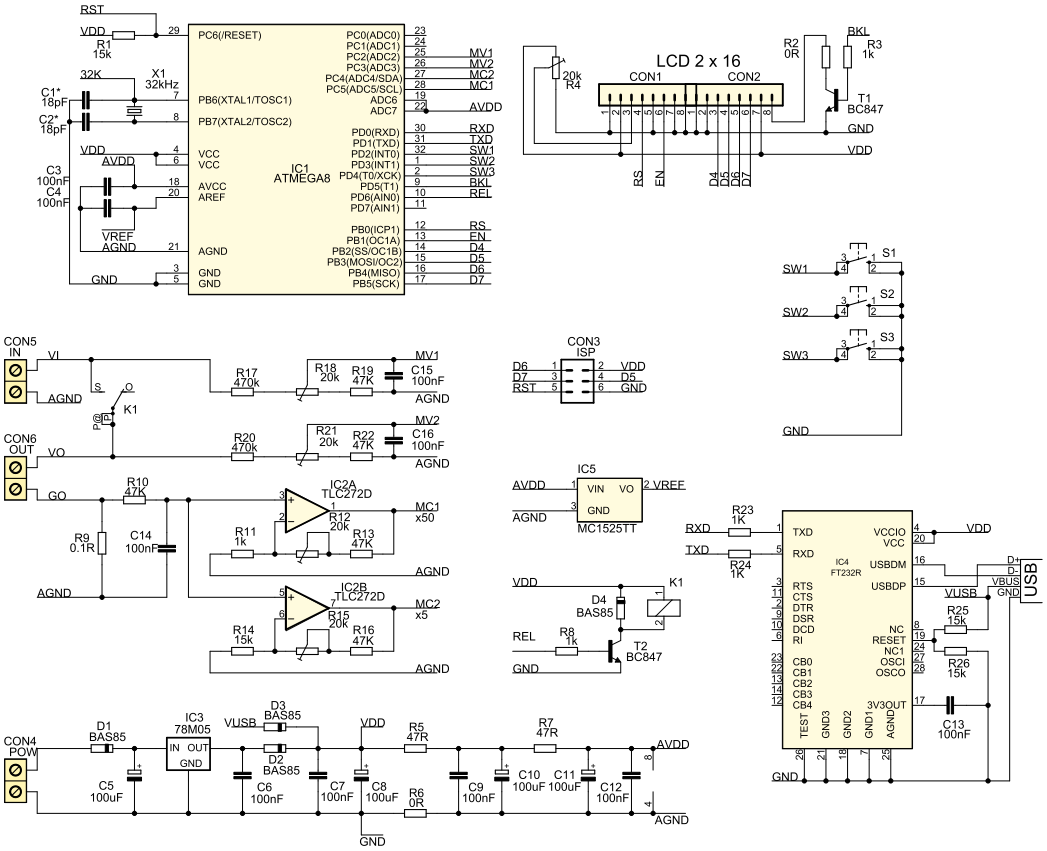
Opis układu

Pojemność akumulatora określa ile energii może oddać akumulator. Do wyznaczenia tego parametru należy zmierzyć jak długo akumulator jest w stanie zapewnić określone parametry prądowo-napięciowe. Zatem badanie wymaga przeprowadzenia jednego cyklu pracy akumulatora, nie wystarczy „przyłożyć miernika" żeby od razu pokazał wynik. W przypadku baterii, badanie jest oczywiście działaniem destrukcyjnym. Wynik badania pojemności zależy od wielu parametrów. Jeśli badanie ma weryfikować pojemność znamionową akumulatora dedykowanego do konkretnego urządzenia, to należy zapewnić warunki rozładowania takie jakie wywołuje urządzenie. Jeśli badanie dotyczy akumulatorka uniwersalnego to wynik należy traktować jako wartość dla określonych warunków pracy.

Pojemność akumulatora zależy przede wszystkim od prądu rozładowującego - w praktyce przy mniejszym prądzie rozładowania akumulator wykaże większą pojemność niż przy intensywnym rozładowywaniu dużym prądem. Dlatego badanie powinno być wykonywane przy prądzie rozładowującym zbliżonym do wartości z jaką akumulator będzie docelowo pracował. Prezentowany układ nie został wyposażony w moduł obciążenia regulowanego, obciążenie należy dołączyć do wyjścia układu. Najlepszym rozwiązaniem będzie dołączenie urządzenia, które docelowo ma być zasilane z akumulatora. Należy jednak pamiętać, że napięcie wyjściowe jest pomniejszone o spadek napięcia na rezystorze

pomiarowym. Przy niewielkich prądach spadek będzie niewielki, pomijalny, ale przy prądzie maksymalnym 5A spadek napięcia wyniesie aż 0.5V a to może spowodować nieprawidłową pracę docelowego urządzenia. W najprostszym wypadku do wyjścia należy dołączyć odpowiednio dobrany rezystor mocy lub żarówkę.
Prawidłowe wykonanie badania pojemności wymaga wykonania pełnego cyklu. Zatem przed rozpoczęciem badania akumulator musi być w pełni naładowany – tu nie ma wątpliwości, dedykowana ładowarka zapewni spełnienie tego warunku. Natomiast jak określić moment zakończenia badania? Powszechnie stosowaną metodą jest określenie napięcia końcowego, dla akumulatorów Ni-xx ok. 0,9V/ogniwo, dla akumulatorów Li-xx ok 3V/ogniwo itd., należy dokładnie sprawdzić w specyfikacji danego akumulatora. Prezentowany układ posiada funkcje automatycznego zakończenia badania, jedna z 5 opcji to określenie napięcia minimalnego. Gdy napięcie akumulatora spadnie to tego poziomu to badanie zostanie zakończone i akumulator odłączony od obciążenia. Inną opcją jest określenie prądu minimalnego – funkcja przydatna gdy do wyjścia dołączone jest urządzenie. Gdy akumulator rozładuje się do tego stopnia, że urządzenie nie będzie mogło działać i się wyłączy, spowoduje spadek wartości prądu i to będzie sygnał do zakończenia badania.

Schemat układu przedstawiony jest na **rysunku 1**, można w nim wyróżnić kilka bloków. Procesor stanowi blok sterujący, jest taktowny wewnętrznym generatorem 8MHz w miejsce rezonatora zastosowany został kwarc zegarkowy 32768Hz, który napędza jeden z układów czasowych mikrokontrolera – TIMER2. Służy on do precyzyjnego odmierzania czasu. Wyświetlacz i przyciski stanowią interfejs użytkownika, układ FT232R pełni rolę interfejsu USB. Przekaźnik K1 Pozostałe elementy tworzą cześć analogową. Układ IC3 wraz z kilkunastoma elementami biernymi tworzą nieco bardziej rozbudowany blok zasilania. Napięcie jest dokładnie filtrowane a masy cyfrowa i analogowa są oddzielone po to, by zapewnić jak najlepszą dokładność pomiarów. W tym celu zastosowane zostało również precyzyjne źródło napięcia odniesienia MCP1525. Wartości analogowe konwertuje na postać cyfrową 10 bitowy przetwornik zawarty w peryferiach mikrokontrolera. Pomiar napięć odbywa się za pośrednictwem dzielników napięcia z potencjometrami R18 i R21, jeden do napięcia wejściowego, drugi do wyjściowego. Pomiar prądu odbywa się poprzez pomiar spadku napięcia na rezystorze R9.

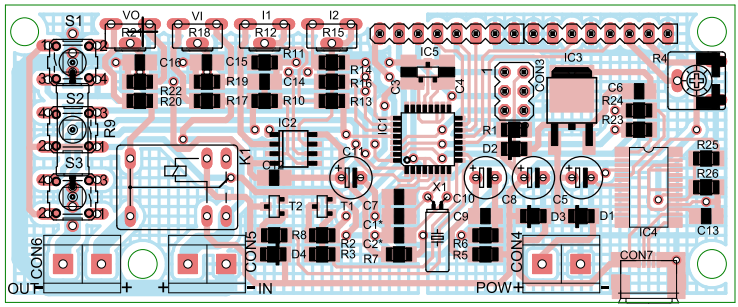


Rys. 1 Schemat ideowy

Ze względu na bardzo małą rezystancję, napięcia mają niewielką wartość, max 0,5V dlatego do przetwornika doprowadzane są za pośrednictwem dwóch wzmacniaczy napięciowych z układem TLC272 o wzmocnieniu 5 i 50. Zatem prąd mierzony jest w dwóch zakresach 0...0,5A i 0,5...5A, program odpowiednio steruje procesem stosując odpowiednie histerezy przy zmianie zakresów.

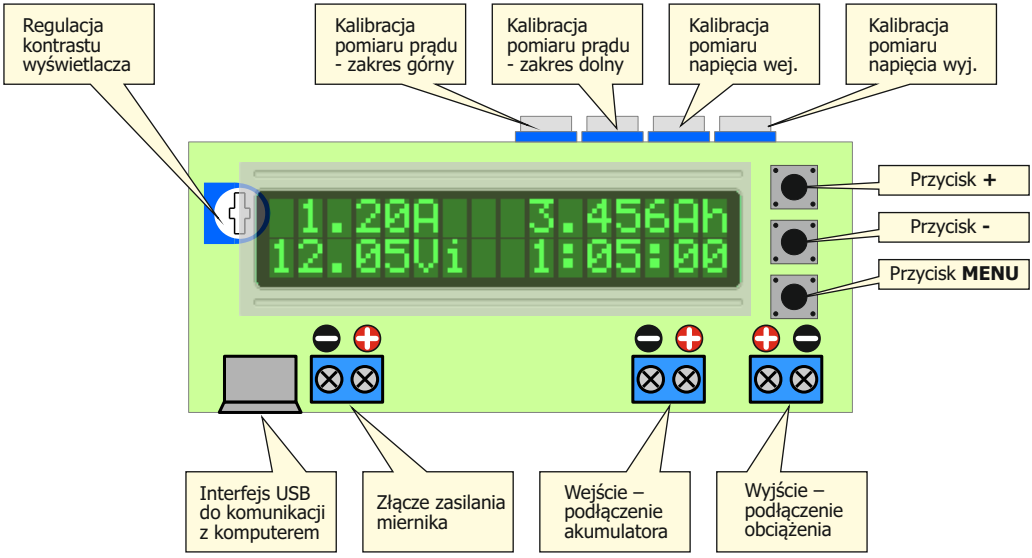
Montaż i uruchomienie

Płytka została zaprojektowana z zastosowaniem głównie techniki SMD, montaż należy wykonać według ogólnych zasad z zachowaniem precyzji i staranności. Przyciski należy zamontować po stronie bottom. Nie należy montować wyświetlacza, ponieważ zasłoni znaczą część płytki. Najpierw należy płytkę umyć, sprawdzić poprawność i dopiero wtedy zamontować wyświetlacz po stronie bottom ok 5mm nad płytką. Rozmieszczenie elementów widoczne jest na **rysunku 2.**



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

Po zmontowaniu należy dołączyć zasilanie układu i w pierwszej kolejności wyregulować kontrast wyświetlacza odpowiednim potencjometrem (**rysunek 3**). Układ może być zasilany poprzez złącze zasilania napięciem z przedziału 8...15V ok 0,2A lub poprzez złącze USB. W przypadku zasilania z USB może zajść potrzeba ponownej regulacji kontrastu wyświetlacza, ponieważ czasami w gniazdku USB znajdziemy trochę mniej niż 5V. Po wstępnym uruchomieniu należy przygotować zasilacz regulowany, multimetr i obciążenie np. żarówkę samochodową o mocy ok 20W i przeprowadzić kalibrację według opisu zamieszczonego w dalszej części instrukcji. Po tym zabiegu układ jest gotowy do pracy.



Rys. 3 Rozmieszczenie i funkcje wybranych elementów układu

Działanie i obsługa

Po podłączeniu zasilania pojawi się ekran powitalny a po nim okno główne (**rysunek 4**). W oknie głównym wyświetlane są podstawowe parametry: zmierzone napięcie, prąd, czas oraz obliczana na bieżąco wartość pojemności.

Rys. 4 Wygląd okna głównego.

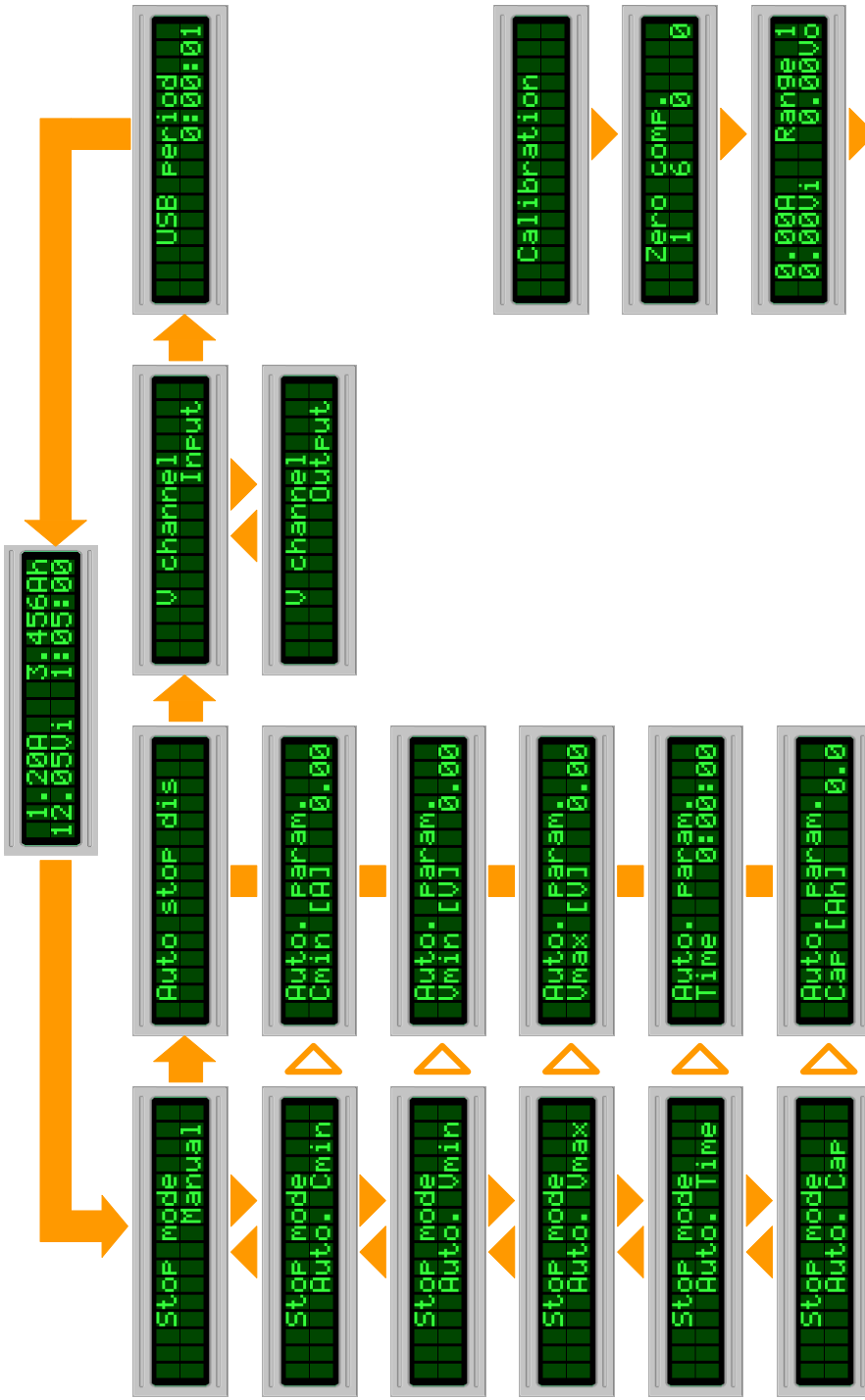
Wartości odświeżane są co sekundę ale rzeczywiste pomiary wykonywane są kilkadziesiąt razy częściej. Program wykonuje pomiary parametrów analogowych ok 30 razy w ciągu sekundy a następnie oblicza wartość średnią i tą przekazuje do dalszych obliczeń oraz prezentuje na wyświetlaczu. Oznaczenie „Vi" przy wartości napięcia oznacza, że mierzone, wskazywane oraz przekazywane do obliczeń, jest napięcie z wejścia układu. Jeśli będzie widniało znaczenie „Vo" to brane pod uwagę jest napięcie z wyjścia układu czyli uwzględniające spadek napięcia na rezystorze pomiarowym. Analogicznie dotyczy to napięciowego kryterium zakończenia badania.

Wskaźnik czasu określa na jakim etapie pracy jest układ. Jeśli czas zwiększa wartość, oznacza to, że układ jest w trakcie badania, jeśli wartość czasu nie zmienia się i wskazuje jakąś wartość, oznacza to, że badanie zostało zakończone, natomiast jeśli czas wskazuje wartość zerową to układ jest gotowy do rozpoczęcia badania. Badanie można rozpocząć przyciskając przycisk „plus" gdy wyświetlane jest okno główne, alternatywnie badanie zostanie rozpoczęte automatycznie gdy na złączu wejściowym pojawi się napięcie minimum 0,5V. Rozpoczęcie badania powoduje załączenie przekaźnika i połączenie wejścia i wyjścia układu. Zakończenie badania można wymusić przytrzymując przycisk „menu" przez ok 3s lub może nastąpić automatycznie jeśli taka funkcja została ustawiona. Po automatycznym zakończeniu podświetlenie wyświetlacza zacznie migać, sygnalizując gotowość układu, przyciśniecie dowolnego przycisku zatrzyma ten efekt. Na tym etapie, w oknie głównym wyświetlany jest wynik badania – wartość pojemności, aby przygotować układ do kolejnego badania należy przytrzymać przycisk „menu" przez ok 3s – wyniki zostaną wyzerowane.

Struktura menu zawiera cztery okna – cztery parametry oraz okno główne, przełączanie do kolejnego okna następuje po naciśnięciu przycisku „menu", zmiana wartości parametru wykonywana jest przy pomocy przycisków „plus" i „minus" zgodnie z **rysunkiem 5**.

W pierwszym oknie menu wybierana jest metoda zakończenia badania „Stop mode", w kolejności jak na **rysunku 5** do wyboru są opcje: **1** – manualna, **2** - minimalnej wartości prądu, **3** - minimalnego napięcia, **4** - maksymalnego napięcia, **5** - określonego czasu, **6** - określonej pojemności. W przypadku opcji 1 zatrzymanie badania nastąpi dopiero po przytrzymaniu przycisku „menu". Opcje 2 można zastosować gdy do wyjścia układu dołączone jest urządzenie i po rozładowaniu akumulatora urządzenie się wyłączy – prąd spadnie poniżej ustawionej wartości i układ zakończy badanie. Opcja 3 będzie najlepsza przy rozładowywaniu przy pomocy żarówki lub rezystora, akumulator zostanie rozładowany do ustawionego napięcia a następnie badanie zostanie zakończone a akumulator odłączony od obciążenia. Opcja 4 będzie przydatna przy badaniu procesu ładowania, układ rozłączy akumulator gdy ten osiągnie ustawione napięcie maksymalne. Opcja 5 pozwala zbadać zapotrzebowanie na energię. Jeśli spróbujemy oszacować zapotrzebowanie energetyczne prostego odbiornika np. żarówki to wystarczy zmierzyć chwilowy pobór prądu i resztę łatwo policzyć. Sprawa się komplikuje gdy zachodzi potrzeba zbadania bardziej złożonego urządzenia elektronicznego. Jego pobór prądu nie ma stałej wartości, normalnie jest w stanie uśpienia a co jakiś czas wybudza się i pobiera energię zależną od wykonywanego akurat zadania. Ustawiając opcję 5 można zbadać ile mAh zużyje takie urządzenie np. w ciągu jednej godziny. Taka informacja pozwoli policzyć jaki akumulatorek należy zastosować aby urządzenie pracowało np. 24 godziny. Podobnie zastosowanie ma opcja 6 – pozwala określić jak długo podziała urządzenie gdy otrzyma do dyspozycji określoną pojemność np. 500mAh.

W drugim oknie wyświetlana jest wartość parametru „Auto. param." wybranego w poprzednim oknie. Przyciskami „plus" i „minus" można zmienić wartość parametru, wartość prądu zmienia się ze skokiem 10 mA, wartości napięcia ze skokiem 100 mV, czas ze skokiem 10 minut a pojemność ze skokiem 100 mAh. W przypadku opcji sterowania manualnego wyświetlana jest wartość „Auto stop dis" co znaczy, ze wyłączona jest funkcja automatycznego zakończenia badania.



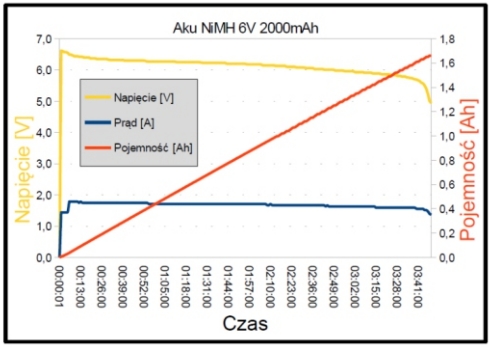
Rys. 5 Struktura menu

Trzecie okno pozwala ustawić, które napięcie ma być mierzone i przekazywane do obliczeń. Ustawienie „Input" wybiera pomiar na zaciskach wejściowych, Ustawienie „Output", na zaciskach wyjściowych. Napięcie na wyjściu układu jest pomniejszone w stosunku do napięcia na wejściu o spadek na rezystorze pomiarowym. Rezystor włączony jest w ujemnej gałęzi zasilania więc na wyjściu jest „inna" masa niż na wejściu. Układ jest tak zbudowany, że procesor mierzy napięcie wyjściowe względem masy głównej czyli masy na wejściu a następnie odejmuje obliczoną na podstawie prądu i rezystancji, wartość spadku napięcia na rezystorze pomiarowym. Gdy wykonywane jest badanie pojemności akumulatora to należy ustawić pomiar napięcia wejściowego, gdy badany jest proces ładowania lub pomiar mocy odbiornika to należy ustawić napięcie wyjściowe.

Czwarte okno menu „USB period" pozwala ustawić co jaki czas układ ma wysyłać dane interfejsem USB. Możliwy zakres to 1...255 sekund ze skokiem 1s. Wartość należy dobrać z rozmysłem, ponieważ zwykle badanie będzie trwało kilka godzin a zbyt duża ilość danych będzie trudna w obróbce. Poza tym układ wyśle podsumowanie – ostatnia ramkę, w momencie automatycznego zakończenia badania, niezależnie od ustawionego czasu wysyłania. Układ dołączony do komputera, zostanie zainstalowany jako wirtualny port szeregowy i przy pomocy dowolnego programu typu terminal np. BrayTerminal można odczytywać dane. Parametry komunikacji to: 19200, 8, none, 1. Każda ramka rozpoczyna się nową linią a następnie znakiem gwiazdki „*", potem wypisane są kolejno: czas [gg:mm:ss], pojemność [Ah], energia [Wh], moc [W], napiecie [V] i prad [A], każda wartość zakończona jest średnikiem. Pojedyncza ramka ma następującą postać:

```
* 0:00:01; 0.000Ah; 0.000Wh; 0.000W ;  0.00Vo;  0.00A;
```

Program BrayTerminal posiada również funkcję zapisu do pliku „Log to file". Zapisane dane można łatwo zaimportować do arkusza kalkulacyjnego i wykreślić charakterystyki parametrów, na **rysunku 6** przedstawiony jest przykładowy wykres. Badaniu poddany został całkiem nowy akumulator 2000mAh.



Rys. 5 Przykładowa charakterystyka

Kalibracja

Na **rysunku 5** widoczne jest jeszcze jedno okno z parametrami, oznaczone „Calibration". Jest to okno służące do kalibracji układu i nie da się do niego wejść z poziomu menu. **Aby uruchomić proces kalibracji należy przed dołączeniem zasilania do układu, nacisnąć przycisk menu a następnie trzymając wciśnięty, podłączyć zasilanie.** Po kilku sekundach pojawi się owo okno, wtedy można zwolnić przycisk menu.

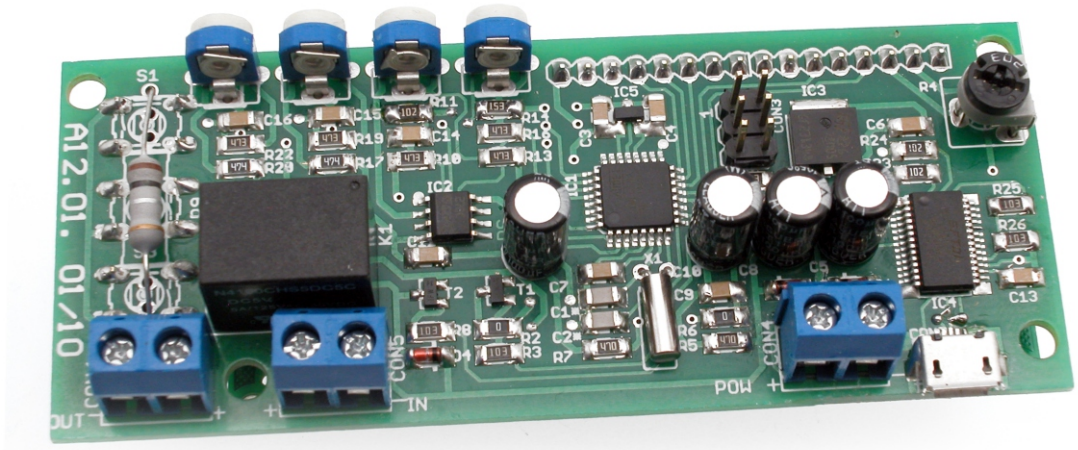
Pierwszy etap kalibracji polega na ustawieniu współczynników kompensacji zera czyli zapamiętaniu poziomów napięć (wyników konwersji przetwornika ADC) na wejściach bez dołączonego napięcia. W tym celu należy pozostawić zaciski wejściowe i wyjściowe niepodłączone i nacisnąć krótko przycisk „plus", pojawi się okno zatytułowane „Zero comp.". Cztery wartości określają poziomy kompensacji dla czterech kanałów analogowych, które wykorzystuje układ – pomiar prądu górny zakres, pomiar prądu dolny zakres, napięcie wejściowe i napięcie wyjściowe. Wartości pierwsza, trzecia i czwarta nie powinny przekraczać 3 punktów, wartość druga nie powinna przekraczać 40..50 punktów. Po naciśnięciu przycisku „plus" układ zapamięta i zastosuje nowe ustawienia.

Kolejne okno, które się pojawi ułatwia sprzętowe wyregulowanie torów analogowych. Najpierw należy dołączyć do wejścia układu zasilacz regulowany i multimetr nastawiony na pomiar napięcia stałego. Należy ustawić napięcie z przedziału 10...15V i odpowiednimi potencjometrami (**rysunek 3**) ustawić właściwe wskazania napięcia wejściowego i wyjściowego. Następnie należy dołączyć do wyjścia obciążenie i multimetr nastawiony na pomiar prądu stałego.

Regulując napięciem zasilacza należy ustawić prąd ok 1...1,5A i potencjometrem zakresu górnego ustawić właściwe wskazanie wartości prądu na wyświetlaczu. Następnie należy ustawić prąd ok 0,25A i potencjometrem zakresu dolnego ustawić właściwe wskazanie wartości prądu na wyświetlaczu. Po naciśnięciu przycisku „plus" kalibracja powróci to pierwszego etapu, po naciśnięciu „menu" kalibracja zostanie zakończona a ustawienia zapamiętane.

Wykaz elementów

Rezystory:
R1, R14, R25, R26: .....15kΩ SMD
R2, R6: .....0RΩ SMD
R5, R7: .....47RΩ SMD
R3, R8, R11, R23, R24:.....1kΩ SMD
R4: .....potencjometr 20kΩ poziomy
R9: 0.1R 3W
R10, R13, R16, R19, R22:.....47kΩ SMD
R12, R15, R18, R20:.....potencjometr 20kΩ pionowy
R17, R20: .....470kΩ SMD
Kondensatory:
C1, C2:.....18pF SMD
C3, C4, C6, C7, C9, C12, C13 C14, C15, C16:.....100nF SMD
C5, C8, C10, C11:.....100uF/25V
Półprzewodniki:
D1, D2, D3, D4 .....BAS85
T1, T2 .....BC847
X1 .....kwarc 32kHz
IC1 .....ATmega8 SMD
IC2 .....TLC272
IC3 .....78M05
IC4 .....FT232R
IC5 .....MCP1525-2.5V
CON1, CON2 .....LCD 2x16
Pozostałe:
K1 .....przekaźnik HM4100 5V
S1, S2, S3.....mikroswitch
CON3.....GOLDPIN 2x3
CON7.....micro USB
CON4, CON5, CON6 .....ARK2/500



AVT Korporacja sp. z o.o.

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA 06/2015

ul. Leszczynowa 11
03-197 Warszawa
tel.: 22 257 84 50
fax: 22 257 84 55
www.sklep.avt.pl

Dział pomocy technicznej:
tel.: 22 257 84 58
serwis@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 Korporacja zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian bez uprzedniego powiadamiania.
Montaż i podłączenie urządzenia niezgodny z instrukcją, samowolna zmiana części składowych oraz jakiekolwiek 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 jakiekolwiek szkody powstałe bezpośrednio lub pośrednio w wyniku użycia lub nieprawidłowego działania produktu.