

Tester zasilania

Do czego to służy?

Idea stworzenia testera zasilania powstała podczas pracy nad sterownikiem zawierającym zegar RTC. Konieczne było sprawdzenie, czy funkcjonuje on prawidłowo przy zaniku zasilania. Co więcej, wykorzystana wtedy magistrala I²C jest podatna na błędy, gdyż przerwanie transmisji w połowie (np. na skutek odłączenia zasilania) może sprawić, że kolejne odczyty godziny nie będą prawidłowe. Potrzebowałem wtedy możliwości zmęczenia testowania urządzenia (przez kilka godzin), polegającego na włączaniu i wyłączaniu go w losowych odstępach czasu. Z oczywistych względów nie miałem zamiaru siedzieć przy biurku parę godzin i zajmować się wsadzaniem oraz wyciąganiem wtyczki zasilania. Stworzyłem wtedy bardzo prostą wersję testera, który „losował czas”. Zadanie 167 postawione w Szkole Konstruktorów z EdW 6/2010 było dobrą okazją do dodania nowych funkcji, narysowania schematu i zaprojektowania płytki drukowanej. Tester może także pracować jako bardzo prosty generator przebiegu ustawionego przez użytkownika.

Urządzenie ma trzy tryby pracy: zasilanie na wyjściu może być włączone na stałe, włączać się i wyłączać co określony czas lub pracować (pseudo)losowo. Potencjometr pozwala regulować napięcie wyjściowe, więc urządzenie może pracować jako prosty, stabilizowany zasilacz impulsowy.

Oprogramowanie sterujące pracą urządzenia zostało napisane w języku C++ (AVR Studio + GCC WinAVR). Kod źródłowy i plik wynikowy zostały udostępnione w Elportalu.

Jak to działa?

Schemat urządzenia został przedstawiony na **rysunku 1**. W bloku zasilania pracują dwie przetwornice impulsowe. R103 i R104 stanowią zabezpieczenie nadprądowe, wyznaczają maksymalny pobór prądu przez obciążenie. Po jego przekroczeniu nastąpi odcięcie zasilania. Prąd ten jest w przybliżeniu równy $0,3V/x$, gdzie x to wypadkowa rezystancja. Mostek prostowniczy i kondensator C101 umożliwiają zasilanie także napięciem przemiennym lub niestabilizowanym. U201

to przetwornica „użytkownika” o napięciu wyznaczonym przez R201, R202. Dla realizacji założonych funkcji testera dodany został tranzystor T201, który umożliwia odcinanie napięcia wyjściowego. Bardziej intuicyjne byłoby zastosowanie tranzystora typu P, ale wtedy byłyby problemy z jego sterowaniem – wybrałem więc najprostsze wyjście.

Rezystory R207, R208 są dzielnikiem napięcia wyjściowego do poziomu akceptowanego przez przetwornik ADC.

Dwa stabilizatory są niezbędne, gdyż regulowane napięcie nie może zasilac części cyfrowej. Rozważyłem zastosowanie liniowego stabilizatora 7805, ale ze względu na znaczący prąd pobierany przez podświetlenie wyświetlacza i spodziewane napięcie zasilania dochodzące do 30V uznałem, że straty byłyby nieakceptowalnie duże. Ostatecznie zdecydowałem, że najlepszym wyjściem będzie drugi, niezależny stabilizator impulsowy.

Urządzenie zostało wyposażone w wyświetlacz LCD 2x16. Tranzystor T301 został przeznaczony do sterowania podświetleniem, które jest automatycznie odłączane, gdy użytkownik nic nie robi przez dłuższy czas. Pracą urządzenia steruje mikrokontroler ATmega88. Uznałem, że czas powinien być odmierzany możliwie dokładnie, co przełożyło się na zastosowanie rezonatora kwarcowego, a nie wewnętrznego obwodu taktującego RC. Elementy ZW1 0R, ZW2 0R, itd. są zworkami w obudowie 1206. Dzięki temu można dokonać automatycznej weryfikacji zgodności schematu z zaprojektowanym obwodem drukowanym.

Montaż i uruchomienie

Urządzenie zostało przystosowane do montażu w obudowie KM-75. Zamiast typowych mikroswitczy warto wykorzystać przyciski z gwintowanym korpusem, można wtedy włożyć je do wywierconych otworów i przykręcić nakrętkami – liczba pojedyncza jest nielogiczna, trzy przyciski do jednego otworu? Raczej nie :), co znaczą-

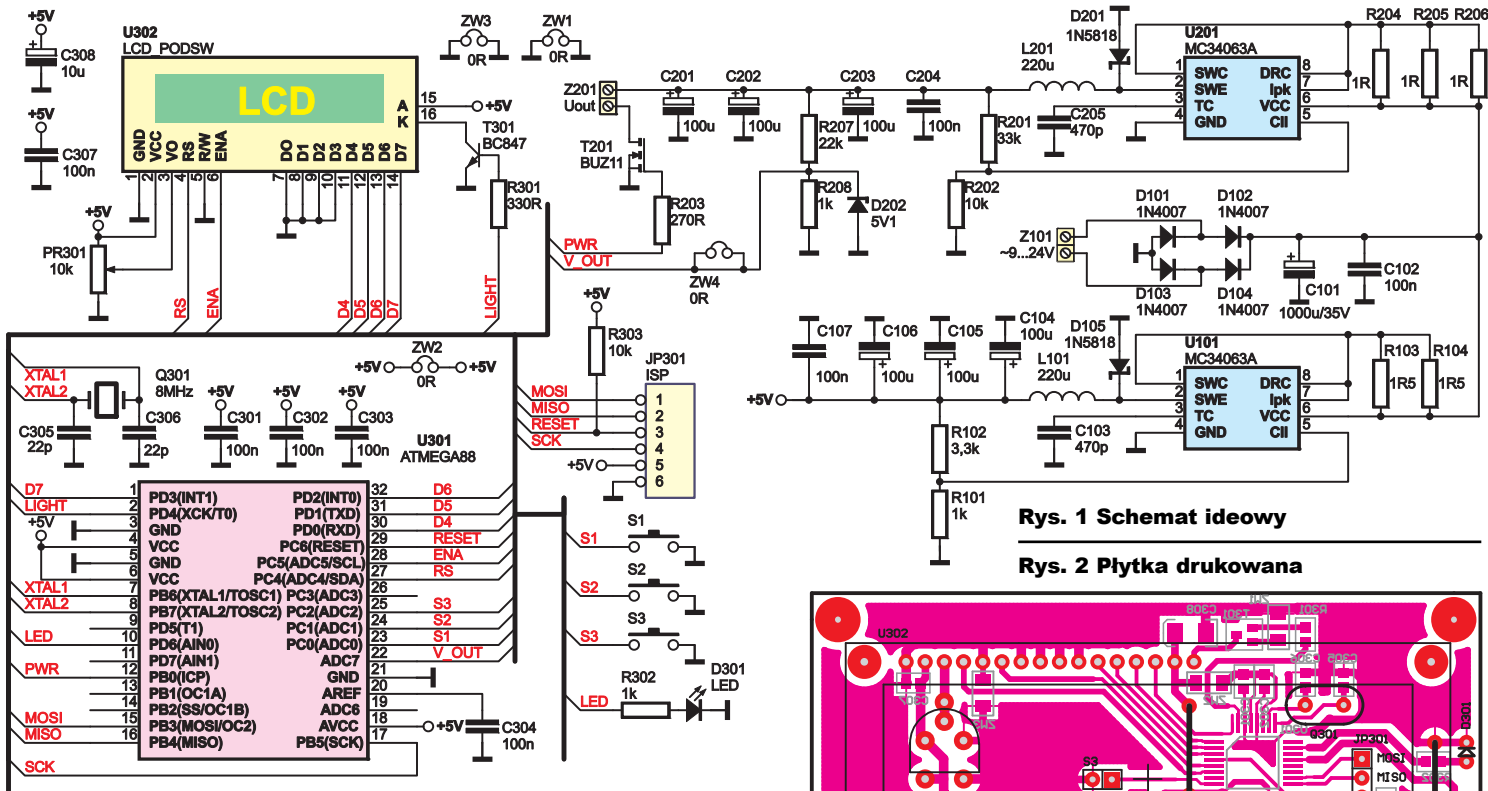
co upraszcza montaż. Do diody LED warto zastosować oprawkę. Zarówno zasilacz, jak i napięcie wyjściowe są dołączone do złączy śrubowych.

Rysunek 2 ilustruje płytkę drukowaną. Lutowanie warto rozpocząć od elementów SMD, następnie wlutować najmniejsze podzespoły w przewlekanych obudowach (zworki, diody) i zostawić największe na koniec. Wyświetlacz LCD został przymocowany do płytki drukowanej przy pomocy plastikowych tulejek dystansowych bez wewnętrznego gwintu i długich śrub 2,5mm lub ostatecznie 3mm. Otwory w płytce pasują do występów-tulejek w obudowie KM-75. Należy jednak **UWAŻAĆ**, aby nie dociskać zbyt mocno płytki drukowanej śrubami ani pokrywką, w moim przypadku skończyło się to uszkodzeniem większej cewki (jest minimalnie większa niż wysokość tulejek) i mikrokontrolera, najprawdopodobniej na skutek powstałego w ten sposób zwarcia.

Przed rozpoczęciem pracy należy wgrać oprogramowanie ściągnięte z Elportalu. Należy ustawić również fusebits zgodnie z **rysunkiem 3**. Do programowania procesora przewidziano interfejs ISP - JP301

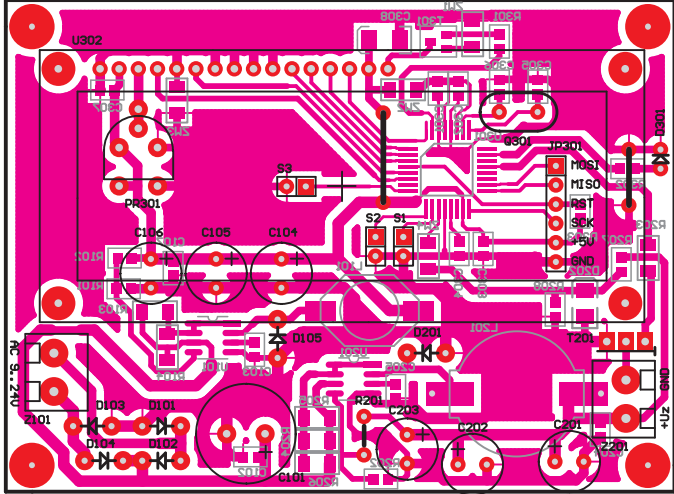
Napięcie wyjściowe przetwornicy można regulować dostępnym z zewnątrz potencjometrem, dolutowanym za pomocą przewodów w miejsce rezystora R201. W modelu użyty został potencjometr logarytmiczny 100k Ω , dzięki czemu regulacja w zakresie niskich napięć jest dokładniejsza. Potencjometr 220k Ω pozwoli uzyskać napięcia wyjściowe do 25V, jeżeli napięcie zasilające będzie wynosiło 30V DC.





Rys. 1 Schemat ideowy

Rys. 2 Płytką drukowaną



Obsługa urządzenia

Urządzenie może być zasilane napięciem zmiennym lub stałym z zakresu od około 9V do 24V (stałym nawet ponad 30V). Maksymalne napięcie Uout na wyjściu Z201 jest uzależnione od napięcia wejściowego. Aby np. otrzymać maksymalne napięcie na wyjściu wynoszące 13,5V, konieczne jest zasilenie układu napięciem około 18V DC lub wyższym.

Podświetlenie wyświetlacza jest wyłączane automatycznie, jeżeli użytkownik nie wykona żadnej czynności przez około 1,5 minuty.

W pierwszej linii LCD wyświetlane są komunikaty urządzenia, zależne od stanu jego pracy (ustawiane czasy, napięcie wyjściowe, etc.), natomiast druga linia stanowi opis klawiatury. Po włączeniu zasilania domyślnie pokazywane jest napięcie wyjściowe urządzenia ustawione potencjometrem. W drugiej linii pokazuje się napis „USTAW TEST ON”. Przyciski mają następujące funkcje:

- S3 – pozwala skonfigurować urządzenie,
- S2 – rozpoczyna testowanie,
- S1 – włącza napięcie na wyjściu, w tym trybie tester pracuje jak zwykły zasilacz.

Urządzenie zawiera prosty mechanizm bezpieczeństwa: jeżeli napięcie wyjściowe ulegnie zmianie o więcej niż 500mV, podczas gdy zasilanie jest włączone, to nastąpi jego automatyczne wyłączenie. Funkcja ta ma zapobiegać uszkodzeniu dołączonego urządzenia wskutek przypadkowego poruszenia gałką potencjometru.

Wykorzystanie układu w roli zasilacza wymaga jedynie naciśnięcia przycisku S1, który włącza i wyłącza napięcie wyjściowe, co sygnalizują napisy ON oraz PWR OFF.

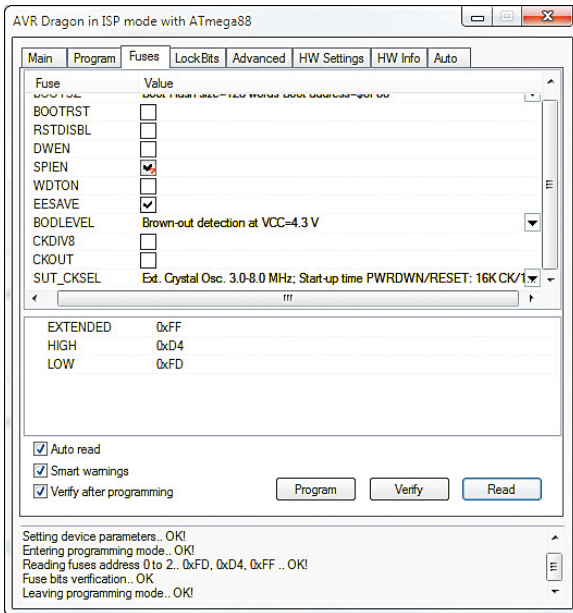
Napięcie na wyjściu może być włączane i wyłączane w sposób okresowy bądź pseudolosowy. Konfiguracja odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku USTAW (S3), co spowoduje wyświetlenie kolejnego menu. Można w nim wybrać przyciskiem Nast. (S3) sygnał: losowy bądź okresowy. Wybór akceptuje się przyciskiem OK (S1). W zależności od wybranego trybu program poprosi o podanie dwóch lub czterech parametrów z podanych poniżej:

- **TON** – czas, przez jaki zasilanie na wyjściu jest włączone (sygnał okresowy),
- **TOFF** – czas, przez jaki zasilanie na wyjściu jest wyłączone (sygnał okresowy),
- **TONmin** i **TONmax** – przedział czasu, z jakiego ma być losowany czas podawania zasilania na wyjście (sygnał losowy),
- **TOFFmin** i **TOFFmax** – przedział czasu, z jakiego ma być losowany czas wyłączenia zasilania (sygnał losowy).

W pierwszej linii wyświetlana jest nazwa konfigurowanego parametru oraz jego wartość. Wartość ta może być zwiększana przyciskiem S3 o krok odpowiadający temu, co jest wyświetlane nad przyciskiem. Krok może być zmieniony za pomocą S2 na jedną z następujących wartości: 1ms, 10ms, 100ms, 1s bądź 20s. Nie ma możliwości zmniejszenia ustawianej wartości, gdyż zabrakło przycisków dla tej funkcji. W przypadku pomyłki należy przełączyć się na zakres +20s (bo tak będzie najszybciej) i nacisnąć S3 do chwili przekroczenia zakresu który wynosi 299s i 999ms. Spowoduje to

wyzerowanie parametru i będzie można go ustawić jeszcze raz. Warto zauważyć, że parametry **TOFFmax** i **TONmax** nie zawsze są zerowane, gdyż po przekroczeniu zakresu, nadawana jest im wartość odpowiadająca wartościom, odpowiednio, **TOFFmin** i **TONmin**. Ma to na celu zapobiec sytuacji, w której zostanie ustawiony zły przedział. Nie może być tak, że czas będzie losowany z przedziału 20...1s, gdyż jest to nielogiczne. Czas musi być losowany z przedziału 1...20s. Dzięki takiemu podejściu ustawienie np. **TONmin** na 10s spowoduje, że czas **TONmax** nie może być mniejszy niż 10s.

Ustawioną wartość zatwierdza się przyciskiem OK (S1). Spowoduje to przejście do konfiguracji następnego parametru lub wyświetlony zostanie komunikat *Zapisano*, jeżeli konfigurowany parametr był ostatnim. Po potwierdzeniu przyciskiem OK (S1) nastąpi powrót do menu głównego. Po naciśnięciu przycisku TEST (S2) rozpocznie się testowanie sygnałem okresowym bądź losowym zgodnie z tym, co zostało ustawione. Testowanie spowoduje wyświetlenie w pierwszej linii czasu, jaki pozostał do zmiany stanu wyjścia (włączenia bądź wyłączenia zasilania). W drugiej linii pojawia się wyra-



Rys. 3

zenie *Test...*, które akurat w tym przypadku nie jest przypisane do przycisku – naciśnięcie S3 nie spowoduje żadnej reakcji. Przerwać testowanie można poprzez naciśnięcie *STOP* (S1) bądź zmianę napięcia potencjometrem o więcej niż 500mV.

Oprogramowanie jest tak napisane, że po wejściu do menu ustawień i bezczynności trwającej około półtorej minuty nastąpi automatyczny powrót do głównego ekranu.

Dioda LED D301 sygnalizuje, kiedy napięcie jest obecne na wyjściu, jeżeli będzie włączony test, to będzie ona migać adekwatnie do ustawionych okresów włączenia i wyłączenia zasilania.

Możliwości zmian

W pliku *devlib.h* znajdują się parametry definiujące pracę urządzenia. Zmiana ich wartości umożliwi dostosowanie urządzenia do własnych potrzeb. Najważniejsze z nich

to (w nawiasie podano wartości domyślne):

- `TESTMODULE_TIMER_INIT_VALUE` (131) – jest to wartość ładowana do licznika T0 w każdym przerwaniu, dzięki czemu można określić częstotliwość jego zgłaszania, wyznacza się ją jako $256 \cdot (F_{CPU} / \text{preskaler} / 1000)$, po przekształceniu wzoru i podstawieniu wartości domyślnej można stwierdzić, że odpowiada ona jednej milisekundzie; preskaler wynosi 64, gdyż tak jest skonfigurowany licznik,
- `VOUT_MEAN_SAMPLE_NUMBER` (4) – określa z ilu próbek wyliczać wartość napięcia wyjściowego, większa liczba próbek wpływa na dokładność, ale wynik pomiaru jest rzadziej aktualizowany, wpisanie jedynek spowoduje, że wynik będzie szybko przeskakiwać, co zmniejszy jego czytelność,
- `VOUT_R207` (22000) – wartość rezystora R207 w omach,
- `VOUT_R208` (1000) – wartość rezystora R208 w omach,
- `VOUT_UREF` (1100) – napięcie referencyjne przetwornika ADC, jest ono wytwarzane przez wewnętrzne źródło procesora, zmieniając jego wartość, można dokonać kalibracji ADC i zwiększyć dokładność pomiarów,
- `VOUT_DELTA_LCD_ON` (500) – względna zmiana napięcie w mV, która spowoduje włączenie podświetlenia LCD oraz odłączy zasilanie od wyjścia,
- `KEYBOARD_TIMEOUT` (1600) – jest to wartość decydująca o czasie dopuszczalnej bezczynności, im stała ta jest większa, tym dłuższy czas może upływać pomiędzy kolejnymi naciśnięciami przycisku, w przy-

bliżeniu czas bezczynności wynosi $\text{KEYBOARD_TIMEOUT} \cdot 65\text{ms}$.

Zmiana któregośkolwiek z parametrów będzie wymagała rekompilacji kodu źródłowego i prze-programowania mikrokontrolera.

Zastosowane rezystory R207 i R208 umożliwiają pomiar napięcia do około 25V, co powinno zapewnić wymagany zakres nawet po zastosowaniu potencjometru o oporności 220kΩ.

Jakub Borzdyński
jakub.borzdyński@
elportal.pl

Wykaz elementów

Rezystory	C308..... 10μF tantalowy smd
R101,R208,R302	1kΩ 0805
R102.....	3,3kΩ 0805
R103,R104.....	1,5Ω 1206
R201.....	33kΩ
R202,R303.....	10kΩ 0805
R203.....	270Ω 1206
R204-R206.....	1Ω 1206
R207.....	22kΩ 0805
R301.....	330Ω 0805
PR301.....	10kΩ PR
Kondensatory	Pozostałe
C101.....	1000μF/35V
C102,C107, C204,C301-C304,C307.....	100nF 0805
C103,C205.....	470pF 0805
C104-C106,C201-C203.....	100μF
C305,C306.....	22pF 0805
	JP301..... .ISP sip-6
	L101..... 220μH DL22-330
	L201..... 220μH DL50-220
	Q301..... 8MHz
	Z101,Z201..... .ARK2
	ZW1-ZW4..... .0Ω 1206
	D101-D104..... .1N4007
	D105,D201..... .1N5818
	D202..... .5V1
	D301..... .LED
	T201..... .BUZ11
	T301..... .BC847
	U101,U201..... .MC34063A S08
	U301..... .ATmega88
	U302..... .LCD_HD44780

Płytką drukowaną jest dostępna
w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2953.