



Multizasilacz

Podstawowym przyrządem niezbędnym w pracowni elektronika konstruktora jest zasilacz. Przyrząd opisywany w artykule wytwarza kilkanaście najbardziej popularnych napięć zasilających, w tym jedno regulowane. Dużą zaletą zasilacza jest galwaniczne oddzielenie większości napięć od siebie oraz kontrola i wyświetlanie faktycznego napięcia na zaciskach wyjściowych. Ponadto, otrzymujemy informacje o poborze prądu na poszczególnych wyjściach. W razie przekroczenia określonych parametrów włącza się sygnał ostrzegawczy.

Rekomendacje: uniwersalny zasilacz, który przyda się przy uruchamianiu lub konstruowaniu urządzeń zasilanych energią elektryczną.

Zasilacz może być przydatny podczas uruchamiania różnych urządzeń, na przykład, wstępnego uruchamiania końcówek mocy audio (prąd ograniczony do 1 czy 1,5 A zmniejsza ryzyko uszkodzenia w razie błędów montażowego lub konstrukcyjnego). Przyda się także przy uruchamianiu/kontroli zasilaczy (np. po wymianie uszkodzonego stabilizatora), dzięki możliwości płynnego zwiększania napięcia (0...40 V) oraz monitorowania pobieranego prądu.

Zasilacz składa się z trzech zasadniczych modułów i można zmontować go w trzech wersjach:

- Moduł zasilaczy i panelu czołowego.
- Moduł kontrolno-pomiarowy z wyświetlaczem LCD.

- Dodatkowy moduł pomiarowy i komunikacyjny.

Zasilacz dostarcza trzech grup napięć odizolowanych galwanicznie:

1. ± 5 V/3A, +3,3 V/1A, $\pm 6/8/9$ V/1,5 A.
2. $\pm 10/12/15$ V/1,5 A.
3. 24 V/1 A, 0...40 V/1,5 A.

Wyjścia napięciowe odizolowane galwanicznie można ze sobą łączyć, aby uzyskać inne wartości napięcia. Na przykład, bez napięcia +24 V można uzyskać:

- $\pm 3,3$ V (+3,3 V i regulowane).
- ± 30 V (zaciski -15 V i +15 V jeden biegun, drugi biegun napięcie regulowane ustawione na 30 V).

- ± 40 V (zaciski -5 V i +5 V oraz szeregowo -15 V i +15 V jeden biegun, drugi biegun napięcie regulowane ustawione na 40 V).

Budowa

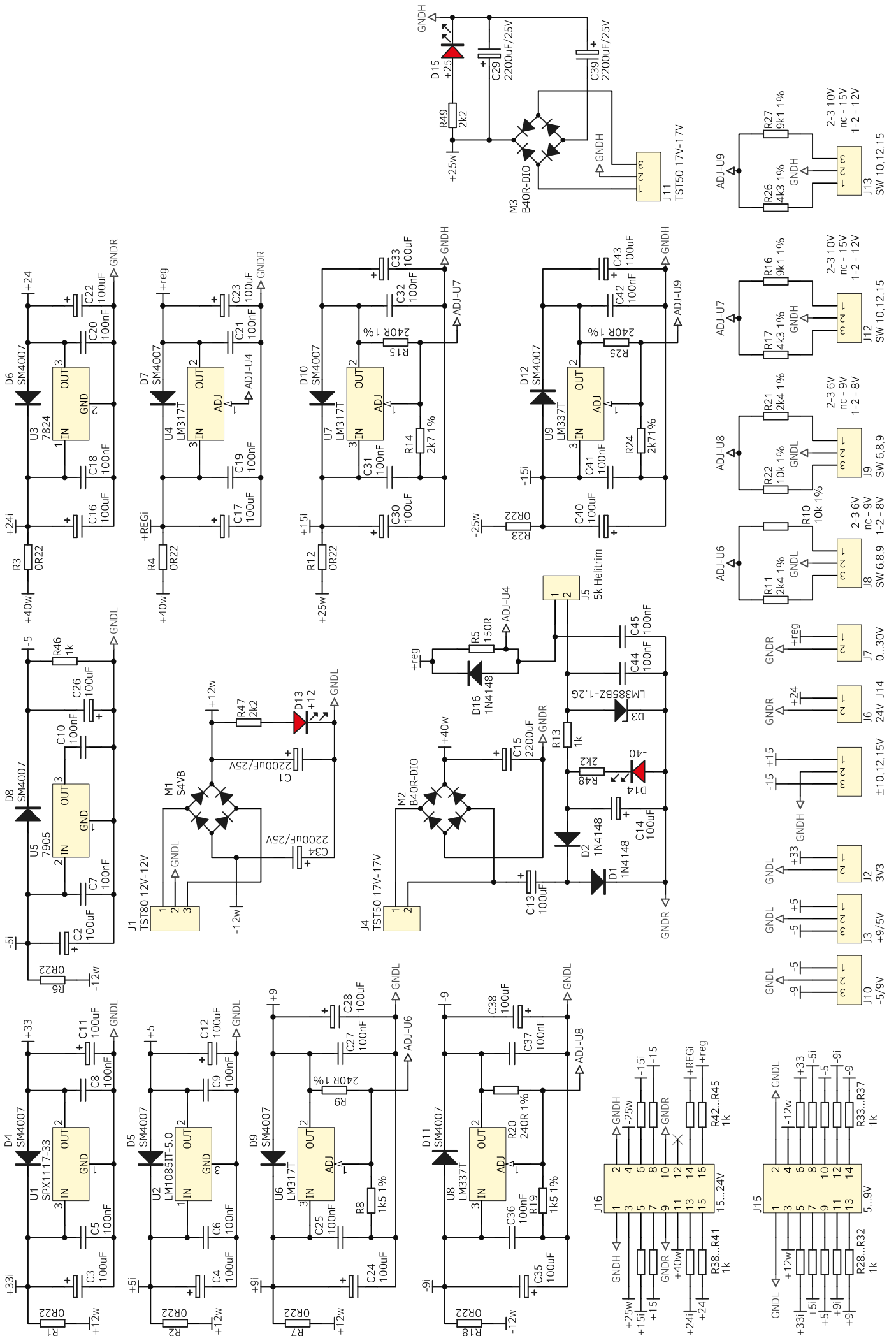
Schemat ideowy zasilacza pokazano na rysunku 1. Wykonano go w typowy, „analogowy” sposób, wykorzystując transformatory, mostki prostownicze, kondensatory filtrujące i układy scalonych stabilizatorów napięcia. Są to popularne stabilizatory napięcia dodatniego lub ujemnego, zarówno o regulowanym, jak i o stałym napięciu wyjściowym. Stabilizatory zabezpieczono diodami likwidującymi skutki wystąpienia napięcia wyjściowego wyższego niż wejściowe.

Stabilizator napięcie regulowanego zabezpieczono dodatkową diodą D26. Podobne zabezpieczenie powinno być zastosowane dla pozostałych stabilizatorów z ustawianym napięciem. Diody takie można nalutować na rezystory w dzielnikach napięcia.

Zasilacz wykorzystuje trzy transformatory, z których po wyprostowaniu i filtrowaniu uzyskuje się napięcia stałe ± 12 V, ± 34 V i +40 V. Z nich uzyskuje się stabilizowane napięcia dostępne na wyjściach zasilacza. W wypadku napięć $\pm 6/8/9$ V i $\pm 10/12/15$ V na dodatkowe

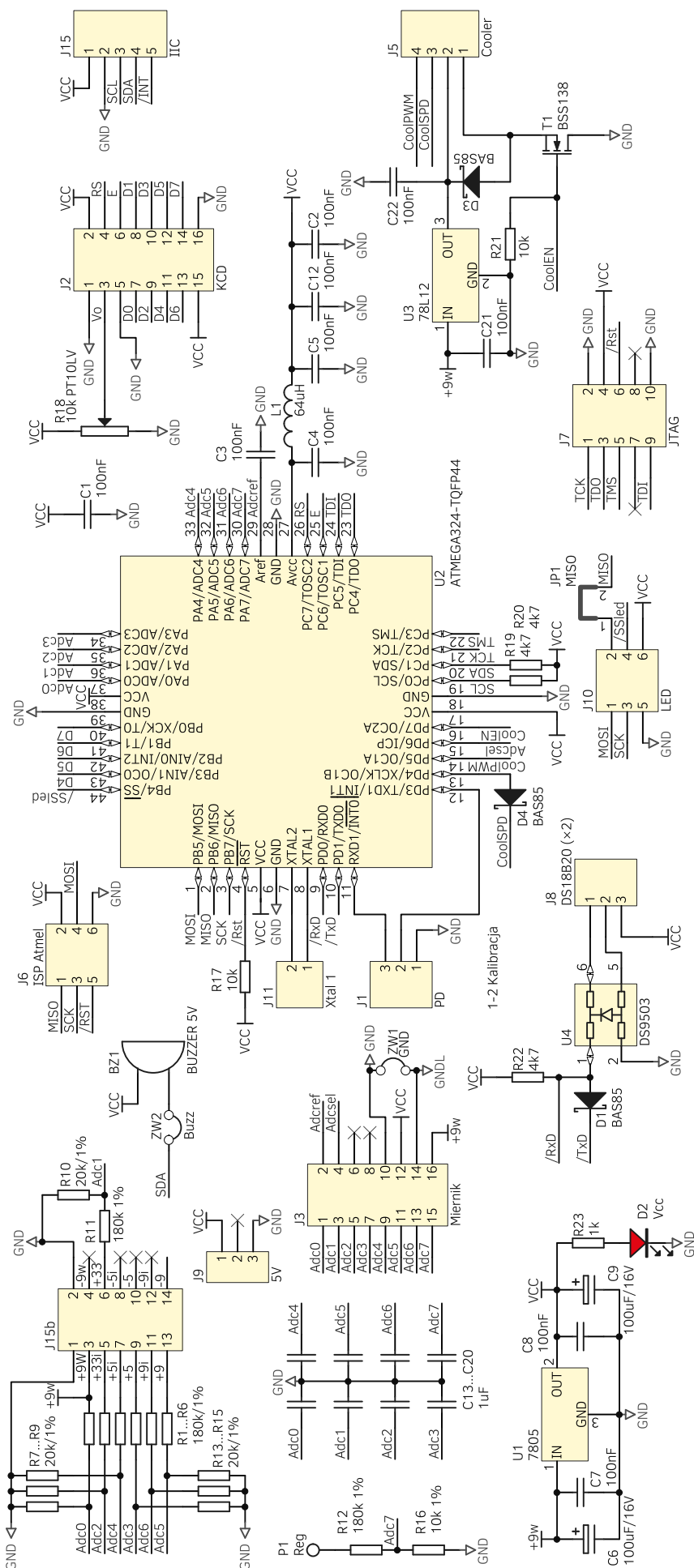


Najlepszy Mobilny Adres w Sieci
<http://m.ep.com.pl>



Rysunek 1. Schemat ideowy zasilacza (713)

Wydanie elektroniczne przeznaczone wyłącznie do użytku własnego bez prawa do rozpowszechniania.



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu pomiarowego

złącza wyprowadzono rezystory z obwodów dzielnika napięcia. Dzięki temu przełącznikiem 3-pozycyjnym 2-sekcyjnym można używać jedno z trzech zdefiniowanych napięć.

Napięcie regulowane 0...40 V dostarcza LM317 pracujący w typowej aplikacji z tym, że „dolny” zacisk potencjometru wieloobrotowego dołączono nie do masy, lecz do napięcia $-1,25$ V uzyskanego w obwodzie D3-R13. Ujemne napięcie uzyskuje się z układu z kondensatorami C13/C14 i diodami D1/D2. Myślałem nad użyciem do regulacji wzmacniacza operacyjnego, wtedy skala regulacji byłaby liniowa. Niestety, wzmacniacze operacyjne zasilane napięciami wyższymi niż 35 V są trudno dostępne.

Przed każdym stabilizatorem zamontowano rezystor $0,22 \Omega$, na którym powstaje spadek napięcia zależny od pobieranego prądu. Taka metoda pomiaru ma wadę – uwzględnia prąd pobierany nie tylko przez obciążenie, ale również przez stabilizator. Oprogramowanie musi uwzględniać prąd polaryzacji stabilizatora odejmując go od wyniku pomiaru. Moduł zasilacza, poza złączami dla transformatorów i wyjściami napięciowymi, ma wyjścia pomiarowe J15 i J16. Na nich są obecne napięcia zasilacza oraz zasilające moduły pomiarowe.

Możliwości zasilacza znaczenie wzrastają po wyposażeniu go w moduł pomiarowy, którego schemat ideowy pokazano na **rysunku 2**. Łączy się go zasilaczem taśmą FLAT 14 z wtykami FC14 łączącymi złącze J15a modułu miernika z J15 modułu zasilacza ze stabilizatorami. Moduł wyposażono w stabilizator 7805 i mikrokontroler z rodziny AVR. Steruje on wyświetlaczem tekstowym LCD 20 znaków \times 4 linie oraz brzęczykiem i wentylatorem. Pomiar temperatury realizują termometry DS18B20, których może być maksymalnie 4. Kontrolowane napięcia są dzielone przez 10 rezystorami o oporności $180 \text{ k}\Omega$ i $20 \text{ k}\Omega$ (tolerancja 1%). Na wejście P1 (Reg) można podać napięcie ze stabilizatora 0...40 V. Trzeba pamiętać, aby w tej sytuacji połączyć masy obwodu $+24$ V i 0...40 V z masą ± 5 V. Napięcie to jest mierzone z dwoma stopniami podziału. Uzyskuje się to przełączając źródło napięcia odniesienia z $2,56$ V na 5 V. Dzięki temu pomiar napięcia do 20 V jest wykonywany z większą precyzją. Warto tu wspomnieć, że po zmianie napięcia odniesienia z wyższego na niższe nie zmienia się ono natychmiastowo i musi upłynąć trochę czasu, zanim kondensator filtrujący na wyprowadzeniu Aref mikrokontrolera rozładuje się.

Pomiar temperatury realizują termometry DS18B20. Wyjście mikrokontrolera obsługujące magistralę 1-Wire jest zabezpieczone układem U4 (DS9503). Wentylator jest zasilany za pomocą tranzystora T1, jeśli temperatura zmierzona przez któregośkolwiek termometr przekroczy 80°C . Wyłączenie wentylatora nastąpi, gdy temperatura

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 86735, PASS: 6mqh264k

Podstawowe informacje:

- Trzy grupy napięć wyjściowych odizolowanych galwanicznie: 1) ± 5 V/3 A, $+3,3/1$ A, $\pm 6/8/9$ V/1,5A; 2) $\pm 10/12/15$ V/1,5 A; 3) $+24$ V/1 A, 0...40 V/1,5A.
- Ograniczenie prądowe, zabezpieczenie przed przegrzaniem, zabezpieczenie przed $V_{out} > V_{in}$.
- Ostrzeżenie/alarm o przekroczeniu dopuszczalnego prądu.
- Ostrzeżenie o spadku napięcia na wyjściu o ponad 5%.
- Alarm po wzroście napięcia na wyjściu o ponad 10% (uszkodzenie stabilizatora, obce napięcie na wyjściu).
- Monitorowanie temperatury radiatora i pracy wentylatora.

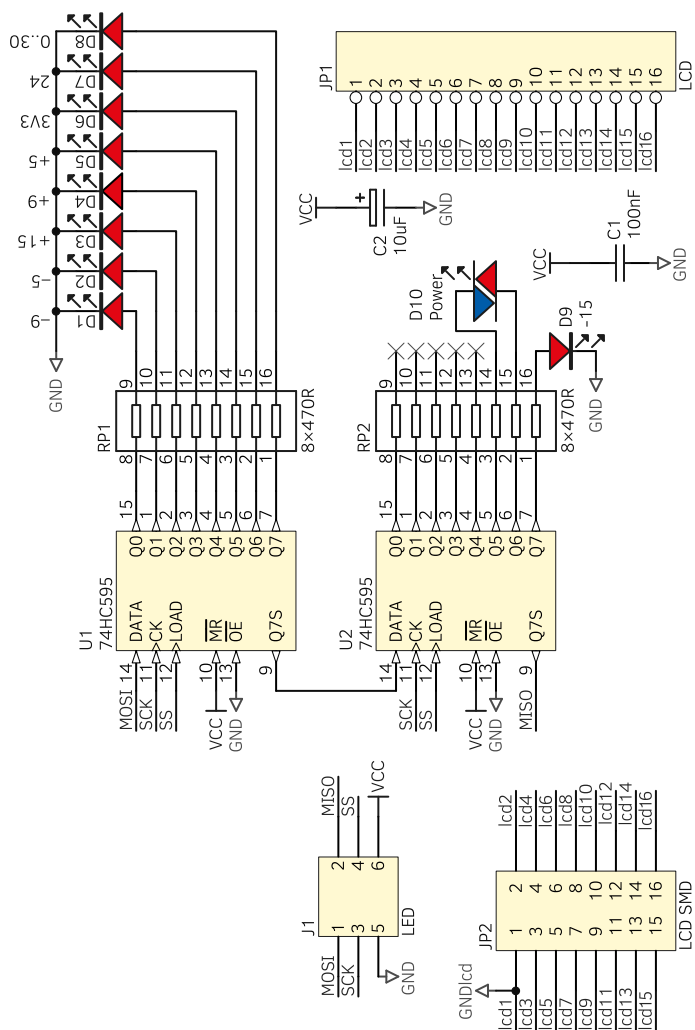
Projekty pokrewne na FTP:

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-1976	Precyzyjny, regulowany zasilacz uniwersalny 1,5-32 V/3 A (EP 8/2017)
AVT-1946	Zasilacz napięcia symetrycznego z LM27762 (EP 2/2017)
AVT-1895	Uniwersalny moduł zasilający (EP 10/2016)
AVT-1913	Moduł miniaturowego zasilacza (EP 8/2016)
AVT-1857	Zasilacz modułowy (EP 7/2015)
AVT-1667	Stabilizator impulsowy 3 A z układem LM2576 (EP 3/2012)
AVT-1731	Regulowany zasilacz uniwersalny 1,5... 32 V/3 A (EP 8/2011)
AVT-1572	Symetryczny zasilacz warsztatowy $\pm 1,25$ V... ± 25 V 1,5/5 A (EP 6/2010)
AVT-1461	Uniwersalny zasilacz laboratoryjny 5 i 12 VDC/1 A (EP 1/2008)
AVT-727	Uniwersalny moduł zasilający (EdW 8/2004)
AVT-5083	Mikroprocesorowy zasilacz laboratoryjny (EP 10/2002)
AVT-2462	Zasilacz 10 A 10...20 V (EdW 1/2001)
AVT-1253	Zasilacz symetryczny (EP 11/1999)
AVT-1066	Miniaturowy zasilacz uniwersalny (EP 8/1995)

*** Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!
 Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie Kitem (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dotychczasową płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
 Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
 • wersja [C] zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wzlutowane w płytkę PCB)
 • wersja [A] płytka drukowana bez elementów i dokumentacja
 Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, posiadają następujące dodatkowe wersje:
 • wersja [A+] płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
 • wersja [UK] zaprogramowany układ
 Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf. Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz <http://shlep.avt.pl>

zmierzona przez wszystkie termometry spadnie poniżej 40°C. Obroty wentylatora mierzy wejście PCINT mikrokontrolera. Jest ono od niego odseparowane diodą D4, która zabezpiecza przed wystąpieniem napięcia +12 V, jeśli wentylator nie pracuje.



Rysunek 3. Schemat ideowy panelu sterującego

Moduł mikrokontrolera oblicza pobierany prąd na podstawie różnicy napięcia przed i za rezystorem pomiarowym. Nie jest to sposób najdokładniejszy, dlatego w dodatkowej karcie pomiarowej użyto wzmacniaczy różnicowych. Możliwy jest pomiar napięć +3,3 V, +5 V, +6/8/9 V i regulowanego 0...40 V. Aby mierzyć wszystkie dostępne napięcia i prądy z zachowaniem izolacji galwanicznej, potrzebna jest dodatkowa karta pomiarowa, podłączana do złącza J3. Jej opis będzie zamieszczony w jednym z kolejnych wydań EP.

Do mikrokontrolera jest przyłączony wyświetlacz LCD (złącze J2) i diody LED (złącze J10) sterowane interfejsem SPI. Schemat ideowy panelu czołowego pokazano na **rysunku 3**. Od typowego SPI interfejs diod różni się tym, że strob jest ustawiany na chwilę po transmisji danych, a nie aktywowany przed transmisją i dezaktywowany po jej zakończeniu.

Montaż i uruchomienie

Schematy montażowe poszczególnych płytek wchodzących w skład zasilacza pokazano na **rysunkach 4...6**. Montaż jest typowy. Należy pamiętać o zastosowaniu izolatorów pomiędzy stabilizatorami a radiatorem. Izolację stabilizatora +5 V można, a nawet warto

pominąć. Przy napięciu zasilającym 12 V w układzie może wydzielić się 21 W mocy. Jeśli jednak napięcie zasilające pod obciążeniem przekroczy 15 V, to wydzieli się więcej niż 30 W i w stabilizatorze włączy się zabezpieczenie termiczne.

Uruchomienie należy rozpocząć od modułu zasilacza kontrolując wszystkie napięcia wyjściowe. W następnym kroku montujemy moduł miernika. Mikrokontroler można zaprogramować po wzlutowaniu interfejsem SPI lub JTAG. Ustawienie bitów konfiguracyjnych (Low=\$E2, High=\$99, Ext=\$FC) pokazano na **rysunku 7**.

Zasilacz budowano z myślą o obudowie T433. Do niej też przystosowano wielkość płyty panelu czołowego. Z lewej strony przewidziano miejsce dla modułu pomiarowego. Panel czołowy ma obszar połączony do punktu oznaczonego „UZIOM”. Punkt ten można podłączyć do uziemienia. Ramkę wyświetlacza LCD warto połączyć z masą. Robi się ta na wyświetlaczu. Do tego celu producenci wyświetlaczy przewidują miejsce na zwory lub pola lutownicze. Sam wyświetlacz jest przylutowany do śrub M3 przylutowanych do PCB panelu.

Panel w 6 miejscach ma pola o wymiarach 50 mm×10 mm, do których można

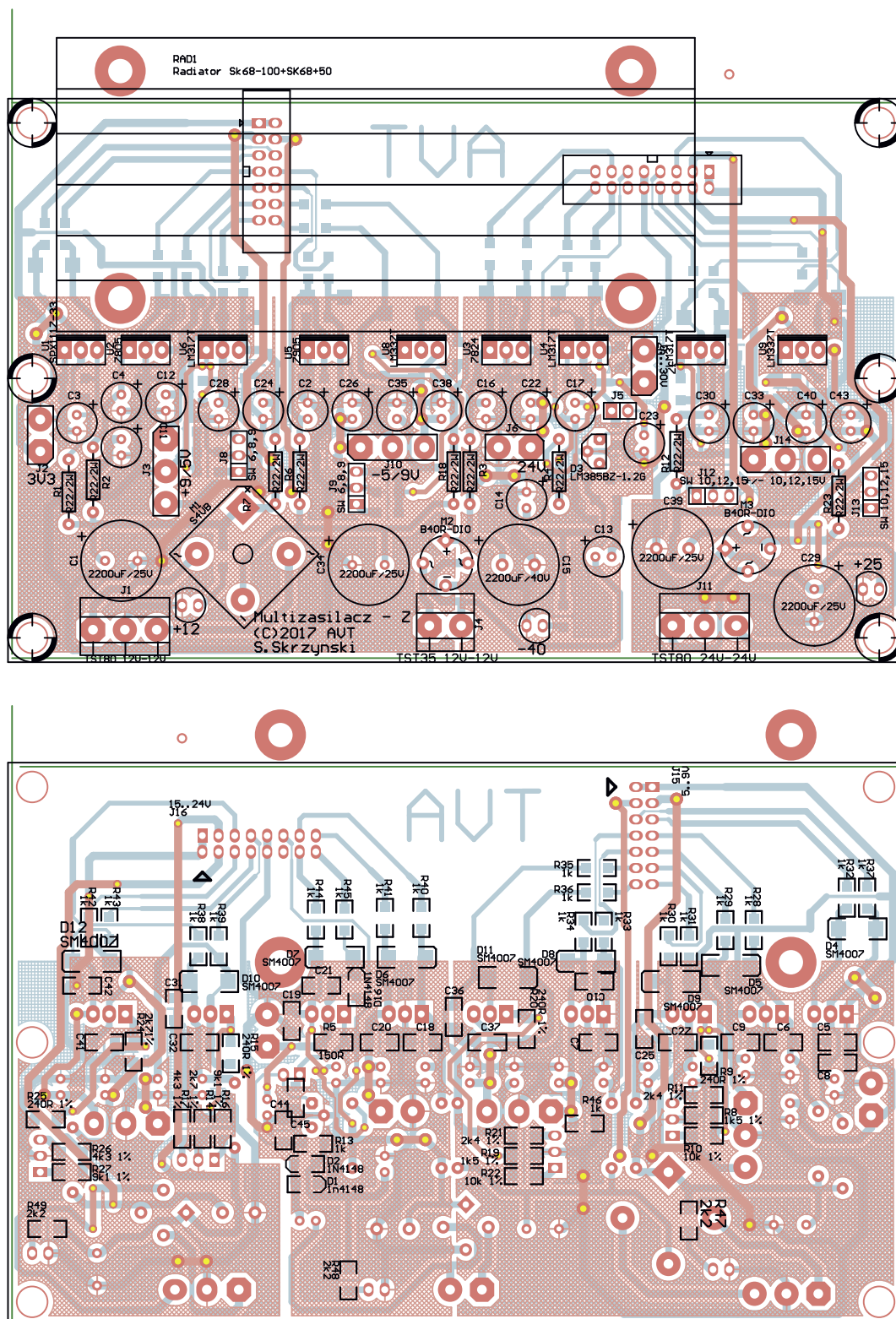
przylutować elementy mocujące. Panel czołowy zastępuje płytę czołową obudowy, ale oryginalna blacha stanowi wzmocnienie konstrukcji. Dlatego należy ją przeciąć, aby powstał kątownik. Do kątownika mocujemy panel czołowy na śruby/wkręty lub lutując do przeznaczonych na cen cel pul. Sam kątownik przykręcony jest od spodu obudowy.

W prototypie zastosowano dwa wentylatory: mały bezpośrednio na radiatorze sterowany z mikrokontrolera, drugi duży, na 12 V

zasilany z 5 V. Zamontowany jest on z tyłu obudowy za radiatorem Pracuje cały czas na zmniejszonych obrotach, dzięki czemu prawie go nie słychać. Dodatkowo, zastosowałem przełącznik doprowadzający do stabilizatorów +24 V i napięcia regulowanego pełne napięcie lub połowę. Napięcie regulowane wyższe niż 15 V jest używane przez mnie dość rzadko, podobnie jak +24 V. Zmniejszenie napięcia zasilającego o połowę pozwala na zmniejszenie strat mocy na stabilizatorach.

Kalibracja

W zaprezentowanym urządzeniu kalibrację można przeprowadzić dobierając rezystory lub ingerując w źródło programu. Przy zastosowaniu rezystorów o tolerancji 1% kalibracja nie wydaje się celowa. Prąd spoczynkowy stabilizatorów jest zdefiniowany w programie, ale można go zmienić. W tym celu, w nieobciążonym zasilaczu, należy zewrzeć na co najmniej 2 sekundy pin 1-2 złącza J1. Wtedy do usłyszemy sygnał buzzera, a na wyświetlaczu



Rysunek 4. Schemat montażowy zasilacza

pojawia się stosowny komunikat. Prąd spoczynkowy zostanie zapamiętany w EEPROM i będzie odejmowany od wyniku pomiaru.

Obsługa

Obsługa samego zasilacza jest banalna, dlatego jej opis zostanie pominięty. Ważniejsze są informacje pokazywane na wyświetlaczu i oraz sygnalizowane za pomocą LED.

Po restarcie na wyświetlaczu zostaną wyświetlone następujące komunikaty:

- Data kompilacji: rok, miesiąc i dzień kompilacji programu.
- Liczba znalezionych układów 1-Wire przez liczbę sensorów DS18B20.

Po chwili zostanie pokazany ekran główny, a na nim wyniki pomiaru poszczególnych wyjść napięciowych:

- Napięcie zasilające obwody wytwarzające 3,3 V, ± 5 V, $\pm 6/8/9$ V.
- Temperatura termometrów w stopniach Celsjusza.
- Napięcie wyjściowe i prąd stabilizatora +5 V; 6/8/9 V; 3,3 V; wyjścia napięcia regulowanego.
- Prędkość obrotowa wentylatora w tysiącach obrotów na minutę. Symbol gwiazdki przedstawia animację obracających się łopatek, gdy wentylator pracuje.

W przypadku przekroczenia dopuszczalnych parametrów napięcia czy prądu wybrany napis na wyświetlaczu migocze. Podobnie w wypadku zatrzymania wentylatora (zbyt małych obrotów) w sytuacji, gdy powinien pracować.

Tabela 1. Alarmy i ostrzeżenia

Stan	Led Power	LED pomiędzy zaciskami wyjściowymi	Wyświetlacz LCD	Buzzer
Restart	Miga na zielono	Krótkie mignięcie	Ekran powitalny	Krótki ton
Normalna praca	Świeci na zielono	Świeci	Ekran roboczy	Wyłączony
Nieznacznie przekroczony prąd: • 3 A dla 5 V • 1 A dla 3,3 i 24 V* • 1,5 A dla +6/8/9 i pozostałych wyjść *	Świeci na zielono	Miga	Wybrane wskazanie miga	Krótki ton co sekundę
Znacznie przekroczony prąd: • 3,1 A dla 5 V • 1,1 A dla 3,3 V i 24 V* • 1,6 A dla +6/8/9 i pozostałych wyjść *	Miga na czerwono	Wygaszona	Wybrane wskazanie miga	Ton ciągły
Napięcie wyjściowe za niskie (poniżej 5%) **	Świeci na zielono	Miga	Wybrane wskazanie miga	Krótki ton co sekundę
Napięcie wyjściowe za wysokie (powyżej 10%) **	Miga na czerwono	Wygaszona	Wybrane wskazanie miga	Ton ciągły
Praca wentylatora	-	-	Wskazanie prędkości obrotowej	-
Uszkodzony wentylator	-	-	Wskaźnik prędkości miga	-
Brak termometrów – wentylator cały czas załączony	-	-	Wskaźnik temperatury miga	-
Temperatura radiatora ponad 80°C	Miga na czerwono	-	Wskaźnik temperatury miga	Ton ciągły

* tylko z dodatkową kartą pomiarową.

** bez dodatkowej karty tylko napięcia 3,3 V, 5 i 6/8/9 V

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 1206)

R8, R19: 1,5 k Ω /1%
R13, R28...R46: 1 k Ω
R47, R48, R49: 2,2 k Ω
R11, R21: 2,4 k Ω /1%
R14, R24: 2,7 k Ω /1%
R17, R26: 4,3 k Ω /1%
R16, R27: 9,1 k Ω /1%
R10, R22: 10 k Ω /1%
R5: 150 Ω
R9, R15, R20, R25: 240 Ω /1%
R1...R3, R4, R6, R7, R12, R18, R23: 0,22 Ω /2 W (THT)

Kondensatory: (SMD 1206)

C5...C10, C18...C21, C25, C27, C31, C32, C36, C37, C41, C42, C44, C45: 100 nF
C2...C4, C11, C12, C24, C26, C28, C30, C33, C35, C38, C40, C43: 100 μ F (elektrolit.)
C13, C22: 100 μ F/35 V (elektrolit.)
C14, C16, C17, C23: 100 μ F/40 V (elektrolit.)
C1, C29, C34, C39: 2200 μ F/25 V (elektrolit.)
C15: 2200 μ F/40 V (elektrolit.)

Półprzewodniki:

D13...D15: LED 5 mm (zielony)
D1, D2, D16: 1N4148
D4...D12: SM4007
D3: LM385BZ-1.2G (TO-92)
M2, M3: B40R-DIO (mostek prostowniczy)
M1: S4VB (mostek prostowniczy)
U1: SPX1117-33 (TO-220)
U3: 7824 (TO-220)
U5: 7905 (TO-220)

U4...U7: LM317T (TO-220)

U8, U9: LM337T (TO-220)

U2: LM1085IT-5.0 / L78S05CV-DG (TO-220)

Inne:

J16: IDC16MLP
J15: IDC14MLP
Transformator TST50 17V-17V – 2 szt.
Transformator TST80 12V-12V – 1 szt.
F1: oprawa bezpiecznika ZH4
Radiator Sk68-100+SK68+50

Miernik

Rezystory: (SMD 1206)

R23: 1 k Ω
R19, R20, R22: 4,7 k Ω
R16: 10 k Ω /1%
R17, R21: 10 k Ω
R18: 10 k Ω (potencjometr)
R7...R9, R10, R13...R15: 20 k Ω /1%
R1...R3, R4...R6, R11, R12: 180 k Ω /1%
Kondensatory:
C13...C20: 1 μ F (SMD 1206)
C1...C8, C12, C21, C22: 100 nF (SMD 1206)
C6, C9: 100 μ F/16 V (elektrolit.)

Półprzewodniki:

D2: dioda LED, zielona (SMD)
D1, D3, D4: BAS85
T1: BSS138 (SOT-23)
U1: 7805
U2: ATmega324 (TQFP44)
U3: 78L12 (TO-92)
U4: DS9503 (SO-6)

Inne:

BZ1: buzzer 5 V
ZW1, ZW2: zwora (0 Ω SMD 1206)
J6, J10: IDC6
J7: IDC10
J2: IDC16
J3: IDC16
J15b: IDC14
L1: 64 μ H (dławik osiowy, poziomy)
Radiator HS-135A

Panel

Rezystory:

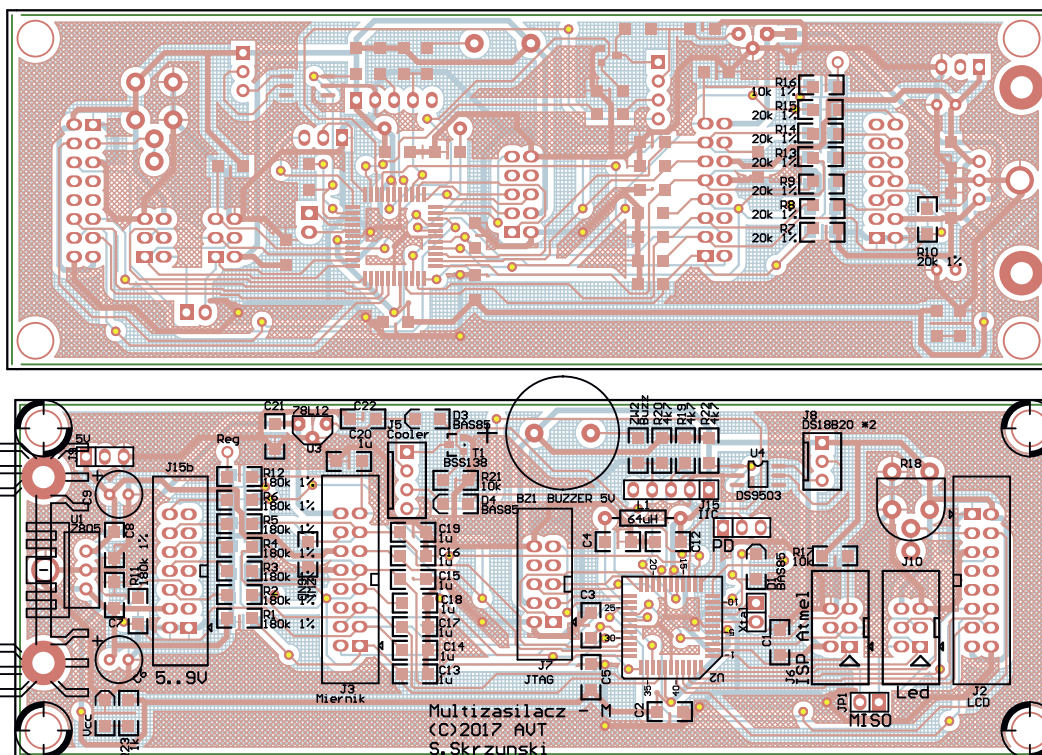
RP1, RP2: 8x470 Ω
P2: 5 k Ω (POT2218P-5K potencjometr wieloobrotowy)

Kondensatory:

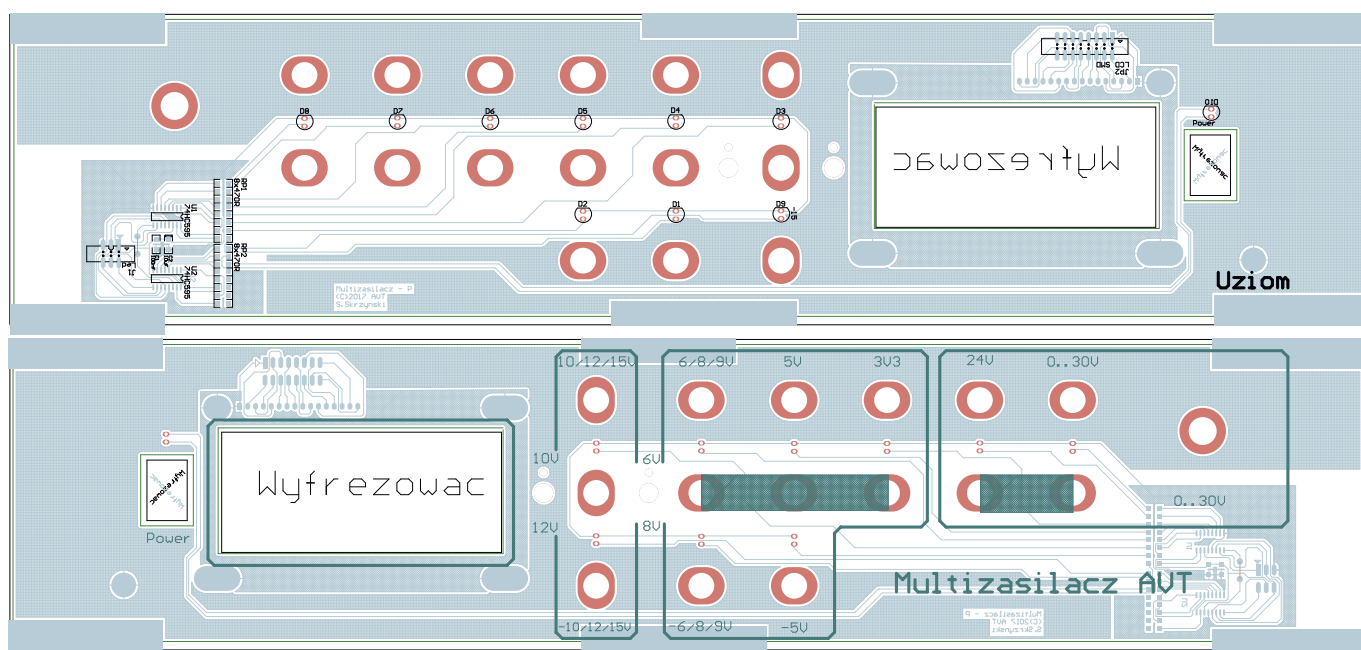
C1: 100 nF (SMD 1206)
C2: 10 μ F (elektrolit.)

Półprzewodniki:

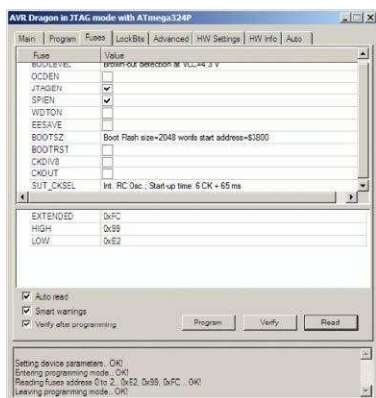
D1...D10: LED 5 mm
U1, U2: 74HC595 (SO-16)
Inne:
JP1: LCD 4x20
JP2: ZL301-2x8
J1: LED
J3, J4, J6, J7, J9...J11, J16...J20, J22, J23, J26: PJ3230-B (gniazdo bananowe)
SW3: przełącznik RS1373CBG2N2
SW1, SW2: przełącznik MTS203



Rysunek 5. Schemat montażowy modułu pomiarowego



Rysunek 6. Schemat montażowy panelu sterującego



Rysunek 7. Ustawienie fusebitów mikrokontrolera ATmega324P

Alarmy i ostrzeżenia sygnalizowane przez zasilacz wyszczególniono w tabeli 1.

Uwagi końcowe

Obudowa T433, w której umieszczono prototyp jest metalowa. Dla bezpieczeństwa warto uziemić obudowę, jak zrobiono w prototypie. Żadne obwody wtórne (za transformatorami) nie są połączone z ziemiowaniem. Uziemień umożliwia odprowadzenie ewentualnych ładunków ESD z obudowy do ziemi. Ponadto, wprowadziłem uziemień na śrubę M3, do której w prosty sposób mogą dołączyć matę ESD.

Transformatory są dość drogie. Zamiast nich można też użyć zasilaczy

impulsowych od laptopów lub innych urządzeń – w obudowie jest dość dużo miejsca (lewa strona zarezerwowana na moduł pomiarowy). Sygnalizacja spadku napięcia wyjściu w sytuacji, gdy nie jest ono przeciążone, oznacza włączenie się zabezpieczenia termicznego stabilizatora. Ma to miejsce najczęściej, gdy stabilizator ma słaby kontakt z radiatorem.

Większe możliwości zasilacz będzie miał po zainstalowaniu dodatkowej karty wejść pomiarowych i interfejsu USB, które będą przedmiotem kolejnego artykułu.

ES2, EP