

Lampsolar – sterownik oświetlenia LED-owego zasilanego fotoogniwem

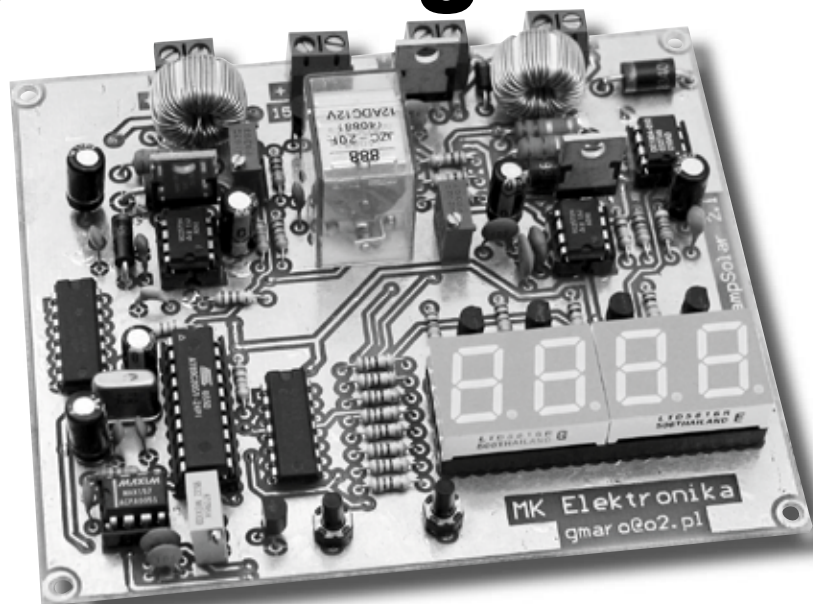
AVT-546

W artykule opisujemy projekt inteligentnego sterownika oświetlenia zrealizowanego na diodach LED. Podstawową atrakcją tego sterownika jest zasilanie diod z ekologicznego źródła energii tj. fotoogniw.

Rekomendacje:

Projekt polecamy wszystkim zainteresowanym nowoczesną techniką stosowaną do oświetlenia diod LED.

Ze względu na podstawowe źródło zasilania i buforowanie akumulatorowe, takie oświetlenie szczególnie dobrze nadaje się do długotrwałego stosowania w miejscach pozbawionych sieci elektrycznej (działki, jachty, campingi...).



W niniejszym projekcie został przedstawiony sterownik oparty na wciąż nieśmiertelnym układzie 80C51. Nie jest to może najnowocześniejsza konstrukcja, ale myślę, że spodoba się ona czytelnikom. Do budowy układu użyto mikrokontrolera produkowanego przez firmę Atmel 89C2051, przetwornicy impulsowej PWM DC-DC Unitrode (TI) UC3573, przetwornika A/C MAX157 oraz potencjometru cyfrowego DS 1804. Sterownik składa się z kilku części tj. z dwóch przetwornic impulsowych PWM DC-DC, czterech wyświetlaczy siedmio-segmentowych LED, układu sterującego, fotoogniwa i akumulatora 12V/5 Ah.

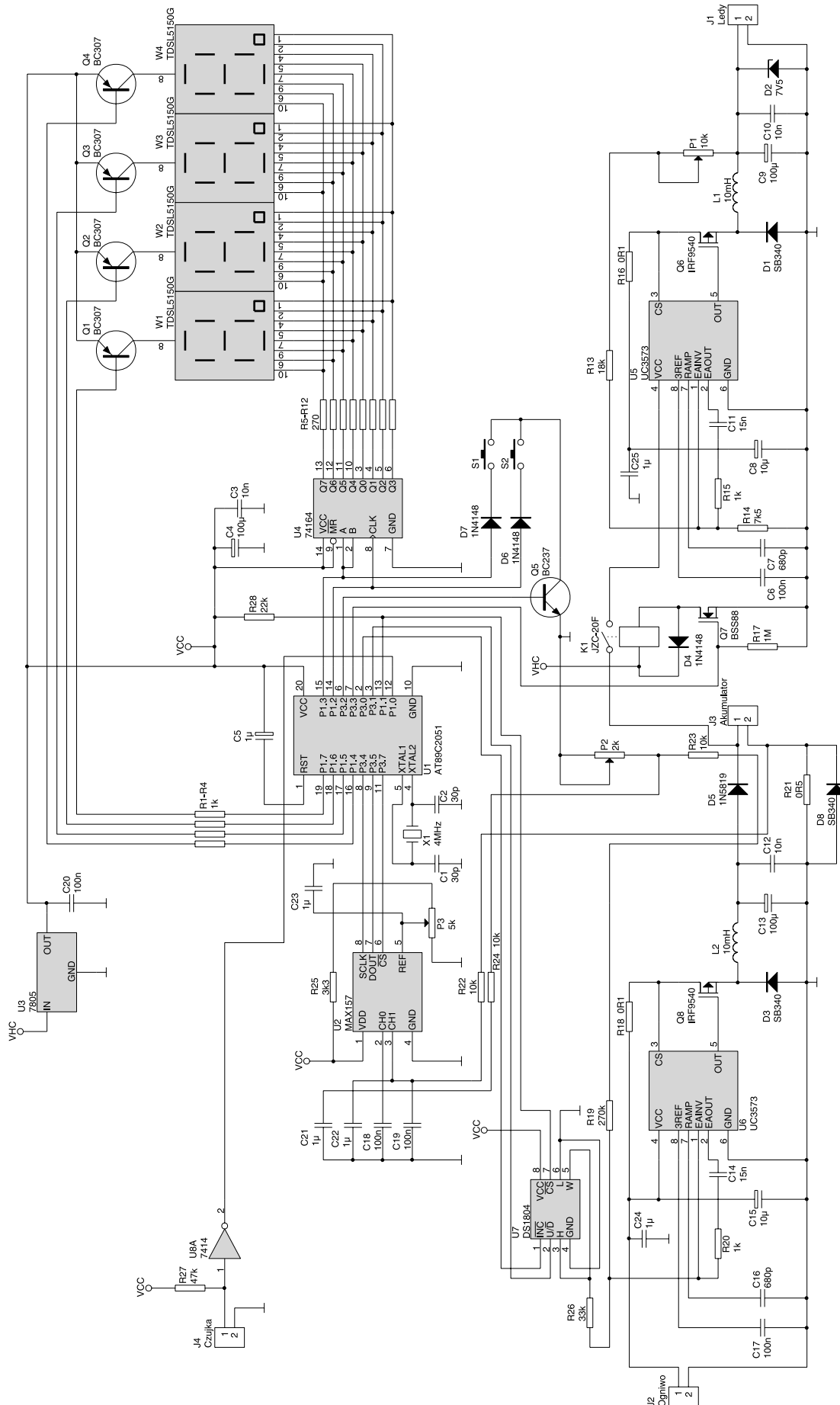
Krótką charakterystyka układu

Promieniowanie słoneczne padające na fotoogniwo powoduje powstanie siły elektromotorycznej o pewnym potencjale. Każde źródło energii ma rezystancję (impedancję) wewnętrzną, co powoduje, że istnieje optymalna rezystancja (impedancja) obciążenia zapewniająca dopasowanie energetyczne, tak by można było z tego źródła pobrać maksymalną moc. Warunki dopasowania dla fotoogniwa zależą od nasłonecznienia. W moim układzie dopasowa-

nie to zapewnia układ przetwornicy DC-DC (U6), sterowanej przez mikrokontroler, umożliwiający jednocześnie regulację napięcia wyjściowego. Zadaniem układu sterowania współpracującego z przetwornikiem AC (U2), jest dokonywanie pomiaru prądu ładowania akumulatora oraz takie wysterowanie przetwornicy by zapewnić maksymalny prąd ładowania. Ponadto AT89C2051 dokonuje pomiaru napięcia na akumulatorze i nie dopuszcza do jego całkowitego rozładowania, co znacznie zwiększa jego żywotność. Drugi układ przetwornicy DC-DC (U5) steruje pracą diod LED, a do jej załączania służy przekaźnik (K1). Za pomocą potencjometru można ustalić napięcie wyjściowe, czyli poziom jasności LED-ów. Oprogramowanie mikrokontrolera umożliwia ustawienia czasów załączania i wyłączenia oświetlenia, jak również możliwość ustawienia załączania zmiernego. Układ podczas podtrzymania i monitorowania (LED-y wyłączone) pobiera prąd ok. kilkunastu miliamperów.

Zasada działania układu

Napięcie z fotoogniwa jest podane do układu DC-DC UC3573, gdzie następnie jest przetwarzane na na-



Rys. 1. Schemat elektryczny sterownika

pięcie wyjściowe o zadanej wartości. Układ UC3573 (U6) jest typową przetwornicą obniżającą PWM z napięciem odniesienia równym 1,5V (3V/2), pracującą z częstotliwością 100kHz. Cała przetwornica składa się z tranzystora MOSFET IRF9540 (Q8), diody Schotky'ego SB340 (D3), filtru DP (cewka L2 10mH i kondensator C13 100μF), dzielnika rezystancyjnego sprzężenia zwrotnego R19 - R26, potencjometru cyfrowego DS1804 10kΩ, oraz rezystora R18 (0,1Ω) ograniczającego maksymalny prąd do ok. 4A (0,43V/0,1Ω). Napięcie wyjściowe jest regulowane w zakresie od ok. 10,5V (potencjometr cyfrowy nastawiony na 10kΩ) do ok. 14,5V (potencjometr cyfrowy nastawiony na 0). Zakres ten zapewnia możliwość regulacji prądu ładowania, jak również ogranicza maksymalne napięcie na akumulatorze. Dioda D5 blokuje możliwość zasilania przetwornicy z akumulatora. Rezystor R21 służy do pomiaru prądu, jak również zabezpiecza akumulator przed zbyt dużym prądem ładowania, a dioda D8 dołączona równolegle do niego zabezpiecza przetwornik AC przed napięciem ujemnym, jak również bocznikuje rezystor, podczas rozładowywania akumulatora.

Energia zgromadzona w akumulatorze jest wykorzystana do zasilania LED-ów. Prąd przewodzenia diody LED, a co za tym idzie intensywność świecenia, po przekroczeniu napięcia przewodzenia, gwałtownie wzrasta przy niewielkim nawet wzroście napięcia. Diody świecące podłączone bezpośrednio do akumulatora zmieniałyby intensywność świecenia w miarę obniżania napięcia na akumulatorze. Aby to zjawisko wyeliminować została dołączona dodatkowa przetwornica impulsowa DC-DC, analogiczna do poprzedniej (U5). Za pomocą potencjometru analogowego P1 możemy regulować napięcie wyjściowe i, co za tym idzie, poziom jasności LED-ów. W moim prototypie łączyłem diody po dwie w szereg, toteż wymagany zakres regulacji wynosił od 5,1V do 7,1V; zakres ten można dowolnie ustalić, zmieniając wartość rezystancji R13 według zależności $V_{\min} = 1,5V + 0,2 \cdot R13$ i $V_{\max} = V_{\min} + 2V$. Przy zmianie zakresów należy pamiętać o diodzie Zenera dołączonej na wyjściu i dobrać ją tak by nie stanowiła zwarcia (dodatkowe zabezpieczenie).

Za sterowanie układem i wyświetlanie odpowiada AT89C2051. Obsługuje on wyświetlacz multipleksowany LED (W1, W2, W3, W4) za pośrednictwem rejestru szeregowo-równoległego 74AC164. Jest to standardowe rozwiązanie nie wymagające komentarza. Dodatkowo są dołączone dwa klawisze S1, S2 sterowane tranzystorem Q5. Diody D7, D6 są zabezpieczeniem przed pojawianiem się przekłamań na wyświetlaczu w przypadku naciśnięcia dwóch klawiszy jednocześnie. Mikrokontroler steruje potencjometrem cyfrowym, odczytuje dane z przetwornika szeregowego A/C oraz sprawdza stan czujki zmierzchowej zbudowanej z fotorezystora i bramki Schmitta.

Konstrukcja układu nie jest skomplikowana, a montaż i uruchomienie nie powinno sprawiać problemów.

Działanie i obsługa sterownika

Układ może pracować w jednym z dwóch trybów tj. w trybie pracy ręcznej i automatycznej. Jeśli chodzi o ten pierwszy, to jest to po prostu ręczne załączenie i wyłączenie oświetlenia LED-ów, jak również stałe nastawienie wartości napięcia podawanego przez rezystor R21 na akumulator.

Drugi tryb, automatyczny, daje możliwość wyboru sterowania oświetleniem:

- za pomocą zegara (możliwość ustawienia czasów ON/OFF)
- za pomocą czujnika zmierzchowego

Ponadto w tym trybie mikrokontroler zapewnia dopasowanie energetyczne poprzez regulację napięcia wyjściowego za pomocą potencjometru cyfrowego. Algorytm dopasowania jest bardzo prosty i polega na badaniu wartości zmian prądu na skutek zmiany napięcia wyjściowego przetwornicy. Mikrokontroler zwiększa w pierwszym cyklu napięcie z przetwornicy (zwiększenie wartości rezystancji potencjometru DS1804), następnie w drugim cyklu sprawdza, czy ta zmiana spowodowała zwiększenie płynącego prądu. Jeżeli tak, to są pozostawione nastawy potencjometru, jeżeli nie to jest przywracany stan poprzedni. W trzecim cyklu jest zmniejszane napięcie, a w czwartym w zależności czy spowodowało to zwiększenie prądu ładowania czy nie, wartość rezystancji pozostaje zachowana lub zostaje przywrócona wartość poprzednia.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R3: 1kΩ
 R4, R15: 0,2Ω
 R5...12: 270Ω
 R13: 18kΩ
 R14: 7,5kΩ
 R16, R18: 0,1Ω
 R17: 1MΩ
 R19: 270kΩ
 R21: 0,5Ω
 R22...R24: 10kΩ
 R25: 3,3kΩ
 R26: 33kΩ
 R27: 47kΩ
 R28: 22kΩ
 P1: 10kΩ
 P2: 2kΩ
 P3: 5kΩ

Kondensatory

C1, C2: 30pF
 C3, C10, C12: 10nF
 C4: 100μF
 C5: 1μF
 C11, C14: 15nF
 C21...C25: 1μF 1206
 C6, C17...C20: 100nF
 C7, C16: 680pF
 C8, C15: 10μF
 C9, C13: 100μF

Półprzewodniki

D1, D3, D8: SB340
 D2: 7V5
 D4: 1N1418 1206
 D5: 1N5819
 D6, D7: 1N4148 1206
 Q1...Q4: BC307
 Q5: BC237
 Q6, Q8: IRF9540
 Q7: BSS88
 U1: AT89C2051
 U2: MAX157
 U3: 7805
 U4: 74164
 U5, U6: UC3573
 U7: DS1804
 U8: 7414

Inne

J1...J4: Kostka2
 K1: JZC-20F
 L1, L2: 10mH
 S1, S2: SW-PB
 W1...W4: TDSL5150G 10DIP600
 X1: 4MHz

Nie przegap!

interesujących materiałów
w czasopiśmie



www.edw.com.pl

W grudniowym numerze
Elektroniki dla Wszystkich m.in.:

■ **MAGLEV - lewitacja magnetyczna**
Przedstawione w artykule urządzenia są czymś wyjątkowymi! Lewitująca kulka wzbudza olbrzymie zaciekawienie wśród osób, które to zjawisko obserwują po raz pierwszy. Jak to możliwe, że przedmiot unosi się nad ziemią wisząc bezwładnie w powietrzu? Co niektórzy wnioskują, iż jest to oszustwo, a kulka wisi na cienkiej nici.

■ **Whisper - łowca szepcót**
Superczuły podsłuch przewodowy
Wzmocnienie szepcót i słabych codziennych odgłosów zapewni niecodzienne doznania. Połączenie czułego mikrofonu i trzystopniowego wzmacniacza gwarantuje niesamowite wrażenia dźwiękowe. Układ może pracować jako wysokiej jakości podsłuch przewodowy. Może być także aparatem słuchowym dla osób z lekkim niedosłuchem.

■ **Stabilnoprądowa ładowarka akumulatorów NiCd/NiMH**
Opisana w artykule ładowarka zapewni stały prąd ładowania akumulatorów NiCd/NiMH, niezależnie od stopnia ich rozładowania i czasu ładowania. Przy zachowaniu optymalnych warunków ładowania ich żywotność może sięgać, a nawet przekroczyć 1000 cykli „ładowanie-rozładowanie”.

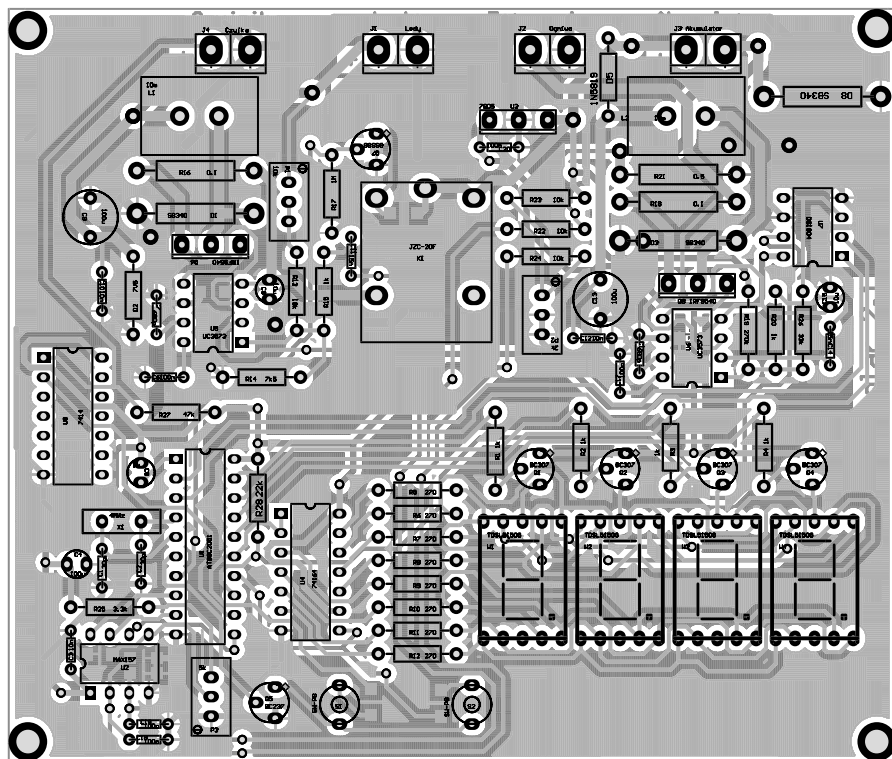
PONADTO W NUMERZE:

- Wzmacniacz pomiarowy AC
- Przypomniacz o odpoczynku
- Czasomierz antydenastyyczny
- Sterownik lampki do kabiny samochodu
- Dyskotekowy (i nie tylko) migacz żarówkowy
- Praktyczne zastosowanie modułu woltomierza PMLCDL
- Mikroprocesorowa Ośła łączka
- Szkoła Konstruktorów - „System alarmowy chroniący piwnicę w bloku lub domu jednorodzinny.”
- Tajemniczy blask, czyli druga młodość wyświetlaczy lampowych
- Historia telewizji, czyli długa droga do EURO1080 i PixelPlus 2

A może masz pomysł na ciekawy artykuł lub projekt?
Skonstruowałeś urządzenie, które jest godne zaprezentowania szerszej publiczności?
Miałeś napisz artykuł edukacyjny? Chcesz podzielić się doświadczeniem?
W takim razie zapraszamy do współpracy na łamach:
Elektroniki dla Wszystkich. Kontakt: edw@edw.com.pl

EdW możesz zamówić w sklepie internetowym AVT:
<http://www.sklep.avt.com.pl>, telefonicznie: (22) 568 99 50,
listownie: 01-939 Warszawa, ul. Burleska 9
lub za pomocą e-maila: handlowy@avt.com.pl
Do kupienia także w Empikach i wszystkich
większych kioskach z prasą.
Na wszelkie pytania czeka także Dział Prenumeraty
tel.: (22) 568 99 22, prenumerata@avt.com.pl

Lampsolar



Rys. 2. Schemat montażowy płytki sterownika

W trybie pracy ręcznej (AS=1) załączanie LED-ów odbywa się ręcznie tj. po wciśnięciu lewego klawisza i dokonaniu wyboru prawym klawiszem. W tym trybie istnieje możliwość włączenia układu automatycznego dopasowania (ES=0).

Obsługa sterownika i jego nastawy są zmieniane za pomocą dwóch klawiszy. Sterownik po zerowaniu jest nastawiony na pracę automatyczną, w trybie zegara (ON 18:00 OFF 22:00). Za pomocą prawego klawisza, możemy sprawdzić kolejno:

- stan akumulatora wyrażony w procentach (A)
- prąd ładowania w mA (P)
- napięcie na akumulatorze w V(U)
- oraz stan nastawienia potencjometru oraz cykl (E)

Aby wejść do trybu programowania należy jednocześnie nacisnąć oba klawisze. Wówczas mamy dostępne następujące funkcje:

- ustawienie zegara,
- ustawienie trybu pracy 0 – auto 1 – ręczny (AS),
- załączanie diod zegarem – 0 lub czujnikiem zmierzchowym – 1 (FS),
- ustawienie czasu włączenia,
- ustawienie czasu wyłączenia,
- ustawienie dopasowania: 0 – auto, 1 – nastawne (ES),

- ustawienie wartości potencjometru (gdy ES=1).

Przy czym prawy klawisz – zmiana wartości, lewy – przejście dalej.

Wyświetlacz LED ustawiony w pozycji zegara wyłącza się po ok. 20s, tak by nie potrzebnie nie zużywać energii.

Montaż i uruchomienie

Jak już wcześniej wspomniałem wykonanie układu nie powinno sprawiać problemów. Uwagę należy zwrócić na cewki i diody Schotky'ego dla przetwornic. Do prototypu użyłem dławików nawiniętych na rdzeniu toroidalnym o średnicy 20mm wymontowanych z zasilacza do PC. Uzwojenia nie przewijałem, zostawiłem oryginalne. Najlepiej zastosować diody Schotky'ego o możliwie małej pojemności i prądzie ok. 3 A. Dobrze jest również użyć do filtracji kondensatorów o małej indukcyjności.

Uruchomienie rozpoczynamy od mikrokontrolera i wyświetlacza LED, podłączając na wyjście akumulatora zasilacz 12 V, następnie przystępujemy do uruchomienia przetwornicy obsługującej diody świecące, a na końcu przepinamy zasilacz na wejście fotoogniwa i uruchamiamy ostatnią przetwornicę.

Marek Kopeć