

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 zwrotu). 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.

Wyłącznik z czujnikiem prądu i fotokomórką

Projekt
200

Jeśli w ciemnym pokoju oglądamy telewizję lub pracujemy przy komputerze, to męczy nam się wzrok. Warto wtedy mieć zaświeconą lampkę, najlepiej za telewizorem lub monitorem. Opisywany układ może znaleźć zastosowanie jako automat załączający takie oświetlenie. Zamontowany w nim przekaźnik załącza zasilanie odbiornika energii elektrycznej, jeśli pobór prądu przez urządzenie „badane” jest większy od wartości progowej i poziom oświetlenia jest mniejszy od wartości progowej. Układ można wykonać również w wersji bez fotokomórki – wtedy można np. dołączać zasilanie urządzeń dołączone do komputera (drukarka, głośniki itp.).

Urządzenie charakteryzuje się następującymi parametrami użytkowymi:

- Płynnie regulowany próg zadziałania czujnika prądu (przy obciążeniu rezystancyjnym od ok. 50 mA do 0,5 A).
- Układ opóźniający zadziałanie czujnika prądu (ok. 3 s) uodporniający urządzenie na krótkotrwałe impulsy w zasilaczu urządzenia, które steruje oświetleniem (praktyka wykazała, że to normalne zjawisko w zasilaczach impulsowych).
- Układ opóźniający zadziałanie fotokomórki (ok. 20 s). Uodpornia to układ na krótkotrwałe oświetlenie czujnika fotokomórki spowodowane np. błyskawicą za oknem czy też krótkotrwałym włączeniem światła w pomieszczeniu.
- Możliwość dołączenia czujnika światła za pomocą długiego kabla umożliwiającego umieszczenie z dala od lampki oświetlającej.
- Maksymalne obciążenie sterowane: 8 A tj. około 1,8 kW.



W układzie zastosowałem 4 diody sygnalizacyjne i 2 potencjometry regulacyjne. Zaświecenie się zielonej diody LED oznaczonej jako „Sieć” sygnalizuje dołączenie zasilania. Jeśli zadziała czujnik prądu, to ta dioda gaśnie i zaświeca się dioda żółta „Czujnik prądu”. Jeśli światło padające na fotorezystor jest wystarczająco małe, zaświeca się dioda żółta „Fotokomórka”. Jeśli świecą się 2 diody żółte, oznacza to, że po upływie czasu zwłoki zadziała przekaźnik załączający obciążenie. Załączenie przekaźnika sygnalizowane jest czerwoną diodą „Załączony”. Wskaźniki zadziałania czujnika prądu i fotokomórki pokazują stan bez zwłoki czasowej, co umożliwia ustawienie odpowiednich progów czułości urządzenia.

Projektując układ zwracałem uwagę na zmniejszenie prądu pobieranego przez układ, gdyż zastosowany zasilacz (zbudowany z użyciem kondensatora o pojemności 1 μ F/400 V włączonego szeregowo) nie dostarcza go zbyt wiele, stąd stosunkowo małe prądy diod LED i wyłączanie diody „Sieć” w momencie załączenia się diody „Czujnik prądu”.

Na **rysunku 1** zamieszczono schemat ideowy urządzenia. Czujnikiem prądu jest rezystor, z którego spadek napięcia jest

wzmacniany przez wzmacniacz o regulowanym wzmocnieniu. Zapewnia to możliwość ustawienia progu zadziałania czujnika prądu. Napięcie zmienne jest prostowane i przetwarzane przez przerzutnik Schmidta gwarantujący stabilność działania układu. Układ opóźniający zapewnia niewrażliwość na krótkie impulsy zakłócające. Sygnał jest następnie podawany na układ iloczynu logicznego, który załącza układ wykonawczy, jeśli włączono odbiornik prądu i równocześnie w pomieszczeniu jest dostatecznie ciemno. Fotokomórka zawiera czujnik światła, układ zapewniający regulację progu jej zadziałania, przerzutnik Schmidta zapewniający stabilność układu (załączenie światła za urządzeniem powoduje dodatkowe oświetlenie czujnika i brak tego układu mógłby powodować cykliczne załączanie i wyłączanie lampki) oraz układ opóźniający o ok. 20 s.

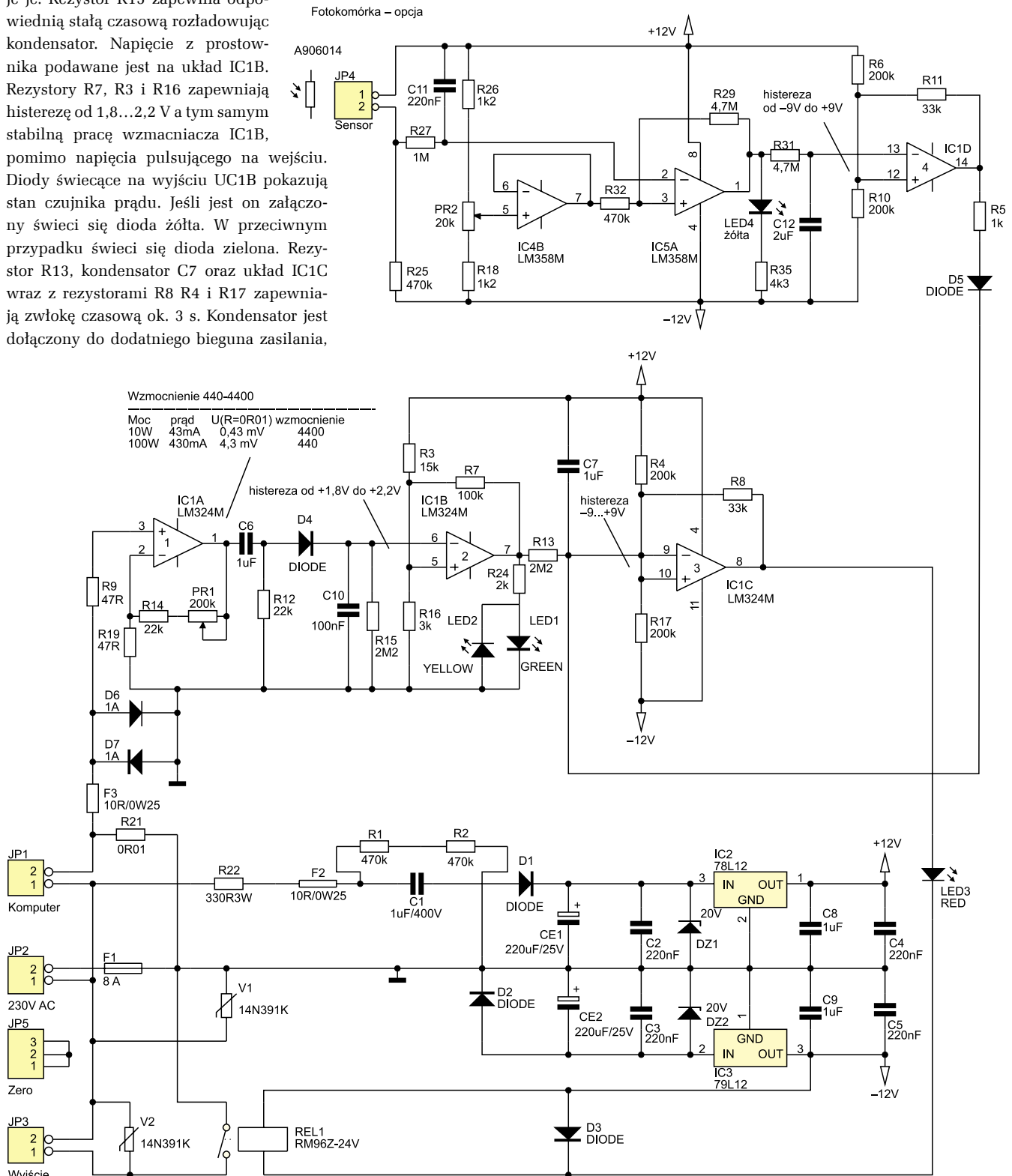
Opisane funkcje zrealizowano przy użyciu 6 wzmacniaczy operacyjnych zawartych w dwóch układach scalonych LM324 oraz LM358. Czujnikiem prądu jest rezystor R21 o rezystancji 10 m Ω wykonany z drutu nawojowego. Napięcie z rezystora R21 podawane jest na wejście nieodwracające układu IC1A. Potencjometr PR1 i rezystory R14 i R19 zapewniają regulację wzmocnienia

wzmacniacza w szerokim zakresie (wzmocnienie napięciowe Ku od ok. 440 do 4400). Kondensator C6 zastosowano aby wyeliminować napięcie stałe pojawiające się na wyjściu wzmacniacza IC1A spowodowanego napięciem niezrównoważenia. Wartość tego napięcia stałego przy dużym wzmocnieniu teoretycznie może mieć nawet wartość kilku woltów co mogłoby spowodować błądne działanie układu. Dioda D4 prostuje napięcie zmienne a kondensator C10 filtruje je. Rezystor R15 zapewnia odpowiednią stałą czasową rozładowując kondensator. Napięcie z prostownika podawane jest na układ IC1B. Rezystory R7, R3 i R16 zapewniają histerezę od 1,8...2,2 V a tym samym stabilną pracę wzmacniacza IC1B, pomimo napięcia pulsującego na wejściu. Diody świecące na wyjściu UC1B pokazują stan czujnika prądu. Jeśli jest on załączony świeci się dioda żółta. W przeciwnym przypadku świeci się dioda zielona. Rezystor R13, kondensator C7 oraz układ IC1C wraz z rezystorami R8 R4 i R17 zapewniają zwłokę czasową ok. 3 s. Kondensator jest dołączony do dodatniego bieguna zasilania,

aby w momencie załączania zasilania urządzenia odbiorcze były wyłączone. Histereza realizowana przez rezystory R8, R4 i R17 jest obliczona na wartości odpowiednio od -9 do +9 V. Z wyjścia układu IC1C sterowny jest przełącznik załączający sterowane urządzenia. Czerwona dioda LED3 wskazuje załączenie przełącznika. Zastosowano przełącznik o małej mocy cewki (0,2 W) co przy napięciu 24 V umożliwia sterowanie tym przełącznikiem bezpośrednio z wyjścia układu LM 324.

Dioda D3 zabezpiecza układ przed przepięciami w momencie rozłączania przełącznika.

Jako czujnik światła zastosowano fotorezystor. Rezystor R27 i kondensator C11 filtrują sygnał z czujnika umożliwiając stosowanie długiego kabla do czujnika. Sygnał z czujnika doprowadzony jest do wejścia odwracającego układu IC4A. Potencjometr PR2 wraz z rezystorami R18 i R26 zapewniają regulację czułości fotokomórki. Układ IC4B pracuje w układzie wtórnika zapewniając izolację



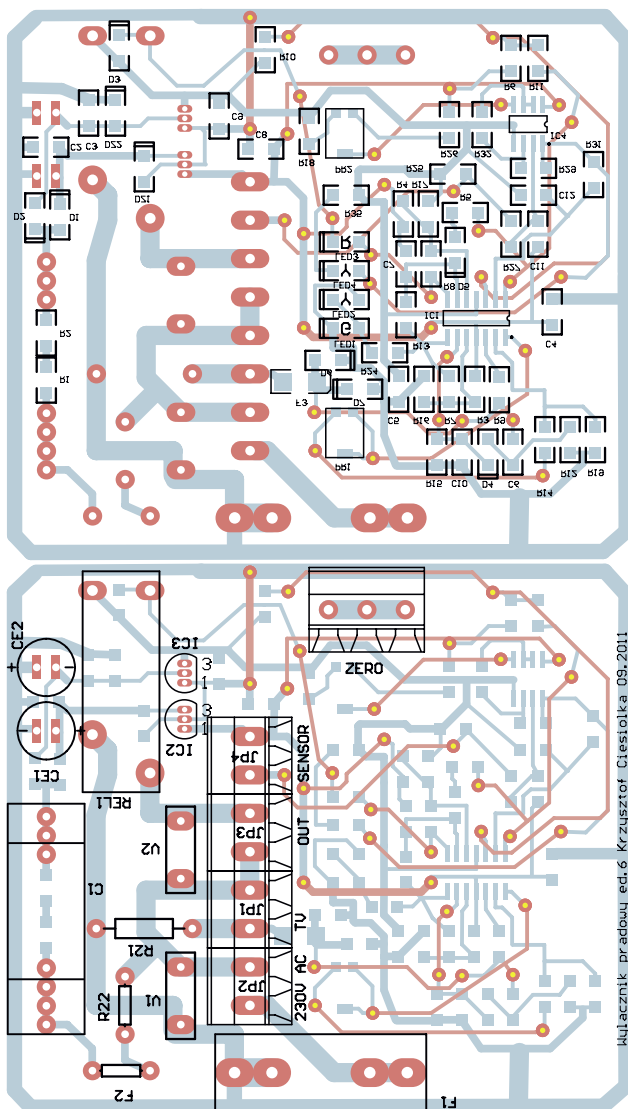
Rysunek 1. Schemat ideowy włącznika z fotokomórką i czujnikiem prądu

przerzutnika Schmitta zrealizowanego na układzie IC4A i rezystorach R32 i R29 od rezystancji potencjometru i rezystorów R18 i R26. Histereza w/w przerzutnika wynosi ok. 1/10 napięcia wyjściowego tj. 2,4 V. Jest ona stosunkowo duża gdyż przy histerezie 1/20 lampka cyklicznie się włączała i wyłączała. Żółta dioda LED4 wskazuje zadziałanie fotokomórki. Rezystor R31 i kondensator C12 wraz z układem Schmitta zrealizowanym na układzie IC1D oraz rezystorach R11, R6 i R10 realizują zwłokę czasową ok. 20 sek. Kondensator podłączony jest do minusa zasilania, tak aby w momencie włączania urządzenia do prądu fotokomórka była nieaktywna.

Iloczyn logiczny zrealizowano poprzez zastosowanie diody D5. Jeśli wyjście układu IC1D ma stan wysoki (+12 V) dioda podciąga napięcie na kondensatorze C7 do +12 V powodując wyłączenie przełącznika. Jeśli stan wyjścia IC1D jest niski (-12 V) dioda stanowi przerwę umożliwiając naładowanie kondensatora C7 i załączenie przełącznika. Załączenie przełącznika może nastąpić jeśli spełnione są 2 warunki:

- Fotokomórka jest aktywna i upłynął czas ok. 20 sek. od jej aktywacji
- Włączony jest odbiornik prądu (TV/komputer)

Układ zawierający rezystor bezpiecznikowy F3 oraz diody D6 i D7 jest zabezpieczeniem na wypadek gdyby wysokie napięcie sieciowe dostało się na wejście układu. Może to nastąpić w przypadku rozłączenia się rezystora R21 (np. zimny lut) a grozi to zniszczeniem dużej



Rysunek 2. Schemat montażowy urządzenia

części układu a nawet jego zapaleniem. W takim przypadku diody ograniczą napięcie do $\pm 0,7$ V, a płynący prąd spowoduje uszkodzenie rezystora bezpiecznikowego F3 przerywając dopływ prądu do wejścia układu.

Układ zasilany jest przez kondensator C1, diody D1 i D2 kondensatory CE1 i CE2, diody Zenera 20 V DZ1 i DZ2 oraz stabilizatory IC2 i IC3. Rezystor bezpiecznikowy F2 zabezpiecza układ przed zwarcie kondensatora C1. Rezystor R22 ogranicza prąd w momencie włączania napięcia sieciowego. Warystory V1 i V2 zabezpieczają układ przed przepięciami. Główne zabezpieczenie układu stanowi bezpiecznik F1 (T8A).

Montaż i uruchomienie układu

Układ zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej (rysunek 2), wykorzystując elementy SMD. Elementy przezłukowane umieszczono w takim miejscu aby było wystarczająco dużo miejsca na poprowadzenie kabli. Pod kablami nie ma żadnych elementów – elementy SMD montowane są z drugiej strony płytki.

Wszystkie rezystory, kondensatory, diody LED SMD są w obudowie 1206, Diody

Wykaz elementów

Rezystory: (SMD 1206)

R1, R2: 470 k Ω
 R3: 15 k Ω
 R4, R6, R10, R17: 200 k Ω
 R5: 1 k Ω
 R7: 100 k Ω
 R8, R11: 33 k Ω
 R9, R19: 47 Ω
 R12, R14: 22 k Ω
 R13, R15: 2,2 M Ω
 R16: 3 k Ω
 R18, R26: 1,2 k Ω
 R21: 0,01 Ω (przewlekany)
 R22: 330 Ω (przewlekany, 3 W)
 R24: 2 k Ω
 R25: 470 k Ω
 R27: 1 M Ω
 R29, R31: 4,7 M Ω
 R32: 470 k Ω
 R35: 4,3 k Ω
 PR1: 200 k Ω (TS53YL)
 PR2: 20 k Ω (TS53YL)

Kondensatory:

C1: 1 μ F/400 V
 C2...C5, C11: 220 nF (SMD 1206)
 C6...C9: 1 μ F/25 V
 C10: 100 nF (SMD 1206)
 C12: 2 μ F (SMD 1206)
 CE1, CE2: 220 μ F/25 V

Półprzewodniki:

D1...D7: SM4007 (mini melf)
 DZ1, DZ2: dioda Zenera 20 V/0,5 W (w obudowie SMD)
 IC1: LM324 (SO-14)
 IC2: MC78L12ABP
 IC3: MC79L12ABP
 IC4: LM358M
 LED1: dioda SMD LED, zielona
 LED2, LED4: dioda SMD LED, żółta
 LED3: dioda SMD LED, czerwona
 FOT: fotorezystor A906014

Inne:

F1: bezpiecznik zwłoczny 8 A
 F2, F3: 10 Ω /0,25 W
 JP1...JP4: złącze ARK2
 JP5: złącze ARK3
 REL1: przełącznik RM96Z-24V
 V1, V2: warystor 14N391K

w obudowie okrągłej Minimelf, Układy scalone odpowiednio SO8 i SO14, kondensator szeregowy w zasilaniu MKT 1 μ F/400 V MKT 10% rozstaw wyprowadzeń 27,5 mm. Należy zwrócić też uwagę aby kondensatory elektrolityczne miały rozstaw wyprowadzeń 2,5 mm. Takie wymiary mają elektrolity niskiimpedancyjne GF 220 μ F firmy SAMXON. PR'ki SMD są typu TS53YL. Fotorezystor jest typu A906014. (77...340 k Ω 90 mW). Stabilizatory są w obudowach TO-92. Warystory są typu 14N391K. Diody Zenera 20 V mają moc 0,5 W.

Wszystkie komponenty (za wyjątkiem rezystorów bezpiecznikowych 0,25 W) można kupić w Łódzkiej firmie TME. Oprawkę bezpiecznikową użyłem z moich zapasów, tak że nie sprawdzałem ich dostępności, ale nie sądzę aby był problem z ich zakupem. W projekcie płytki przewidziałem też dodatkowe otwory aby zastosować inny typ



Fotografia 3. Wygląd czujnika oświetlenia



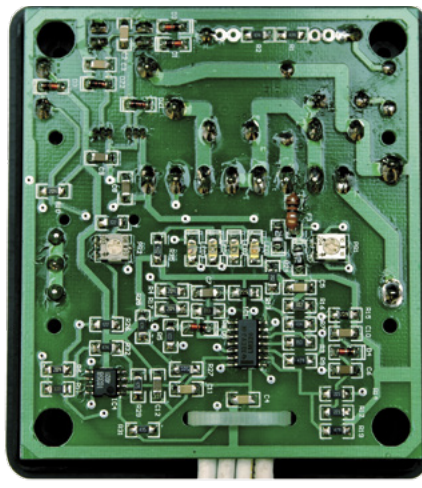


Fotografia 4. Wygląd zmontowanego wyłącznika w widoku od góry

oprawki (dwie obejmują osobno na każdy styk bezpiecznika)

Kable przymocowano do płytki przy pomocy opaski kablowej 120×2,5 zabezpieczając w ten sposób kable przed wyrwaniem. Kable podłączone są do płytki poprzez złącza ARK. Przewidziano dodatkowe złącze JP5 do połączenia przewodów zerowych jeśli będą stosowane kable z przewodami zerowymi (np. do podłączenia komputera).

Dzięki zastosowaniu elementów powierzchniowych udało się układ zmieścić w standardowej obudowie Z-79. Etykiętę czołową zaprojektowałem jako warstwę Mechanical 1 w projekcie płytki drukowanej. Dzięki temu łatwo mogłem dopasować ją do ułożenia potencjometrów i diod LED. Etykiętę następnie obrobiłem w programie AutoCad aby uzyskać polskie znaki i lepszą czcionkę. Przeformatowałem ją następnie do postaci PDF i takiej postaci ją drukowałem na folii samoprzylepnej. Po wydrukowaniu i przycięciu przykleiłem ją do obudowy. Wykonałem otwory 1,5 mm na diody i 3 mm na PR'ki. Oderwałem tę etykiętę i wykonałem drugą, którą polakierowałem lakierem w spreju. W tej etykietce otwory wykonałem wybijakami i po przycię-



Fotografia 5. Wygląd zmontowanego wyłącznika w widoku od spodu

ciu przylepiłem do obudowy. Etykiety można drukować na zwykłym papierze i przykleić je do obudowy klejem Hermol. Lepszy jest papier grubszy od standardowego (standardowy ma 80 g/m²) gdyż nie przebija czarna obudowa przez papier. Ja naklepiłem 2 etykiety jedną na drugą aby zniwelować ten efekt.

Rezystor R21 (10 mΩ) wykonałem drutem nawojowym o średnicy 0,5 mm i długości 147 mm. Należy odciąć nieco dłuższy odcinek drutu (ok. 10 mm) na końcówki, ponieważ długość 147 mm, wyliczona jest do punktu przylutowania. Końcówki drutu należy odizolować zdzierając lakier nożem i pocynować. Drut nawinąłem na wiertło o średnicy 3 mm. Tak wykonany rezystor należy wlutować w płytkę.

Czujnik fotokomórki musi być izolowany, gdyż w układzie występują niebezpieczne dla życia napięcia. Jako obudowę czujnika wykorzystałem górną część opakowania od tabletek (**fotografia 3**). Fotorezystor umieściłem na kawałku tekturki. W tekturce zrobiłem otwory igłą i umieściłem w nich fotorezystor. Obciąłem wyprowadzenia i przylutowałem kabel z krótkimi wyprowadzeniami. Całość zalałem klejem. Klej może być do-

wolny byle zapewniał dostateczną wytrzymałość i nie przewodził prądu. W modelu na zdjęciu zastosowałem klej nakładany na gorąco pistoletem w innym stosowałem klej dwuskładnikowy poxipol. Stosować należy kabel do instalacji elektrycznych najlepiej w podwójnej izolacji. Należy pamiętać, że na czujniku może być faza napięcia sieciowego a kabel jak i cały czujnik powinny zabezpieczać przed porażeniem. Tekturka jest po to aby klej nie zalał fotorezystora.

Osobnego komentarza wymaga wykonanie w warunkach amatorskich otworów 7 mm oddalonych tylko o ok. 2 mm od krawędzi płytki. Otwory te są konieczne ze względu na słupki występujące w obudowie. Otwory te wykonywałem zaraz po wytrawieniu, jeszcze przed obcięciem płytki do wymiarów nominalnych. Nawiercałem najpierw otwory wiertłem 1 mm, następnie rozwiercałem je do średnicy 3 mm i dopiero potem rozwiercałem wiertłem o średnicy 7 mm. Następnie obcinałem płytkę do wymiarów nominalnych, przpasowywałem do obudowy i drobne niedokładności dopiłowywałem pilnikiem. Jeśli wykonujemy układ w wersji bez fotokomórki nie montujemy układu LM358, złącza ARK dla sensora, diody LED4 oraz pozostałych elementów zaznaczonych na schemacie jako opcja. Wygląd zmontowanego urządzenia pokazano na **fotografii 4** i **fotografii 5**.

Układ uruchamiałem wykorzystując transformator TS12/6 o napięciach wyjściowych odpowiednio 19,4 i 8,8 V. Dzięki zastosowaniu tego układu separującego mogłem uruchamiać układ pod bezpiecznym napięciem oraz obserwować przebiegi na oscyloskopie. Zamiast transformatora TS12/6 można zastosować inny transformator dobierając odpowiednie rezystory. Można też zastosować 2 małe transformatory o odpowiednich napięciach. Układ po zmontowaniu ze sprawnych elementów powinien działać od razu i nie powinno być potrzebne montowanie w/w układu zasilania próbnego.

Krzysztof Ciesiołka
krzysztof.ciesiolka@kimball.com

REKLAMA

Profesjonalne narzędzia dla elektroników i programistów

- uniwersalne programatory układów scalonych
- analizatory stanów logicznych
- oscyloskopy cyfrowe
- systemy do wyważania i pomiaru drgań
- oprogramowanie CAD, CAM, CAE
- emulatory, symulatory, debuggery dla różnych rodzin procesorów
- kompilatory C/C++ dla różnych rodzin procesorów
- szkolenia w zakresie FPGA, VHDL
- narzędzia na procesory sygnałowe DSP
- projektujemy, produkujemy, szkolimy, dystrybuujemy

05-825 Grodzisk Maz., ul. Chałmońskiego 30, tel. (022) 724 30 39, 792 05 18, fax. (022) 724 30 37

RAISONANCE Innovative Development Tools

IAR SYSTEMS

SPECTRUM DIGITAL