

W rubryce „Analog Center” prezentujemy skrótowe opisy urządzeń charakteryzujących się interesującymi, często wręcz odkrywczymi, rozwiązaniami układowymi. Przypominamy także cieszące się największym powodzeniem, proste opracowania pochodzące z redakcyjnego laboratorium.

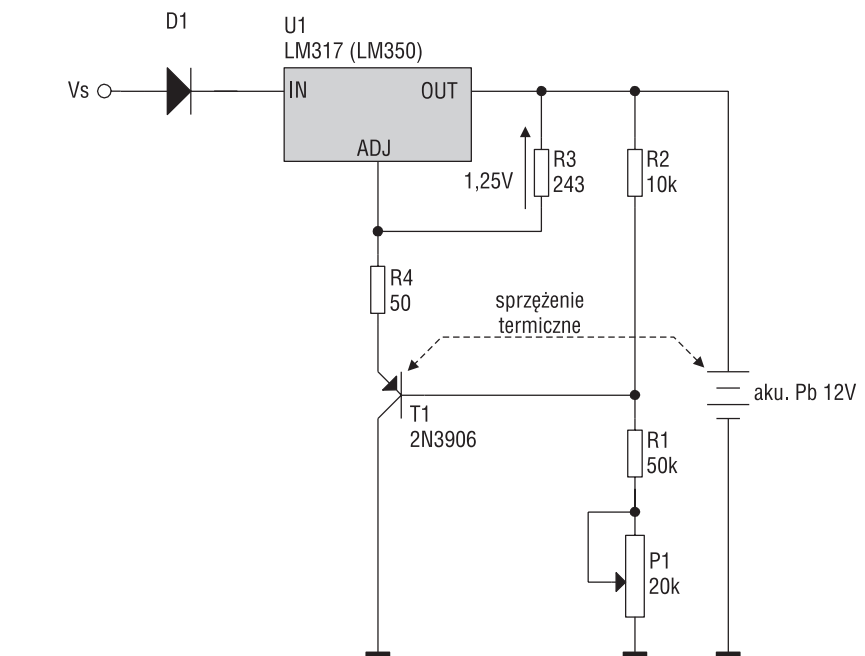
Do nadsyłania opisów niebanalnych rozwiązań (także wyszukanych w Internecie) zachęcamy także Czytelników. Za opracowania oryginalne wypłacamy honorarium w wysokości 300zł brutto, za opublikowane w EP informacje o interesujących projektach z Internetu honorarium wynosi 150zł brutto. Opisy, propozycje i sugestie prosimy przysyłać na adres: analog@ep.com.pl.

Buforowe ładowanie akumulatorów żelowych

Liczne urządzenia elektroniczne przewidziane do pracy ciągłej (np. centralki telefoniczne, systemy alarmowe, oświetlenie awaryjne, itp.) wymagają rezerwowego zasilania bateryjnego uruchamianego w razie zaniku napięcia w sieci energetycznej. Umieszczone w nich akumulatory muszą być stale naładowane pozostając przez długi czas w stanie pełnej dyspozycyjności. W takich zastosowaniach nieźle sprawdzają się kwasowe akumulatory ołowiowe, a w szczególności ogniwa żelowe i AGM zwalniające użytkownika z konieczności „mokrej” obsługi. W przeciwieństwie do ogniw niklowych, ogniwa kwasowe dobrze tolerują pracę w płytkich cyklach i długotrwałe doładowywanie utrzymujące je stale w stanie 100% naładowania. W konkurencji z ogniwami litowo-jonowymi ustępują wprawdzie znacznie pod względem ciężaru (co w urządzeniach stacjonarnych zwykle nie odgrywa zasadniczej roli), niemniej wciąż wygrywają ceną, a przy tym nie wymagają aż tak rygorystycznego przestrzegania warunków eksploatacji.

Zamierzając efektywnie wykorzystać cały, deklarowany przez producenta czas życia ogniw ołowiowych należy jednak przestrzegać pewnych zasad użytkowania. Oprócz ogólnie znanych zaleceń dotyczących niedopuszczania do głębokiego rozładowania i nie przekraczania dopuszczalnego prądu ładowania, w zastosowaniach buforowych szczególnego znaczenia nabierają jeszcze dwa dodatkowe, a mianowicie unikanie podwyższonej temperatury i nawet niewielkiego, lecz długotrwałego przeładowywania.

Osiągi akumulatorów ołowiowych są silnie zależne od temperatury. Jej obniżanie zmniejsza pojemność ogniwa – np. w temp. 0°C do dyspozycji pozostaje tylko 85% pojemności znamionowej. Z kolei eksploatacja ogniw w podwyższonej temperaturze powoduje ich szyb-



Rys. 1. Ładowarka buforowa z korekcją napięcia ładowania – wariant 1

ką degradację. Wzrost temperatury o każde 8°C powyżej wartości znamionowej skraca trwałość akumulatora żelowego o połowę (sic!). Zatem odsunięcie go od radiatora w zasilaczu i zapewnienie dobrej wentylacji w ciasnej obudowie nie powinno być traktowane jako rozrzutność a raczej jako racjonalna inwestycja w trwałość i niezawodność urządzenia.

Przypomnijmy pokrótce zasadę ładowania ogniw ołowiowych metodą CC-CV (*constant current – constant voltage*). Na początku, tzn. przy mocno rozładowanym akumulatorze ładowarka pełni rolę źródła prądowego ograniczającego maksymalny prąd do bezpiecznej wartości (typ. 0,3C). Po osiągnięciu przez baterię zadanego napięcia końcowego, ładowarka przechodzi do stabilizacji napięcia, jednak ładowanie trwa nadal przy stopniowo malejącej wartości prądu.

Do ładowania w trybie buforowym przyjmuje się napięcie końcowe równe ok. 2,30 V/ogniwo. Przy tej wartości napięcia, prąd ładowa-

nia maleje asymptotycznie do zera (a ściślej do szczątkowej wartości pokrywającej straty energii wynikające z samorozładowania), a ogniwo również asymptotycznie zbliża się do stanu 100% naładowania, dzięki czemu może pozostać podłączone do zasilania na stałe, bez obawy przeładowania.

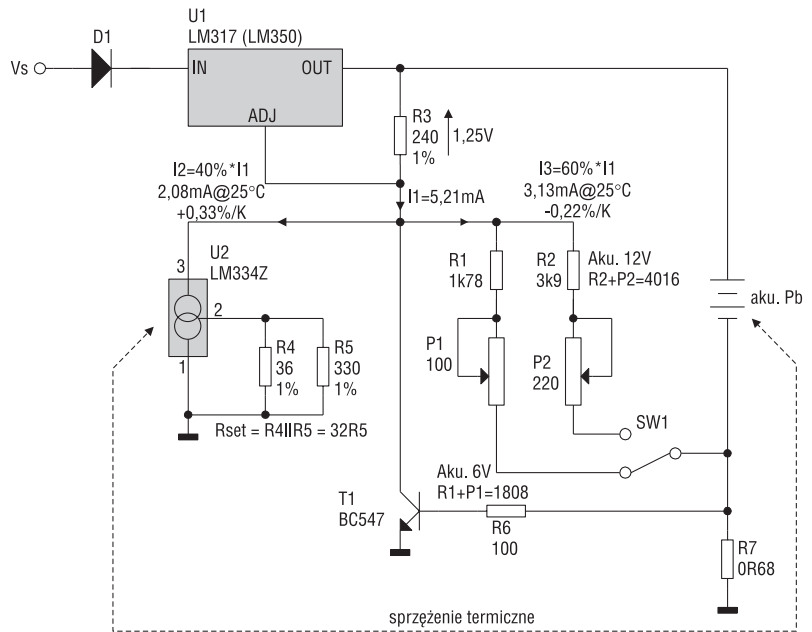
Przy ładowaniu w trybie cyklicznym celowo podnosi się napięcie do poziomu 2,45 V/ogniwo forsując tym samym szybszą regenerację ładunku. Jednak tak przyspieszone ładowanie wymaga ciągłego nadzoru i przerwania lub obniżenia napięcia do poziomu „buforowego”, gdy prąd ładowania spadnie samoczynnie poniżej zadanego progu (typ. 0,02C). Długotrwałe pozostawienie ogniwa pod wymuszonym, podwyższonym napięciem doprowadziłoby do przeładowania i nieodwracalnej utraty wody z elektrolitu na skutek gazowania.

Stwierdzenie, że końcowe napięcie ładowania równe 2,30 V/ogniwo stanowi wartość całkowicie bezpieczną dla akumulatora- **cd na str. 40**

cd ze str. 39 ra jest niestety pewnym uproszczeniem. W rzeczywistości napięcie to zależy od temperatury i maleje z nachyleniem $-3...-5$ mV/K, zatem ogniwo ładowane do sztywno ustalonego poziomu będzie w niskich temperaturach niedoładowane, natomiast w temperaturze wyższej od pokojowej zostanie narażone na przeładowanie. Zwykle odchyłki te nie są duże (max. kilkadziesiąt mV), więc nie powodują szybkiego zniszczenia akumulatora. Jednak gdy ładowanie w podwyższonej temperaturze ciągnie się przez tysiące godzin, a z czymś takim możemy mieć do czynienia właśnie przy ciągłym ładowaniu buforowym, to trudno się dziwić, że akumulator o deklarowanej trwałości 5 letniej odmawia posłuszeństwa np. już po roku eksploatacji. Płyne stąd wniosek, że nawet najprostszy układ ładowania buforowego powinien wprowadzać korekcję napięcia w funkcji temperatury.

Na rys. 1 przedstawiono prosty układ ładowarki zaczerpnięty z noty katalogowej Linear Technologies. Od typowego układu aplikacyjnego stabilizatora LM317 różni go obecność dodatkowego wtórnika emiterowego T1. Działanie sprzężenia zwrotnego utrzymuje stały spadek napięcia na rezystorze R2 wynoszący ok. 2,2 V. Wartość ta jest zależna nie tylko od napięcia referencyjnego stabilizatora, ale również od spadku napięcia na złączu baza-emiter T1 wykazującego ujemny współczynnik temperaturowy równy w przybliżeniu $-2,2$ mV/K. Porównując te dwie wartości możemy stwierdzić, że układ zapewnia (choć jedynie częściową) korekcję napięcia ładowania ze współczynnikiem wynoszącym w przeliczeniu na jedno ogniwo ok. $-2,3$ mV/K.

W drugim układzie (rys. 2) zastosowano alternatywną metodę korekcji temperaturowej pozwalającą w pewnym zakresie na swobodny wybór współczynnika korekcyjnego. Podobnie jak poprzedni układ składa się z liniowego stabilizatora napięcia LM317 lub LM350 (U1) uzupełnionego ogranicznikiem maksymalnego prądu ładowania (R7,



Rys. 2. Ładowarka buforowa z korekcją napięcia ładowania – wariant 2

T1). Za nachylenie charakterystyki temperaturowej odpowiada układ monolitycznego źródła prądowego LM334 (U2).

Nie wdając się w szczegóły konstrukcyjne, budowę układu LM334 można opisać jako kombinację źródła napięciowego V_{set} podłączonego do wyprowadzenia SET i sterowanego źródła prądowego powtarzającego na swoim wyjściu (V+) prąd pobierany ze źródła V_{set} przez zewnętrzny rezystor R_{set} .

Napięcie odniesienia V_{set} jest bezpośrednio zależne od temperatury struktury w skali bezwzględnej i wyraża się zależnością:

$$V_{set} = T[K] \cdot 214 [\mu V/K]$$

W temperaturze pokojowej $T = 298$ K ($25^\circ C$) jego wartość wynosi $V_{set} = 64$ mV.

Uwzględniając dodatkowo obecność prądu polaryzującego I_{bias} wpływającego z końcówki V- i stanowiącego w przybliżeniu stały ułamek ($k \sim 1/14$) prądu I_{set} uzyskuje się ostateczną zależność pomiędzy prądem wyjściowym, a wartością rezystora R_{set} – w temperaturze pokojowej prąd ten ma wartość

$$I_{V+} = 67,7 \text{ mV} / R_{set}$$

i dodatni współczynnik temperaturowy wynoszący ok. $0,33\%/K$.

Przyjmując $R_{set} = 32,5 \Omega$ (tak jak na rys. 2) uzyskamy prąd źródła $I_2 = 2,08$ mA rosnący ze wzrostem temperatury o ok. $7 \mu A/K$. Biorąc pod uwagę stałą wartość prądu $I_1 = 5,21$ mA płynącego przez R_3 (pominamy prąd polaryzujący I_{adj} układu U1) i rozpatrując rozptył prądów w węzle „A” dojdziemy do wniosku, że prąd $I_3 = 3,13$ mA decydujący o końcowym napięciu ładowania, ma ujemny współczynnik temperaturowy wynoszący $-7 \mu A/K$, czyli $-0,22\%/K$.

Warunki ładowania jakie otrzymamy po przeprowadzeniu pozostałych obliczeń zostały zestawione w tab. 1. Uzyskane temperaturowe współczynniki napięcia końcowego mieszczą się w typowym przedziale $-3...-5$ mV/K/ogniwo zalecanym przez większość producentów.

Szczególną uwagę warto zwrócić na zapewnienie dobrego kontaktu termicznego pomiędzy układem U2 (LM334), a akumulatorem. Z jednej strony chodzi tu oczywiście o pomiar rzeczywistej temperatury baterii, a z drugiej o uniknięcie samonagrzewania układu scalonego. Moc tracona w układzie U2 sięga 26 mW, co wystarcza do samoistnego podniesienia temperatury struktury w obudowie TO-92 (w nieruchomym powietrzu) o ok. $10^\circ C$. Z tego względu zamiast LM334Z korzystniejsze będzie zastosowanie układu w obudowie SO-8 (LM334D) i ulokowanie go np. w bezpośrednim kontakcie z metalową podstawką akumulatora.

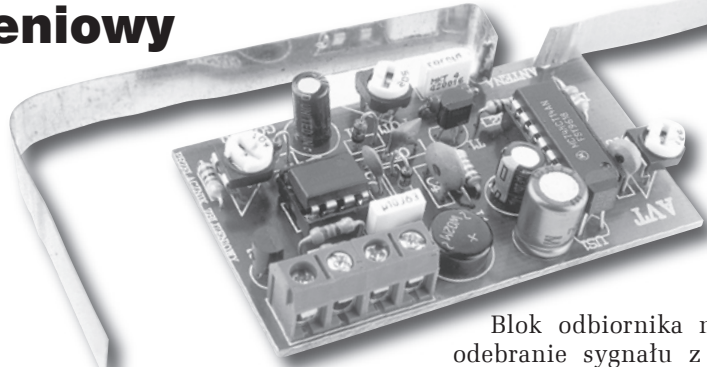
MDz

Tab. 1. Warunki ładowania uzyskane w układzie z rys. 2

U_m [V]	liczba ogniwo	końcowe napięcie ładowania [V]	wsp. temperaturowy napięcia ładowania [mV/K]	wsp. temp. w przeliczeniu na jedno ogniwo [mV/K]
6	3	6,9	-12,7	-4,2
12	6	13,8	-28,1	-4,7

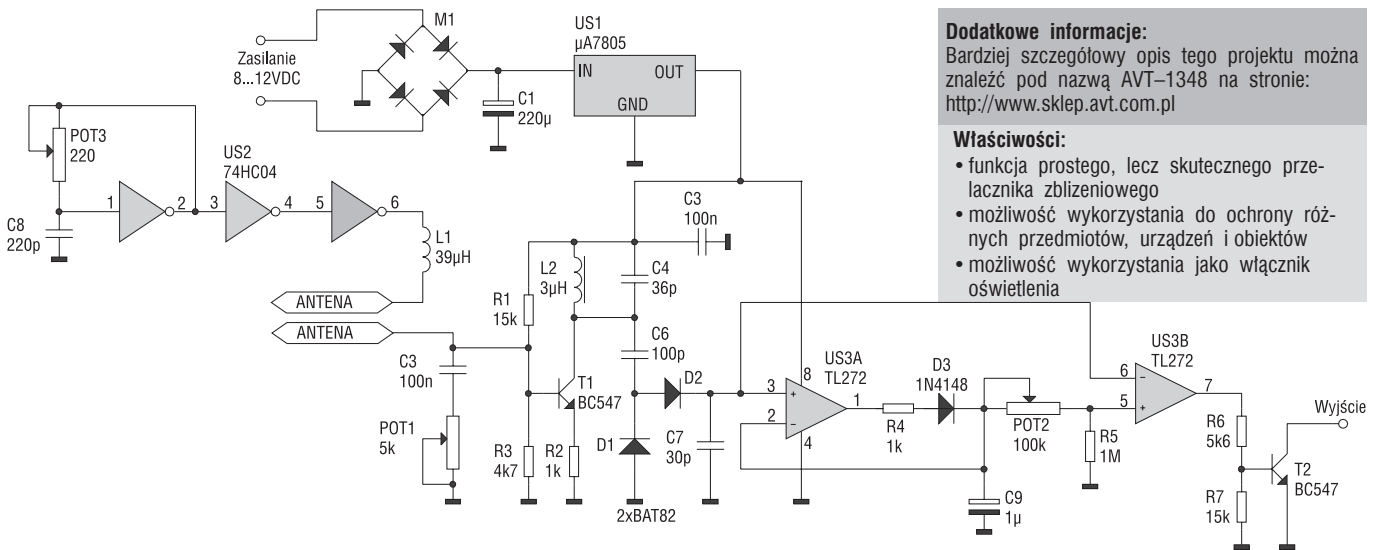
Przełącznik zbliżeniowy

Prezentowane urządzenie, wykonane na zaledwie kilku elementach, spełnia rolę prostego lecz skutecznego przełącznika zbliżeniowego. Możemy go wykorzystać do ochrony różnych przedmiotów, urządzeń i obiektów przed zbliżaniem się osób niepożądanych. Możemy również wykorzystać do uruchamiania oświetlenia lub innych urządzeń. Przełącznik składa się z dwóch części: nadajnika i odbiornika. Blok nadajnika to prosty generator w.cz. wykonany na dwóch bramkach NOT wchodzących w skład układu



typu 74HCT14 generuje on częstotliwość około 7 MHz. Częstotliwość generatora regulujemy potencjometrem POT3.

Blok odbiornika ma za zadanie odebranie sygnału z części nadawczej. Wszelkie zmiany odbieranego sygnału wywołane przemieszczaniem się osoby między elektrodami (antenami) powodują zadziałanie przełącznika.



Dodatkowe informacje:
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-1348 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

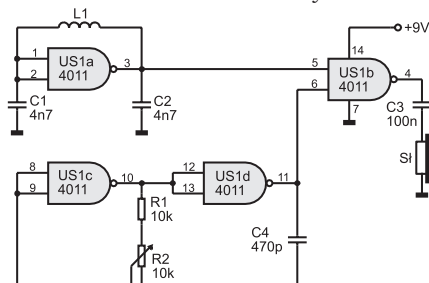
- Właściwości:**
- funkcja prostego, lecz skutecznego przełącznika zbliżeniowego
 - możliwość wykorzystania do ochrony różnych przedmiotów, urządzeń i obiektów
 - możliwość wykorzystania jako włącznik oświetlenia

Rys. 1. Schemat elektryczny przełącznika

Prosty wykrywacz metali

Wykrywacz metali działający na zasadzie rozstrajania się jednego z dwóch generatorów zbudowano na czterech bramkach NAND CMOS wchodzących w skład struktury popularnego układu scalonego 4011. Bramka 1 pracuje jako generator w.cz. z zewnętrzną cewką L1. Wartości elementów LC zostały tak dobrane,

aby wyjściowa częstotliwość generowanego sygnału wynosiła około 100 kHz. Drugi generator (pomocniczy) pracuje w układzie multiwibratora RC na dwóch bramkach 3 i 4. Zakres regulacji częstotliwości potencjometrem R2 wynosi od około 50 kHz do około 150 kHz, przy czym za dolną wartość odpowiedzialny jest rezystor R1, a za częstotliwość górną – kondensator C4. Sygnały z generatorów są skierowane na wejścia bramki 2 pracującej jako mieszacz (detektor). Sygnały wyjściowe, będą-



Rys. 1. Schemat elektryczny wykrywacza



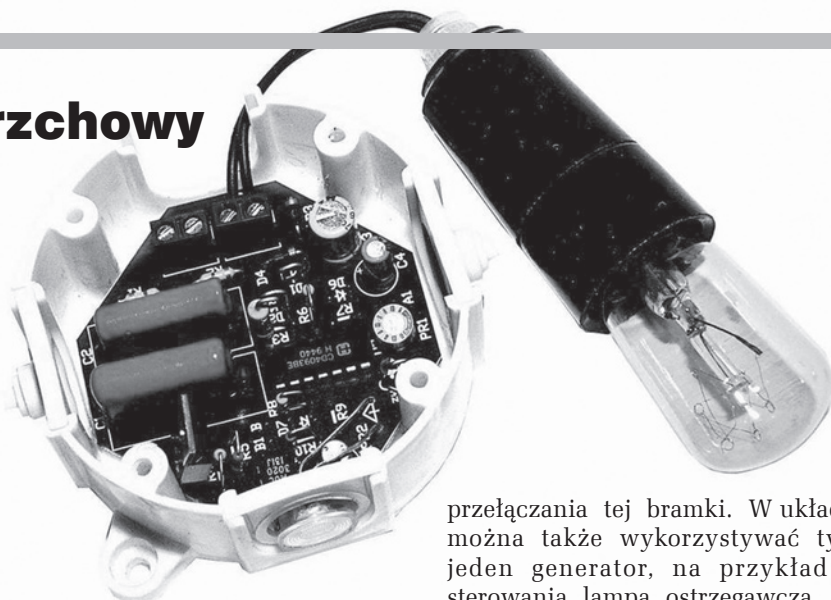
ce różnicą częstotliwości doprowadzonych sygnałów, są skierowane poprzez kondensator separujący C3 bezpośrednio do słuchawki.

- Właściwości:**
- lokalizacja ukrytego przedmiotu metalowego
 - zasięg uzależniony od wielkości poszukiwanego przedmiotu wynosi około 10 cm
 - zasilanie z baterii 9 V

Dodatkowe informacje:
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2116 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

Przełącznik zmierzchowy

Elementem wykonawczym zapalającym żarówkę jest triak T1. Triak jest sterowany za pośrednictwem optotriaka U1. Proponowany optotriak typu MOC3040 ma wbudowane obwody gwarantujące włączanie triaka tuż po przejściu napięcia sieci zasilającej przez zero. Dzięki temu układ nie wprowadza zakłóceń i nie wymaga stosowania filtrów przeciwzakłóceńowych zawierających dławiki i kondensatory. Układ elektroniczny jest zasilany z zasilacza beztransfornatorowego, zawierającego elementy R1...R3, C1...C3, D1...D5. Sam układ przełącznika zmierzchowego zrealizowano w oparciu o kostkę CMOS 4093 zawierającą cztery dwuwęściowe bramki NAND z wejściem Schmita (z histerezą na wejściu). Układ przełącznika zawiera dwa generatory wykonane na bramkach U2A i U2C.

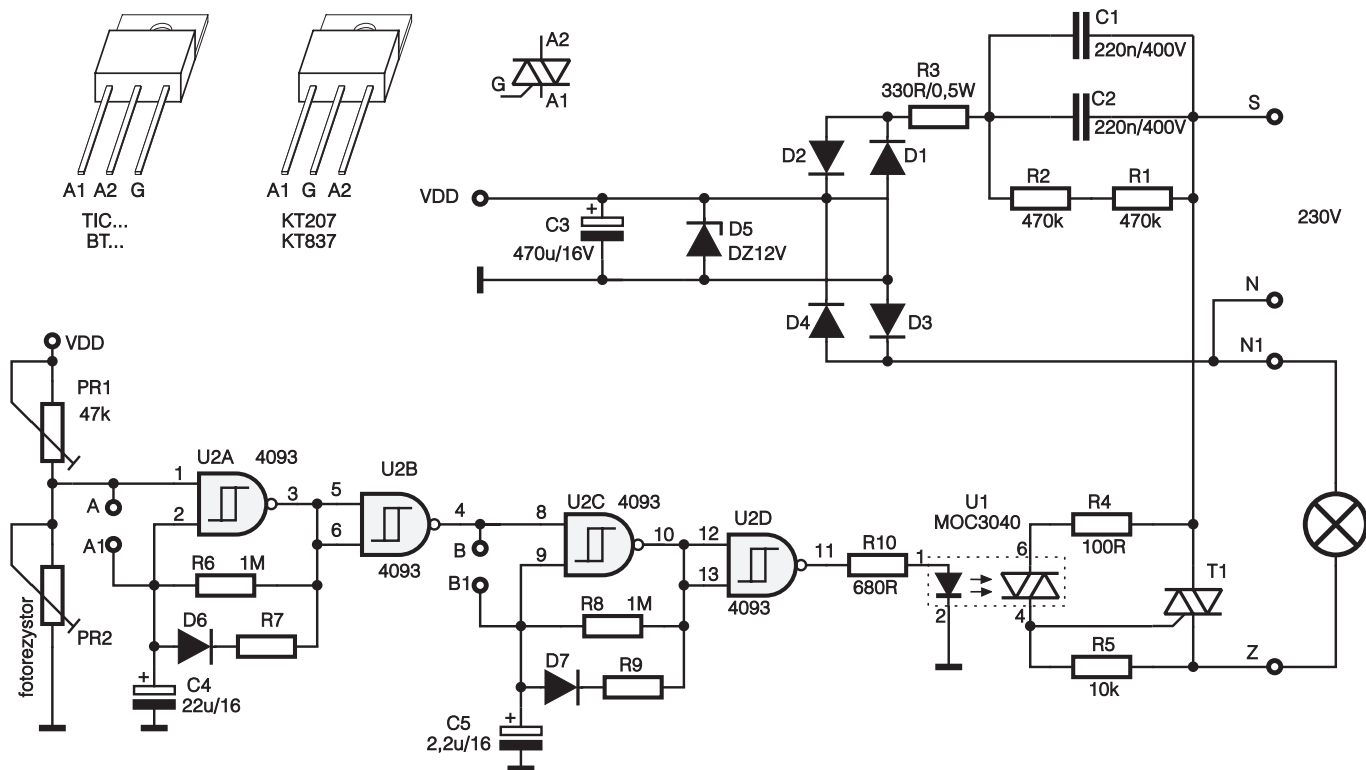


W spoczynku napięcie na nóżce 1 bramki U2A jest niższe od progu przełączania, generatory nie pracują, i na wyjściu bramki U1D utrzymuje się stan niski. Tym samym optotriak i triak są wyłączone – żarówka jest wygaszona. Oba generatory zaczynają pracować w chwili, gdy napięcie na nóżce 1 bramki U2A wzrośnie powyżej górnego progu

przełączania tej bramki. W układzie można także wykorzystywać tylko jeden generator, na przykład do sterowania lampą ostrzegawczą.

Dodatkowe informacje:
Bardziej szczegółowy opis tego projektu można znaleźć pod nazwą AVT-2177 na stronie: <http://www.sklep.avt.com.pl>

- Właściwości:**
- przełącznik reagujący na światło
 - do sterowania reklamy świetlnej
 - do sterowania oświetleniem domu, sklepu, a także innych tego typu zastosowań



Rys. 1. Schemat elektryczny przełącznika