

Wieczny przekaźnik



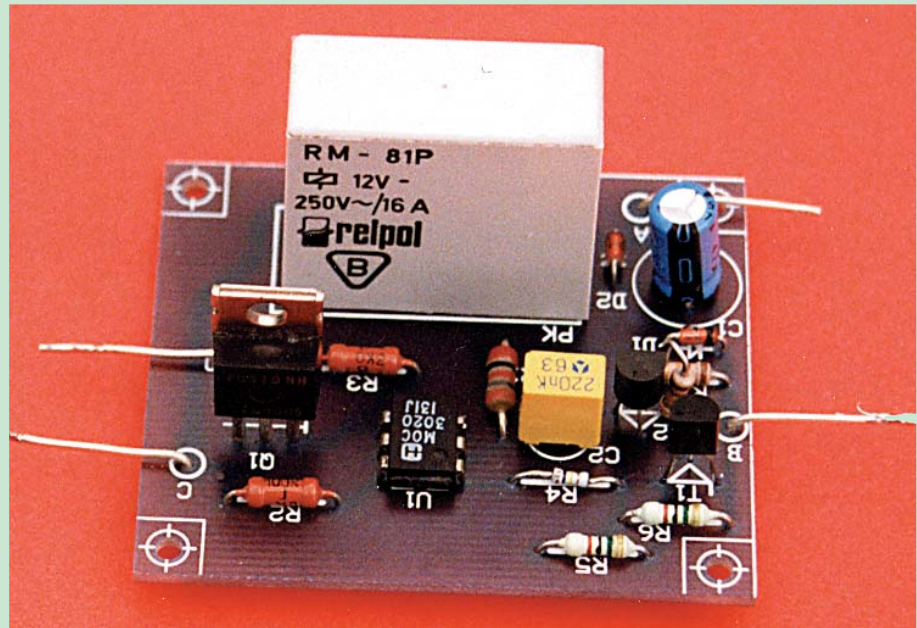
Do czego to służy?

Urządzenia elektroniczne często sterują pracą elementów wykonawczych dużej mocy, takich jak silniki, grzałki, żarówki, itp. Niezbędnymi elementami pośredniczącymi (łącznikami) są albo przekaźniki, albo tyrystory bądź triaki, albo tranzystory mocy.

Przy obciążeniach zasilanych prądem zmiennym wykorzystuje się zwykle przekaźniki lub triaki, przy prądzie stałym stosuje się tranzystory (polowe MOSFET lub bipolarnie) albo przekaźniki.

Wszystkie te elementy łącznikowe mają swoje wady i zalety.

Na przykład najważniejszą wadą przekaźników jest stosunkowo niewielka trwałość. Związane to jest z wypalaniem się styków. Styki wypalają się pod wpływem wyładowań (iskrzenia), które występuje głównie podczas rozłączania styków. Najsilniej to zjawisko występuje przy dużych napięciach stałych, ale także



przy napięciu zmiennym powoduje wyrażne niszczenie styków. W rezultacie trwałość przekaźników ograniczona jest do kilkudziesięciu...kilkuset tysięcy zdarzeń, zależnie od warunków pracy i prądu obciążenia.

Z drugiej strony, przekaźniki mają ważną zaletę – gdy styki są zwarte, nie występuje na nich istotny spadek napięcia i nie występują tam znaczące straty w postaci ciepła.

Z kolei triaki, tyrystory i tranzystory mają w zasadzie nieograniczoną trwałość, jednak pewną wadą jest występo-

wanie na nich spadku napięcia podczas przewodzenia. Przy większych prądach ilości ciepła, wydzielanego w danym elemencie półprzewodnikowym przy spadku napięcia (przewodzenia) rzędu 1...1,5V są tak znaczne, że trzeba stosować radiatory, co jest niewygodne i niekiedy wiąże się z niebezpieczeństwem porażenia prądem.

W zasadzie nie ma elementu, który łączyłby zalety przekaźników i elementów półprzewodnikowych.

Opisany dalej prosty układ ma takie zalety, nie posiadając jednocześnie wad poszczególnych łączników.

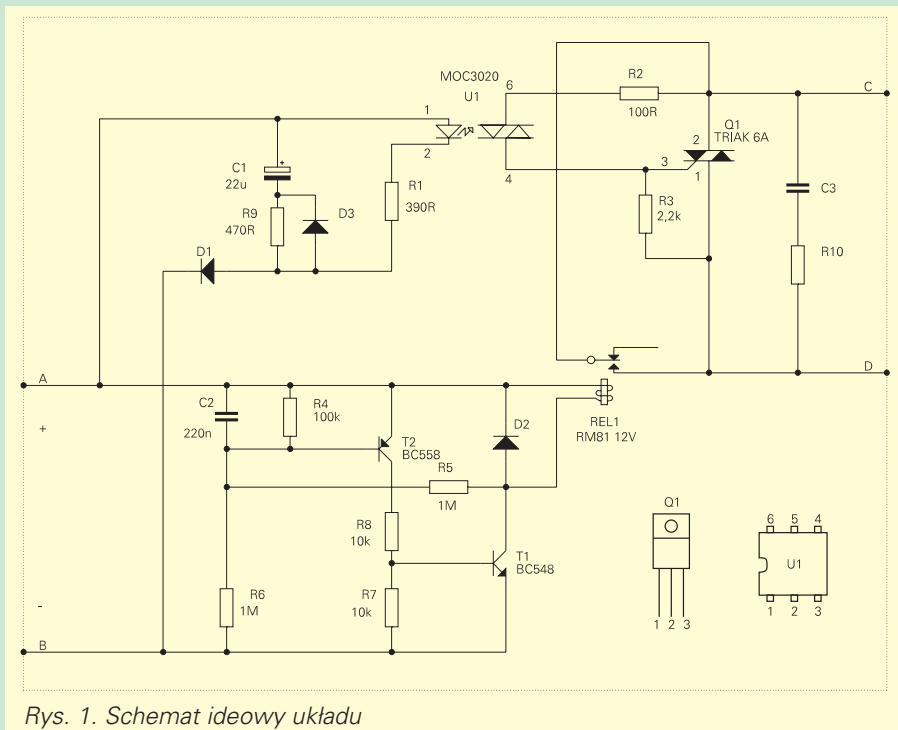
Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazano na rysunku 1. W pokazanej wersji jest to łącznik do sterowania odbiornikami prądu zmiennego.

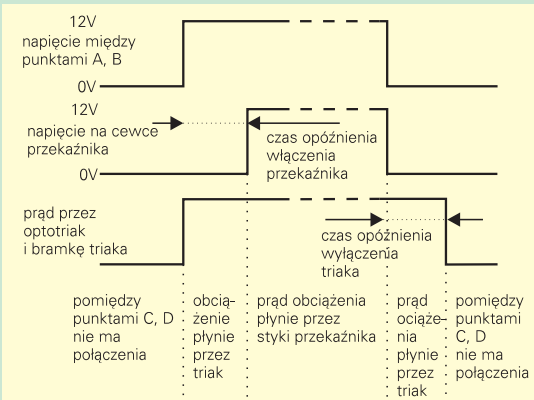
Główną rolę w czasie przewodzenia prądu pełni tu przekaźnik REL1. Żeby jednak wyeliminować główną wadę przekaźnika – wypalanie styków w momencie łączenia i rozłączania styków, wprowadzono dodatkowy triak Q1.

Kolejność łączenia pokazana jest na rysunku 2.

W stanie spoczynku kondensatory C1 i C2 są rozładowane. W momencie podania napięcia na punkty A i B, zaczyna płynąć prąd przez optotriak U1 i rezystor R1, a także ładują się kondensatory C1 i C2. Optotriak U1 nie może być wyposażony w obwód detekcji przejścia napięcia sieci przez zero – związane jest to z jego zachowaniem przy rozłączaniu. Musi to być zwykły optotriak, na przykład typu MOC3020. Przy braku obwodu detekcji



Rys. 1. Schemat ideowy układu



Rys. 2. Kolejność włączania

przejścia napięcia sieci przez zero, triak Q1 zostanie otwarty praktycznie w momencie podania napięcia na punkty A, B. Po krótkim czasie kondensator C2 nładuje się do napięcia przekraczającego napięcie progowe tranzystora T2. Tranzystory T2 i T1 zostaną otwarte i zostanie

Wykaz elementów

Rezystory

- R1: 390Ω
- R2: 100Ω
- R3: 2,2kΩ
- R4: 100kΩ
- R5,R6: 1MΩ
- R8,R7: 10kΩ
- R9: 470Ω
- R10: 47...68Ω/0,5W

Kondensatory

- C1: 22μF/16V
- C2: 220nF
- C3: 47nF lub 100nF/600V

Półprzewodniki

- D1,D2,D3: 1N4148
- Q1: dowolny triak 6A/600V

Pozostałe

- REL1: RM81/12V
- T1: BC548
- T2: BC558
- U1: MOC3020...3022

c.d. ze str. 64

Przy wykorzystywaniu układu należy pamiętać, że największy sygnał wejściowy nie powinien być większy niż 50mVpp – w przeciwnym wypadku wystąpią zauważalne zniekształcenia.

Wartość maksymalnego napięcia na wyjściu jest wyznaczona stosunkiem rezystorów R7 i R8. Rezystorów tych raczej nie należy zmieniać, bo może to pogorszyć parametry układu.

Wartość maksymalnego wzmocnienia równa 100 razy (40dB) dla wielu systemów będzie za duża. Wzmocnienie to można zmniejszyć, zwiększając wartość R4.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

włączony przełącznik REL1. Ponieważ w tym czasie triak będzie już przewodził, napięcie na nim będzie wynosić około 1V. Przy takim napięciu przy zwieraniu styków przełącznika na pewno nie wystąpi żadne szkodliwe iskrzenie. W ten sposób przełącznik łagodnie przejmie na siebie cały prąd triaka. W obwodzie optotriaka nadal będzie płynął prąd, ale triak Q1 nie będzie przewodził, bo cały prąd popłynie przez styki przełącznika.

Przy wyłączeniu kolejność będzie odwrotna: po odłączeniu napięcia od punktów A, B, puści przełącznik REL1. Ponieważ jeszcze przez jakiś czas przez diodę optotriaka będzie płynął prąd rozładowania kondensatora C1, więc w momencie rozwarcia styków przełącznika zaczną przewodzić triak Q1, o ile tylko chwilowe napięcie zasilające sieci będzie mieć odpowiednią wartość. W ten sposób w momencie rozłączania styków przełącznika nie wystąpi szkodliwe iskrzenie, bo triak przejmie płynący prąd i napięcie na stykach przełącznika nie zdąży narosnąć do wartości grożącej iskrzeniem. Triak ten wyłączy się wkrótce, gdy rozładuje się kondensator C1 i gdy chwilowe napięcie sieci (a właściwie chwilowy prąd obciążenia) spadnie do zera.

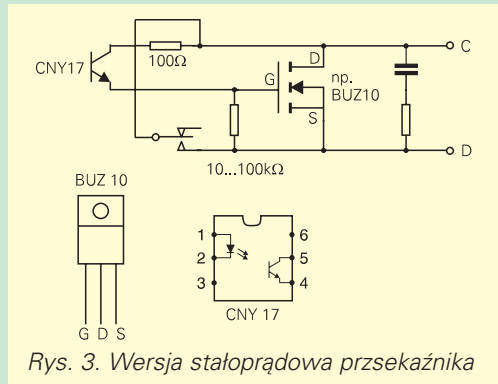
Dzięki zastosowaniu triaka wyeliminowane zostaną przyczyny wypalania się styków, przez co radykalnie zwiększy się ich trwałość (nawet do około 100 milionów zadziałań – tyle zwykle wynosi trwałość mechaniczna przełącznika).

Jednocześnie nie trzeba stosować żadnych radiatorów dla triaka, bo pracuje on krótko, tylko podczas włączania i wyłączania.

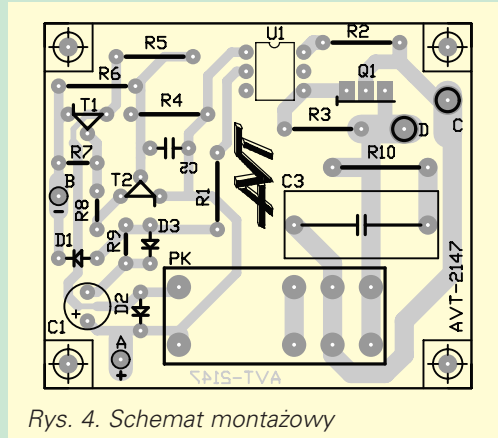
W trakcie prób okazało się, że zarówno w momencie włączania, jak i wyłączania przełącznika, na zaciskach wyjściowych (punkty C i D) pojawiały się bardzo krótkie impulsy zakłócające o czasie trwania krótszym niż 5 mikrosekund. Dla wyeliminowania także tych krótkich zakłóceń, można dodać gasik w postaci dwójnika R10C3.]

Układ z powodzeniem może pracować także przy prądzie stałym – wtedy zamiast triaka należy włączyć tranzystor MOSFET, a optotriak należy zastąpić transoptorem o odpowiednim napięciu pracy fototranzystora. Dla popularnego transoptora CNY-17 napięcie to wynosi 32V. W takim przypadku należy zwrócić uwagę na układ wyprowadzeń tranzystorów MOSFET, który jest niejako „odwrotny” w stosunku do triaka. – pomocą będzie rysunek 3.

Opisywany „wieczny przełącznik” może być stosowany zamiast zwykłego



Rys. 3. Wersja stałoprądowa przełącznika



Rys. 4. Schemat montażowy

przełącznika – należy go dołączyć do układu tak, jak zwykły przełącznik. Pobór prądu w chwili włączenia nie przekracza 25mA (jest to prąd ładowania kondensatora C1, a w trakcie pracy prąd wyznaczony jest przez rezystancję przełącznika REL1 (około 50mA z przełącznikiem RM81 12V).

Podane na schemacie i w wykazie wartości elementów są właściwe przy zasilaniu punktów A, B napięciem 12V±2V. Dla napięcia 24V lub innego należy odpowiednio skorygować wartości rezystorów.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce, pokazanej na rysunku 4. Montaż jest klasyczny, nie sprawi nikomu kłopotu. Fotografia przedstawia pierwszy model układu, którego płytka różni się nieco od płytki pokazanej na rysunku 4.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomienia – od razu pracuje poprawnie.

Przy użytkowaniu układu należy zwrócić szczególną uwagę na kwestie bezpieczeństwa, zwłaszcza wtedy, gdy obwód wykonawczy jest zasilany napięciem sieci energetycznej.

Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny” AVT-2147.