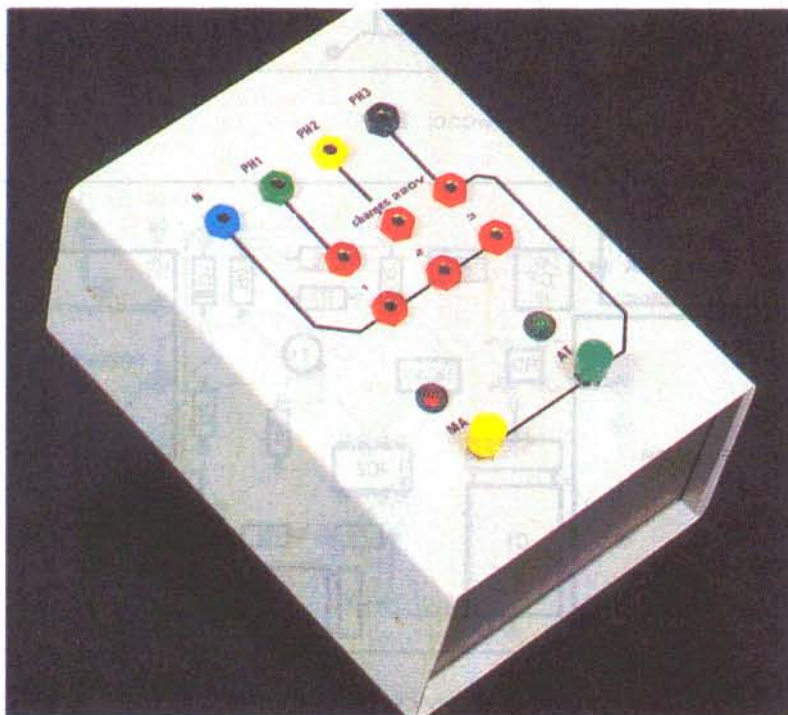


# Trójbiegunowy półprzewodnikowy łącznik statyczny

*Produkowane obecnie elementy półprzewodnikowe dużej mocy mogą pracować w układach prądu przemiennego 220V przy znacznym obciążeniu zapewniając pełną izolację galwaniczną obwodu mocy i obwodu sterowania dostępnego dla użytkownika.*

*Przedstawiony układ może sterować dopływem prądu do odbiornika trójfazowego (np. niewielkiego silnika) lub kilku odbiorników jednofazowych, zastępując w pełni tradycyjny przełącznik mechaniczny, bądź też przekaźnik elektromagnetyczny dużej mocy.*

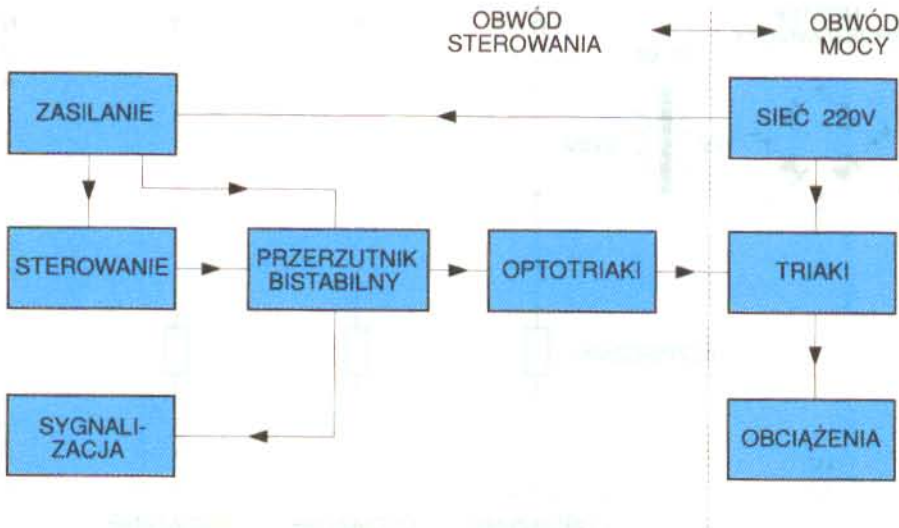


## Opis działania urządzenia

Włączanie/wyłączanie odbiorników dużej mocy z reguły pociąga za sobą konieczność przełączania dużych prądów i napięć. Przełączniki (klucze) tranzystorowe są w tym celu rzadko stosowane ze względu na zbyt trudne do spełnienia wymagania, odnośnie wartości natężenia prądu, bądź napięcia wstecznego (patrz parametr VCE0 w katalogu). W tej sytuacji, odbiorniki dużej mocy dołącza się do sieci zasilającej 220V/50Hz zazwyczaj za pomocą tradycyjnego przekaźnika elektromagnetycznego, dobrze sprawdzającego się w użytkowaniu. Jak wiadomo, przekaźnik elektromagnetyczny zawiera cewkę, która pod wpływem napięcia do niej doprowadzonego powoduje zwarcie lub rozwarcie odpowiednich styków. Bezpieczeństwo użytkownika przekaźnika zapewnia

magnetyczne sprzężenie między cewką a stykami. Przekaźnik elektromagnetyczny jest więc elementem nieskomplikowanym, stanowiącym niewielkie obciążenie obwodu, a przy tym bezpiecznym w użyciu.

Ostatnio pojawiły się jednak na rynku półprzewodnikowe elementy przełączające nowego typu, tzw. łączniki statyczne, montowane w typowych obudowach triaków (TO 220), ale mających oczywiście 4 wyprowadzenia. Elementy te, sterowane prądem o natężeniu nie przekraczającym 8mA, mogą przełączać prąd o natężeniu do 5A, i napięcie do 240V! Należy podkreślić, że ich cena jest niższa od ceny zwykłego przekaźnika elektromagnetycznego, a dodatkową korzystną ich właściwością są małe wymiary i bezgłośne funkcjonowanie. Omawiane łączniki mogą zawierać wbudowany



Rys. 1. Schemat blokowy łącznika

układ detekcji przejścia przez zero napięcia przemiennego, umożliwiającą przełączanie przy napięciu przemiennym bliskim zeru, dzięki czemu znacznie zmniejszają się zakłócenia powstające w czasie przełączania.

Łącznik takiego typu posłużył do modernizacji urządzenia opartego na tradycyjnych podzespołach, przeznaczonego do jednoczesnego sterowania trzech obciążeń jednofazowych, bądź jednego trójfazowego, o ograniczonej mocy. Zmodernizowane urządzenie, dzięki zastosowaniu specjalnych elementów optoelektronicznych, tzw. op-

totriaków, charakteryzuje się doskonałymi własnościami izolacyjnymi, tj. pełną izolacją galwaniczną obwodu głównego (mocy) i obwodu sterowania. Sterowanie bramek optotriaków odbywa się bowiem za pośrednictwem diod elektroluminescencyjnych.

Przerzutnik bistabilny, sterowany sygnałami PRACA i STOP, stanowi element pamięciowy, sterujący układem wskazującym aktualny stan urządzenia. Układ przełączający nie zawiera ani jednego elementu ruchomego i w pełni zasługuje na

miano statycznego. Użytkownikowi pozostawia się dobór typu triaków i rozmiary radiatorów odpowiednio do przewidywanych obciążeń.

### Schemat elektryczny

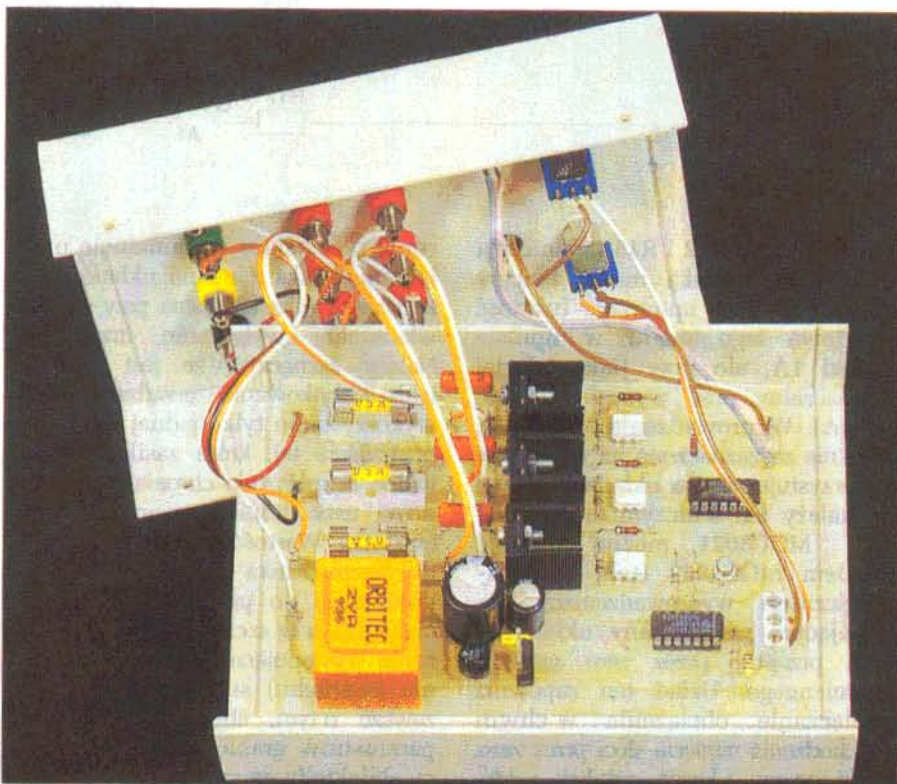
Schemat blokowy podany na rys. 1 wyraźnie uwidacznia separację obwodu sterowania i obwodu mocy. Schemat elektryczny układu przedstawiono na rys. 2.

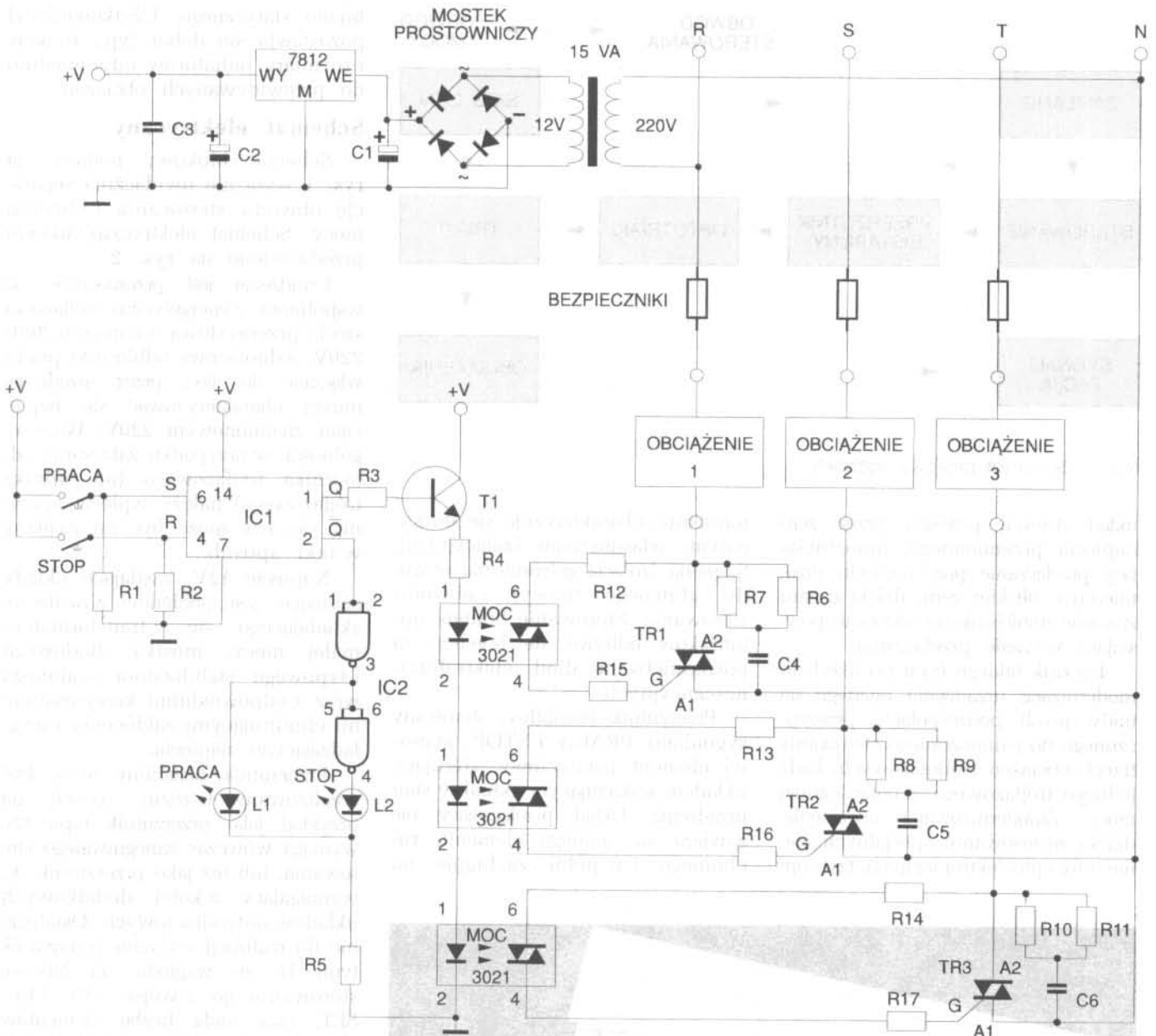
Urządzenie jest przeznaczone do współpracy z energetyczną trójfazową siecią przemysłową o napięciu 380/220V. Jednofazowe odbiorniki prądu włączane do sieci przez urządzenie muszą charakteryzować się napięciem znamionowym 220V. W szczególności, w przypadku załączania odbiornika trójfazowego (np. silnika trójfazowego) należy wpięrow upewnić się, czy może być on zasilany w taki sposób.

Napięcie 12V, zasilające układy sterujące, jest pobierane z zasilacza, składającego się z transformatora małej mocy, mostka diodowego i typowego stabilizatora scalonego wraz z odpowiednimi kondensatorami eliminującymi zakłócenia i wygładzającymi napięcia.

Przerzutnik bistabilny może być zrealizowany w różny sposób, na przykład jako przerzutnik typu RS, wymaga wówczas zanegowanego sterowania, lub też jako przerzutnik JK, wymagający z kolei dodatkowych układów antyodbiwcowych. Ostatecznie do realizacji wybrano przerzutnik typu D, ze względu na łatwość sterowania go z wejść SET i RESET, oraz małą liczbę elementów obwodu sterowania - niezbędnymi elementami są przełącznik chwilowy i rezystor. Wyjście Q\ przerzutnika steruje układem sygnalizacji stanu pracy urządzenia. Przyciśnięcie przycisku PRACA (MA) powoduje ustawienie wyjścia Q w stanie wysokim i wyjścia Q\ w stanie niskim. Sygnał z wyjścia Q\ jest odwracany przez bramki NAND, w rezultacie dioda elektroluminescencyjna L1 sygnalizuje stan włączenia urządzenia, zaś dioda L2 - stan jego wyłączenia.

Wyjście Q przerzutnika steruje bazę tranzystora T1, w którego obwodzie wyjściowym znajdują się diody elektroluminescencyjne optotriaków, połączone szeregowo z rezystorem R4 ograniczającym prąd. Zakładając, że spadek napięcia na każdej z diod jest równy 1,5 - 1,8V,



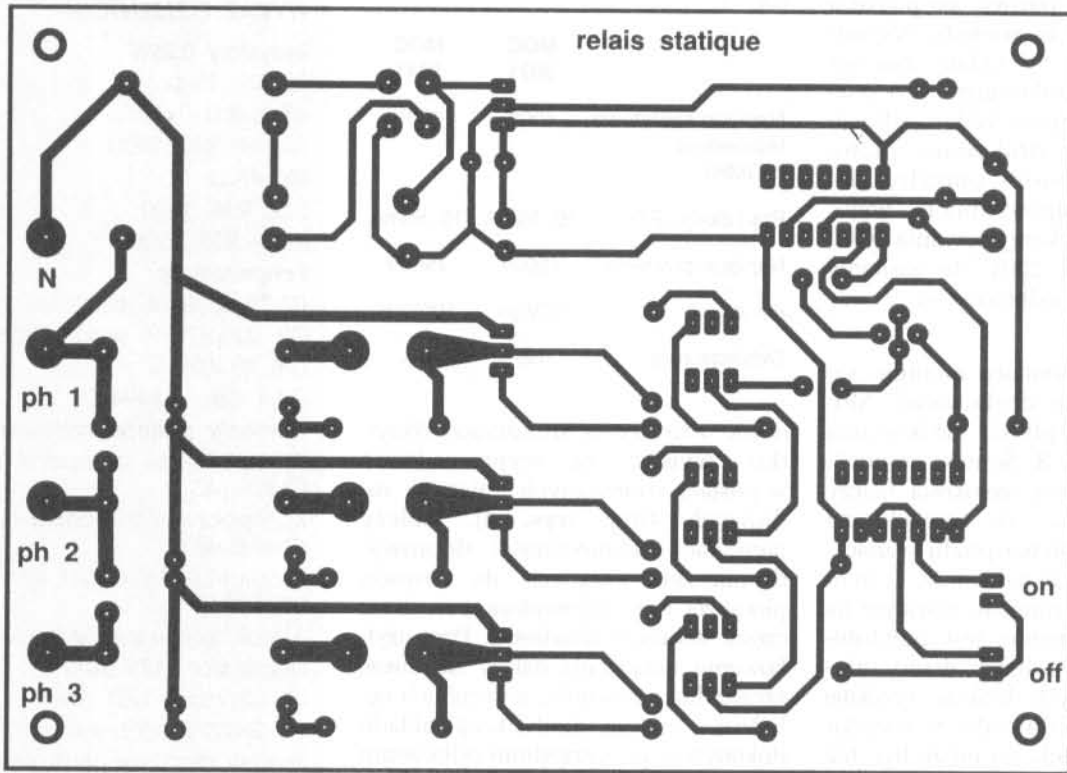


Rys. 2. Schemat elektryczny łącznika

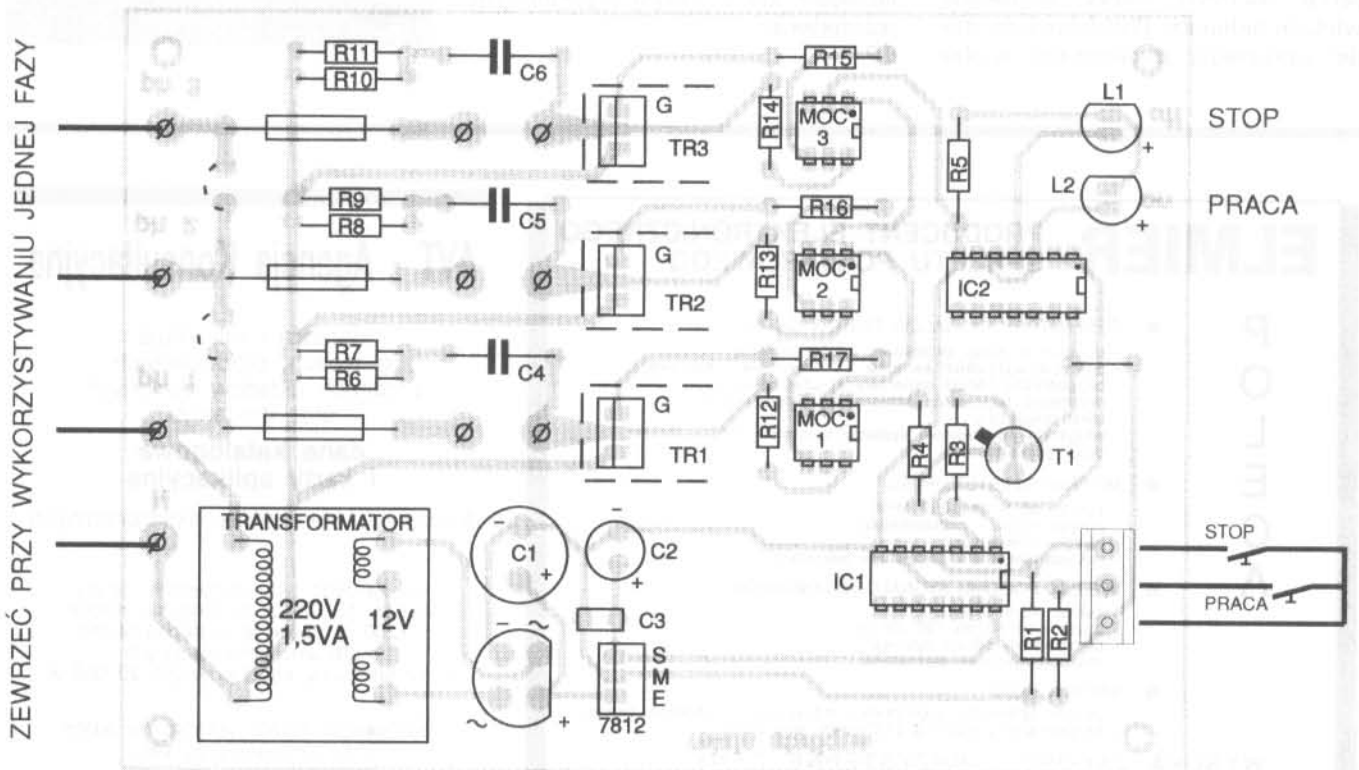
zaś ich prąd znamionowy wynosi około 35mA, to korzystając z prawa Ohma można łatwo wyznaczyć wymaganą wartość rezystora R4, jako w przybliżeniu równą 180Ω. Należy zwrócić uwagę, że układ sterowania ma tę samą konfigurację, bez względu na liczbę optotriaków. Wystereowany optotriak powoduje pojawienie się napięcia na bramce triaka mocy. Szybkość narastania napięcia jest ograniczona ze względu na możliwość uszkodzenia optotriaka, określa ją tzw. krytyczna stromość narastania napięcia, która dla MOC3021 jest równa 10V/μs. Elementy R6, R7 i C4 służą jednocześnie do ograniczenia szybkości narastania napięcia i redukcji zakłó-

ceń. Rezystory R12 i R15 ograniczają prąd bramki triaka mocy, będący zarazem prądem optotriaka (wartość szczytowa tego prądu w impulsie dopuszczalny prąd wynosi zaledwie 100mA). Wyprowadzenia MOC3021, które nie są zaznaczone na rys. 2, nie wykorzystuje się w układzie, zatem nie należy ich z niczym łączyć. Układ MOC3021 można zastąpić układem MOC3041 (tab. 1), o analogicznych wyprowadzeniach, zawierającym wbudowany układ detekcji przejścia przez zero napięcia przemiennego. Układ ten zapewnia przełączanie obciążenia w chwili przechodzenia napięcia sieci przez zero, dzięki czemu ulegają redukcji zakłó-

cenia powstające w momencie przełączania. Taka zamiana układów jest ze wszech miar korzystna przy częstym włączaniu i wyłączaniu urządzenia. Należy zaznaczyć, że jest możliwe także użytkowanie urządzenia przy wykorzystaniu tylko jednej fazy sieci, oczywiście tej, która zasila transformator. Bezpieczniki chronią urządzenie przed uszkodzeniem w wyniku przeciążenia. Wartość znamionową prądu bezpiecznika należy dobrać odpowiednio do przewidywanego obciążenia, a w szczególności przeciążenia występującego podczas włączania (rozruchu) silników, pamiętając zawsze o tym, aby nie przekraczać parametrów granicznych triaka mocy. Niekiedy w czasie użytkowania



Rys. 3. Mozaika ścieżek płytki drukowanej



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

urządzenia może pojawić się potrzeba zmiany radiatora na większy. Niewątpliwie korzystne też byłoby zastosowanie triaków izolowanych, co pozwoliłoby na użycie tylko jednego radiatora. Płytkę drukowaną zaprojektowano w sposób umożliwiający zwarcie odpowiednich wyjść w przypadku wykorzystywania tylko jednej fazy sieci 220V do zasilania trzech różnych odbiorników.

### Wykonanie

Wszystkie elementy montuje się na jednej płytce drukowanej. Mozaikę ścieżek płytki drukowanej pokazano na rys. 3. Ścieżki „mocy”, mimo ich znacznej szerokości należy grubo pocynować, ze względu na możliwość przepływu prądu o znacznych wartościach natężenia. Innym zalecanym rozwiązaniem, mającym na celu ich pogrubienie, jest przylutowanie do tych ścieżek drutu miedzianego. Bez tych kroków ryzykuje się przerwanie obwodu w wyniku „spalenia” ścieżek, co może być też niebezpieczne dla znajdujących się obok elementów. Radiatory użyte w prezentowanym urządzeniu są wystarczające do rozpraszania mocy traconej w triakach w wyniku przepływu prądów o natężeniu 1A w każdej z faz. W przypadku większych obciążeń należy zastosować większe radiatory. Przedstawiony model urządzenia zmontowano w obu-

Tab. 1.

	MOC 3021	MOC 3041
Napięcie szczytowe blokowania (UDMR)	400V	400V
Prąd diody LED	15..50mA	15..50mA
Napięcie przebicia	7500V	7500V
dV/dt	10V/μs	100V/μs
Detekcja zera	nie	tak

dwie z tworzywa sztucznego. Wszystkie wyjścia są wyprowadzone w postaci izolowanych gniazdek radiowych 4mm (rys. 4). Należy pamiętać o konieczności doprowadzenia zera i napięcia do obwodu pierwszej fazy, zapewniającej zasilanie części sterującej urządzenia. Przy użytkowaniu urządzenia należy zachować szczególną ostrożność, a wszelkich oględzin, czy też modyfikacji układu dokonywać po uprzednim odłączeniu zasilania sieciowego.

Układ umożliwia włączanie urządzeń grzewczych, oświetleniowych i wielu innych odbiorników jednofazowych, a także niewielkiego silnika trójfazowego. W większości przypadków może zastąpić urządzenia łączące starego typu o podobnym przeznaczeniu.

EP

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory 0.25W

R1, R2: 15kΩ  
R3: 6.8kΩ  
R4, R6: R11: 180Ω  
R5: 470Ω  
R12: R14: 150Ω  
R15 - R17: 220Ω

#### Kondensatory

C1: 470μF/63V, elektrolityczny  
C2: 220μF/25V, elektrolityczny  
C3: 10.47nF  
C4 - C6: 100nF/400V

#### Elementy półprzewodnikowe

IC1: podwójny przerzutnik typu D, CMOS, 4013  
IC2: poczwórna bramka NAND, CMOS, 4011  
3 optotriaki MOC3021 lub MOC3041  
3 triaki izolowane 6A/600V  
stabilizator +12V 7812  
L1, L2: diody LED 5mm  
T1: 2N2222 tranzystor (npn)  
mostek diodowy prostowniczy

#### Różne

2 podstawki 14-nóżkowe  
Transformator 220/12V, 1.5VA  
3 gniazda bezpiecznikowe  
10 gniazd izolowanych 4mm  
2 przetłaczniiki chwilowe  
Radiatory  
Kable