



# Wyłącznik nadmiarowo-prądowy

kit  
**2471**  
AVT



## Do czego to służy?

W każdej przyzwoitej pracowni elektronicznej powinien znajdować się zasilacz sieciowy, w którym obwody wyjściowe są zabezpieczone bezpiecznikiem. Z pewnością niejedynemu elektronikowi znalazł się w sytuacji, w której testując jakiś układ co chwilę przeciążał zasilacz i... do kosza na śmieci łądowało mnóstwo przepalonych bezpieczników. Opisany urządzenie zapobiega takim przykrym sytuacjom. Jak sama nazwa wskazuje jest to wyłącznik, ale o specyficznych właściwościach. Jego zadaniem jest automatyczne wyłączenie obwodu, przez który popłynął nadmierny prąd. Układ ten kontroluje na bieżąco wartość prądu płynącego w danym obwodzie. Jeżeli stwierdzi, że prąd ten jest większy od ustawionego, wyłącza odbiornik. Wyłącznik ten posiada dwa wyzwalacze: nadmiarowo-prądowy oraz zwarciovowy, które działają bezpośrednio na przekaźnik.

Wyzwalacz nadmiarowo-prądowy posiada dodatkową cechę: może zadziałać z opóźnieniem. Jednak ktoś zapyta: skoro popłynął zbyt duży prąd, to po co zwlekać? Trzeba natychmiast wyłączyć obwód! Niestety tak nie jest. Istnieją przecież takie odbiorniki, które po włączeniu zasilania przez chwilę pobierają znacznie większy prąd niż w stanie normalnej pracy (jest to tzw. prąd rozruchu). Takimi odbiornikami są np. silniki indukcyjne. Opóźnienie to jest

zastosowane w tym celu, aby przeczekać prąd rozruchu.

Natomiast wyzwalacz zwarciovowy nie posiada żadnej zwłoki. Natychmiast po wykryciu zwarcia wyłącza obwód.

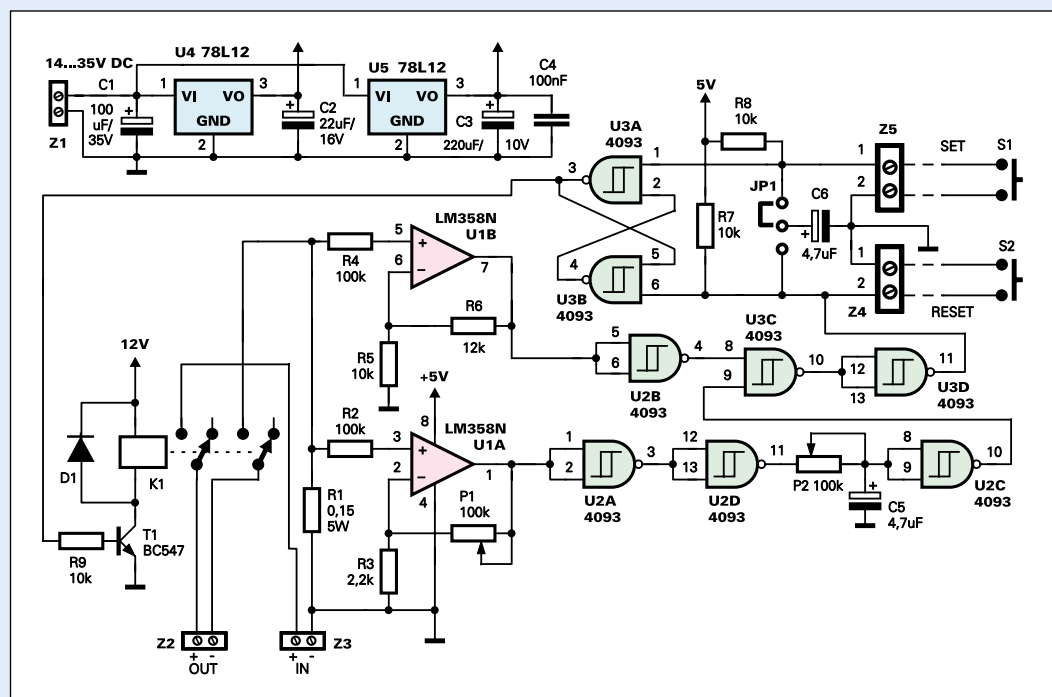
Opisywany wyłącznik nadmiarowo-prądowy posiada jeszcze jedną cechę, która powoduje, że jest on bardzo przydatnym urządzeniem. Otóż po jego zadziałaniu, czyli wyłączeniu obwodu, nie trzeba nic wymieniać, jak to ma miejsce w przypadku użycia bezpieczników. Wystarczy nacisnąć jeden przycisk i obwód jest ponownie włączony. Układ można również samodzielnie wyłączyć za pomocą przycisku.

## Opis działania

Schemat ideowy wyłącznika pokazany jest na rysunku 1. Układ zasilany jest napięciem stałym, niestabilizowanym, w zakresie od 14 do 35V.

Podczas przepływu prądu przez rezystor R1 odkłada się na nim spadek napięcia zgodnie z prawem Ohma. Napięcie to jest wzmacniane przez dwa niezależne wzmacniacze operacyjne zawarte w kostce U1. Wzmacniacz U1A jest początkiem obwodu wyzwalacza przeciążeniowego, natomiast U1B wyzwalacza

Rys. 1



zwarcziowego. Wyjścia obydwóch wzmacniaczy sterują bramkami NAND z obwodami Schmitta. Górne napięcie progowe takiej bramki wynosi ok. 2,8V, czyli po przekroczeniu tej wartości bramka przechodzi w stan niski. Wynika z tego, że wzmacnienie wzmacniaczy operacyjnych powinno być tak dobrane, aby w momencie przepływu określonego prądu przez rezystor R1 napięcie na ich wyjściu przekroczyło 2,8V.

Wzmocnienie wzmacniacza U1A można regulować za pomocą potencjometru P1. Zależy ono również od wartości rezystancji rezystora R3. Z wartościami podanymi na schemacie można regulować prąd, przy którym zadziała wyłącznik, od ok. 400mA do 2A. Zamiast potencjometru P1 można zastosować zwykły rezystor. Wówczas najlepiej skorzystać z tabeli 1, gdzie umieszczone są wartości rezystorów, od których zależy wzmacnienie wzmacniaczy oraz odpowiadające im wartości prądów, przy których zadziała wyłącznik.

Bramki U2D i U2C oraz elementy P2 i C5 tworzą typowy obwód opóźniający impuls pochodzący ze wzmacniacza U1A. Opóźnienie to reguluje się za pomocą potencjometru P2. Maksymalne opóźnienie jakie można uzyskać wynosi ok. 1,5s. Oczywiście jest możliwe uzyskanie dłuższego czasu, wystarczy zwiększyć wartość kondensatora C5. Jednak obecny czas jest wystarczająco długi, aby przeczekać ewentualny prąd rozruchu. Należy również zwrócić uwagę na to, iż podczas przepływu zbyt dużego prądu (powyżej ustalonej wartości), w przeciągu 1,5s prąd ten nie spowoduje żadnych uszkodzeń. Natomiast zwiększenie tego czasu może mieć nieprzyjemne skutki.

Wzmocniacz U1B, który jest początkiem wyzwalacza zwarcziowego, nie posiada płynnej regulacji wzmacnienia. Wzmocnienie to należy dobrać do konkretnego urządzenia,

w którym wyłącznik zostanie zamontowany. Postępuje się tak, ponieważ wartość prądu zwarcia w danym urządzeniu np. na zaciskach transformatora jest stała i zależy od jego parametrów. Sposób dobierania wzmacnienia dla obydwóch wzmacniaczy zostanie opisany w dalszej części artykułu.

Wyjścia obydwóch wyzwalaczy, przeciążeniowego i zwarcziowego, doprowadzone są do bramki U3C. Jeżeli jeden z wyzwalaczy zasygnalizuje nadmierny przepływ prądu w obwodzie głównym, to na wyjściu bramki U3D pojawi się stan niski, który jest jednocześnie informacją, iż należy natychmiast rozłączyć obwód główny. Sygnał ten jest doprowadzony do wejścia RESET przerzutnika RS zrealizowanego na bramkach U3A i B. Przerzutnik ten za pośrednictwem tranzystora T1 steruje przekaźnikiem K1, który jest elementem wykonawczym całego układu, czyli dokonuje rozłączania obwodu głównego.

Za pomocą jumpera JP1 można tak skonfigurować układ, że po załączeniu zasilania styki przekaźnika K1 będą zwarte lub rozwarne. Jest to bardzo przydatna funkcja, która pozwala wykorzystać układ np. jako dodatkowy wyłącznik zasilania. Przyciski S1 i S2 zwierają wejścia SET i RESET do masy, przez co można manewrować przekaźnikiem.

## Montaż i uruchomienie

Na rysunku 2 została pokazana mozaika ścieżek płytki obwodu drukowanego i rozmieszczenie na niej elementów. Przy samodzielnym projektowaniu płytki należy zwrócić uwagę na przekrój ścieżek obwodu głównego, przez który może płynąć prąd rzędu kilku amperów. Ścieżki więc nie powinny być węższe niż 3mm. Ich przekrój można jeszcze zwiększyć, pokrywając je niewielką warstwą cyny.

Bardzo ważnym krokiem podczas montażu tego układu jest odpowiednie dobranie elementów R1 i K1, ponieważ to od nich zależy ma-

ksymalny prąd pracy wyłącznika. Aby uniknąć szybkiego przepalenia styków przekaźnika lub nadmiernego przegrzewania się rezystora, wartość prądu znamionowego tych elementów powinna być znacznie większa od przewidywanego prądu, który będzie przez nie przepływał. W żadnym wypadku nie wolno zastosować w roli rezystora R1 typowych oporników o mocy 0,125W. W celu zwiększenia mocy rezystora R1 można połączyć równolegle dwa rezystory o rezystancji 0,3W i mocy 5W.

Na rysunku 3 pokazano sposób podłączenia wyłącznika w typowym zasilaczu sieciowym. Układ powinien być zasilony z osobnego transformatora małej mocy (wystarczy o wydajności 100mA), ze względu na znaczne spadki napięć podczas obciążania transformatora większej mocy.

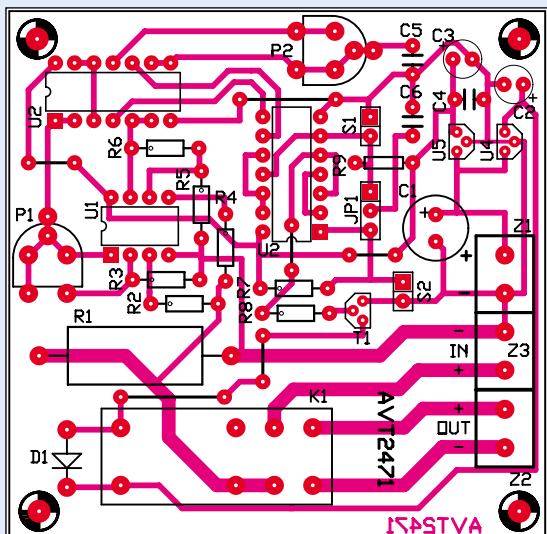
W celu przetestowania wyłącznika należy połączyć układ z rysunku 3. W roli obciążenia najlepiej użyć obciążenie aktywne o płynnej regulacji. Jeżeli jednak ktoś nie posiada takiego urządzenia, może śmiało zastosować zespół kilku żarówek na 12V i mocy np. 6W. Potencjometr P1 ustawiamy w takiej pozycji, gdzie jego rezystancja jest najmniejsza i uruchamiamy cały układ. Obserwując wskazania amperomierza włączamy np. trzy żarówki i tak manewrujemy potencjometrem P1 aż wyłącznik rozłączy obwód. Następnie odłączamy obciążenie, przyciskiem S1 ponownie uruchamiamy układ i włączamy tym razem jedną lub dwie żarówki. Jeżeli się świecą to po chwili włączamy trzecią żarówkę i... wyłącznik powinien rozłączyć obwód.

Ciąg dalszy na stronie 98

R1 = 0,15Ω

R3	P1	Prąd zadziałania wyłącznika
R5	R6	
1kΩ	70k Ω	200mA
1kΩ	48k Ω	300mA
2,2kΩ	60k Ω	500mA
2,2kΩ	28k Ω	1A
2,2kΩ	16,5k Ω	1,5A
10kΩ	57k Ω	2A
10kΩ	46k Ω	2,5A
10kΩ	36k Ω	3A
10kΩ	30k Ω	3,5A
10kΩ	26,5k Ω	4A
10kΩ	23k Ω	4,5A

Rys. 2 Schemat montażowy



## Wykaz elementów

Rezystory	
R1	0,15Ω/5W
R2,R4	100kΩ
R3	2,2kΩ
R6	12kΩ
R5,R7-R9	10kΩ
P1,P2	100kΩ (poziomy)
Kondensatory	
C1	100μF/35V
C2	22μF/16V
C3	220μF/10V
C4	100nF
C5,C6	4,7μF
Półprzewodniki	
D1	1N4001
T1	BC547
U2,U3	4093
U4	78L12
U5	78L05
Inne	
JP1	goldpin 1x3 + jumper
K1	przekaźnik 12V/2x8A
S1,S2	dowolne przyciski
Z1,Z2,Z3	ARK2(3,5mm)
Z4,Z5	goldpin 1x2

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-2471

Jak łatwo wywnioskować, potencjometrem P1 został ustawiony prąd, przy którym wyłącznik powinien zadziałać.

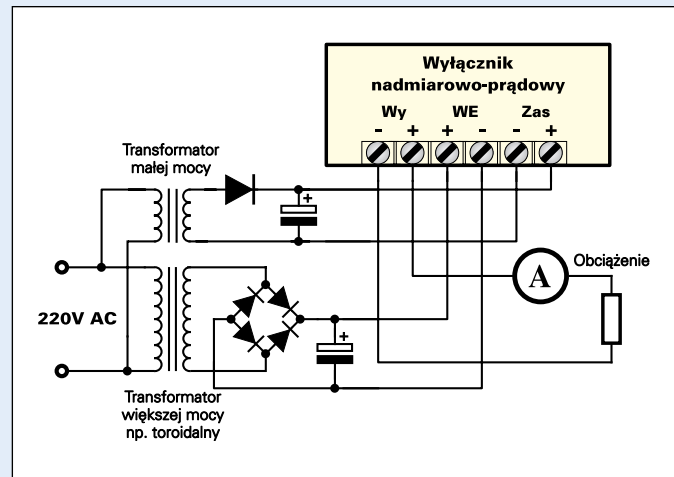
Natomiast potencjometrem P2 można regulować czas, po którym wyłącznik rozłączy obwód. Czas ten dotyczy tylko wyzwalacza przeciążeniowego. Aby zrozumieć zastosowanie zwłoki należy w roli obciążenia podłączyć niewielki silniczek indukcyjny. Jeżeli po załączeniu zasilania wyłącznik natychmiast rozłączy obwód to należy zwiększyć czas zwłoki. Postępujemy tak aż do momentu, kiedy silniczek zacznie normalnie pracować.

Wyzwalacz zwarcia działa bezzwłocznie. Jak wiadomo podczas zwarcia płynie prąd o znacznych wartościach. Od elementów R5 i R6 zależy przy jakim prądzie zareaguje człon zwarcia. Z wartościami poda-

nymi na schemacie wynosi on ok. 10A.

Chciałbym jeszcze zaznaczyć, iż wyłącznik ten pracuje tylko i wyłącznie przy prądach o stałej polaryzacji. W żadnym wypadku nie wolno podłączać go bezpośrednio do sieci energetycznej.

**Krzysztof Rudnicki**  
saymon@pertus.com.pl



**Rys. 3**