

Nowa generacja przekaźników

Przekaźniki półprzewodnikowe ze sprzężeniem optycznym

część 3

Przekaźniki optoelektroniczne znajdują coraz więcej zastosowań, powoli wypierając przekaźniki elektromechaniczne. Elementem niezbędnym do kontynuacji tego ewolucyjnego procesu jest dogłębne poznanie możliwości i zasady działania tych nowoczesnych elementów, przez nowe kadry inżynierskie i szerokie rzesze elektroników amatorów.



Zalety i wady PP zostały przedstawione w tabeli 2.

Technika PP małej mocy podlega bardzo szybkiemu rozwojowi wyznaczonemu zwłaszcza przez rozwój telekomunikacji. Rozwój i polepszenie PP dokonuje się w kilku kierunkach. Dąży się przede wszystkim do uzyskiwania możliwie najmniejszych rezystancji zestyków oraz możliwie wysokich dopuszczalnych napięć na nieprzewodzących stykach. Firmy produkujące PP anonsują dążenie do uzyskania wyłączalnego „superprzewodnika” lepszego niż tranzystor MOSFET, gdzie przy rezystancjach przewodzenia poniżej 1W uzyskiwaloby się napięcia w stanie nieprzewodzącym 600 do 800V. Element ten zrewolucjonizuje technikę PP usuwając szereg dotychczasowych ograniczeń parametrów przełączania. Drugą tendencją jest lepsza organizacja wymiany ciepła elementów wewnętrznych PP z otoczeniem w celu uzyskania większych dopuszczalnych przełącz-

nych mocy. Trzecim problemem jest uzyskanie dużych częstotliwości przełączania przy jednocześnie małych rezystancjach przewodzenia i dużych napięciach dopuszczalnych.

Następnym problemem jest uzyskanie wysokosprawnych generatorów fotoelektrycznych, zapewniających pełną sprawność i generowanie dużych napięć już przy prądach sterowania diod LED na poziomie 2 do 5mA co z kolei wpływa na polepszenie parametrów przewodzenia i czasowych w PP.

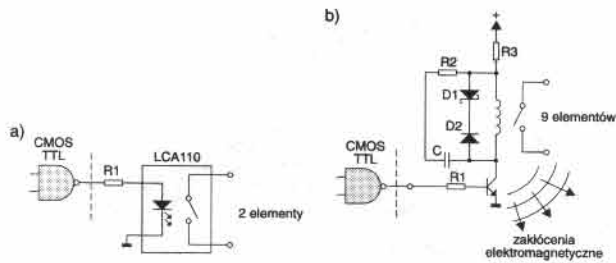
Firmy produkujące PP dążą również do budowy bardziej złożonych bloków funkcjonalnych zawierających jeden lub kilka przekaźników, elementy do ich zabezpieczania oraz inne bloki funkcjonalne, współpracujące zazwyczaj z przekaźnikami. Dzięki temu uzyskuje się oszczędność miejsca, wzrost niezawodności i obniżkę kosztów montażu układów. W przypadku produkowania uniwersalnych złożonych bloków funkcjonalnych zawartych w jednej obudowie z PP występują

pewne ograniczenia jeśli chodzi o zakres ich stosowania. Z jednej strony muszą być one możliwie najtańsze, czyli produkowane w dużych seriach a z drugiej strony muszą spełniać wymagania najszerzej liczby klientów i odpowiadać wielu normom i wymaganiom odnośnie wartości napięć izolacji, odległości między zaciskami wyjściowymi i sterowania, odporności na zakłócenia i szybkości pracy. Stąd takie złożone PP spotyka się najczęściej jako dedykowane do zastosowań telekomunikacyjnych i do automatyki jako największych odbiorców tych układów.

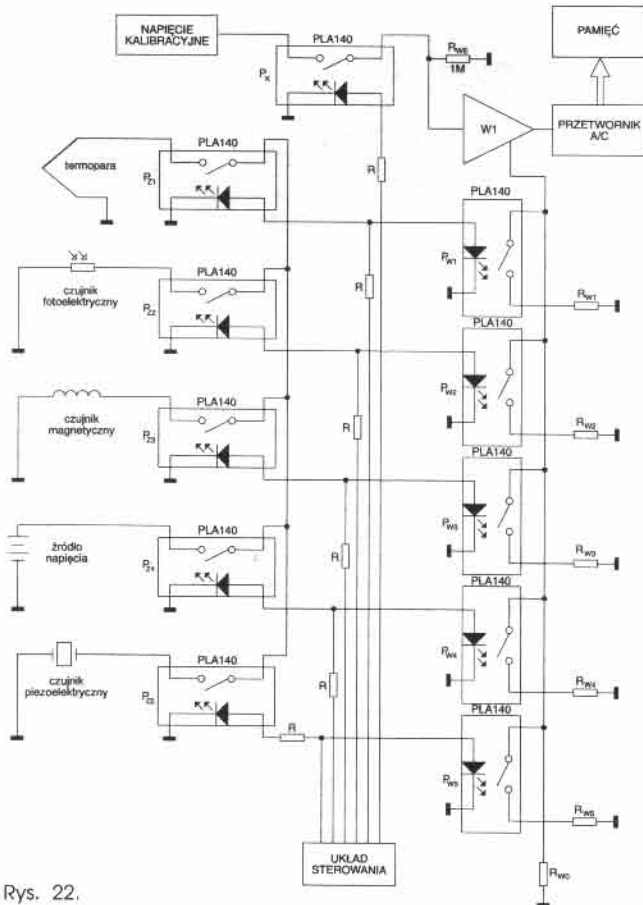
Obszary zastosowań PP stało i zmiennoprądowych małej mocy obejmują przede wszystkim telekomunikację, automatykę, układy sterowania, systemy alarmowe, przyrządy pomiarowe. Na rysunku 20 przedstawiono porównanie typowych układów sterowania PP i przekaźników elektromechanicznych, gdzie widać znaczne uproszczenie i mniejszą ilość elementów w przypadku za-

Tabela 2. Zalety i wady PP.

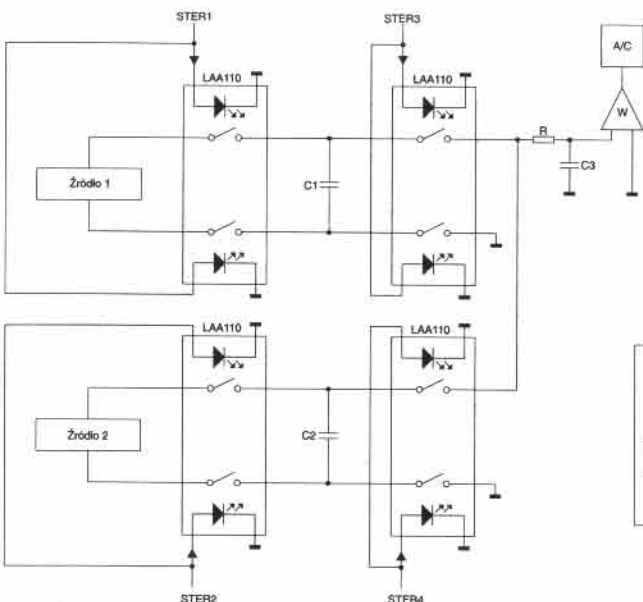
Zalety	Wady
1. Duża ilość zadziałań >10 ⁶ razy	1. Duża rezystancja zestyku w momencie przewodzenia zależna od temperatury
2. Brak elementów ruchomych	2. Łatwość uszkodzenia, nieprzeciążalność zestyków
3. Brak odbić i zawieszzeń zestyków	3. Mała moc przełączana
4. Bardzo duża niezawodność działania	4. Mała liczba zestyków i konfiguracji
5. Stała rezystancja zestyku	5. Ograniczony zakres temperatur pracy
6. Duża szybkość przełączania	6. Prądy upływu na rozwartych stykach
7. Odporność na wstrząsy i wibracje	7. Wytwarzanie ciepła na przewodzącym zestyku
8. Niewrażliwość na zakłócenia zewnętrzne	8. Duża pojemność na rozwartych zestykach
9. Niewytwarzanie własnych zakłóceń radio-elektrycznych, łuków i iskrzeń	9. Wyższa cena w stosunku do przekaźników elektromechanicznych
10. Mała moc sterowania	
11. Wewnętrzne automatyczne ograniczenie prądu przy przeciążeniu i wzroście temperatury	
12. Małe wymiary	
13. Izolacja optyczna wejście-wyjście	
14. Standardowe obudowy umożliwiające montaż automatyczny	
15. Hermetyczna obudowa	
16. Bezglębna praca	



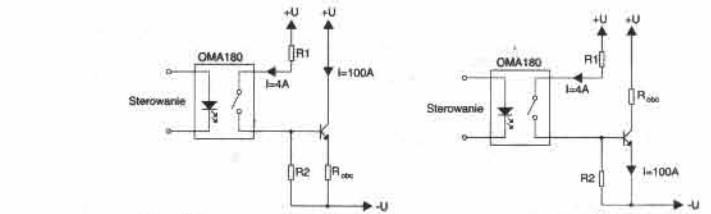
Rys. 20.



Rys. 22.



Rys. 24.

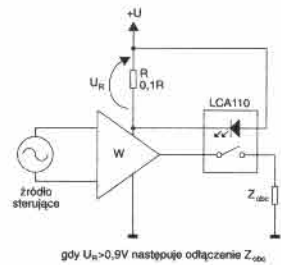


Rys. 21.

stosowania PP. Przełączniki te mogą w prosty sposób sterować tranzystory bipolarnie bardzo dużej mocy. Na rysunku 21 pokazano układy sterowania tranzystorów dużej mocy w różnych konfiguracjach. Ze względu na małe wymiary PP mogą być zastosowane w wielokanałowych układach zbierania danych dołączających sygnały z różnych źródeł do wzmacniaczy sumujących i przetworników AC, rys. 22. Ponieważ wzmacniacze te mają wysoką impedancję wejściową, wpływ rezystancji przewodzenia zestyków PP jest pomijalny, a w stanie

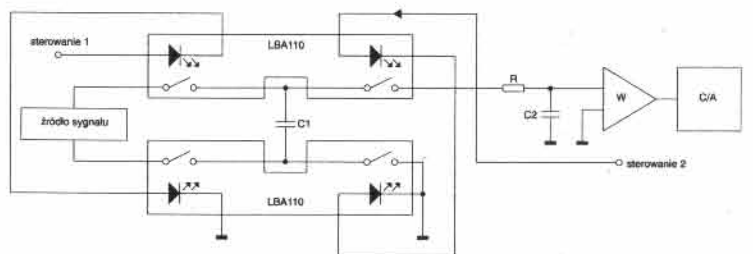
nieprzewodzenia doskonale odłączają źródła sygnałów.

Przełączniki Pz dołączają do wejścia wzmacniacza W1 sygnały z różnych czujników a równocześnie przełączniki Pw ustawiają odpowiednią wartość jego wzmacnienia przy pomocy rezystorów Rw. Przełącznik Pk dołącza napięcie kalibrujące do wzmacniacza. Wszystkie przełączniki są sterowane z układu sterowania. Ze względu na dużą szybkość działania PP można zastosować w układach zabezpieczających układy przed przeciążeniem, rys. 23. We wzmacniaczu zasilanym przez rezystor R1, gdy spadek napięcia na nim będzie większy niż 0,9V to spowoduje zaświecenie diody LED w PP i odłączenie obciążenia, przez co można uniknąć uszkodzenia wzmacniacza. Izolacja optyczna i duża szybkość działania PP pozwala je zastosować w wielokanałowych układach pomiarowych ze wzmacniaczami sumującymi, z dołączanymi kondensatorami pływającymi, rys. 24, 25. Kondensatory te przenoszą zapamiętane na ich obłokkach potencjały z układów wejściowych do wzmacniacza pomiarowego. Odizolowanie kondensatorów od poszczególnych obwodów jest dokonywane przez nieprzewodzące PP. Dzięki temu potencjały obwodów wejściowych i wzmacniaczy mogą się różnić nawet o kilkadziesiąt V a sygnały, nawet stałoprądowe mogą być przeniesione bez strat i zniekształceń. W systemach alarmowych gdzie zachodzi potrzeba stosowania przełączników niewrażliwych do zakłócenia przez zewnętrzne pola elektromagnetyczne, PP mogą służyć jako elementy przelączające sygnałizacyjne i obwody wykonawcze, charakteryzujące się jednocześnie małym poborem mocy i bezgłośną pracą, rys. 26. Miniaturowe PP małej mocy można również stosować do załączenia obwodów mocy prądu zmiennego, rys. 27. Na zestykach PP włączonych w przekątną mostka diodowego odkłada się niewielki spadek napięcia w stanie przewodzenia. W stanie nieprzewodzenia

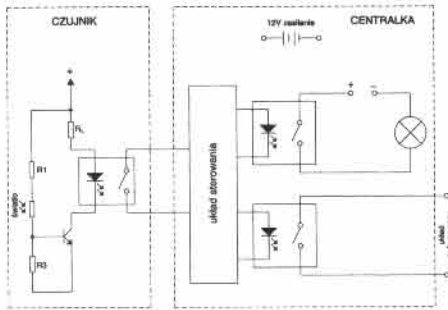


Rys. 23.

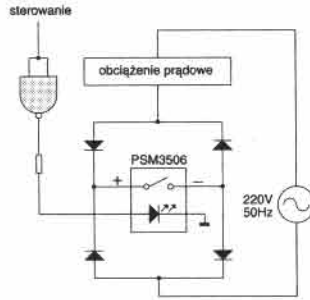
gdy $U_R > 0,9V$ następuje odłączenie Z_{osc}



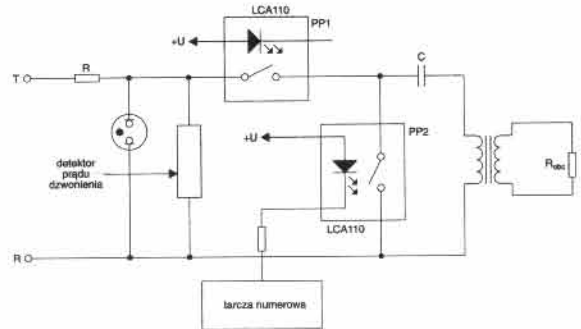
Rys. 25.



Rys. 26.



Rys. 27.



Rys. 28.

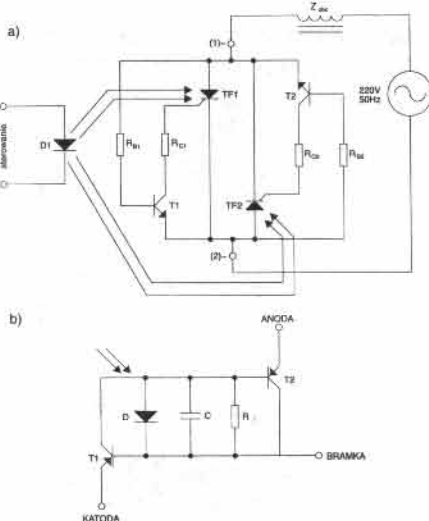
nia przed nadmiernym napięciem chronią go nieprzewodzące diody w mostku. Jednym z największych obszarów zastosowań PP jest telekomunikacja. Na rys. 28 pokazano zastosowanie PP w standardowym aparacie telefonicznym, gdzie PP1 służy jako wyłącznik mikrotelefonu, a PP2 jest przekaźnikiem impulsującym.

Przekaźniki półprzewodnikowe prądu zmiennego

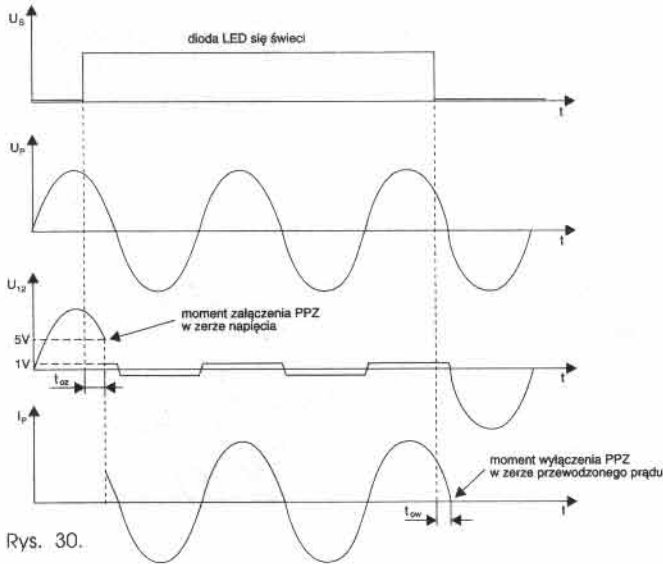
PP do przełączania prądu zmiennego lub przekaźniki półprzewodnikowe zmiennoprądowe (PPZ) działają na podobnej zasadzie jak omawiana uprzednio stałoprądowe. Mają identyczny układ sterowania na diodach LED ale elementem przełączającym są w nich tyrystory, fototyrystory lub triaki. Nadają się tylko do przełączania sygnałów mocy zmiennoprądowych. Nie należy ich stosować do obwodów stałoprądowych gdyż nie można w nich wyłączyć tyrystora bez zmniejszenia do zera przewodzonego prądu. Zasada działania i budowa PPZ zostanie opisana na

przykładzie przekaźnika typu OPTOFILM. Elementem sterującym w tym przekaźniku, podobnie jak dla przekaźników opisanych poprzednio jest dioda LED emitująca światło podczerwone i oświetlająca nim poprzez soczewkę z transparentnej żywicy silikonowej dwa fototyrystory TF1 i TF2. Oświetlenie pozwala na przepływ prądu wewnątrz struktury fototyrystora między jego anodą i katodą. Jednak by fototyrystor mógł przewodzić musi wystąpić na jego bramce dodatnie napięcie w stosunku do katody. Przewodzący tranzystor T1 zwiera bramkę TF1 z katodą. T1 przewodzi dlatego gdyż jest spolaryzowany poprzez rezystor RB1 dodatnią połówką napięcia przełączonego. Gdy wartość

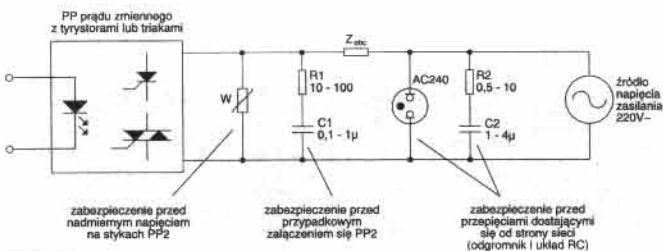
chwilowa przełączonego napięcia zmiennego doprowadzonego do zacisków wyjściowych 1 i 2 przekaźnika zmaleje w czasie okresu i osiągnie wartość bliską zero, to wtedy tranzystor T1 zostanie zatknięty a fototranzystor znacznie przewodzić, rys. 30. PPZ został w ten sposób załączony w zerze napięcia przełączającego (ter. ang. *zero crossing turn on*). Gdy prąd przewodzony przez fototyrystor osiągnie wartość zerową to wtedy spowoduje jego wyłączenie (ter. ang. *current zero crossing turn off*). Ponieważ dioda LED nadal świeci to dla drugiej połówki napięcia mechanizm załączania fototyrystora TF2 będzie identyczny. Z chwilą zakończenia świecenia diody LED przekaźnik przewodzi nadal aż do najbliższego zaniku do zera wartości prądu przewodzonego przez któryś z fototyrystorów. Po tym momencie przekaźnik nie załączy się samoczynnie gdyż fototyrystory nie są pobudzane światłem. Napięcie „zerowe”, w którym zostaje załączony pobudzony światłem fototyrystor ma w rzeczywistości wartość rzędu kilku woltów (1...5V) i wartość napięcia „załączania w zerze” zależy od wartości rezystorów bazowych R_b tranzystorów T1 i T2. Zaletą załączania i wyłączania w zerze w PPZ jest minimalizowanie impulsów prądowych powstających przy załączaniu przez nie lamp żarowych lub obciążeń o charakterze pojemnościowym. Wyłączenie w zerze prądu znacznie zmniejsza generację przepięć na obciążeniach o charakterze indukcyjnym nawet gdy w obwodzie występuje znaczne przesunięcie faz pomiędzy prądem i napięciem. Ponadto załączanie w zerze obciążeń o charakterze indukcyjnym jest bardzo korzystne i nie powoduje powstawania zakłóceń ze względu na wolne narastanie wartości prądu w załączonym obwodzie. PPZ na wskutek przepięć powstających w przełączanym obwodzie, mogą zostać załączone w sposób przypadkowy poprzez zbyt dużą wartość szybko narastającego zaindukowanego napięcia. Dzieje się tak ze względu na istnienie wewnętrznych pojemności między bramką i anodą fototyrystora, rys. 29b. Aby uniknąć niekorzystnego zjawiska przypadkowego załączania PPZ na jego zaciskach dołączane są równolegle układy przesuwników fazy typu RC lub warianty ograniczające wielkość przepięć, rys. 31. Wielkość prądu jaka może być przewodzona w sposób ciągły oraz impulsowy w czasie przepięć wyznacza wielkość struktury fototyrystora oraz sposób odprowadzenia z niej ciepła. Struktury fototyrystorów mogą przewodzić impulsowo prądy o natężeniu do kilkudziesięciu amperów. Takie pra-



Rys. 29.



Rys. 30.



Rys. 31.

dy mogą płynąć przez PPZ przy przełączeniu obciążeń reaktancyjnych. W przekaźnikach OPTOFILM fototyristory są umieszczone na dużych blaszkach połączonych z nóżkami wyprowadzającymi, służącymi jako radiator połączony dodatkowo swą dużą powierzchnią z masą zalewy obudowy typu SIL. Nakładając na nią radiator można zapewnić lepsze odprowadzenie ciepła tak, że przekaźnik w obudowie SIL może przewodzić prąd ciągły do 3A a przewodzić impulsowo prąd o natężeniu do 20 amperów przez czas 16ms. Podobnie jak w przekaźnikach do prądu stałego również w PPZ problemy odprowadzenia ciepła są jednymi z najważniejszych jakie należy brać pod uwagę

przy projektowaniu układów zawierających te podzespoły. Producenci podają zazwyczaj w postaci wykresu jakie wartości maksymalne prądu mogą przewodzić PPZ z radiatorem o odpowiedniej wielkości. Oprócz PPZ z załączaniem w zerze spotyka się wersje tych przekaźników z załączaniem typu przypadkowego. W tych przekaźnikach dioda LED oświetla fototranzystor we wzmacniaczu, który bezpośrednio wzmocnionym sygnałem steruje bramkę triaka. Załączanie takiego PP dokonuje się bezpośrednio po wysterowaniu diody LED. Wyłączenie następuje po zakończeniu świecenia diody i najbliższym przejściu przez zero wartości przełączanego prądu. Załączanie PPZ z załączaniem typu przypadkowego nie może

nastąpić gdy napięcia załączane mają wartość mniejszą niż 5...25V ze względu na konieczność zasilenia tym napięciem układu wewnętrznego wzmacniacza. Ponieważ załączanie takiego PPZ następuje w różnych momentach w ciągu połówki napięcia przełączonego, jego praca wywołuje w obwodzie przełączanym znaczne przepięcia. Stąd zestyki przekaźników z załączaniem przypadkowym muszą być zabezpieczone przed przepięciami poprzez dołączanie do nich warystory i układy przesuwające fazę typu RC, **rys. 31**. Zaleca się je stosować dla PPZ załączanych w zerze jak i w sposób przypadkowy.

Marek Dras