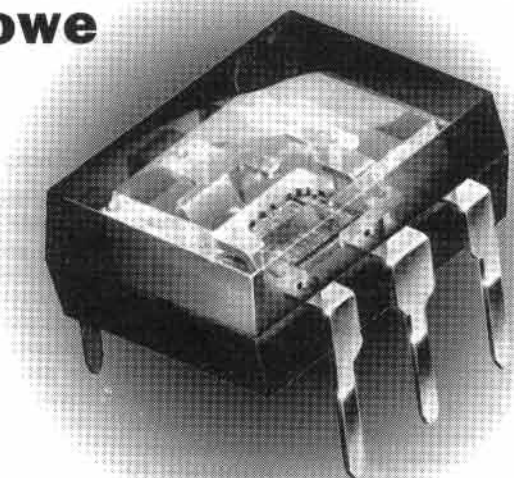


# Nowa generacja przekaźników

## Przekaźniki półprzewodnikowe ze sprzężeniem optycznym

### część 2

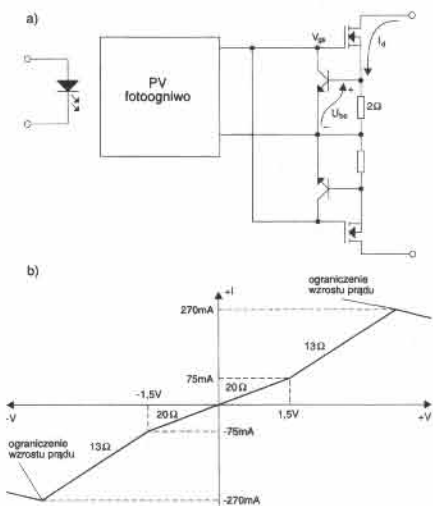
Kontynuujemy prezentację rozwiązań stosowanych w przekaźnikach optoelektronicznych. W drugiej części artykułu omówione zostaną zagadnienia związane z odprowadzaniem mocy ze struktur przełączających, powody ograniczenia maksymalnej szybkości przełączania przekaźników i metody jej zwiększania.



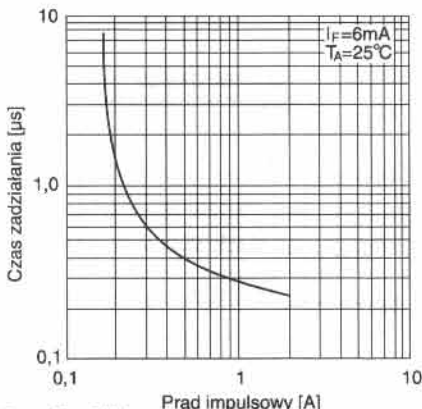
Na rys.8a pokazano układ wewnętrznego ogranicznika prądu przewodzenia przez dodanie dodatkowych rezystorów w szereg z tranzystorami MOSFET i tranzystorów bipolarnych zwierających ich bramki. Gdy spadek napięcia na tych rezystorach wywołany przepływającym przez PP prądem spowoduje przewodzenie tranzystorów bipolarnych to wtedy następuje zmniejszenie napięcia sterującego tranzystory MOSFET a więc wzrost rezystancji kanału źródło-dren co powoduje, w rezultacie ograniczenie wzrostu przewodzonego prądu. Czas zadziałania zabezpieczenia wynosi około 2μs (rys.8b), a czas powrotu PP do stanu przewodzenia następuje po upływie 1...2ms po zaniku nadmiernej wielkości prądu. Układ ogranicza nadmierny prąd przewodzenia nieco powyżej katalogowej maksymalnej dopuszczalnej wartości tego prądu. Należy zwrócić uwagę na fakt, że przy takiej pracy z działającym układem ograniczającym może wydzielać się w obwodzie PP nadmierna moc. Należy więc ograniczać czas pracy PP z załączonym ciągle układem ograniczenia prądu zwłaszcza gdy wydziela się na nim pewna moc zbliżona do maksymalnej. Układ ten w zasadzie przeznaczony jest do zabezpieczania PP i układów z nim współpracujących przed przepięciami i szkodliwymi impulsami prądowymi a więc zjawiskami o krótkim, najwyższym kilkusekundowym czasie trwania.

MOSFET. Zestyki wyjściowe PP należy zabezpieczyć przed nadmiernym napięciem wywołanym np. przełączaniem obciążenia o charakterze indukcyjnym lub przepięciami. Spotyka się tu rozwiązania z zewnętrznymi elementami zabezpieczającymi w postaci warystorów, diod lawinowych, diod Zenera lub odgromników dołączonych równoległe do zacisków wyjściowych PP (rys.9). Firma CP Clare wprowadziła w swoich PP wewnętrzny półprzewodnikowy element ograniczający przepięcia. Jest nim dwukierunkowy element powstały na bazie triaka z diodami Zenera w bramce (rys.10). Może on przewodzić impulsy prądu do 150A o czasie trwania około 50μs i do 100A o czasie trwania około 1ms. Parametry impulsów przepięć jakie wytrzyma ten PP są wyznaczone przez odpowiednie normy telekomunikacyjne, gdyż przekaźnik ten jest przeznaczony głównie do przełączania sygnałów w liniach telefonicznych. Napięcie zadziałania (przebicia) tego elementu wynosi około 300V. Element zabezpieczający umieszczono na dużej powierzchni metalowej nóżki celem lepszego odprowadzenia z niego wydzielanego ciepła. Zabezpieczenie to może działać wielokrotnie bez degradacji parametrów całego PP.

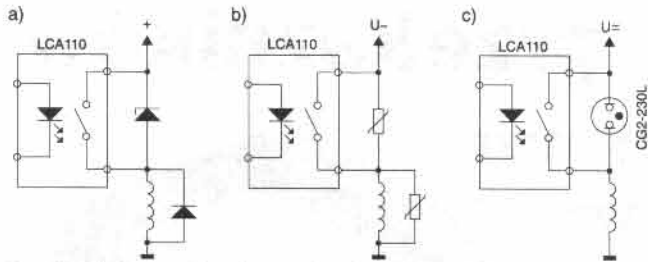
Uzyskanie wyższych napięć przełączanych jest możliwe przez szeregowe łączenie obwodów przełączających PP i wspólne ich sterowanie (rys.11). Należy tu stosować równoległe oporniki wyrównujące rozkład napięć na poszczególnych PP, podobnie jak to się stosuje przy szeregowym połączeniu diod wysokonapięciowych, zwłaszcza że PP podobne diody posiadają na swoich wyjściach. Łączenie równoległe PP jest zalecane w celu uzyskania większej wartości prądu przełączanego. Ze względu na kilkuomowe rezystancje przewodzących zestyków PP nie zawsze musi być wymagane stosowanie dodatkowych rezystorów szeregowych. Zestyki PP w stanie rozwarcia charakteryzują się pewnym prądem upływu, który zazwyczaj osiąga wartość do 1 A mierzona dla maksymalnych wartości dopuszczalnych napięć dla rozwar-



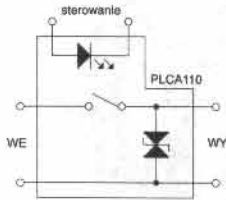
Rys. 8a. Działanie ogranicznika prądu.



Rys. 8b. Wykres przedstawiający czas zadziałania ogranicznika prądu.

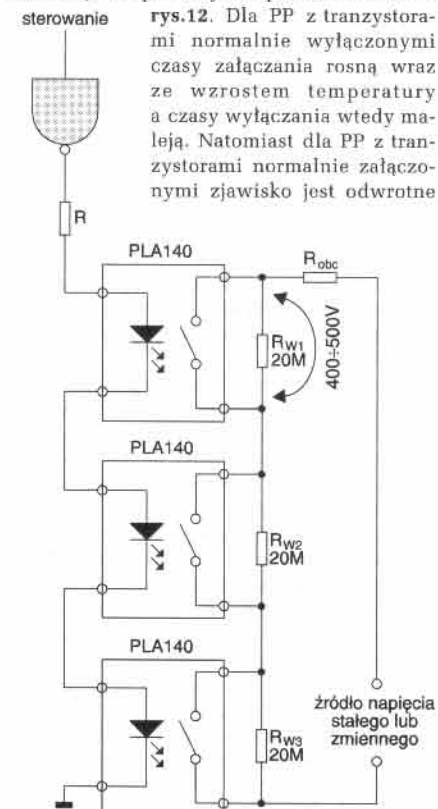


Rys. 9. Metody zabezpieczenia obwodu wyjściowego PP.



Rys. 10. Zabezpieczenie stosowane przez CP CLARE

tych zestyków. W niektórych, szybkich PP prąd ten jest mniejszy i osiąga wartość do 20mA. Stąd można określić rezystancję zestyków nieprzewodzącego PP na poziomie od 400MΩ do 20GΩ. Maleje ona znacznie ze wzrostem temperatury. Szybkość załączania i wyłączania PP jest wyznaczana przede wszystkim przez pojemności wejściowe źródła-bramka tranzystora T1 i tranzystorów przełączających MOSFET, która wynosi około 100pF. Czas załączania typowych PP wynosi od 80ps do 5ms a wyłączania od 50ps do 3ms. Najszybsze obecnie specjalizowane PP typu LH1541AT firmy AT&T mają czasy załączania i wyłączania około 0,25μs. Generalnie można przyjąć, że maksymalna częstotliwość przełączania najczęściej spotykanych PP wynosi od 500 do 1000Hz. Czasy załączania i wyłączania PP zmieniają się w funkcji temperatury, co przedstawiono na



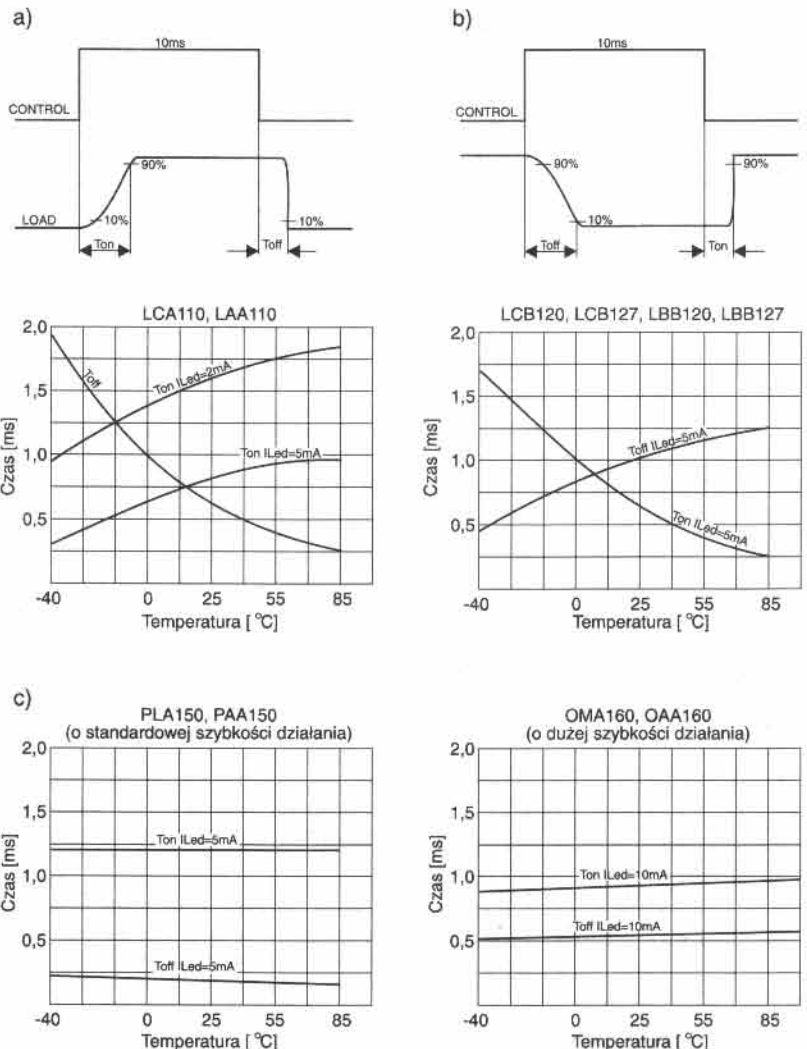
Rys. 11. Sposób szeregowego łączenia PP.

i czasy załączania maleją a czasy wyłączania rosną ze wzrostem temperatury.

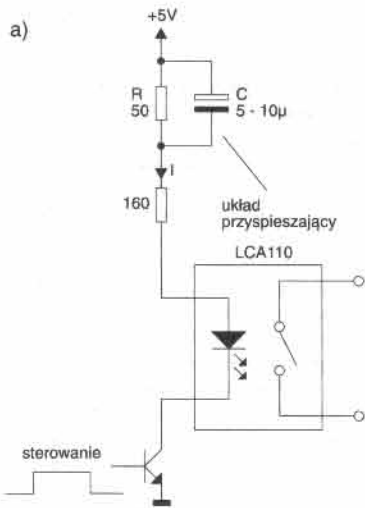
Skrócenie stosunkowo długich czasów załączania w PP, z tranzystorami normalnie wyłączonymi i wyłączenia w PP z tranzystorami normalnie załączonymi można uzyskać przez zwiększenie wartości prądu sterowania diody LED. Wtedy rośnie efektywność generacji napięcia fotoelektrycznego i tranzystory MOSFET są szybciej nasycone lub zatykane. PP jest tym lepszy im większy prąd potrafi przełączać przy małym, miliamperowym prądzie sterowania diody LED. Mały prąd sterowania rzędu 2...5mA jest korzystny ze względu na możliwość bezpośredniego sterowania z układów CMOS. Prądy sterowania diody LED w PP mogą osiągać wartości do 100mA. Przy tak dużym prądzie PP ma małą rezystancję zestyków i krótkie czasy załączania i wyłączania. Jednakże niekorzystnie ogranicza to maksymalną wartość mocy jaka może się wydzielnić w jego obudowie, gdyż w bilansie cieplnym należy uwzględnić również moc wydzielaną na diodzie sterującej LED (około 150mW). Na rys.

13 pokazano układ sterowania PP pozwalający uzyskać krótkie czasy przełączania, dzięki zastosowaniu układu przyspieszającego RC. Rozładowując kondensator poprzez przewodzący tranzystor i diodę sterującą PP, w początkowym odcinku czasu załączania uzyskuje się duży, sterujący impuls prądowy przyspieszający przełączanie. PP o dużych częstotliwościach przełączania rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu kHz charakteryzują się dużymi rezystancjami zestyków rzędu 100Ω i małymi dopuszczalnymi prądami przełączanymi rzędu 50...100mA.

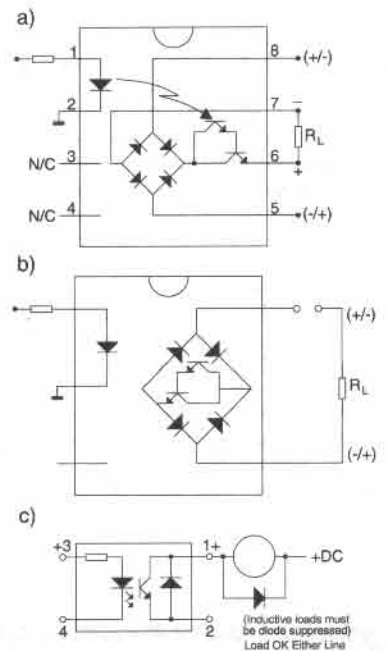
Obecnie pojawiły się PP nowej generacji mające szybkość działania bardziej niezależną od temperatury, co uzyskano zwłaszcza podnosząc sprawność energetyczną zastosowanych fotoogniw. PP charakteryzują się małymi pojemnościami własnymi rzędu 1pF-4pF w czasie stanu przewodzenia oraz małymi pojemnościami między stykami wyjściowymi a obwodem wejściowym z diodą LED wynoszącymi około 3pF. W stanie wyłączenia PP mają niekorzystnie dużą pojemność między stykami od 10 do 70pF, co utrudnia ich zastosowanie do rozłączenia obwodów w.c.z., gdyż pomimo kilkusetmegomowej rezystancji nieprzewodzącego kanału rozłączone sygnały napięciowe w częstotliwościach począwszy od setek kHz mogą być przenoszone przez pojemności własne



Rys. 12. Zmiany czasu przełączania PP w zależności od temperatury.



i zmiennych o natężeniu większym od 2A stosuje się obudowy, w których ułatwione jest odprowadzenie ciepła przez nalożone metalowego radiatora. W obudowie typu DIL jest to bardzo utrudnione. Na rys.15 pokazano strukturę wewnętrzną PP z serii PSM i PSSM firmy CP Clare, umieszczonych w obudowach typu SIL, na które można łatwo nalożyć radiator. Przełączniki z serii PSM mogą przełączać prądy stałe do 3,5A; 60V. Natomiast przełączniki z serii PSSM mogą przełączać prądy stałe i zmienne do 1,6A, przy czym mają wbudowany układ ograniczenia prądu i układ zabezpieczający przed przepięciem niszczącym zestyk. Przełączniki

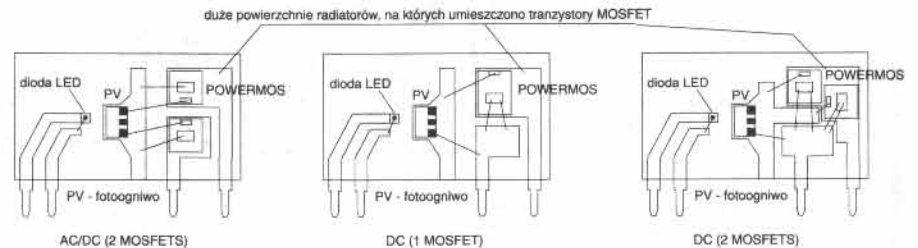


Rys. 14. Rodzaje obwodów wyjściowych PP.

zestyków. Przez styki PP w stanie rozwarcia płynie pewien prąd upływu, charakterystyczny dla tranzystorów MOSFET. Wynosi on kilka pA w zależności od typu przełącznika.

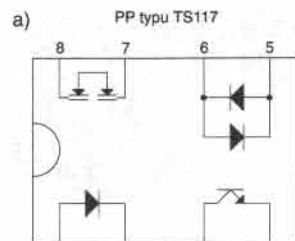
Najbardziej rozpowszechnione są PP posiadające dwa tranzystory przełączające MOSFET. Spotyka się także tańsze rodzaje PP, w których zastosowano tylko jeden tranzystor przełączający MOSFET (seria PFD firmy NEC), tranzystor bipolarny lub mostek diodowy na przekątnej którego elementem załączającym jest tranzystor bipolarny lub MOSFET (rys.14). PP zbudowane w oparciu o mostek diodowy i załączane przez przewodzący tranzystor włączony w jego przekątną mają małe pojemności własne w stanie nieprzewodzenia, co korzystnie je wyróżnia w stosunku do układów z tranzystorami MOSFET. Sterowanie tranzystorów przełączających jest dokonywane w taki sam sposób jak opisano powyżej. Przełączniki te mają szereg ograniczeń. Dwa pierwsze mogą być zastosowane tylko do przełączania prądu stałego, a przełącznik z diodami ma nieliniową charakterystykę w zakresie małych wartości przełączanych napięć, wywołanych spadkiem napięcia na przewodzących diodach. W przełącznikach diodowych są stosowane układy ograniczające prąd płynący przez przełączający tranzystor MOSFET.

W PP do przełączania prądów stałych

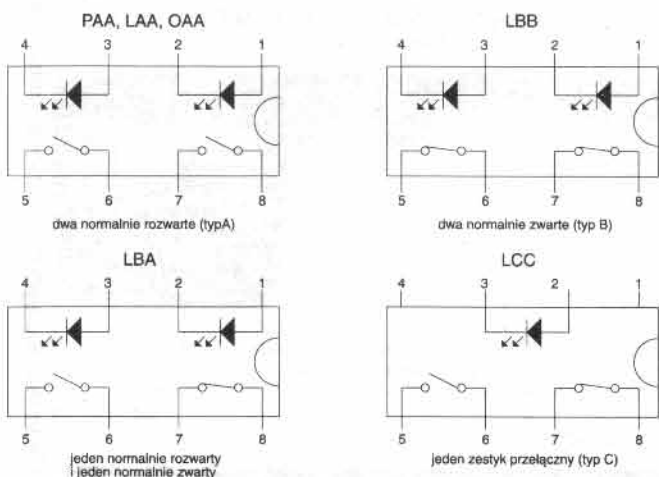
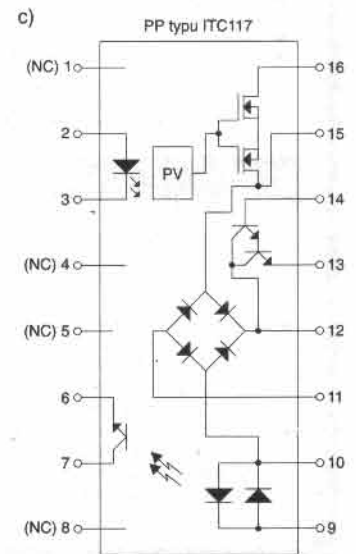
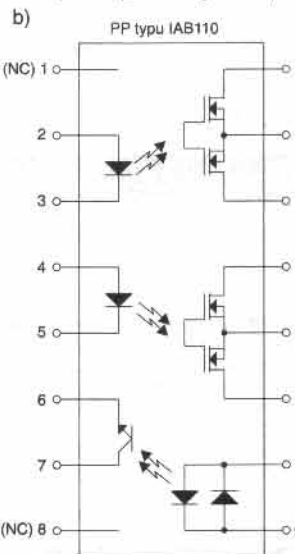


Rys. 15. Struktury układów PP z serii PSM i PSSM.

tego typu są przeznaczone do zastosowań w samochodach i urządzeniach powszechnego użytku, gdzie często występuje możliwość powstawania przeciążeń i zwarc obwodów. Spotykane są również PP do przełączania prądu stałego



- 1. -LED-Relay
- 2. -LED-Relay
- 3. Collector-Phototransistor
- 4. Emitter-Phototransistor
- 5. LED-Phototransistor +/-
- 6. LED-Phototransistor +/-
- 7. Load-Relay (MOSFET output)
- 8. Load-Relay (MOSFET output)



Rys. 16. Najpopularniejsze rodzaje pojedynczych przekaźników PP.

Rys. 17. Struktura wewnętrzna bardziej rozbudowanych PP.

go w wartości kilkudziesięciu amperów i napięć rzędu setek woltów, wykonane w postaci układu hybrydowego zawartego w obudowie typu „hockey buck” o wymiarach 20x57x44mm (rys.15b). Przełączniki te mają też układ sprzężenia optycznego a przełączanie dokonywane jest przez tranzystory MOS-FET lub bipolarne typu IGBT (z izolowaną bramką). Zasadniczym problemem technicznym w tych PP jest zapewnienie odprowadzenia ciepła przez ich częściowo metalową obudowę, przykręcaną śrubami do odpowiednio dużego radiatora. Doprowadzenie sygnałów sterowania i mocy są dokonywane przy pomocy połączeń śrubowych. W takiej obudowie w PP może być wydzielane przy odpowiednim chłodzeniu ponad 150W mocy. PP są stosowane w obwodach DIL do montażu powierzchniowego. Są to zarówno obudowy typu „gull wing” jak i bardzo płaskie obudowy typu SOIC przystosowane do montażu układów na płytkach o standardzie PCMCIA.

Na rynku spotyka się wiele rodzajów PP o różnych konfiguracjach zestyków. Najbardziej popularne są przełączniki pojedyncze. Mogą mieć styki typu A (normalnie otwarte), typu B (normalnie zwarte) i typu C (przełączne). Spotyka się również PP podwójne lub o większej liczbie zestyków. Możliwe są tu do uzyskania różne konfiguracje zestyków: dwa typu A, jeden typu A drugi typu B, dwa typu B, przełączne, rys.16. Przy stosowaniu przełączników podwójnych należy zwracać uwagę na nie przekraczanie dopuszczalnej mocy jaka może się wydzielić w obudowie, gdy oba zestyki przewodzą prąd lub gdy w jednym z nich działa układ ogranicznika prądu a drugi przewodzi. Przełącznik podwójny, który zawiera zestyki typu A i B nie jest zalecany do stosowania w konfiguracji jako przełącznik ze stykami przełącznymi typu C, gdyż w takim przełączniku nie są zagwarantowane takie czasy przełączania, że np. zestyk typu A zaczyna prze-

wodzić a zestyk typu B już przestał przewodzić. Może to prowadzić do niepożądanego sytuacji gdy przez pewien czas przewodzą oba zestyki. W przełączniku z zestykami typu C gdzie jest tylko jedna dioda sterująca LED jest to zagwarantowane. PP spotyka się coraz częściej w postaci bloków funkcjonalnych zawartych w standardowej obudowie typu DIL lub SOIC. Zawierają one oprócz jednego lub kilku PP również sprzęgacze optyczne, wzmacniacze, układy diod i rezystorów tworzących razem pewne typowe bloki funkcjonalne (rys.17). Układ TS117 firmy CP Clare w jednej obudowie zawiera przełącznik półprzewodnikowy i czujnik prądu zmiennego. Układ ITC117 tej samej firmy zawiera przełącznik ze stykami normalnie rozwartymi, mostek diodowy, układ Darlingtona i czujnik prądu zmiennego. Razem te elementy tworzą typowy układ interfejsowy do urządzeń telekomunikacyjnych.

**Marek Dras**