

System projektowania modułowego



część 6

W części 6 i 7 tego cyklu omówimy liczniki, układy czasowe i wyświetlacze. Moduły te nadają się szczególnie do zestawiania rozmaitych układów.

Opisywane w ramach tej serii układy są projektowane do zasilania napięciem 12V. Wszystkie moduły części 6 i 7 mogą być w razie potrzeby zasilane z 9V.

Moduł wejściowy: układ odklócania wyłączników.

Moduł procesorowy: układ sprzęgu do wyświetlacza ciekłokrystalicznego, gotowy moduł licznika dziesiętnego kodowanego dwójkowo (BCD, binary coded decimal) z układem scalonym CMOS 4029.

Moduł wyjściowy: dekodery sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego.

Moduły wyświetlaczy

Do części 6 wybrano trudniejszy i droższy moduł wyświetlacza ciekłokrystalicznego, nie pobiera on bowiem prawie żadnej mocy, nadaje się więc szczególnie do układów zasilanych z baterii. Dlatego załączonym projektem przykładowym jest licznik zdarzeń, idealne uzupełnienie strzelnicy świetlnej, przykładowego projektu dołączonego do części 5.

Siedmiosegmentowy wyświetlacz elektroluminescencyjny (LED) jest tańszy i znacznie prostszy w użyciu, ale przy zasilaniu bateryjnym nie może pozostać włączony na stałe. Więcej szczegółów o wyświetlaczach elektroluminescencyjnych znajdzie się w części 7.

Układy odklócające

Odbijanie się styków może stwarzać poważne problemy w układach elektronicznych, zwłaszcza zliczających. Po naciśnięciu czy przekręceniu wyłącznika metalowe styki wykazują tendencję do drgań i nie stykają się od razu w sposób zdecydowany. Podobne zjawisko może zachodzić przy ich rozłączaniu.

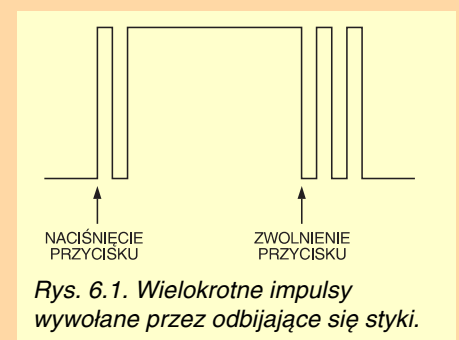
Jeżeli przycisk jest połączony z licznikiem, ten ostatni reaguje na naciskanie przycisku i natychmiast rejestruje zliczenie, ale drgania odbijających się styków wywołują dodatkowe impulsy. Ilustruje to

schematycznie **rys. 6.1**. W rezultacie, każde naciśnięcie przycisku wywołuje zliczenie kilku impulsów. W przypadku przedstawionym na rys. 6.1, licznik zarejestruje cztery zdarzenia zamiast jednego.

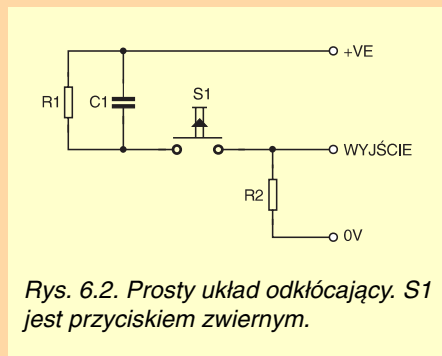
Niektóre wyłączniki są pod tym względem gorsze, niektóre lepsze, istnieją też typy wolne od tych zakłóceń, na przykład zawierające czujnik Halla (hallotron w formie układu scalonego).

Rozwiązania

Odbijanie się styków trwa na szczęście bardzo krótko w porównaniu z czasem pozostawania przycisku w stanie naciśniętym, więc problem rozwiązuje zastosowanie układu, który reaguje na pierwszy impuls styków ale ignoruje następne.



Rys. 6.1. Wielokrotne impulsy wywołane przez odbijające się styki.



Rys. 6.2. Prosty układ odkłócający. S1 jest przyciskiem zwiernym.

Oczywiście jeżeli czas reakcji układu odkłócającego będzie zbyt długi, to nie będzie można używać przycisku do sekwencji szybkich naciśnięć. Jeżeli zaś czas ten będzie za krótki, to może nie zdołać wyeliminować wszystkich odbić.

Najprostszy układ odkłócający jest pokazany na rys. 6.2. Gdy przycisk S1 jest rozarty (nie naciśnięty), to dzięki rezystorowi R2 napięcie wyjściowe wynosi 0V. Rezystor R1 zapewnia jednakowość napięcia obu końcówek kondensatora C1, w tym wypadku +VE, co oznacza że jest on rozładowany.

Jeżeli rezystory R1 i R2 zostały dobrane sensownie, i jeżeli oporność R2 jest dziesięciokrotnie mniejsza od oporności R1, to po naciśnięciu S1 napięcie wyjściowe będzie co najwyżej równe jednej dziesiątej napięcia zasilania. Kondensator C1 nie będzie miał wpływu na to napięcie, a oporność wejściowa układu, do którego napięcie to jest doprowadzone, będzie miała wpływ niewielki.

W czasie gdy przycisk jest naciśnięty napięcie to jest równe napięciu zasilania, ponieważ jest to napięcie obu końcówek kondensatora. Oczywiście napięcie na C1 szybko wzrośnie (naładuje się on) przez rezystor R1. Innymi słowy napięcie na jego dolnej końcówce (według rys. 6.2) będzie się obniżało w kierunku 0V z szybkością wyznaczoną przez jego pojemność i przez oporność R2. Zatem następne odbicia styków nie będą mogły wywołać dalszych dodatnich impulsów na wyjściu.

Gdy przycisk zostanie zwolniony, C1 rozładowuje się przez R1, a napięcie jego dolnej końcówki znów zrówna się z napięciem zasilania.

Wartości poszczególnych elementów są dość krytyczne, zależne od zastosowanego styku i ilości odbić, których wpływ musi zostać zneutralizowany. Gdy na przykład wyjście jest połączone z wejściem zegarowym licznika CMOS, i gdy R1 i R2 są jedynymi rezystorami połączonymi z tym wejściem, to można spróbować przyjąć 100nF dla kondensatora C1 i odpowiednio 100kΩ i 10kΩ dla rezystorów R1 i R2.

Szybkość działania

Trzeba pamiętać, że oporność R1 wyznacza minimalny czas pomiędzy kolejnymi naciśnięciami S1, a R2 czas trwania impulsu dodatniego. Pojemność kondensatora wpływa jednakowo na oba czasy. Ale nie można dopuścić, aby minimalne napięcie wyjściowe było zbyt wysokie, mogłoby bowiem przez współpracujący układ scalony nie zostać uznane za logiczne zero. (zob. część 1, przelączająca bramka logiczna).

Jest jeszcze jeden problem: napięcie na kondensatorze zmienia się powoli. Jak wyjaśniono w części 1 (przełączniki logiczne), wolno zmieniające się napięcia na wejściu logicznych układów scalonych mogą wywoływać w skrajnych wypadkach generację impulsów przejściowych. W rezultacie, nieodpowiednio zaprojektowany układ odkłócający może wywołać więcej szkód niż korzyści!

W przypadku układu z rys. 6.2 dla osiągnięcia najlepszych wyników może okazać się potrzebne dokonanie kilku prób. Można także próbować obliczyć optymalne czasy, ale najczęściej zależy od konkretnego przełącznika i jego podatności na odbijanie się styków.

Podsumowanie układu odkłócającego z rys. 6.2 jest następujące:

Zalety

- prostota
- taniość

Wady

- może trudności zmniejszyć, ale nie wyeliminować,
- na jego działanie może wpływać połączony z nim układ.

Udoskonalone odkłócanie

Układ z rys. 6.2 nadaje się do wielu zastosowań, a wiele układów liczących będzie z nim działać właściwie pomimo prymitywnie ukształtowanych impulsów. Jeżeli jednak jest potrzebny "czysty" pojedynczy impuls, to trzeba będzie użyć

przerzutnika monostabilnego z bramek NOR CMOS, na przykład opisanego w części 2, rys. 2.8 lub rys. 2.9. Rozwiązanie takie przyjęto w przykładowym projekcie licznika zdarzeń.

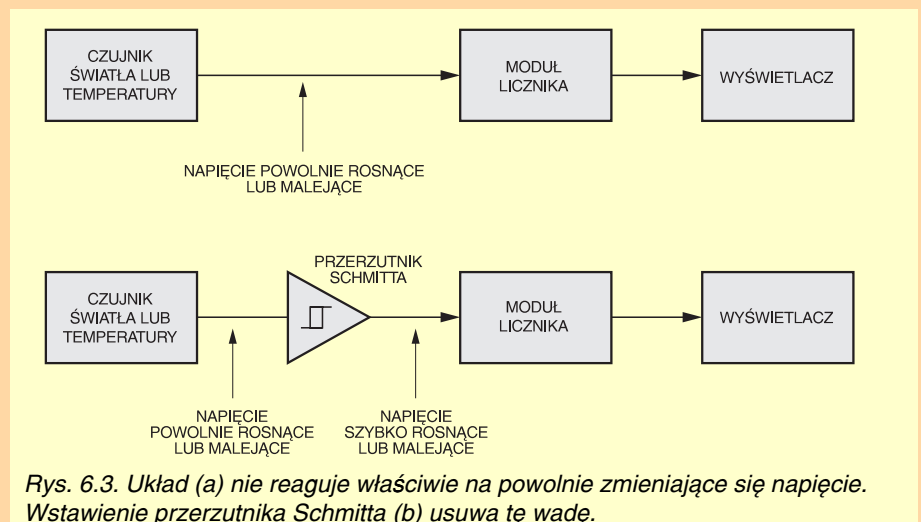
Czas pozostawiania przerzutnika monostabilnego w stanie przerzutu trzeba wybrać w zależności od czasu występowania odbić i od wymaganej maksymalnej częstotliwości naciskania przycisku. Długi czas przerzutu przerzutnika (np. jedna sekunda) pozwoli na naciskanie przycisku co najwyżej raz na sekundę, a krótki (np. 10ms) 100 razy na sekundę. Liczba ta może wydawać się śmieszna, ale taki problem może powstać na przykład przy zastosowaniu licznika do pomiaru szybkości obrotowej, gdy do osi został umocowany magnes, który steruje umieszczonym w pobliżu kontaktorem. Czas przerzutu przerzutnika musi być wówczas dostatecznie długi, aby zamaskować odbicia styków i równocześnie na tyle krótki, aby umożliwić zliczanie przy maksymalnej szybkości obrotowej.

Oczywiście pomiar dużych szybkości obrotowych przy pomocy magnesu i kontaktronu nie jest łatwy. W praktyce do tego celu lepiej nadaje się czujnik bezstykowy, na przykład z efektem Halla.

Przerzutniki Schmitta

Do zarejestrowania zliczenia przez układ zliczający jest potrzebna zmiana poziomu sygnału. Reagowanie na tę zmianę nazywa się wyzwaniem zboczem sygnału. Inaczej mówiąc, przerzutnik reaguje na pionową krawędź impulsu. Niektóre reagują na zbocze narastające, a inne na zbocze opadające.

Jeżeli impulsy są dobrze ukształtowane, mają krótki czas narastania i opadania, to prawdopodobieństwo niewłaściwej reakcji licznika na impuls jest małe. Jeżeli zaś wejście licznika jest sprzężone z monitorowanym źródłem zmiennoprądowo (przez kondensator, zob. część 2, rys. 2.5), to licznik może w ogóle nie



Rys. 6.3. Układ (a) nie reaguje właściwie na powolnie zmieniające się napięcie. Wstawienie przerzutnika Schmitta (b) usuwa tę wadę.

jego użyteczność, ale ma tę zaletę, że można go użyć niemal z każdym przełącznikiem przyciskowym bez obawy natrafienia na kłopoty z drganiem styków.

Moduł jest wyposażony w wejście kasujące, generuje sygnał prostokątny 512Hz i 32768Hz i może bezpośrednioysterować brzęczyk piezoelektryczny. Jest zasilany ogniwem 1,5V (które wstawia się bezpośrednio do modułu) i pobiera tak mały prąd, że może pozostawać włączony na stałe.

Sprzęg modułu licznika

Moduł jest zasilany ogniwem 1,5V, nie może więc być bezpośrednio połączony z żadnym z modułów serii klocków elektronicznych, dlatego jest potrzebny układ sprzęgu.

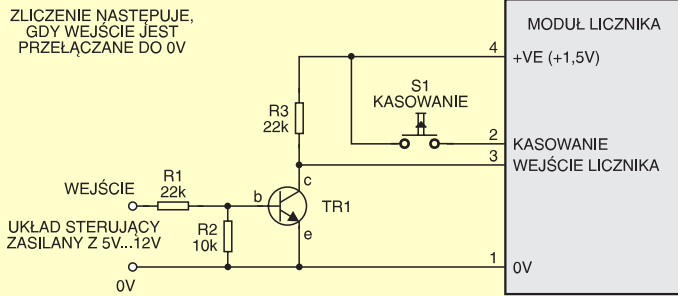
Tranzystorowy układ sprzęgu jest przedstawiony na **rys. 6.4** wraz ze wspomnianym modułem licznika. W razie użycia innego modułu, należy sprawdzić numery wyprowadzeń.

W układzie użyto tranzystora w sposób przytoczony na rys. 1.5 w części 1. Jego rolą jest buforowanie pomiędzy wyższym napięciem zasilania źródła sygnału a niższym napięciem zasilania modułu licznika. Trzeba pamiętać, że licznik jest zasilany z własnego ogniwa 1,5V, a źródło sygnału może być zasilane napięciem 5V, 9V lub 12V.

Jeżeli do wejścia zostanie doprowadzone napięcie 5V do 12V, to napięcie kolektorowe tranzystora zostanie obniżone do 0V. Gdy tranzystor zostanie zablokowany, to napięcie to wzrośnie do napięcia zasilania modułu licznika, czyli do 1,5V. Wejście modułu licznika nie otrzyma więc nigdy napięcia wyższego od jego napięcia zasilającego.

W sprzęgu można użyć dowolnego tranzystora npn mełej mocy o wysokim wzmocnieniu, jak BC108, BC184L lub podobne. Oporności dwóch rezystorów wejściowych, R1 i R2, zostały tak dobrane, aby tranzystor został zablokowany nawet wtedy, gdy napięcie wejściowe nie zdoła obniżyć się całkowicie do zera. Na przykład napięcie wyjściowe wzmacniacza operacyjnego 741, zasilanego jednym napięciem, nie może być niższe od 1V.

Trzeba też pamiętać, że tranzystor odwraca sygnał wejściowy. Licznik reaguje na zbocza dodatnie (tzn. zlicza gdy napięcie wzrasta), więc będzie zliczał gdy na wejściu napięcie będzie obniżało się do zera. W niektórych przypadkach nie ma to znaczenia, a w innych dla ponownego odwrócenia sygnału trzeba użyć drugiego tranzystora, jak przedstawia **rys. 6.5**. Tranzystor TR2 nie potrzebuje już rezystora w obwodzie bazy, ponieważ rezystor R3, 22k Ω , dostatecznie ogranicza prąd płynący z zasilacza układu głównego.



Rys. 6.4. Układ sprzęgu z modułem opisanym w tekście.

reagować na powolnie zmieniające się napięcie źródła.

Za przykłady złych źródeł sygnału można wziąć czujniki światła, czy temperatury, omówione w części 1. Ich sygnały wyjściowe w miarę zmian mierzonych wielkości zmieniają się powoli. Nawet jeżeli zmiany napięcia byłyby na tyle duże, aby można je było uznać za poziomy logiczny 0 lub 1, to nie zdołałyby wyzwolić licznika w układzie połączeń pokazanym na **rys. 6.3a**.

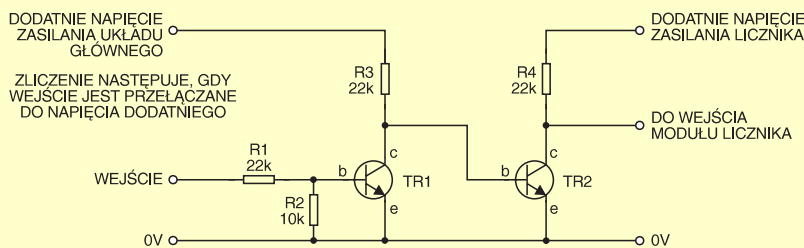
W takiej wersji układu liczącego napięcie wahające się w pobliżu progu wyzwala licznika mogłoby wywołać zliczenie wielu niepożądanych impulsów przejściowych zamiast pojedynczego zdarzenia. Rezultaty zliczania wielu przebiegów temperatury czy oświetlenia powyżej i poniżej wybranej wartości granicznej będą bardzo mało przydatne.

Wstawienie przerzutnika Schmitta po-

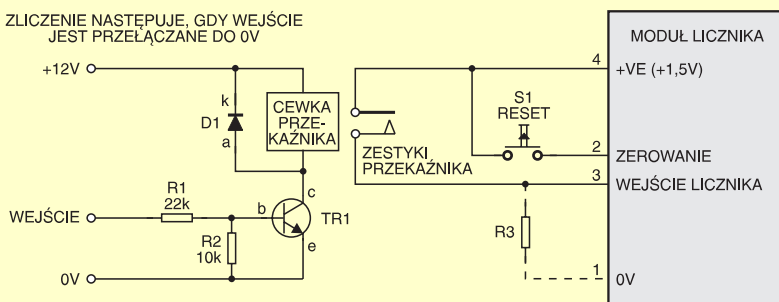
między czujnik a licznik, jak pokazuje **rys. 6.3b**, eliminuje tę trudność. Przerzutniki Schmitta były omawiane w części 1, rys. 1.7 do rys. 1.11. Można je zestawiać z bramek logicznych CMOS, wzmacniaczy operacyjnych, albo używać w gotowej postaci układów scalonych.

Moduł licznika

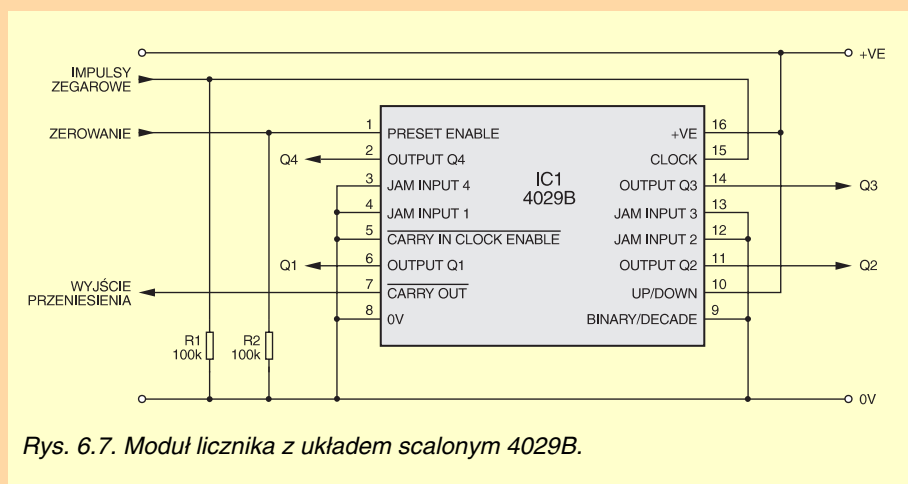
Chyba najprostszym i najtańszym ze sposobów uzyskania układu liczącego jest użycie gotowego modułu licznika. W sprzedaży (w Wielkiej Brytanii) jest wiele takich modułów, zawierających wyświetlacz ciekłokrystaliczny, dekodery i układ odklócający. Dalsze informacje dotyczą gotowego 5-cyfrowego modułu, zasilanego pojedynczą baterią 1,5V, który może działać z maksymalną częstotliwością 7 zliczeń na sekundę. Ta niewielka raczej częstotliwość ogranicza trochę



Rys. 6.5. Zastosowanie drugiego tranzystora odwraca układ logiczny w porównaniu z **rys. 6.4**.



Rys. 6.6. Użycie przekaźnika do całkowitego odizolowania modułu licznika od źródła impulsów.



Rys. 6.7. Moduł licznika z układem scalonym 4029B.

Całkowita izolacja

Moduł licznika jest urządzeniem delikatnym i uszkodzenie w obwodach tranzystorów na rys. 6.4 lub rys. 6.5 może go uszkodzić. Jeżeli preferuje się całkowitą izolację, to można użyć układu przekaźnikowego z części 1, rys. 1.13c, w sposób pokazany na rys. 6.6. Istnieją jeszcze bardziej wymyślne układy izolacyjne, ale nie będą tu omawiane.

Układ ten reaguje na wzrost napięcia wejściowego, nie tak jak układ z rys. 6.4. Oporności rezystorów i typ tranzystora w układzie na rys. 6.6 są nieco bardziej krytyczne, ponieważ trzeba zapewnić przepływ prądu o dostatecznym dla przekaźnika natężeniu. Oporności rezystorów należy obliczyć według zasad podanych w części 1, zgodnie z wybranym typem tranzystora i przekaźnika.

W razie wątpliwości można wybrać tranzystor Darlingtona npn, na przykład TIP121 lub TIP122 i wziąć oporności rezystorów podane na rys. 6.6. Taka kombinacja powinna działać z każdym zwyczajnym przekaźnikiem 12V.

Trzeba jednak wziąć pod uwagę fakt, że nie każdy moduł licznika toleruje pozostawianie wejścia wolnego w czasie gdy styki przekaźnika są rozwarte. Do właściwego działania licznika może być konieczne dodanie rezystora R3 o sugerowanej oporności 10kΩ.

Jest także możliwe odbijanie się styków przekaźnika. Szybszy licznik niż proponowany moduł mógłby zliczać fałszywe impulsy. W takim razie może okazać się potrzebny układ z rys. 6.2, w którym styki przekaźnika zastępują S1.

Zalety:

- pełna izolacja modułu licznika.

Wady:

- koszt, rozmiary i pobór prądu przekaźnika,
- w niektórych przypadkach odbijanie się styków przekaźnika może wywoływać fałszywe zliczenia.
- szybkość zliczania jest ograniczona bezwładnością przekaźnika.

Dwójkowy licznik dziesiętny

Rysunek 6.7 przedstawia moduł licznika, w którym wykorzystano układ scalony CMOS 4029B. Jest to dwójkowy układ liczący (reagujący na narastające zbocza impulsów), z którego wyjść Q1, Q2, Q3 i Q4 jego zawartość można odczytać w układzie dwójkowym. Stan wyjścia Q1 nazywa się najmniej znaczącym (najmłodszym) bitem (czyli LSB), a stan wyjścia Q4 najbardziej znaczącym (najstarszym) bitem (czyli MSB). Wyjścia licznika można połączyć z modułem sterownika wyświetlacza ciekłokrystalicznego albo elektroluminescencyjnego. Dla 7-segmentowego wyświetlacza elektroluminescencyjnego taki moduł można utworzyć przy pomocy układu scalonego CMOS 4511B, a dla ciekłokrystalicznego przy pomocy CMOS 4543B, jak pokazuje rys. 6.9.

Do używania układu 4029B, pokazanego na rys. 6.7, nie jest konieczna znajomość systemu dwójkowego, jest on jednak wart krótkiej wzmianki.

Cyframi w układzie dwójkowym (zwanymi bitami) są 0 i 1, którym przyporządkowuje się stany logicznego 0 (niski) i logicznej 1 (wysoki). Zero w układzie dziesiętnym to 0 w układzie dwójkowym, 1 w układzie dziesiętnym to 1 w układzie dwójkowym, ale 2 w układzie dziesiętnym to 10 w układzie dwójkowym (wymawia się jeden-zero, a nie dziesięć). System dwójkowy opiera się na potęgach dwójki. Tabela 6.1 pomoże w wyjaśnieniu tego systemu.

Bez wdawania się w długi opis wystarczy przyjrzeć się rozkładowi liczb aby dostrzec w nim prawidłowość. Na przykład liczbę zapisaną w systemie dziesiętnym jako 6, w systemie dwójkowym zapisuje się jako 0110, czyli jedynkę w kolumnie czwórek (czyli 2 do potęgi 2) i jedynkę w kolumnie dwójek (czyli 2 do potęgi 1). Tabela obejmuje 4-bitową arytmetykę dwójkową (liczba

Tabela 6.1. Konwersja liczb z systemu dziesiętnego na dwójkowy

Dziesiętny	Dwójkowy			
	$2^3=8$	$2^2=4$	$2^1=2$	$2^0=1$
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

4-bitowa jest nazywana półbajtem (nibble), a 8-bitowa bajtem (byte).

Największą liczbą 4-bitową jest 1111, w układzie dziesiętnym 15. Jeżeli jednak licznik ma sterować dziesiętnym wyświetlaczem, to najwyższą potrzebną liczbą jest 9 (dwójkowo 1001). Liczniki, które liczą do 9 a następnie zerują się i wysyłają sygnał przeniesienia, są nazywane licznikami dziesiętnymi kodowanymi dwójkowo (BCD, binary coded decimal). Niektóre liczniki scalone, na przykład 4029B, mogą zostać przystosowane do liczenia albo do 15 albo do 9.

Układ 4029B może liczyć dwójkowo od 0 do 15 (czyli do 1111). W tym celu należy połączyć jego wyprowadzenie 9 z zasilaniem +VE. Jeżeli wyprowadzenie 9 zostanie połączone z 0V, licznik zostanie przełączony w tryb BCD i kasuje się za dziesiątym zliczeniem. Jego wyjścia pozostają nadal w układzie dwójkowym, zmianie ulega tylko stan, przy którym licznik jest kasowany.

Na rys. 6.7 pokazano szczegółowo sposób połączenia licznika 4029B w trybie BCD, w którym zlicza od 0 do 9, a wraz z 10 impulsem kasuje się do 0 i wysyła impuls przeniesienia. Licznik ten w każdej chwili może zostać skasowany przez doprowadzenie dodatniego impulsu do wejścia kasowania 1.

Licznik z większą stan o jeden za każdym razem, gdy do wejścia zegarowego zostanie doprowadzone dodatnie napięcie. Jak już to omówiono przy opisie modułu licznika, wymaga on bardzo czystego sygnału. Zwykły przycisk, na skutek odbijania się styków, za każdym naciśnięciem będzie wywoływał serię zliczeń, jest więc konieczne zastosowanie układu odkłócającego.

4-bitowy licznik dwójkowy/dziesiętny 4029B jest układem bardzo elastycznym. Rozmieszczenie jego wyprowadzeń jest podane w tab. 6.2.

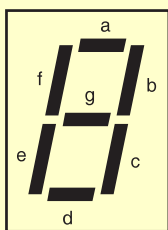
Tab. 6.2. Wyprowadzenia układu scalonego 4029B

Wyprow.	Funkcja
1	Preset enable (lub reset), normalnie 0V, ustawianie pod wpływem napięcia dodatniego.
2	Output, wyjście Q4.
3	Parallel load, wejście programujące 4 (JAM).
4	Parallel load, wejście programujące 1 (JAM).
5	Carry in, wejście przeniesienia, normalnie 0V, wprowadzenie przeniesienia pod wpływem napięcia dodatniego
6	Output, wyjście Q1.
7	Carry out, wyjście przeniesienia, normalnie dodatnie, przerzuca się do 0V przy maksymalnym stanie przy zliczaniu w górę, albo przy minimalnym stanie przy odliczaniu w dół.
8	0V zasilania.
9	Binary/decimal, wybór zliczania w systemie dwójkowym lub dziesiętnym, dodatnie napięcie dla zliczania dwójkowego, a 0V dla dziesiętnego.
10	Up/down, wybór zliczania w górę lub odliczanie w dół, dodatnie napięcie dla zliczania w górę, a 0V dla odliczania w dół.
11	Output, wyjście Q2.
12	Parallel load, wejście programujące 2 (JAM).
13	Parallel load, wejście programujące 3 (JAM).
14	Output, wyjście Q3.
15	Clock, wejście zegarowe, zliczenie następuje pod wpływem narastającego zbocza impulsu.
16	+VE zasilania.

Wejścia programujące

Te cztery wejścia nazywają się wejściami programującymi lub JAM. Przy ich pomocy można ustawić stan początkowy licznika (dowolną liczbę dwójkową w zakresie 0...1111). Z chwilą doprowadzenia napięcia dodatniego do wejścia ustawiającego (Preset Enable), do licznika zostaje wprowadzona liczba podana na wejścia JAM Input 1...4.

Na przykład trzeba zbudować układ czasowy, który odlicza czas w dół w minutach i sekundach. Gdy stan początkowy licznika przykładowo wynosi 4 minuty i 00 sekund, to następny powinien



Rys. 6.8. Oznaczenia cyfry 7-segmentowej.

wynieść 3 minuty i 59 sekund. Zatem stan licznika dziesiątek powinien skoczyć z 0 do 5 (a nie z 0 do 9, jak w zwykłym liczniku dziesiętkowym). W celu wywołania takiego skoku wejścia programujące muszą zostać ustawione dwójkowo na 0101 (czyli dziesięć 5).

Praktyczny przykład użycia systemu obciążenia równoległego do ustawienia liczby początkowej można znaleźć w projekcie czasowego układu odliczającego, załączonego do części 7 "Systemu projektowania modułowego".

Kaskadowe łączenie liczników

Gdy zostanie osiągnięty stan maksymalny lub minimalny, następny zegarowy impuls wejściowy wywoła skasowanie licznika i wysłanie przez wyjście 7 impulsu przeniesienia. Napięcie na tym wyjściu normalnie jest dodatnie, ale w czasie wyświetlania zera pojawia się stan niski. Po następnym impulsie zegarowym napięcie na wyjściu 7 ponownie staje się dodatnie i zmiana ta może zostać użyta jako impuls zegarowy dla następnego licznika.

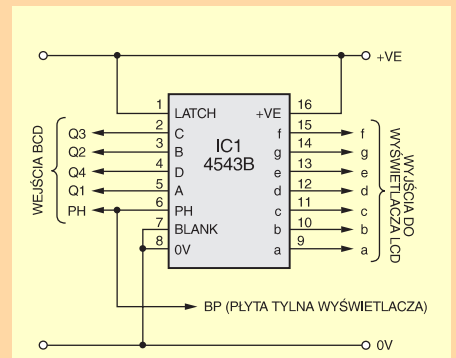
W ten sposób można łączyć kaskadowo szereg liczników, które liczą dziesiątki, setki itd. Ten bardzo prosty sposób nadaje się do łączenia liczników 4029B. Istnieje jednak szereg innych subtelnych sposobów łączenia kaskadowego, więcej informacji o których należy szukać w katalogach układów CMOS.

Moduły wyświetlaczy

Moduły wyjściowe opisywane w części 6 i 7 są przewidziane do sterowania wyświetlaczami 7-segmentowymi elektroluminescencyjnymi lub ciekłokrystalicznymi, należałoby więc najpierw zająć się systemem 7-segmentowym, przedstawionym na rys. 6.8.

Poszczególne segmenty są oznaczane literami od a do g. W ten sam sposób oznaczają się także wyjścia sterujących tymi wyświetlaczami układów scalonych, co ułatwia łączenie ich ze sobą. Cyfra zero jest wyświetlana przez świecenie segmentów a, b, c, d, e, f, cyfra 1 przez b, c itd. Chociaż system oznaczania segmentów został znormalizowany, to rozmieszczenie ich wyprowadzeń niestety nie. Trzeba więc korzystając z katalogu producenta ustalić, który segment jest wyprowadzony którą końcówką. Zazwyczaj wyprowadzenia wyświetlaczy jednego rozmiaru i kształtu są jednakowe.

Trzeba też wiedzieć, że wyświetlacze elektroluminescencyjne są produkowane w dwóch wersjach, ze wspólną katodą i ze wspólną anodą. Więcej informa-



Rys. 6.9. Dekoder-sterownik wyświetlacza ciekłokrystalicznego typu 4543B.

cji na ten temat znajdzie się w części 7. Wersje te nie są zamienne. Układ przewidziany do sterowania jedną wersją nie nadaje się do sterowania drugą bez zmiany układu sterowania.

Wyświetlacze ciekłokrystaliczne są wytwarzane w inny sposób i nie mają ich odmian katodowych i anodowych.

Sterownik-dekoder wyświetlacza ciekłokrystalicznego

Na rysunku 6.9 jest przedstawiony moduł sterownika z układem CMOS 4543B. Wymaga on wejścia BCD i służy do sterowania jedną cyfrą 7-segmentowego wyświetlacza ciekłokrystalicznego. Zazwyczaj wyświetlacze te są wytwarzane jako kilkucyfrowe. Każda z cyfr do sterowania wymaga więc jednego 4543B. (Istnieją także specjalne układy scalone do sterowania więcej niż jedną cyfrą.) Konieczne jest sprawdzenie w katalogu, które wyprowadzenie jest połączone z którym segmentem której cyfry. Brzmi to w sposób dość zaawansowany... i jest w rzeczywistości! Wyświetlacze ciekłokrystaliczne różnią się pod wieloma względami od wyświetlaczy elektroluminescencyjnych. Są bardziej delikatne mechanicznie, łatwo je zniszczyć przez zgniecenie. Są one także wrażliwe na ładunki elektrostatyczne, należy stosować do nich takie same środki ostrożności jak do układów CMOS. Nie należy też nigdy ich lutować, tylko stosować podstawki.

Szereg wyprowadzeń służy do sterowania kropkami dziesiętnymi, dwukropkami itp. Nie używane wyprowadzenia należy połączyć z wyprowadzeniem płyty tylnej (BackPlane). A najważniejsza ze wszystkich w każdym wyświetlaczu ciekłokrystalicznym jest konieczność doprowadzenia napięcia fali prostokątnej do płyty tylnej. To samo napięcie doprowadza się także do końcówki PH w układzie scalonym sterownika

Tab. 6.3. Wyprowadzenia układu scalonego 4543B

Wyprow.	Funkcja
1	Latch disable, starowanie pamięcią. Napięcie dodatnie - pamięć "przezroczysta" - dane z wejść przechodzą na wyjścia. Napięcie 0V - ostatnie dane "zatrzaśnięte" w pamięci - układ nie reaguje na zmiany stanów wejściowych.
2	Wejście dwójkowe (binary) C (zwykle z wyjścia Q3 sterownika).
3	Wejście dwójkowe (binary) B (zwykle z wyjścia Q2 sterownika).
4	Wejście dwójkowe (binary) D (zwykle z wyjścia Q4 sterownika).
5	Wejście dwójkowe (binary) A (zwykle z wyjścia Q1 sterownika).
6	Wejście PH, jak powyżej wspomniano, wymaga fali prostokątnej.
7	Wejście wygaszające (blanking). Musi być połączone z 0V, jeżeli jest pod napięciem dodatnim, to cyfra zostaje wygaszona.
8	Zasilanie 0V.
9	Wyjście do segmentu a.
10	Wyjście do segmentu b.
11	Wyjście do segmentu c.
12	Wyjście do segmentu d.
13	Wyjście do segmentu e.
14	Wyjście do segmentu g.
15	Wyjście do segmentu f.
16	Zasilanie +VE.

(Projektanci płytek drukowanych docenią, że chociaż wyprowadzenia nie są w ściśle alfabetycznym porządku, to ułatwiają prowadzenie ścieżek na płytce!)

wyświetlacza. Częstotliwość tej fali powinna wynosić 30Hz do 100Hz. Do wyświetlacza ciekłokrystalicznego nie wolno nigdy doprowadzać napięcia stałego, bo grozi to jego uszkodzeniem.

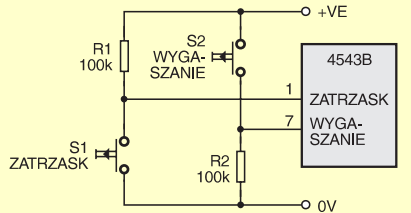
Rozmieszczenie wyprowadzeń 4543B, zatrzaśku-dekodera-sterownika BCD do wyświetlacza 7-segmentowego jest zamieszczone w tabeli 6.3.

Wyświetlacz ciekłokrystaliczny

Jak już wspomniano, z wyświetlaczem takim trzeba się obchodzić bardzo ostrożnie. Jest delikatny i mechanicznie i elektrycznie.

Ostrzeżenie: maksymalne napięcie zasilania niektórych wyświetlaczy ciekłokrystalicznych wynosi 9V. Gdy jest wymagane zasilanie z 12V, trzeba to sprawdzić przy kupnie.

Można dostać tego rodzaju wyświetlacze o różnej konfiguracji cyfr, na przykład 3,5 cyfrowe (wyświetlające do



Rys. 6.10. Sterowanie zatrzaśkiem i wygaszaniem układu 4543B.

1999) albo 4,5 cyfrowe (do 19999), to niektóre z możliwości. Choć istnieje znaczna zgodność pomiędzy różnymi typami wyświetlaczy, to koniecznie trzeba sprawdzić rozmieszczenie wyprowadzeń.

Na rys. 6.11 jest pokazane rozmieszczenie wyprowadzeń typowego 4-cyfrowego wyświetlacza ciekłokrystalicznego (wyświetlającego do 9999). Nie oznaczone końcówki mogą albo być nie użyte, albo służyć do innych znaków, na przykład znaku plusa i minusa.

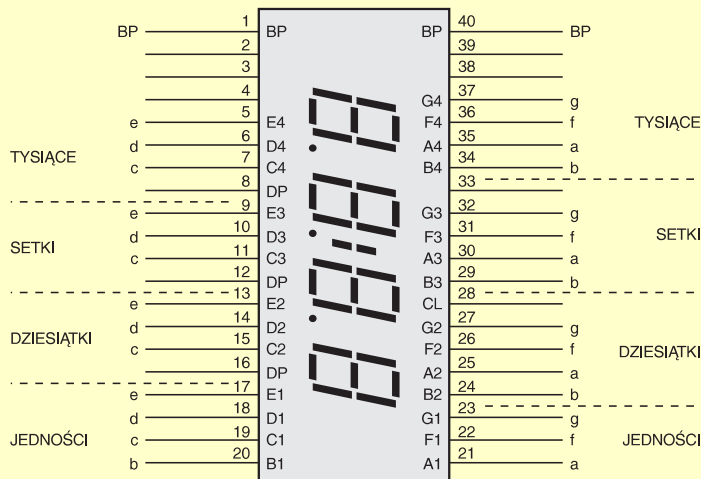
Płyta tylna (BP) jest wspólna dla wszystkich segmentów wyświetlacza i musi być połączona z tym samym napięciem zasilającym fali prostokątnej co końcówka PH w układzie scalonym sterownika.

Schemat blokowy typowego układu sterowania wyświetlaczem ciekłokrystalicznym jest pokazany na rys. 6.12. Falę prostokątną 30Hz do 100Hz można otrzymać z przerzutnika astabilnego (zob. część 4), albo innego stosownego generatora zegarowego, jak na przykład kwarcowy układ czasowy z licznikiem CMOS 4060B, który zostanie opisany w części 7. (Z końcówki 15 tego licznika otrzymuje się częstotliwość 32Hz.)

Przykładowy projekt

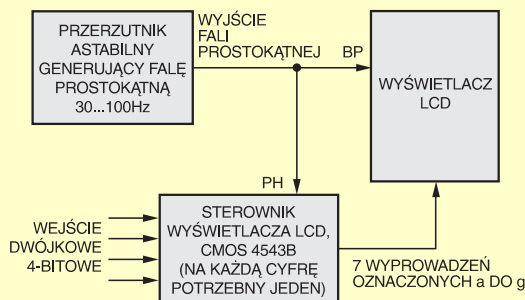
Przykładowym projektem jest zamieszczony w tym samym numerze EdW "Licznik zdarzeń", pokazujący jak z opisanych w części 6 modułów można zestawić praktyczne urządzenie.

Max Horsey



UWAGA: 1. Wystarczy połączyć jedną z końcówek BP
2. Wszystkie niewykorzystane wyprowadzenia muszą zostać połączone z BP

Rys. 6.11. Typowe rozmieszczenie wyprowadzeń 4-cyfrowego modułu wyświetlacza ciekłokrystalicznego.



Rys. 6.12. Typowy układ sterowania wyświetlaczem ciekłokrystalicznym.