



Sekwencyjny przełącznik o regulowanej długości

Cykliczne przełączanie różnych urządzeń, na przykład punktów świetlnych, można zrealizować na wiele sposobów. Przewagą proponowanego rozwiązania jest możliwość łatwego ustalenia liczby aktywnych wyjść: 2, 3, a nawet 10. Dodatkowy atut to możliwość regulacji czasu między przełączeniami w bardzo szerokim zakresie.

Do czego to służy?

Zadaniem tego układu jest sekwencyjne załączanie wyjść. Czas między kolejnymi przełączeniami można swobodnie regulować w zakresie 14ms...140s. Taka sekwencja może mieć długość od 1 do 10 wyjść, a wyboru dokonuje się zwykłą zworką. Aktywne w danej chwili wyjście ma potencjał bliski napięciu zasilania, a nieaktywne – masy. Dzięki takiemu układowi można zrealizować prosty sterownik reklamy świetlnej, świateł choinkowych albo symulator obecności domowników (włączając i wyłączając różne źródła światła). Można go zasilac napięciem stałym z przedziału 5...15V.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na rysunku 1. Składa się z prostych i popularnych układów cyfrowych oraz niewielkiej liczby elementów dyskretnych, więc jego analiza nie będzie skomplikowana. Generatorem wytwarzającym impulsy przełączające wyjścia (US1) jest dobrze znany NE555. Pracuje w układzie astabilnym, więc generowany ciąg impulsów będzie trwał tak długo, jak długo do układu dostarczane jest zasilanie. Odstępy

czasowe między poszczególnymi przełączeniami są ustalone przez: pojemność kondensatora C1 i sumaryczną rezystancję R1 + P1 + P2. W zakresie małych czasów (do 1,4s) regulacja odbywa się potencjometrem P1, a dłuższe (do 140s) są sprawą potencjometru P2. Rezystor R1 ustala minimalny czas trwania impulsu, aby nie doszło do uszkodzenia układu US1.

Ogólnie, czas pomiędzy przełączeniami w tym układzie można wyrazić za pomocą wzoru:

$$T[s] = 2000 \times \ln(2) \times C1[\mu F] \times (R1 + P1 + P2)[k\Omega]$$

$$T[s] \approx 1386 \times C1[\mu F] \times (R1 + P1 + P2)[k\Omega]$$

Licznikiem, który reaguje na impulsy z układu czasowego, jest dobrze znany CD4017. To dziesiętny licznik Johnsona, którego najistotniejszą cechą jest przełączanie po kolei stanów logicznych na wyjściach. Zmiana wyjść następuje przy narastającym napięciu pochodzącym z układu US1.

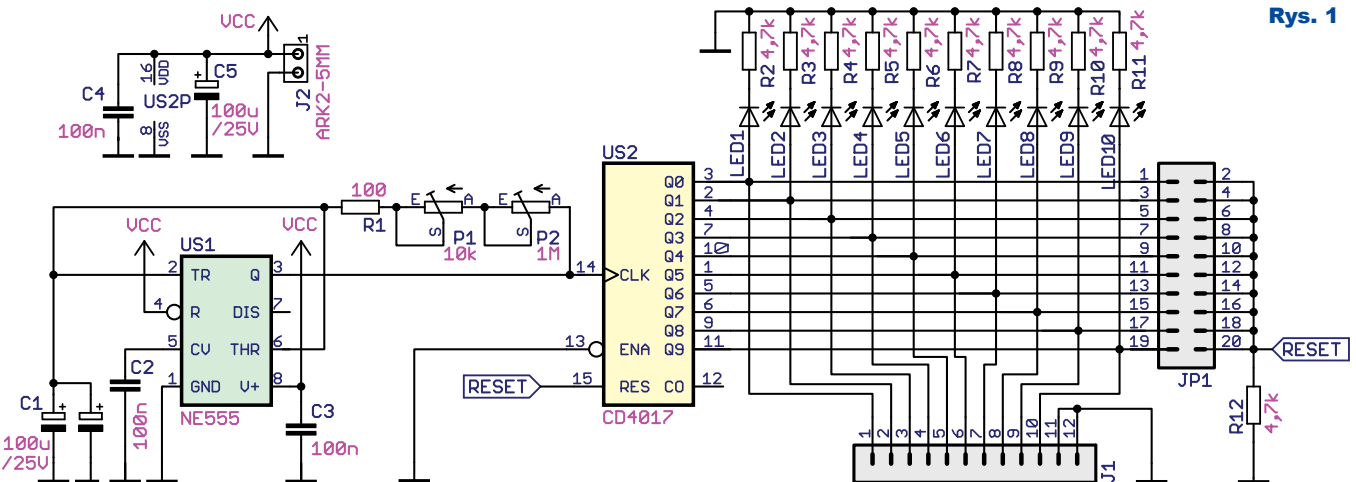
Diody LED wskazują, na którym z wyjść aktualnie jest stan wysoki. Zawsze

będzie świeciła tylko jedna dioda. Rezystory R2...R11 włączone w szereg z nimi ograniczają płynący przez nie prąd.

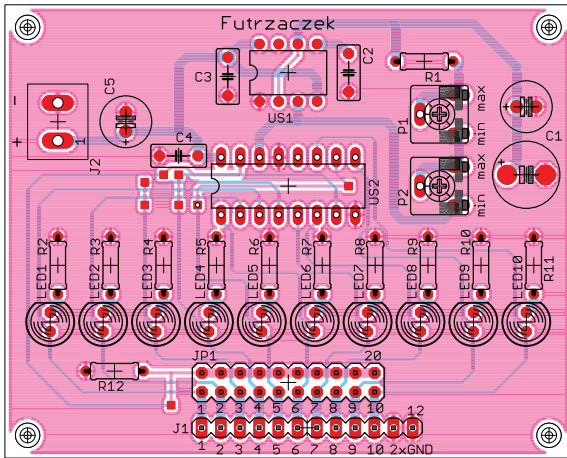
Skrócenie cyklu licznika CD4017 jest możliwe przez połączenie jednego z jego wyjść do wejścia zerującego (RES, nóżka 15). Po doliczeniu do tego konkretnego wyjścia, układ w bardzo krótkim czasie wróci do stanu początkowego, w którym aktywne jest wyjście Q0 – na płytce opisane jako 1 – przy którym świeci dioda LED1.

Rezystor R12 wstępnie polaryzuje wymienione wyżej wejście, aby jego stan logiczny nigdy nie był nieokreślony. Zwłaszcza ma to znaczenie w sytuacji, kiedy na złączu JP1 – służącym „skracaniu” licznika – nie będzie zworki.

Złącze J2 służy do podłączenia zasilania. Kondensatory C3, C4 i C5 filtrują je i redukują zakłócenia emitowane do niego przez układy scalone.



Rys. 1



Poprzez wymianę kondensatora C1 na egzemplarz o innej pojemności można zmienić też zakres regulacji interwałów. Jeżeli jego pojemność – a co za tym idzie, również gabaryty – byłaby znacząco większa, mógłby się nie zmieścić w rastrze 2,54mm. Dlatego zostało na płytce przewidziane drugie miejsce dla kondensatora C1 w rastrze wyprowadzeń 5mm. Zmieści się w nim kondensator o pojemności nawet 1000µF. Możliwe do ustawienia interwały zmieniają się wprost proporcjonalnie do nowej pojemności C1.

Rys. 2

Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 75×60mm. Wzór jej ścieżek i schemat montażowy przedstawia rysunek 2. W odległości 3mm od krawędzi płytki znajdują się otwory montażowe o średnicy 3,2mm każdy. Wszystkie użyte elementy są w obudowach do montażu przewlekane. Odległości między nimi są na tyle duże, że z montażem powinien bez problemu poradzić sobie nawet mniej wprawny użytkownik lutownicy. Kolejność montowanych elementów nie ma większego znaczenia, ale warto zachować rozsądek i zacząć od najniższych, czyli rezystorów. Pod układy scalone polecam zastosować podstawki.

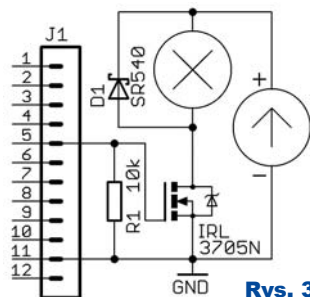
Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu zasilania do zacisków złącza J2. Układ można zasilać napięciem stałym o wartości z przedziału odpowiedniego dla rodziny CMOS i układu NE555, czyli 5...15V. Jednak przy napięciu niższym od 5V świecenie diod staje się mało zauważalne. Źródłem zasilania może zatem być zasilacz 12V, akumulator samochodowy, bateria 9V i wiele innych rzeczy. Pobór prądu zależy od napięcia zasilania. Przy częstotliwości przełączania ok. 1Hz wyniósł on około 10mA przy napięciu 15V i około 3mA przy napięciu 5V.

Regulacja czasu trwania poszczególnych impulsów odbywa się potencjometrami P1 i P2. Jeżeli oba skrócone są na minimum, czas między przełączeniami to około 14ms. Potencjometrem P1 można te interwały wydłużyć do 1,4s, ustawiając P2 na maksimum, czas ten może wzrosnąć nawet do blisko 2,5min, a dokładniej do 140s. Dlatego P1 należy uznać za potencjometr do regulacji dokładnej, a P2 – zgrubnej.

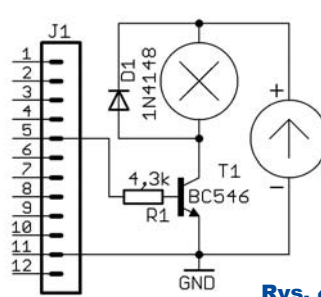
W tym miejscu muszę też przypomnieć o pewnej niedogodności układu NE555, którą jest wygenerowanie pierwszego impulsu o większej długości niż pozostałych. Ma to związek z ładowaniem kondensatora C1 od zera. Dlatego nie należy sugerować się pierwszym impulsem podczas dobierania odpowiedniego czasu przełączania.

Złącze J1 jest jednocześnie wyjściem układu, ponieważ to na nim pojawiają się kolejne impulsy. Zacisk masy (GND) został podwojony, by można było wygodnie podłączyć do niego kilka przewodów, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Jednak jego wydajność prądowa nie jest wysoka i należy to mieć na uwadze. Przy napięciu zasilania 5V można z niego pobrać prąd rzędu 1mA, a przy 15V – około 4mA.

Dlatego cewka przekaźnika, lub inny element wykonawczy, musi być poprzedzona tranzystorem, który zwiększy wydajność prądową danego wyjścia. Przykład takiego połączenia jest na rysunku 3. Znajdzie on zastosowanie przy napięciu rzędu 10V lub więcej, w szczególności dla obciążeń pobierających znaczny prąd (przy napięciu niższym, gdy zostanie wykorzystany MOSFET z niskim napięciem progowym). Jeżeli napięcie jest niższe, polecam wariant z tranzystorem bipolarnym – rysunek 4. Wartości ele-



Rys. 3



Rys. 4

Wykaz elementów

R1	.....	100Ω	0,25W
R2...R12	.....	4,7kΩ	0,25W
P1	.....	10kΩ	montażowy leżący
P2	.....	1MΩ	montażowy leżący
C1, C5	.....	100µF/25V	THT raster 2,54mm
C2...C4	.....	100nF	THT raster 5mm
LED1...LED10	.....		czerwona THT 5mm
US1	.....		NE555 DIP8
US2	.....		CD4017 DIP16
J1	.....	goldpin 1×12pin	2,54mm THT
J2	.....		ARK2 5mm
JP1	.....	goldpin 2×10pin	2,54mm THT + zworka
			Podstawka DIP8
			Podstawka DIP16

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3287

mentów są przykładowe i można je modyfikować w zależności od potrzeb.

Regulacja długości sekwencji odbywa się poprzez nałożenie jednej zworki na wyprowadzenia JP1. Oznaczenia liczbowe pod tą listwą należy traktować jako „w tym miejscu następuje reset”. Przykładowo:

- jeżeli zworka jest na polu 3, to oznacza, że załączają się w przemian wyjścia 1 i 2
- jeżeli zworka jest na polu 4, to oznacza, że załączają się wyjścia 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1 itd.
- jeżeli zworka znajdzie się na polu 7, to aktywną sekwencją będzie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 1, 2 itd.

Jeżeli – dla celów np. testowych – chcemy, aby stale było połączone wyjście 1, to zworkę należy nałożyć na pola oznaczone 1 lub 2. Przy tym jest tu drobna różnica: zworka na polu 1 da stale aktywne wyjście 1. Jeżeli zaś znajdzie się na polu 2, wówczas stan wyjścia 1 – przy każdym impulsie z NE555 – będzie na czas rzędu 1µs przyjmował stan niski, a potem znów wysoki. Ma to związek z powrotem układu CD4017 do stanu zerowego (czyli świecenia diody LED1), podczas gdy w pierwszej sytuacji jest on zatrzymany w tej pozycji na stałe. Ta drobna różnica w działaniu może zostać wykorzystana do przetestowania funkcjonowania układów wykonawczych.

Jeżeli sekwencja ma mieć długość 10, wtedy zworki nie nakłada się nigdzie. Po uaktywnieniu wyjścia 10 układ w następnym kroku przeskoczy do wyjścia 1.

Michał Kurzela
michal.kurzela@ep.com.pl