



# Linijka świetlna

## Do czego to służy?

Układy służące generowaniu ciekawych efektów świetlnych zawsze cieszyły się, a należy przypuszczać, że cieszą się nadal, wielkim zainteresowaniem Czytelników. Proponowany układ wytwarza efekt "rozbiegania się" dwóch promieni świetlnych. Dzięki prostej i zwartej konstrukcji mechanicznej urządzenie można zastosować do dekoracji samochodu w stylu amerykańskich ciężarówek. Nasze urządzenie może znaleźć zastosowanie także do wykonywania wszelkiego rodzaju reklam świetlnych i dekoracji. Nazwa zawarta w tytule artykułu nie jest zbyt

ściśla: z naszej linijki będziemy mogli bowiem tworzyć także wieloramienne gwiazdy lub inne figury geometryczne.

## Jak to działa?

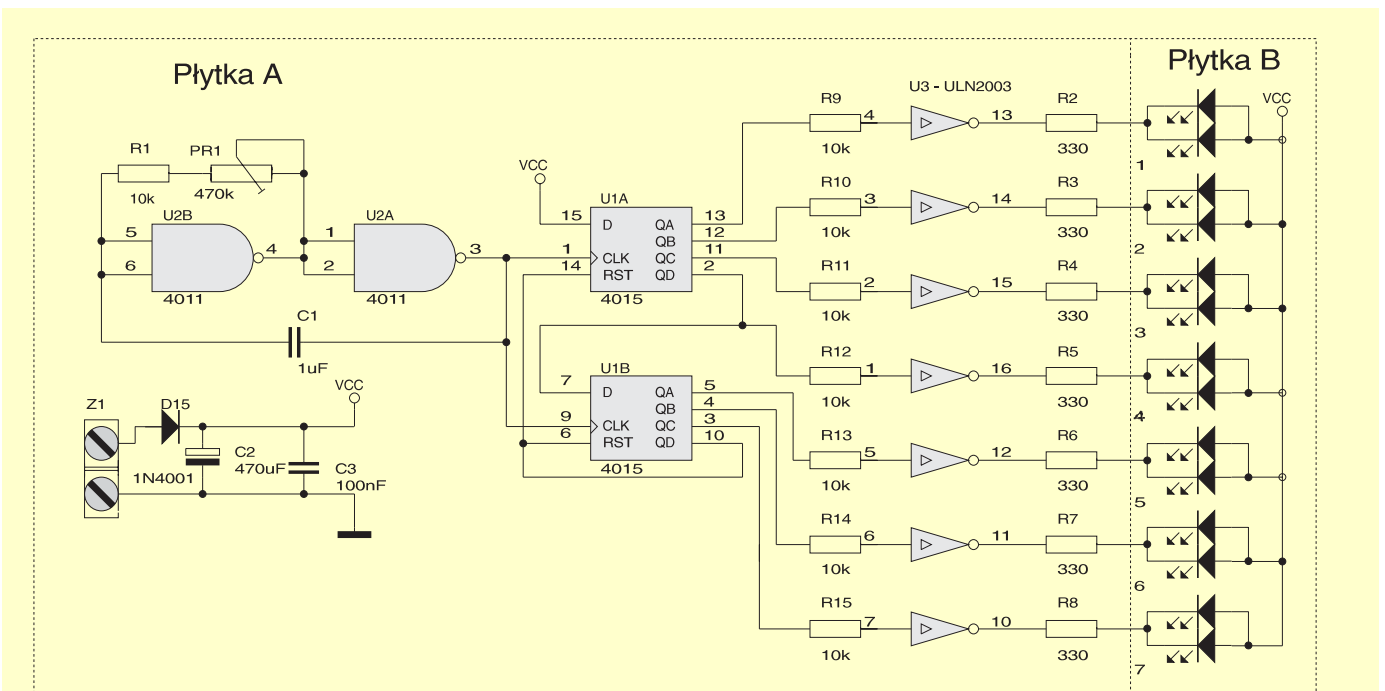
Schemat elektryczny urządzenia przedstawiony został na rys. 1. Jak widać, układ do skomplikowanych nie należy: trzy układy scalone i trochę elementów dyskretnych. Zrozumienie zasady jego działania także nie będzie trudne.

Dla ułatwienia analizy pracy układu podzielimy go na trzy funkcjonalnie różne części: generator taktujący, układ realizujący funkcję "rosnącej" linijki świetlnej i część wykonawczą, sterującą czteremastoma LEDami.

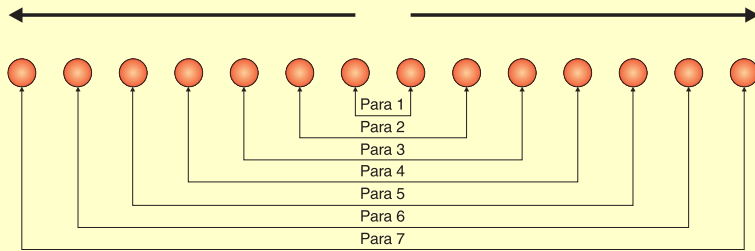
Generator został zbudowany w najprostszym sposobie z dwóch bramek NAND - 4011. Częstotliwość pracy tego generatora określona jest przez pojemność C1 i wypadkową rezystancję R1 + PR1 i może być w szerokich granicach regulowana za pomocą potencjometru PR1. Doświadczalnie ustalono, że optymalna powinna być częstotliwość uzyskiwana przy rezystancji ok. 100kΩ.

Funkcje zapalania się coraz większej ilości diod w linijce zrealizowano z wykorzystaniem dwóch czterobitowych rejestrów przesuwnych typu 4015. Czym jest rejestr przesuwny? Jest to element, który podaną na jego wejście informację przesuwają za każdym taktym zegara do kolejnych wyjść rejestru. Budowane są rejestry przesuwne rozmaitej długości, my wykorzystamy połączone szeregowo dwa rejestry czterowyjściowe (czterobitowe). Ponieważ, jak się za chwilę okaże, ostatnie wyjście (najstarszy bit) rejestrów wykorzystamy do zerowania układu, pozostanie nam do sterowania diodami 7 wyjść. Wydaje się to być ilością całkowicie wystarczającą, ale pamiętajmy, że opisaną niżej metodą możemy konstruować rejestry o praktycznie dowolnej długości. Ta informacja może być użyteczna przy projektowaniu własnych urządzeń do generowania efektów świetlnych.

Przeanalizujemy teraz najważniejszą część układu. Założymy, że układ rejestru jest wyzerowany i na wszystkich jego wyjściach mamy stan logiczny "0". Na wejście danych pierwszego rejestru - U1A - na stałe podany jest stan wysoki przez dołączenie go do plusa zasilania. Po nadejściu najbliższego impulsu zegarowego stan ten zostanie przepisany na



Rys. 1. Schemat ideowy linijki świetlnej.



Rys. 2. Układ diod świecących.

pierwsze wyjście rejestru -  $Q_A$ . Impulsy zegarowe przekazywane są także na wejście zegarowe drugiego rejestru, ale na jego wejściu danych utrzymuje się stan niski podawany z ostatniego wyjścia U1A. Tak więc na kolejne wyjścia U1B wpisywany jest stan niski, co nie zmienia stanu tych wyjść.

Nadejście kolejnego impulsu zegarowego spowoduje przesunięcie informacji z wyjścia  $Q_A$  U1A na wyjście  $Q_B$ . Jednocześnie na wyjście  $Q_A$  ponownie zostanie wpisany logiczny stan wysoki (na wejściu danych stale mamy "1"). Sytuacja taka powtórzy się jeszcze dwukrotnie i po czterech impulsach zegarowych będziemy mieli stan wysoki na wszystkich wyjściach pierwszego rejestru. Nadejście piątego impulsu zegarowego nic już nie zmieni na wyjściach U1A. Natomiast zauważmy, że na wejściu danych U1B jest już teraz stan wysoki, wymuszony wpisaniem "1" na wyjście  $Q_D$  U1A. A zatem, piąty impuls zegarowy spowoduje przepisanie informacji z tego wejścia na wyjście  $Q_A$  U1B. Kolejne dwa impulsy zegarowe "zapełniają jedynkami" kolejne wyjścia U1B, aż do momentu nadejścia ósmego impulsu, kiedy to stan wysoki pojawi się także na wyjściu  $Q_D$ . Wyjście to połączone jest z wejściami zerującymi rejestrów, aktywnymi właśnie w stanie wysokim. Podanie na te wejścia logicznej "1" spowoduje natychmiastowe wyzerowanie wszystkich wyjść rejestrów i powrót układu do stanu początkowego. Tak więc osiągnęliśmy swój cel: zapełnianie kolejno "jedynkami" wyjścia rejestrów doskonale nadają się do sterowania diodami świecącymi. Jednakże zasilanie tych diod bezpośrednio z tych wyjść znacznie ograniczyłoby maksymalny prąd płynący przez diody i w efekcie siłę ich świecenia. Dlatego też zastosowaliśmy jeszcze jeden element: układ scalony ULN2003. Kostka ta ma nieskomplikowaną budowę i zawiera w swojej strukturze siedem tranzystorów w układzie Darlingtona. Powszechnie stosuje się ją jako driver do sterowania segmentami wyświetlaczy siedmiosegmentowych w systemie wyświetlania multipleksowego. Do naszych celów nadaje się więc idealnie.

Każdy z driverów sterowanych z wyjść

rejestrów zasilają parę diod świecących. Dla większej jasności, sposób połączenia diod pokazany został na rys. 2. Oczywiście jest teraz, w jaki sposób uzyskamy efekt rozszerzającego się promienia świetlnego.

Kondensatory C2 i C3 pełnią w układzie rolę odsprężania zasilania i zwiernają do masy ewentualne impulsy zmiennoprądowe.

### Montaż i uruchomienie

Na rysunku 3 pokazano rozmieszczenie elementów na dwóch, identycznych wymiarowo, płytkach drukowanych. Płytki zostały wykonane z laminatu jednostronnego, co spowodowało konieczność zastosowania kilku zworek. Od nich właśnie rozpoczniemy montaż naszego dzieła. Po wlutowaniu zworek wmontujemy rezystory i konieczne podstawki pod układy scalone, szczególnie potrzebne w przypadku zastosowania naszego układu w samochodzie. Pamiętajmy, że elektryczna instalacja samochodowa jest szczególnie "zaśmiecona" wszelkimi zakłóceniami i łatwo w takiej sytuacji o uszkodzenie wrażliwego układu CMOS.

Cd. na str. 48

### WYKAZ ELEMENTÓW

#### Rezystory

PR1: 470k $\Omega$

R1: 10k $\Omega$

R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8: 330 $\Omega$ /0,5W

R9, R10, R11, R12, R13, R14: 10k $\Omega$

#### Kondensatory

C1: 1 $\mu$ F/MKT

C2: 470 $\mu$ F

C3: 100nF

#### Półprzewodniki

D1...D14: diody LED, najlepiej o podwyższonej jasności

D15: 1N4001 lub odpowiednik 1A

U1: CMOS 4015

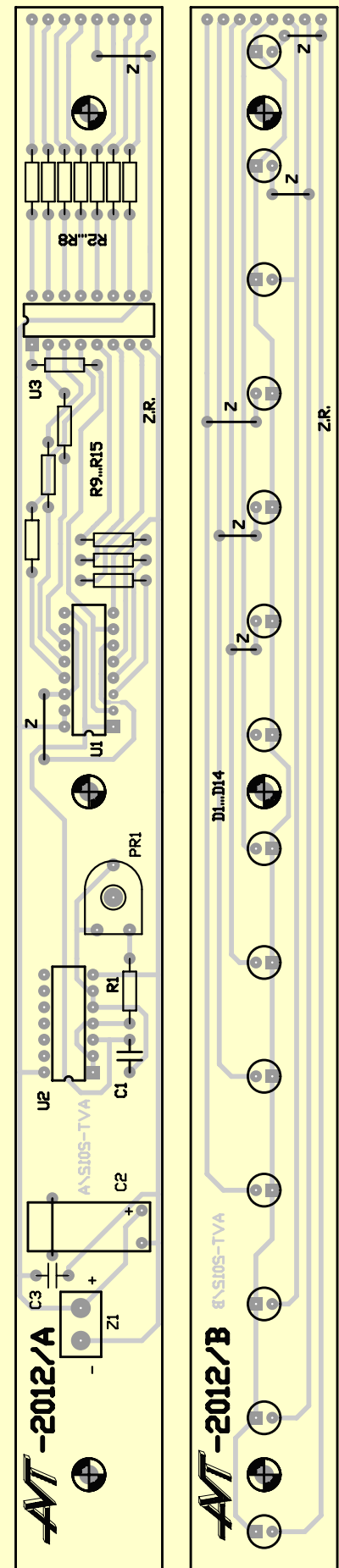
U2: CMOS 4011

U3: ULN2003

#### Różne

Z1: ARK2

szereg prostych goldpinów (8) gniazdo do pinów (8)

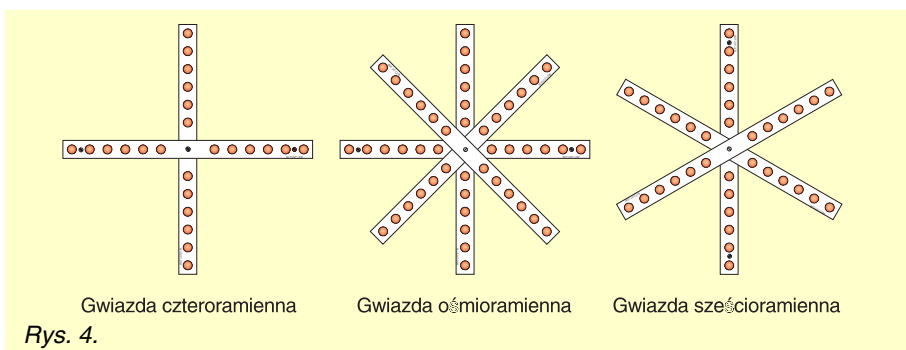


Rys. 3. Płytki drukowane.

- zamocowanie płytki przetwornika.
- Zasilanie elementu piezo sygnałem o właściwej, ściśle dobranej częstotliwości.
  - Doprowadzenie do przetwornika sygnału o możliwie dużej amplitudzie.

Warunek pierwszy został spełniony przez producenta przetwornika: płytka piezo przyklejona jest do dużej membrany, a ta z kolei przymocowana jest do sztywnej obudowy. Warunek trzeci spełniliśmy stosując zasilanie najwyższym dopuszczalnym dla układów CMOS napięciem. Pozostało nam jedynie dostroić generator sygnalizatora do częstotliwości rezonansowej przetwornika piezo, czyli do ok. 3,5kHz. Czynność tą wykonamy za pomocą potencjometru montażowego PR1 "na słuch", kierując się maksymalną siłą dźwięku.

Układ modelowy umieszczony został w obudowie typu KM-26. Obudowę przetwornika należy obciążyć do wysoko-



Cd. ze str. 46

Po zmontowaniu obydwóch płytek należy podjąć decyzję, w jaki sposób je połączyć ze sobą. Najprostszą i najlepszą metodą jest zastosowanie prostego złącza składającego się z szeregu 8-u goldpinów i odpowiedniego wtyku. Goldpiny należy oczywiście przylutować od strony druku. Aby sobie tę czynność ułatwić, cały szereg goldpinów przekładamy przez płytkę od strony elementów i lutujemy. Pozostająca od strony elementów plastikowa łączówka nie przeszkadza w niczym i nie psuje widoku płytki. Następnie składamy razem płytki i skręcamy je trzema śrubami M3 za pośrednictwem tulejek dystansowych. Jeżeli takich tulejek nie posiadamy, to możemy użyć po trzy nakrętki na każdą śrubę. Drugi sposób wydaje się być nawet lepszy, ponieważ umożliwia precyzyjne ustawienie odległości pły-

tek od siebie. Dioda D15 służy zabezpieczeniu układu przed skutkami odwrotnego włączenia zasilania i jeżeli nie należymy do osób roztargnionych, to możemy jej nie montować.

W ten sposób zrobiliśmy całkiem ładnie wyglądający pakietek. O nabyciu gotowej obudowy szkoda nawet marzyć, więc albo zrezygnujemy w ogóle z obudowywania układu albo będziemy musieli obudowę wykonać sami (np. z paszków czarnego polistyrenu).

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga uruchamiania a jedynie regulacji częstotliwości pracy zegara sterującego.

Na zakończenie podamy jeszcze ważną informację o możliwości rozbudowania naszego urządzenia i utworzenia z niego gwiazdy cztero-, sześcioramiennej lub nawet ośmioramiennej. Niestety, budując taką konstrukcję składającą się z dwóch, trzech lub czterech linijek bę-

dziemy musieli zrezygnować z dwóch diod w każdej z nich. Sposób wykonania gwiazd składających się z jednej płytki sterownika (AVT2012/A) i dwóch, trzech lub czterech płytek z diodami (AVT2012/B) ukazuje rys. 4.

W przypadku wykonywania opisanych gwiazd stosujemy jedną płytkę sterującą i odpowiednią ilość płytek z diodami. Dodatkowe połączenia musimy wykonać za pomocą przewodów taśmowych. Przy zastosowaniu dwóch i trzech linijek nie ma problemu z jasnością świecenia diod, szczególnie jeżeli zastosujemy diody o podwyższonej jasności. Natomiast przy czterech linijkach jasność diod może okazać się niewystarczająca. Zmniejszenie wartości rezystorów szeregowych zasilających diody może grozić przegrzaniem układu U3. W takim wypadku należy rozważyć możliwość zmniejszenia wartości tych rezystorów (należy wtedy zastosować rezystory 0,5W) z jednoczesną wymianą U3 na sześć tranzystorów Darlingтона średniej mocy.

Pamiętajmy jeszcze o jednej sprawie: możemy diody stosować dowolnego koloru, ale te podłączone do wspólnego rezystora muszą być tego samego typu i producenta.

**Zbigniew Raabe**

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2012.**