

Od Autora

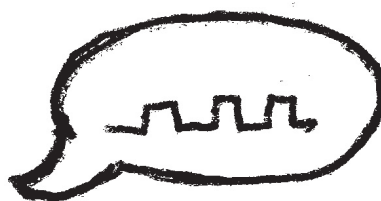
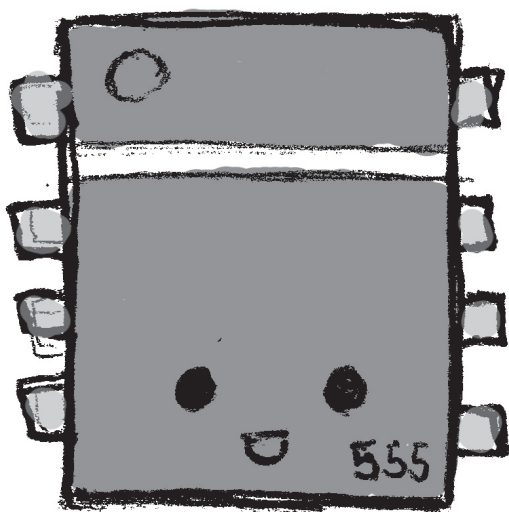
Mimo upływającego czasu i rozwoju technik mikroprocesorowych timer 555 ciągle cieszy się dużą popularnością. Dzięki swojej prostocie jest chętnie wybierany przez rzesze konstruktorów do realizacji prostych projektów. Timer 555 jest jednym z niewielu układów scalonych, któremu poświęcono całe serwisy internetowe, na łamach których opublikowano mnóstwo projektów. Od chwili wyprodukowania układu w roku 1971 timer 555 stał się bardzo popularny wśród autorów książek o tematyce elektronicznej. Do tej pory wydano na świecie ponad 70 tytułów w różnych językach, w tym również po polsku. Po sukcesie opublikowanej w roku 2004 książki *Timer 555 w przykładach* postanowiłem napisać kolejną zawierającą 100 nowych aplikacji bazujących na „trzech piątkach”. Tak jak poprzednia książka i ta przeznaczona jest dla szerokiego grona elektroników-praktyków, uczniów techników elektronicznych i studentów pierwszego roku kierunków elektronicznych. Część aplikacji zawartych w książce przetestowano za pomocą programu Multisim8. Mam nadzieję, że zawarte w książce projekty pokażą, iż timer 555 ma jeszcze przed sobą długie lata obecności w elektronice, a następne pokolenia za jego pomocą będą zgłębiać tajemnice elektroniki. Życzę przyjemnej lektury.

Krzysztof Górski

Elbląg 2011



Wiadomości podstawowe



Timer 555 jest uniwersalnym układem czasowym przeznaczonym do stosowania jako uniwbator generujący impulsy o czasie trwania od 1 ms do 100 s oraz jako multiwbator generujący przebiegi o częstotliwości od 0,01 Hz do 3 MHz. Górna częstotliwość generowanego przebiegu zależy od producenta oraz technologii, w jakiej wykonano układ. Częstotliwość ta mieści się w przedziale od 400 kHz do 3 MHz. Układ 555 opracowano w firmie Signetics w roku 1972 i jest obecnie produkowany przez wielu innych producentów, takich jak m.in.: STMicroelectronics, ON Semiconductors, Texas Instruments, Micrel, National Semiconductor, Fairchild, Philips, Sanyo, KEC, JRC, Maxim, Intersil, Hitachi. Był również produkowany w Polsce przez CEMI pod oznaczeniem ULY7855. Układy 555 są wykonywane zarówno w technologii bipolarnej, jak i CMOS. Podstawową zaletą timera 555 jest to, że do jego funkcjonowania jest wymagana minimalna liczba elementów zewnętrznych, a jednocześnie układ może znaleźć zastosowanie w bardzo wielu aplikacjach. Timer 555 może pracować jako generator monostabilny, potrzebując do działania zaledwie dwóch elementów zewnętrznych: rezystora i kondensatora. Natomiast w konfiguracji generatora astabilnego wymagane są jedynie trzy elementy dodatkowe: jeden kondensator i dwa rezystory. Dodatkowymi zaletami tego układu są duża pewność działania oraz stabilność czasu trwania impulsu wyjściowego. Ponadto, układ 555 może być również wykorzystywany w technice cyfrowej. Może być stosowany do dzielenia częstotliwości, dyskryminacji szerokości impulsu, przetwarzania napięcia na częstotliwość lub odwrotnie. Bardzo często znajduje zastosowanie w układach alarmowych, sygnalizacyjnych, miernikach częstotliwości, pojemności i obrotomierzach. W niniejszym rozdziale są zawarte najważniejsze informacje o układzie 555. Zapoznanie się z nimi pozwoli na swobodne wykorzystywanie ogromnych możliwości, jakie drzemią w tym niepozornym układzie. Zapoznamy się z podstawowymi parametrami, schematem blokowym, schematem ideowym struktury wewnętrznej, obudową, wyprowadzeniami oraz podstawowymi konfiguracjami pracy.

1.1. Parametry układu

Timer 555 jest obecnie produkowany przez kilkunastu producentów. W ofercie każdego z nich można znaleźć po kilka wersji tych układów różniących się między sobą parametrami charakterystycznymi i granicznymi, obudowami oraz technologią wykonania. Różnice te wymagają uwzględnienia podczas dobierania typu timera do konkretnego zastosowania. W dalszej części podano parametry charakterystyczne i graniczne wybranych układów 555 produkowanych przez najbardziej popularnych producentów półprzewodników. Texas Instruments jest producentem kilku typów timerów 555 wykonanych w technologii TTL i CMOS o oznaczeniach: NE555, SE555, SA555, NE556, SE556, SA556, TLC551, TLC552 oraz TLC555. Poniżej przedstawiono dane najbardziej popularnych układów serii 555 produkowanych przez TI. Timery o oznaczeniu katalogowym TLC551 są wykonane w technologii CMOS i charakteryzują się bardzo niskimi napięciami zasilającymi, których wartość może dochodzić nawet do 0,8 V.

National Semiconductor produkuje timery 555 w wersji TTL i CMOS o oznaczeniu katalogowym: LM555, LM555C, LM556C, LMC555.

Philips Semiconductor wytwarzał timery 555 w wersji TTL i CMOS m.in. o oznaczeniach katalogowych: NE555, SE555, SA555, SE555C, NE555, ICM7555, SA556, NE556, NE558. Układ 555 jest lub był produkowany również przez takich wytwórców jak:

CEMI	– układ ULY7855 produkowany niegdyś w Polsce, wykonany w technologii bipolarnej, obecnie nieprodukowany;
Maxim	– układy ICM7555 i ICM7556, wykonane w technologii CMOS;
Intersil	– układy ICM7555 i ICM7556, wykonane w technologii CMOS;
Hitachi	– układ HA17555, wykonany w technologii bipolarnej;
STMicroelectronics	– układy NE555 i SA555, wykonane w technologii bipolarnej; układ TS3V555, zasilany napięciem 3 V; układy TS555C, TS555I i TS555M, wykonane w technologii CMOS;
Fairchild Semiconductor	– układy KA555 i KA556, wykonane w technologii bipolarnej;
JRC	– układy NJM555 i NJN556, wykonane w technologii bipolarnej;
Sanyo	– układy LB8555D, LB8555S i LB8555M, wykonane w technologii bipolarnej;
KEC	– układ KIA555P/F, wykonany w technologii bipolarnej;
Mircel	– układy MIC1555 i MIC1557.

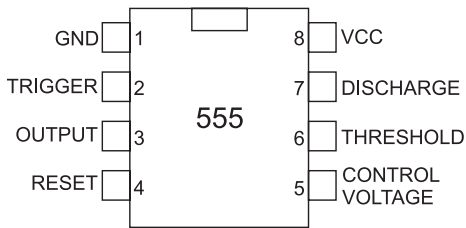
Mimo że funkcjonalnie wymienione układy są odpowiednikami, to jednak niektóre parametry (czasami nieistotne w konkretnej aplikacji) mogą różnić się dość znacznie. Dokładnych danych należy szukać w notach katalogowych, które są dostępne m.in. na stronach internetowych poszczególnych producentów.

1.2. Wyprowadzenia układu 555

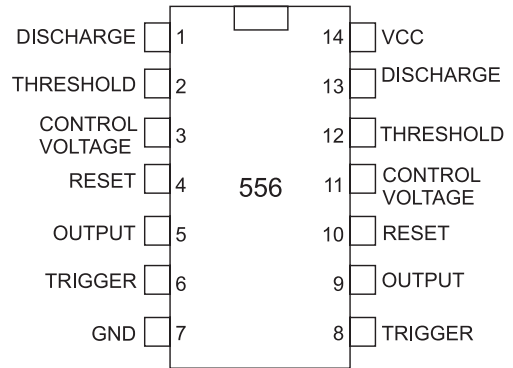
Różnorodność obudów, w których jest umieszczany układ 555, jest wielka. Dzięki temu jest możliwy wybór obudowy odpowiedniej do konkretnego zastosowania. W ofertach można spotkać układ 555 umieszczony w obudowach:

- dwurzędowych DIP8 i DIP14;
- okrągłej TO-99;
- do montażu powierzchniowego (SSOP8, DMP14, SO8, MFP8, TSSOP8, DMP8, SOP-8, FLP8, MSOP8, microSMD, PSOP8);
- jednorzędowej SIP8.

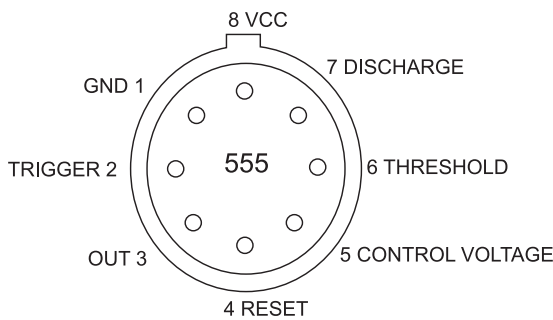
Najczęściej spotykanymi obudowami, w których są umieszczane timery 555, są DIP8 oraz DIP14. Rozmieszczenie wyprowadzeń w tych obudowach przedstawiono na **rysunkach 1.1 i 1.2**. Ze względu na liczbę wyprowadzeń w obudowie DIP8



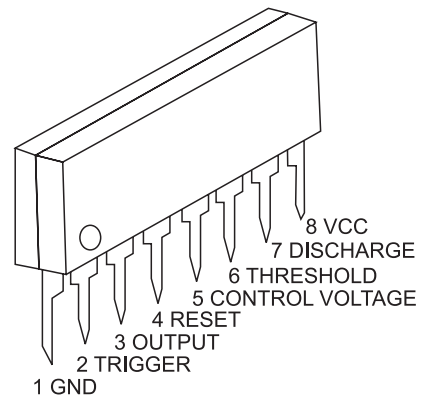
Rys. 1.1. Rozmieszczenie wyprowadzeń układu 555 w obudowie DIP8



Rys. 1.2. Rozkład wyprowadzeń układu 556 w obudowie DIP14



Rys. 1.3. Rozmieszczenie wyprowadzeń układu 555 w obudowie TO99

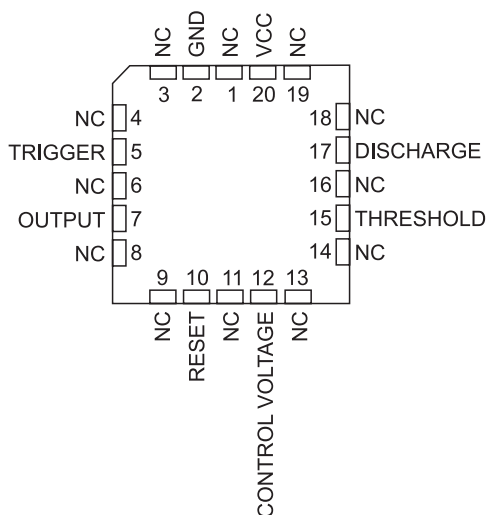


Rys. 1.4. Rozkład wyprowadzeń układu 555 w obudowie SIP8

może zmieścić się jeden timer (układy o oznaczeniu 555), natomiast w obudowie DIP14 można zmieścić dwa timery (układy o oznaczeniu 556). Przez kilka lat była produkowana wersja timera 555 w obudowie DIP14 (czyli pojedynczy timer w „większej” obudowie), jednak obecnie rozwiązanie takie nie jest już spotykane. Na **rysunku 1.3** pokazano wyprowadzenia timera umieszczonego w okrągłej obudowie TO99. W takiej obudowie znajdował się pojedynczy timer (555). Na **rysunku 1.4** zilustrowano rozmieszczenie wyprowadzeń timerów 555 w jednorzędowej obudowie SIP8. Na **rysunku 1.5** przedstawiono rozmieszczenie wyprowadzeń timerów 555 w obudowie LCC. Są to bardzo rzadko używane obudowy, ale w niektórych aplikacjach ich stosowanie może znaleźć uzasadnienie.

Funkcje wyprowadzeń timera 555 (w nawiasach podano numery wyprowadzeń dla obudowy DIP8):

- GND (1)** – wejście zasilania, połączone z masą układu.
- TRIGGER (2)** – wejście wyzwalające, które jest wejściem komparatora 2. Spadek napięcia na tym wejściu poniżej $1/3$ wartości na-



Rys. 1.5. Rozmieszczenie wyprowadzeń układu 555 w obudowie LCC

pięcia zasilania powoduje wyzwolenie układu i podanie poziomu wysokiego na wyjście OUT. Poziom ten jest utrzymywany tak długo, aż napięcie na wejściu THRESHOLD przekroczy $2/3$ wartości napięcia zasilania.

- OUT (3)** – wyjście układu.
- RESET (4)** – wejście zerowania, którego zwarcie do masy zawieszają wszystkie funkcje układu. Na wyjściu OUT jest ustawiany poziom niski, przerzutnik jest zerowany, a kondensator jest rozładowywany przez tranzystor. Podczas pracy jako oscylator wejście RESET może być używane do bramkowania pracy oscylatora. Natomiast w trybie pracy multiwibratora monostabilnego niski poziom na wejściu RESET przerywa dodatni impuls wyjściowy i powoduje podanie na wyjście poziomu niskiego.
- CONTROL (5)** – drugie wejście komparatora 1. W większości zastosowań wyprowadzenie to można dołączyć do masy przez kondensator filtrujący o pojemności około 10 nF. Dzięki temu wyprowadzeniu można zmieniać proporcje wartości rezystorów wchodzących w skład wewnętrznego dzielnika napięcia. Wejście to można również wykorzystać do zbudowania prostego oscylatora przestrajanego napięciowo.
- THRESHOLD (6)** – wejście komparatora wyłączającego przerzutnik wewnętrzny. Podanie na wejście napięcia większego niż $2/3$ napięcia zasilania powoduje natychmiastowe ustawienie poziomu niskiego na wyjściu OUT.
- DISCHARGE (7)** – wyprowadzenie kolektora wewnętrznego tranzystora. W większości zastosowań wyprowadzenie to jest dołączone

do kondensatora zewnętrznego, który jest rozładowywany, gdy na wyjściu OUT jest poziom niski.

VCC (8) – wejście dodatniego bieguna zasilania.

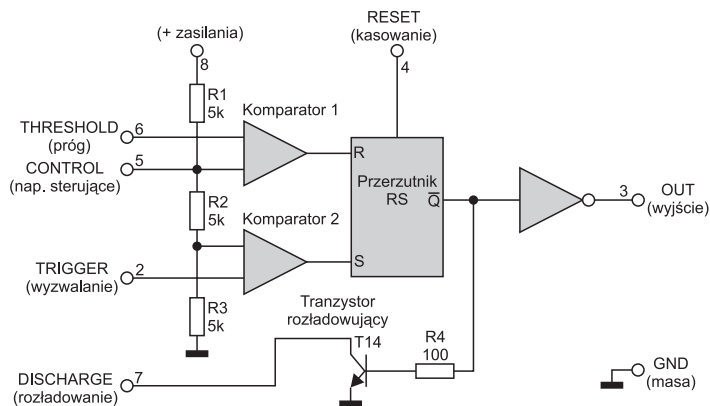
1.3. Schemat blokowy timera 555

Schemat blokowy timera 555 jest zamieszczony na **rysunku 1.6**. Składa się on z następujących bloków funkcjonalnych:

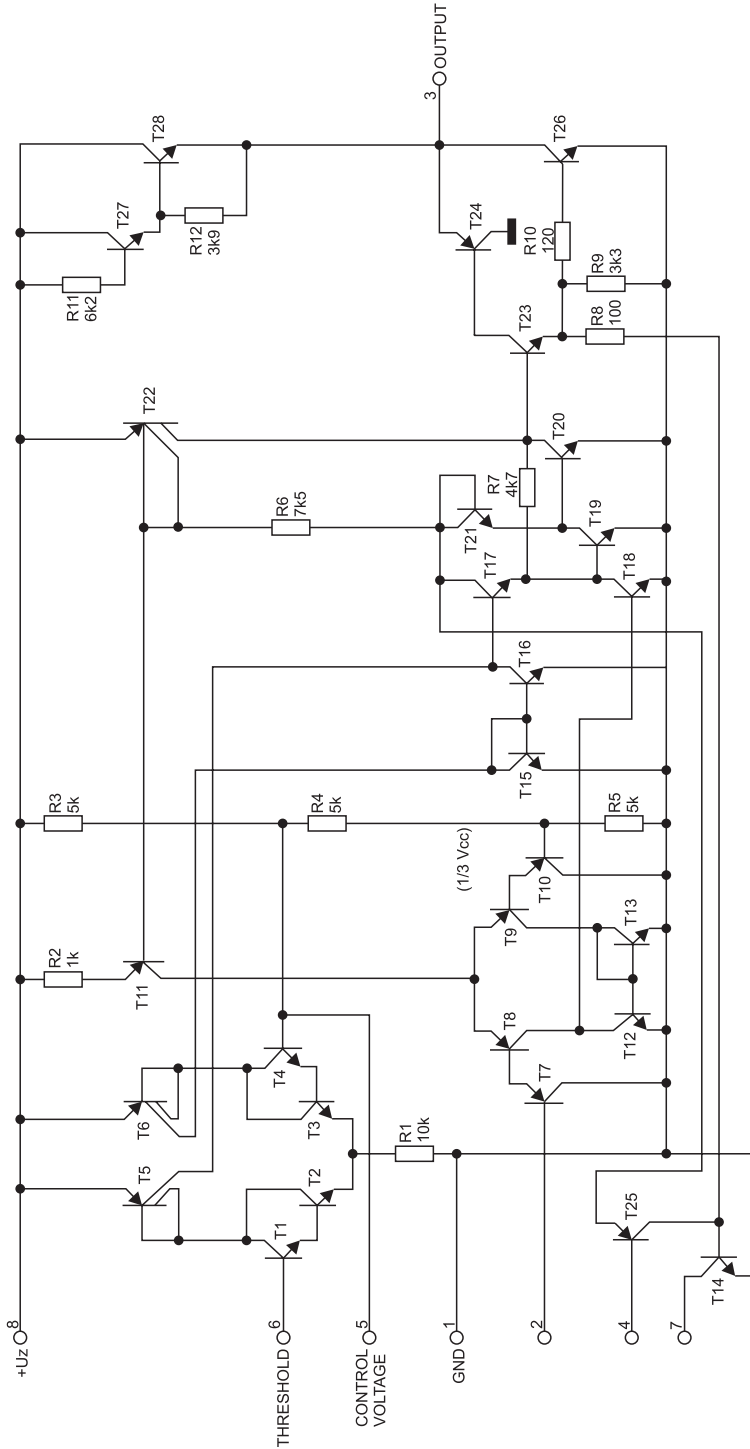
- dzielnika napięcia ustalającego progi zadziałania komparatorów;
- komparatora 1 wyłączającego (zerującego) przerzutnik RS;
- komparatora 2 włączającego (ustawiającego) przerzutnik RS;
- tranzystora rozładowującego.

Schemat blokowy timera 555 jest taki sam dla wersji wykonanej w technologii bipolarnej, jak i CMOS. Napięcia odniesienia są ustalane przez dzielnik napięciowy zawarty w strukturze wewnętrznej układu. Dzielnik ten jest zbudowany z trzech rezystorów (R1, R2, R3) o jednakowych wartościach rezystancji (5 kV). Dla komparatora 1 napięcie odniesienia jest ustalone na poziomie 2/3 napięcia zasilania, natomiast dla komparatora 2 jest ustalona wartość 1/3 napięcia zasilania. Jeżeli napięcie na wejściu wyzwalającym (TRIGGER) będzie miało wartość poniżej 1/3 napięcia zasilania, to na wyjściu komparatora 2 wystąpi poziom wysoki, co spowoduje włączenie przerzutnika RS. Wzrost napięcia na wejściu THRESHOLD powyżej 2/3 wartości napięcia zasilania powoduje pojawienie się poziomu wysokiego na wyjściu komparatora 1 i natychmiastowe wyłączenie przerzutnika (czyli ustawienie poziomu niskiego na wyjściu układu). W tym stanie tranzystor rozładowujący kondensator (dołączony do wyprowadzenia DISCHARGE) zostaje włączony.

Jeżeli timer 555 pracuje jako uniwibrator, to kondensator jest rozładowywany bardzo szybko i na tym kończy się działanie układu, aż do wystąpienia kolejnego impulsu wyzwalającego. Jeśli układ pracuje jako multiwibrator, kondensator jest dołączony do obu komparatorów i gdy napięcie na kondensatorze zmniejszy się do poziomu wyzwalania komparatora 2 (czyli 1/3 napięcia zasilania), wtedy na wyj-



Rys. 1.6. Schemat blokowy timera 555



Rys. 1.7. Schemat wewnętrzny timera 555 wykonanego w technologii bipolarne

ściu komparatora wystąpi poziom wysoki. Wywołuje to poziom niski na wyjściu przerzutnika i odcięcie tranzystora rozładowującego, kończąc okres rozładowania. Kondensator zaczyna się ładować i cały cykl się powtarza.

1.4. Schemat wewnętrzny timera 555

Na **rysunku 1.7** przedstawiono schemat wewnętrzny układu 555 wykonanego w technologii bipolarnej. Pierwszy komparator jest zbudowany z ośmiu tranzystorów. Tranzystory T1...T4 oraz T5 i T6 pracują jako obciążenie aktywne. Drugi komparator jest zbudowany z siedmiu tranzystorów. Tranzystory T7...T10 są polaryzowane ze źródła prądowego T11, a tranzystory T12 i T13 są aktywnym obciążeniem komparatora. Przerzutnik RS jest zbudowany z tranzystorów T19 i T20 pracujących jako połączone kaskadowo inwertery z dodatnim sprzężeniem zwrotnym z kolektora T20 do bazy T19 przez rezystor R7 (4,7 kV). Sygnał kasujący przerzutnik (R) jest wytwarzany przez komparator 1 i przechodzi przez obciążenie aktywne T15, T16 i stopień separujący T17. Gdy pojawia się wysoki poziom napięciowy na bazie T17, wówczas następuje włączenie T19, odcięcie T20 i powstanie wysokiego poziomu napięcia na wyjściu Q przerzutnika. Sygnał ustawiający (S) jest podawany z komparatora 2 na bazę T18. Gdy napięcie na bazie T18 przechodzi do stanu wysokiego, wtedy tranzystor T18 zostaje włączony i nasycza się. Blokują to tranzystor T19, następuje nasycenie T20 i pojawienie się niskiego poziomu napięcia na wyjściu Q przerzutnika. Przerzutnik steruje tranzystorem T23, który wraz z rezystorami R11 (6,2 kV) i R3 (5 kV) działa jako układ symetryzujący do sterowania przeciwnym stopniem wyjściowym zbudowanym z tranzystorów pracujących w układzie Darlingtona, który dostarcza na wyjściu prąd wypływający (T27, T28) i prąd wpływający (T24, T26). Tranzystor rozładowujący T14 jest sterowany z emitera T23 przez rezystor R8 (100 V). Gdy na wyjściu przerzutnika (kolektor T20) panuje poziom wysoki, to T14 jest włączony, co powoduje rozładowanie kondensatora. Gdy na wyjściu Q jest poziom niski, wówczas tranzystor T23 jest odcięty, a wraz z nim T14, co umożliwia ładowanie kondensatora. Układ może być kasowany za pomocą tranzystora T25. Jeżeli na bazie T25 (wyprowadzenie 4) jest poziom wysoki lub wyprowadzenie to jest niepodłączone, to tranzystor T25 jest odcięty i układ pracuje normalnie. W przypadku podania niskiego poziomu napięcia (<0,4 V) na wyprowadzenie 4, tranzystor T25 jest włączony, co skutkuje włączeniem T14, rozładowaniem kondensatora i utrzymaniem niskiego poziomu napięciowego (0 V) na wyjściu układu (wyprowadzenie 3).