

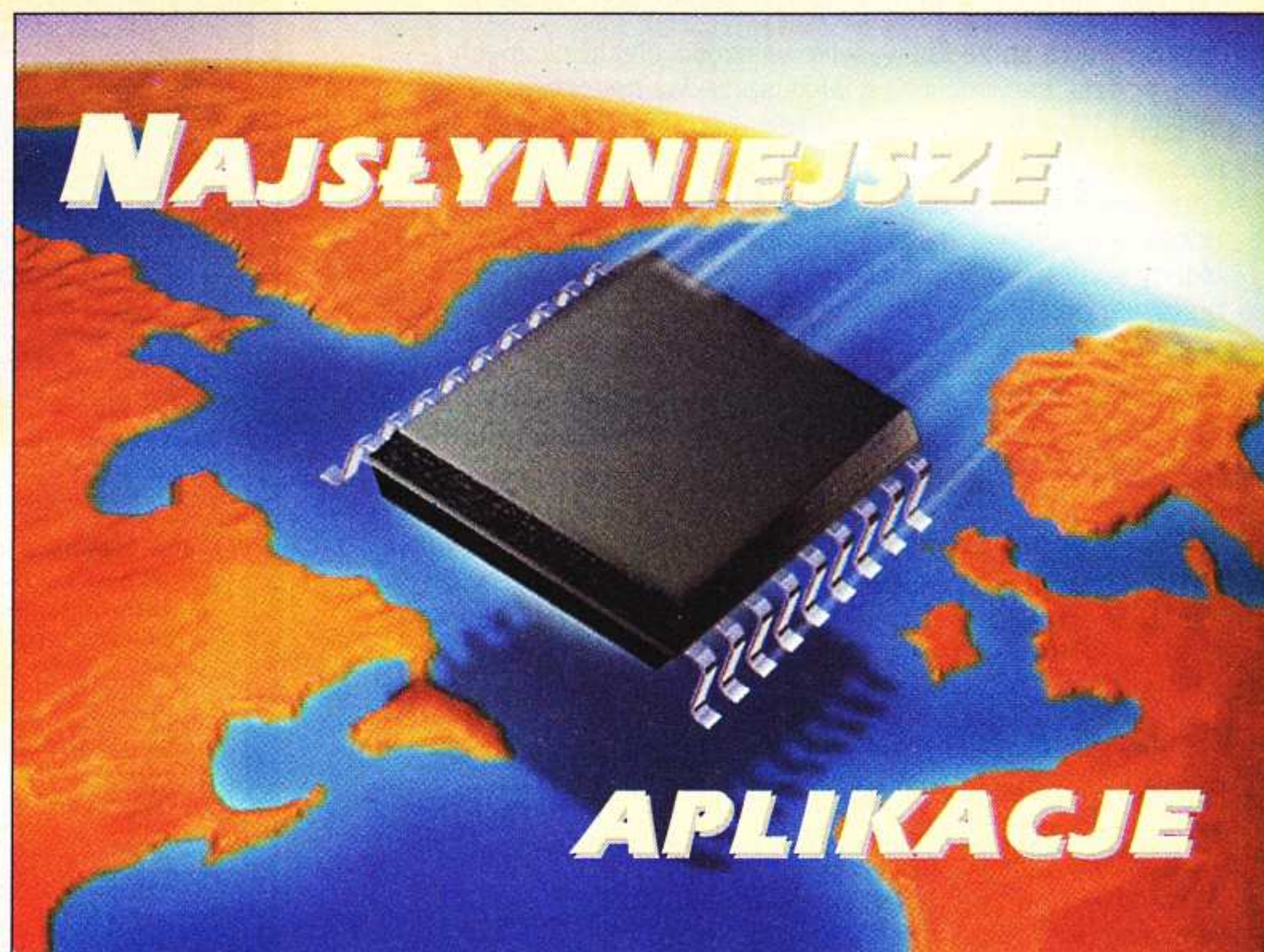
NE555

W żadnej chyba dziedzinie techniki postęp nie jest tak szybki, jak w elektronice. Ktoś kiedyś powiedział, że gdyby przemysł samochodowy rozwijał się w takim tempie jak elektroniczny, to dzisiaj jeździłbyśmy samochodem kupionym za dolara i przejeżdżającym tysiąc kilometrów na litrze benzyny. To prawda, porównanie konserwatywnego w założeniu przemysłu samochodowego z elektronicznym wypada żałośnie dla tego pierwszego! Szczególnie w ostatnich latach postęp w elektronice pędzi w szalonym tempie. Wyjątkowo spektakularnym tego przykładem jest informatyka.

Czy zatem jest w takiej sytuacji możliwe, aby układ scalony wyprodukowany prawie ćwierć wieku temu miał nadal zastosowanie użytkowe? Ćwierć wieku to w elektronice całe epoki, wystarczy uprzytomnić sobie, że pół wieku temu elektronika w naszym dzisiejszym rozumieniu właściwie nie istniała! A jednak jest to możliwe, takie układy istnieją i nic nie wskazuje, aby miano zaprzestać ich produkcji. Dwoma z nich są legendarne już „ajsielki” – ICL7106 i ICL7107. Przez ponad dwadzieścia lat nie potrafiono wymyśleć niczego lepszego, co mogłoby służyć do pomiaru napięcia i obrazowania wyników pomiaru na wyświetlaczu 3,5 cyfry i nie zanoszą się na to, aby w najbliższym czasie wymyślono. Ciekawe, ile „ajsielek” wyprodukowano na świecie, setki tysięcy czy może miliony?

W pewnym sensie „wiecznymi” układami jest także rodzina TTL. Przeszły one jednak liczne przeobrażenia i dzisiaj już nikt nie produkuje tych układów w wersji standard. Jednak w dalszym ciągu, pomimo wytwarzanie układów o coraz większej skali integracji, niekiedy nie można się obyć np. bez popularnej „zerówki” (74xx00).

Jeszcze jednym przykładem nieśmiertelnego układu jest z pewnością 723. Ten scalony stabilizator napięcia zrobił kiedyś prawdziwą furorę. W epoce, kiedy niepodzielnie panowały kapryśne i trudne w uruchamianiu stabilizatory tranzystoro-



we 723 był prawdziwą rewelacją i nie bez powodu wytwarzany był przez większość producentów półprzewodników. Dzisiaj, kiedy niepodzielnie panują monolityczne scalone stabilizatory mocy, gwiazda tego układu nieco przygasa. Niemniej nadal jest produkowany i nieraz okazuje się niezastąpiony dla projektanta (o czym niedługo się przekonamy).

Dzisiaj zajmujemy się jednym z najślawniejszych układów scalonych jakie kiedykolwiek wyprodukowano. Układ ten, równie sędziwy jak 723, jest nadal produkowany i z pewnością przez najbliższe lata jego produkcja nie będzie się zmniejszać. W karierze dopomagała mu znakomita reklama. Ukazało się na jego temat dziesiątki, a może setki artykułów w prasie dla elektroników. Napisano też o nim wiele książek zawierających jego szczegółowy opis i setki przykładów aplikacji. Jest to układ wyjątkowo atrakcyjny dla amatorów: bardzo tani i „potrafi wszystko”.

Kim jest więc ten z takim zachwytem opisywany „gwiazdor filmowy”? Znać go bardzo dobrze, grywał zarówno główne jak i drugoplanowe role w projektach publikowanych w EdW. Ze szczególnym upodobaniem stosował go w swoich konstrukcjach niżej podpisany, narażając się na przypuszczenia, że przez całe życie nauczył się zasad działania tylko tej jednej kostki. Mowa tu oczywiście o

NE555

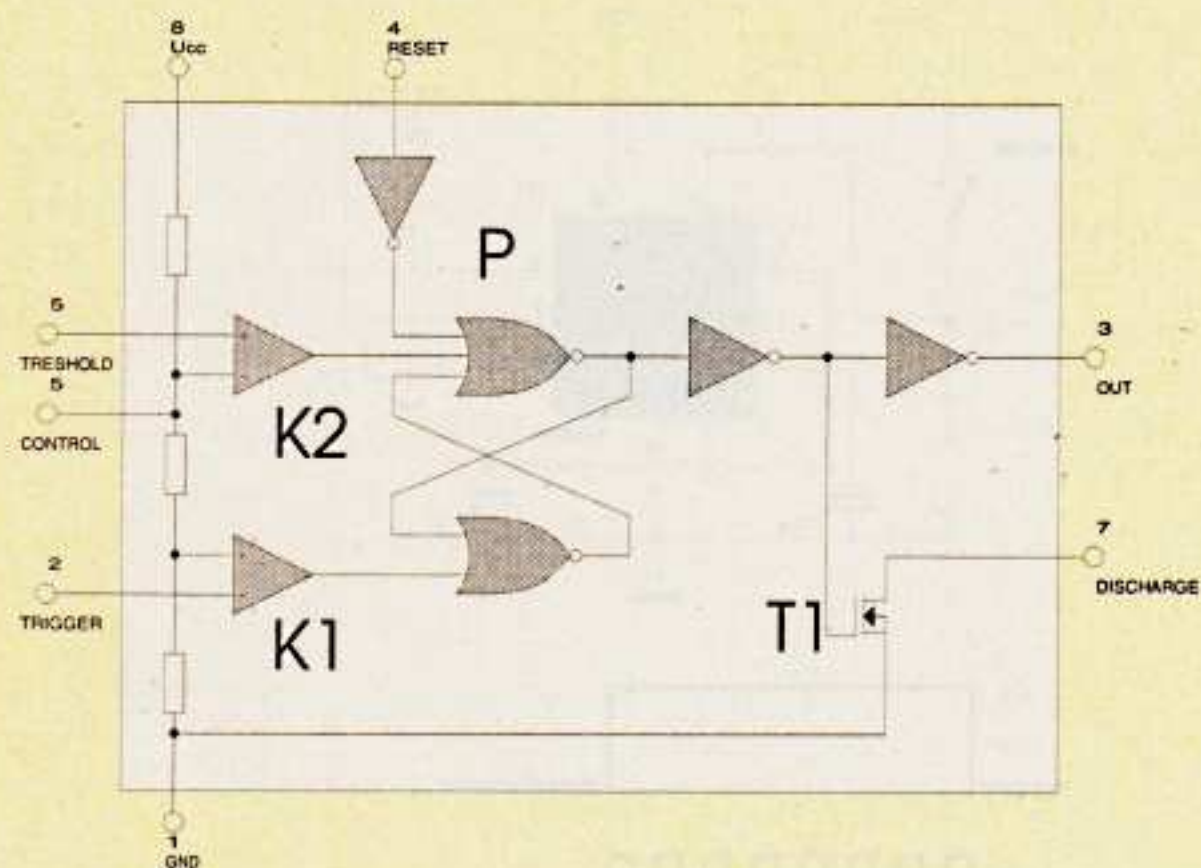
Nie obawiajcie się, Drodzy Czytelnicy, autor nie ma zamiaru pisać powieści w odcinkach na temat NE555. Omówimy tylko pokrótce najważniejsze parametry układu, zapoznamy się z jego „pinologią” czy też inaczej „nóżkologią” i co może najważniejsze: podamy kilka przykładów zastosowania tej kostki. Będą to proste schemaciki, zaczerpnięte bądź z „dorobku” autora, bądź z innych pism i książek. I na zakończenie tego przydługiego wstępu jeszcze jedna sprawa, a właściwie prośba do Czy-

Tabela 1

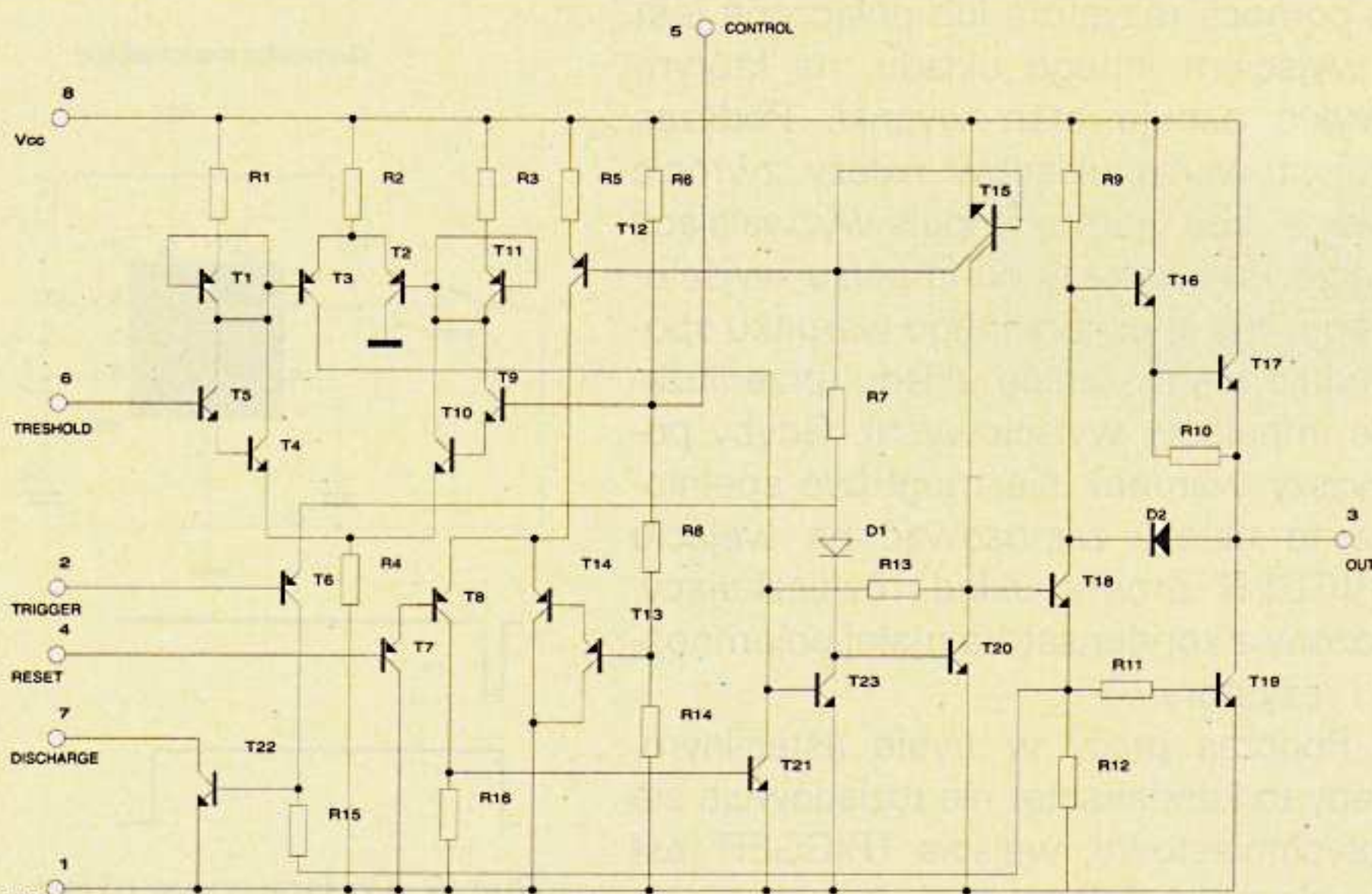
Parametry dopuszczalne układu NE555

Maksymalne napięcie zasilania:	+18 VDC
Maksymalna moc rozpraszana:	600mW
Maksymalny prąd na wyjściu:	100mA
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia:	0...70°C*
Maksymalna temperatura lutowania (10 sek.):	300°C

*) Istnieją wersje 555 przystosowane do pracy w zakresie -55 ... +125°C



Rys. 1a. Uproszczony schemat wewnętrzny układu 555



Rys. 1b. Szczegółowy schemat wewnętrzny układu 555 w wersji bipolarnej

telników: wymyślcie Coś Zupełnie Nowego z wykorzystaniem NE555! Na tej koscie podobno zbudowano nawet odbiornik radiowy. Ruszcie więc głowami i zadziwcie świat Czymś Zupełnie Nowym Na 555. Dla autora najlepszego opracowania czeka miła niespodzianka. A teraz wracamy do naszego Gwiazdora, bohatera tego numeru EdW.

NE555 jest monolitycznym układem scalonym przeznaczonym do generowania bądź pojedynczych impulsów, bądź do wytwarzania ciągów przebiegów prostokątnych. Tak więc układ może pracować jako generator monostabilny i potrzebuje wtedy jedynie dwóch elementów zewnętrznych: kondensatora i rezystora. Przy pracy jako generator astabilny potrzebne są już trzy elementy; jeden kondensator i dwa rezystory. Już w tym momencie możemy uznać jedną z zalet tej kostki, jaką jest mała ilość elementów dyskretnych w podstawowych aplikacjach.

W pierwszej kolejności zapoznamy się z podstawowymi parametrami układu oraz, co bardzo ważne z parametrami granicznymi, których przekroczenie grozi

uszkodzeniem struktury kostki (tabela 1). Z konieczności dane te będą miały charakter skrótowy, a bardziej dociekliwych Czytelników zapraszamy do lektury biuletynu USKA UA6/94.

Tak więc, zanim dowiemy się co z tą kostką można zrobić, zobaczymy czego robić nie należy, aby nie zrobić jej krzywdy.

Parametry charakterystyczne NE555 znajdziesz w tabeli 2.

Na rysunku 1a przedstawiono wnętrze NE555, oczywiście w dużym uproszczeniu, jako bloki funkcjonalne i układ logiczny. Pełny schemat wewnętrzny przedstawiony jest na rysunku 1b. Układ 555 składa się z czterech podstawowych bloków funkcjonalnych:

1. Komparatora K1, którego zadaniem jest włączanie przerzutnika.
2. Komparatora K2 wyłączającego przerzutnik
3. Przerzutnika P, przedstawionego na rysunku jako kombinacja logiczna
4. Tranzystora rozładowującego T1

Wartości wszystkich trzech rezystorów dzielnika napięcia są sobie równe (5k każdy), co wyznacza napięcia progowe

dla komparatorów: $1/3$ napięcia zasilania dla K2 i $2/3$ napięcia zasilania dla K1. Jeżeli napięcie na wejściu TRIGGER (pin 2) spadnie poniżej $1/3$ napięcia zasilania to przerzutnik zostanie włączony. Z kolei wzrost napięcia na wejściu TRESHOLD (pin 6) powyżej $2/3$ napięcia zasilania powoduje natychmiastowe wyłączenie przerzutnika i przejście wyjścia układu w stan niski. W tym stanie włącza się tranzystor T1 powodując rozładowanie kondensatora, zwykle dołączonego do wyjścia DISCHARGE.

Przejdźmy teraz do szczegółów, czyli do opisu wszystkich wyprowadzeń NE555. Na rysunku 2 pokazana jest obudowa NE555 oraz obudowa „braci syjamskich” dwóch 555 umieszczonych w jednej strukturze układu NE556. Istniała jeszcze wersja NE555 umieszczona w obudowie DIP14. Był to jednak marny pomysł i obecnie ten dziwoląg nie jest już produkowany.

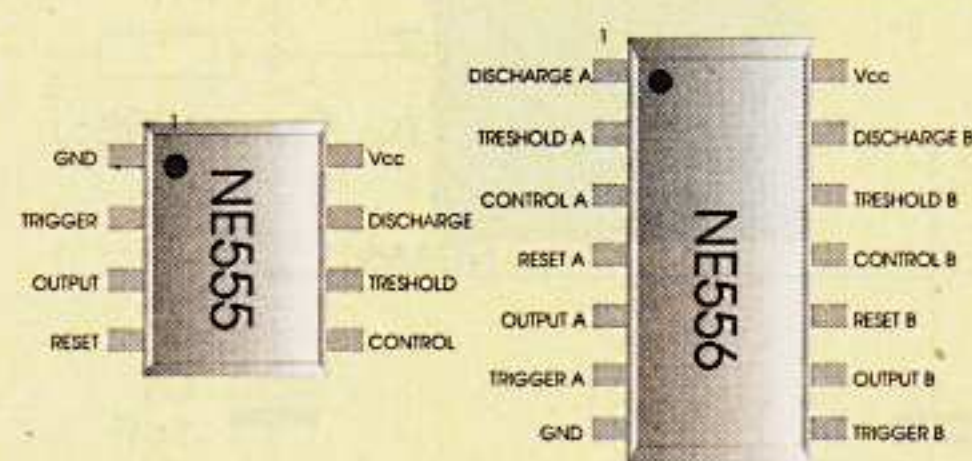
Pin 1. Jest to wejście zasilania, połączone z masą układu GND.

Pin 2. Wejście wyzwalające TRIGGER. Podanie na to wejście napięcia mniejszego od $1/3$ napięcia zasilania powoduje wyzwolenie układu i przejście wyjścia OUT w stan wysoki. Stan ten będzie trwał do momentu, kiedy napięcie na wejściu TRESHOLD przekroczy $2/3$ napięcia zasilania. Przy pracy NE555 w trybie monostabilnym wejście TRIGGER „podwieszono” jest do plusa zasilania

Tabela 2

Parametry charakterystyczne NE555

Napięcie zasilania	4,5 ... 16V (*)
Prąd zasilania (stan niski na wyjściu) przy 5V	3mA
Prąd zasilania (stan niski na wyjściu) przy 15V	10 mA
Napięcie wyjścia w stanie niskim przy prądzie wpływającym 10 mA (15V)	0,1V
Napięcie wyjścia w stanie niskim przy prądzie wpływającym 100 mA (15V)	2V
Napięcie wyjścia w stanie niskim przy prądzie wpływającym 200 mA (15V)	2,5V
Napięcie wyjścia w stanie wys. przy prądzie wpływającym 100 mA (15V)	13,5V
Napięcie wyjścia w stanie wys. przy prądzie wpływającym 200 mA (15V)	12,5V

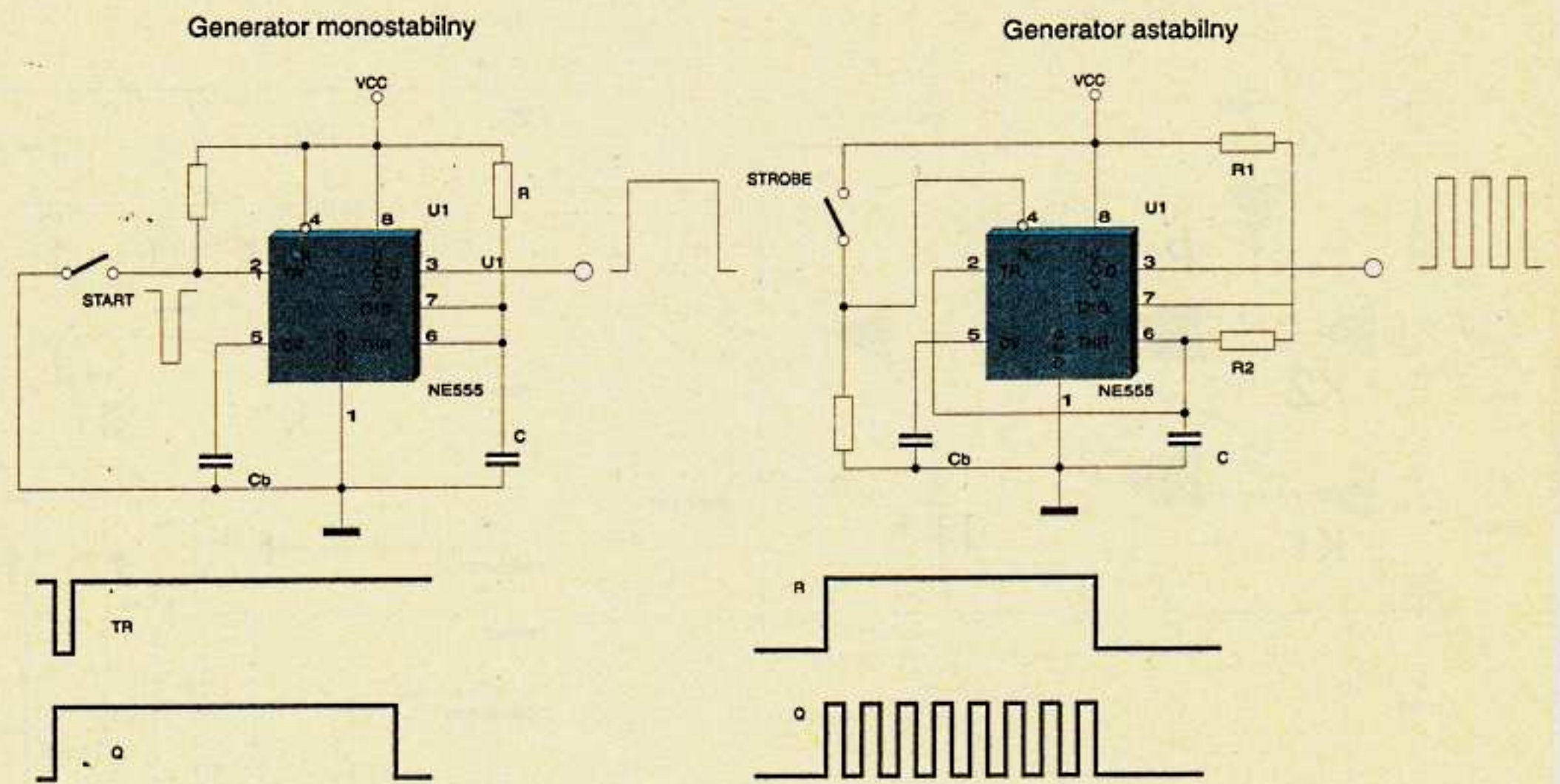


Rys. 2. Wyprowadzenia układów 555 i 556

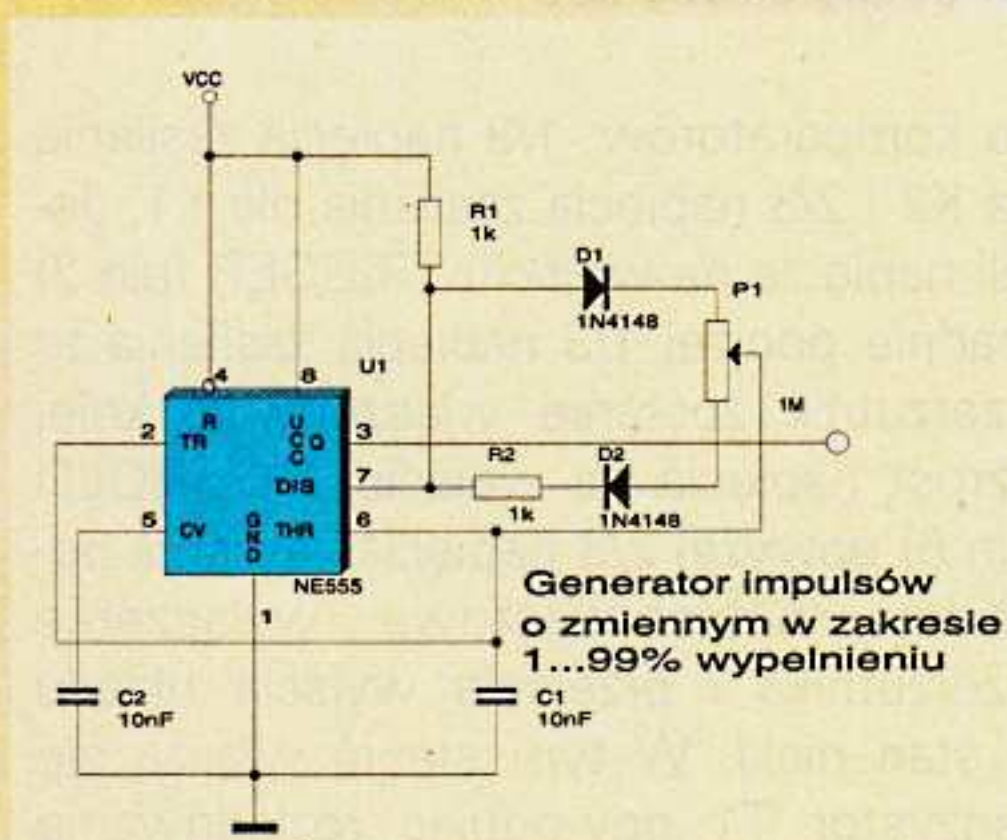
Najstydniejsze aplikacje

za pomocą rezystora lub połączone jest z wyjściem innego układu, na którym zwykle panuje stan wysoki. Podczas projektowania układów należy zwrócić uwagę, aby ujemny impuls wyzwalający był zawsze krótszy od impulsu wyjściowego. Nie spełnienie tego warunku spowoduje błędną pracę układu (przedłużanie impulsów wyjściowych). Gdyby powyższy warunek nie mógł być spełniony, to należy zastosować na wejściu TRIGGER prosty układ różniczkujący, złożony z kondensatora małej pojemności i rezystora.

Podczas pracy w trybie astabilnym, kiedy to kondensator nie rozładowuje się natychmiastowo, wejście TRIGGER jest zwykle z nim połączone.



Rys. 3. Podstawowe układy pracy układu 555



Generator impulsów o zmiennym w zakresie 1...99% wypełnieniu

3. Wyjście układu OUT

4. Wejście RESET. Podanie na to wejście stanu niskiego spowoduje natychmiastowe zakończenie wszystkich funkcji wykonywanych przez układ. Wyjście zostanie ustawione w stan niski, przerzutnik wyzerowany i kondensator zewnętrzny rozładowany. W wielu zastosowaniach wejście to służy do kluczowania pracy generatora astabilnego przez zewnętrzne układy cyfrowe.

5. Wejście CONTROL. Jest to dodatkowe wyprowadzenie mogące służyć zmianie proporcji wartości rezystorów wchodzących w skład wewnętrznego dzielnika na-

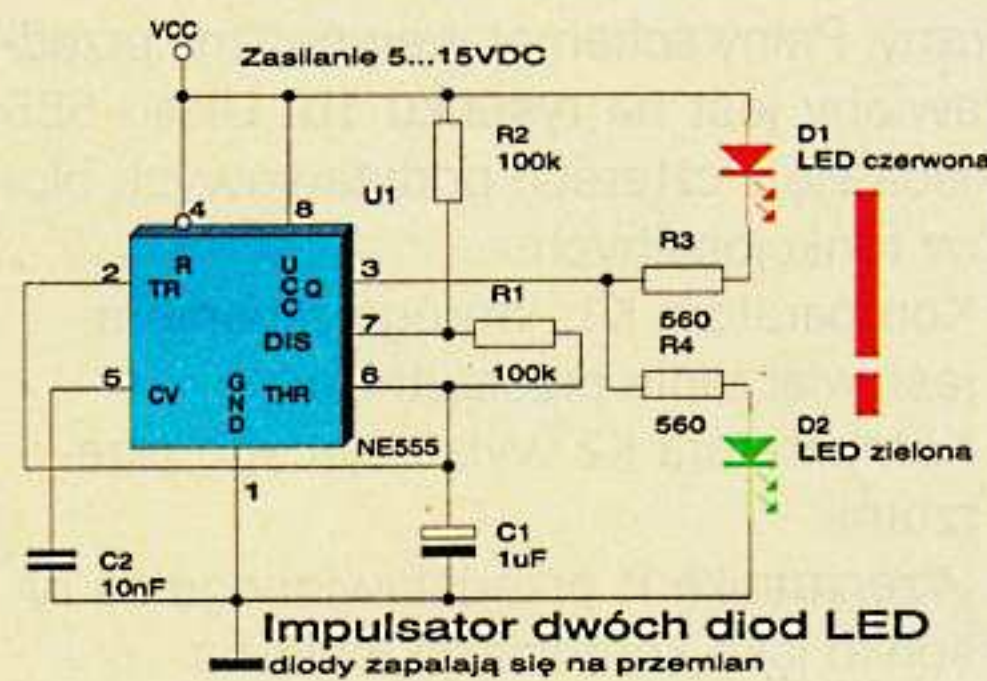
pięcia. Wejście to daje, między innymi, możliwość zastosowania NE555 jako prostego VCO (Voltage Controlled Oscillator – oscylator przestrajany napięciem). Jest to interesujące dla konstruktorów budujących np. proste nadajniki do przekazywania sygnałów audio w podczerwieni. Wejście to może być także użyteczne przy budowie syren i sygnalizatorów akustycznych. Jeżeli nie korzystamy z tego wejścia, to dobrą praktyką jest połączenie go z masą za pośrednictwem kondensatora o pojemności rzędu 10 ... 22nF.

go od 2/3 napięcia zasilania spowoduje natychmiastowe ustawienie stanu niskiego na wyjściu OUT.

7. DISCHARGE – jest to wyprowadzenie kolektora tranzystora wewnętrznego, służące w typowych aplikacjach do rozładowywania kondensatora zewnętrznego. W monostabilnym trybie pracy kondensator zwierany jest bezpośrednio przez tranzystor. Należy więc unikać stosowania zbyt dużych jego pojemności (choć producent jej nie ograniczają), aby nie doprowadzić do przegrzania struktury tranzystora.

8. Jest to wejście dodatniego bieguna zasilania Vcc.

Tyle o wyprowadzeniach układu NE555 i pełnionych przez nie funkcjach. Przeanalizujemy jeszcze działanie 555 w dwóch typowych trybach pracy: monostabilnym i astabilnym. Na rysunku 3 zamieszczono schematy najprostszych aplikacji dla wymienionych trybów pracy.



Impulsator dwóch diod LED diody zapalają się na przemian

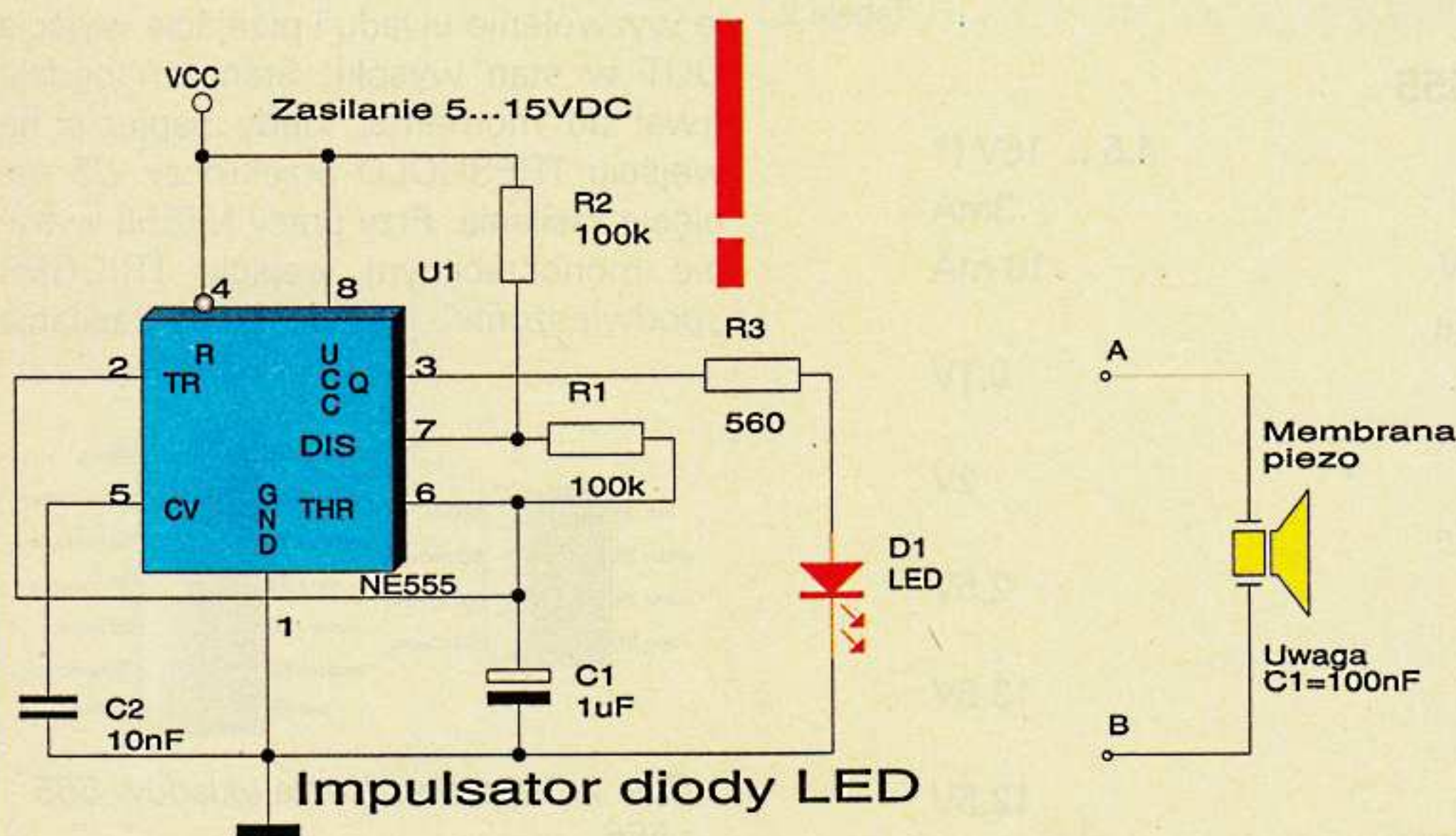
6. TRESHOLD – wejście komparatora wyłączającego przerzutnik wewnętrzny. Podanie na to wejście napięcia większe-

1. Tryb monostabilny

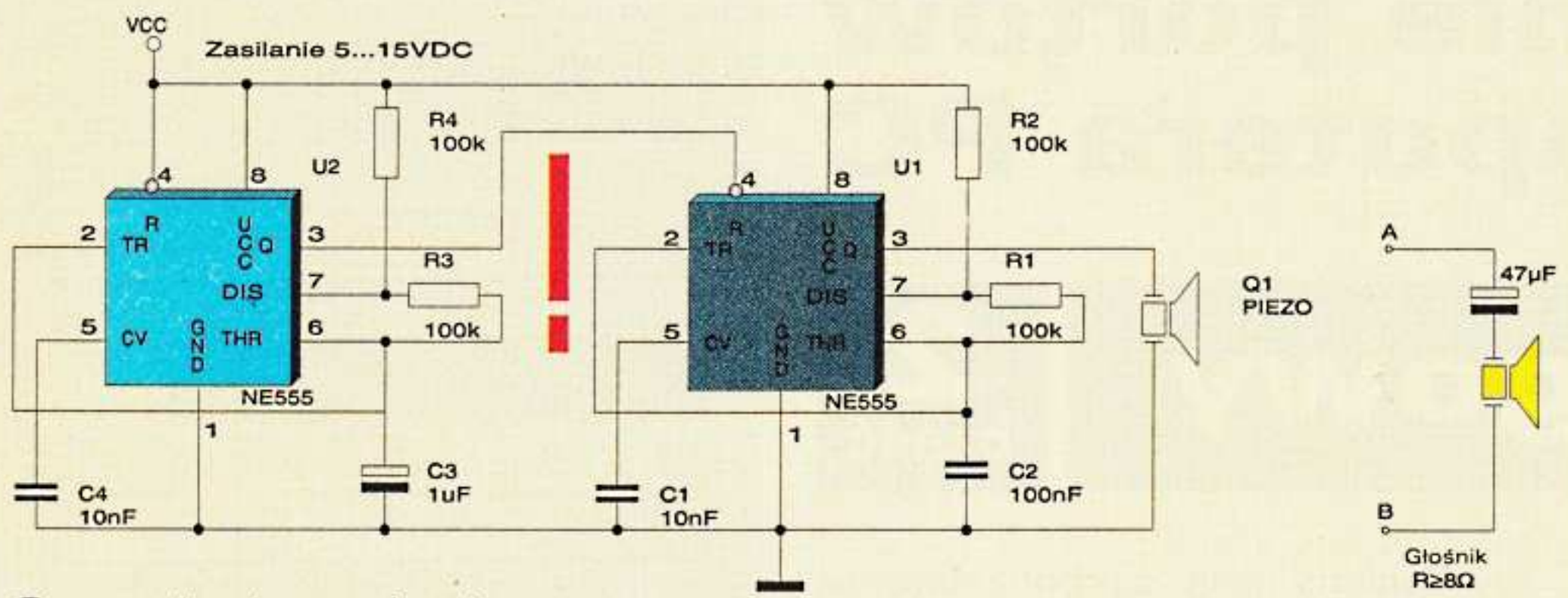
Działanie układu rozpoczyna się w momencie powstania na wejściu wyzwalającym TRIGGER napięcia niższego od 1/3 napięcia zasilania. Do tego momentu wyjście układu było w stanie niskim i tranzystor wewnętrzny zwierał kondensator C do masy. Podanie ujemnego impulsu na wejście wyzwalające powoduje natychmiastowe włączenie wewnętrznego przerzutnika i powstanie na wyjściu układu stanu wysokiego. Kondensator C przestaje być zwierany do masy i rozpoczyna się proces jego ładowania. Czas ładowania określony jest pojemnością C i rezystancją R. Możemy go łatwo obliczyć z wzoru:

$$T [s] = 1,1 \times R[\Omega] \times C[F]$$

Proces ładowania trwa aż do momentu naładowania kondensatora do poziomu 2/3 napięcia zasilania. Kiedy ten poziom napięcia zostaje osiągnięty, kompa-



Impulsator diody LED



Generator tonu akustycznego przerywanego z membranką piezo

ale tym razem poprzez rezystor R2. Po czasie określonym przez pojemność C i rezystancję R2 napięcie na kondensatorze spada do 1/3 napięcia zasilania, przerzutnik włącza się i cały cykl rozpoczyna się od początku. Układ generuje ciąg impulsów prostokątnych aż do momentu jego zablokowania stanem niskim na wejściu RESET lub do wyłączenia zasilania.

Uważny obserwator z pewnością zauważył już pewną wadę układu NE555 pracującego w trybie astabilnym. Przy wyłączonym zasilaniu, tak jak podczas trwania stanu niskiego na wejściu RESET kondensator jest całkowicie rozładowany i pierwsze jego ładowania odbywa się od 0 do 2/3U_{cc}. Następne ładowania wymagają zmiany poziomu napięcia tylko od 1/3 do 2/3U_{cc}. A zatem pierwszy impuls dodatni wygenerowany przez układ będzie nieco dłuższy od następnych. Musimy o tym pamiętać podczas projektowania układów, ale jak zaradzić temu niepożądanemu zjawisku? Może Czytelnicy odpowiedzą na to pytanie?

Częstotliwość pracy generatora astabilnego z NE555 możemy łatwo obliczyć z wzoru:

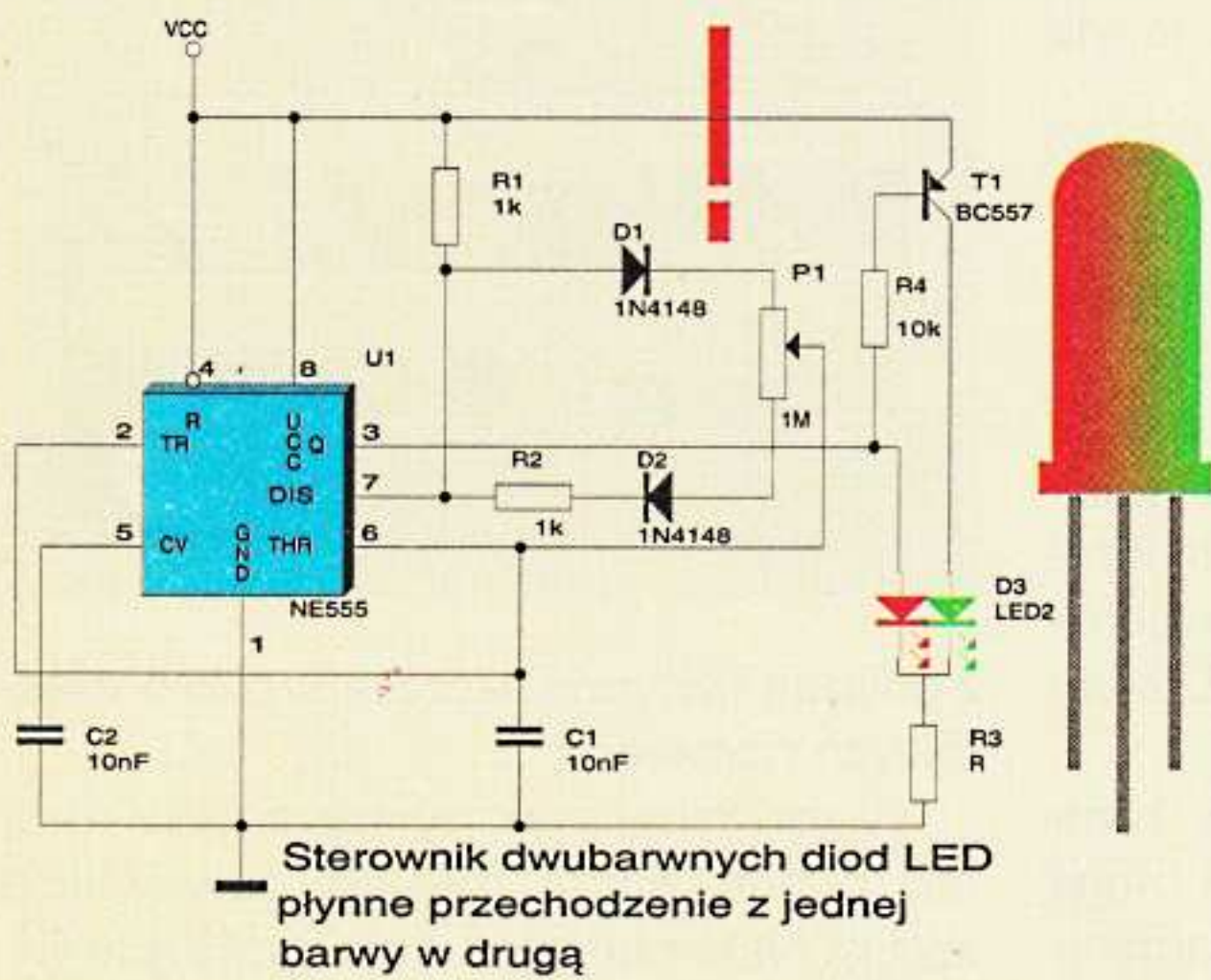
$$f[\text{Hz}] = 1,49 / (R1 + R2 [\Omega]) \times C[\text{F}]$$

Korzystanie z wzorów nie zawsze jest wygodne. Nie zawsze potrzebujemy dużej dokładności obliczeń i dlatego w codziennej praktyce wygodnie posługiwać się nomogramami. Poniżej załączamy podstawowe nomogramy dla NE555.

Zbigniew Raabe

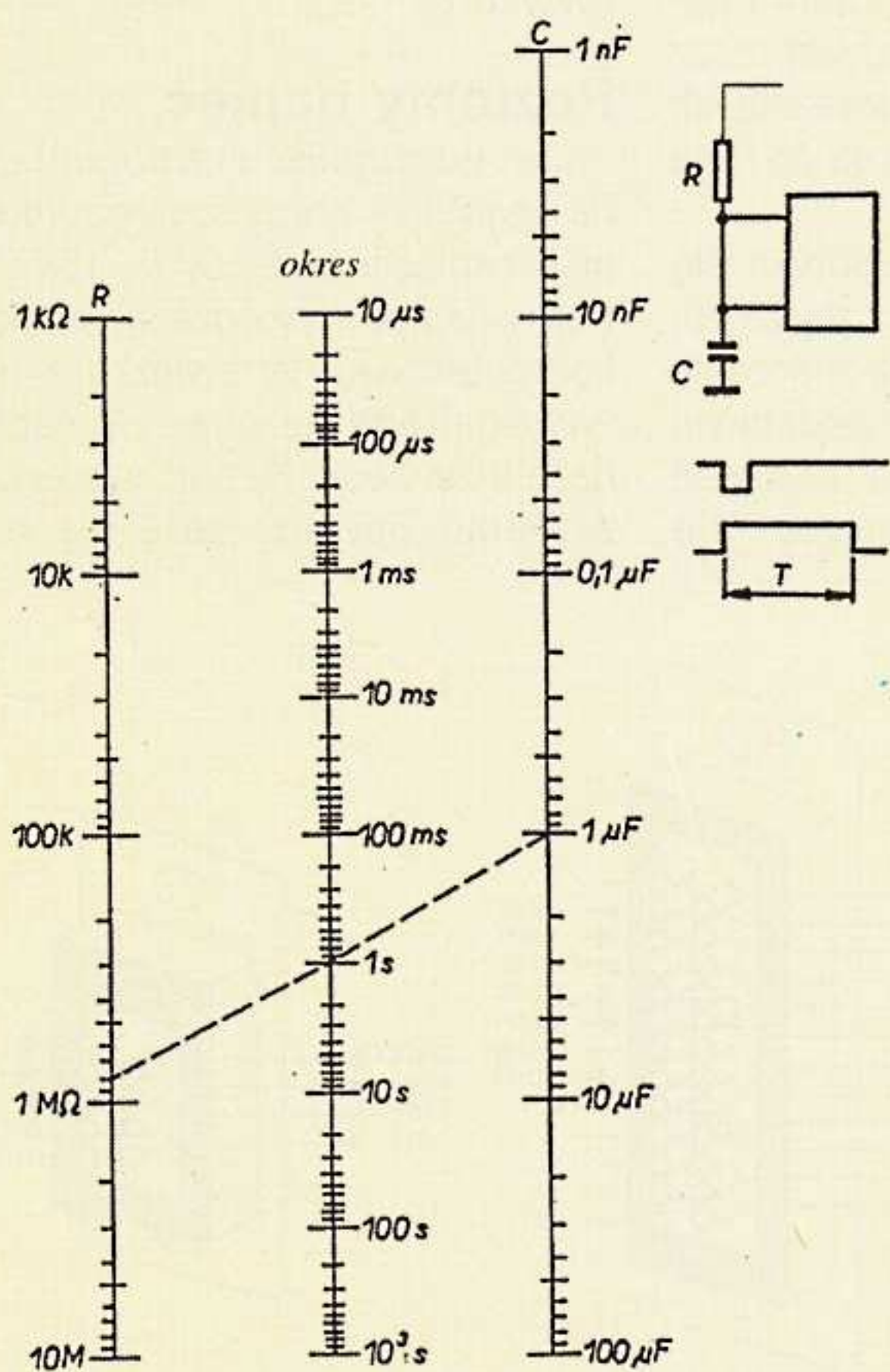
2. Tryb astabilny

Analizę pracy NE555 w trybie astabilnym rozpoczniemy od momentu włączenia zasilania lub podania stanu wysokiego na wejściu RESET. Do tego momentu kondensator była rozładowany, na wejściu TRIGGER połączonym tym razem z wejściem TRESHOLD napięcie wynosiło 0. Tak więc, natychmiast po uruchomieniu układu przerzutnik wewnętrzny włącza się i na wyjściu ustawiony zostaje stan wysoki. Kondensator C ładuje się poprzez rezystory R1 i R2 i po osiągnięciu napięcia równego 2/3 napięcia zasilania przerzutnik wyłącza się. Na wyjściu ustawiony zostanie stan niski i kondensator zaczyna się rozładowywać,

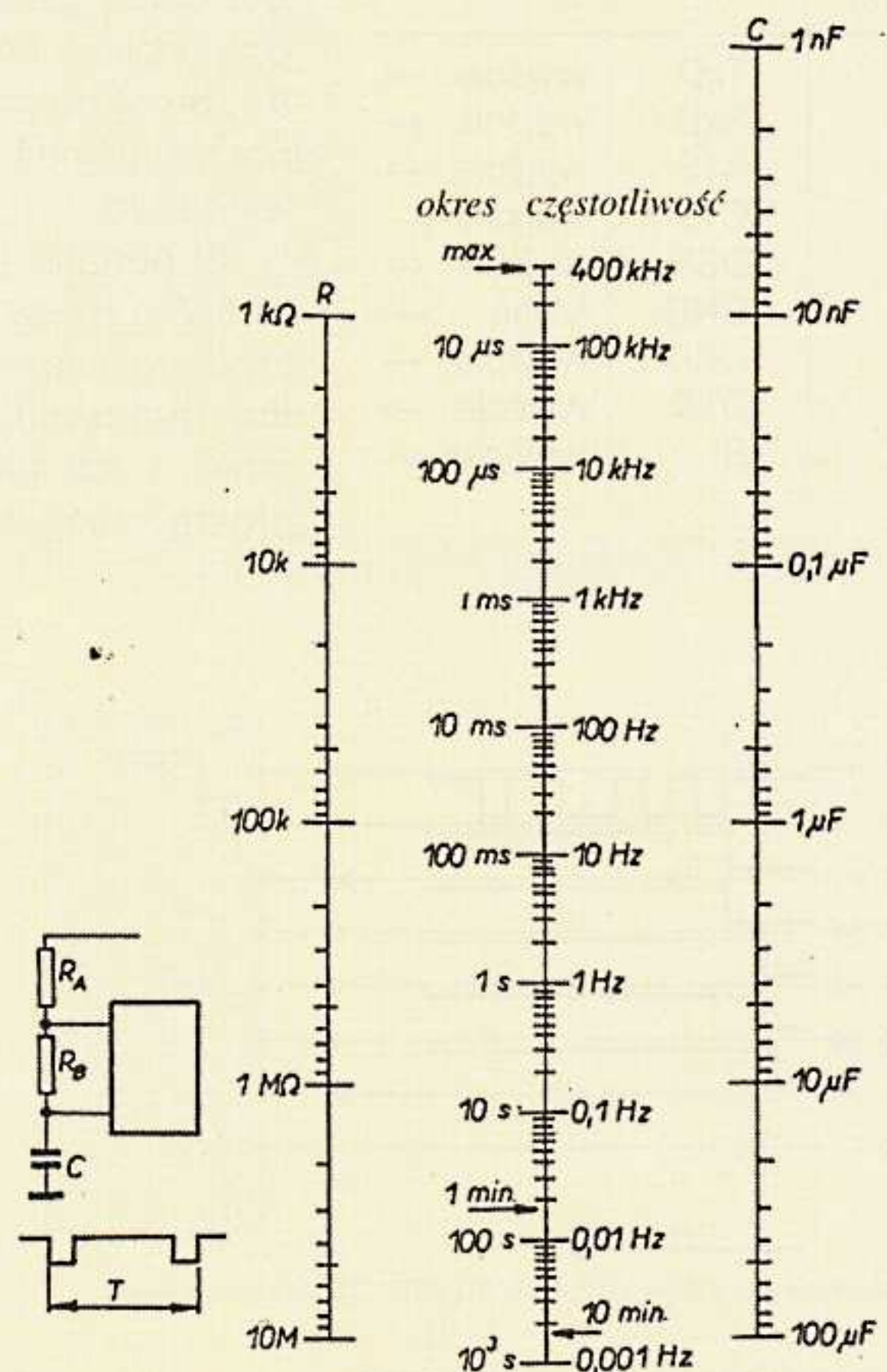


rator wyłącza przerzutnik wewnętrzny, wyjście układu ustawiane jest w stan niski i kondensator zostaje rozładowany. Układ pozostaje w stanie oczekiwania na kolejny impuls wyzwalający.

tor C ładuje się poprzez rezystory R1 i R2 i po osiągnięciu napięcia równego 2/3 napięcia zasilania przerzutnik wyłącza się. Na wyjściu ustawiony zostanie stan niski i kondensator zaczyna się rozładowywać,



Tryb monostabilny



Tryb astabilny $R=R_A+R_B$