

**Najważniejsze parametry:**

- wytwarzanie dźwięków o zmiennej częstotliwości,
- częstotliwość sygnału zmieniana ruchem rąk wokół anteny oraz potencjometrem,
- wbudowany wzmacniacz współpracujący z głośnikiem o impedancji 8 Ω,
- zasilanie: 5 V (DC),
- pobór prądu: 10...200 mA.

\* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutownicza. Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wzlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- wersja **[C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wzlutowane w płytkę PCB),
  - wersja **[A]** – płytkę drukowaną bez elementów i dokumentacji.
- Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja **[A-1]** – płytkę drukowaną **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
  - wersja **[UK]** – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!  
<http://sklep.avt.pl>

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: [kity@avt.pl](mailto:kity@avt.pl)

W ofercie AVT\*

**AVT6070**

# Theremin – elektroniczny instrument

*Jęki, skrzypienie, piski, a nawet wrzaski – to wszystko możemy wygenerować samodzielnie (i to analogowo) wyłącznie przy użyciu ruchów swoich rąk. W czasopiśmie dla elektroników po prostu nie mogło zabraknąć pierwszego, popularnego instrumentu elektronicznego! O czym mowa? Oczywiście o słynnym thereminie.*

Minęło blisko 100 lat odkąd Lew Sergejewicz Termen, znany również jako Leon Theremin, uzyskał amerykański patent na swoje urządzenie. Jego instrument muzyczny działał na zupełnie innej zasadzie niż te znane wcześniej, bowiem dźwięk był w nim generowany całkowicie elektronicznie. Przez dekady to urządzenie było rozwijane, a różni artyści znajdowali dla niego coraz to nowe zastosowania.

W tym artykule opisuję prostą, półprzewodnikową wersję theremina, którą za niewielkie pieniądze każdy może poskładać w swoim domu. Jednak jego zasada

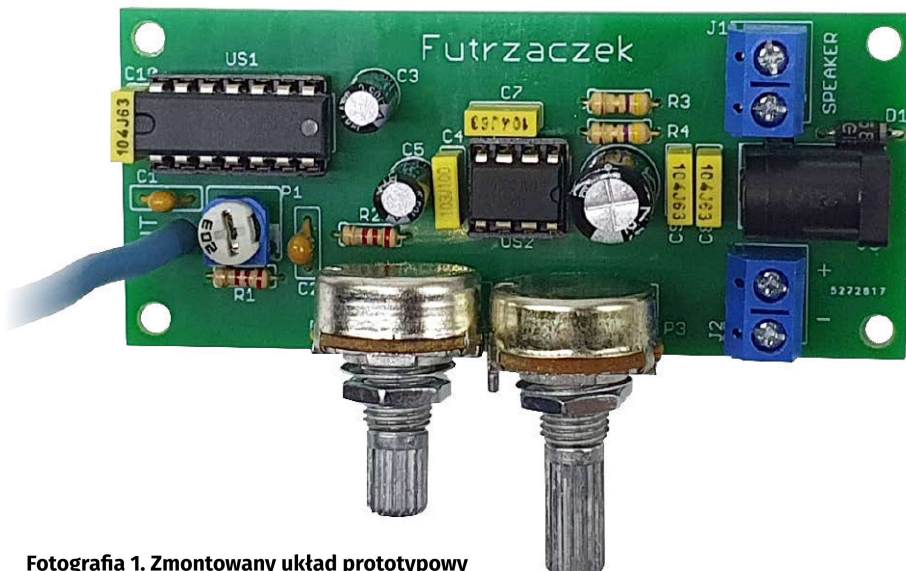
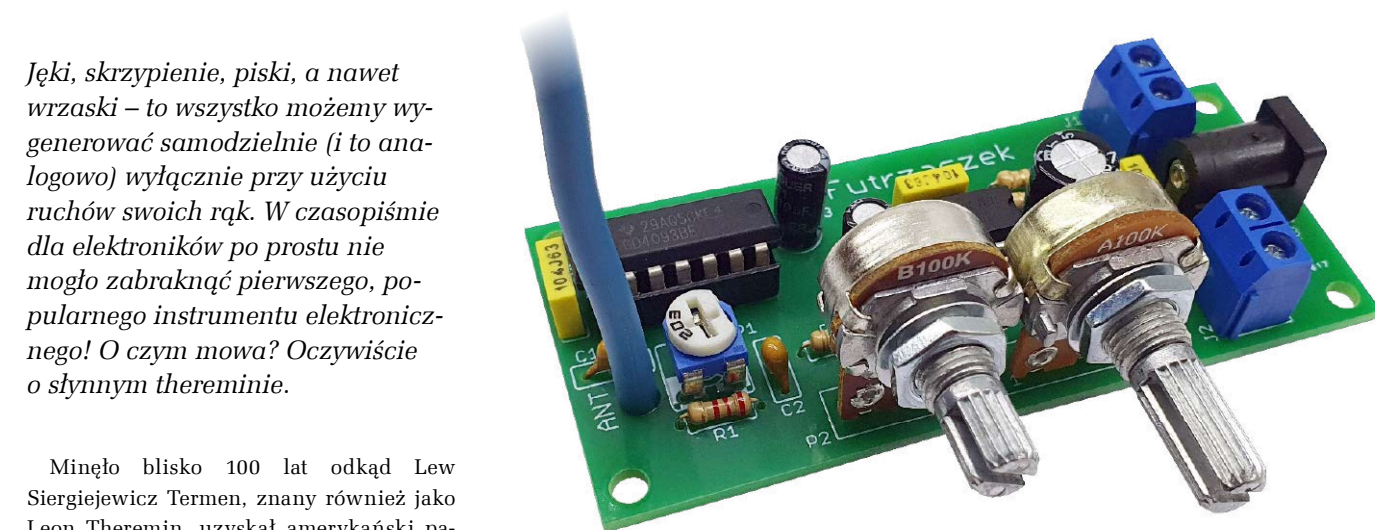
działania pozostaje taka sama, jak oryginału z ubiegłego wieku, bowiem bazuje na odstrajaniu generatora przy zbliżaniu ręki do podłączonej doń... anteny.

## Budowa

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Całość składa się z dwóch pracujących niezależnie generatorów zbudowanych na bramkach

NAND z wejściami Schmitta i wykonanych w technologii CMOS. Po zwarceniu obu wejść tworzą inwertery z histerezą, zatem do zbudowania pełnoprawnych generatorów wystarczy już tylko dwa elementy: rezystor tworzący pętlę sprzężenia zwrotnego, jak również kondensator, wprowadzający opóźnienie w przełączaniu wyjścia generatora.

Częstotliwość pracy pierwszego generatora, powstałego w oparciu na bramce US1A, może być zmieniana poprzez zbliżanie ręki do anteny przylutowanej



Fotografia 1. Zmontowany układ prototypowy

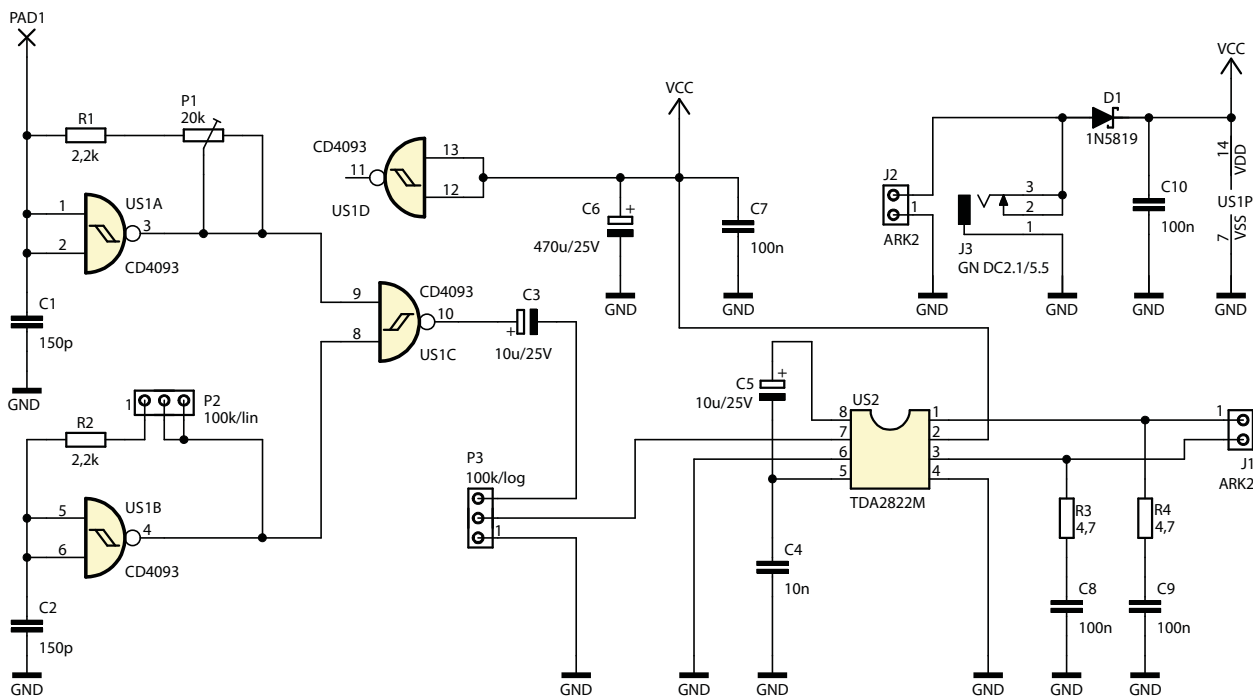
REKLAMA

## LASEROWE SZABLONY DO MONTAŻU SMT

Materiał: stal nierdzewna CrNi  
Zakres grubości blach: 0,020–1,000 mm  
Wycinamy również detale o dowolnych kształtach



LASTENIC LASER & ELECTRONICS sp. z o.o.  
58-100 Świdnica, ul. Husarska 5  
tel. 74 851 48 77, 697 977 732  
[www.lastenic.com](http://www.lastenic.com) [info@lastenic.com](mailto:info@lastenic.com)



Rysunek 1. Schemat ideowy theremina

do pola lutowniczego PAD1. Wypadkowa rezystancja R1+P1 (gdzie P1 to regulowany opór potencjometru montażowego) ustala bazową częstotliwość pracy, natomiast pojemność kondensatora C1 jest zwiększana poprzez zbliżanie ręki do anteny – tworzy się wówczas dodatkowa pojemność między wejściami bramki US1A a masą. Istotne jest, aby pojemność C1 była stosunkowo niska, ponieważ dodatkowa pojemność wynikająca ze zbliżania ręki to zaledwie kilka-kilkanaście pikofaradów. Zbyt wysoka pojemność C1 pozwalałaby na przestrajanie tego generatora jedynie w bardzo wąskim zakresie.

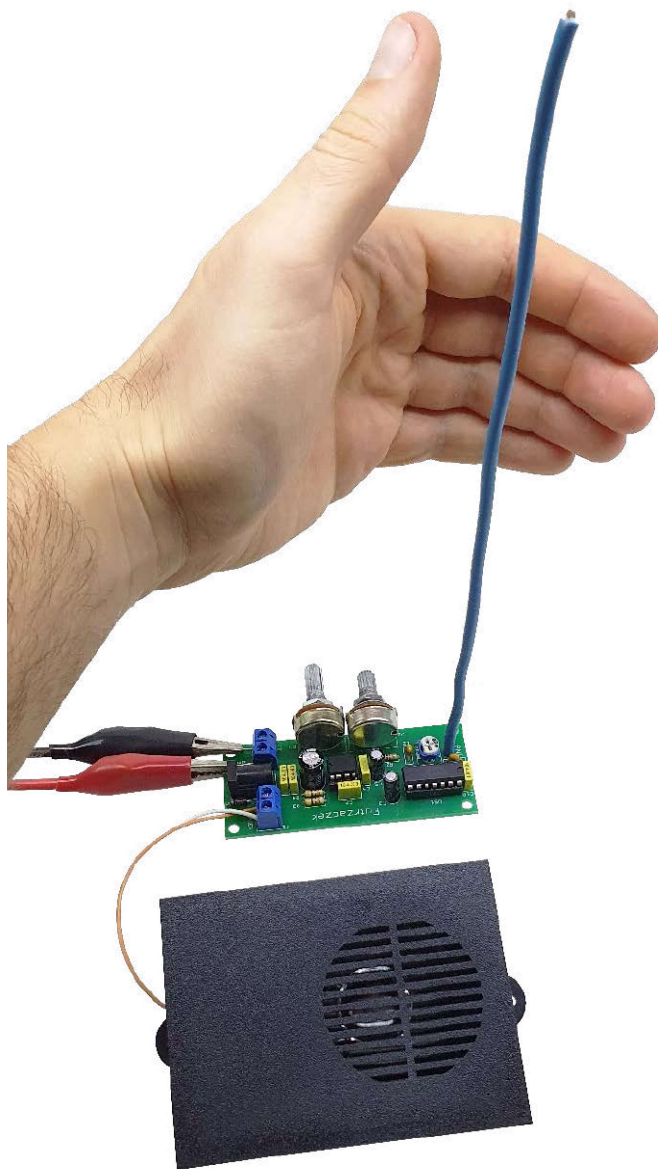
Drugi generator pracuje z ustaloną częstotliwością, którą można regulować potencjometrem (tym razem z gałką) P2. Sygnały z obu tych generatorów są mnożone przez trzecią bramkę NAND, co można porównać do działania mieszacza w układzie heterodyny – tyle, że cyfrowego, dwustanowego. Dzięki temu sygnał wychodzący z bramki US1C ma dwie składowe, zależne zarówno od generatora przestrajanego anteną, jak i od oscylatora o stałej częstotliwości (ustalanej potencjometrem P2), który w tym układzie możemy przyrównać do heterodyny.

Składowa stała otrzymanego sygnału jest oddzielana przy użyciu kondensatora C3. Potencjometr P3 służy do regulacji amplitudy składowej zmiennej, która z kolei trafia na wzmacniacz typu TDA2822, pracujący w układzie mostkowym. Dzięki takiej topologii jest on w stanie wysterować niewielki głośnik. Składowe o wysokiej częstotliwości, których na wejście układu US2 trafia bardzo dużo, są tłumione przez rezystory R3 i R4, pracujące w szeregowych obwodach RC (tak zwanych obwodach Zobla).

**Montaż i uruchomienie**

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 80 mm × 35 mm. Jej wzór ścieżek oraz schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm.

Montaż proponuję przeprowadzić w sposób typowy, czyli rozpoczynając od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, w tym wypadku rezystorów i diod półprzewodnikowych. Pod układy scalone proponuję zastosować podstawki, aby ułatwić ich wymianę w razie uszkodzenia. Na samym końcu polecam wlutować antenę, którą można wykonać z odcinka izolowanego drutu o przekroju 1,5 mm<sup>2</sup> i długości ok. 25 cm – przy takim przekroju będzie odpowiednio sztywna. Zmontowany układ można zobaczyć na **fotografii 1**.



Fotografia 2. Przykład użycia

**Wykaz elementów:****Rezystory:**

R1, R2: 2,2 k $\Omega$  (THT, 0,25 W)  
 R3, R4: 4,7  $\Omega$  (THT, 0,25 W)  
 P1: 20 k $\Omega$  (potencjometr montażowy leżący jednoobrotowy)

P2: 100 k $\Omega$  (potencjometr liniowy na panel)  
 P3: 100 k $\Omega$  (potencjometr logarytmiczny na panel)

**Kondensatory:**

C1, C2: 150 pF (THT, R=5 mm, monolityczny – opis w tekście)

C3, C5: 10  $\mu$ F/25 V (THT, R=2,5 mm, elektrolityczny)

C4: 10 nF (THT, R=5 mm, MKT)

C6: 470  $\mu$ F/25 V (THT, R=3,5 mm, elektrolityczny)

C7...C10: 100 nF (R=5 mm, MKT)

**Półprzewodniki:**

D1: 1N5819

US1: CD4093 (DIP14)

US2: TDA2822M (DIP8)

**Pozostałe:**

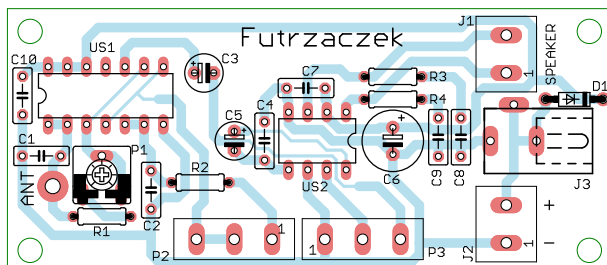
J1, J2: złącze śrubowe ARK2/500

J3: gniazdo DC 2,1/5,5 mm

Podstawka DIP8

Podstawka DIP14

Odcinek izolowanego drutu o przekroju 1,5 mm<sup>2</sup> i długości ok. 25 cm (opis w tekście)



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

Prawidłowo złożony układ nie wymaga uruchamiania i jest od razu gotowy do pracy. Do złącza J1 należy podłączyć głośnik o impedancji 8  $\Omega$  lub większej i mocy co najmniej 1 W. Z kolei zasilanie układu można podłączyć do złącza J2 (odizolowane przewody) lub J3 (gotowy zasilacz wtyczkowy z wyjściem DC 2,1/5,5 mm). Pomimo że oba użyte w projekcie układy scalone mogą być zasilane napięciem z szerokiego przedziału, według moich doświadczeń najlepiej nadaje się wartość 5 V. Jest to kompromis pomiędzy mocą wydzielaną w układzie US a maksymalną głośnością generowanych przez układ dźwięków (przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej

wrażliwości na odstrajanie). Pobór prądu przy takim napięciu zasilającym waha się od 10 mA do 200 mA, zależnie od aktualnego poziomu dźwięku.

Układ w akcji jest widoczny na **fotografii 2**. Po podłączeniu głośnika i zasilania, z tego pierwszego powinien wydobywać się z grubsza jednostajny ton. Zbliżając i oddalając ręce od anteny, można zmieniać częstotliwość i charakter sygnału. Potencjometrem P1 ustala się bazową częstotliwość oscylacji generatora przestrajanego ręką, zaś za pomocą P2 – częstotliwość generatora „heterodyny”. Układ jest bardzo podatny na modyfikacje – można wymienić zarówno kondensatory C1 i C2 na elementy o innej pojemności (im większa pojemność, tym niższa częstotliwość), jak też zmienić rozmiary lub kształt anteny. Można też zmienić potencjometry P1 i P2 na elementy o wyższej rezystancji. W bazowej wersji tego układu oscylator z kondensatorem C1 uzyskuje częstotliwości z przedziału 380 kHz... 1,6 MHz, zaś z kondensatorem C2 od 105 kHz do 1,6 MHz. Słyszalne są zatem jedynie te składowe, które stanowią wynik zmieszania się tych częstotliwości i ich harmonicznych.

Życzę Czytelnikom udanego komponowania własnych dźwięków!

**Michał Kurzela, EP**

REKLAMA

**UWAGA!** Tylko prenumeratorzy czasopism „Elektronika dla Wszystkich”, „Elektronika Praktyczna”, „Świat Radio” oraz „Elektronik” mogą korzystać z atrakcyjnych rabatów w Sklepie AVT:

- ✓ do 50% na wydania specjalne czasopism Wydawnictwa AVT
- ✓ 20% na kity w wersji A (płytki drukowane do projektów AVT)
- ✓ 10% na pozostałe wersje kitów: (A+, B, C, D)
- ✓ 10% na książki
- ✓ 5% na pozostałe produkty z oferty sklepu

Ponadto każdy prenumerator ww. czasopism korzysta z rabatów od 30% do 50% na zakup czasopism z oferty [www.UlubionyKiosk.pl](http://www.UlubionyKiosk.pl)

**K L U B**  
**AVT**  
 ELEKTRONIKA

Jak uzyskać rabat? Podczas zamówienia powołaj się na swój numer prenumeraty – otrzymasz go mailowo po zakupie prenumeraty wraz z kartą członkowską Klubu AVT-Elektronika.

Regulamin Klubu AVT-Elektronika znajdziesz na stronie <https://sklep.avt.pl/klub-avt-elektronika>