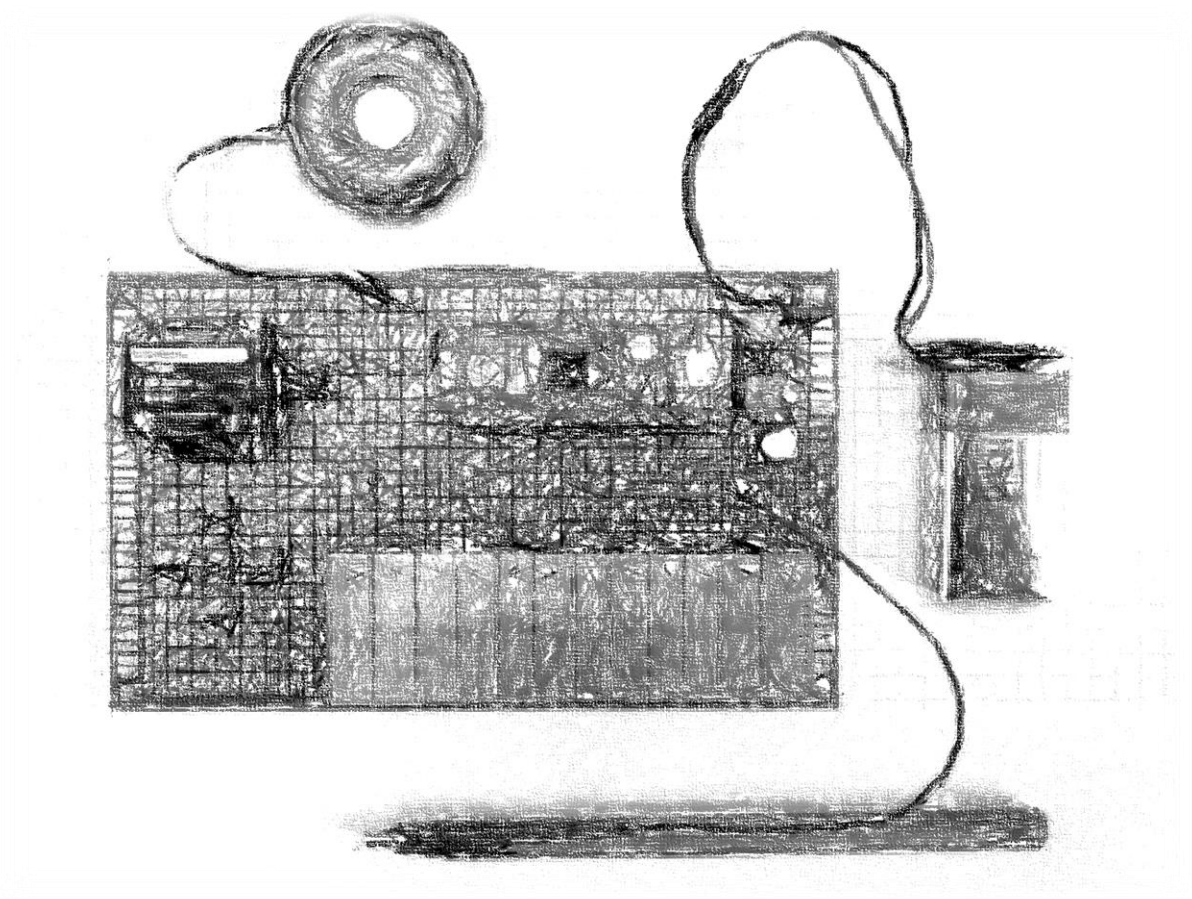


# Stylofon z możliwością nagrywania utworów

---

## Dokumentacja projektu



---

*Autor: Kamil Kotorc*

---

## Temat projektu

Stylofon z możliwością nagrywania utworów

## Cel projektu

Celem jest samodzielne zaprojektowanie i stworzenie wersji stylofonu opartego na mikrokontrolerze, łącząc tym samym klasykę z ubiegłego wieku z nowoczesnymi możliwościami technologii cyfrowej.

## Opis głównych założeń projektu

- Stylofon to przenośny instrument muzyczny generujący elektroniczny dźwięk o stałej, syntetycznej barwie, przypominający brzmienie prostych syntezatorów.
- Dzięki wbudowanemu źródłu zasilania, urządzenie jest łatwe do przenoszenia i można je zabrać w dowolne miejsce.
- Instrument wyposażony jest w metalową klawiaturę, która reaguje na nacisk stylusa, zamykając obwód i generując dźwięk.
- Stylofon umożliwia regulację wysokości dźwięku, co daje użytkownikowi większą swobodę twórczą.
- Użytkownik ma możliwość nagrywania swoich utworów muzycznych oraz ich późniejszego odtwarzania.
- Mały wyświetlacz zwiększa intuicyjność obsługi urządzenia, ułatwiając korzystanie z jego funkcji.
- Zasilanie bateryjne

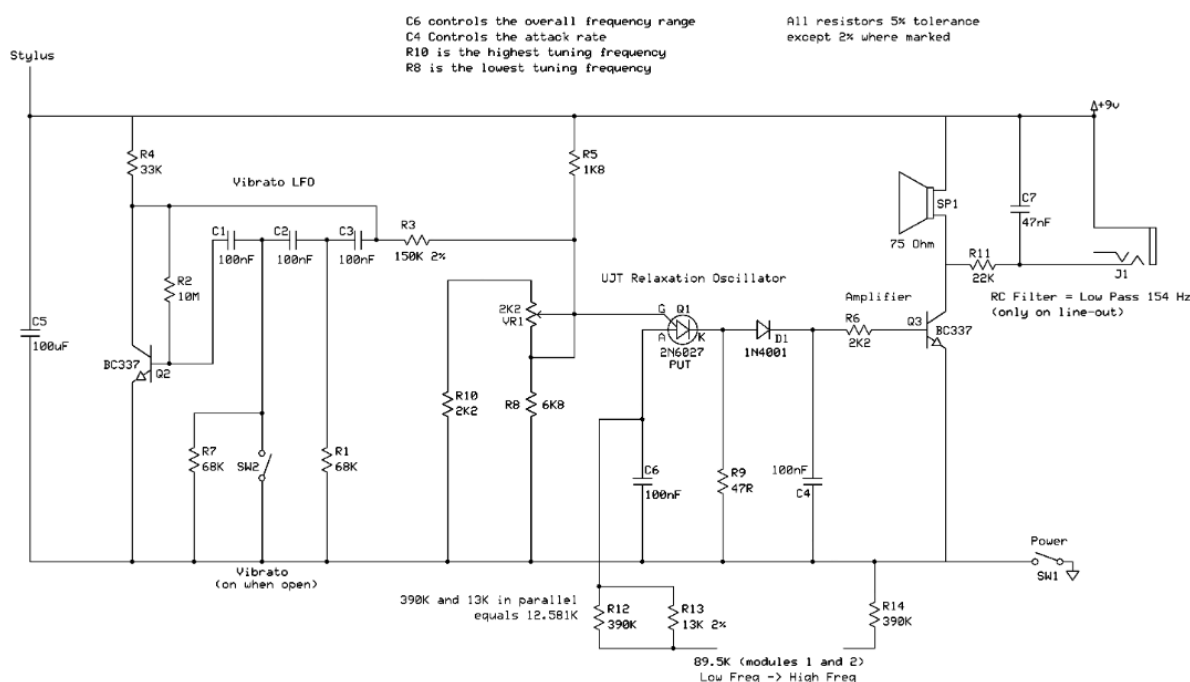
# Specyfikacja wewnętrzna urządzenia

## Generowanie dźwięku

Stylofon pierwotnie wyprodukowany w Wielkiej Brytanii w 1968 roku. Opierał się na programowalnym tranzystorze jednozłączowym UJT, który nadawał jego unikalne brzmienie. W latach 70-tych całkowicie zastąpiono oscylatory relaksacyjne prostszymi i tańszymi generatorami tonów prostokątnych opartymi na timerze 555.

## Wersja z UJT

Układ oparty na tranzystorze jednozłączowym, ma zalety głównie w postaci otrzymywanego charakterystycznego i oryginalnego brzmienia, a sama konstrukcja nie jest stosunkowo skomplikowana.



SCHEMAT ORYGINALNEGO STYLOFONU Z 1968

Jednak rozwiązanie to ma też swoje wady.

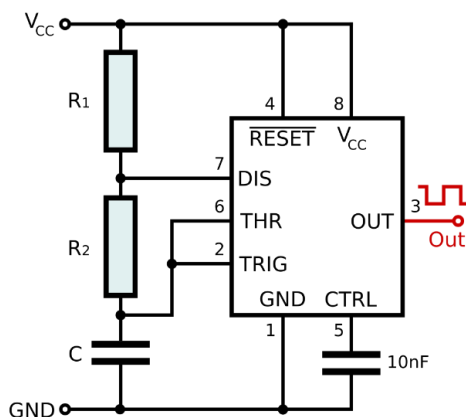
Oscylatory z tranzystorami jednozłączowymi są bardziej podatne na zmiany częstotliwości wynikające z wahań napięcia zasilania oraz tolerancji elementów pasywnych, co utrudnia precyzyjne dostrajanie generowanej częstotliwości bez specjalistycznego sprzętu, takiego jak oscyloskop.

UJT nie generuje sygnału o prostokątnym kształcie, co może wymagać zastosowania dodatkowych układów dopasowujących, aby przetwornik analogowo-cyfrowy mikrokontrolera mógł prawidłowo interpretować sygnał wejściowy.

Także rynek elektroniczny mocno się rozwinął, co za tym idzie dobranie odpowiedniego tranzystora jednozłączowego staje się trudniejsze, ponieważ wiele układów w nowszej technologii wyparło je z rynku.

## Wersja z timerem 555

Nowsze rozwiązania są oparte na timerze 555, który jest jednym z najpopularniejszych i najbardziej wszechstronnych układów, które kiedykolwiek wyprodukowano. Częstotliwość oscylacji jest regulowana, a możliwe jest nawet dodanie różnych efektów, gdyż układ jest w stanie generować różne kształty fali.

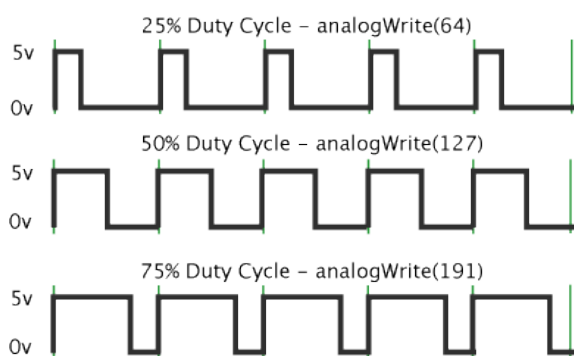


SCHEMAT UKŁADU ASTABILNEGO

Mimo tych zalet rozwiązanie to ma swoje ograniczenia. Nadal wymagana jest integracja z mikrokontrolerem, w celu odczytania generowanej częstotliwości. Timer 555 operuje na napięciu od 4.5 do 16 volt, co może okazać się zbyt wysokim napięciem dla przetworników ADC większości mikrokontrolerów, bez zastosowania układów redukujących napięcie. Również z poziomu mikrokontrolera nie możemy cyfrowo sterować jaką częstotliwość powinna być wygenerowana w 555, gdyż ta zależna jest od rezystancji pomiędzy jego pinami.

## Wersja PWM

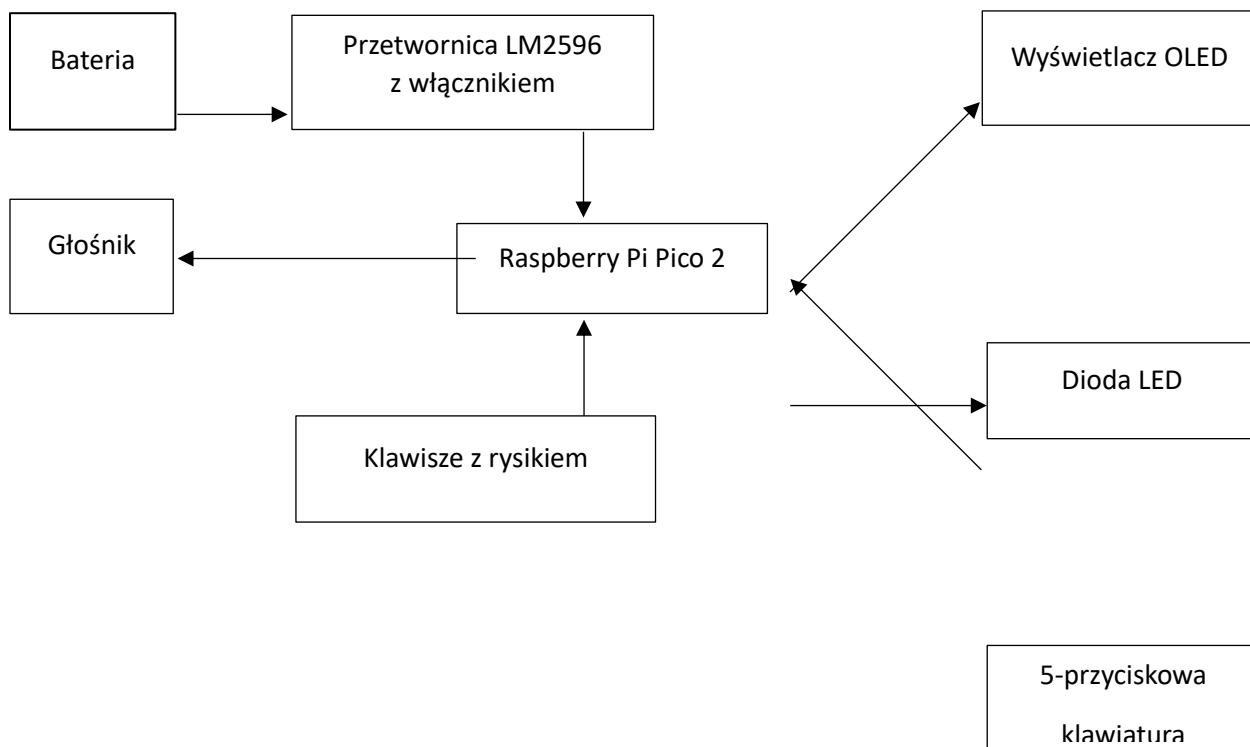
Zamiast korzystać z dedykowanych układów, większość mikrokontrolerów pozwala na generowanie fali prostokątnej za pomocą sygnału PWM. Wybrałem zatem takie rozwiązanie, bo znacząco upraszcza konstrukcję, a częstotliwość i wypełnienie sygnału można sterować programowo.



SYGNAŁ GENEROWANY PRZY UŻYCIU PWM

Wadą tego rozwiązania jest jednak jakość generowanych tonów, ponieważ funkcja PWM nie jest zoptymalizowana pod kątem sygnałów audio. Niemożliwe jest też wytworzenie innych kształtów fali niż prostokątna. Natomiast jakość dźwięku nie będzie tutaj problemem.

## Schemat blokowy



## Opis poszczególnych bloków

**Raspberry Pi Pico 2** – Serce urządzenia, odpowiedzialne za przetwarzanie danych wejściowych i wyjściowych, generowanie sygnału dźwiękowego oraz integrację wszystkich elementów urządzenia. Przechowuje dane, takie jak ustawienia, pamięć programu oraz zapisane utwory.

**Wyświetlacz OLED** – Jedno-calowy wyświetlacz odpowiedzialny za prezentowanie informacji z mikrokontrolera oraz komunikację z użytkownikiem. Zwiększa intuicyjność obsługi urządzenia i wyświetla menu z różnymi opcjami.

**Dioda LED** – Czerwona dioda, która zwiększa intuicyjność obsługi urządzenia. Migocze podczas nagrywania, a świeci na stałe podczas odtwarzania utworów, dopełniając wyświetlacz.

**5-przyciskowa klawiatura** – Umożliwia zbieranie danych od użytkownika i służy do nawigacji po elementach wyświetlanych na ekranie OLED.

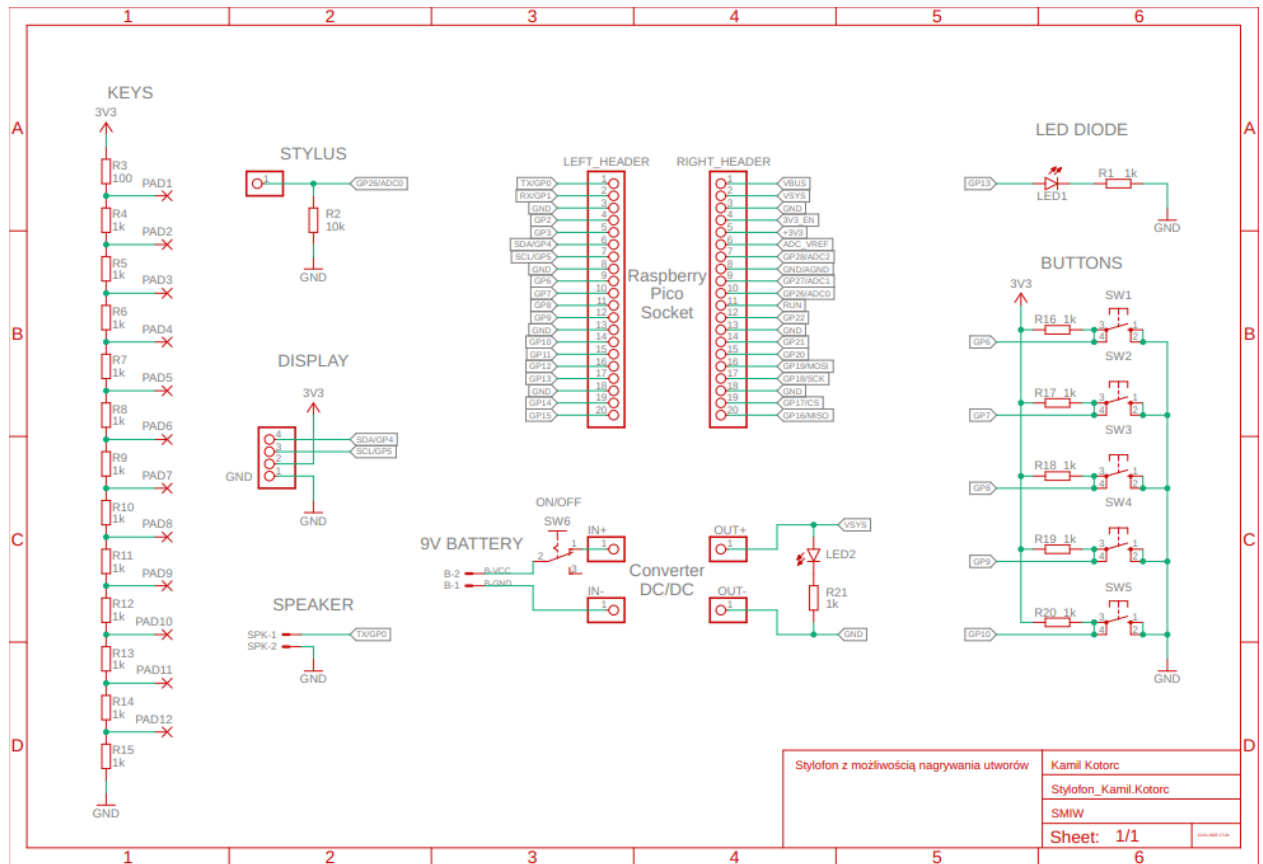
**Klawisze z rysikiem** – Po zetknięciu zamykają obwód, przesyłając do mikrokontrolera informację o naciśniętym klawiszu.

**Głośnik** – Mimo niewielkiej mocy (1W), generuje wyraźny dźwięk, przesyłany z mikrokontrolera.

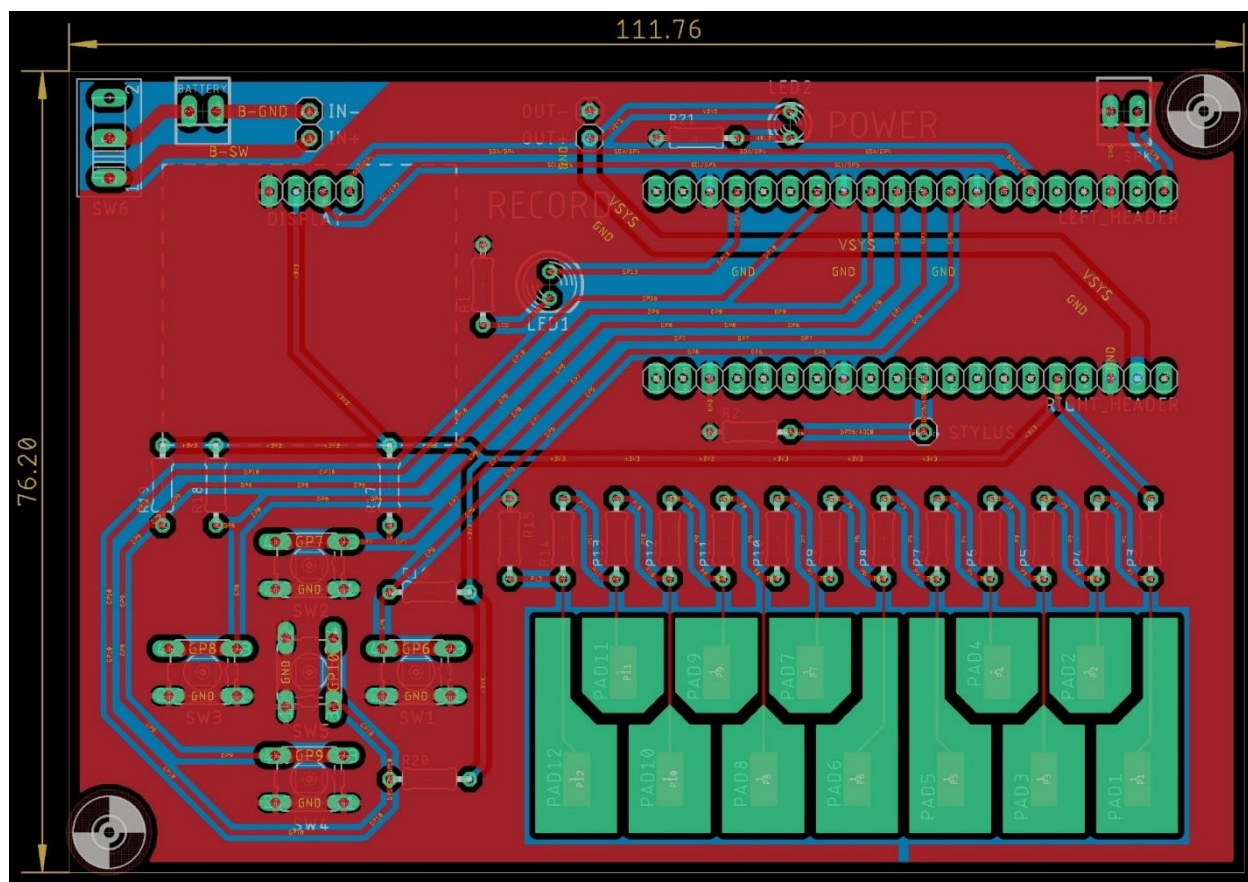
**Bateria** – Standardowa bateria 9V stanowi główne źródło zasilania urządzenia. Dzięki dwóm charakterystycznym wejściom jest łatwa do wymiany, a przy tym kompaktowa.

**Przetwornica LM2596** – Obniża napięcie z 9V do 3,3V, akceptowalnego przez mikrokontroler, i zasila pozostałe elementy znajdujące się na płytce.

## Schemat ideowy



## Projekt płytki drukowanej



## Lista elementów

NAZWA	ILOŚĆ
Raspberry Pi Pico 2	1
Dioda LED 5mm	2
Rezystor 1/4W 1kΩ	21
Rezystor 1/4W 10kΩ	1
Wyświetlacz OLED 0,96"	1
Przetwornica step-down LM2596	1
Tact Switch 6x6mm	5
Złącza damskie goldpin	5
Mikroprzełącznik bistabilny	1
Bateria 9V 4022 6LR61	1
Głośnik 1W 80hm	1

## Literatura

*Raspberry Pi Pico 2 Datasheet: An RP2350-based microcontroller board.*

- © 2023-2024 Raspberry Pi Ltd