

# **Raport z Projektu**

## **Elektronicznych Elementów Automatyki**

Tytuł:

**Wzmacniacz Audio Klasy A**

Wykonali:

Maciej Rożniata 228455

Mateusz Ciszek 222051

Damian Wacławiak 228481

Chronologia raportu:

## **1. Koncepcja**

## **2. Schemat ideowy układu**

- Schemat 2.1 – schemat ideowy układu

## **3. Badania symulacyjne przeprowadzone w programie TinaTi**

- Schemat 3 – schemat układu TinaTi
- Przebieg 3.1 – Prąd źródła sygnału dźwiękowego
- Przebieg 3.2 – Prąd kolektora tranzystora bipolarnego
- Przebieg 3.3 – Prąd bramki tranzystora MOSFET
- Przebieg 3.4 – Prąd drenu tranzystora MOSFET
- Przebieg 3.5 – Prąd płynący przez żarówki
- Przebieg 3.6 – Prąd płynący przez głośnik
- Przebieg 3.7 – Napięcie źródła sygnału sinusoidalnego
- Przebieg 3.8 – Napięcie na bramce tranzystora bipolarnego
- Przebieg 3.9 – Napięcie na głośniku

## **4. Dokumentacja CAD**

- Schemat 4.1 – schemat układu KiCad
- Schemat 4.2 – projekt płytki
- Zdjęcie 1 - wizualizacja 3D płytki PCB
- Zdjęcie 2 - wizualizacja 3D płytki PCB

## **5. Wykonany prototyp układu**

- Zdjęcie 5.1 – zdjęcie prototypu układu

## **6. Badania laboratoryjne**

- Badanie laboratoryjne 6.1 – pomiar napięcia między kondensatorem C1 a masą układu w funkcji czasu
- Badanie laboratoryjne 6.2 – pomiar napięcia między bazą tranzystora bipolarnego a masą układu w funkcji czasu
- Badanie laboratoryjne 6.3 – pomiar napięcia między kolektorem a masą układu w funkcji czasu
- Badanie laboratoryjne 6.4 – pomiar napięcia między emiterem a masą układu w funkcji czasu
- Badanie laboratoryjne 6.5 – pomiar napięcia między bazą tranzystora MOSFET a masą układu w funkcji czasu
- Badanie laboratoryjne 6.6 - pomiar napięcia między drenem a masą układu w funkcji czasu

## **7. Wykaz materiałów używanych do produkcji układu**

- Tabela 7.1 – zawierająca materiały elementów układu

## **8. Mocne i słabe strony układu**

- Tabela 8.1 – przedstawiająca zalety i wady układu

## **9. Oszacowane zużycie energii przez układ w przewidzianym okresie eksploatacji.**

## **10. Oszacowane energetyczne skutki serwisu w okresie eksploatacji**

## **11. Sposób utylizacji**

- Tabela 11.1 – przedstawiająca sposób utylizacji układu

## 1. Koncepcja

Celem układu jest stworzenie wzmacniacza Audio klasy A który ma na celu wzmocnienie sygnału wejściowego i podanie go na wyjście układu, którym w naszym przypadku jest głośnik. Układ jest podzielony na dwie części:

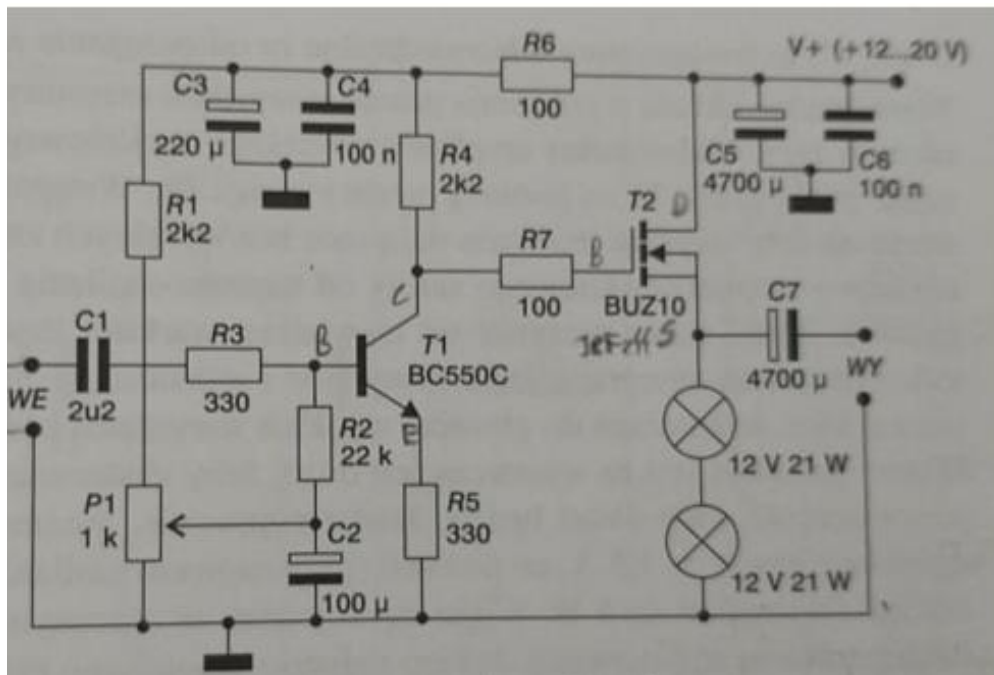
- pierwsza część dotyczy wzmacniacza napięciowego ( tranzystor bipolarny). Użycie odpowiedniego tranzystora bipolarnego na wejściu układu pozwala na uzyskanie dużej impedancji wejściowej oraz niskich szumów, (dzięki małemu rozrzutowi napięcia  $U_{BE}$ ) ułatwia wybranie stałoprądowego punktu pracy. Tranzystor BC550C cechuje się dużym wzmocnieniem prądowym i niskoszumnością.
- wzmacniacz MOSFET na wyjściu minimalizuje obciążenie pierwszego stopnia. Tranzystor BUZ10 przez swoją trudnodostępność i niemożność symulacji w układzie został zastąpiony zbliżonym do niego tranzystorem IRFZ44.

Wzmocnienie układu wyznaczają głównie rezystory R4 i R5, wynosi ona około 5 razy. Zmieniając punkt pracy tranzystora bipolarnego poprzez potencjometr zmienia się maksymalną amplitudę sygnału wyjściowego. Wyznacza się ją na podstawie słuchu, tak aby nie było znacznych zniekształceń dźwięku. Prąd spoczynkowy stopnia wyjściowego zależy od napięcia zasilającego. Zasilanie układu napięciem 20V powoduje prąd spoczynkowy rzędu 1,5A, w efekcie występują duże moce strat przez co musimy zastosować duży radiator pozwalający na rozproszenie do 20W. Aby zredukować przeddźwięk sieci powinno się zasilac źródło stabilizowane.

Zastosowanie części:

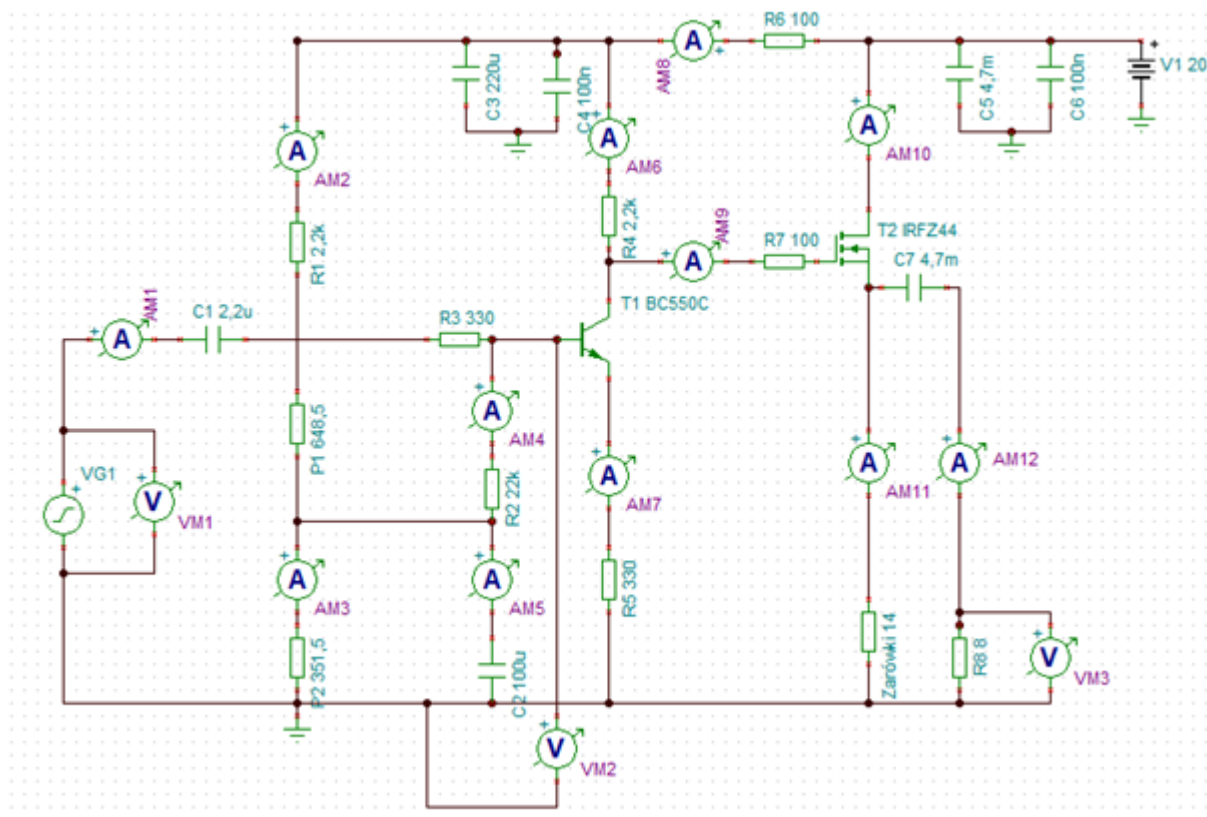
- R1,R2,P1,C2 – tworzą obwód polaryzacji bazy
  - C1,C7-usuwają składowe stałe na wejściu i wyjściu układu
  - R6,C3,C4 – dodatkowy filtr napięcia zasilającego pierwszy stopień
  - R3,R7- ograniczniki prądu w sytuacji uszkodzenia tranzystorów
  - R2,C2 razem z R3 tworzą filtr dolnoprzepustowy na wypadek wystąpienia na wyjściu zakłóceń pochodzenia radiowego
  - C5,C6 -odprężanie zasilania, gdyby zamiast ładnego sygnału z zasilacza pojawiły się jakieś oscylacje
- Wzmocnienie układu reguluje się poprzez rezystory R4,R5

## 2. Schemat ideowy układu



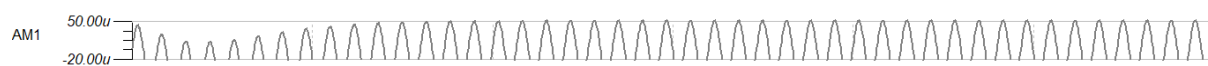
Schemat 2.1 – schemat ideowy układu

### 3. Badania symulacyjne przeprowadzone w programie TinaTi:



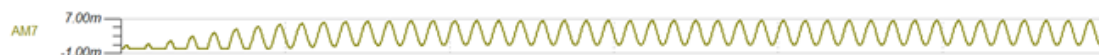
Schemat 3 – schemat układu TinaTi

Pomiar prądu źródła sygnału dźwiękowego w funkcji czasu:



Przebieg 3.1 – Prąd źródła sygnału dźwiękowego

Pomiar prądu kolektora tranzystora bipolarnego w funkcji czasu:



Przebieg 3.2 – Prąd kolektora tranzystora bipolarnego

Pomiar prądu bramki tranzystora MOSFET w funkcji czasu:



Przebieg 3.3 – Prąd bramki tranzystor MOSFET

Pomiar prądu drenu tranzystora MOSFET w funkcji czasu:



#### Przebieg 3.4 – Prąd drenu tranzystora MOSFET

Pomiar prądu płynący przez żarówkę w funkcji czasu:



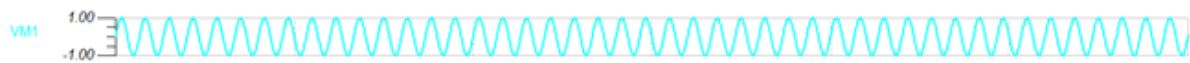
#### Przebieg 3.5 – Prąd płynący przez żarówkę

Pomiar prądu płynący przez głośnik w funkcji czasu:



#### Przebieg 3.6 – Prąd płynący przez głośnik

Pomiar napięcia źródła sygnału sinusoidalnego w funkcji czasu:



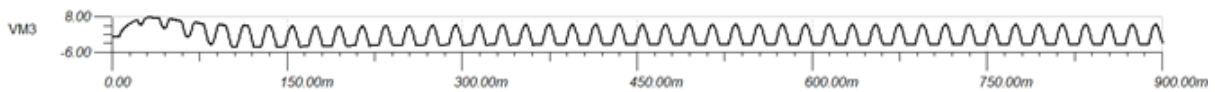
#### Przebieg 3.7 – Napięcie źródła sygnału sinusoidalnego

Pomiar napięcia na bramce tranzystora bipolarnego w funkcji czasu:



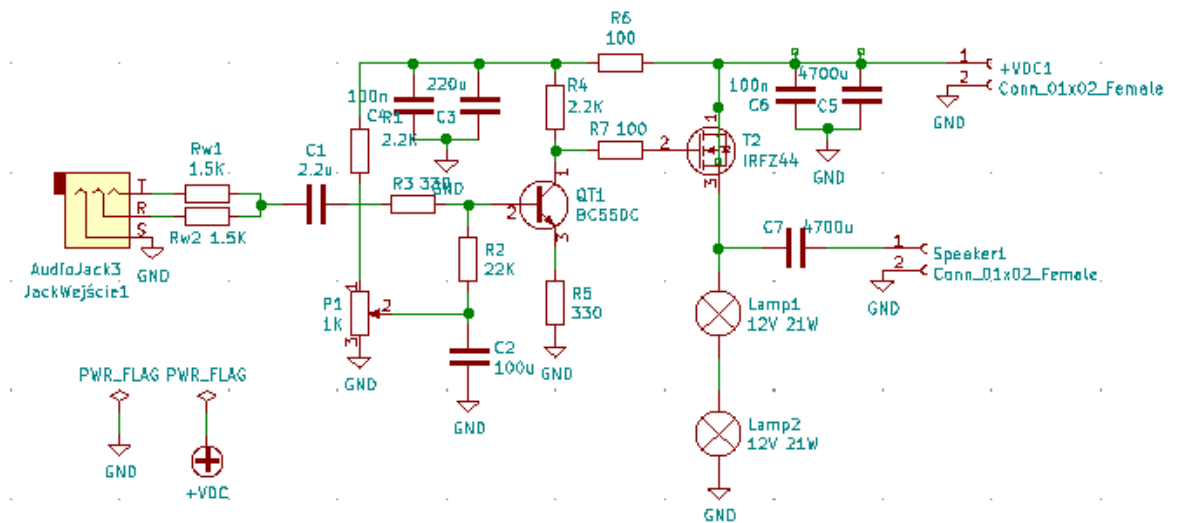
#### Przebieg 3.8 – Napięcie na bramce tranzystora bipolarnego

Pomiar napięcia na głośniku w funkcji czasu:

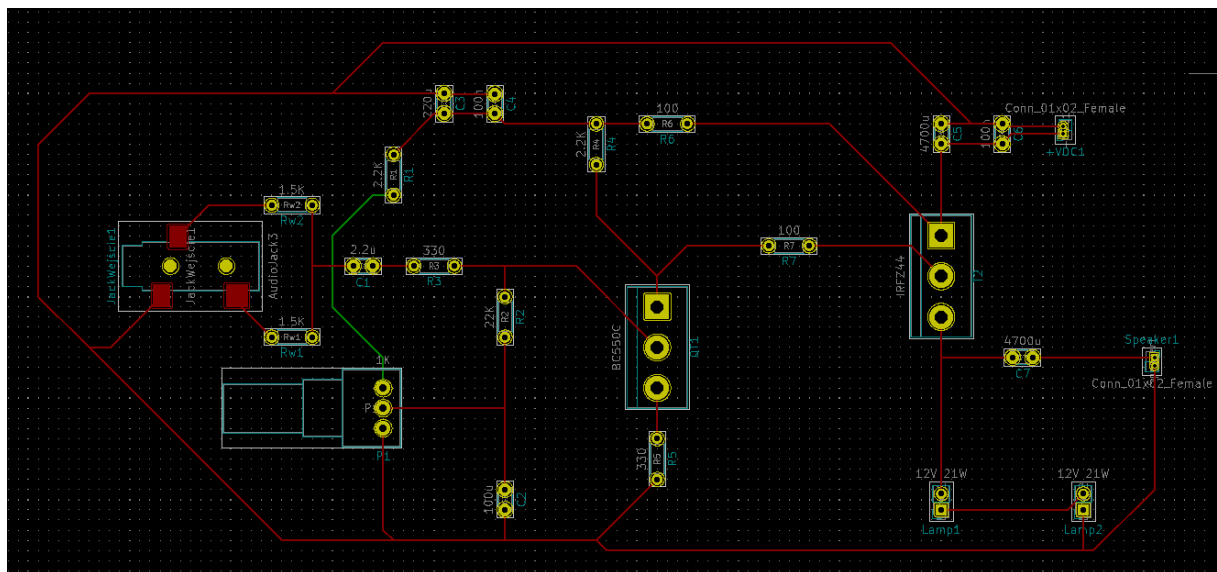


#### Przebieg 3.9 – Napięcie na głośniku

#### 4. Dokumentacja CAD:

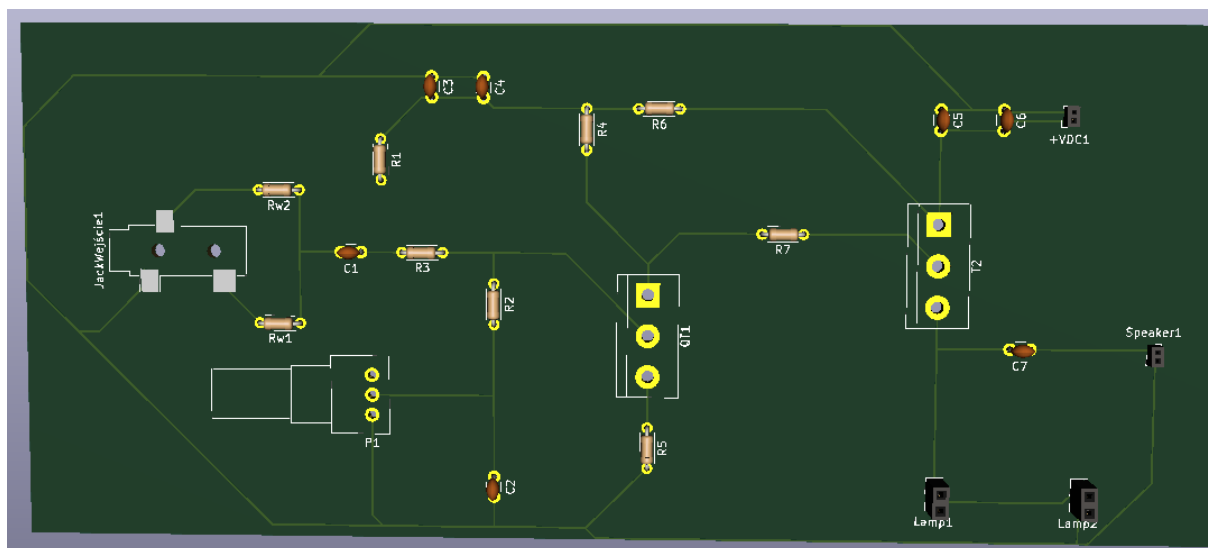


Schemat 4.1 – schemat układu KiCad

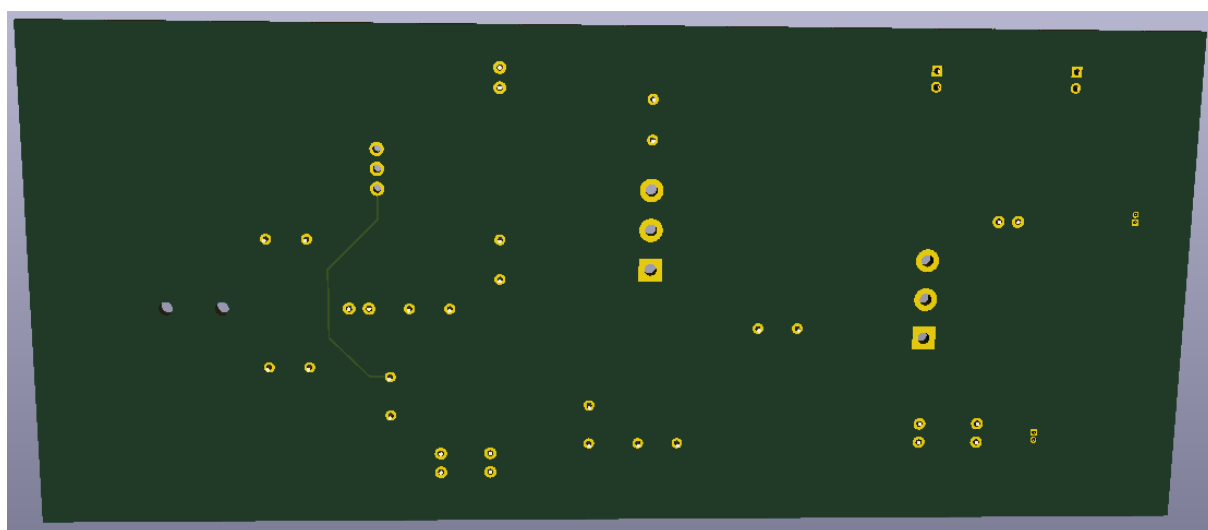


Schemat 4.2 – Projekt płytki





Zdjęcie 1 - Wizualizacja 3D płytki PCB



Zdjęcie 2 - Wizualizacja 3D płytki PCB

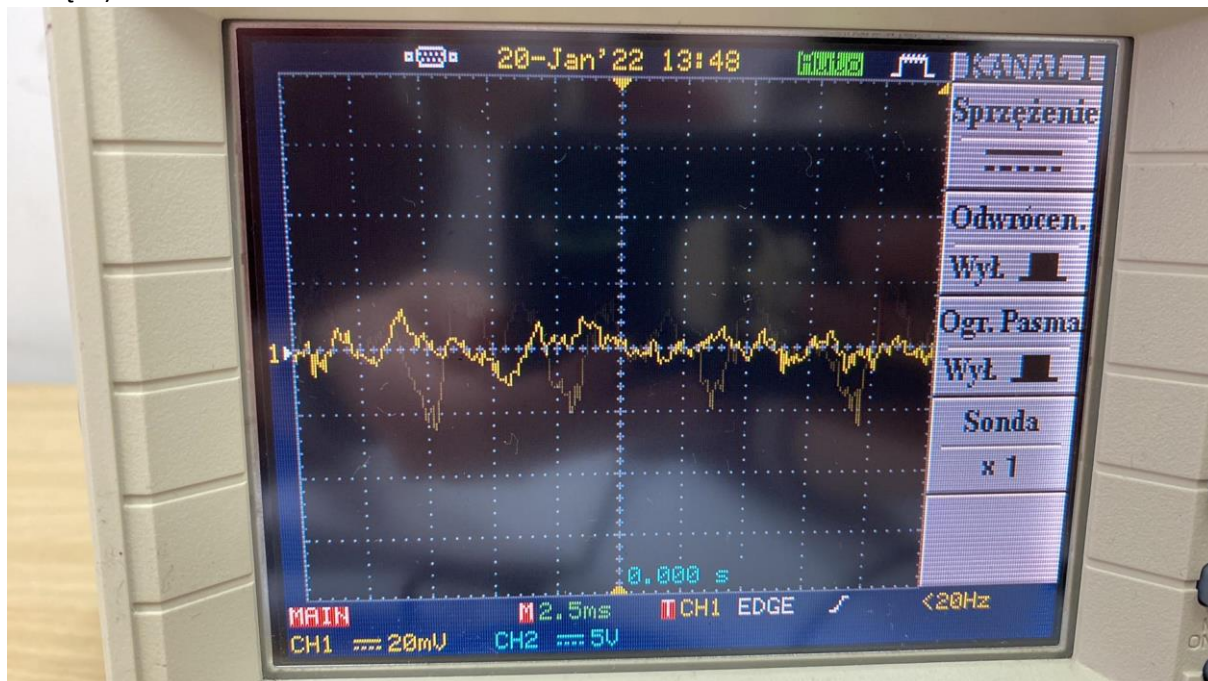
## 5. Wykonany prototyp układu



Zdjęcie 5.1 - zdjęcie prototypu układu

## 6. Badania laboratoryjne:

Pomiar napięcia pomiędzy kondensatorem C1 a masą układu w funkcji czasu (sygnał wejściowy dźwięku):



**Badanie laboratoryjne 6.1 – pomiar napięcia między kondensatorem C1 a masą układu w funkcji czasu**

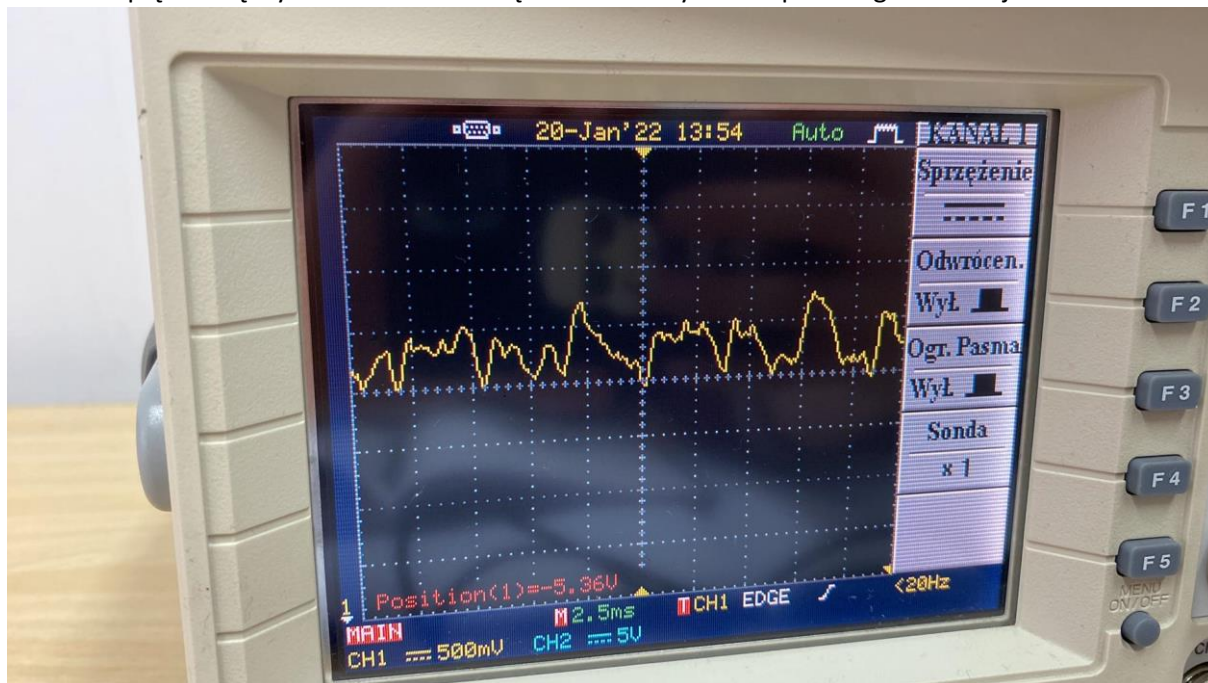
Pomiar napięcia między masą układu a bazą tranzystora bipolarnego w funkcji czasu:



**Badanie laboratoryjne 6.2 – pomiar napięcia między bazą tranzystora bipolarnego a masą układu w funkcji czasu**

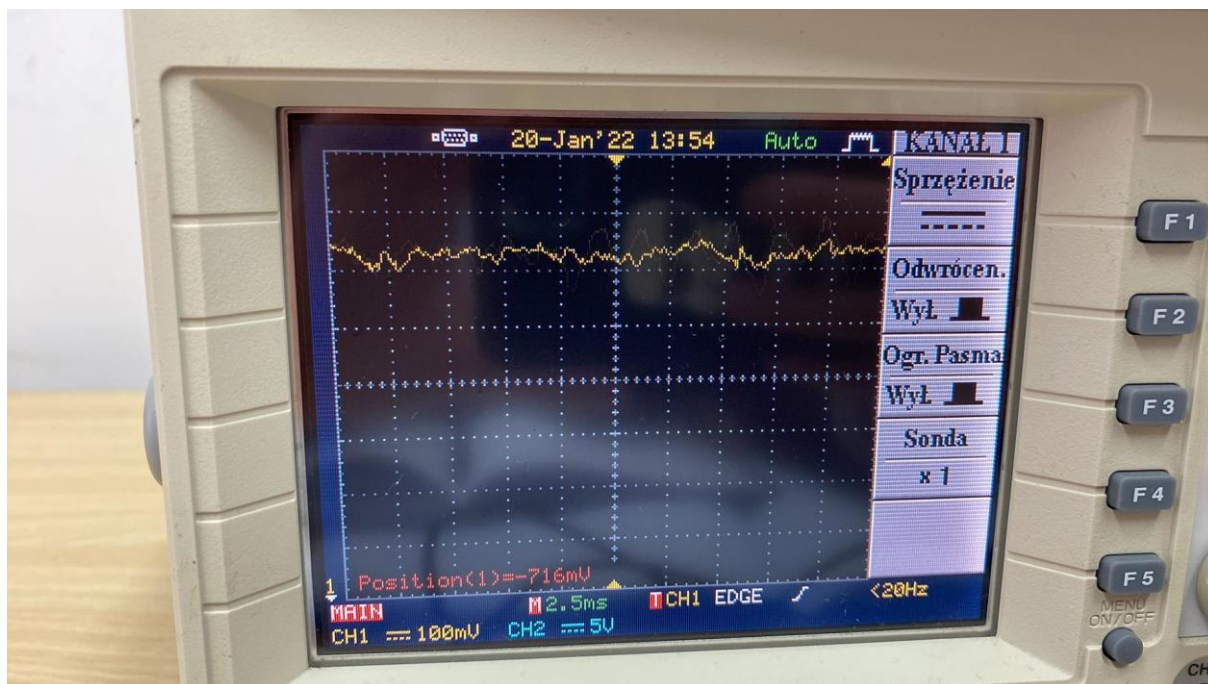


Pomiar napięcia między kolektorem a masą układu tranzystora bipolarnego w funkcji czasu:



**Badanie laboratoryjne 6.3 – pomiar napięcia między kolektorem a masą układu w funkcji czasu**

Pomiar napięcia między emiterem a masą układu tranzystora bipolarnego w funkcji czasu:



**Badanie laboratoryjne 6.4 – pomiar napięcia między emiterem a masą układu w funkcji czasu**

Pomiar napięcia między bazą a masą układu tranzystora MOSFET IRFZ44 w funkcji czasu:



**Badanie laboratoryjne 6.5 – pomiar napięcia między bazą tranzystora MOSFET a masą układu w funkcji czasu**

Pomiar napięcia między drenem a masą układu tranzystora IRFZ44 w funkcji czasu:



**Badanie laboratoryjne 6.6 – pomiar napięcia między drenem a masą układu w funkcji czasu**

## 7. Wykaz materiałów używanych do produkcji układu:

Element	Kategoria	Wejścia/Wyjścia	Ilość	Materiał
Radiator 20W	Metal/ Odprowadzanie ciepła	I	1	Aluminium
Żarówka 12V	Elektronika	I	2	Wolfram
Rezystor 2,2k $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Rezystor 22k $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Rezystor 330 $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Rezystor 2,2k $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Rezystor 330 $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Rezystor 100 $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Rezystor 100 $\Omega$	Elektronika	I	1	Manganian, nikielina
Potencjometr	Elektronika	I	1	Grafit, cermet
Kondensator 2,2 $\mu$ F	Elektronika	I	1	Aluminium, tantal
Kondensator 100 $\mu$ F	Elektronika	I	1	Aluminium, tantal
Kondensator 220 $\mu$ F	Elektronika	I	1	Aluminium, tantal
Kondensator 100nF	Elektronika	I	1	Aluminium, tantal
Kondensator 4700 $\mu$ F	Elektronika	I	1	Ceramika
Kondensator 100nF	Elektronika	I	1	Aluminium, tantal
Kondensator 4700 $\mu$ F	Elektronika	I	1	Ceramika
Tranzystor bipolarny BC550C	Elektronika	I	1	Krzem, arsenek galu
Tranzystor Mosfet IRFZ44	Elektronika	I	1	Krzem, german, ditlenek krzemu
Wej. Mini - Jack	Elektronika	I	1	Miedź beztlenowa OFC, złoto
Głośnik 6W+	Elektro- akustyczna	O	1	Żelazo, kobalt, polipropylen

**Tabela 7.1 – zawierająca materiały elementów układu**



Pozyskanie takich elementów jak w tabeli i przetworzenie ich materiałów ma naprawdę duży wpływ na środowisko w którym żyjemy. Elektrośmieci przybywa z roku na rok, a producenci chcąc dostarczać ich coraz więcej dla społeczeństwa powiększają ten problem. Głównym czynnikiem wpływającym niekorzystnie są substancje niebezpieczne trujące naszą atmosferę np. nikielina. Takie substancje zanieczyszczają wodę, powietrze czy też glebę i powodują liczne dolegliwości zdrowotne czy zmiany nowotworowe. Kolejnym czynnikiem jest degradacja środowiska poprzez wyrzucane elektrośmieci do np. lasu, co może spowodować, że gleba przestanie rodzić plony lub zabraknie wody zdanej do picia. Następnym czynnikiem jest obieg zamknięty metali szlachetnych. Z elektroniki odzyskuje się wiele metali przede wszystkim miedź czy aluminium. Jest to bardziej korzystne dla środowiska niż eksploatowanie złóż pierwotnych, dla przykładu: uzyskanie 1kg platyny wymaga wydobycia 150 ton rudy z głębokości 1000m lub wydobycie 1g złota z ziemi wymaga usunięcia 2 ton skał przy czym muszą one zostać zmielone, przefiltrowane i poddane dalszej obróbce przez co cały ten proces ma bardzo negatywny wpływ na nasze środowisko. Dla przykładu recykling takich metali z około 5 komputerów pozwala na odzyskanie wystarczającej ilości złota do wykonania obrączek, zakupionych w Szwecji w ciągu roku.

Odpowiednio pozyskując materiały z recyklingu elektroniki walczymy również z ilością emitowanego do atmosfery dwutlenku węgla CO<sub>2</sub>. Rocznie jesteśmy w stanie zredukować ją o średnio 1,3 mln. ton, co odpowiada aż 200 000 lotów na świecie. Naszym zdaniem odpowiednie pozyskanie i przetworzenie elektroniki ma ogromny wpływ na nasze środowisko i to w jakiej kondycji będzie przez najbliższe lata.

## 8. Mocne i słabe strony układu

Mocne strony	Słabe strony
Niski koszt produkcji	Szybkie grzanie (problemem jest użycie zbyt małego radiatora)
Łatwość zamodelowania	Duża ilość elementów
Szeroka dostępność wykorzystywanych elementów	Możliwy krótki czas pracy, ze względu na temperaturę układu
Łatwość naprawy oraz niskie koszty	
Mały wpływ na środowisko	

**Tabela 8.1 – przedstawiająca zalety i wady**

## 9. Oszacowane zużycie energii przez układ w przewidzianym okresie eksploatacji:

$$\sim 9,6\text{W/h} * 8\text{h} * 30\text{ dni} = 76,8 * 30 = \mathbf{2304\text{ W} = 2,30\text{ kW}}$$

W ciągu 1 msc. Nasz układ zużyje 2,30 kW energii.

Do obliczeń wzięliśmy pod uwagę:

- Dzienny czas użytkowania układu wynoszący: 8h.
- Przewidziany okres eksploatacji układu: 1msc (30 dni).

## 10.Oszacowane energetyczne skutki serwisu w okresie eksploatacji:

Jeśli sami będziemy w stanie naprawić nasz układ w przypadku awarii, to znajdując miejsce problemu i naprawiając lub wymieniając niesprawny element, oszczędzamy na serwisie takiego układu.

Jedynym wydatkiem jest wtedy zakupiona część do wymiany oraz czas i energia włożona w trakcie naprawy. Innym skutkiem byłby również dojazd do serwisu czy dodatkowa opłata wiążąca się np. z brakiem elementu na serwisie i potrzeba zamówienia go przez Internet.

## 11.Sposób utylizacji:

Perspektywa nadchodzących lat i problem w zanieczyszczeniu środowiska dał nam wiele do myślenia. Układy, takie jak nasz, powinny być utylizowane w odpowiedni sposób, aby zapobiec większej degradacji środowiska, która ma bardzo duży wpływ zarówno na nas, jak i na przyszłe pokolenia. Aby w należyty sposób zadbać o kondycję światowej ekologii i gospodarki ważnym elementem jest recykling. W ten sposób zużyty element elektroniczny musi zostać oddany w ręce firm specjalizujących się w utylizacji takich odpadów. Dobrym przykładem są lokalne punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych (PSZOK). Pamiętajmy jednak, aby upewnić się czy zapewniają oni utylizację wszystkich elementów naszego układu. Odniesienie ma to także do innych firm zapewniających usługi utylizacyjne. Wtedy będziemy mieli pewność, że elementy sprawne zostaną poddane recyklingowi a te niebezpieczne, nienadające się do ponownego wykorzystania właściwie zutylizowane. Odzyskanie możliwie jak największej ilości takich części pozwala nie tylko na sprawną redukcję elektronicznych śmieci, lecz również dzięki temu jesteśmy w stanie chronić środowisko w którym żyjemy. Dodatkowo sami mamy możliwość sprawdzenia, które elementy naszego układu są dalej sprawne. Taką część wystarczy odpowiednio wylutować i zachować do następnego wykorzystania.



Sposób utylizacji elementów naszego układu:

Elementy możliwe do wykorzystanie wielokrotnie	Elementy konieczne do sprawdzenia przed ponownym wykorzystaniem	Elementy szczególnie niebezpieczne
Płytki uniwersalna (możliwość wylutowania elementów i zastosowania ponownie)	Tranzystor bipolarny	Kondensatory elektrolityczne (ze względu na swoją zawartość)
Przewody (w przypadku konieczności utylizacji możliwość pozyskania miedzi)	Tranzystor mosfet	
Radiator	Rezystory	
Żarówki	Kondensatory (zwracając szczególną uwagę na szczelność kondensatorów elektrolitycznych)	
Głośnik (możliwość ponownego wykorzystania. W przypadku awarii możliwość pozyskania wewnętrznych elementów lub naprawienia)		

**Tabela 11.1 – przedstawiająca sposób utylizacji układu**