

Design Laboratory

Sprawozdanie z projektu Radioodbiornik homodynowy

Sprawozdanie wykonali:

Michał Surmacz

Jan Gądek

Prowadzący: mgr Robert Smolarz

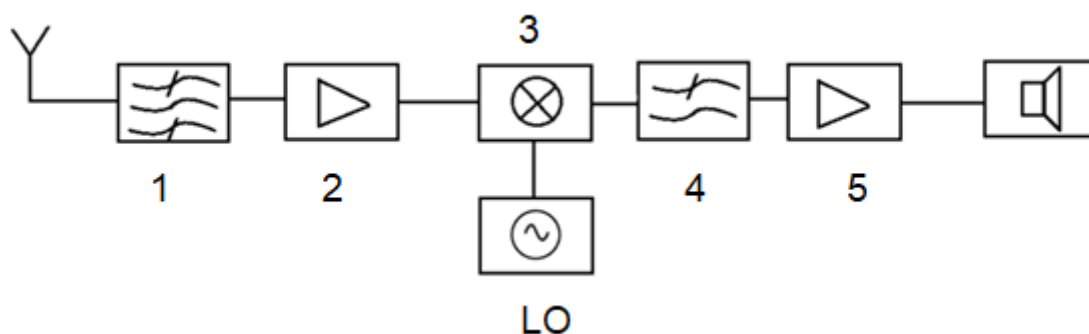
1. Cel projektu

Celem projektu było zaprojektowanie oraz wykonanie radioodbiornika homodynowego AM.

W trakcie projektu zapoznano się z zasadą działania radioodbiorników, z metodami projektowania płytek PCB oraz wykonano prototyp oraz właściwy radioodbiornik.

2. Podstawy teoretyczne

Odbiornik z konwersją bezpośrednią jest znany również jako odbiornik homodynowy, synchrodynowy lub jako odbiornik o zerowym IF. Jest to konstrukcja odbiornika radiowego, która demoduluje przychodzący sygnał radiowy za pomocą detekcji synchronicznej napędzanej przez lokalny oscylator, którego częstotliwość jest identyczna lub bardzo zbliżona do częstotliwości nośnej zamierzonego sygnału. Konstruuje to ze standardowym odbiornikiem superheterodynowym, w którym jest to osiągnięte dopiero po wstępnej konwersji na częstotliwość pośrednią.

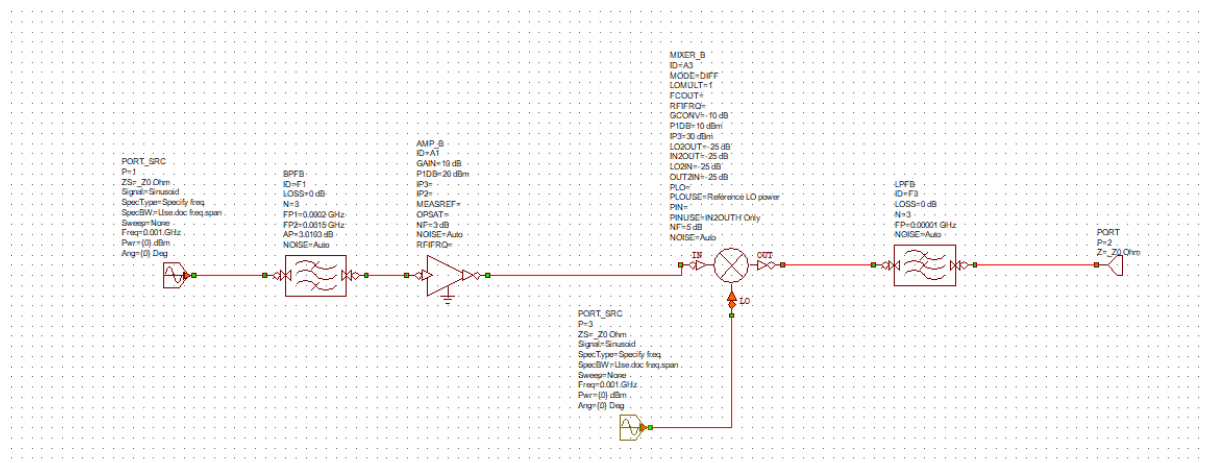


Rys 1. Schemat teoretyczny odbiornika homodynowego

Odbiorniki z bezpośrednią konwersją zazwyczaj filtrują i wzmacniają odebrany sygnał wejściowy RF (1 oraz 2). Sygnał wchodzi następnie do miksera (3) wraz z sygnałem lokalnego oscylatora (LO), który ma identyczną częstotliwość jak sygnał wejściowy RF. W ten sposób sygnał wejściowy jest konwertowany na sygnał 0 [Hz], który pojawia się na wyjściu miksera. Demodulacja występuje również podczas procesu konwersji częstotliwości. Chociaż suma częstotliwości sygnału RF i LO pojawia się również na wyjściu miksera, produkt ten jest usuwany za pomocą filtrowania dolnoprzepustowego (4), które następuje za mikserem. Zdemodulowane wyjście pasma podstawowego jest oczywiście następnie przetwarzane. Często odbiorniki z bezpośrednią konwersją są implementowane z dwoma mikserami, aby stworzyć demodulator w fazie/kwadraturze (I/Q). To samo LO napędza oba miksery. Jednak sygnały LO do każdego miksera różnią się fazą o 90 stopni. Sygnały I/Q mogą być następnie przetwarzane po etapie demodulacji.

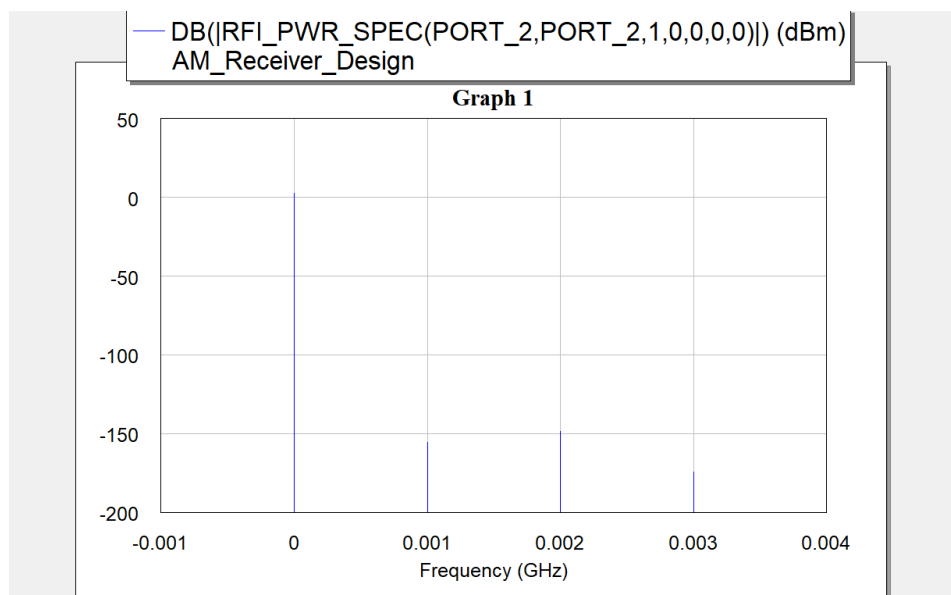
3. Przebieg projektu

Na pierwszym etapie projektu pracę rozpoczęliśmy od zaprojektowania za pomocą oprogramowania *AWR Design Enviroment* radioodbiornika homodynowego analogicznie do schematu ideowego. Poniżej zaprezentowano schemat zaprojektowanego układu:



Rys 2. Schemat radioodbiornika homodynowego w programie AWR Design

Przeanalizowano działanie powyższego układu. Na otrzymanym za pomocą symulacji wykresie potwierdzono odpowiednie działanie zaprojektowanego radioodbiornika.

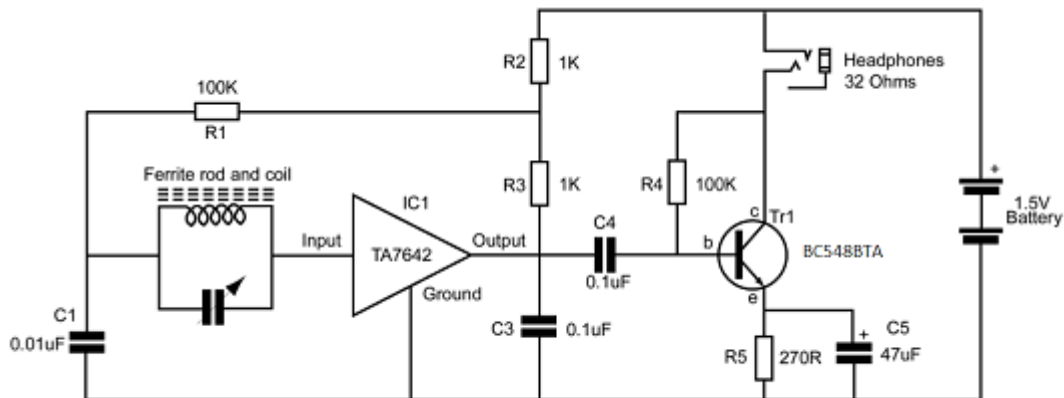


Rys 3. Symulacja radioodbiornika w AWR Design

Kolejnym etapem zgodnie z założeniami projektu powinno być zaprojektowanie kolejnych bloków radioodbiornika oraz wykonanie ich. Niestety problemy z zaprojektowaniem poszczególnych bloków spowodowały spore opóźnienia w realizacji projektu.

Aby móc zrealizować działający radioodbiornik, zmieniono założenia projektu. Zamiast projektować poszczególne bloki radioodbiornika zdecydowano aby skorzystać z gotowego układu scalonego radioodbiornika homodynowego: TA7642.

Poniżej zaprezentowano schemat za pomocą którego zrealizowano radioodbiornik:



Rys 4. Schemat wykonanego radioodbiornika homodynowego

Rolę anteny pełni tutaj cewka, która wraz z kondensatorem pozwala na przestrajanie radioodbiornika na różne częstotliwości.

Częstotliwość osiągnięta za pomocą układu LC możemy wyznaczyć z poniższego wzoru:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

Gdzie:

f – częstotliwość osiągnięta za pomocą układu LC

L – indukcyjność cewki

C – pojemność kondensatora

Indukcyjność cewki powietrznej możemy wyznaczyć ze wzoru:

$$L [\mu H] = \frac{Dn^2}{\frac{nd}{D} + 0,44}$$

Gdzie:

D – średnica cewki

n – liczba zwojów cewki

d – średnica drutu użytego w cewce

Tabele przedstawiające projektowanie cewek:

ϵ_r	Liczba zwojów	Średnica wew. [m]	Długość [m]	L [μH]
100	12	0,01	0,015	95,001
1	11	0,1	0,01375	87,085
1	100	0,1	0,125	886,683

Tabela 1. Otrzymane wyniki z obliczeń indukcyjności cewki

Gdzie:

ϵ_r – względna przenikalność elektryczna,

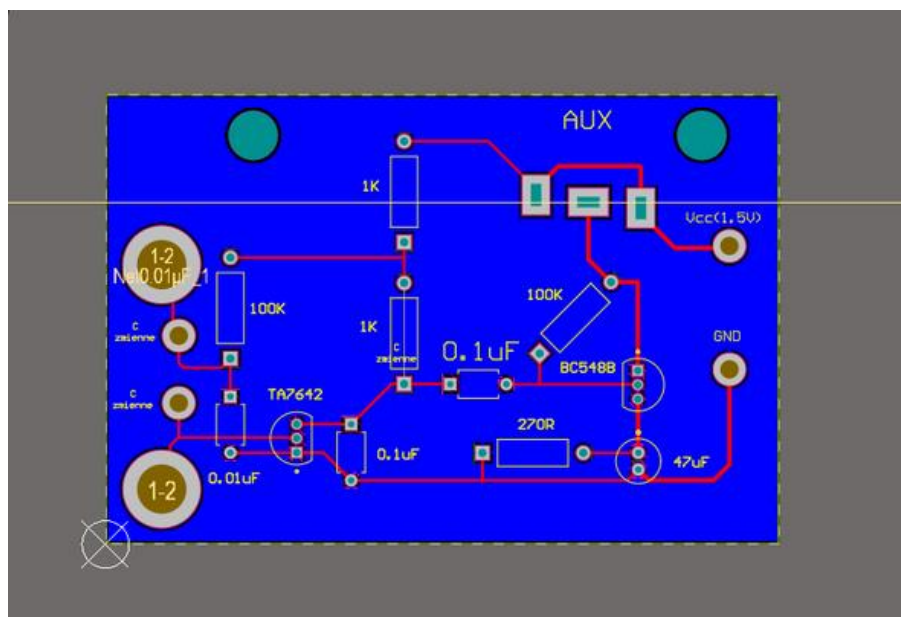
L – indukcyjność cewki

Wymagana ilość zwojów	f[Hz] dla minimalnej pojemności	f[Hz] dla maksymalnej pojemności
12,5	1,63E+06	6,67E+05
10,5	1,64E+06	6,68E+05
10,5	1,56E+06	6,36E+05
10,5	5,17E+05	2,11E+05

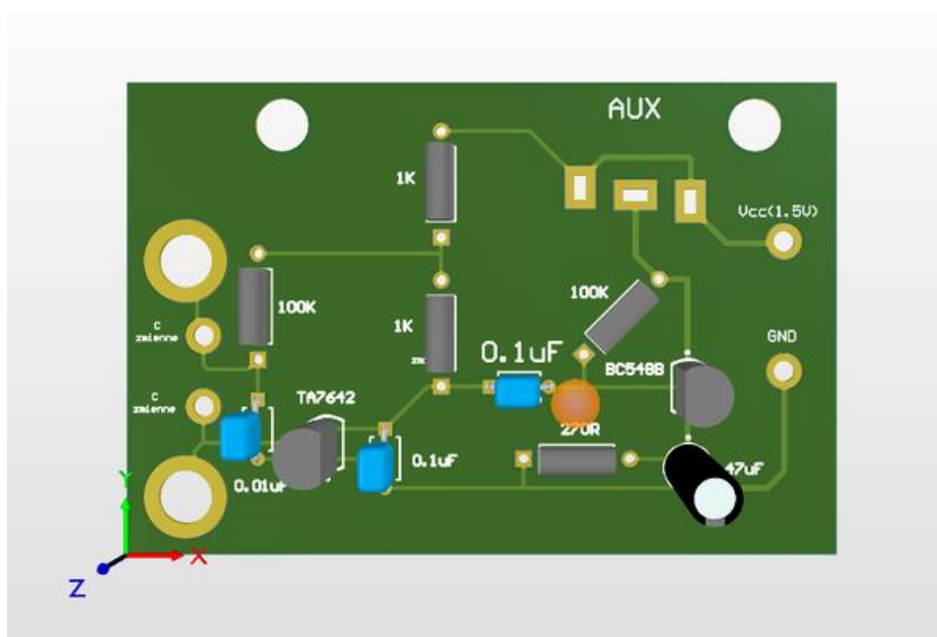
Tabela 2. Otrzymane wyniki z obliczeń zakresu częstotliwości

Na tym etapie projektu został wykonany prototyp układu i po weryfikacji stwierdzono poprawne działanie zaprojektowanego układu.

Kolejnym etapem projektu było więc wykonanie projektu płytki obwodu drukowanego. W tym celu zastosowano program *Altium Designer*. Schemat układu który zaprezentowano na Rys. 3 został odtworzony w identycznej postaci a na jego podstawie wykonano projekt płytki PCB. Efekty pracy które osiągnięto przy pracach nad projektowaniem układu PCB zaprezentowano poniżej:



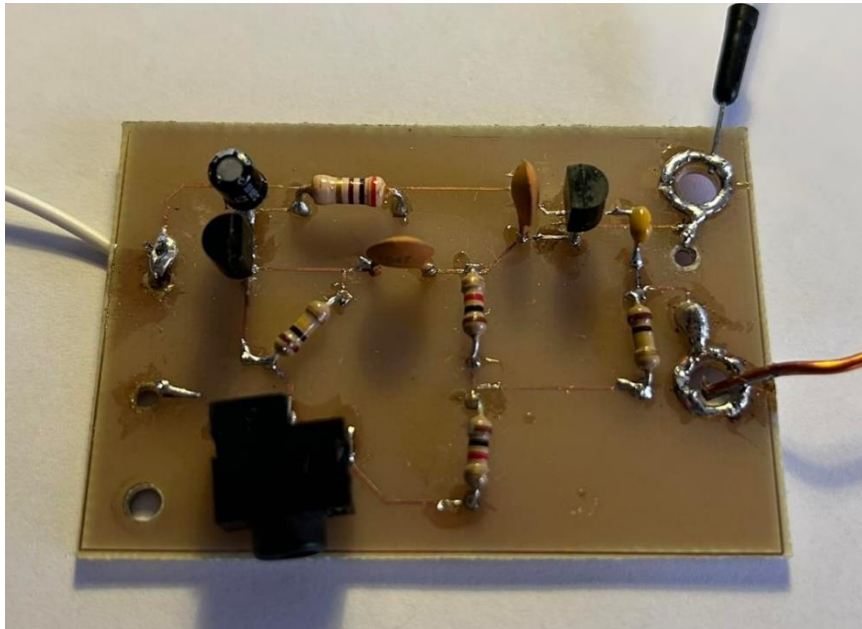
Rys 5. Schemat 2D zaprojektowany w programie Altium Designer



Rys 6. Schemat 3D wykonany w programie Altium Designer

4. Wynik projektu

Po wykonaniu rzeczywistej płytki PCB przystąpiliśmy do czynności wlutowania elementów skupionych do naszej płytki.



Rys 7. Zdjęcie płytki PCB z wlutowanymi elementami skupionymi



Rys 8. Zdjęcie wykonanej w projekcie przestrajaney cewki

Po weryfikacji działania gotowej płytki drukowanej napotkaliśmy problemy z odbiorem sygnałów. Sam układ zdaje się pracować poprawnie – po podpięciu układu do głośnika słychać szum, który jest słyszalny tylko w wypadku poprawnego działania układu.

Wspomniany problem mogły spowodować zatem:

- Źle dobrany układ oscylacyjny LC (wydaje się to mało prawdopodobne z racji na dobrą możliwość jego przestrajania)
- Jeden z elementów skupionych wlutowany do płytki nie działa poprawnie lub podczas procesu lutowania został uszkodzony

Po długim czasie prób rozwiązania problemu z brakiem odbieranego sygnału zaprzestano dalszych prób naprawy. Działający prototyp daje nam pewność że układ, który zrealizowaliśmy jest poprawny. Dalszym etapem rozwoju byłaby zamówienie i zamiana komponentów użytych w układzie by mieć pewność ich poprawnego działania a jeżeli nadal występował by ten sam problem – kierowałoby nas to w kierunku złego wykonania cewki za pomocą, której odbieramy sygnał.

5. Źródła

- <https://ieeexplore-1ieee-1org-1000047nd0225.wbg2.bg.agh.edu.pl/document/4673486>
- <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1131823/ETC1/TA7642.html>
- <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/heterodyne-receiver-versus-homodyne-receiver.html>