



Politechnika Warszawska

Wydział Elektryczny
Laboratorium Teletechniki

Skrypt do ćwiczenia T.10

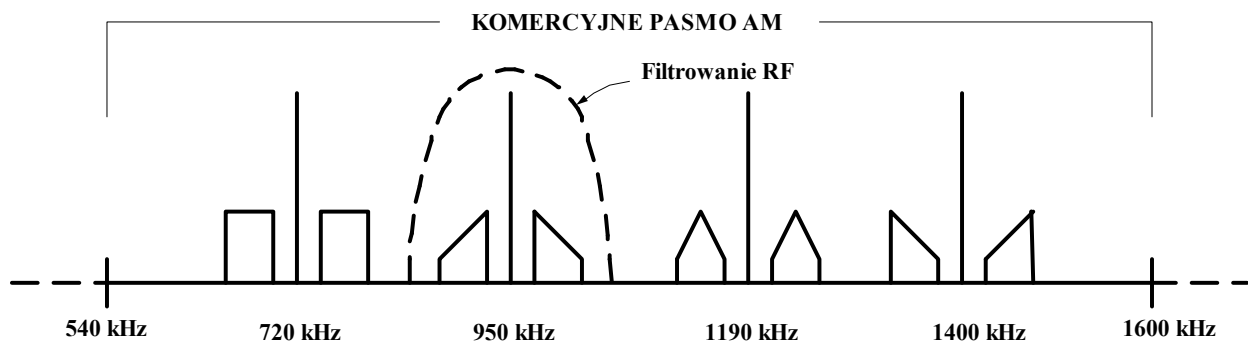
Odbiór sygnałów AM – odpowiedź częstotliwościowa stopnia
RF

1. Odbiór sygnałów AM – odpowiedź częstotliwościowa stopnia RF

Ćwiczenie to ma na celu zapoznanie się z charakterystyką odpowiedzi częstotliwościowej stopnia RF Odbiornika AM / DSB.

1.1. Część teoretyczna

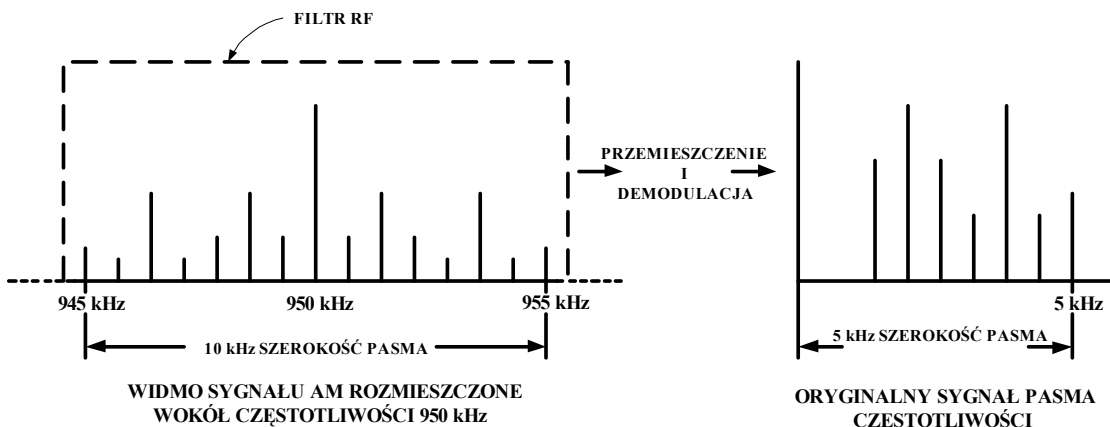
Procesowi modulacji amplitudy towarzyszy przesunięcie częstotliwości sygnału wiadomości do pozycji wokół fali nośnej w widmie częstotliwości. Oznacza to, że kilka stacji z różnymi częstotliwościami fali nośnej może nadawać informacje w tym samym czasie w określonym paśmie częstotliwości AM. Rysunek 1.1 ilustruje powyższą sytuację i przedstawia widmo częstotliwości czterech różnych stacji AM.



Rysunek 1.1. Widmo częstotliwości dla czterech różnych stacji AM.

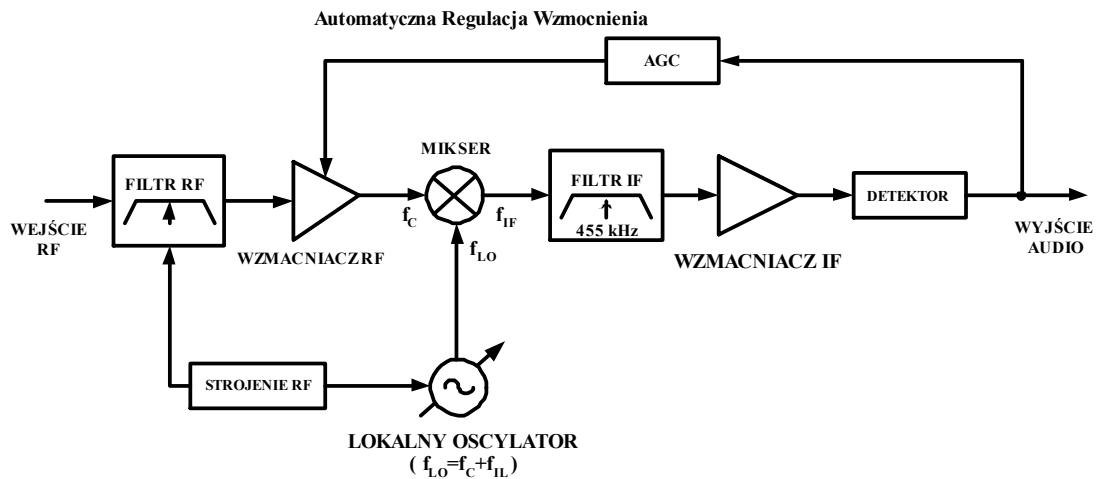
Odbiornik sygnału zmodulowanego AM musi potrafić wybrać lub wyselekcjonować pożądaną stację a następnie odtworzyć nadawaną informację. Idea odbioru została przedstawiona na rysunku 1.2. Pożądana stacja nadaje na częstotliwości (nośnej) 950 kHz, w celu odzyskania nadawanej informacji wymagane są takie podstawowe operacje jak:

- odfiltrowanie tylko pasma częstotliwości z częstotliwością nośną o wartości 950 kHz,
- powrót zawartości częstotliwości sygnału wiadomości w jej pierwotną pozycję w widmie częstotliwości.



Rysunek 1.2. Odzyskanie nadawanej informacji.

Typ odbiornika (AM/DSB), który używany jest w Treningowym Systemie Telekomunikacji Analogowej nazywany jest odbiornikiem superheterodynowym. Uproszczony schemat blokowy tego odbiornika został przedstawiony na rysunku 1.3.



Rysunek 1.3. Uproszczony schemat blokowy odbiornika superheterodynowego.

Działanie odbiornika superheterodynowego nie jest skomplikowane:

Podawane na jego wejście sygnały wysokiej częstotliwości zawierające sygnał niosący informację zostają poddane filtracji w celu wyodrębnienia częstotliwości pożądanego stacji. W tym celu wykorzystywany jest lokalny oscylator (ang. *local oscillator - LO*) sterujący układem strojenia częstotliwości radiowej (ang. *radio frequency*). Układ strojenia częstotliwości wpływa na wartość częstotliwości filtrowanej poprzez filtr RF (ang. *RF filter*), proces ten może być porównany do przemieszczenia „okna filtrującego” w widmie częstotliwości. W momencie, gdy „okno” umieszczone jest na pożądanym wartości częstotliwości nośnej, proces wyboru stacji jest zakończony, a wybrany sygnał częstotliwości jest następnie wzmacniany przed poddaniem go na mikser. Lokalny generator (ang. *local oscillator - LO*) zaprojektowany jest w ten sposób, że jego częstotliwość f_{LO} jest większa o 455 kHz (częstotliwość pośrednia) w porównaniu z częstotliwością wybranego sygnału f_c . Układ strojenia częstotliwości (ang. *RF tuning*) w tym samym czasie reguluje częstotliwość LO oraz częstotliwość środkową filtru RF (ang. *RF filter*). Wynikiem tego jest stałość częstotliwości pośredniej (ang. *intermediate frequency - IF*) dla wszystkich stacji ($f_{LO} = f_c + f_{IF}$).

Miksowanie wyselekcjonowanego sygnału częstotliwości z sygnałem LO powoduje wytworzenie sumy i różnicy częstotliwości f_c i f_{LO} (obydwu sygnałów wejściowych) na wyjściu miksera. Filtr IF (ang. *IF filter*) pozwala na odfiltrowanie tylko ich różnicy, czyli częstotliwości f_{IF} . Następnie odfiltrowany sygnał poddany jest procesowi detekcji w celu odzyskania oryginalnego sygnału informacji. Układ automatycznej regulacji wzmacnienia (ang. *automatic gain control - AGC*) przez kontrolę wzmacnienia wzmacniacza RF (*RF amplifier* – ang.) pozwala utrzymać stały poziom wartości sygnału wyjściowego. W niektórych odbiornikach układ AGC kontroluje również wzmacnienie wzmacniacza IF (ang. *IF amplifier*). Zadaniem automatycznej regulacji wzmacnienia w odbiornikach sygnału radiowego jest utrzymanie stałej mocy wyjściowej doprowadzonej do głośnika przy wahaniami natężenia pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez nadajniki. Zastępuje ona ręczną regulację wzmacnienia przy zmianach napięć odbieranych sygnałów w.cz. Dzięki wprowadzeniu automatycznej regulacji wzmacnienia:

- uproszczona jest obsługa odbiornika,
- unika się przesterowania odbiornika, a więc zniekształceń odbieranych sygnałów,
- zmniejsza się wpływ wahań natężenia pola.

Automatyczna regulacja wzmacnienia polega zwykle na regulacji wzmacnienia tranzystorów we wzmacniaczach wielkiej częstotliwości (i pośredniej częstotliwości).

Szybkość reagowania ARW powinna być ograniczona i dostosowana do danego rodzaju odbieranych sygnałów.

Do odbioru sygnału zmodulowanego AM używany jest odbiornik superheterodynowy, taki jak Odbiornik AM / DSB, realizujący cztery główne funkcje:

- wybór pożądanej stacji,
- przesunięcie częstotliwości sygnału wejściowego do częstotliwości pośredniej,
- odfiltrowanie i wzmocnienie sygnału częstotliwości pośredniej IF (ang. *intermediate frequency - IF*),
- demodulacja informacji zawartej w sygnale IF.

Jednym z celów wykonywania tego ćwiczenia jest zapoznanie się z działaniem członu RF odbiornika – szczególnie filtru RF. Filtr RF przepuszcza sygnał jedynie o częstotliwościach z zakresu leżącego wokół wybranej częstotliwości nośnej. Sygnał z filtru jest następnie poddawany miksowaniu z sygnałem lokalnego oscylatora. Ważną kwestią dla filtru RF jest szerokość pasma. Jeżeli sygnał wiadomości zawiera częstotliwości do 5 kHz, wtedy szerokość pasma filtru RF musi w ostateczności wynosić 10 kHz. Dzieje się tak ponieważ, sygnał AM składa się z dwóch wstęg bocznych, USB (wyższa wstęga boczna, ang. *Upper Side Band - USB*) i LSB (niższa wstęga boczna, ang. *Lower Side Band - LSB*). Obie wstęgi boczne zawierają transmitowaną tę samą informację, co powoduje, że w procesie modulacji amplitudy dla transmisji sygnału wiadomości podwajana jest konieczna szerokość pasma. Zwykle Odbiornik AM potrzebuje obydwu wstęg bocznych do demodulacji właściwego sygnału. Rysunek 1.2, przedstawia szerokość pasma sygnału AM wynoszącą $955 - 945 = 10$ kHz dla sygnału pasma podstawowego zawierającego sygnały o częstotliwości do 5 kHz.

Nowe terminy

Układ automatycznej regulacji wzmocnienia (ang. *automatic gain control - AGC*) – układ lub proces wykorzystywany do utrzymania stałego poziomu sygnału wyjściowego odbiornika, bez względu na zmiany w amplitudzie sygnału doprowadzonego do odbiornika (sygnału wejściowego).

Demodulacja – proces odtwarzania informacji zawartej w zmodulowanym sygnale; nazywany również detekcją.

Detektor – układ lub urządzenie dokonujące procesu demodulacji.

Stopień IF (ang. *IF stage*) – część układu odbiornika zawierające się pomiędzy mikserem a stopniem detektora. Stopień ten działa na stałej częstotliwości pośredniej f_{IF} .

Częstotliwość lustrzana (ang. *image frequency - f_{IMAGE}*) – w odbiornikach heterodynowych równa jest wartości częstotliwości stacji (f_c) plus podwójna wartość częstotliwości pośredniej ($f_{IMAGE} = f_c + 2f_{IF}$)

Stopień RF (ang. *RF stage*) – stopień wejściowy odbiornika, w którym odbywa się wstępna selekcja, odfiltrowanie i wzmocnienie sygnału.

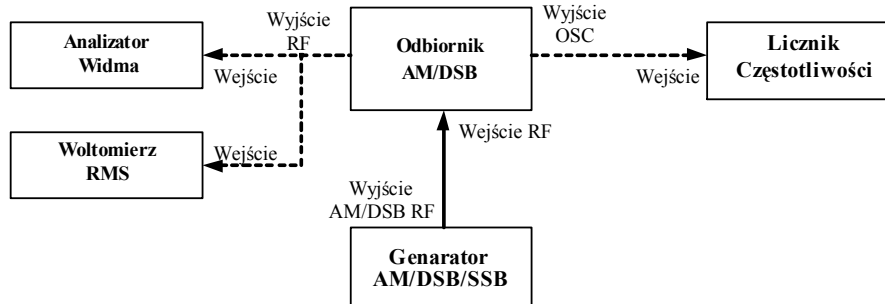
1.2. Część praktyczna

Opis ćwiczenia

Celem wykonania ćwiczenia jest zapoznanie się z zasadą działania filtru RF, przez stworzenie prostego sytemu telekomunikacyjnego oraz zastosowanie Analizatora Widma do przeprowadzenia obserwacji odpowiedzi częstotliwościowej filtru.

Na rysunku 1.4 zostały pokazane urządzenia wykorzystywane w ćwiczeniu. Składają się na nie:

- Zasilacz / Dwukanałowy wzmacniacz audio (ang. *Power Supply / Dual Audio Amplifier*)
- Licznik częstotliwości (ang. *Frequency Counter*)
- Woltomierz rzeczywistej wartości RMS (ang. *True RMS Voltmeter*)
- Analizator Widma (ang. *Spectrum Analyzer*)
- Generator AM / DSB / SSB (ang. *AM / DSB / SSB Generator*)
- Odbiornik AM / DSB (ang. *AM / DSB Receiver*)



Rysunek 1.4. Schemat ideowy przedstawiający połączenia pomiędzy urządzeniami wykorzystywanymi w ćwiczeniu.