



Politechnika Łódzka

Instytut Elektroniki

Łączność bezprzewodowa

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Łukasz Januszkiewicz

Ćwiczenie 3. Analiza zakłóceń wspólnokanałowych

Celem ćwiczenia jest:

- zapoznanie się ze zjawiskiem interferencji międzykanałowej,
- nauka analizy zakłóceń wspólnokanałowych za pomocą oprogramowania Radio Mobile

1. Literatura:

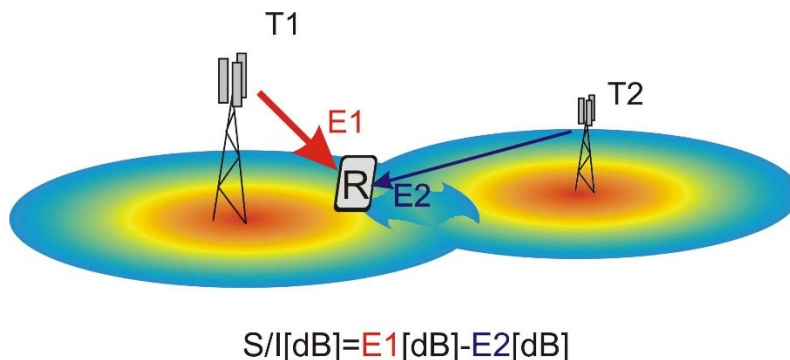
1. RECOMMENDATION ITU-R BS.412-9 Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF
2. Gordon L. Stüber, "Principles of Mobile Communication", Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2002.

2. Zakres ćwiczenia.

W tym ćwiczeniu przedstawione zostanie pojęcie zakłóceń wspólnokanałowych oraz sposób ich symulacji w oprogramowaniu Radio Mobile.

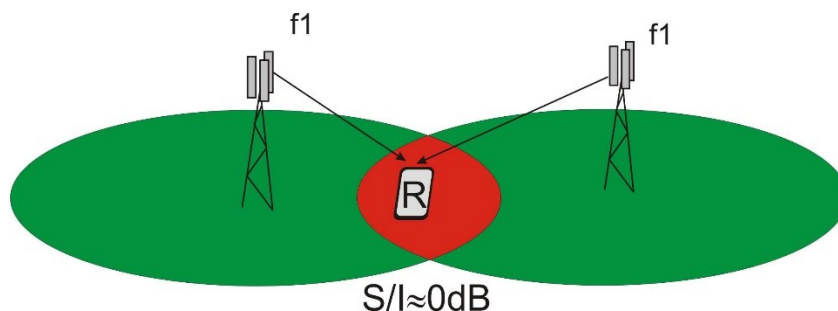
Zakłócenia wspólnokanałowe to sygnały odbierane przez odbiornik na częstotliwości kanału, na którym pracuje najbliższa stacja obsługująca dany obszar ('komórkę') ale pochodzące od innej, bardziej oddalonej stacji. Taki sygnał nakłada się na sygnał roboczy stacji obsługującej odbiornik, uniemożliwiając prawidłowy odbiór. Zakłócenia wspólnokanałowe są powodowane przez wielokrotne wykorzystanie tych samych częstotliwości w systemie bezprzewodowym, w którym kilka stacji bazowych korzysta z tego samego zestawu

częstotliwości. Takie stacje bazowe nazywane są stacjami wspólnokanałowymi. Sygnały pochodzące z najbliższych stacji wspólnokanałowych mogą powodować zakłócenia w obszarze danej komórki. Schematycznie zakłócenie wspólnokanałowe w komórce obsługiwanej przez nadajnik T1 pochodzące od stacji T2 pracującej na tej samej częstotliwości przedstawiono na rysunku 1. Na rysunku zdefiniowano również miarę poziomu zakłóceń jaką jest stosunek sygnału stacji bazowej do zakłócenia (S/I). Dla każdego systemu bezprzewodowego maksymalny poziom zakłóceń określony jest za pomocą parametru S/I.

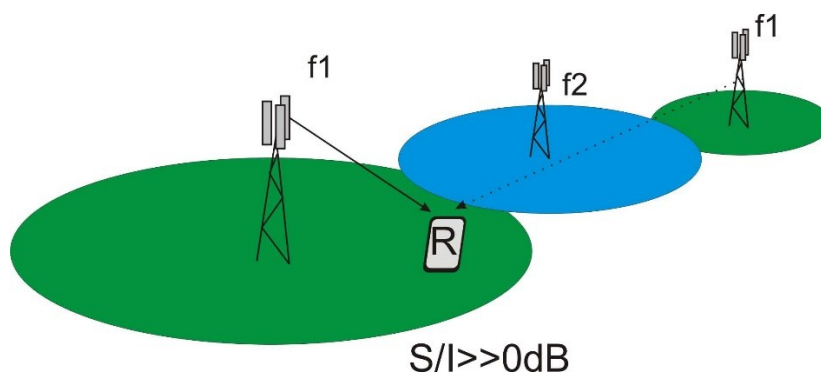


Rys.1. Zakłócenie wspólnokanałowe

W przypadku stacji bazowych sąsiadujących ze sobą, nie należy wykorzystywać tych samych częstotliwości, ponieważ na granicy zasięgów obu stacji wystąpi obszar o bardzo dużym poziomie interferencji (co pokazano na rysunku 2). Aby tego uniknąć, należy stosować inne częstotliwości w sąsiadujących ze sobą stacjach, a stacje wspólnokanałowe należy od siebie odseparować (co pokazano na rysunku 3).



Rys.2. Zakłócenie wspólnokanałowe na granicy zasięgów stacji wykorzystujących te same częstotliwości f1



Rys.3. Redukcja zakłóceń wspólnokanałowych po przez separację stacji wykorzystujących te same częstotliwości f1

Zakłóceń wspólnokanałowych nie można zredukować poprzez zwiększenie mocy nadajnika pracującego we własnej komórce. Dzieje się tak, ponieważ wzrost mocy nadawania zwiększy zakłócenia na obszarze najbliższych komórek wspólnokanałowych. Aby zmniejszyć ten rodzaj zakłóceń, komórki wykorzystujące te same kanały muszą być rozmieszczone w takiej odległości od siebie, aby zapewnić wystarczającą separację ich sygnałów. Inne czynniki (inne niż odległość komórek), które wpływają na zakłócenia wspólnokanałowe, to typ anteny, jej kierunkowość, wysokość zawieszenia, ukształtowanie terenu itp.

W tym ćwiczeniu przeanalizujemy zakłócenia wspólnokanałowe w systemie rozszewczym FM w paśmie VHF [1]. Do symulacji zasięgów należy przyjąć minimalne wartości natężeń pola podane w Tabeli 1 [1].

Tab. 1. Minimalne wartości natężenia pola w systemie FM

Areas	Services	
	Monophonic dB(μ V/m)	Stereophonic dB(μ V/m)
Rural	48	54
Urban	60	66
Large cities	70	74

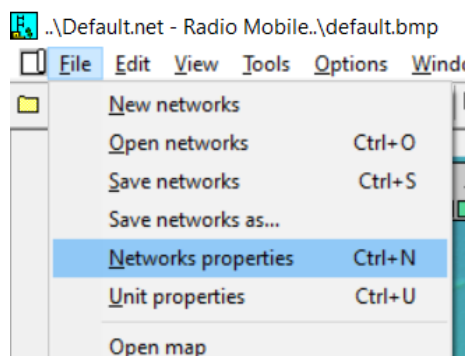
Dla systemu FM, maksymalny poziom zakłóceń wspólnokanałowych określony został w rekomendacji ITU-R [1] za pomocą stosunku sygnału do zakłócenia („Radio-frequency protection ratio (dB)”). W ćwiczeniu należy przyjąć, że maksymalna wartość S/I dla systemu FM w trybie monofonicznym wynosi 36 dB.

3. Przebieg ćwiczenia

3.1. Konfiguracja systemu nadawczego

Ćwiczenie można wykonać wykorzystując mapę dowolnego obszaru, tak aby parametr „Height” w oknie „Map properties” wyniósł 100 km.

Parametry systemu transmisyjnego należy skonfigurować w menu File > Networks properties:



Następnie w oknie „Network Properties” zaznaczamy w lewym panelu nazwę sieci Net 1 i definiujemy jej parametry, jak pokazano w oknie poniżej. Nazwę sieci definiujemy jako (Net name): FM Broadcast, Zakres częstotliwości 87 – 107 MHz, rodzaj analizy (Mode variability)

Broadcast.

Networks properties

List of all nets

- FM Broadcast
- Net 2
- Net 3
- Net 4
- Net 5
- Net 6
- Net 7
- Net 8
- Net 9
- Net 10
- Net 11
- Net 12
- Net 13
- Net 14
- Net 15
- Net 16
- Net 17
- Net 18
- Net 19
- Net 20
- Net 21
- Net 22
- Net 23
- Net 24
- Net 25

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

Parameters Topology Membership Systems Style

Net name: FM Broadcast

Minimum frequency (MHz): 87

Maximum frequency (MHz): 107

Polarization: ☒ Vertical ☐ Horizontal

Mode of variability: ☐ Spot ☐ Accidental ☐ Mobile ☒ Broadcast

% of time: 50

% of locations: 50

% of situations: 70

Surface refractivity (N-Units): 301

Ground conductivity (S/m): 0,005

Relative ground permittivity: 15

Climate: ☐ Equatorial ☐ Continental sub-tropical ☐ Maritime sub-tropical ☐ Desert ☒ Continental temperate ☐ Maritime temperate over land ☐ Maritime temperate over sea

W zakładce „Memebership” zaznaczamy, które stacje bazowe (jeszcze nie umieszczone na mapie) należą do wybranego systemu. Zaznaczamy 10 stacji bazowych. Stacje od „Unit 1” do „Unit 9” będą pełnić rolę nadajników, których anteny umieszczone będą 40 m nad ziemią (opcja > „antenna height” > „Other” 40m). Terminal „Unit 10 będzie miał funkcję terminala mobilnego. W jego przypadku zaznaczamy „Antenna height” > System.

Networks properties

List of all systems

- FM broadcast
- System 2
- System 3
- System 4
- System 5
- System 6
- System 7
- System 8
- System 9
- System 10
- System 11
- System 12
- System 13
- System 14
- System 15
- System 16
- System 17
- System 18
- System 19
- System 20
- System 21
- System 22
- System 23
- System 24
- System 25

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

Parameters Topology Membership Systems Style

System name: FM broadcast

Transmit power (Watt): 100 (dBm): 50

Receiver threshold (µV): 1 (dBm): -107

Line loss (dB): 0,5 (Cable+cavities+connectors)

Antenna type: omni.ant View

Antenna gain (dBi): 2 (dBd): -0,15

Antenna height (m): 10 (Above ground)

Additional cable loss (dB/m): 0 (If antenna height differs)

Add to Radiosys01.dat Remove from Radiosys01.dat

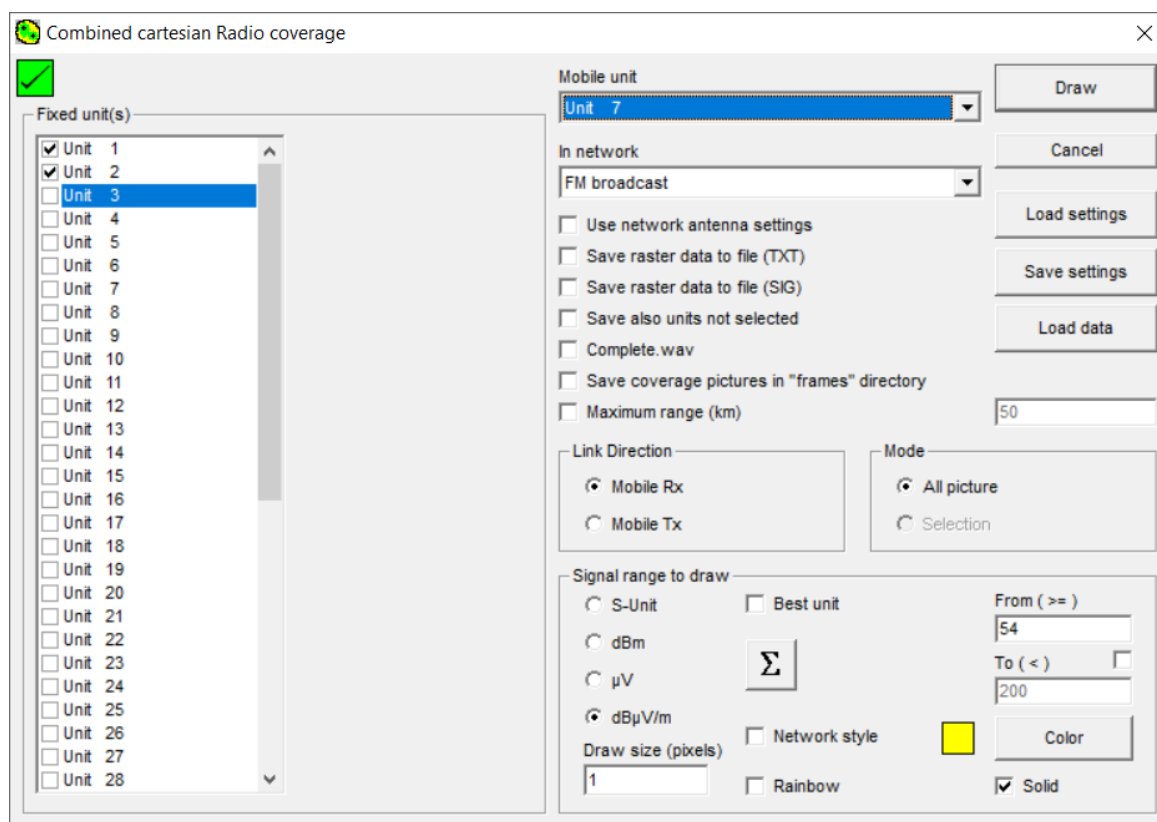
3.2. Analiza zasięgu systemu wykorzystującego wiele stacji bazowych

W wybranym miejscu na mapie, w którym ma zostać zlokalizowana stacja bazowa należy ustawić kursor. Początkowo należy wybrać płaski fragment terenu bez zabudowy. Należy przeprowadzić symulację zasięgu pojedynczej stacji bazowej (menu: Tools>radio coverage>single polar) tak aby oszacować jej zasięg. Minimalne natężenie pola należy ustawić tak jak w ćwiczeniu 1, na 54 dB μ V/m.

Następnie należy umieścić 8 kolejnych stacji bazowych, tak aby pokryć dostępem do sygnału jak największy, spójny obszar. Nowe stacje powinny być tak ustawione aby wybrany, spójny obszar został pokryty sygnałem umożliwiającym odbiór sygnału przez odbiornik ruchomy (unit 10). Parametry 8 dodanych stacji powinny być takie same jak w przypadku pierwszej stacji.

Łączny zasięg kilku stacji bazowych można obliczyć za pomocą menu: Tools>radio coverage>Combined Cartesian. Łatwiej zaplanować ułożenie nadajników, dokonując nowych symulacji za każdym razem, po dostawieniu kolejnej stacji bazowej. Poniżej znajduje się widok okna do symulacji łącznego zasięgu stacji 1 i 2, po dostawieniu stacji 2 (unit 1 i unit 2 są zaznaczone jako „Fixed Units”).

Aby przyspieszyć wykonanie mapy z łącznym zasięgiem wielu stacji podczas dokonywania zmian w projekcie, można wykonać obliczenia dla rastra obejmującego kilka pikseli. W tym przypadku zmieniamy parametr „Draw size (pixels)” z 1 na np. 5. Końcowy rezultat planowania sieci warto jednak wykonać na dokładnej mapie (1 piksel).



Należy przeprowadzić symulację łącznego zasięgu wszystkich 9 stacji bazowych. Stacje należy skonfigurować (dobrać lokalizację, moc nadajnika, typ anteny etc.) aby na całym obszarze był dostęp do usługi. W celu zapewnienia spójnego pokrycia wybranego obszaru może być konieczna zmiana początkowego położenia stacji bazowych. Można to zrobić ustawiając kursor w nowym miejscu i wybierając menu „Units properties”, dla wybranego

nadajnika „unit” nacisnąć na przycisk „place unit at cursor position”.

3.3. Analiza zakłóceń wspólnokanałowych

Zakłócenia wspólnokanałowe występujące pomiędzy 2 stacjami można przeanalizować korzystając z menu Tools>Radio Coverage>Interference. W oknie „Interference Radio coverage” można skonfigurować parametry analizy zakłóceń. Z listy „Wanted” wybieramy, który nadajnik obsługuje analizowany obszar. Z listy „interferer” wybieramy, który nadajnik traktujemy jako zakłócający. Terminal ruchomy ustalmy na „Unit 10”.

Analiza uwzględnia minimalny poziom sygnału odebranego od stacji obsługującej, który ustalamy parametrem „Minimum signal”, w naszym przypadku 54 dBμV/m. Parametr „Minimum S/I” określa minimalny dopuszczalny poziom separacji sygnału roboczego od zakłócenia. Ten parametr ustalmy na 36 dB.

W rezultacie analizy, kolorem czarnym pokazane zostaną obszary, w których poziom zakłóceń jest mniejszy niż dopuszczalny, a kolorem czerwony takie obszary dla których zakłócenia są zbyt duże mimo wystarczającego poziomu sygnału od stacji obsługującej.

Warunkiem prawidłowego funkcjonowania systemu wykorzystującego wiele stacji bazowych, jest zapewnienie na całym obszarze co najmniej minimalnego natężenia pola oraz brak zakłóceń wspólnokanałowych (brak „czerwonych” obszarów dla każdej ze stacji).

4. Zadania do samodzielnej realizacji

W ramach ćwiczenia należy zaprojektować system składający się z 9 nadajników, który spójnie (bez obszarów, gdzie usługa nie jest dostępna) pokrywa dowolnie wybrany obszar

terenu. Dla tego systemu należy zaproponować, które stacje mogą wykorzystać tę samą częstotliwość.

Przygotowując sprawozdanie należy pokazać łączny zasięg 9 stacji bazowych. Następnie należy dokonać analizy zakłóceń między nimi:

- a. Należy zbadać poziom zakłóceń wspólnokanałowych pomiędzy stacjami sąsiadującymi, przy założeniu że pracują na tej samej częstotliwości (przypadek niedopuszczalny). Wynik będzie ilustrował sytuację pokazaną poglądowo na rysunku 2.
- b. Następnie należy zaproponować, które z pośród 9 stacji bazowych mogłyby wykorzystywać te same częstotliwości, zachowując wymagany poziom interferencji. Należy pokazać wynik symulacji zakłóceń wspólnokanałowych dla zaproponowanego sposobu alokacji kanałów.
- c. Należy powtórzyć analizę dla zwiększonej mocy nadajników do 200 W ale z zastosowaniem anten kierunkowych.