



Łączność bezprzewodowa

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Łukasz Januszkiewicz

Ćwiczenie 5. Projektowanie łączy mikrofalowych

Celem tego ćwiczenia jest:

- przedstawienie podstaw projektowania mikrofalowych łączy danych,
- przedstawienie sposobu projektowania łączy mikrofalowych w oprogramowaniu Radio Mobile.

1. Literatura:

Gordon L. Stüber, “Principles of Mobile Communication”, Second Edition, Kluwer Academic Publishers, 2002

2. Zakres ćwiczenia.

W tym ćwiczeniu przedstawione zostały podstawy bezprzewodowych systemów transmisyjnych typu punkt-punkt wykorzystujących pasma mikrofalowe. Łącze mikrofalowe to system telekomunikacyjny wykorzystujący fale elektromagnetyczne o wysokiej częstotliwości do przesyłania danych z dużą szybkością między dwoma punktami. Łąca mikrofalowe są powszechnie używane do przesyłania danych między stacjami bazowymi lub do szybkiego połączenia punkt-punkt, gdy nie ma dostępnego światłowodu w trudnym terenie jak np. zbocza gór (rys. 1).

Ze względu na stosowane wysokie częstotliwości fal, wymagana jest w tym przypadku nieprzesłonięta droga pomiędzy antenami (rys.2). Dodatkowo, aby uniknąć dodatkowego tłumienia fal, obszar wokół wiązki zwany pierwszą strefą Fresnela musi być wolny od przeszkód. Ich obecność w tej strefie powoduje znaczne zwiększenie tłumienia w łączy. Dlatego anteny umieszczane są na wysokich szczytach górskich lub na wysokich budynkach.

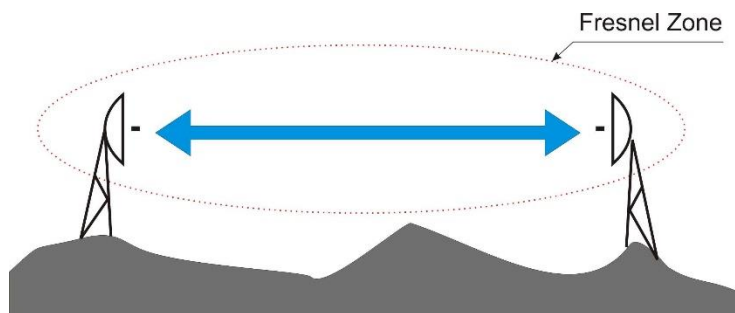
Strefa Fresnela to elipsoidalny obszar w przestrzeni pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem. Jeśli znajdują się w niej przeszkody lub obiekty odbijające to fale mogą podążać od nadajnika do odbiornika innymi ścieżkami. W rezultacie fale docierają do odbiornika w różnym czasie i będą przesunięte w fazie ze względu na różne długości ścieżek.

W zależności od wielkości przesunięcia fazowego wynikającego z różnicy dróg, fale mogą nakładać się ze wzmacnieniem lub wytłumieniem. Rozmiar strefy Fresnela i jej ułożenie pozwala projektantowi przewidzieć w jakim stopniu przeszkody lub obiekty w obszarze łącza wpłyną na tłumienie sygnału. Więcej informacji można znaleźć na stronie:

http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:Propagation_calculation:Fresnel_zones



Rys.1. Anteny łączy mikrofalowych.



Rys.2. Strefa Fresnela w łączy mikrofalowym..

3. Przebieg ćwiczenia

W tym ćwiczeniu można korzystać z dowolnego regionu mapy wybierając obszar, który ma 50 km wysokości. Należy skonfigurować sieć łącza radiowego, która składa się z dwóch terminali, ponieważ modelowane będzie łącze pracujące w trybie punkt-punkt.

Częstotliwość pracy (w oknie „Networks properties”) należy ustawić w zakresie od 10 GHz do 11 GHz. Zysk anteny powinien być większy niż 20 dBi (w trakcie realizacji ćwiczenia należy sprawdzić różne wartości), moc nadawania 50 W, a czułość odbiornika powinna wynosić -105 dBm. Należy zastosować następujące parametry:

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all systems

- Radio Link
- 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

Parameters Topology Membership Systems Style

01 Select from FM ...

System name Radio Link

Transmit power (Watt) 50 (dBm) 47

Receiver threshold (μ V) 1,2589 (dBm) -105

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

Antenna type omni.ant View

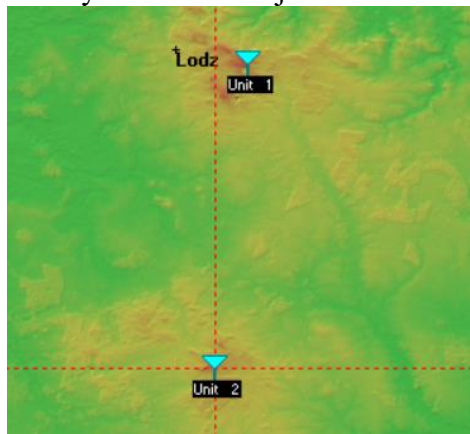
Antenna gain (dBi) 20 (dBd) 17,85

Antenna height (m) 10 (Above ground)

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

Add to Radiosys01.dat Remove from Radiosys01.dat

Należy umieścić stacje bazowe w najwyższych punktach terenu:



Następnie, należy nacisnąć przycisk „radio link”.



Okno „Radio Link” przedstawia profil terenu wzdłuż linii łączącej dwa transceivery oraz naniesione na profil terenu strefy Fresnela. Parametry transmisji obliczone dla danej konfiguracji łącza prezentowane są nad profilem terenu. Pod profilem terenu wyświetlane są parametry terminali. W tym polu można zmieniać wysokość anteny oraz częstotliwość.

Radio Link

Edit View Swap

Azimuth=186,25°	Elev. angle=0,040°	Clearance at 25,48km	Worst Fresnel=1,6F1	Distance=27,77km
Free Space=141,7 dB	Obstruction=-0,2 dB TR	Urban=0,0 dB	Forest=0,0 dB	Statistics=6,3 dB
PathLoss=147,8dB (1)	E field=76,3dBμV/m	Rx level=-61,8dBm	Rx level=182,20μV	Rx Relative=43,2dB

Transmitter

S9+20

Unit 1

Role

Command

Tx system name

Radio Link

Tx power

50 W

46,99 dBm

Line loss

0,5 dB

Antenna gain

20 dBi

17,8 dBd

Radiated power

EIRP=4,46 kW

ERP=2,72 kW

Antenna height (m)

10

-

+

Undo

Receiver

S9+20

Unit 2

Role

Command

Rx system name

Radio Link

Required E Field

33,13 dBμV/m

Antenna gain

20 dBi

17,8 dBd

Line loss

0,5 dB

Rx sensitivity

1,2589μV

-105 dBm

Antenna height (m)

10

-

+

Undo

Net

link

Frequency (MHz)

Minimum

10000

Maximum

11000

Projektując łącze mikrofalowe, ważne jest, aby korzystać z konfiguracji zapewniającej widoczność optyczną anten tzw. system „line-of-sight”. Aby przewidzieć, gdzie ten warunek może zostać spełniony, można skorzystać z narzędzia „Visual Coverage”. Z menu: Tools > Visual Coverage należy otworzyć okno konfigurujące obliczenia pokrycia z warunkiem widoczności anten (brak przysłonięcia):

Visual coverage

Observer

Unit 1

Sensor height above ground (m)

2

Azimuth range

Minimum (°)

0

Maximum (°)

360

Step (°)

1

Elevation angle range

Minimum (°)

-89

Maximum (°)

89

Target

☒ Nap-of-the-earth
 ☐ Fixed altitude

Target height above ground (m)

2

Radial range

Min. (km)

0,01

Max. (km)

50

Plot

☐ Contour line

Color

☒ Fill area

Color

☐ Solid

Color

Draw

Cancel

4

4. Analiza czynników wpływających na parametry łącza radiowego (zadania do samodzielnej realizacji)

4.1 Przesłonięcie strefy Fresnela

Należy przeprowadzić symulacje dwóch systemów, które działają w przybliżeniu w tej samej odległości. Pierwszy system powinien mieć pierwszą strefę Fresnela bez występujących w niej przeszkód. W drugim systemie teren powinien znajdować się wewnątrz pierwszej strefy Fresnela. Należy użyć narzędzia zasięgu wizualnego („visual coverage”), aby określić lokalizację nadajników, które spełnią te dwa wymagania. Parametr jakim jest wysokość zawieszenia anteny ma wpływ na lokalizację strefy Fresnela względem przeszkód terenowych. Należy dobrać ten parametr, aby strefa Fresnela była przysłonięta lub nie.

Należy porównać tłumienie w łączy („path loss”) i poziom mocy odebranej dla każdego systemu.

4.2. Zysk anten

Należy wykonać symulacje łącza stosując anteny o różnym zysku (od 20 dBi do 60 dBi). Należy przeanalizować tłumienie w łączy i poziom mocy odebranej dla każdego przypadku.

4.3. Częstotliwość

Należy wykonać symulacje łącza, które działa z różnymi częstotliwościami: 450 MHz, 890 MHz, 2450 MHz, 10 GHz, 60 GHz. Ten parametr można zmienić w oknie „Radio Link”. Należy zwrócić uwagę, jak zmienia się kształt strefy Fresnela dla różnych częstotliwości. Należy przeanalizować tłumienie w łączy i poziom mocy odebranej dla każdego przypadku.

Sprawozdanie powinno zawierać niezbędne wyniki symulacji, na podstawie których należy określić, w jaki sposób czynniki opisane w punktach 4.1 – 4.3 wpływają na parametry łącza radiowego.