

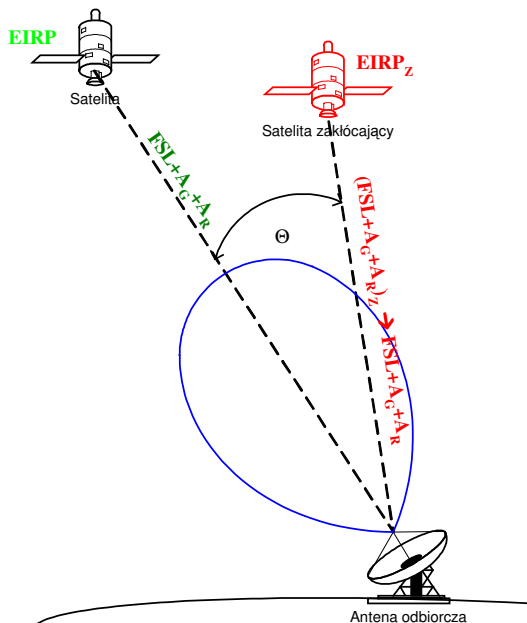
Ćwiczenie 7

Wyznaczanie poziomu zakłóceń sąsiednio-satelitarnych w cyfrowych łączach satelitarnych.

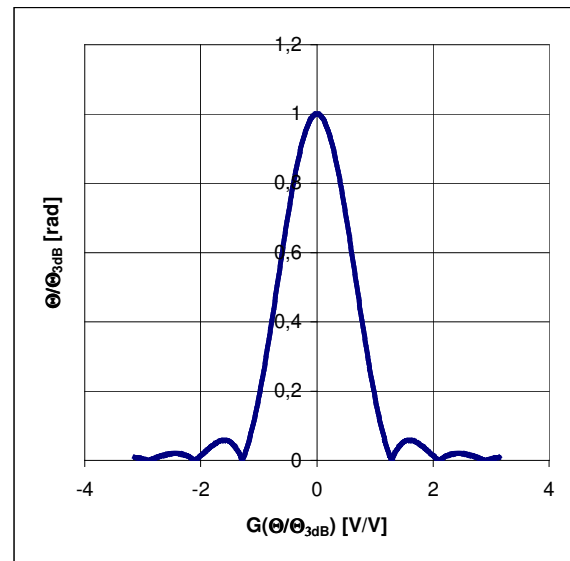
Cel ćwiczenia.

Podczas projektowania instalacji satelitarnych projektant może spotkać się z problemem zakłóceń odbioru generowanych przez sąsiednie satelity. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia dla obszarów, na których do odbioru sygnału wystarcza antena o niewielkiej średnicy, lub występuje znaczna liczba satelitów o zbliżonych współrzędnych orbitalnych.

Celem niniejszego ćwiczenia jest wyznaczenie poziomu zakłóceń sąsiednio-satelitarnych dla łącza DVB-S pracującego w obecności satelity zakłócającego o zbliżonym poziomie EIRP.



Rys. 1 Powstawanie zakłóceń sąsiednio-satelitarnych.



Rys. 2. Przybliżony unormowany diagram kierunkowy promieniowania pola anteny parabolicznej.

Metody wyznaczania poziomu zakłóceń sąsiednio-satelitarnych.

Mechanizm powstawania zakłóceń sąsiednio-satelitarnych zilustrowano na rys.1. Zakłada się, że antena odbiorcza stacji naziemnej jest wycelowana dokładnie w kierunku satelity użytecznego, a długość ścieżki przez atmosferę jest jednakowa dla sygnału nadawanego z satelitów: użytecznego i zakłócającego. Wygodnym sposobem opisu zakłóceń sąsiednio-satelitarnych jest wyznaczenie stosunku mocy sygnału użytecznego do mocy sygnałów zakłócających (C/I). Proces wyznaczania C/I można podzielić na następujące etapy:

a) Wyznaczenie odległości kątowej między satelitami.

$$\Theta \left[^{\circ} \right] = \arccos(\sin \theta \cdot \sin \theta_z + \cos \theta \cdot \cos \theta_z \cdot \cos \Delta \phi) \quad (1)$$

gdzie:

θ – kąt elewacji satelity użytecznego

θ_z – kąt elewacji satelity zakłócającego

$\Delta \phi$ – różnica azymutów ze stacji naziemnej na punkty podsatelitarne satelitów

b) Określenie kąta połowy mocy anteny odbiorczej.

W przypadku anten aperturowych kąt połowy mocy można opisać przybliżonym wzorem (2)

$$\Theta_{3dB} \approx 70^{\circ} \left(\frac{\lambda}{D} \right) \quad (2)$$

gdzie:

D – średnica apertury [m]

λ – długość fali [m]

c) Oszacowanie zysku anteny odbiorczej dla kierunku zakłócającego.

Dla kątów mniejszych od $\Theta_{3dB}/2$ możliwe jest oszacowanie zysku kierunkowego anteny zgodnie z zależnością (3)

$$G(\Theta)_{[dB]} = G_{\max[dB]} - 12 \left(\frac{\Theta}{\Theta_{3dB}} \right)^2 \quad (3)$$

Dla kątów większych od $\Theta_{3dB}/2$ wartość zysku energetycznego można oszacować korzystając z przybliżonego unormowanego diagramu kierunkowego promieniowania pola (rys. 2).

Dla anten parabolicznych unormowany diagram kierunkowy promieniowania pola $F(\Theta)$ można przybliżyć wyrażeniem (4).

$$F\left(\frac{\Theta}{\Theta_{3dB}}\right) = \frac{1}{2} \left(\frac{\Theta_{3dB}}{\Theta} \right)^2 \cdot J_2\left(4 \frac{\Theta}{\Theta_{3dB}}\right) \quad (4)$$

gdzie:

$J_2(x)$ – funkcja Bessela pierwszego rodzaju drugiego rzędu

$$J_2(x) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(-1)^m x^{2m+2}}{m!(m+2)!2^{2m+2}} \quad (5)$$

Przybliżony zysk anteny na kierunku Θ wyznaczamy zgodnie ze wzorem (6)

$$G(\Theta) = G_{\max} + 20 \log \left(\left| F \left(\frac{\Theta}{\Theta_{3dB}} \right) \right| \right) \quad (6)$$

d) Wyznaczenie stosunku mocy sygnału użytecznego do mocy zakłóceń.

$$\left(\frac{C}{I} \right) = (EIRP - EIRP_z) + (G_{R_{\max}} - G_R(\Theta)) \quad (7)$$

Zadania:

1. Oszacować wartość zakłóceń sąsiednio-satelitarnych w funkcji różnicy pozycji orbitalnych (długości geogr. punktów podsatelitarnych) satelitów zakłócającego i zakłócanego dla typowego łącza DVB-S. Założyć, że instalacja ma pracować w Krakowie i cechować się parametrami zebranymi w tab.1.

Tab.1 Parametry badanego zakłócanego

Nazwa parametru		Wartość
Współrzędne geograficzne Krakowa	Długość E	
	Szerokość N	
	Wysokość [mnpm]	200
Intensywność opadów [mm/h]		30
Średnia temperatura w skali roku [°C]		
Ciśnienie atmosferyczne [hPa]		
Prężność pary wodnej [g/m³]		
Satelita Astra 1KR		
Położenie punktu podsatelitarnego		19.2E
Moc sygnału promieniowana przez satelitę EIRP [dBw]		
Program: Mars napada		
Przepływność symbolowa (SR) [Mbaud]		27,5
Częstotliwość [GHz]		11,54
Polaryzacja		V
FEC		¾
RS Code		1,085
E _B /N ₀ [dB]		
Dostępność w skali roku [%]		99,9

Uwaga: rozważyć scenariusz w którym plany kanałowe satelitów się pokrywają, oraz satelita zakłócający i zakłócany dysponują identyczną wartością EIRP

2. Dla łącza satelitarnego przedstawionego w tab. 1 oszacować wartość zakłóceń sąsiednio-satelitarnych wprowadzanych przez satelitę Hotbird 8, zakładając, że plany

kanałowe obydwu satelitów się pokrywają. Jak duży błąd popełniamy zaniedbując wpływ zakłóceń sąsiednio-satelitarnych?

3. Porównać plany kanałowe satelitów o zbliżonych punktach wycelowania (np. Astra 1KR i Hotbird 8). Zwrócić uwagę na wartości częstotliwości nośnych poszczególnych transponderów.