1. **Podaj charakterystyczne cechy dwóch systemów telekomunikacyjnych: transmisji przewodowej i radiokomunikacji. Uzasadnij zalety łącza radiowego, porównując tłumienia wprowadzane przez systemy przy transmisji na duże odległości.**

Dwa systemy - teletransmisji przewodowej i radiokomunikacji *z* wykorzystaniem wolnej przestrzeni jako radiowej linii transmisyjnej i dwóch anten - po stronie nadawczej i odbiorczej.

Systemy przewodowe czy kablowe są atrakcyjne ekonomicznie w przypadku obszarów o dużej populacji, telefonia, wolna transmisja cyfrowa, skrętka wprowadza tłumienie ok. 2-3 dB/km przy częstotliwości ok. 10 kHz. Przy wyższych częstotliwościach (TV i transmisja sygnałów cyfrowych o większej szybkości) konieczne są kable współosiowe, wprowadzające tłumienie 4-5 dB/km. Najmniejsze zniekształcenia i straty wprowadzają światłowody: 850 nm (około 2,3 dB/km), 1300 nm i 1550 nm *(=* 0.25 dB/km). Podstawową cechą wszystkich linii transmisyjnych jest eksponencjalny wzrost mocy traconej wraz z odległością. W ten sposób, jeśli linia wprowadza tłumienie 5 dB/km, wtedy 20 km odcinek toru wprowadzi 100 dB tłumienie (moc doprowadzona do wejścia zmniejszona jest 10^-10 razy!), a 40 km odcinek aż 200 dB. Wyjaśnia to dlaczego systemy bezprzewodowe są korzystniejszym rozwiązaniem dla telekomunikacji na duże odległości. W łączności bezprzewodowej moc wypromieniowana maleje z kwadratem odległości między nadajnikiem i punktem odbioru. Zwiększenie dwukrotne odległości zredukuje moc 4 razy (trzeba dodać 6 dB). W ten sposób, jeśli system wprowadza tłumienie 100 dB przy r = 20 km, przy dwukrotnie zwiększonej odległości tłumienie wzrośnie do 106 dB (porównajmy z 200 dB stratami wprowadzanymi przez system transmisji kablowej).

**Tłumienie wprow. przez tor współosiowy i wolną przestrzeń f=100MHz**

500

100

50

150

0

100

200

300

400

0

Dystans [m]

Radio link

Coax: 0,21 dB/m

1. Zdefiniuj wektor Poyntinga i podaj jego interpretację fizyczną

Wielkość ta opisuje powierzchniową gęstość mocy przenoszonej przez falę elektromagnetyczną i ma wymiar W/m2. Wektor ten wskazuje kierunek przepływu mocy fali elektromagnetycznej i jest zawsze prostopadły do wektorów E i H. W ośrodku izotropowym wektor Poytinga jest zawsze równoległy do wektora propagacji γ, co oznacza, że kierunek przepływu mocy jest zgodny z kierunkiem najszybszej zmiany fazy. W ośrodkach anizotropowych równoległość obu wektorów w przypadku ogólnym nie jest zachowana. Wektor γ jest bowiem prostopadły do wektorów D i B.



Moc wypromieniowaną przez antenę możemy obliczyć ze wzoru:



1. **Warunki brzegowe opisujące zachowanie się pola e.m. na granicy dwóch ośrodków (równania, jakie spełniają wektory pola ma granicy rozdziału ośrodków) i zachowanie się fali płaskiej padającej prostopadłe i ukośnie na granicę dwóch** ośrodków.

Bezstratne dielektryki – składowe normalne wektorów D i B oraz styczne wektorów E i H są ciągłe



Dielektryk i idealny przewodnik (σ = ∞) – zanika składowa styczna pola elektrycznego na powierzchni idealnego przewodnika oraz składowa normalna wektora B i H



Fala padająca prostopadle na granicę dwóch ośrodków

Załóżmy, że fala rozchodzi się wzdłuż osi z, jest spolaryzowana liniowo (występuje tylko składowa Ex) oraz granica między ośrodkami leży w płaszczyźnie z = 0. W obszarze z <0 może istnieć fala odbita od granicy ośrodków. Można wprowadzić zespolone współczynniki odbicia i transmisji pola elektrycznego G i T. Stosując warunki brzegowe otrzymujemy:



Fala padająca ukośnie na granicę dwóch ośrodków

Załóżmy, że mamy dwa bezstratne ośrodki. Kąty padania, odbicia i załamania oznaczmy odpowiednio θi, θr i θt. Należy oddzielnie rozpatrzyć przypadek fali, której wektor pola elektrycznego leży w płaszczyźnie padania (polaryzacja równoległa) i przypadek fali, której wektor pola elektrycznego jest prostopadły do płaszczyzny padania (polaryzacja prostopadła).

1. **Zdefiniuj efektywną powierzchnię/aperturę anteny i podaj związek miedzy kierunkowością i apertura.**

Apertura maksymalna i powierzchnia skuteczna - stosunek średniej mocy doprowadzonej do anteny do gęstości powierzchniowej strumienia mocy fali płaskiej dochodzącej do anteny, dopasowanej polaryzacyjnie do badanej anteny



Wt – uśredniony wektor Poytinga fali padającej

Związek apertury z kierunkowością anteny:

γ - wielkość stała (dla każdej anteny), którą łatwo można obliczyć dla dipola idealnego:



1. **Zdefiniuj długość (wysokość skuteczną) anteny i wyraź ją w zależności od rezystancji promieniowania i apertury anteny.**

- odbiorczej



- nadawczej



Można powiązać wysokość skuteczną anteny z rezystancją promieniowania i jej powierzchnią skuteczną:





1. Dipol półfalowy, charakterystyka promieniowania, kierunkowość, impedancja wejściowa.

Jego pole i parametry (prócz rezystancji promieniowania) są podobne do otrzymanych dla dipola Hertza:

Charakterystyka promieniowania:



Impedancja wejściowa:

Zwe = 73 + j42,5Ω

Kierunkowość:



Część urojona impedancji wejściowej +j 42.5 Impedancja wejściowa dipola zależy silnie od częstotliwości, innymi słowy od l/. Wynika to z rezonansowejstruktury anteny. Należy ponadto uwzględnić nie do pominięcia wpływ pojemności wynikającej z fizycznegopołączenia dipola do linii transmisyjnej. Krzywe przedstawione poniżej są reprezentatywne także dla wieluinnych anten.



1. **Oblicz, o ile zwiększy się zysk anteny wykazującej WFS1 = 3 oraz WFS2 = 5,83. jeśli zapewnimy idealne jej dopasowanie impedancyjne, Podać wzrost zysku anteny w mierze dB,** Jakie **inna czynniki wpływają na wartość zysku anteny o danej kierunkowości?**
2. Liniowe układy antenowe o wiązce poprzecznej BSA i wiązce wzdłużnej EFA. Charakterystyki promieniowania dla najczęściej stosowanych rozkładów amplitudy i fazy

Układy o wiązce prostopadłej do osi ułożenia promienników

Zarówno funkcja elementu, jak i układu powinna mieć swoje maksima dla θ = 90°. Maksimum funkcji AF ma miejsce, jeśli



Równanie to zachodzi dla m = 0. Jeśli θm = 90°



co oznacza, że liniowy układ jednorodny ma swoje maksimum przy θ = 90°, jeśli wszystkie elementy pobudzone są sygnałami w tej samej fazie. Aby pozyskać jedną tylko wiązkę promieniowania, odległość pomiędzy elementami nie powinna być równa wielokrotności długości fali.

Układy o wiązce wzdłuż osi ułożenia promienników

Antena, której wiązka promieniowania leży wzdłuż osi układu (θ = 0° lub 180°)

 dla wystąpienia max przy θ = 0°

 dla wystąpienia max przy θ = 180°

Kierunkowość BSA



Kierunkowość EFA



Funkcje ch-czne AF układu BSA z niejednorodnymi rozkładami amplitudowymi

N = 5, d = λ/2, θ0 = 90°

a) jednorodny



b) trójkątny (1:2:3:2:1)



c) dwumianowy (binomial) (1:4:6:4:1)



d) Dolpha-Czebyszewa (1:1.61:1.94:1.61:1)



e) Dolpha-Czebyszewa (1:2.41:3.14:2:41:1)

