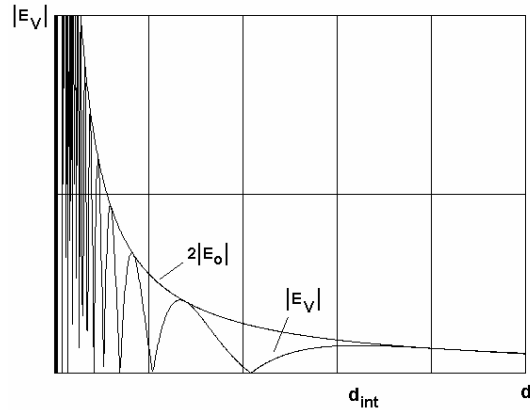


## A rádiócsatorna

### 1. Mozgó rádióösszeköttetés térerőssége

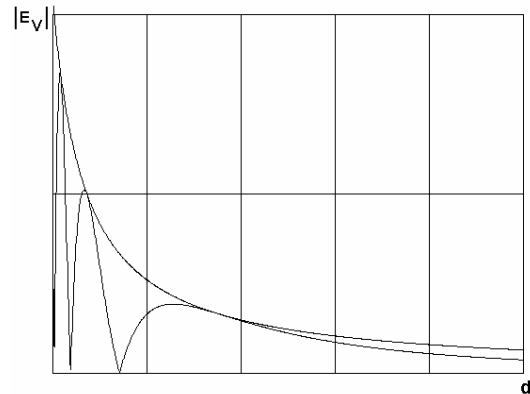
Az  $|E_V|$  térerősséget ábrázoljuk a  $d$  szakasztávolság függvényében.



### 2.5. ábra Kétutas rádióösszeköttetés térerőssége

A rádiószakasznak az állandóhelyű antenna és  $d_{int}$  távolság közötti részét interferencia zónának nevezzük, ahol mint az a 2.5. ábrán jól látható, a térerősség minimum és maximumhelyei váltva követik egymást. Az interferencia zónán kívül a térerősség  $1/d^2$ -tel arányos, szemben a szabadtéri rádióösszeköttetés  $1/d$ -vel arányos térerősségével.

Ennek láthatóvá tételére nagyítsuk ki a 2.5. ábra jobb oldali tartományát. (2.6. ábra)



### 2.6. ábra Kétutas rádióösszeköttetés térerőssége

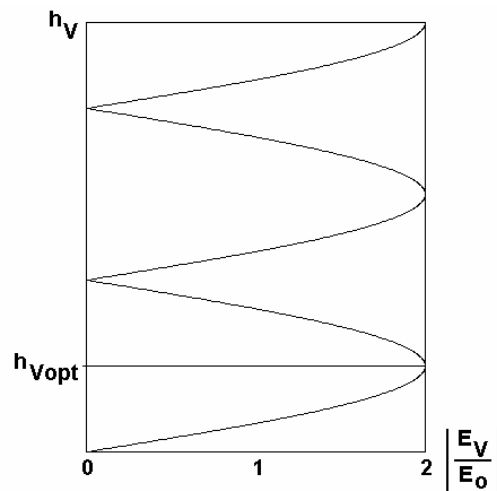
Az interferencia zóna határának kiszámításához vizsgáljuk meg a (2.20) kifejezés szinusz függvényének argumentumát. Az interferencia zóna határát az adja, ahol az argumentum  $\pi/2$ -vel egyenlő.

$$\frac{2\pi}{\lambda} \frac{h_A h_V}{d_{int}} = \frac{\pi}{2} \quad (2.21)$$

$$d_{int} = \frac{4h_A h_V}{\lambda} \quad (2.22)$$

## 2. Állandóhelyű rádióösszeköttetés

Állandóhelyű rádióösszeköttetéseknel a cél az optimális vevőantenna magasság meghatározása.



### 2.7. ábra Állandóhelyű rádióösszeköttetés térerőssége

Az optimális vevőantenna magasságot ugyancsak a (2.22) összefüggésből kapjuk, innen

$$h_{vopt} = \frac{\lambda d}{4h_A} \quad (2.23)$$

## 3. Kétutas terjedés - szelektív fading

A kétutas terjedés hatása és a frekvenciaszelektív fading hatásának bemutatása:

A rádiócsatorna feszültség átviteli függvénye az előzőekben bemutatott mechanizmus következtében a következő lesz:

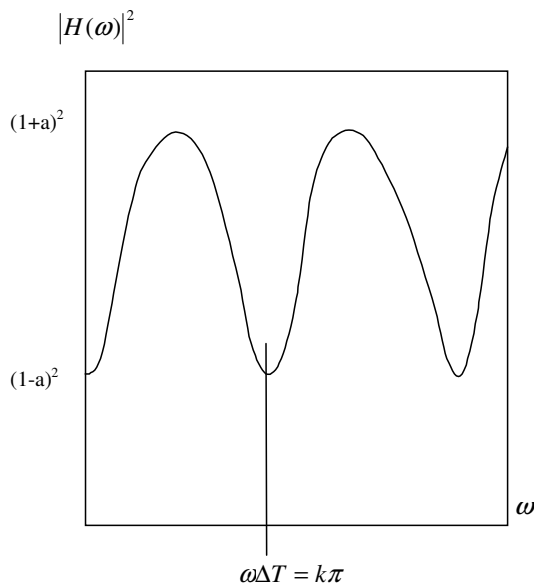
$$H(\omega) = 1 + a \cdot e^{j\omega\Delta T}$$

ahol

$a$  a reflektált hullám relatív amplitudója a közvetlen hullámhoz képest

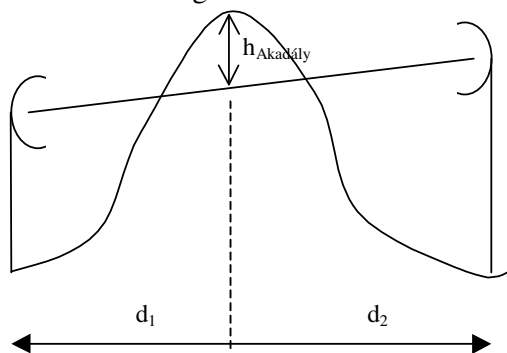
$\Delta T$  a reflektált hullám beérkezési késleltetése

$$|H(\omega)|^2 = 1 + a^2 + 2a \cdot \cos \omega\Delta T$$



#### 4. Diffrakció

Határozzuk meg a vevőantennánál mérhető térerősséget a következő geometriára:



A feladatot a késél diffrakciós modellel oldjuk meg, a késél relatív benyúlása

$$\nu = h_{\text{Akadaly}} \sqrt{\frac{2(d_1 + d_2)}{\lambda d_1 d_2}}$$

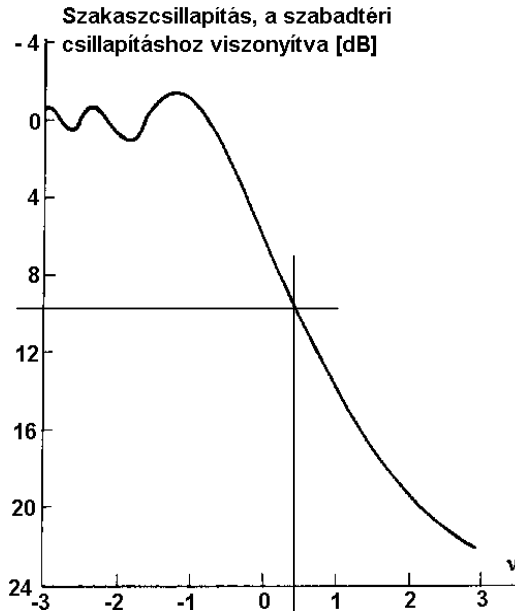
A feladat adatai:

$$h_{\text{Akadaly}} = 20 \text{ m}$$

$$d_1 = d_2 = 10 \text{ km}$$

$$\text{üzemi frekvencia} = 300 \text{ MHz}$$

$$\nu = 20 \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \cdot 10^3}{1 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^3}} = 0.4$$



A szabadtéri terjedés térerősségéhez viszonyítva 10 dB többletsillapítást okoz az akadály.

Így a térerősség a vevőantennánál:

$$E = E_0 / L = \frac{\sqrt{60P_A G_A}}{(d_1 + d_2)} \frac{1}{L} = \frac{\sqrt{60 \cdot 1 \cdot 1}}{20 \cdot 10^3} \frac{1}{3.16} = 122.6 \mu V / m$$

### 5. Rádióösszeköttetés jel/zaj viszonya

#### 1. Feladat

Határozzuk meg a levezető kábelből és egy előerősítőből álló rendszer zajtényezőjét mindkét sorrendű összekapcsolás esetén. Adatok: kábel hossza 15 m, fajlagos csillapítása 1 dB/m, hőmérséklete 290 K, erősítő zajtényezője 3 dB, erősítése 20 dB.

Megoldás:

A 15 m hosszúságú kábel

$$L = 15 \text{ m} \cdot 1 \text{ dB/m} = 15 \text{ dB}$$

csillapítást okoz. Az erősítő zajtényezője viszonzszámban:

$$F_a = 3 \text{ dB} = 10^{0.3} = 1.995$$

A kábel zajtényezője megegyezik annak csillapításával (mivel hőmérséklete 290 K), továbbá dB-ben kifejezett erősítése megegyezik a dB-ben megadott csillapításának -1 szeresével.

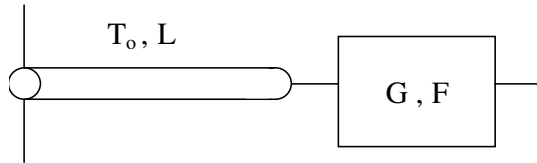
$$F_c = L = 15 \text{ dB} = 31.62$$

$$G_c = \frac{1}{L} = \frac{1}{31.62}$$

A láncba kapcsolt erősítők eredő zajtényezője:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1}$$

Most vizsgáljuk meg először a kábel + erősítő együttest



Behelyettesítve a kábel paramétereit (zajtényező=L, erősítés=1/L)

$$F_{c \rightarrow a} = F_c + \frac{F_a - 1}{G_c} = LF_a$$

összefüggés adódik. Az eredő zajtényező:

$$15+3=18 \text{ dB}$$

(Általános szabály: ha egy csillapító kapcsolódik egy átviteli elem elé, akkor az eredő zajtényező a csillapítással növekszik (a csillapító hőmérséklete 290 K)).

A másik sorrendű összekapcsolásnál:

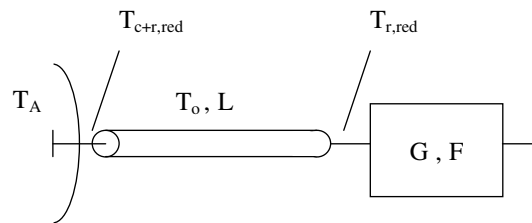
$$F_{a \rightarrow c} = F_a + \frac{F_c - 1}{G_a} = 1.995 + \frac{31.62 - 1}{100} = 2.301 = 3.6 \text{ dB}$$

Következtetés: a kábel csillapítása által okozott zajtényező növekedést már nem lehet kiszárni erősítővel sem kompenzálni.

## 2. Feladat

Mekkora romlást okoz az eredő zajhőmérsékletben az antennát és az előerősítőt összekötő 1 dB csillapítású, 290 K hőmérsékletű kábel, ha az antenna saját zajhőmérséklete 20 K? Az előerősítő bemenetétől mérve a vevő zajtényezője 0.5 dB. Adjuk meg a romlást dB-ben.

Megoldás:



A vevő zajtényezője

$$F_r = 10^{0.05} = 1.122$$

Az összekötő kábel nélküli eset:

$$T_{r,red} = T_0(F_r - 1) = 290(1.122 - 1) = 35.39 \text{ K}$$

A vevő bemenetére redukált zajhőmérséklete összeadódik az antenna zajhőmérsékletével:

$$T_1 = T_a + T_{r,red} = 20 + 35.39 = 55.39 \text{ K}$$

A kábel beiktatásakor:

Az előző példa alapján a rendszer zajtényezője a csillapítással romlik, 1.5 dB-lel növekszik.

$$F_{c+r} = 10^{0.15} = 1.413$$

Az előzőekhez hasonlóan:

$$T_{c+r,red} = T_0(F_{c+r} - 1) = 290(1.413 - 1) = 119.8 \text{ K}$$

$$T_2 = T_a + T_{c+r,red} = 20 + 119.8 = 139.3 \text{ K}$$

A kábel beiktatása miatti romlás így:

$$10 \log \frac{T_2}{T_1} = 10 \log \frac{139.3}{55.39} = 4 \text{ dB}$$

## 3. Feladat

Egy rádióösszeköttetés szükséges adóteljesítményét kell meghatározni.

A jel/zaj viszony 30 dB, a terjedésből adódó fading tartalékra 40 dB-t tervezünk.

A további adatok: üzemi frekvencia 10 GHz, szakasztávolság 30 km, az adó- és vevőantenna nyeresége egyaránt 40 dB, a vevőantenna zajhőmérséklete 290 K, a sáv szélesség 20 MHz, a vevő zajtényezője 3 dB.

Megoldás:

A szabadtéri csillapítás

$$a_0 = 20 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right) - (G_a + G_v)$$

Ezt a fading tartalékkal kell növelnünk

$$a_{sz} = a_0 + 40 \text{ dB} = 61.98 + 40 = 102 \text{ dB}$$

A rendszer zajhőmérséklete:

$$T_e = T_A + (F_v - 1)T_0 = F_v T_0$$

A zajteljesítmény a vevő bemenetén:

$$P_z = kBT_e = -204 + 10 \log B + 10 \log (T_e/T_0) = -204 + 73 + 3 = -128 \text{ dBW}$$

A szükséges adóteljesítmény így:

$$P_A = (S/N) + a_{sz} + P_z = 30 + 102 + (-128) = 4 \text{ dBW} = 2.5 \text{ W}$$