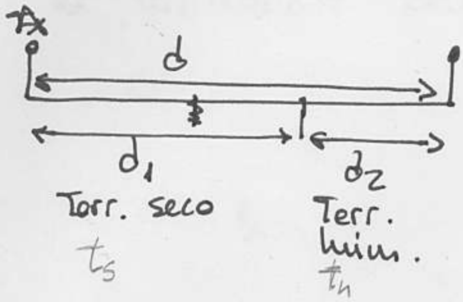
TEMA 2 – BOLETÍN PROBLEMAS

Ejercicio 1



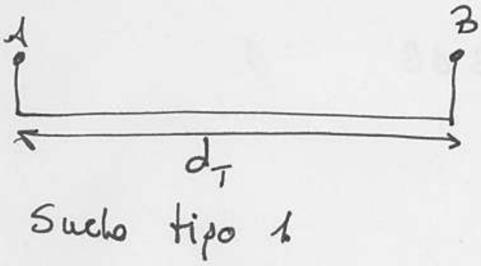
$d = d_1 + d_2 = 200\,km$
$d_1 = 150\,km$
$d_2 = 50\,km$
O.S., ant. iguales

$$E_{A\to B} = E_{ts}(d_1) + E_{th}(d_1+d_2) - E_{th}(d_1)$$
$$E_{B\to A} = E_{th}(d_2) + E_{ts}(d_1+d_2) - E_{ts}(d_2)$$

$$E_{A\to B} = 50 + 60 - 65 = 45\ dB\mu V/m$$
$$E_{B\to A} = 80 + 42 - 75 = 47\ dB\mu V/m$$

$$\left[E = \frac{E_{A\to B} + E_{B\to A}}{2} = \frac{45+47}{2} = 46\ dB\mu V/m \right]$$

Ejercicio 2



$d_T = 300\,km$, $f = 1\,MHz \to$ O.S.
$C/I|_{min} = 13\ dB$
Se trans. a 1 kW

Los 2 transm. transm. c/ la misma potencia, y el suelo es todo del mismo tipo → la dist. de cobertura será la misma para los dos.

dist. de cobertura d_{COB} : $d_{COB} \,/\, \frac{C}{I}\Big|_{d_{COB}} \geq 13\ dB$

Calculamos la d. A:

$E_{A,50km} = 72\ dB\mu V/m$
$E_{B,250km} = 42\ dB\mu V/m$

$$\left.\frac{C}{I}\right|_{dB,50km} = E_{A,50km} - E_{B,250km} = 30\ dB > 13\ dB$$

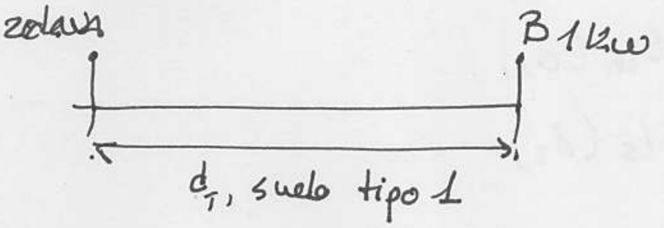
(1)

$E_{B,100km} = 60 dB\mu V/m$
$E_{B,200km} = 47 dB\mu V/m$ } $C/I|_{dB,100km} = 60-47 = 13 dB$

Luego la dist de cobertura, para cada transmisor, es de 100km.

$$\left[d_{COB} = 100km\right]$$

Ejercicio 3.



Ahora los 2 transmisores tienen pot diferentes => sus coberturas van a ser diferentes

A transmite c/ + potencia, luego es de suponer que su radio sea mayor que en el caso anterior (100 km)

Calculando para d = 150km:

$C = E_{A,150km} = E_{graf,150km} + 10\log\left(\frac{20kW}{1kW}\right) = 55 dB\mu V/m + 13dB = 68 dB\mu V/m$

$I = E_{B,150km} = 55 dB\mu V/m$

$C/I|_{A,150km} = 68 dB\mu V/m - 55 dB\mu V/m = 13 dB$

Luego $\left[d_{COB,A} = 150km\right]$

Como A transm. con + potencia, es de suponer que el radio de cobertura de B se vea reducido => calculando para d = 50 km.

$C = E_{B,50km} = 72 dB\mu V/m$

$I = E_{A,250km} = E_{graf,250km} + 10\log\left(\frac{20kW}{1kW}\right) = 42 dB\mu V/m + 13 dB = 55 dB\mu V/m$

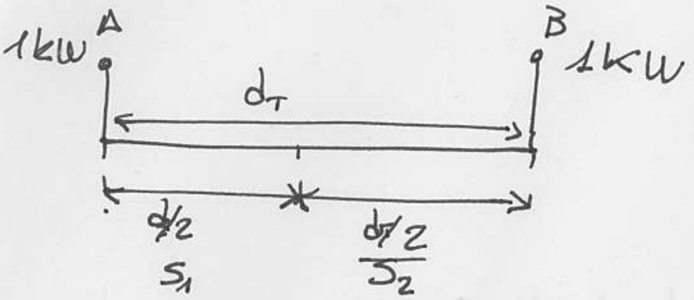
$C/I|_{B,50km} = 72 dB\mu V/m - 55 dB\mu V/m = 17 dB > 13 dB$

d = 100km

$C = E_{B,100km} = 60 dB\mu V/m$
$I = E_{A,100km} = E_{graf,100km} + 13 dB = 47 + 13 = 60 dB\mu V/m$ } $C/I|_{A,100km} = 0$!

Luego $\left[d_{COB,B} = 50 \text{ km} \right]$ ⇝ será algo mayor, pero de las dist. que tenemos es la que cumple

Ejercicio 4.



El suelo desde A es peor que desde B ⇝ es de suponer que A tenga menos cobertura que B

Para el transmisor A, a d = 50 km

$C = E_{A,50km} = E_{S1,50km} = 72 \text{ dB}\mu V/m$

$I = E_{B,250km} = E_{S2,150km} + E_{S1,250km} - E_{S1,150km} = 59 + 42 - 55 = 46 \text{ dB}\mu V/m$

$\left.\frac{C}{I}\right|_{A,50km} = 72 - 46 = 26 \text{ dB} > 13 \text{ dB}$

Para el transmisor A, a d = 100 km

$C = E_{A,100km} = E_{S1,100km} = 60 \text{ dB}\mu V/m$

$I = E_{B,200km} = E_{S2,150km} + E_{S1,200km} - E_{S1,150km} = 59 + 47 - 55 = 51 \text{ dB}\mu V/m$

$\left.\frac{C}{I}\right|_{A,100km} = 60 - 51 = 9 \text{ dB} < 13 \text{ dB}$

$\left[\text{Luego } d_{COB,A} = 50 \text{ km} \right]$ → será algo mayor, pero es la que lo cumple de las dist. que tenemos

Para el transmisor B, a d = 150 km

$C = E_{B,150km} = E_{S2,150km} = 59 \text{ dB}\mu V/m$

$I = E_{A,150km} = E_{S1,150km} = 55 \text{ dB}\mu V/m$

$\left.\frac{C}{I}\right|_{B,150km} = 4 \text{ dB} < 13 \text{ dB}$

Para el transmisor B, a d = 100 km

$C = E_{B,100km} = E_{S2,100km} = 64 \text{ dB}\mu V/m$

$I = E_{A,200km} = E_{S1,150km} + E_{S2,200km} - E_{S2,150km} = 55 + 54 - 59 = 50 \text{ dB}\mu V/m$

(5)

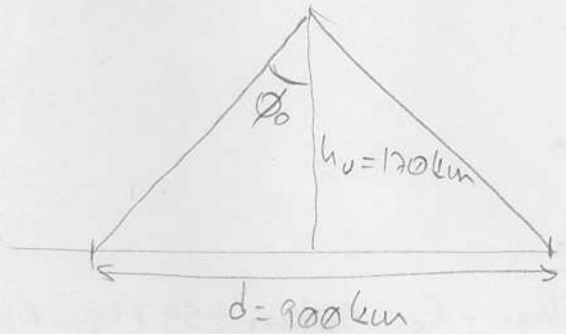
$\frac{C}{I}\Big|_{B,\,100km} = 64 - 50 = 14\,dB > 13\,dB$

Luego $\left[\, d_{COB,B} = 100\ km \,\right]$

Ejercicio 5

$f_{c,E} = 2.8\ MHz \longrightarrow h_v = 170\ km$

¿ MUF / $d = 900\ km$?



$tg\,\phi_0 = \frac{d/2}{h_v} = \frac{450}{170} \Rightarrow \phi_0 = 69'3^o$

$MUF = f_{c,E}\ sec\ \phi_0 \Rightarrow \left[\, MUF = 7'92\ MHz \,\right]$

Ejercicio 6

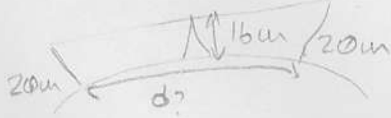
$f = 900\ MHz$ $\quad h_t = h_r = 20\ m$ $\quad k = 4/3$ $\quad R_0 = 6370\ km$

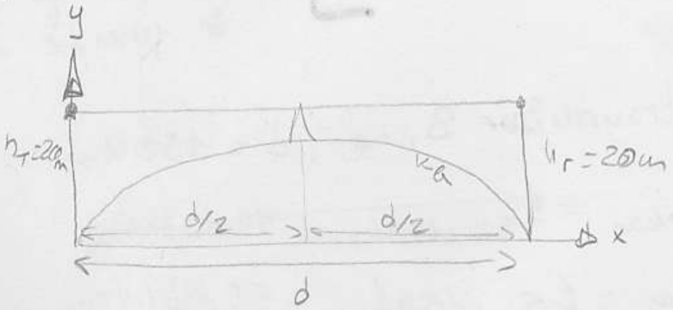
$d_{vis} = \sqrt{2h_t \cdot kR_0} + \sqrt{2h_r kR_0} = 2\sqrt{2 \cdot 20 \cdot \frac{4}{3} \cdot 6370 \cdot 10^3}$

↑ $h_t = h_r$

$\left[\, d_{vis} = 36'86\ km \,\right]$

Ejercicio 7





$y_R(x) = 20\ m\ \forall\ x$

en $x = d/2$ está el obstáculo

$h_0(\frac{d}{2}) = \frac{(d/2)^2}{2kR_0}$

$z(d/2) = 16\ m$

Para que haya visión directa, $c(\frac{d}{2})$ ha de ser en el lim. $0 \Rightarrow$

$c(\frac{d}{2}) = y_R(\frac{d}{2}) - \left(h_0(d/2) + z(d/2)\right) = 0$

③

$y_R(d/2) = h_0(d/2) + z(d/2) \Rightarrow h_0(d/2) = y_R(d/2) - z(d/2) = 20-16=4m$

$$\frac{(d/2)^2}{2\cdot\frac{4}{3}R_0} = 4m \Rightarrow \frac{d}{2} = \sqrt{2\cdot\frac{4}{3}\cdot 6370\cdot 10^3\cdot 4} \Rightarrow \left[d_{máx} = 16'49\ km\right]$$

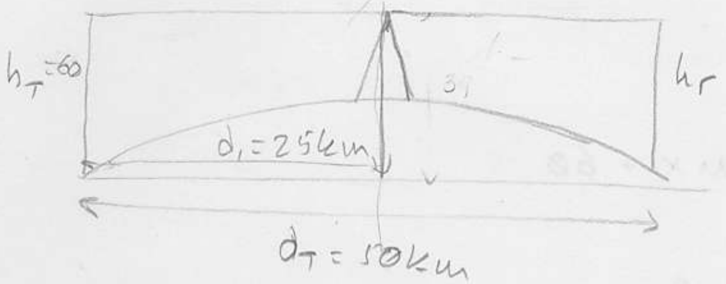
Ojo, esta distancia es en horizontal, pero como $kR_T \gg d_h$, cuerda y arco tienen aprox. la misma longitud!!

Ejercicio 8

$d_T = 50\ km$, $f = 1.5\ GHz$ $h_T = 60\ m$ $d_1 = 25\ km \Rightarrow$ obst. 20m

$k = 2.5$, ¿h_R min para visión dir. entre ambas antenas?

h_R será min con incidencia rasante en el obstáculo



$y_R(d_1) = h_0(d_1) + h_{obst}$ para inc. rasante

$$h_0(d_1) = \frac{d_1(d_T-d_1)}{2kR_T} = \frac{d_1^2}{2kR_T} = \frac{(25\cdot 10^3)^2}{2\cdot 2'5\ 6370\cdot 10^3} = 19'62\ m$$

$y_R(d_1) = 39'62\ m$

La ecuación de recta para el rayo

$$m = \frac{39'62 - 60}{25\cdot 10^3 - 0}$$

$y_R = mx + 60$

$$y_R\Big|_{d=50km} = m\cdot 50\cdot 10^3 + 60 \Rightarrow \left[y_R\Big|_{d=50km} = h_R\big|_{min} = 19'25\ m\right]$$

Ejercicio 9.

Ahora no basta con que el rayo pase rasante al obstáculo, sino que ha de dejar libre la 1ª zona de Fresnel:

$r_1 = \sqrt{\lambda d_1 d_2 / d_T}$

$d_1 = d_2 = 25\,km$

$d_T = 50\,km$

$f = 1.5\,GHz \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{1.5 \cdot 10^9} = 0.2\,m$

$r_1 = 50\,m$

$c(d_1) = -r_1$ (el despej. negativo indica que el obst. no obstr. el rayo)

$c(d_1) = h_0(d_1) + h_{obs} - y_R(d_1) = -r_1$

$y_R(d_1) = h_0(d_1) + h_{obs} + r_1 = 19'62 + 20 + 50 = 89'62\,m$

Ahora la ecuación de la recta

$m = \frac{89'62 - 60}{25 \cdot 10^3} \Rightarrow y_R(x) = mx + 60$

$y_R|_{d=50km} = \frac{89'62 - 60}{25 \cdot 10^3} \cdot 50 \cdot 10^3 + 60$

$y_R|_{d=50km} = h_{R\,min} = 119'25\,m$

Ejercicio 10

$d_T = 8\,km$

$k = 4/3$ (atm. estándar)

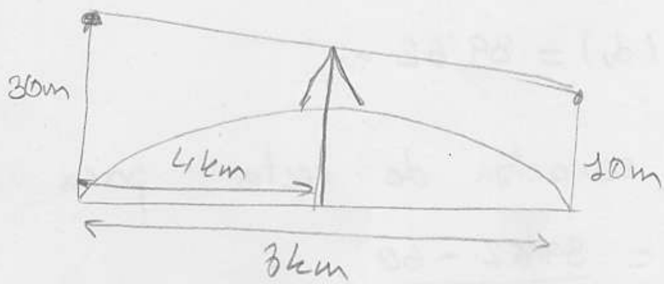
$h_T = 30\,m$

$h_r = 10\,m$

$d_{obst} = 4\,km$

¿h obst. / vis. dir.?

$R_T = 6370\,km$



$h_0(d_{obst}) = \frac{d_{obst}(d_T - d_{obst})}{2kR_T} = 0'94\,m$

$y_r(x) = mx + 30$

$m = \frac{10 - 30}{8 \cdot 10^3}$

$y_r(d_{obst}) = 20\,m$

El lím. de visión directa:

$$c(d_{obst}) = 0 \Rightarrow h_0(d_{obst}) + h_{obst} - y_r(d_{obst}) = 0 \Rightarrow$$

$$h_{obst} = y_r(d_{obst}) - h_0(d_{obst}) = 19'06 \text{ m}$$

Ejercicio 11

$h_{obst} = 11$ m

$h_0(d_{obst}) = 0.94$ m

$y_R(d_{obst}) = 20$ m

Para cond. en e-l. debe quedar libre de la infl. del obst. la 1a zona de Fresnel:

$$r_1(d_{obst})\Big|_{máx} = y_R(d_{obst}) - h_0(d_{obst}) - h_{obst}$$

$$r_1(d_{obst})\Big|_{máx} = 20 - 11'94 = 8'06 \text{ m}$$

$$r_1(d_{obst})\Big|_{max} = \sqrt{\lambda\big|_{max} d_{obst}(d_T - d_{obst})/d_T}$$

$$\lambda\big|_{max} = \frac{\left(r_1(d_{obst})\right)^2 d_T}{d_{obst}(d_T - d_{obst})} = 0.0325 \Rightarrow f_{min} = \frac{c}{\lambda_{max}}$$

$f_{min} = 9'24$ GHz

Luego para $\left[f \geq 9'24 \text{ GHz}\right]$ la 1ª zona de Fresnell queda libre de obstáculo