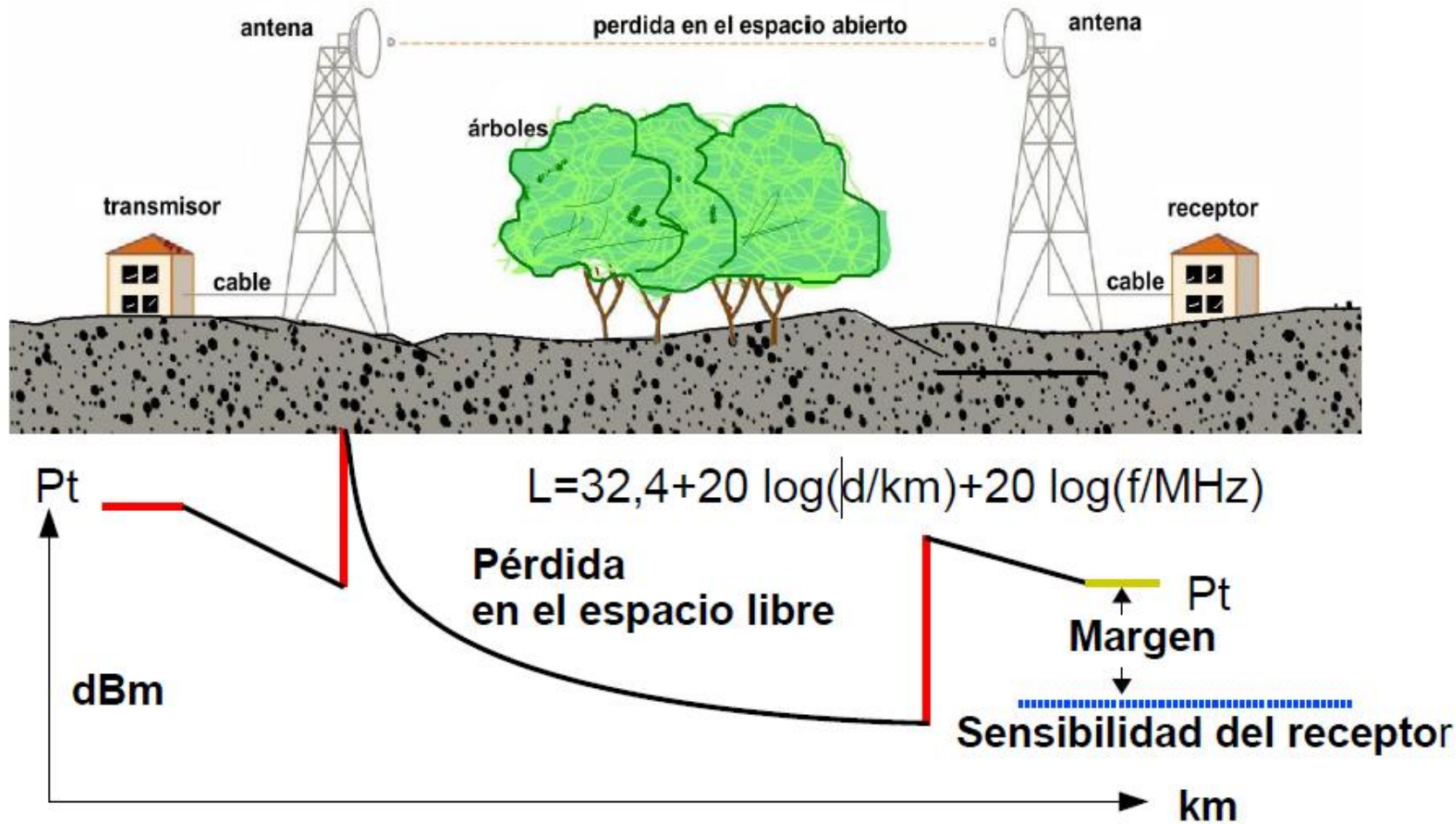


Medios Físicos de Comunicación



Ecuación del Radio Enlace

Potencia del Tx [dBm] – Perdidas del Cable Tx [dB] + Ganancia Antena Tx [dB] – Perdidas en la trayectoria del espacio libre [dB] + Ganancia Antena Rx [dB] – Perdidas del Cable Rx [dB] – FD [dB] = SRx [dBm]

Medios Físicos de Comunicación

Calculo de la perdida de Transmisión o de Trayectoria

EL alcance de las ondas en el espacio esta prácticamente limitado a atenuación que sufre la señal a medida que se aleja de la fuente que la genero. Esta atenuación esta dada por la siguiente formula:

$$L_p = \left(\frac{4 \cdot \pi d}{\lambda} \right)^2$$

Donde L_p es la relación entre potencia transferida y potencia recibida. (P_t/P_r) y d es la distancia entre las dos antenas.

Lo mismo se puede calcular en dB con la siguiente formula

$$L_p = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d$$

Donde L_p es la perdida en dB, f es la frecuencia en MHz y d es la longitud de la trayectoria en Km.

Esto nos demuestra que cuanto mayor es la frecuencia o menor es la longitud de onda mayores serán las perdidas.

Medios Físicos de Comunicación

Longitud de Onda

λ = Longitud de onda

c = Velocidad de la luz

f = Frecuencia de la señal

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Medios Físicos de Comunicación

Distancia de Alcance Visual y Distancia al Horizonte

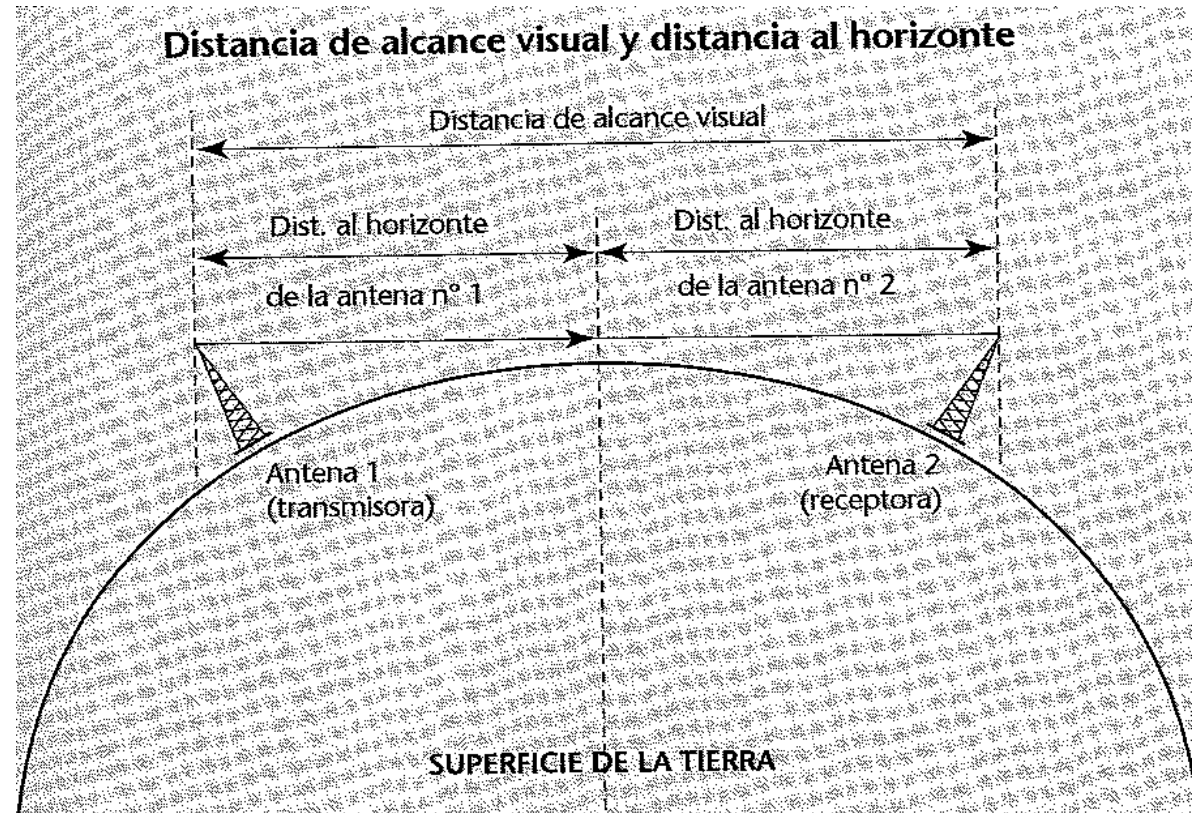
Distancia al Horizonte: Es la distancia cubierta por una onda que se propaga en línea recta desde la antena transmisora hasta rozar tangencialmente la superficie de la Tierra

Distancia de alcance visual: Es la máxima distancia a la cual pueden instalarse dos antenas, de alturas determinadas, sobre la superficie de la Tierra si se desea que se establezca entre ambas una comunicación en línea recta

$$DH = 3,61\sqrt{H} \text{ [Km]}$$

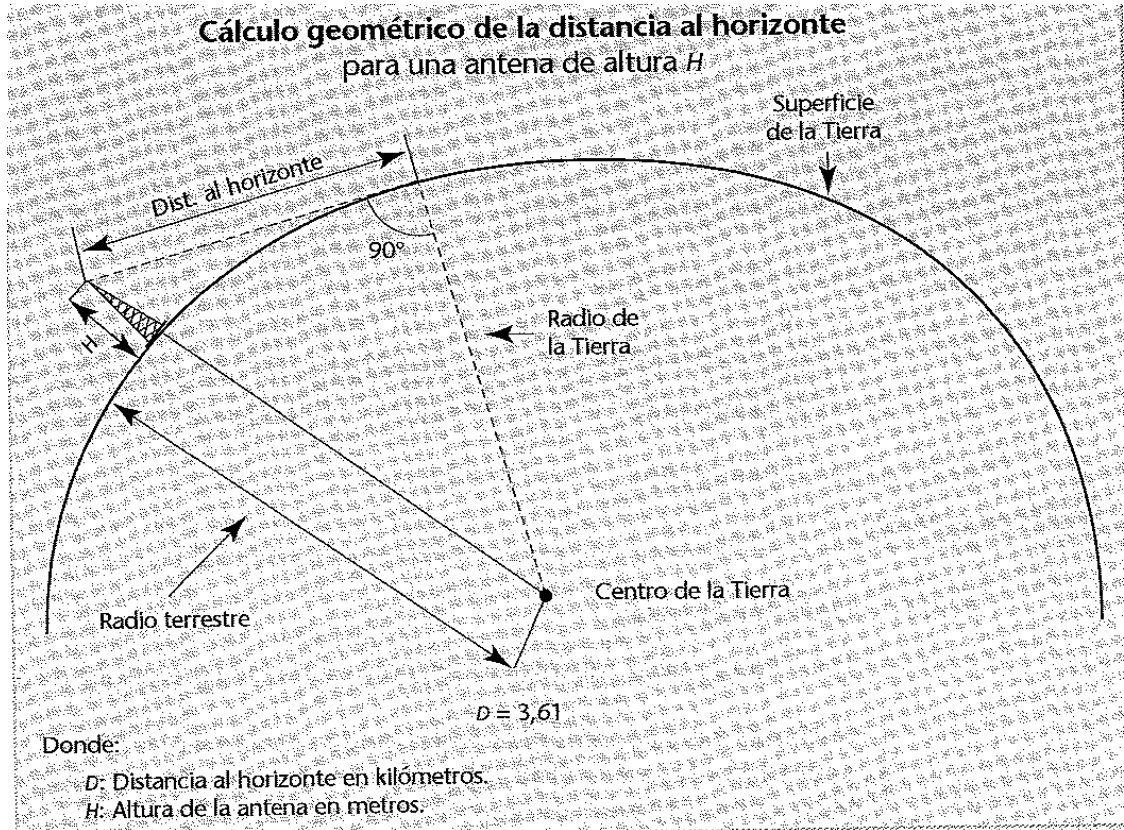
DH= Distancia al Horizonte [Km]

H= Altura de la antena [mts]



Medios Físicos de Comunicación

Distancia de Alcance Visual y Distancia al Horizonte

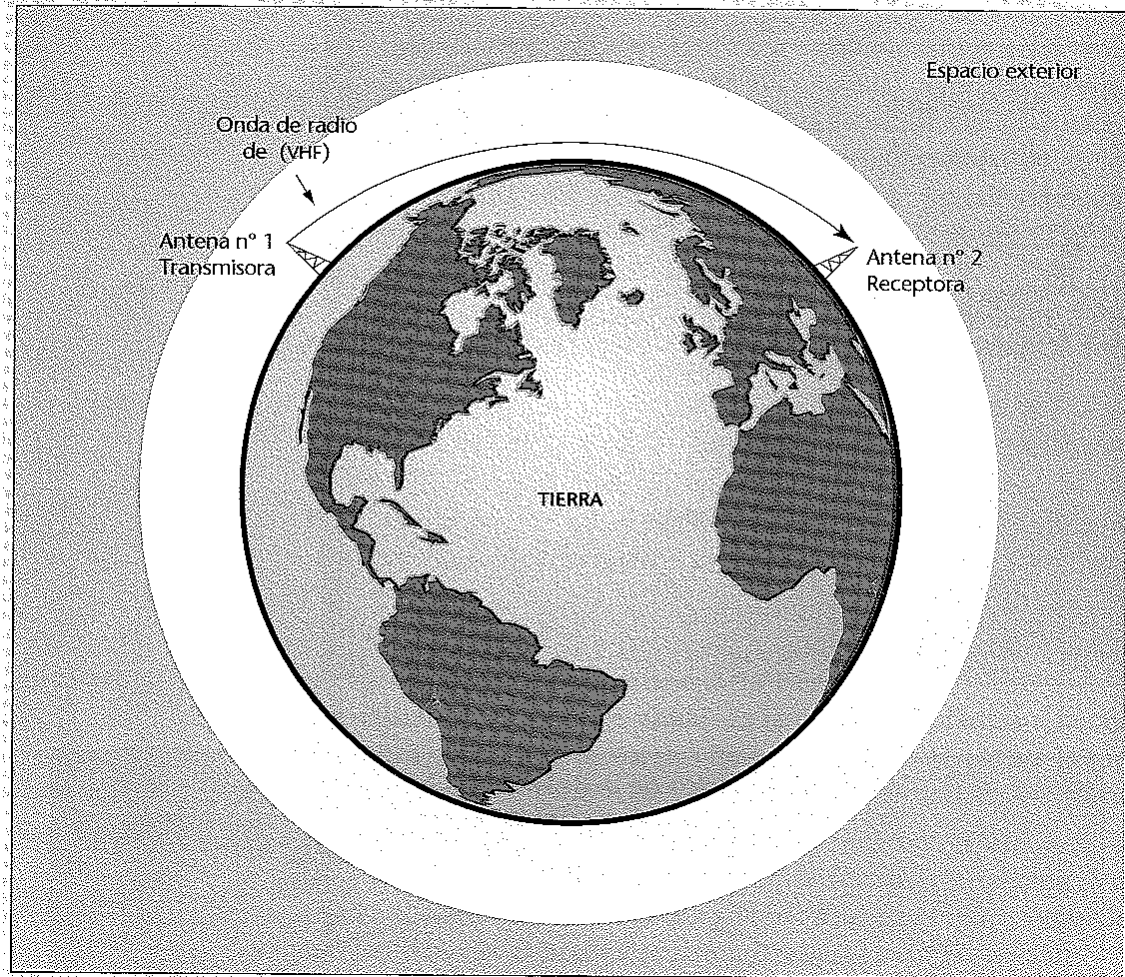


En esta figura se muestra como se obtiene la Distancia al Horizonte. Sin embargo se ha establecido en forma práctica que el valor real de la máxima distancia de alcance visual directo es algo mayor al calculado en la formula anterior, pues las ondas se van difractando (las ondas se van curvando ligeramente siguiendo la curvatura terrestre) siguiendo la curvatura de la Tierra

Medios Físicos de Comunicación

Distancia de Alcance Visual y Distancia al Horizonte

Efecto de la curvatura de las ondas electromagnéticas



Este fenómeno se debe a la estructura de la atmosfera, en la zona cercana a la superficie de la Tierra, que ocasiona la curvatura, ligeramente hacia abajo de las ondas, aumentando el alcance según la siguiente expresión

$$DH = 4,14\sqrt{H}$$

$$AV = 2*DH \text{ [Km]}$$

DH= Distancia al Horizonte [Km]

H= Altura de la antena [mts]

AV= Alcance Visual [Km]

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 1

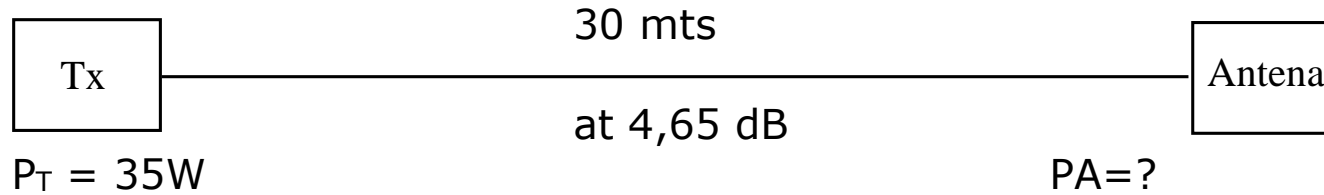
Un equipo radiotransmisor se vincula a su antena mediante la llamada línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transceptor (transmisor y receptor) tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W operando a la frecuencia de 400 MHz, la longitud de la línea es de 30 metros. ¿Cuál es la potencia aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea? Ver tabla 7-20 de la página 446.

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 1

Datos



$$AB = 400 \text{ Mhz} = 400 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$At = 15,5 \text{ dB/100 mts}$$

$$At = 4,65 \text{ dB en los 30 mts}$$

Resolución

Relación de pérdida

Potencia $\rightarrow P(dB) = 10 * \log \frac{P_1}{P_2}$

$$4,65 = 10 * \log \frac{35W}{P_2}$$

$$2,917 = \frac{35W}{P_2}$$

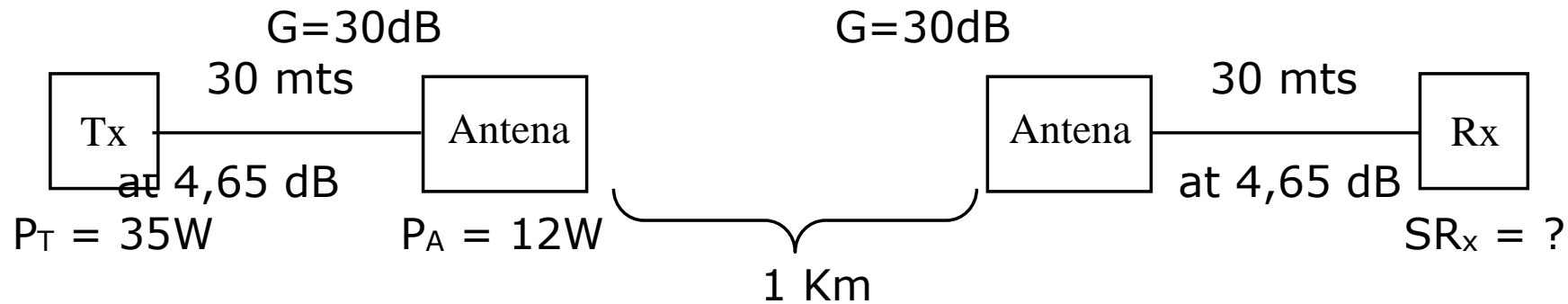
$$P_2 = 12W$$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 2

Para el ejercicio anterior calcular la sensibilidad del receptor si éste último se construye con el mismo tipo coaxial del transmisor y la misma distancia entre antena y receptor (30m). Ambas antenas tienen una ganancia de 30dB y se encuentran separadas entre sí 1Km.

Datos



Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 2

Paso mW del Tx a dBm

mW Tx

$$dBm = 10 * \log \frac{P_i}{1mW}$$

$$dBm = 10 * \log \frac{PT \text{ min}}{1mW}$$

$$P_{tx}(dBm) = 10 \log \frac{35.000mW}{1mW}$$

$$\mathbf{P_{tx}(dBm) = 45,44 \text{ dBm}}$$

$$\mathbf{L_p = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d}$$

$$L_p = 32,4 + 20 \log 400 + 20 \log 1$$

$$\mathbf{20 \log 400 = 20 * 2,6020 = 52,04 \text{ dB}}$$

$$\mathbf{20 \log 1 = 0}$$

$$\mathbf{L_p = 84,44 \text{ dB}}$$

Ecuación del Radio Enlace

Potencia del Tx [dBm] – Perdidas del Cable Tx [dB] + Ganancia Antena Tx [dB] – Perdidas en la trayectoria del espacio libre [dB] + Ganancia Antena Rx [dB] – Perdidas del Cable Rx [dB] – FD [dB] = SRx [dBm]

$$45,44 \text{ dBm} - 4,65 \text{ dB} + 30 \text{ dB} - 84,44 \text{ dB} + 30 \text{ dB} - 4,65 \text{ dB} - 0 \text{ dB} = \text{SRx dBm}$$

$$\mathbf{SRx = 11,70 \text{ dBm}}$$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 3

Dado un enlace radioeléctrico funcionando a la frecuencia de 300MHz, ¿Cuál es la longitud necesaria de las antenas para un buen rendimiento si las mismas son de media longitud de onda?.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = Longitud de onda
 c = Velocidad de la luz
 f = Frecuencia de la señal

$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{300 \times 10^6}$$

$\lambda = 1 \text{ mts.}$ Como son de media longitud de onda debería ser de 0,50 mts

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 4

¿Cuál debería ser la longitud de la antena de un teléfono celular cuya portadora opera a la frecuencia de 1 GHz? La antena es de media longitud de onda

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = Longitud de onda
 c = Velocidad de la luz
 f = Frecuencia de la señal

$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^9}$$

$\lambda = 0,3 \text{ mts.}$ Como son de media longitud de onda debería ser de $0,15 \text{ mts}$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 5

Si un receptor de FM utiliza una antena de 75cm, ¿De qué tipo de antena se trata?. La banda de FM corresponde a 88 - 108 MHz

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = Longitud de onda
 c = Velocidad de la luz
 f = Frecuencia de la señal

$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{98 \times 10^6}$$

$\lambda = \mathbf{3,06 \text{ metros. Tomaremos 3 mts aproximadamente}}$

El 98×10^6 , sale de hacer el promedio entre 88 y 108 Mhz ($88 + 108 / 2 = 98 \times 10^6 \text{ Hz}$)

$$\frac{\text{longAnt}}{\lambda} = \frac{0,75}{3} = \frac{1}{4}$$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 6

¿Qué longitud debería tener una antena de media onda para que pueda transmitir voz humana en su espectro original? Tomar como referencia el ancho de banda del canal telefónico.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ = Longitud de onda
 c = Velocidad de la luz
 f = Frecuencia de la señal

$C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ $AB = 300 \text{ Hz a } 4300 \text{ Hz}$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^3}$$

$\lambda = 75.000 \text{ mts.}$ Como son de media longitud de onda debería ser de 37.500 mts.

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 7

Cuál será la distancia del enlace visual para un enlace cuya altura de ambas antenas es de 20 metros, teniendo en cuenta la curvatura experimentada por la trayectoria de las ondas radioeléctricas debido a la acción ejercida por la atmósfera.

$$H = 20 \text{ mts.}$$

$$DH = 4,14\sqrt{H}$$

$$AV = 2 * DH$$

$$AV = 2 * (4,14\sqrt{20})$$

$$AV = 37,03 \text{ Km}$$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 8

En un enlace en UHF es esencial que las antenas del transmisor y receptor se miren (línea óptica). A qué altura mínima deben encontrarse ambas si la distancia del enlace es de 50 km. No se considera el fenómeno de difracción. Tener en cuenta la curvatura de la tierra y su radio (6370 Km).

UHF: Frecuencias ultra elevadas

- Banda de Frecuencia: 300 MHz – 3 GHz
- Longitud de onda: 1m – 10 cm
- Uso de comunicaciones: Microondas, TV

Asumimos que la altura de ambas antenas es la misma

AV = 50 Km.

DH = 25 Km.

$$DH = 3,61\sqrt{H} \text{ Sin difracción.}$$

$$25Km = 3,61\sqrt{H}$$

$$\mathbf{H = 47,95 \text{ metros}}$$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 8

“Tener en cuenta la curvatura de la Tierra y su radio (6.370 Km)”, usando “El teorema de Pitágoras”, $c^2=a^2+b^2$

A = 25 Km,

B = 6.370 Km

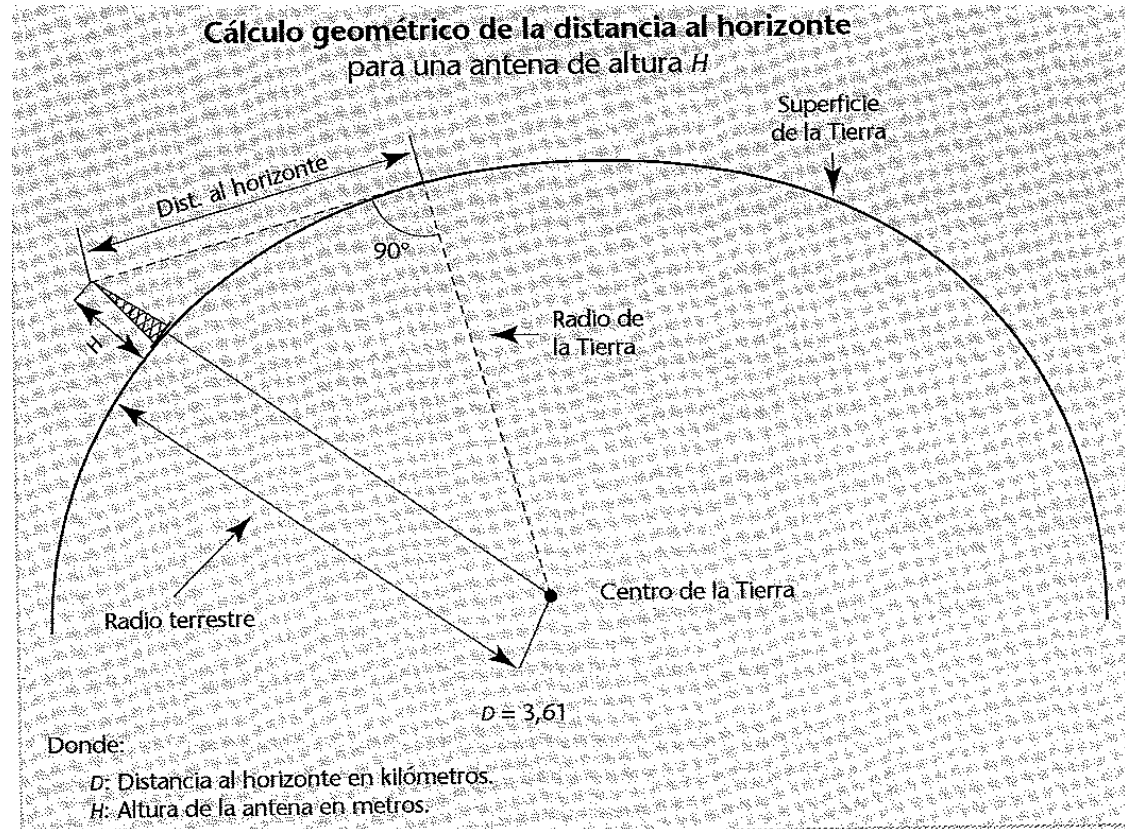
C = H+6.370 Km

$$H + 6.370 = \sqrt{25^2 + 6.370^2}$$

$$H = \sqrt{25^2 + 6.370^2} - 6.370$$

$$H = 0,04905 Km$$

$$H = 49,05 mts$$



Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 9

Considere el caso anterior si una de las antenas no puede superar los 10m de altura

Teniendo en cuenta que $AV = DH1 + DH2$ y la distancia del enlace es de 50 km = AV

Si $H1 = 10$ m

$$DH1 = 3,61\sqrt{H1}$$

reemplazando H1 en la ecuación

$$DH1 = 11,41 \text{ Km}$$

como $AV = DH1 + DH2$, despejando DH2, nos queda:

$$DH2 = 50 - 11,41 = 38,58 \text{ Km, con este valor puedo sacar H2}$$

$$DH2 = 3,61\sqrt{H2}$$

$$38,58 = 3,61 \sqrt{H2}$$

$$H2 = 114,2 \text{ m}$$

Trabajo Practico Nro. 7

Ejercicio Nro. 10

Dado un enlace de fibra óptica monomodo con los siguientes parámetros:

Ancho de banda: 10 GHz/Km

Longitud de cable de FO por carrete: 400 metros

Distancia del enlace: 10 Km

Atenuación por empalme mecánico: 0,5 dB

Atenuación por conector: 0,6 dB

Atenuación de la FO: 0,3 dB/Km

Sensibilidad del detector (receptor): - 55 dBm

a) Calcular la potencia necesaria en el transmisor en Watts. Suponer un factor de diseño de 10 dB. Se emplearán dos conectores (uno en el transmisor y otro en el receptor).

b) Calcular el ancho de banda disponible.