

$$P_{dBm} = 10 \log P_1 = 10 \log 10 \times 10^{-3} = -20 \text{ dBm}$$

$$P_{dBm} = 10 \log P_2 = 10 \log 10 \times 10^{-2} = -10 \text{ dBm}$$

Por lo tanto aplicando la relación

$$P_{dBm} = 10 \log P_3 = 10 \log 10 \times 10^{-1} = 0 \text{ dBm}$$

Con lo cual comprobamos la relación

(b) dBu

La determinación del nivel a lo largo de un sistema, en

unidades de potencia y en puntos de prueba con impedancias diversas en la mayoría de los casos ocasiona confusión debido a las correcciones que hay que hacer para transformar los valores medidos a dBm.

Por definición:

$$X_{dBu} = 20 \log \frac{U}{0.775}$$

Siendo U el valor del voltaje efectivo (r.m.s.) en el punto de medición y 0.775 la caída de potencial entre los extremos de una resistencia de 600 ohms, en donde se disipa una potencia de 0.001 watt.

Para este tipo de sistemas de línea de vista, el radio

Ejemplo:

Si, R, = 600 ohms, entonces; X dbm = X dbu

Si, R, = 300 ohms, entonces; X dbm = X dbu + 3

Si, R, = 150 ohms, entonces; X dbm = X dbu + 6

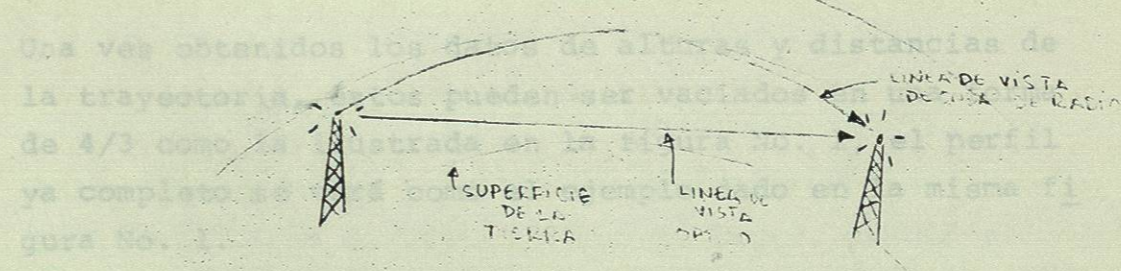
La figura No. 1 muestra la curvatura de la tierra actual

### 111. ANALISIS DE PROPAGACION:

A) Perfiles:

Una de las formas de asegurar un enlace consiste en, -- buscar que entre los dos puntos a comunicar exista "línea de vista".

En radiocomunicaciones existen 2 conceptos de "línea de vista"; el concepto empleado en física referente a la línea de vista óptico, y el aplicado en la propagación de las ondas electromagnéticas y que es conocido como "línea de vista para ondas de radio".





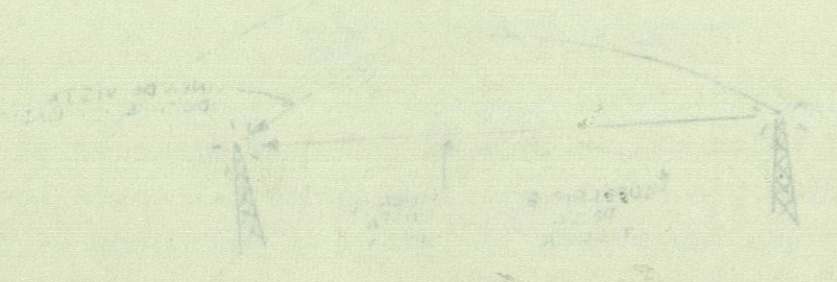
Ejemplo:  
 Si, R. = 600 ohms, entonces:  $X \text{ dbm} = X \text{ dbu}$   
 Si, R. = 300 ohms, entonces:  $X \text{ dbm} = X \text{ dbu} + 3$   
 Si, R. = 150 ohms, entonces:  $X \text{ dbm} = X \text{ dbu} + 6$

III. ANALISIS DE PROPAGACION

A) Perfiles

Una de las formas de asegurar un enlace consiste en buscar que entre los dos puntos a comunicar exista "línea de vista".

En radiocomunicaciones existen 2 conceptos de "línea de vista", el concepto empleado en física referente a la línea de vista óptico, y el aplicado en la propagación de las ondas electromagnéticas y que es conocido como "línea de vista para ondas de radio".



B) Cálculos de Propagación:

Para este último concepto de línea de vista, el radio de la curvatura de la tierra se ve incrementada por un factor K; este factor es variable dependiendo de la latitud en la que se pretende realizar el enlace.

De acuerdo a la latitud en la que se encuentra nuestro país, tomamos como estandar el factor K como 4/3.

La figura No. 1 muestra la curvatura de la tierra actual para ondas de radio, es decir; el radio de la tierra ha sido corregido con el factor K 4/3 de tal forma que el perfil de la trayectoria entre dos puntos a comunicar, puede ser graficado directamente en este formato.

Como podemos ver en dicha figura; además de los datos relativos a los puntos implicados en el enlace, se tienen 2 graduaciones totales, la una relativa a la distancia (240.120 ó 60 Km) y la otra relativa a la altura (4000, 1000 ó 250 mts).

Las escalas están identificadas como A, B y C, tanto para la graduación de distancia como para la graduación de la altura. Esto tiene una razón de ser, ya que la escala de distancia escogida debe ser compatible con la escala de altura, así por ejemplo si la escala de distancia escogida es la A, la escala de altura deberá ser la A.

Una vez obtenidos los datos de alturas y distancias de la trayectoria, éstos pueden ser vaciados en una forma de 4/3 como la ilustrada en la figura No. 1, el perfil ya completo se verá como el ejemplo dado en la misma figura No. 1. "Línea de Vista" y por lo tanto, usando el nomograma de la figura No. 3, se pueden obtener las pérdidas



Para este último concepto de línea de vista, el radio de la curvatura de la tierra se ve incrementada por un factor K; este factor es variable dependiendo de la situación en la que se pretenda realizar el enlace.

De acuerdo a la latitud en la que se encuentre nuestro país, tomamos como estándar el factor K como 4/3.

La figura No. 1 muestra la curvatura de la tierra actual para ondas de radio, es decir, el radio de la tierra ha sido corregido con el factor K 4/3 de tal forma que el perfil de la trayectoria entre dos puntos a comunicar, puede ser trazado directamente en este formato.

Como podemos ver en dicha figura, además de los datos relativos a los puntos implicados en el enlace, se tienen 2 graduaciones totales, la una relativa a la distancia (240, 120 ó 60 Km) y la otra relativa a la altura (4000, 1000 ó 250 mts).

Las escalas están identificadas como A, B y C, tanto para la graduación de distancia como para la graduación de la altura. Esto tiene una razón de ser, ya que la escala de distancia escogida debe ser compatible con la escala de altura, así por ejemplo si la escala de distancia escogida es la A, la escala de altura deberá ser la A.

Una vez obtenidos los datos de alturas y distancias de la trayectoria, éstos pueden ser variados en una forma de 4/3 como la ilustrada en la figura No. 1, el perfil ya completo se verá como el ejemplo dado en la misma figura No. 1.

### B) Cálculos de Propagación :

Una vez obtenidos el perfil topográfico del enlace, se deben calcular las pérdidas por espacio libre y por obstrucción si la hay.

Para hacer estos cálculos, nos valdremos de los monogramas de Bulling-Ton basados en la experiencia y que a la actualidad es la forma más aproximada de obtener las pérdidas reales.

El uso de uno u otro monograma depende mucho de la forma del perfil de la trayectoria.

Aquí mostraremos algunos de los perfiles más típicos y la forma de emplear los monogramas adecuados.

#### 1) Espacio libre con Línea de Vista

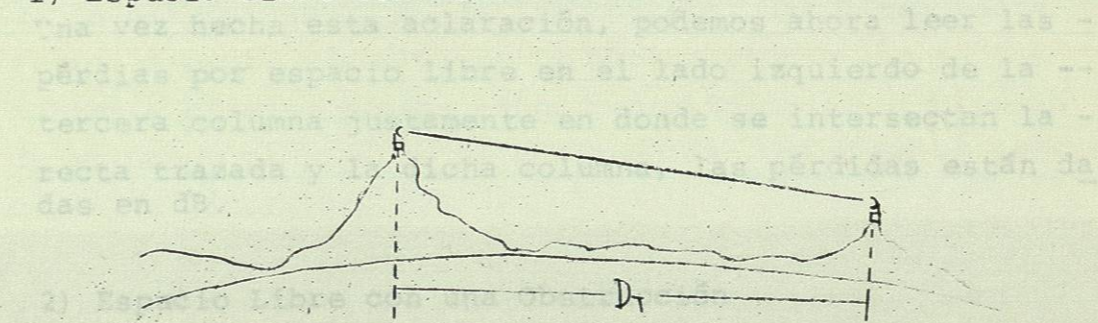


Figura No. 2

Cuando se tiene un perfil como el anterior, se dice que se tiene "Línea de Vista" y por lo tanto, usando el monograma de la figura No. 3, se pueden obtener las pérdidas



B) Cálculos de Propagación  
 Una vez obtenidos el perfil topográfico del enlace, se debe calcular las pérdidas por espacio libre y por obstrucción si la hay.  
 Para hacer estos cálculos, nos valdremos de los monogramas de Rullin-Ton basados en la experiencia y que a la actualidad es la forma más aproximada de obtener las pérdidas reales.

El uso de uno u otro monograma depende mucho de la forma del perfil de la trayectoria.  
 Aquí mostraremos algunos de los perfiles más típicos y la forma de emplear los monogramas adecuados.

1) Espacio libre con línea de Vista

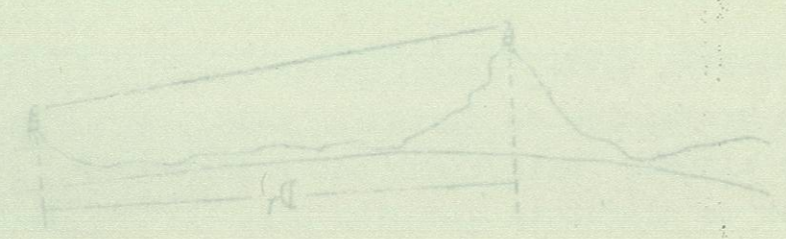


Figura No. 3

Cuando se tiene un perfil como el anterior, se dice que se tiene "línea de Vista", y por lo tanto, cuando el monograma de la figura No. 3, se pueden obtener las pérdidas

das por espacio libre. En este tipo, los monogramas deberán ser empleados para obtener las pérdidas totales. En este monograma tenemos 3 columnas, de la izquierda - está graduada en kilómetros y en ella marcaremos la distancia total del enlace  $D_t$  en Kms; en la columna de enmedio, marcaremos en forma aproximada la frecuencia de operación del enlace. Una vez obtenidas las 2 marcas, trazaremos una línea recta entre ambas y la prolongamos hasta la tercera columna.

Esta última columna como se puede ver, tiene 2 graduaciones; la una referida a dipolos de 1/2 onda y la otra referida a antenas isotrópicas. En la práctica es imposible tener una antena isotrópica por lo cual nuestros cálculos siempre serán referidos a un dipolo 1/2 onda.

Una vez hecha esta aclaración, podemos ahora leer las pérdidas por espacio libre en el lado izquierdo de la tercera columna justamente en donde se intersectan la recta trazada y la dicha columna, las pérdidas están dadas en dB.

2) Espacio Libre con una Obstrucción

En este tipo de terreno, la altura de la obstrucción que será medida desde la línea recta que une a los puntos a comunicar y el pico de la obstrucción, esto se encuentra indicado en la figura No. 4.

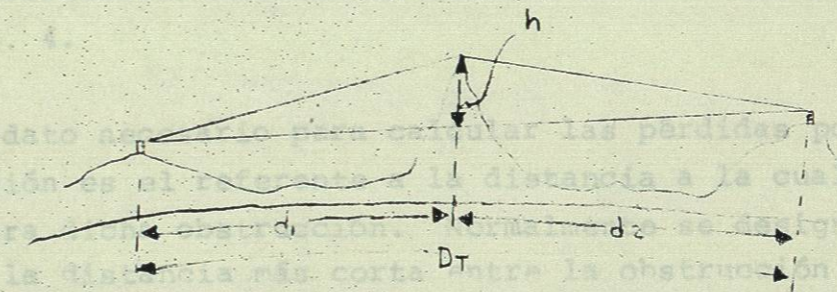


Figura No. 4



En este monograma tenemos 3 columnas, de la izquierda a la derecha, en la columna de la izquierda está graduada en kilómetros y en la columna de la derecha en metros; en la columna de en-  
 medio, marcamos en forma aproximada la frecuencia de operación del enlace. Una vez obtenidas las 3 marcas, trazamos una línea recta entre ellas y la prolongamos hasta la tercera columna.

Esta última columna como se puede ver, tiene 3 gradua-  
 ciones; la una referida a dipolos de  $\lambda/2$  onda y la otra referida a antenas isotrópicas.

En la práctica es imposible tener una antena isotrópica por lo cual nuestros cálculos siempre serán referidos a un dipolo  $\lambda/2$  onda.

Una vez hecha esta relación, podemos ahora leer las pérdidas por espacio libre en el lado izquierdo de la tercera columna; justamente en donde se intersectan la línea recta trazada y la dicha columna, las pérdidas están dadas en dB.

3) Espacio Libre con una Obstrucción

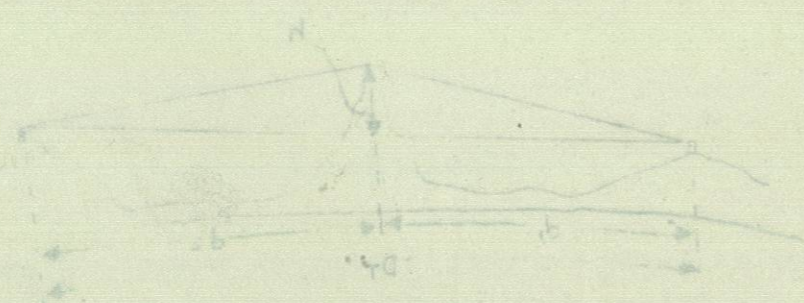


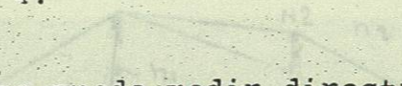
Figura No. 3

Cuando se tiene un perfil de este tipo, dos monogramas deberán ser empleados para obtener las pérdidas totales por propagación.

La primera de estas pérdidas será calculada con la ayuda del monograma de la figura No. 3 tal como si no existiera dicha obstrucción. La forma de uso de este monograma ya ha sido descrita en el inciso anterior.

A las pérdidas anteriores, se deben agregar las pérdidas por obstrucción, para calcular éstas; haremos uso del monograma de la figura No. 5 el cual consta de 5 líneas verticales, 4 graduadas y una sin graduación alguna, misma que sirve como referencia.

Para hacer uso de este monograma, necesitamos calcular la altura de la obstrucción (h); para esto se traza una línea recta entre los dos puntos a enlazar (considerando la altura tentativa de las torres), una línea recta entre el punto más alto de la obstrucción a uno de los puntos a enlazar y otra línea recta desde el otro punto de enlace y el pico de la obstrucción, tal como se indica en la figura No. 4.



Una vez hecho esto se puede medir directamente la altura de la obstrucción mínima que será medida desde la línea recta que une a los puntos a comunicar y el pico de la obstrucción, esto se encuentra indicado en la figura No. 4.

Otro dato necesario para calcular las pérdidas por obstrucción es el referente a la distancia a la cual se encuentra dicha obstrucción. Normalmente se designa como  $d_1$  a la distancia más corta entre la obstrucción y el punto de enlace más cercano.

Como se puede ver en el monograma de la figura No. 5 --