

SSTR - Balance de potencias en un enlace satélite-tierra

ANDRÉS RUZ NIETO¹ (Estudiante, UPV)

¹Universitat Politècnica de València (correo: aruznie@teleco.upv.es)

ABSTRACT En este entregable se van a analizar diversos parámetros de un supuesto enlace entre el satélite Hotbird 13B y una antena ubicada en Valencia.

I. INTRODUCTION

El objetivo es analizar los parámetros de los enlaces de satélite a tierra de los satélites Eutelsat, que están situados en la órbita geoestacionaria. Eutelsat tiene 3 satélites HotBird B,C,E situados en la posición orbital 13°E. El receptor estará situado en Valencia.

- La Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE) se puede obtener de los datos del satélite
- La frecuencia de análisis es 12 GHz
- La distancia entre el satélite y el punto de recepción se calculará a partir de los datos de latitud, longitud, radio de la tierra. Estos datos calculados se pueden comparar con los datos que facilitan los programas de análisis de coberturas.
- La zona de cobertura permitirá calcular de forma aproximada la Directividad de la antena del satélite. Para ello hay que calcular el ángulo sólido equivalente a partir de la zona de cobertura a -3dB con respecto a la máxima PIRE.
- La antena receptora es una parábola de Televés QSD75 , que se adjunta. Esta antena es elíptica. El fabricante facilita un valor de la directividad.
- El LNB es un receptor universal, se adjunta una hoja de características de Televés.

II. ANÁLISIS GEOMÉTRICO. DEFINIR UN SISTEMA DE COORDENADAS ESFÉRICAS Y CARTESIANAS

Conocemos el radio de la Tierra y la latitud y longitud de Valencia, cabe destacar que la latitud se da a partir del eje z (eje que pasa por los polos) por lo que habrá que pasarla al eje y restandole a 90° la latitud.

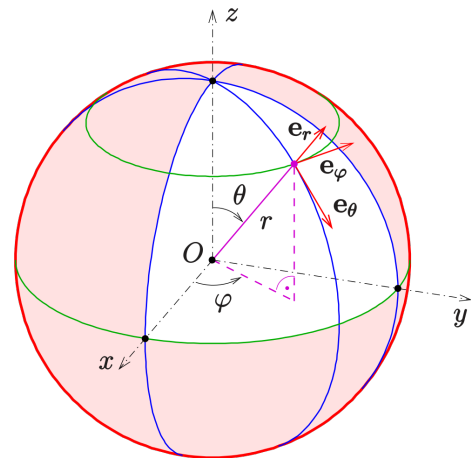


Figura 1. Coordenadas esféricas

$$Esfericas\ a\ polares \begin{cases} x = \rho \cos(\theta) \sin(\varphi) \\ y = \rho \sin(\theta) \sin(\varphi) \\ z = \rho \cos(\theta) \end{cases}$$

$$Valencia_{esfericas} \begin{cases} \rho = 6370km \\ \theta = 50,5298 \\ \varphi = -0,376805 \end{cases}$$

$$Valencia_{cartesianas} \begin{cases} x = 4917,25km \\ y = -32,33km \\ z = 4049,26km \end{cases}$$

$$Satelite_{esfericas} \begin{cases} \rho = 42156,4km \\ \theta = 90 \\ \varphi = 13 \end{cases}$$

$$Satellite_{cartesianas} \begin{cases} x = 41075,9342km \\ y = 9483,126km \\ z = 0km \end{cases}$$

III. ANÁLISIS DEL TRANSMISOR. OBTENER EL ÁNGULO SÓLIDO EQUIVALENTE Y LA DIRECTIVIDAD.

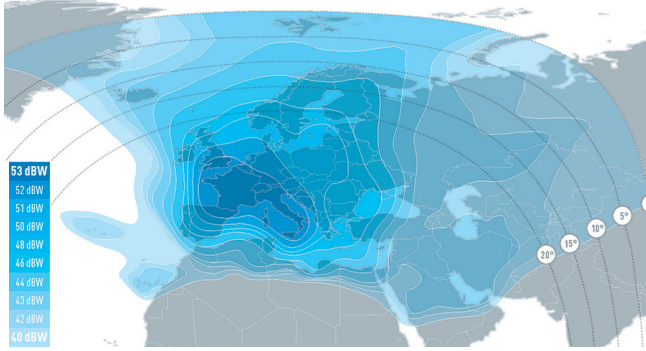


Figura 2. HOTBIRD 13B Downlink

Empleando Google Earth se ha obtenido un área total de cobertura aproximada de $40971303,82 \text{ km}^2$. Al no incidir de forma perpendicular el área real sería de:

$$40971303,82 \cos(43,5465) = 29696635,9 \text{ km}^2$$

Donde 43.5465 es la latitud del centro del área.

Para calcular el ángulo sólido equivalente se empleará la siguiente fórmula:

$$\Omega = S/R^2 = 29696635,9/6730^2 = 0,65$$

Para calcular la directividad se empleará la siguiente fórmula:

$$D = 4\pi/\Omega = 4\pi/0,65 = 19,33$$

IV. ANÁLISIS DEL ENLACE. OBTENER UNA FÓRMULA QUE PERMITA CALCULAR LA DISTANCIA ENTRE EL SATÉLITE Y UN PUNTO DE LA TIERRA

Si la posición en la tierra es $A(x_1, y_1, z_1)$ y la del satélite es $B(x_2, y_2, z_2)$, la distancia entre los dos puntos será:

$$Distancia = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$$

Si $A = (4917,25, -32,33, 4049,26)$ y $B = (41075,9342, 9483,126, 0)$

$$Distancia = 37608,38km$$

a través de la página web "satbeams.com" se puede obtener la distancia entre el satélite Eutelsat 13B y Valencia que resulta ser de:

Reception details	
13°E — Eutelsat Hot Bird 13B (HB13B, HB8, Hotbird 8, Hot Bird 8)	
Ku-band Wide Europe Beam	
Distance to satellite:	37643.9km
Location:	39.47°N 0.37°W
Elevation angle:	42.3°
LNB Tilt (skew):	-15.70°
True azimuth:	159.5°
Next Sun azimuth match at:	10:34:03 (GMT)
	11:34:03 (PC time)

Figura 3. Distancia Eutelsat 13B - Valencia

V. OBTENER UNA FÓRMULA QUE PERMITA CALCULAR EL ÁNGULO DE ELEVACIÓN

$$\theta = \arccos \left(\frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|} \right)$$

Donde $\vec{A} \cdot \vec{B}$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2$$

Y $|\vec{A}|, |\vec{B}|$

$$|\vec{A}| = \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2}$$

$$|\vec{B}| = \sqrt{x_2^2 + y_2^2 + z_2^2}$$

empleando los puntos del apartado anterior se obtiene un ángulo de elevación de 41.32° como se puede ver en la Imagen 3 se obtiene un ángulo de 42.3° .

VI. CALCULAR LA DENSIDAD DE POTENCIA RECIBIDA EN LA ANTENA EN dBW/M^2

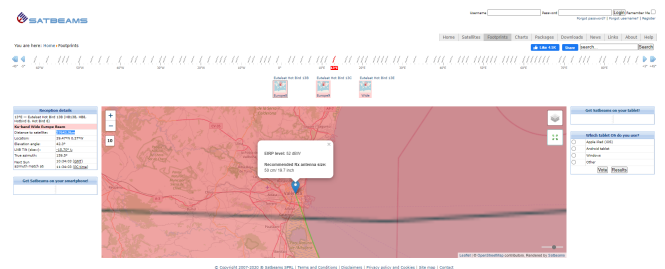


Figura 4. PIRE

$$P_{in} = \frac{W_r}{4\pi R^2} \cdot D_t = \frac{PIRE}{4\pi d^2}$$

Al estar situado en Valencia, la PIRE que se obtiene es de 52 dBW

$$P_{in} = \frac{10^{\frac{52}{10}}}{4\pi \cdot 37643900^2} = 8,900 \cdot 10^{-12} W/m^2 = -110,50 dBW/m^2$$

VII. CALCULAR EL ÁREA EFECTIVA Y GEOMÉTRICA DE LA ANTENA

La antena escogida es una parabólica de Televés de 85x75cm. El área de la elipse viene dada por la fórmula,

$$Area_{elipse} = \pi ab = \pi \cdot \frac{0,85}{2} \cdot \frac{0,75}{2} = 0,5m^2$$

La eficiencia de la antena se considera de un 70 % por lo que:

$$Area_{efectiva} = 0,5m^2 \cdot 0,7 = 0,35m^2$$

La directividad varía según la frecuencia de funcionamiento de la antena

$$\begin{aligned} Area_{efectiva} &= D_r \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \Rightarrow D_r = 4\pi \cdot Area_{efectiva} \cdot \lambda^2 \\ \Rightarrow D_r &= 4\pi \cdot Area_{efectiva} \cdot \frac{f^2}{c^2} \\ \Rightarrow D_r &= 4,88 \cdot 10^{-17} \cdot f^2 \end{aligned}$$

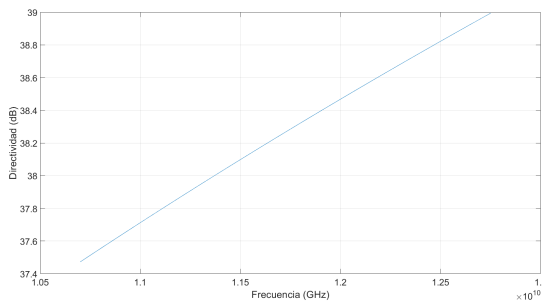


Figura 5. Relación directividad - frecuencia

Como se puede ver para una frecuencia de 11,7GHz se obtiene una ganancia de 38,5dB

VIII. CALCULAR LA POTENCIA DE ENTRADA DEL LNB EN DBM

Para calcular la potencia de entrada se multiplicará el área efectiva por la densidad de potencia:

$$\begin{aligned} W_r &= p_{in} \cdot Area_{efectiva} = 10^{\frac{-110,50}{10}} \cdot 0,35 = -115,059dBW \\ &= -85,06dBm \end{aligned}$$

IX. INDICAR LA FRECUENCIA DE ENTRADA Y SALIDA DEL CANAL 24 HORAS EUROPA

En la página es.kingofsat.net se puede ver que en canal 24H Horas HD emite en 12.303 GHz con polarización vertical.

El LNB divide su frecuencia de salida en dos bandas

$B - I$: 950..,1950 y $B - II$: 1100..,2150 tiene dos osciladores locales uno de ellos a 9.75GHz y otro a 10.6GHz. Se deberá emplear el oscilador local de 10.6GHz por lo que

tendremos que aplicar una señal de 22KHz y una tensión entre 12 y 14V para seleccionar el oscilador y la polarización respectivamente.

La frecuencia de salida resultaría:

$$f_{out} = f_{in} - f_{ol2} = 12303 - 10600 = 1703MHz$$

Referencias

- [1] Kingofsat, Link: <https://es.kingofsat.net/sat-hb8.php>.
- [2] Eutelsat, Link: <https://www.eutelsat.com/en/satellites/eutelsat-13-east-hotbird.html?hotbird-13b>