

## ANEXO 8. Cálculos de los enlaces

### Diseño 1, Enlace 1

A continuación, vamos a realizar los cálculos pertinentes para un enlace como el FSL el PIRE y el ENLACE con los cuales vamos a determinar si el enlace es viable matemáticamente.

Para esto vamos a hallar el cálculo del FSL el cuál nos da la pérdida en el espacio libre.

$$FSL = 20 \log(\text{dist. km}) + 20 \log(\text{frec. Mhz}) + 35.45$$

$$FSL = 20 \log(0.233) + 20 \log(60000) + 35.45 = 118.3 \text{ dB}$$

Ahora, con este dato vamos a hallar el valor del ENLACE determinando las pérdidas en cables y conectores como 3 dBm.

$$ENLACE = \text{potencia tx} + (-\text{perdidas tx}) + \text{ganancia} + (-FSL) + \text{ganancia rx} + (-\text{perdida rx})$$

$$ENLACE = 17 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 23 \text{ dBi} - 118 \text{ dB} + 23 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -61 \text{ dB}$$

$$MARGEN = ENLACE - (\text{sensibilidad Rx}).$$

$$MARGEN = (-61 \text{ dB}) - (-97 \text{ dBm}) = 36 \text{ dB}$$

$$PIRE = \text{potencia tx} + (-\text{perdidas tx}) + (\text{ganancia tx})$$

$$PIRE = 17 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 23 \text{ dBi} = 37 \text{ dB}.$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(\text{distancia km})(4 * \text{frecuencia GHz})}$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.233)/(4 * 60)} = 0.54 \text{ m}$$

Hallamos los calculo del SNR y para esto tomamos la temperatura(T) de 27°C, lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, donde, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann.

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt/}^\circ\text{K} - \text{Hz})$$

$$N[\text{dB}] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(f\text{MHz}) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 40) + 20 \log_{10}(60000) - 65.5 = -157.74$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(\text{dB})$$

$$SNR = -61 - 30 - (-157.74) = 66.74 \text{ dB}$$

Diseño 1, Enlace 2

$$FSL = 20 \log(0.430) + 20 \log(60000) + 35.45 = 123.6 \text{ dB}$$

$$ENLACE = 12 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 23 \text{ dBi} - 124 \text{ dB} + 23 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -72 \text{ dB}$$

$$MARGEN = (-72 \text{ dB}) - (-97 \text{ dBm}) = 25 \text{ dB}$$

$$PIRE = 12 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 23 \text{ dBi} = 32 \text{ dB}$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.430)/(4 * 60)} = 0.73 \text{ m}$$

Hallamos las calculo del SNR, para esto tomamos la temperatura(T) de 27° celcius lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt} / ^\circ\text{K} - \text{Hz})$$

$$N[\text{dB}] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(f\text{MHz}) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 20) + 20 \log_{10}(60000) - 65.5 = -157.74$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(\text{dB})$$

$$SNR = -61 - 30 - (-157.74) = 66.74 \text{ dB}$$

Diseño 1, Enlace 3

$$FSL = 20 \log(0.170) + 20 \log(2400) + 35.45 = 87.6 \text{ dB}$$

$$ENLACE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 15 \text{ dBi} - 88 \text{ dB} + 15 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -48 \text{ dB}$$

$$MARGEN = (-48 \text{ dB}) - (-96 \text{ dBm}) = 48 \text{ dB}$$

$$PIRE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 12 \text{ dBi} = 31 \text{ dB}.$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.170)/(4 * 2.4)} = 2.30 \text{ m}$$

Hallamos las calculo del SNR, para esto tomamos la temperatura(T) de 27° celcius lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt} / ^\circ\text{K} - \text{Hz})$$

$$N[\text{dB}] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(f\text{MHz}) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 20) + 20 \log_{10}(2400) - 65.5 = -188.71$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(dB)$$

$$SNR = -48 - 30 - (-188.74) = 110.74 \text{ dB}$$

Diseño 1, Enlace 4

$$FSL = 20 \log(0.118) + 20 \log(5000) + 35.45 = 90.8 \text{ dB}$$

$$ENLACE = 15 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 12 \text{ dBi} - 91 + 12 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -58 \text{ dB}$$

$$MARGEN = (-58 \text{ dB}) - (-95 \text{ dBm}) = 37 \text{ dB}$$

$$PIRE = 15 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 23 \text{ dBi} = 35 \text{ dB}.$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.118)/(4 * 5)} = 1.33 \text{ m}$$

Hallamos las calculo del SNR, para esto tomamos la temperatura(T) de 27° celcius lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt} / ^\circ K - \text{Hz})$$

$$N[dB] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(fMHz) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 80) + 20 \log_{10}(5000) - 65.5 = -176.31$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(dB)$$

$$SNR = -58 - 30 - (-176.31) = 88.31 \text{ dB}$$

Diseño 2, Enlace 1

$$FSL = 20 \log(0.659) + 20 \log(5000) + 35.45 = 105.8 \text{ dB}$$

$$ENLACE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 15 \text{ dBi} - 106 \text{ dB} + 15 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -66 \text{ dB}$$

$$MARGEN = (-66 \text{ dB}) - (-95 \text{ dBm}) = 29 \text{ dB}$$

$$PIRE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 15 \text{ dBi} = 28 \text{ dB}.$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.659)/(4 * 5)} = 3.14 \text{ m}$$

Hallamos las calculo del SNR, para esto tomamos la temperatura(T) de 27° celcius lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt} / ^\circ K - \text{Hz})$$

$$N[dB] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(fMHz) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 20) + 20 \log_{10}(5000) - 65.5 = -182.33$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(dB)$$

$$SNR = -66 - 30 - (-188.33) = 92.33 \text{ dB}$$

Diseño 2, Enlace 2

$$FSL = 20 \log(0.354) + 20 \log(5000) + 35.45 = 100.4 \text{ dB}$$

$$ENLACE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 17 \text{ dBi} - 100 \text{ dB} + 17 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -56 \text{ dB}$$

$$MARGEN = (-56 \text{ dB}) - (-97 \text{ dBm}) = 41 \text{ dB}$$

$$PIRE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 17 \text{ dBi} = 30 \text{ dB}.$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.354)/(4 * 5)} = 2.30 \text{ m}$$

Hallamos las calculo del SNR, para esto tomamos la temperatura(T) de 27° celcius lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt} / ^\circ K - \text{Hz})$$

$$N[dB] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(fMHz) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 40) + 20 \log_{10}(5000) - 65.5 = -179.32$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(dB)$$

$$SNR = -56 - 30 - (-179.39) = 93.39 \text{ dB}$$

Diseño 2, Enlace 3

$$FSL = 20 \log(0.272) + 20 \log(5000) + 35.45 = 98.1 \text{ dB}$$

$$ENLACE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 17 \text{ dBi} - 98 \text{ dB} + 17 \text{ dBi} - 3 \text{ dBm} = -54 \text{ dB}$$

$$MARGEN = (-54 \text{ dB}) - (-95 \text{ dBm}) = 41 \text{ dB}$$

$$PIRE = 16 \text{ dBm} + (-3 \text{ dBm}) + 17 \text{ dBi} = 30 \text{ dB}.$$

$$FRESNEL = 17.32 \sqrt{(0.272)/(4 * 5)} = 2.01 \text{ m}$$

Hallamos las calculo del SNR, para esto tomamos la temperatura(T) de 27° celcius lo cual corresponde a 300.15° Kelvin, B(ancho de banda) y k=constante de Boltzmann

$$K = 1.38 * 10^{-23} (\text{watt} / ^\circ K - \text{Hz})$$

$$N[dB] = 10 \log_{10}(KTB) + 20 \log_{10}(fMHz) - 65.5$$

$$N = 10 \log_{10}(K * 300.15 * 20) + 20 \log_{10}(5000) - 65.5 = -182.33$$

$$SNR = ENLACE - 30 - N(dB)$$

$$SNR = -54 - 30 - (-182.33) = 98.33 \text{ dB}$$