

cable: si el equipo está en la base de la torre, debemos calcular los M de cable hasta la altura de la antena.

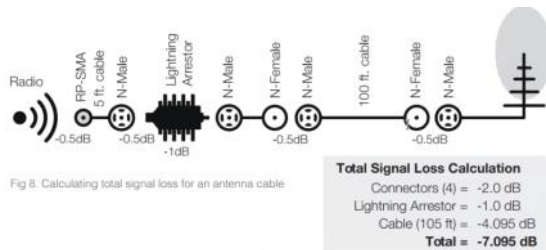


Figura 3. Modelo de atenuación (arresto-descarga de energía para rayos)

se calcula cuando sube la señal y baja de la antena

Tx será cuando baje de la antena de envío y el otro es Rx cuando suba

en esta imagen tenemos una pérdida de 4 db en conectores

si le ponemos 10m de cable, la pérdida son 3db.

entonces la pérdida total son aprox 7.6db

si tenemos potencia de 1w, pasamos eso a db = 30db.

entonces la potencia en la parte superior de la antena será

30dbm-7.6 (de subida) -7.6 (de bajada) = 15dbm para transmitir.

Bomberos de la Región Metropolitana ha contactado la empresa donde trabaja para diseñar un sistema de comunicación entre un conjunto de cuarteles que se observan en el mapa. El objetivo de esta red es proveer enlaces que permitan mantener el sistema de emergencias funcionando (transmitiendo video, voz y datos) en caso de falla del sistema principal, contratado actualmente a una empresa telefónica.

Bomberos establece un conjunto de requerimientos:

1. Requiere un Bit rate mínimo de 1Mbps entre cualquier par de cuarteles
2. Requiere un Bit error rate máximo de  $10^{-6}$
3. Debe usar ya sea la banda de 2.4GHz, disponiendo de 150KHz de Ancho de Banda, o la portadora de 415MHz, donde dispone de 125KHz.
4. Cada cuartel debe tener, al menos, tres enlaces con otros tres cuarteles de manera directa
5. Los equipos fijos que se van a utilizar tienen una potencia máxima de salida de 100mW reportan las modulaciones de 16PSK con sensibilidad de -100dBm, 32PSK con sensibilidad de -95dBm, 64QAM con sensibilidad de -105dBm, 16QAM con sensibilidad de -96dBm, 64QAM con sensibilidad de -80dBm y 256 QAM con una sensibilidad de -70dBm.
6. Solo se pueden utilizar antenas y cables de los provistos en las hojas de datos adjuntas al examen. Justifique sus elecciones. Si le faltan datos, étimolos justificando brevemente el valor elegido. Las torres que se utilizarán para montar las antenas son de 15m.

Los cuarteles y sus distancias se ofrecen en la tabla. La diferencia de altura no es relevante en este problema.

Defina cada enlace con la modulación propuesta. Considere que los enlaces se pueden agrupar según criterios comunes para su cálculo. Puede usar rolloff si lo considera necesario.

Tome en cuenta la relación  $\frac{S}{N} = \frac{P_r}{P_n}$  en decibelios, establezca la proporcionalidad entre la Energía de Bit  $E_b$ , la velocidad de bit,  $R_b$ , el ancho de banda efectivamente utilizado por el flujo de bits,  $B$ , el Ruido Equivalente,  $N_b$ , la Señal,  $S$ , y el Ruido,  $N$ .

Para cada enlace, defina la modulación y el BER resultante. Puede usar repetidores si lo considera necesario. Recuerde que el diseño debe respetar criterios de justificación respecto a la mantención, resiliencia y costo. Justifique brevemente los parámetros elegidos. Si usted identifica que hay alguna restricción de diseño que no se puede cumplir en alguno de los enlaces, debe justificar por qué no es factible.

Primero: calculamos las distancias que cubren los enlaces.

nos dicen que las antenas miden 15m.

Primero verificar por distancia y luego por potencia de recepción

	Primera Santiago	Catorce Providencia	Tercera Santiago	Segunda Ñuñoa	Quinta Ñuñoa	Cuarta Ñuñoa	Tercera Ñuñoa	Vigilante Santiago
Primera Santiago								
Catorce Providencia	5.29							
Tercera Santiago	1.58	4.07						
Segunda Ñuñoa	4.27	3.59	2.52					
Quinta Ñuñoa	5.64	4.61	4.04	3.4				
Cuarta Ñuñoa	6.42	3.02	4.4	2.33	2			
Tercera Ñuñoa	7.53	3.96	5.88	3.45	2.79	1.35		
Vigilante Santiago	9.01	3.85	7.85	6.92	7.2	5.05	4.85	

calculamos la distancia máxima que puede cubrir la antena, que es  $d = \sqrt{2 \cdot 8497000 \cdot 15} = 15965.9m$ . ESTAMOS SOBRADOS JEJE aprovechamos de calcular lambda, que está dado por:  $\lambda = (3 \cdot 10^8) / (2.4 \cdot 10^9) = 0.125$

Primera Santiago - Tercera Santiago: 1.58km

Primera Santiago - Tercera Ñuñoa: 7.53km

Primera Santiago - Catorce Providencia: 5.29km

cómo metemos 1Mbps en 150kHz?

1000000bps --- usa 1000000hz

usando coseno calzado tenemos 500000hz

para achicar esto, podemos poner 4bits por símbolo, 1 millón nos quedaría como

1000000 y 16 QAM que son 4bits/símbolo

1000000bps/(4bits/símbolo) = 250000 símbolos/s --- si usáramos un coseno calzado nos queda 125000Hz

QUÉ ES EL COSENO CALZADO??



en resumen, usamos la mitad del espacio.

podemos proponer aumentar la potencia ya que es bastante reducida.

## DESARROLLO

primero hacemos el cálculo de la distancia.

calculamos la distancia máxima que puede cubrir la antena, que es  $d = \sqrt{2 \cdot 8497000 \cdot 15} = 15965.9m$ . ESTAMOS SOBRADOS JEJE como nos dicen que la altura es igual para todos, entonces no hay problema de cobertura.

Revisamos la antena que podemos utilizar, para este ejercicio voy a utilizar 450MHz de frecuencia, entonces me conviene usar la antena:

<b>Panel</b>	380-500
<b>Dual Polarization</b>	X
<b>Half-power Beam Width</b>	65°

<b>2-Port Antenna 380-500 65° 12dBi</b>	
Type No.	<b>741515</b>
Frequency range	380 - 430 MHz   430 - 500 MHz

que funciona en ese rango, con ganancia 11.5db

RECORDAMOS QUE TENEMOS QUE PASAR ESOS 11.5DB A VECES.

12db =  $10 \cdot (11.5/10) = 14.1254$

hacemos el cálculo de lambda, que está dado por  $\lambda = c/f$

$\lambda = (3 \cdot 10^8) / (415 \cdot 10^6) = 0.7229$

Recordar:

→ ver distancias

→ ver potencias

→ ver velocidad

↳ eso lleva a ver modulaciones

→ final ver SINR

↳ lleva a ver Capacidad



non power beam trans

2-Port Antenna 360-500 65° 12dBi		
Type No.	741515	
Frequency range	360 ~ 430 MHz	
Polarization	+45° ~ -45°	
Gain	11.5 dBi	12° dBi

$$12\text{db} = 10^{(11.5/10)} = 14.1254$$

hacemos el cálculo de lambda, que está dado por  $\lambda = c/f$

$$\lambda = (3 \times 10^8) / (415 \times 10^6) = 0.7229$$

nos dicen que la potencia es 100mW

tenemos todo para hacer el cálculo

$$Pr = (100 \times 14^2 \times 0.7229^2) / (4 \times \pi \times 1580)^2 = 2.5982361377758E-5 \text{ mW} \text{ --- pasamos mW a dbm, que nos da ---}$$
$$\text{dbm} = 10 \times \log_{10}(2.59 \times 10^{-5}) = -45.86700235918748 \text{ dbm para este enlace --- RECORDAMOS AÑADIR LA PÉRDIDA POR EL CABLE. --- debido a que estamos sobrados de distancia, podríamos usar un cable más barato.}$$

165 Series	NOMINAL ATTENUATION	dB/100m	
		MHz	dB/100m
50 Ohm Impedance		600	11.1
		1800	16.8
		2500	19.9
		5800	29.9

la altura de las antenas son 15m, y nos dicen que la pérdida en 15m para 2.5 son aprox 6, entonces

para 15m son 9db

no considerar lo que está en rojo, fue un error

pérdida 9 + 3 = 12

47.57dbm - 12dbm (bajar antena) - 12dbm (subir antena) = 23.57dbm aprox

$$\left. \begin{array}{l} 10 - 6 \\ 15 - x \end{array} \right\} \frac{15 \cdot 6}{10} = 9$$

eso hace que ya no podamos utilizar 256QAM, ya que nos pasamos.

nos dicen que tenemos bit rate mínimo de 1mbps

debemos meter 1000000bps en 125Khz

si tuviéramos solo onda cuadrada  
eso usaría 1000000Hz.

si tenemos un coseno calzado, el ancho de banda será de 500000Hz.  
esto sigue siendo más de 125Khz

en el peor de los casos, necesitaremos tener al menos 3 veces eso.

si ponemos 4 bits por símbolo, tendremos --- podemos usar 16QAM - son 4 bits por símbolo

1000000bps / 4bits/símbolo = 250000 símbolos/s --- no alcanza, pero si usamos coseno realzado, obtenemos 125000Hz que es justo lo que nos dan

PERO, dijimos que en el peor caso vamos a tener 2 veces ese Bit rate.  
ESTO ya no funciona para 2 mbps, sólo aumenta 1 con 16PSK

2000000/8 bits por símbolo --- QUÉ MODULACIÓN TIENE 8 BITS POR SÍMBOLO??? --- 256QAM --- pero no podemos utilizarlaaaa XDDD --- intentar mañana usando un nuevo cable, así no nos va a dar.

tutoría 2 min 2:44:00

ahora intentamos utilizando este cable:

400 Series	NOMINAL ATTENUATION	dB/100m	
		MHz	dB/100m
50 Ohm Impedance		600	3.3
		1800	5.7
		2500	8.1
		5800	10.1

que nos daría una pérdida de 3db

$$-45.86 - 6 - 6 = -57.86$$

esto nos permite usar 256QAM

SUGERENCIA: aumentar Pt?

si aumentamos el Pt a 1W, obtenemos:

$$Pr = (1W \times 14^2 \times 0.7229^2) / (4 \times \pi \times 1580)^2 = 2.5982361377758E-7 \text{ W, pasamos W a dbW} = 10 \times \log_{10}(2.598 \times 10^{-7}) = -65.85360853262991 \text{ dbW, para pasar eso a dbm le sumamos 30, que nos da } -65.85 + 30 = -35.85 \text{ dbm}$$

si lo aumentamos solo al doble

$$Pr = (200\text{mW} \times 14^2 \times 0.7229^2) / (4 \times \pi \times 1580)^2 = 5.1964722755516E-5 \text{ mW, pasamos eso a dbm} = 10 \times \log_{10}(5.19 \times 10^{-5}) = -42.84832642151542 \text{ dbm} \text{ --- nos quedamos con este, ya que estamos sobrados}$$

si quisiéramos usar 256QAM, debemos revisar el gráfico

