

KBPS --- tenemos 2 flujos de video de 500kbps c/u y telemetría por 20kbps.

se debe considerar un aumento del flujo en un 50% de la capacidad

punto monitoreo CENTRAL: ANGOL

nos dan a elegir 2 bandas:

440MHz con 1200KHz de ancho de banda

700MHz con 1000KHz de ancho de banda

BER máximo de 10<sup>-5</sup>

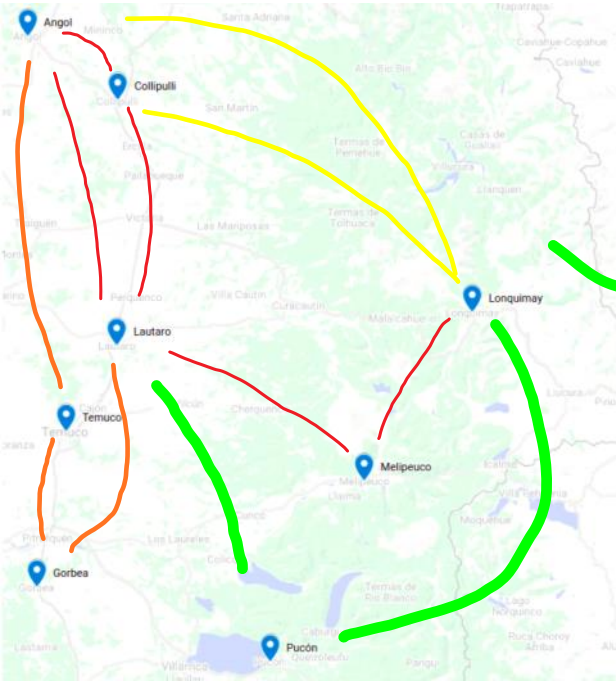
HAY UN ERROR EN ESTE EJERCICIO, LA PÉRDIDA POR EL CABLE Y LOS CONECTORES SE HACE PRIMERO A LA POTENCIA DE TRANSMISIÓN Y DESPUÉS DE CALCULAR PR SE LE HACE A PR.

Entonces, primer paso:

HACER LOS ENLACES. ----- nos dicen que deben haber al menos 2 enlaces a destino por vías disjuntas (es decir, que no tengan ningún tramo en común entre origen y destino)

importante: si queremos optimizar el ancho de banda, entonces es necesario hacer los enlaces lo más eficientes posibles.

nos dicen que deben haber 2 enlaces disjuntos, por lo tanto cada punto debe tener al menos 2 enlaces, HAY QUE VER COMO EVITAR QUE SEAN EN UN MISMO CAMINO YA QUE ESO HACE QUE EL ANCHO DE BANDA DEBA SER EL TRIPLE O PEOR



KM	Pucón	Angol	Lonquimay	Temuco	Collipulli	Lautaro	Gorbea	Altura (m)
Pucón	0							223
Angol	175.032	0						84
Lonquimay	104.978	137.508	0					925
Temuco	79.840	103.982	110.703	0				120
Collipulli	151.519	29.272	108.295	87.661	0			259
Lautaro	91.189	84.439	93.343	26.116	64.174	0		219
Gorbea	63.245	144.122	134.180	41.271	128.926	66.352	0	97
Melipeuco	52.829	146.114	52.253	78.910	118.563	73.564	89.462	479

En el peor caso necesitamos 3x el ancho de banda

Antena ✓

si decidimos utilizar 440MHz, tendríamos 1200KHz ancho de banda

nos están pidiendo meter 2 flujos de video de 500kbps c/u y telemetría por 20kbps.

1020Kbps --- NOS PIDEN QUE PUEDA AUMENTAR UN 50%

1020\*(1.5) = 1530 kbps ---- además, hay que considerar que en el peor de los casos vamos a tener 3x ancho de banda

1530\*3=4590 kbps .

las modulaciones que nos ofrecen son las siguientes:

2. Los equipos fijos terrestres que se van a utilizar tienen una potencia máxima de salida de 100W. La sensibilidad (nivel de señal mínimo necesario para poder recibir una señal) de cada equipo de comunicaciones es de -100dBm para 16PSK, -95dBm para 64QAM, -70dBm para 256QAM, -110dBm para BPSK, -105dBm para QPSK y -102dBm para 16QAM. El nivel de ruido en la entrada del equipo de comunicación es de -120dBm.

calculemos para 16QAM ---- eso es utilizar 4bits

4590/4 = 1147.5 --- con esto estamos dentro del rango.

ahora hay que ver si PODEMOS utilizar 16QAM.

si decidimos utilizar 440MHz, hay que buscar una antena que funcione en esa frecuencia.

en el rango que requerimos, la antena nos ofrece 12dbi, ESO DEBEMOS PASARLO A VECES, RECORDAR ESO PORQUE ES MUY IMPORTANTE

recordar que para pasar a veces, la fórmula es 12dbi = 10\*(12/10) = 15.8489 veces, lo podemos aproximar a 16 veces. Esa va a ser nuestra ganancia de recepción y transmisión.

revisemos si los enlaces son posibles (solo voy a revisar los más lejanos)

Lonquimay - Angol

si las antenas son de 15m (lo dice el enunciado),

altura lonquimay = 925+15 = 940 ----- NO OLVIDAR SUMAR LA ALTURA DE LAS ANTENAS  
altura angol = 84+15 = 99

D-lonquimay = sqrt(2\*8497000\*940) = 126389.7147714164 m  
D-angol = sqrt(2\*8497000\*99) = 41017.14275763245 m

la distancia máxima que aguanta ese enlace es 126389.71m + 41017.14m = 167406.85 m

1. Ejercicio Práctico - 3 Puntos en total.

Este examen tiene como objetivo evaluar su capacidad de diseño, dimensionamiento e interpretación de enlaces de datos y la aplicación de criterios de Ingeniería fundamentados para el correcto funcionamiento de los mismos. Se tomará en cuenta de manera equivalente cada uno de estos aspectos en la ponderación final.

Una empresa proveedora de agua de la Araucanía necesita monitorear distintos puntos de los sistemas de distribución de agua en la Región. El monitoreo, en cada punto, comprende dos flujos de video de 500Kbps cada uno y telemetría de flujo, presión y alarmas a 20Kbps. Dado lo crítico del monitoreo para detectar fallos a tiempo, debe asegurarse al menos dos enlaces a destino por vías disjuntas (es decir, que no tengan ningún tramo en común entre origen y destino). El punto de monitoreo está localizado en las oficinas centrales en Angol. Considere que el tráfico cursado se suma en los enlaces que comparten flujos de datos.

Usted debe diseñar la topología y considerar una expansión a futuro que permita incrementar cada flujo el 50% de la capacidad sin modificar la infraestructura instalada. Si lo considera necesario, puede instalar puntos de retransmisión de datos (repetidores inalámbricos).

La empresa establece un conjunto de requerimientos:

- Debe elegir la banda a utilizar, considerando que si utiliza la banda de 440MHz, dispone de 1200KHz de Ancho de Banda, y si utiliza la portadora de 700MHz, dispone de 1000KHz de ancho de banda.
- Los equipos fijos terrestres que se van a utilizar tienen una potencia máxima de salida de 100W. La sensibilidad (nivel de señal mínimo necesario para poder recibir una señal) de cada equipo de comunicaciones es de -100dBm para 16PSK, -95dBm para 64QAM, -70dBm para 256QAM, -110dBm para BPSK, -105dBm para QPSK y -102dBm para 16QAM. El nivel de ruido en la entrada del equipo de comunicación es de -120dBm.
- 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, estímelos justificando brevemente el valor elegido. Las torres que se utilizarán para montar las antenas son de 15m. Si usted cree necesario incorporar estaciones repetidoras, estas deben estar ubicadas al costado de la ruta y preferiblemente en una localidad poblada (aunque no es obligatorio).
- Se tolera un BER máximo de 10<sup>-5</sup>.

Los Puntos y sus distancias se ofrecen en la tabla y en el mapa. Debe considerar las alturas pero no los obstáculos.

2-Port Antenna 380-500 65° 12dBi

Type No.	741515	
	380-500°	
Frequency range	380 - 430 Mhz	430 - 500 Mhz
Polarization	+45°, -45°	+45°, -45°
Gain	11.5 dBi	12 dBi

la tabla nos dice que la distancia entre lonquimay y angol es de 137508m, por lo tanto este enlace si funcionará

veamos pucón lonquimay

altura pucón: 223+15=238 m

D-pucon = sqrt(2\*8497000\*238) = 63596.94961238314 m

la distancia máxima que aguanta ese enlace es de 126389.71 + 63596.95 = 189986.66 m  
la distancia real entre lonquimay y pucón es de 104978 m ---- si se puede ese enlace.

el último enlace largo es desde temuco - angol

altura temuco = 120 + 15=135 m

D-temuco = sqrt(2\*8497000\*135) = 47897.70349400898

la distancia máxima que aguanta ese enlace es de 41017.14 + 47897.70 = 88914.84  
la distancia entre temuco - angol es 103982 ---- nos falta, podríamos incorporar una repetidora en Traiguen ---  
para efectos del examen, todavía no lo confirmo con el profe pero voy a asumir que los cálculos de la antena intermedia se pu eden omitir.

si ponemos la intermedia justo al medio, entonces asumimos que el enlace es posible.

AHORA HACEMOS LOS CÁLCULOS.

Angol-Cullillu

la distancia REAL entre angol-cullillu = 29272m  
calculamos el lambda = (3\*10^8)/(440\*10^6) = 0.6818

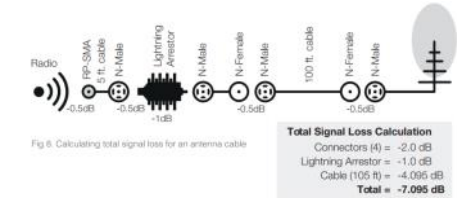
Pr = (100 \* 16^2 \* 0.6818^2)/(4\*pi\*29272)^2 = 8.7948702767203E -8 W

ESE RESULTADO HAY QUE PASARLO A dbW ---- 8.79\*10^8W = 10\*log10(8.79\*10^8) = -70.56 dbW --- para pasar a dbm, le sumamos 30

-70.56 +30=-40.56 dbm

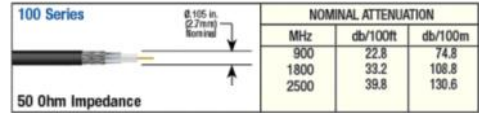
a esto, hay que hacerle la resta por la pérdida en el cable y subida/bajada de la antena.

si queremos usar 16QAM, necesitamos -102dbm, como tenemos -40.56 dbm estamos bastante sobrados, por lo que podríamos usar un cable con mayor pérdida para abaratar costos.



la imagen nos dice que la pérdida por conectores es de -2db, y que la pérdida por el lightning arrestor es -1db, nos da una pérdida fija de -3db.

para el cable, vamos a utilizar 15m de cable, y para asegurarnos, utilizamos la frecuencia de 1.8Mhz para estar sobrados



según la imagen, la pérdida en 10m sería 10dbm, entonces para 15 sería 15dbm.

tendríamos -40.56dbm - 15 - 15 - 3 = -73.56dbm ---- lo que nos sigue permitiendo utilizar 16QAM

para la modulación, nos dicen que debemos tener un BER máximo de 10^-5

