

13. 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 de correos tiene el interés de expandirse en el norte de Chile al haberse ganado la distribución de mensajes de varias empresas de servicios y retail. Habiendo ya encontrado lugares para las oficinas de distribución usted recibe la solicitud de diseño de un proyecto que permita unir un conjunto de localidades con sus anchos de banda respectivos. Sin embargo, para la instalación inicial se le solicita que lo haga en la banda sin licencia de 2.4GHz mientras se espera la autorización de uso de las frecuencias por parte de la SubTel. En particular, se requiere instalación de infraestructura propia para tener el control de la red y de los datos que en ella se transmitan, dado que es un secreto comercial.

Las localidades y sus distancias son:

- La Serena - Vicuña: 54,42km
- Vicuña - Pisco Elqui: 22,7km
- La Serena - Andacollo: 39,71km
- Coquimbo - La Serena: 11,3km
- Coquimbo - Ovalle: 68,48km
- Ovalle - Tongoy: 46,65km
- Ovalle - Andacollo: 40,51km

Y las alturas correspondientes de cada localidad:

- Vicuña: 795m
- La Serena: 54m
- Coquimbo: 19m
- Andacollo: 1052m
- Ovalle: 219m
- Tongoy: 5m
- Pisco Elqui: 1256m

La banda solicitada a la Subtel es de 1200MHz. El ancho de banda del canal en ambos casos (banda licenciada y no licenciada) es de 500KHz. La casa central está ubicada en La Serena, y cada punto tiene un tráfico de 200Kbps. Los transmisores tienen una potencia máxima de transmisión de 1W y los receptores una sensibilidad de -95dBm para QPSK, -80dBm para 16QPSK/16QAM y -105dBm para BPSK. Las antenas utilizadas deben elegirse entre Dipolos de 12dB de ganancia y Parabólicas de 24dB de ganancia. Se solicita realizar el diseño temporal con la banda no licenciada y el diseño definitivo con la banda licenciada de manera de no requerir nuevas instalaciones o mover las originales. Se pide una distribución eficiente pero no necesariamente óptima que cumpla con las especificaciones.

El piso de ruido es de -120dBm. Si la modulación elegida no tiene sensibilidad asignada, debe considerar la perteneciente a la modulación más cercana. Esto se realiza solo a los efectos de simplificar el cálculo en el presente examen, en diseños reales debe verificar el valor provisto por el fabricante del equipo.

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

Las torres de comunicación disponibles son de 10m de altura y se debe suponer que están instaladas sobre la altura de cada localidad. No deben tomarse en cuenta los obstáculos físicos (por ejemplo, montañas) en el diseño. Para los efectos del cálculo, no considere las pérdidas en el cableado ni conectores.

Tome en cuenta la relación $\frac{S}{N} = \frac{R_b E_b}{B N_0}$ en veces, establece 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_0 , la Señal, S , y el Ruido, S .

Justifique brevemente los parámetros elegidos.

Sensibilidad QPSK=-95dBm

Sensibilidad 16QAM/16QPSK=-80dBm

Sensibilidad BPSK=-105dBm

Pt=1W=30dBm

Piso de ruido=-120dBm

Rolloff configurable=0 o 1

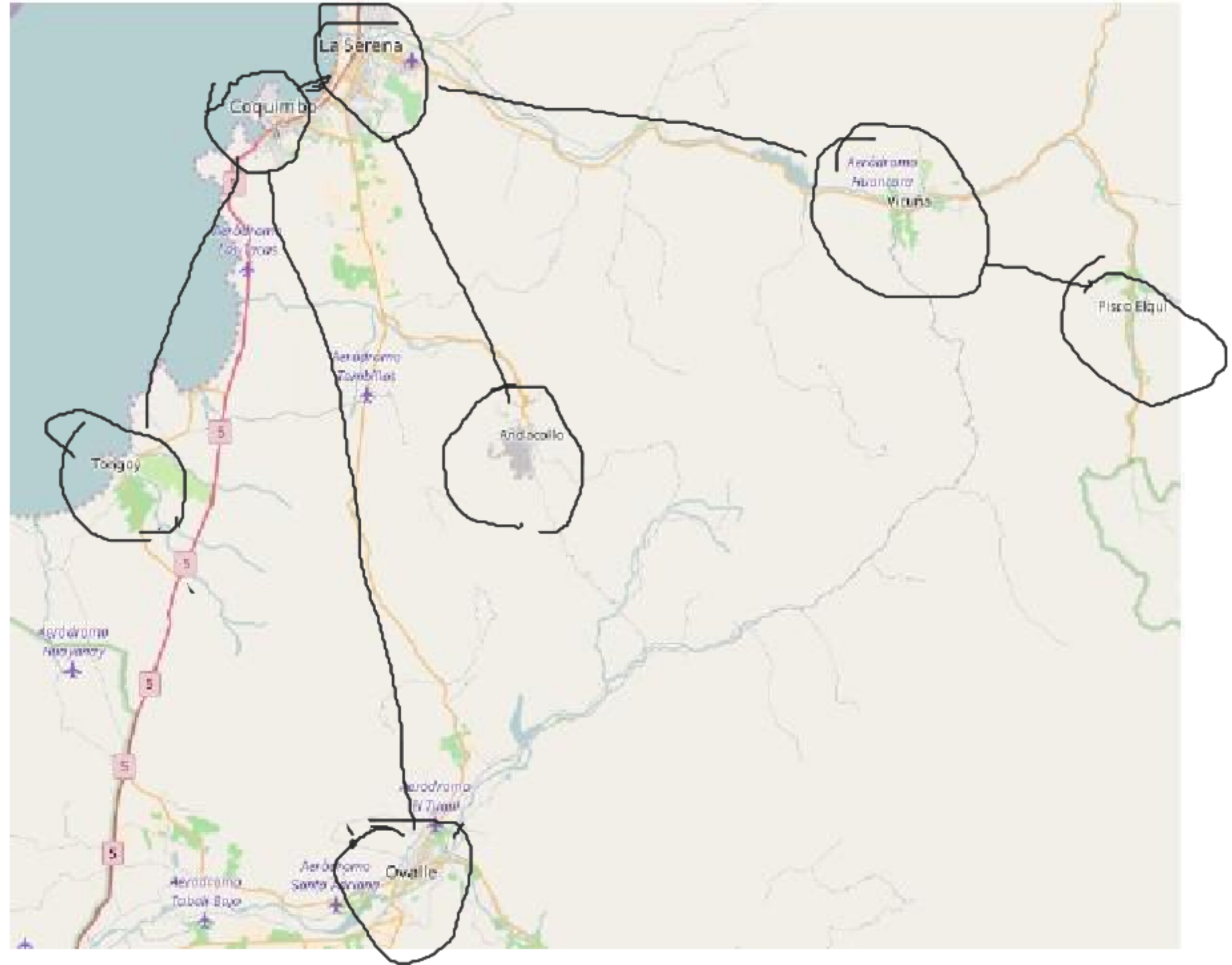
Bt=500KHz

R=200Kbps

f1=2.4Ghz, f2=1.2Ghz

Ga=12dB

Gb=24dB



Paso 1: Primero ver enlace mas largo y ver si es posible de linea de vista

$d1 = \sqrt{2 \cdot r \cdot h1} + d2 = \sqrt{2 \cdot r \cdot h2} = dt$; $r = 8497 \cdot 10^3$ *recordar sumar altura de la torre*

$d1 = 22199\text{m} + d2 = 62382 = 84581\text{m}$

=> El enlace es viable porque la distancia entre Coquimbo y Ovalle es menor que la distancia total

Paso 2: Calculamos la potencia de recepción

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4 \pi d)^2}$$

1W=1000mW

$G_a = 12\text{dBm} = 15.85$ veces

$G_b = 24\text{dBm} = 251.18$ veces

$\lambda_1 = 3 \cdot 10^8 / 2.4 \cdot 10^9$
 $= 0.125$ m/s

$\lambda_2 = 3 \cdot 10^8 / 1.2 \cdot 10^9$
 $= 0.25$ m/s

***Se pasa de dB a veces porque no se pueden usar valores logaritmicos en formulas lineales.
 $X_{\text{dB}} = 10 \log_{10}(x)$ y el valor de X
 $= 10^{(X_{\text{dB}}/10)}$ veces**

Caso1: G_a y λ_1

$$P_r = 1000 \cdot (15.84)^2 \cdot (0.125)^2 / (4 \cdot \pi \cdot 68480)^2$$

$$P_r = 5.29 \cdot 10^{-9} \text{ mW} = -82.76 \text{ dBm}$$

=> BPSK y QPSK funcionan

Recordar que tenemos dos tipos de antenas y dos tipos de frecuencias de transmision.

Recordar que para la distancia se toma la del peor enlace

Caso2: G_a y λ_2

$$P_r = 1000 \cdot (15.84)^2 \cdot (0.25)^2 / (4 \cdot \pi \cdot 68480)^2$$

$$P_r = 2.12 \cdot 10^{-8} \text{ mW} = -76.73 \text{ dBm}$$

=> Funcionan todas las modulaciones

Si se esta modulando con QPSK, bajo -95dBm no va escuchar nada. Si se esta modulando con 16QPSK/16QAM, bajo -80dBm no va escuchar nada.

Si se esta modulando con BPSK bajo -105dBm no escucha nada.

Caso3: G_b y λ_1

$$P_r = 1000 \cdot (251.18)^2 \cdot (0.125)^2 / (4 \cdot \pi \cdot 68480)^2$$

$$P_r = 1.33 \cdot 10^{-6} \text{ mW} = -58.76 \text{ dBm}$$

=> Funcionan todas las modulaciones

Bajando la frecuencia aumento la potencia recibida, en otras palabras si ya se cumple para 2.4GHz, seguro que se cumple para 1.2GHz

Caso4: Gb y lambda2

$$Pr=1000*(251.18)^2*(0.25)^2/(4*\pi*68480)^2$$

$$Pr=5.32*10^{-6} \text{ mW} = -57.74 \text{ dBm}$$

=> Funcionan todas las modulaciones

Paso 3: Escoger una modulación para transmitir y BER

$$Bt=500\text{KHz} \Rightarrow B=250\text{KHz}$$

$$R=200\text{Kbps}$$

Para este caso se utilizara rolloff=0

$$2B= 200\text{Kbps/l}$$

$$D=\frac{2B}{1+r}$$

$$D=\frac{R}{l}$$

No esta especificando un BER entonces se escoje 1 error en 1 millon ($1/10^6$) o -6

$$\Rightarrow S/N=10*(Rb/B)$$

$$=10*(400\text{kbps}/200\text{kb/s})$$

$$= 20 \text{ veces} \Rightarrow 10*\log_{10}(20)=13\text{dB}$$

Es una transmisión de doble banda lateral, porque toma tanto espectro positivo como negativo.

- BPSK 1bit/simbolo
- QPSK 2bits/simbolo
- 16QAM 4bits/simbolo

$l=\text{densidad(bits/simbolo)}$

Restamos la potencia de recepción con el piso de ruido

$$P_{\text{total}} = -82.76 - (-120) = 38 \text{ dBm}$$

Necesito un minimo de 13dB para poder equivocarme en una probabilidad de 1 en 1 millonde bits transmitido (con los -82,76dB), pero como aumenta la potencia, la probabilidad de equivocarme es mucho menor

**Mientras mas
potencia
recibo menor
probabilidad
tengo yo de
equivocarme**

