



INFRAESTRUCTURAS Y REDES DE COMUNICACIÓN

septiembre de 2012 - Examen

Nombre

Respuesta oficial

DNI

Parte 1: Cuestionario (1 punto)

Responda a las preguntas marcando claramente la respuesta que considere más acertada con una X.
Las respuestas correctas suman 0.1 puntos y las incorrectas restan 0.05 puntos.

- 1 Las modalidades de bucle de abonado en España quedan fijadas por:
- ☐ a. la OPA (oferta pública de abonado), emitida por la CMT.
 - ☐ b. la OBA (oferta de bucle de abonado), emitida por la CNMV.
 - ☒ c. Ninguna de ellas.

- 2 La reparación del tendido de fibra óptica en el Campus de Ciencias de la UGR por parte del CSIRC supone planificación:

- ☐ a. Táctica
- ☐ b. Estratégica
- ☒ c. Operativa

- 3 En ADSL 2, la mejora de capacidad de transmisión se debe:

- ☒ a. Al empleo de codificación de Trellis.
- ☐ b. Al empleo del doble del ancho de banda en *downlink*.
- ☐ c. A ambos.

- 4 El CMTS es:

- ☒ a. Un equipo en cabecera en HFC que gestiona el acceso de los usuarios a la red.
- ☐ b. Es el equipo del usuario que, en HFC, permite conectarse a la red
- ☐ c. Es el equipo de conexión entre la parte eléctrica y la parte óptica de la red.

- 5 UTRAN es:

- ☐ a. La parte de acceso radio en UMTS y GSM.
- ☐ b. La parte de acceso radio en GSM.
- ☒ c. La parte de acceso radio en UMTS, incompatible con GSM.

- 6 El dividendo digital:

- ☐ a. Es la partida económica dedicada al pago del uso del espectro radioeléctrico por parte de los operadores.
- ☐ b. Son los canales 66 a 69 de TDT, que se han agregado como nuevos canales disponibles.
- ☒ c. Son los canales 66 a 69 de TDT, que se están deshabilitando como canales disponibles.

- 7 En una ICT, la red de difusión de televisión y radio:

- ☐ a. requiere de amplificación de cabecera, basada en amplificadores monocanal.
- ☐ b. requiere de amplificación de cabecera, y en caso de un bajo número de PAUs, mediante amplificadores monocanal.
- ☒ c. Ninguna de ellas.

- 8 La formación de un E2 en PDH se realiza:

- ☒ a. bit a bit
- ☐ b. byte a byte
- ☐ c. es indistinto.

tiempo estimado:

test: 15 min

antes: 15 min

prob 1: 1h

prob 2: 1h

T. total ~ 2.5h

- 9 Suponga una trama de 100 μ s, 100 bits de datos en total (incluyendo relleno positivo) y 4 afluentes. La velocidad nominal de cada afluente es:

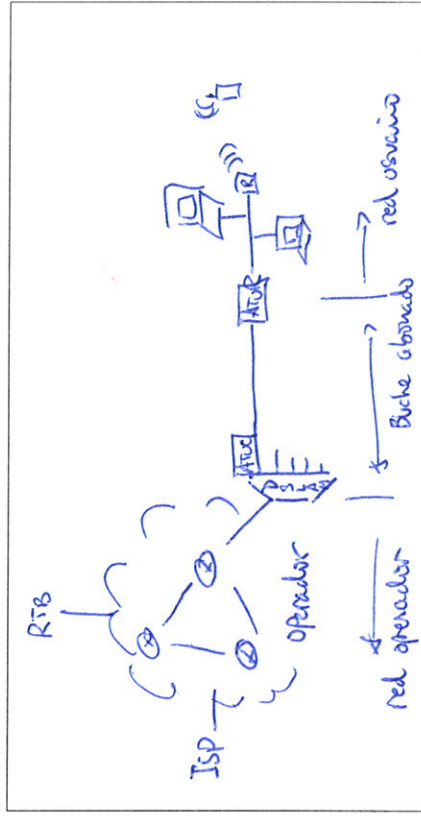
- ☐ a. 1 Mbps
- ☐ b. 0.125 Mbps
- ☒ c. 0.25 Mbps

- 10 En SDH una entidad TU-12 está formada por:

- ☐ a. una columna de POH, una columna de puntero y 4 columnas de datos.
- ☐ b. un byte de POH, un byte de puntero y 4 columnas de datos.
- ☒ c. 4 columnas de datos, incluyendo un byte de POH y un byte de puntero.

Parte 2: Preguntas cortas (1 punto)

1. Dibuje la arquitectura de red de ADSL, incluyendo los equipos más relevantes (0.5 puntos)



2. a) Para qué sirve el modelo de Erlang B (0.25 puntos):

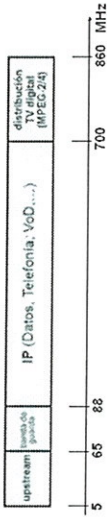
Sirve para dimensionar sistemas de entrada/salida en los que se supone pérdidas en el caso de que el sistema esté ocupado. Se corresponde con un M/M/1/N. Un ejemplo es la red telefónica convencional (RTC).

- b) En un ejercicio de dimensionado, qué tres parámetros son los que se tienen en cuenta. Describa brevemente qué es cada uno. (0.25 puntos)

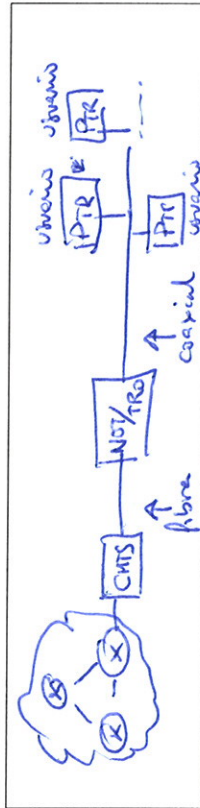
→ N° de enlaces (recursos disponibles): son los enlaces, conexiones, número de servidores, etc. en un sistema, para poder dar servicio
→ intensidad de tráfico (A): relación entre las entradas y las salidas del sistema: permite ver el nivel de carga asociado por un sistema
→ Probabilidad de bloqueo o pérdida, o de espera: probabilidad de que, al llegar un usuario, su acceso sea rechazado o que se le espere.

Parte 3: Ejercicios (4 puntos)

3. Un operador de telecomunicaciones decide tender una red de acceso HFC basada en el estándar EuroDocsis 3.0, con una modulación 64 QAM en bajada y QPSK en subida. En la transferencia existe un 30% de sobrecarga por cabeceras tanto en subida como en bajada. La distancia mínima de un usuario a la central local es de 1 Km, mientras que la distancia máxima es de 6 Km. El ruido en el cable se puede modelar con la expresión $(-140 + 3 \cdot N)$ dBm/Hz, siendo N el número TOTAL de usuarios conectados al mismo coaxial. La atenuación del cable es $At(d) = 10(\text{dB/Km}) \cdot d(\text{km})$ [dB], siendo d la distancia de la central al PTR del usuario.



- a) Dibuje el esquema genérico de la red de acceso HFC, con los equipos que lo conforman. (0.4 puntos).



- b) Calcule tasa de datos de subida y de bajada total efectiva disponible en el sistema, y la tasa de subida y de bajada efectiva de cada usuario (0.4 puntos).

Bajada: 64-QAM $\rightarrow 2^6$ Símbolos $\rightarrow N=6$

Total efectivo $R_e = BW \cdot \eta = 612 \text{ MHz} \times 6 \times 10^7 \cdot 25\% = 918 \text{ Mbps}$

Total efectivo usuarios $R_{\text{usuarios}} = BW_{\text{usu}} \cdot \eta = 8 \text{ MHz} \times 6 \times 10^7 \cdot 25\% = 336 \text{ Mbps}$

Subida: Total efectivo $R_e = BW \cdot \eta = 60 \times 2 \times 10^7 = 24 \text{ Mbps}$

Total efectivo usuarios $R_{\text{usuarios}} = BW_{\text{usu}} \cdot \eta = 2 \times 2 \times 10^7 = 8 \text{ Mbps}$

- c) ¿Cuántos usuarios pueden existir como máximo simultáneamente? (0.2 puntos)

Subida: $\frac{612}{8} = 76.5 \rightarrow 76$ usuarios límite

Bajada: $\frac{60}{2} = 30 \rightarrow 30$ usuarios

Usuarios $U_1 \rightarrow 30$

- d) Suponga que se transmite una densidad espectral de potencia de -40 dBm/Hz en toda la banda (tanto subida como bajada) y que cada vecino conectado a la red HFC se encuentra a 0.1 Km del anterior, y el más cercano a la central está a 1 Km. Calcule el valor de la SNR en los receptores, en función del total de vecinos que existen conectados (N) y el vecino en particular que se considere (n). (0.4 puntos)

Central $\xrightarrow{1 \text{ Km}} \dots \xrightarrow{0.1 \text{ Km}} n$

vecino vecino vecino vecino vecino

Potencia $= \left[-40 \frac{\text{dBm}}{\text{Hz}} + 10 \log BW_{\text{vecino}} - 10(1 + 0.1(n-1)) \right] \text{ dBm}$

Ruido $(Bw) = -140 + 3 \cdot N + 10 \log BW_{\text{vecino}}$

SNR $= \left[-40 - 10(1 + 0.1(n-1)) + 140 - 3 \cdot N \right] \text{ dB}$

$= -40 - 9 + 140 - 4N = [91 - 4N] \text{ dB}$

- e) Si la SNR de los receptores debe ser superior a 20 dB, estime en número de usuarios máximo (para la misma distribución que en el apartado anterior) (0.3 puntos)

$20 \leq -40 - 9 - 4N = -49 - 4N$ caso peor $\Rightarrow N=1$

$\rightarrow N \leq \frac{71}{4} = 17.75 \rightarrow 17$ usuarios

- f) Si la Sensibilidad (S) de los receptores es de -60 dBm/Hz, calcule (para la misma distribución que en el apartado d), ¿cuál es la distancia máxima de la red y el número de vecinos máximo en consecuencia? (0.3 puntos)

$d_{\text{vec}} = -40 \text{ dBm/Hz} - 10 \cdot (1 + 0.1(n-1))$

$-60 \leq -40 - 10 - (n-1) \rightarrow -10 \leq -(n-1)$

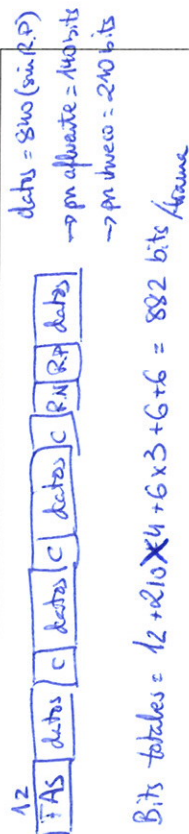
$d_{\text{mix}} = (1 + 0.1(n-1)) = 1.1 \text{ Km.}$

$n \leq 11$ usuarios

4. Se desea diseñar un esquema de Multiplexación PDH donde se concentren 6 afluentes de nivel E1 para formar el nivel superior. Para ello se selecciona un mecanismo de justificación como el caso G.745, esto es, tanto positivo como negativo. La trama resultante debe contener:

- Bits de información: 840 bits (sin incluir los de relleno positivo).
- Bits para señal de alineamiento de trama FAS: 12 bits.
- Control de justificación: igual que en el caso G.745.

- a) Proponga una estructura de trama que satisfaga el enunciado (explique brevemente su elección). Indique cuántos bits tiene la trama en total. (0,4 puntos)



* se pueden seleccionar más tramas para datos. En este caso se ha elegido la estructura de G.745, que supone 4 huecos, para los 6 afluentes: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8...

- b) Calcule el tiempo de trama para obtener una tasa nominal de relleno del 0%. (0,4 puntos)

$$\Delta R_{\text{nominal}} = \frac{R_{\text{vuelo}} - R_{\text{aficiente}}}{AR_{\text{hueco}}} = 0\% \rightarrow R_{\text{vuelo}} = R_{\text{aficiente}}$$

$$\rightarrow \frac{144}{T_{\text{trama}}} = 2048 \text{ kbps} \rightarrow T_{\text{trama}} = \frac{144}{2048000} = 68,75 \mu\text{s}$$

- c) Calcule la tasa de transferencia máxima (bps), la tasa de transferencia mínima (bps) y la tasa de transferencia nominal que puede aportar un afluente. (0,4 puntos)

$$R_{\text{nominal}} = 2048 \text{ kbps}$$

$$R_{\text{máx}} = \frac{144 + 1}{68,75 \mu\text{s}} = 2062,54 \text{ kbps}$$

$$R_{\text{mín}} = \frac{144 - 1}{68,75 \mu\text{s}} = 2033,49 \text{ kbps}$$

- d) Exprese la tolerancia máxima en partes por millón (ppm) (0,4 puntos)

$$\Delta R(\text{ppm}) = \frac{R_{\text{máx}} - R_{\text{vuelo}}}{R_{\text{vuelo}}} = \frac{R_{\text{vuelo}} - R_{\text{mín}}}{R_{\text{vuelo}}} = \frac{1}{68,75 \times 10^{-6}} = 1453,846$$

$$\Rightarrow \Delta R(\text{ppm}) = 7142,8 \text{ ppm}$$

- e) En lugar de dicho esquema, se decide seguir estrictamente la jerarquía digital plesiócrona y sus niveles, dibuje el esquema de inserción de la jerarquía, indique cómo se hace el entrelazado en cada nivel y que problema supone. ¿cuántos E1 contiene un E4? (0,4 puntos)

nivel $E_1 \xrightarrow{\times 4} E_2 \xrightarrow{\times 4} E_3 \xrightarrow{\times 4} E_4$ — excepto E_1 (a nivel de byte)
 entrelazado a nivel de bit, se pierde la referencia
 de los datos del nivel superior (para extraer datos hay
 que demultiplexar todos los niveles).

$$1 E_4 \rightarrow (4 \times 4 \times 4) E_1 = 64 E_1$$