



Dpto. Teoría de la Señal, Telemática y Comunicaciones  
E.T.S. Ingeniería Informática y de Telecomunicación  
C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda, S/N  
18071, Granada  
Tf: +34-958-240840 - Fax: +34-958-240831

Universidad de Granada



## INFRAESTRUCTURAS Y REDES DE COMUNICACIÓN

Septiembre de 2013 - Examen

Nombre Resolución oficial, sep 2013 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.

- El modelo de Erlang C se corresponde con:  
☐ a. Un modelo de bloqueo, esto es, con colas.  
☐ b. Un modelo de pérdidas, esto es, sin colas.  
☒ c. Ninguna de ellas.
- El teorema de Little establece la relación entre:  
☒ a. El retardo de un sistema de entrada salida y el número medio de elementos en el sistema.  
☐ b. El retardo de un sistema de entrada salida y las tasas de entrada y salida al sistema.  
☐ c. El número medio de elementos en un sistema de entrada salida y las tasas de entrada y salida al sistema.

- Los PAI son:  
☒ a. Puntos de acceso para el acceso indirecto al bucle de abonado.  
☐ b. Equipos de ADSL de cabecera que controlan a los DSLAM.  
☐ c. Puntos de acceso al inmueble, en el RITI.

- El CNAP es:  
☐ a. El centro nacional de acceso a fibra óptica.  
☒ b. El reparto del espectro radioeléctrico a nivel nacional.  
☐ c. El punto de acceso neutro a Internet en RedIRIS.

- GERAN es:  
☐ a. La parte de acceso radio en UMTS y GSM.  
☒ b. La parte de acceso radio en GSM. *es el caso de red UMTS*  
☐ c. La parte de acceso radio en 4G, incompatible con GSM.

- En una ICT con 3 BATs por PAU, la red de RTV requiere:  
☒ a. amplificadores monocanal, por encima de 10 PAUs.  
☐ b. centrales amplificadoras de banda ancha, por debajo de 30 PAUs.  
☐ c. amplificadores monocanal, por encima de 10 BATs.

- Cuántas BATs de RTV se requieren por piso:  
☒ a. 1 BAT por habitación, salvo baños y trasteros.  
☐ b. 2 BATs por sala principal y 1 BAT en el resto de salas, salvo baños y trasteros.  
☐ c. 2 BATs por sala principal y 1 BAT en el resto de salas, sin excepción.

- Una trama STM-16 tiene:  
☒ a. 4 columnas de cada STM-4  
☐ b. 4 columnas de cada STM-1  
☐ c. 1 columna de cada STM-4.

- Suponga una trama de 100  $\mu$ s, 90 bits de datos en total (incluyendo relleno positivo) y 3 afluentes. La velocidad nominal de cada afluente es:

Tiempo estimado:

test preguntas: 20 min

preg. cortas: 20 min

exámenes: 2h

aprox: 2h 40 min

$\Rightarrow$  3h.

- ☐ a. 3 Mbps  
☒ b. 0.3 Mbps  
☐ c. 1/0.3 Mbps

- 10 En SDH una entidad VC-4 está formada por:  
☐ a. una columna de POH y 261 columnas de datos.  
☐ b. un byte de POH y 261 columnas de datos.  
☒ c. Ninguna de ellas.

Parte 2: Preguntas cortas (1.5 puntos)

- Indique en qué consiste el modelo de Erlang-C y su utilidad (0.6 puntos)

libro IRC, pág 41 y 45

- ¿En qué consiste la plexiocronía? Dibuje y comente la estructura jerárquica de inserción/extracción de los diferentes niveles de PDH. (0.9 puntos)

libro IRC, pág 202 y 203

### Parte 3: Ejercicios (3.5 puntos)

3. Un operador de telecomunicaciones decide desplegar una red de telefonía móvil basada en GSM. El escenario que se planifica es tal que en cada celda hay un promedio de 800 usuarios que usan telefonía móvil, realizando un promedio de 12 llamadas/día. El operador posee una cuota de mercado del 35%. La duración media de las llamadas es de 87 segundos.

a) Dibuje el esquema genérico de la red de correspondiente a GSM, indicando los elementos que la componen (0.2 puntos).

Alm. 3G, PC, 116 o 120

b) Teniendo en cuenta que se requiere una probabilidad de bloqueo por debajo del 0.5%, indique la intensidad de tráfico que debe soportar la celda,  $A_{celda}$  (0.5 puntos).

800 usuarios  $\times$  0.35 = 280 usuarios para dicha operadora

$$\lambda_{usuario(celda)} = \frac{12}{24} \text{ llamadas} = 0.5 \text{ llamadas/hora} \rightarrow \lambda_{celda} = 0.5 \cdot 280 \text{ usuarios} = 140 \text{ llamadas/hora}$$

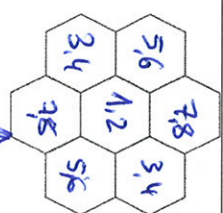
$$A = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{140/3600 \text{ llamadas}}{1/87 \text{ segundos}} = 3.38 \text{ E}$$

c) Indique el número de radiocanales necesarios por celda, el reparto de canales lógicos por radiocanal. ¿Cuántos radiocanales requiere el operador en la red completa, suponiendo todas las celdas iguales?, realice la asignación en la figura proporcionada para ello. (0.5 puntos).

$$A = 3.38 \text{ E} \rightarrow N = 10 \rightarrow 10 \text{ canales lógicos por celda (uno por TCH)}$$

Además se necesitan 2 canales lógicos para señalización (uno para control y otro para datos)

$\Rightarrow$  12 canales lógicos  $\Rightarrow$  2 subcanales (cada uno tiene 8 lógicos)



2 canales físicos (subcanales por celda)  
 TCH, TCH, TCH, TCH, TCH, TCH  
 TCH, TCH, TCH, TCH, TCH, TCH  
 $\Rightarrow$  en todo el escenario 8 subcanales como mínimo

d) Si se dispone de un solo radiocanal por celda, y se necesitan dos canales lógicos para señalización (uno para común y otro para dedicada). ¿cuántas llamadas/hora pueden existir en promedio, manteniendo los requisitos de calidad de servicio? (0.5 puntos)

1 radiocanal  $\rightarrow$  8 canales lógicos  $\rightarrow$  8 TCH  $\rightarrow$  N=8

$$N=8 \rightarrow A = 16.22 \text{ E} = \frac{\lambda_{celda}}{\mu}$$

$$\lambda_{celda} = A \cdot \mu = 16.22 \cdot \frac{1}{87} \cdot 3600 = 67.03 \text{ llamadas/hora (en total en cada celda)}$$

Nota: si lo requiere, puede emplear las tablas siguientes:

Tabla de Erlang B

Intensidad de tráfico según $P_b$ (%) y N	N/P <sub>b</sub>	0.1	0.5	1.0	2	5	10
1	0.010	0.050	0.101	0.204	0.376	0.611	1.111
2	0.048	0.054	0.156	0.235	0.383	0.594	0.954
3	0.193	0.058	0.160	0.235	0.383	0.594	0.954
4	0.493	0.062	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
5	1.132	0.064	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
6	2.279	0.065	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
7	3.783	0.066	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
8	5.453	0.067	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
9	7.352	0.068	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
10	9.546	0.069	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
11	12.051	0.070	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
12	14.981	0.071	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
13	18.346	0.072	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
14	22.156	0.073	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
15	26.421	0.074	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954

Tabla de Erlang C

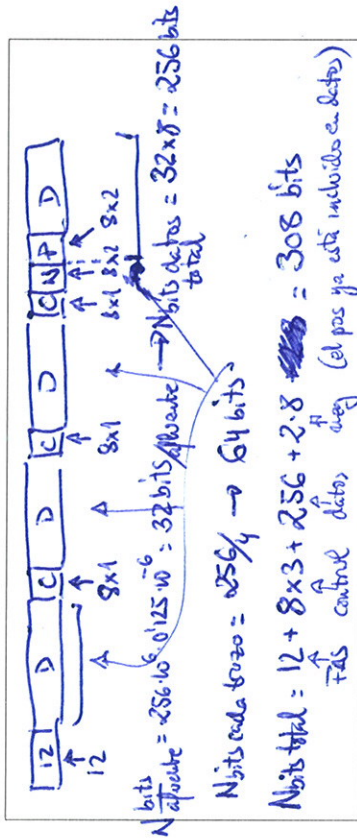
Intensidad de tráfico según $P_c$ (%) y N	N/P <sub>c</sub>	0.1	0.5	1.0	2	5	10
1	0.010	0.050	0.101	0.204	0.376	0.611	1.111
2	0.048	0.054	0.156	0.235	0.383	0.594	0.954
3	0.193	0.058	0.160	0.235	0.383	0.594	0.954
4	0.493	0.062	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
5	1.132	0.064	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
6	2.279	0.065	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
7	3.783	0.066	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
8	5.453	0.067	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
9	7.352	0.068	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
10	9.546	0.069	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
11	12.051	0.070	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
12	14.981	0.071	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
13	18.346	0.072	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
14	22.156	0.073	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954
15	26.421	0.074	0.162	0.235	0.383	0.594	0.954



4. Se desea diseñar un esquema de multiplexación PDH no estandarizado donde se concentran 8 flujos de 256 Kbps para formar el nivel superior. Para ello se estudia tanto la posibilidad de implementar sólo relleno positivo, como implementar relleno positivo y negativo. Las características de la trama resultante debe ser:

- Tiempo de trama: 125µs.
- Bits para señal de alineamiento de trama FAS: 12 bits.
- Bit de relleno: dos bits por trama (tanto para positivo como para negativo, en su caso).
- Control de justificación: bit de control por triplicado en la trama.
- Cuatro zonas de datos.

- a) Proponga una estructura de trama con esquema de relleno tanto positivo como negativo, que satisfaga el enunciado (explique brevemente su elección), y que haga que el multiplexor sea simétrico. Indique cuántos bits tiene la trama en total. (0,3 puntos).



- b) Calcule la tasa máxima, mínima y nominal del multiplexor para un afluente, y la tasa máxima de relleno (bps) y la frecuencia nominal de relleno (bps) para dicho afluente. (0,4 puntos)

$$R_{nom} = \frac{32}{125 \mu s} = 256 \text{ Kbps}$$

$$R_{máx} = R_{reg} = \frac{34}{125 \mu s} = 272 \text{ Kbps}$$

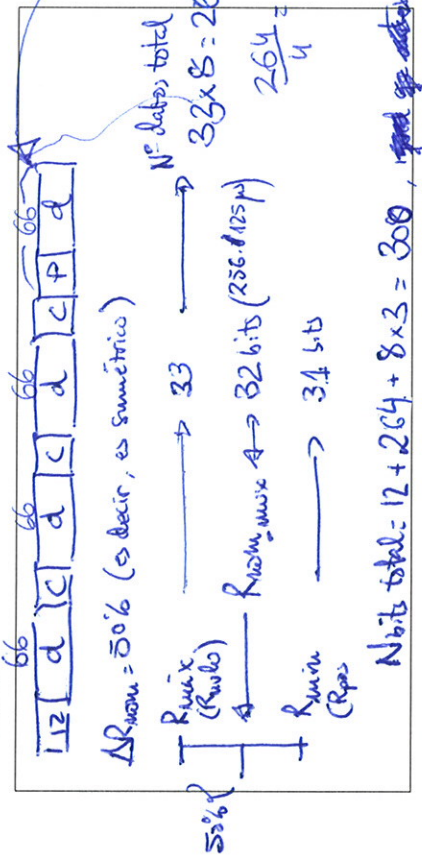
$$R_{mín} = R_{pos} = \frac{30}{125 \mu s} = 240 \text{ Kbps}$$

$$\Delta R_{máx} = \frac{2}{125 \mu s} = 16 \text{ Kbps} \quad (R_{nom} - R_{mín} = R_{máx} - R_{nom})$$

$$\Delta R_{mín} (bps) = \frac{R_{nom} - R_{máx}}{R_{nom} - R_{máx}} = 0$$

$$\Delta R_{máx} = \frac{R_{nom} - R_{máx}}{R_{nom} - R_{máx}} = 0$$

- c) Proponga ahora una estructura de trama con esquema de relleno sólo positivo, que satisfaga el enunciado (explique brevemente su elección), y que haga que el multiplexor tenga una tasa nominal de relleno de  $\Delta R_{nom} = 50\%$ . Indique cuántos bits tiene la trama en total (0,4 puntos).



- d) Calcule la tasa bruta total del flujo generado por el multiplexor diseñado en a) y el diseñado en c) (0,3 puntos).

caso a) (relleno positivo/negativo/nulo)

$$R_{bruta} = \frac{308 \text{ bits}}{125 \mu s} = 2464 \text{ Mbps}$$

caso c) (relleno sólo positivo)

$$R_{bruta} = \frac{308 \text{ bits}}{125 \mu s} = 2464 \text{ Mbps}$$

- e) Se desea insertar dichos flujos en un STM-1 ¿Es posible hacerlo? ¿Qué diferencia de capacidad ( $\Delta R$ , en bps) existe entre la tasa asumible por el STM-1 y los flujos resultantes de la multiplexación en a) y c)? (0,4 puntos).

$$R_{datos STM-1} = \frac{261 \times 8 \times 9}{125 \mu s} = 180'336 \text{ Mbps}$$

$$R_{mux} = 2'464 \text{ Mbps}$$

$$\Delta R = R_{datos STM-1} - R_{mux} = 147'872 \text{ Mbps}$$

$$\Delta R = R_{datos STM-1} - R_{mux} = 147'872 \text{ Mbps}$$

