

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS TELEMÁTICOS**ASIGNATURA: REDES Y SERVICIOS DE RADIO****EVALUACIÓN FINAL 6-06- 2018****EJERCICIO FINAL. DURACIÓN: 40 MINUTOS**

En un autocine con capacidad para 60 coches se ha instalado una red WiFi para ofrecer a los usuarios el sonido de la proyección en sus teléfonos y además acceso a Internet. Se considera que en cada coche puede haber una o dos personas conectándose a la red inalámbrica.

Para cubrir el área donde se estacionan los coches se han instalado seis puntos de acceso autónomos (del tipo "thick AP") en la banda de 2,4 GHz. Los AP son 802.11g/n y tienen habilitada la calidad de servicio EDCA. Cada AP cubre un mismo número de coches.

Todos los puntos de acceso están conectados a una misma red Ethernet conmutada de 1 Gbps. A esa red están también conectados el servidor de los flujos de audio y el encaminador que da acceso a Internet. Considere despreciable el caudal de subida a Internet.

El sonido de las películas se ofrece en difusión en el idioma original y doblado. Para la transmisión multicast se utiliza el protocolo GCR (Groupcast with Retries Service) con dos reenvíos no solicitados y ACKs en bloque. A este tráfico de audio se le asigna la categoría Voice y requiere para cada flujo de audio un caudal en el MAC de 600kbps. Para el acceso a Internet se asigna al tráfico de datos la categoría BestEffort.

Los puntos de acceso optimizan la transmisión de flujos multicast en función del tipo de usuario asociado en cada momento.

Los AP se configuran de forma que sólo admiten usuarios 802.11n con un MCS=3 y 20 MHz de ancho de banda que les obliga a transmitir y recibir en el nivel físico a 28,9 Mbps. Para 802.11g, sólo admiten usuarios con modulación BPSK y FEC $\frac{3}{4}$, que les obliga a transmitir y recibir a nivel físico a 9 Mbps. En estas condiciones se consigue que todas las estaciones trabajen a una misma velocidad y con una tasa de error aceptable.

En el MAC se consigue de este modo para cada AP los siguientes máximos caudales útiles para los dos tipos de estaciones y los dos tipos de tráfico:

	Audio (Mbps)	Datos (Mbps)
802.11n	9	12
802.11g	3	4

Responder justificadamente a las preguntas planteadas en los siguientes escenarios, teniendo en cuenta que son independientes entre sí.

Escenario A

El cine está al máximo de su aforo (con dos espectadores por vehículo). Un 30 % de los usuarios sigue la película en el idioma original y el resto en versión doblada. Todos los espectadores tienen teléfonos 802.11n salvo un espectador en uno de los AP con un teléfono 802.11g, que es de los que la están siguiendo en versión doblada.

- 1. ¿Qué caudal sale del servidor hacia la red Ethernet?**
- 2. ¿Cuanto vale el "AirTime" libre en cada AP?**

Escenario B

En una sesión doble, durante el descanso entre las dos películas no se emite ningún audio:

- 3. ¿Cuál es el máximo caudal que se puede llegar a producir en el interfaz del router con la red Ethernet?**

Escenario C

Durante una proyección, en un AP hay 10 usuarios con teléfono 802.11n y uno con teléfono 802.11g. Todos están siguiendo la película en versión original. Hay además cuatro usuarios en ese AP que no están siguiendo la película y desean navegar por Internet.

- 4. ¿De qué caudal de datos en el MAC disponen en conjunto los cuatro usuarios que quieren navegar por Internet si su teléfonos son 802.11n?**
- 5. ¿De qué caudal dispone cada uno si tres son 802.11n y uno es 802.11g?**

Notas: Se pueden despreciar los efectos de todos los *overheads* no especificados.

Las estaciones 802.11n no utilizan agregación.

Las MPDU de datos se suponen de la misma longitud para todas las estaciones.

EJERCICIO FINAL. SOLUCIÓN

Escenario A

El cine está al máximo de su aforo (con dos espectadores por vehículo). Un 30 % de los usuarios sigue la película en el idioma original y el resto en versión doblada. Todos los espectadores tienen teléfonos 802.11n salvo un espectador en uno de los AP con un teléfono 802.11g, que es de los que la están siguiendo en versión doblada. Nadie está navegando por Internet.

1. ¿Qué caudal sale del servidor hacia la red Ethernet?

2 flujos de 600 kbps -> 1,2 Mbps

2. ¿Cuanto vale el "AirTime" libre en cada AP?

En los AP con todos 802.11n:

$$1 - 2 \cdot 600 \text{ kbps} / 9 \text{ Mbps} = 86,7 \%$$

En el AP con un 802.11g y resto 802.11n:

El flujo de audio 802.11g también lo reciben los teléfonos 802.11n

$$1 - (600 \text{ kbps} / 9 \text{ Mbps} + 600 \text{ kbps} / 3 \text{ Mbps}) = 73,3 \%$$

Escenario B

En una sesión doble, entre las dos películas no se emite ningún audio. Durante ese descanso:

3. ¿Cuál es el máximo caudal que se puede llegar a producir en el interfaz del router con la red Ethernet?

$$6 \text{ APs} \cdot 12 \text{ Mbps} = 72 \text{ Mbps}$$

Escenario C

Durante una proyección, en un AP hay 10 usuarios con teléfono 802.11n y uno con teléfono 802.11g. Todos están siguiendo la película en versión original. Hay además cuatro usuarios en ese AP que no están siguiendo la película y desean navegar por Internet (considere despreciable el caudal de subida a Internet frente al de bajada).

4. ¿De qué caudal de datos en el MAC disponen en conjunto los cuatro usuarios que quieren navegar por Internet si sus teléfonos son 802.11n?

$$C_{\text{tot}} = (1 - 600 \text{ kbps} / 3 \text{ Mbps}) \cdot 12 \text{ Mbps} = 9,6 \text{ Mbps}$$

5. ¿De qué caudal dispone cada uno si tres son 802.11n y uno es 802.11g?

Todos disponen del mismo caudal:

$$C = (1 - 600 \text{ kbps} / 3 \text{ Mbps}) \cdot (12 \text{ Mbps} \cdot 4 \text{ Mbps} / (3 \cdot 4 \text{ Mbps} + 12 \text{ Mbps})) = 1,6 \text{ Mbps}$$