

Ejercicio 1:

Sensor

Audio → 10 B cada 15 ms  
14 muestras

Vídeo → D1: 1350 B cada 35 ms.  
D2: 400 B cada 15 ms.

Vídeo:

$$L_{\text{video}_1} = 1350 \text{ B} + 20 \text{ B (TCP)} + 20 \text{ B (IP)} = 1390 \text{ B (cada 35 ms)}$$

$$L_{\text{video}_2} = 400 \text{ B} + 20 \text{ B (TCP)} + 20 \text{ B (IP)} = 440 \text{ B (cada 15 ms)}$$

Audio:

$$L_{\text{audio}} = 10 \cdot M \text{ B} + 20 \text{ B (IP)} + 8 \text{ B (UDP)} + 12 \text{ B (RTP)} = 10 \cdot M \text{ B} + 40 \text{ B}$$

$$\text{Período datagrama (Td)} = 15 \text{ ms} \cdot M$$

$$T_{\text{audio}} = \frac{(10M + 40 + 26 \text{ B (Cabeceras ETH)}) \cdot 8 \text{ bits/B} + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = \frac{(10M + 66) \cdot 8 + 96}{10^7}$$

$$= \frac{80M + 624 \text{ bits}}{10^7 \text{ bps}} \text{ (segundos)}$$

• Restricción enunciada: 30% del tiempo  $\Rightarrow 200 \cdot \frac{T_{\text{audio}} (\text{s})}{T_d (\text{s})} \leq 0.3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow 200 \cdot \frac{80M + 624 \text{ b}}{10^7 \text{ b/s}} \leq 0.3 \Rightarrow 200 \cdot \frac{80M + 624 \text{ b}}{1.5 \cdot 10^5 \text{ b} \cdot M} \leq 0.3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{80 \cdot M}{1.5 \cdot 10^5 M} + \frac{624}{1.5 \cdot 10^5 M} \leq 0.3 \Rightarrow 0.107 + \frac{0.832}{M} \leq 0.3 \Rightarrow M \geq \frac{0.832}{0.193} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M \geq \lceil 4.31 \rceil \approx 5 \text{ (redondeo hacia arriba "4.31" para respetar el ancho no superar el requisito).}$$

## Ejercicio 2: Máx. Sensores de vídeo concurrentes

→ Cálculo de consumo de audio para  $\mu = 5$ :

$$200. \frac{80 \cdot 5 + 624 \cdot 6}{1.5 \cdot 10^5 \cdot 5} = 0.2730$$

→ Tramas de vídeo

$$T_{\text{video}_1} = T_{\text{trama}} (1.390 \text{ B}) = \frac{(26 \text{ B} + 1390 \text{ B}) \cdot 8 \text{ b/B} + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 1.142'4 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{video}_2} (440 \text{ B}) = \frac{(26 \text{ B} + 440 \text{ B}) \cdot 8 \text{ b/B} + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 382'8 \mu\text{s}$$

→ Con dt. transmisión de cada trama, calculamos el uso

$$U_{V1} = \frac{1.142'4 \mu\text{s}}{35 \text{ ms}} = 0.03264$$

$$U_{V2} = \frac{382'8 \mu\text{s}}{15 \cdot 10^3 \mu\text{s}} = 0.02552$$

Restante contando con audio

$$N^{\circ} \text{ de Sensores vídeo} = \frac{1 - 0.2730}{0.03264 + 0.02552} = \lfloor 12.5 \rfloor \approx \underline{\underline{12 \text{ Sensores}}}$$

↳ Consumo 1 Sensor Vídeo total

## Ejercicio 3:

$$DIFS = 32 \mu\text{s} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Slot} = 15 \mu\text{s} \\ \text{backoff (como intervalo)} = [7, 15] \\ \text{backoff (cálculo)} = 15 \mu\text{s} \cdot \frac{(15-7)}{2} = 60 \mu\text{s} \end{array} \right.$$

$$SIFS = 8 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{pre}} = \frac{72 \text{ b}}{2 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 36 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{cabeceros}} = \frac{48 \text{ b}}{6 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 8 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{MAC}}(\text{ACU}) = 14 \text{ B} \cdot \frac{8 \text{ b/B}}{2} = 56 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{MAC}}(\text{DATA}) = (24 \text{ B} + L) \cdot \frac{8}{R}$$

$$R = 39 \text{ Mbps}$$

$$T_{\text{dat}} = DIFS + SIFS + \text{backoff} + 2 \cdot T_{\text{pre}} + 2 \cdot T_{\text{cabeceros}} + T_{\text{MAC}}(\text{ACU}) + T_{\text{MAC}}(\text{DATA}) =$$

$$= 32 \mu\text{s} + 8 \mu\text{s} + 60 \mu\text{s} + 2 \cdot 36 \mu\text{s} + 2 \cdot 8 \mu\text{s} + 56 \mu\text{s} + \frac{(24 \cdot 8)}{R(39 \cdot 10^6)} + \frac{(L \cdot 8)}{R} =$$

$$= 244 \mu\text{s} + \left( \frac{192 + 8L}{39 \cdot 10^6} \right) \mu\text{s}$$

Formula  $T_{\text{trama}}$  en este protocolo Wifi.

(Continuación ej. 3)

$$T_{\text{datv1}}(\text{1390B}) = 244 \mu\text{s} + \frac{(192 + 8 \cdot 1390) \text{b}}{39 \cdot 10^6 \text{ b/s}} = 534'05 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{datv2}}(440\text{B}) = 244 \mu\text{s} + \frac{(192 + 8 \cdot 440) \text{b}}{39 \cdot 10^6 \text{ b/s}} = 339'18 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{datAudio}}(90\text{B}) = 244 \mu\text{s} + \frac{(192 + 8 \cdot 90) \text{b}}{39 \cdot 10^6 \text{ b/s}} = 267'38 \mu\text{s}$$

→ Utilización en base a la frecuencia de envío (sobriendo T):

$$U_{v1} = \frac{534'05 \mu\text{s}}{35 \text{ ms}} = 0'01526$$

$$U_{v2} = \frac{339'18 \mu\text{s}}{15 \cdot 10^3 \mu\text{s}} = 0'02261$$

$$U_{\text{Audio}} = \frac{267'38 \mu\text{s}}{15 \cdot 10^3 \mu\text{s} \cdot 5} = 0'003651 \text{ MD } N=200 \Rightarrow 0'73 \text{ en total}$$

$$N^{\circ} \text{ Sensores} = \left\lceil \frac{1 - 0'73}{0'01526 + 0'02261} \right\rceil = \left\lceil 7'12959671 \right\rceil \approx \underline{\underline{7 \text{ Sensores}}}$$

Ejercicio 4:

$$L_{\text{Audio}} = 5 \cdot 10 + 40 = 90 \text{ B (para } N=5)$$

$$L_{v1} = 1390 \text{ B}$$

$$L_{v2} = 440 \text{ B}$$

→ Celdas por cada tipo de trama:

$$C_{\text{Audio}} = \lceil (90 + 8) / 48 \rceil = \lceil 2'125 \rceil = 30 \text{ Celdas}$$

$$C_{v1} = \lceil (440 + 8) / 48 \rceil = \lceil 9'32 \rceil = 10 \text{ Celdas}$$

$$C_{v2} = \lceil (90 + 8) / 48 \rceil = \lceil 2'041 \rceil = 3 \text{ Celdas}$$

~ Velocidad de transmisión en Celdas/s:

$$Ad = \frac{\text{Celdas/trama}}{\text{Período trama}}$$

$$Ad_{\text{Audio}} = \frac{30 \text{ c}}{15 \cdot 5 \text{ ms}} = 0'04 \text{ celdas/ms} = 40 \text{ celdas/s}$$

$$Ad_{v1} = \frac{30 \text{ c}}{35 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 857 \text{ celdas/s}$$

$$Ad_{v2} = \frac{10 \text{ c}}{15 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 666 \text{ celdas/s}$$

WIFI (⊕ restrictivo)

$$A_{\text{min Total}}(7 \text{ sensores}) = (857 + 666 \cdot 7) + 40 \cdot 200 = \underline{\underline{18.661 \text{ celdas/s}}}$$



### Ejercicio 5:

Usamos la función ErlangB, porque estamos midiendo prob. de pérdida.

$$\text{ErlangB}(N \cdot x, 7) \leftarrow 0.03$$

$N = 200$  sensores

$7 \rightarrow N^{\circ}$  sensores de video en la conexión más restrictiva.

Tabla de distribución de los documentos de moodle para ErlangB:

$$\begin{array}{c} x \dots 7 \\ \vdots \quad \updownarrow \\ 3.2 \rightarrow 0.28265 \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} N \cdot x = 1.9 \Rightarrow x = \frac{3.2}{200 \text{ sensores}} = 0.016 \text{ Erlangs.} \end{array} \right.$$

### Parte 2: Captura de Wireshark:

1.

En el ping reply de la captura 16, podemos ver que hop-limit = 61. Como inicialmente este valor son 64, podemos deducir que entre estas dos hosts hay  $64 - 61 = 3$  saltos.

2.

La trama 9, de longitud 1.294 Bytes, genera el error "packet too big", por lo que miramos los paquetes fragmentados de debajo para observar que:

- Trama 11: Fragmento de 1.414 Bytes
  - Trama 12: Frag. 168 Bytes
- $$\left\{ \begin{array}{l} 1.414 - 168 = 1.246 \text{ Bytes ocupa el primer fragmento.} \end{array} \right.$$

El MTU puede ser de 1246 Bytes en algún punto del recorrido como trama IP.

3.

En algún punto del recorrido el tamaño del reply superaba el MTU, tal y como ocurría en la ida (trama 6), lo cual obliga al host a fragmentar en los siguientes paquetes. Por esta razón, es solamente el primer paquete el que no llega.

4. Trama 7: Alguien pregunta por una dirección IPv6 en la red local. En la trama 8, (WA), el nodo que posee la dirección buscada, responde aportando su dirección MAC para establecer comunicación.