

Ejercicio 1:

Sensor

Audio → 10B cada 15ms  
M muestras

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

Vídeo:

$$L_{\text{video}} = 1350 \text{ B} + 20 \text{ B (TCP)} + 20 \text{ B (IP)} = 1.390 \text{ B (cada 35 ms)}$$

$$L_{\text{video2}} = 400 \text{ B} + 20 \text{ B (TCP)} + 20 \text{ B (IP)} = 440 \text{ B (cada 15 ms)}$$

Audio:

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

$$\text{Periodo datagrama } (T_d) = 15 \text{ ms} \cdot M$$

$$T_{\text{audio}} = \frac{(10M + 40 + 26 \text{ B (Cabeceras ETH)}) \cdot 8 \text{ bits/B} + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = \frac{(80M + 66) \cdot 8 + 96}{10^7} = \\ = \frac{80M + 624 \text{ bits}}{10^7 \text{ bps}} \text{ (segundos)}$$

• Restricción enunciada: 30% del tiempo  $\Rightarrow 200$  .  $\frac{T_{\text{audio}}(s)}{T_d \text{ (s)}} \leq 0'3 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \cancel{200} \cdot \frac{\frac{80M + 624 \text{ b}}{10^7 \text{ b/s}}}{0'0015 \text{ s} \cdot M} \leq 0'3 \Rightarrow 200 \cdot \frac{80M + 624 \text{ b}}{1'5 \cdot 10^5 \text{ b} \cdot M} \leq 0'3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{80 \cdot M}{1'5 \cdot 10^5 M} + \frac{624}{1'5 \cdot 10^5 M} \leq 0'3 \Rightarrow 0'107 + \frac{0'832}{M} \leq 0'3 \Rightarrow M \geq \frac{0'1832}{0'193} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M \geq 4'317 \approx 5 \text{ (redondeo hacia arriba "4'317" para } \cancel{\text{respetar el límite}} \text{ no superar el requisito).}$$

## Ejercicio 2: Máx. Sensores de video concurrentes

→ Cálculo de consumo de audio para  $M=5$ :

$$200 \cdot \frac{80 \cdot 5 + 624 \cdot 6}{1'5 \cdot 10^5 \cdot 5} = 0'2730$$

→ Tramas de video

$$T_{\text{video}_1} = T_{\text{trama}} (1.390 \text{ B}) = \frac{(26 \text{ B} + 1.390 \text{ B}) \cdot 8 \text{ b/B} + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 1.142'14 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{video}_2} (440 \text{ B}) = \frac{(26 \text{ B} + 440 \text{ B}) \cdot 8 \text{ b/B} + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 382'18 \mu\text{s}$$

→ Con el tiempo de transmisión de cada trama, calculamos el uso

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{V1} = \frac{1.142'14 \mu\text{s}}{35 \text{ ms}} = 0'03264 \\ \end{array} \right.$$

$$U_{V2} = \frac{382'18 \mu\text{s}}{15'0 \cancel{\mu\text{s}}} = 0'02552 \quad \text{Restante contando con audio}$$

$$\text{Nº de Sensores video} = \frac{1 - 0'2730}{0'03264 + 0'02552} = \lfloor 12'5 \rfloor \approx 12 \text{ Sensores}$$

↳ Consumo 1 Sensor Video total

## Ejercicio 3:

$$\left. \begin{array}{l} \text{DIFS} = 32 \mu\text{s} \\ \text{SIFS} = 8 \mu\text{s} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{slot} = 15 \mu\text{s} \\ \text{backoff (como intervalo)} = [7, 15] \end{array}$$

$$T_{\text{pre}} = \frac{72 \text{ b}}{2 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 36 \mu\text{s} \quad \left\} \begin{array}{l} T_{\text{MAC (ACU)}} = 14 \text{ B} \cdot \frac{8 \text{ b/B}}{2} = 56 \mu\text{s} \\ T_{\text{MAC (DATA)}} = (24 \text{ B} + L) \cdot 8 \text{ b/B} \end{array} \right.$$

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

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

$$\begin{aligned} T_{\text{dat}} &= \text{DIFS} + \text{SIFS} + \text{backoff} + 2 \cdot T_{\text{pre}} + 2T_{\text{cabeceras}} + T_{\text{MAC (ACU)}} + T_{\text{MAC (DATA)}} = \\ &= 32 \mu\text{s} + 8 \mu\text{s} + 60 \mu\text{s} + 2 \cdot 36 \mu\text{s} + 2 \cdot 8 \mu\text{s} + 56 \mu\text{s} + \frac{(24 \cdot 8)}{R(39 \cdot 10^6)} + \frac{(L \cdot 8)}{R} = \\ &= 244 \mu\text{s} + \left( \frac{192 + 8L}{39 \cdot 10^6} \right) \mu\text{s} \end{aligned}$$

↳ Fórmula Titrama en este protocolo WiFi.

(Continuación gr. 3)

$$T_{datav_1} (\cancel{1390B}) (1390B) = 244 \mu s + \frac{(192+8 \cdot 1390)b}{39 \cdot 10^6 b/\mu s} = 534'05 \mu s$$

$$T_{datav_2} (440B) = 244 \mu s + \frac{(192+8 \cdot 440)b}{39 \cdot 10^6 b/\mu s} = 339'18 \mu s$$

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

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

$$U_{v_1} = \frac{534'05 \mu s}{35 \text{ ms}} = 0'01526$$

$$U_{v_2} = \frac{339'18 \mu s}{15 \cdot 10^3 \mu s} = 0'02261$$

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

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

Ejercicio 4:

$$L_{\text{audio}} = 5 \cdot 10 + 40 = 90B \quad (\text{para } H=5)$$

$$L_{v_1} = 1390B$$

$$L_{v_2} = 440B$$

~ → Celdas por cada tipo de trama:

$$C_{\text{Audio}} = \lceil (90+8) / 48 \rceil = \lceil 2'047 \rceil = 30 \text{ celdas}$$

$$C_{v_1} = \lceil (1390+8) / 48 \rceil = \lceil 2'827 \rceil = 10 \text{ celdas}$$

$$C_{v_2} = \lceil (440+8) / 48 \rceil = \lceil 9'041 \rceil = 3 \text{ celdas}$$

~ Velocidad de transmisión en celdas/s:

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

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

$$Ad_{v_1} = \frac{2'827 \text{ c}}{35 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 857 \text{ celdas/s}$$

WIFI (④ restrictivo)

$$Ad_{v_2} = \frac{10 \text{ c}}{15 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 666 \text{ celdas/s}$$

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

## Ejercicio 5:

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

$$\text{Erlang B}(N \cdot x, 7) \leftarrow 0'03$$

$N = 200$  sensores

7  $\rightarrow$  N°sensores de video en la conexión más restrictiva.

Tabla de distribución de los documentos de moodle para ErlangB:

$$x \cdots 7 \\ \vdots \\ 3'2 \leftarrow \underline{\underline{028265}} \\ \left\{ N \cdot x = 1'9 \Rightarrow x = \frac{3'2}{200 \text{ sensores}} = 0'016 \text{ Erlangs.} \right.$$

## Parte 2: Captura de Wireshark:

1.1

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

1.2.1

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

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

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

1.3.1

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.

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