

# CONEXIONES CON DUDAS ...

## EXAMEN DE DISEÑO Y ADMINISTRACIÓN DE REDES SEGUNDA CONVOCATORIA (2016/2017)

Se quiere establecer comunicación entre dos equipos A y B que pertenecen a sendas redes IPv6. Para ello utilizamos un túnel IPv6/IPv4 como el visto en prácticas sobre una red IPv4 con tres router: R1, R2 y R3, de tal forma que A está unido a R1, R1 a R2, R2 a R3, R3 a B y el túnel se construye entre R1 y R3. A está unido a R1 mediante un switch Ethernet (el puerto de A va a 100 Mbps y el de R1 va a 10Mbps). R1 y R2 están unidos mediante una red WIFI a 11 Mbps en modo infraestructura y RTS threshold de 200 Bytes. R2 y R3 están unidos mediante tecnología ADSL (con una velocidad de 8 Mbps en sentido R3-R2 y de 1Mbps en sentido R2-R3 y sabemos que encapsula los datagramas IP sobre AAL5 y éste sobre ATM. R3 está unido a B mediante un hub Ethernet a 100 Mbps. El MTU es siempre 1500 Bytes.

En A tenemos un sensor multimedia (cámara y micrófono) que transmite video y audio simultáneamente. La cámara de video genera muestras de 820 octetos cada 10 ms. Para la transmisión se encapsula cada muestra en IPv4 añadiendo 12 octetos de RTP, 8 de UDP y 40 de IP. Por otro lado, el códec de audio genera una muestra de 1 octeto cada 125  $\mu$ s que agrupamos de tal forma que se transmite un datagrama IPv4 con 12 octetos de RTP, 8 de UDP y 40 de IP cada 12 ms. Se ha realizado un estudio estadístico mediante el cual estimamos que dicho sensor demanda 0,003 erlang de tráfico.

**1.-** Definir las redes y asignar direcciones a las máquinas A, B, R1, R2 y R3; indicando qué equipos requieren tener la doble pila de protocolos IPv4/IPv6 y cuáles no. (1,5ptos)

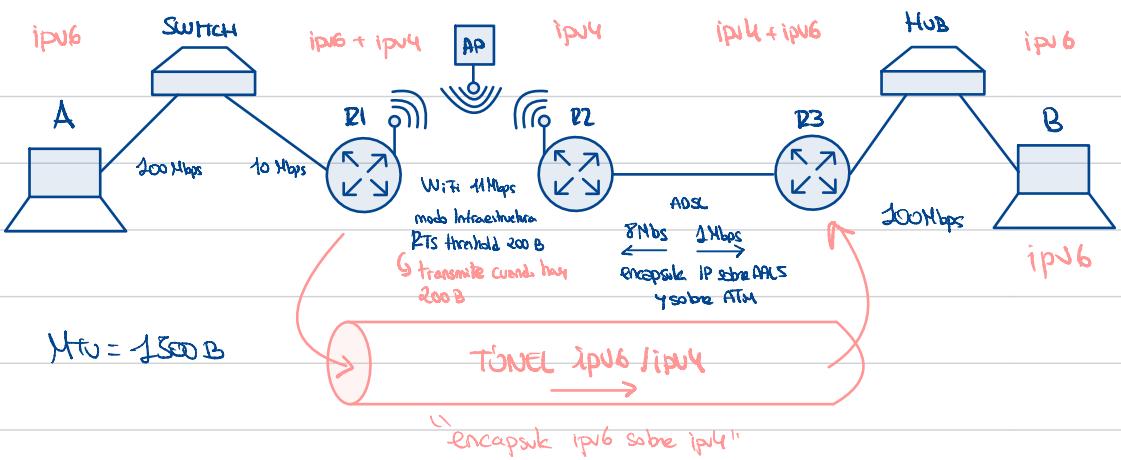
**2.-** En situación de no congestión se nos pide que realicemos un diagrama temporal, lo más preciso posible, que nos permita estimar el tiempo de ida para un paquete de audio. (2ptos)

**3.-** Para completar el diseño se nos pide que estudiemos cuál de los enlaces es más restrictivo, por lo que vamos a calcular, para cada uno de ellos, cuántas comunicaciones podríamos establecer simultáneamente. Enlaces A-R1 y R3-B (1pto), enlace R1-R2 (2,25ptos), enlace R2-R3 (1,25ptos).

En A puede haber múltiples sensores y vamos a permitir que haya un número máximo de 12 sensores transmitiendo simultáneamente. Suponemos que el número total de sensores es suficientemente grande como para considerar población infinita y aplicar las tablas de erlang. Para conseguir que no se degrade la calidad de la transmisión se ha diseñado un controlador que cuenta el número de sensores que está transmitiendo en cada momento. De esta forma si un sensor quiere transmitir y ve que ya lo están haciendo el número máximo, no transmite y se pierde la información.

**4.-** ¿Cuál es el número máximo de sensores para que la probabilidad de pérdidas/demora sea inferior al 2%? (1,5ptos).

**5.-** ¿Puede llegar a degradarse la calidad de la transmisión cuando haya un número elevado de sensores que quieran transmitir simultáneamente? (0,5ptos)



## VIDEO

820B cada 10 ms

IPv6 (40B) + RTP (12 B) + 8 (UDP)

↑ primera parte de la ipv6 pero en bytes q es ipv6

## Autod

1 B cada 12 ms agregado cada 12 ms

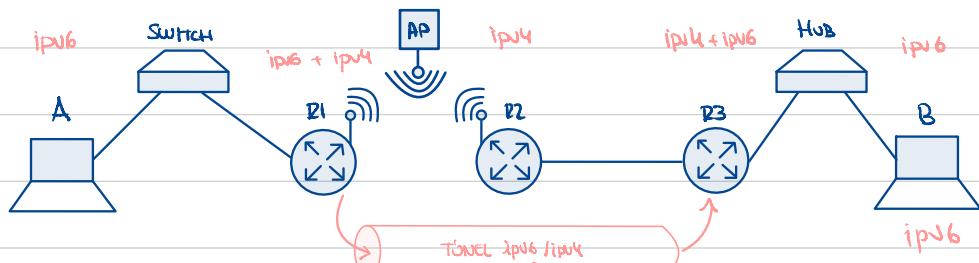
IPv6 (40B) + RTP (12 B) + 8 (UDP)

$$1 \rightarrow 12 \cdot 10^{-3}$$

$$n \leftarrow 12$$

$$n \text{ bytes} = 96 \text{ B}$$

1) Definir y asignar direcciones a las máquinas, indicando que equipos deben tener doble pila de protocolos y cuál es.



2001:db8:1:0::/64

192.168.1.0/27

192.168.2.0/27

2001:db8:1:1::/64

IPv6

IPv6

Switch

IPv6 + IPv4

AP

IPv4

IPv6 + IPv4

Hub

IPv6

B

IPv6

#### SUBREDES

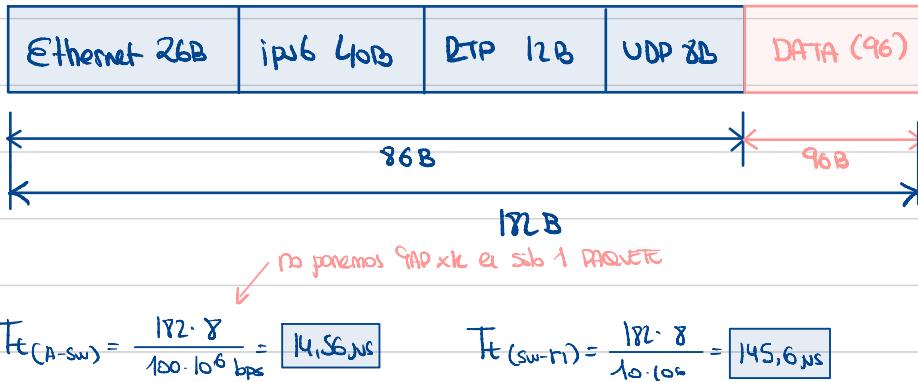
A - R1	2001:db8:1:0::/64
R1 - R2	192.168.1.0/27
R2 - R3	192.168.2.0/27
R3 - B	2001:db8:1:1::/64

#### DIRECCIONES IP

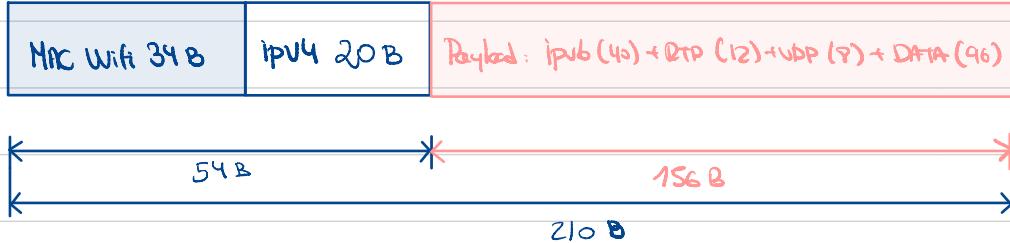
A	2001:db8:1:0:2::
R1	2001:db8:1:0:1:: 192.168.1.1
R2	192.168.1.2 192.168.2.1
R3	192.168.2.2 2001:db8:1:1:1::
B	2001:db8:1:1:2::

## 2) Diagrama temporal para un paquete de datos

### \* A-121: Ethernet



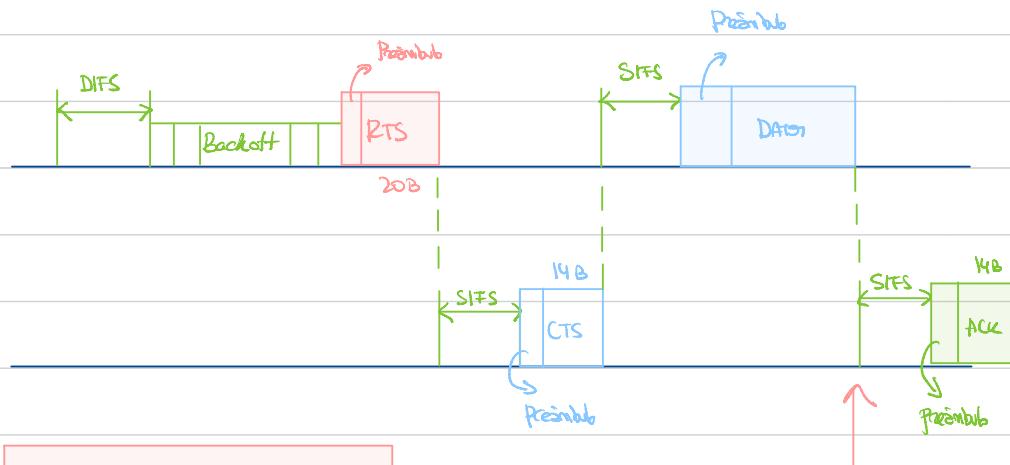
### \* D1-D2: túnel + Wifi



En WiFi hay 20dB threshold. Quiere decir que si la trama completa es < 20dB no se aplica RTS/CTS

Si no da DIFS ... se aplica el de la norma

Es de 20B, aplicar RTS/CTS



$$11 \mu\text{ps} = 802.11 \text{ b}$$

$$\text{SIFS} = 10 \mu\text{s} \quad \text{Slot time} = 20 \mu\text{s}$$

$$\text{DIFS} = \text{SIFS} + 2 \cdot \text{Slot time} = 10 + 2 \cdot 20 = 50 \mu\text{s}$$

Backoff = Aleatorio entre  $\phi$  y  $CW$  ( $CW_{min}=31$  y  $CW_{max}=1023$ )  
tomar 31

$$\text{Backoff} = \frac{31}{2} \times 20 = 310 \text{ ns}$$

Y Asumimos preámbulo consto para las fases de transmisión (2, 5.5 y 11 Mbps)

Preámbulo 72 bits	Cabecera 48 bits	Traffic Mac
1 Mbps	2 Mbps	11 Mbps

$$\text{preámbulo} = \frac{72}{1 \cdot 10^6} + \frac{48}{2 \cdot 10^6} = 96 \text{ ns}$$

$$T_{RTS} = \frac{20 \cdot 8}{11 \cdot 10^6} + 96 \cdot 10^{-9} = 110,54 \text{ ns}$$

$$T_{CTS} = \frac{14 \cdot 8}{\min(2 \cdot 10^6, 11 \cdot 10^6)} + 96 \cdot 10^{-9} = 152 \text{ ns}$$

$$T_{ACK} = \frac{210 \cdot 8}{11 \cdot 10^6} + 96 \cdot 10^{-9} = 248,72 \text{ ns}$$

No se envía el ACK porque nos pide espacio temporal

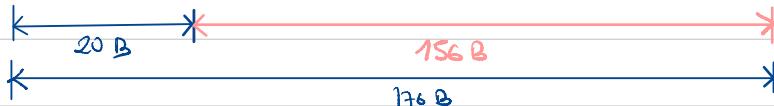
$$T_T = DIFS + Backoff + T_{RTS} + SIFS + T_{CTS} + SIFS + T_{ACK}$$

$$50 + 310 + 110,54 + 10 + 152 + 10 + 248,72 = 891,26 \text{ ns}$$

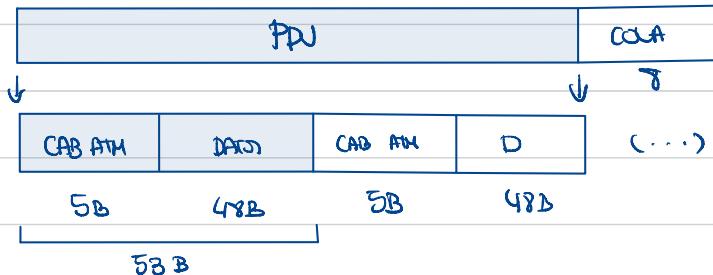
\* R<sub>2</sub>-R<sub>3</sub>: ADSL Celdas ATM

A nivel ip tenemos:

IPV4 20B	Payload: IP (40) + RTP (12) + UDP (8) + DATA (96)
----------	---



Cada Celula ATM u de 53 B



¿Cuántas celdas necesitamos?

A nivel IP tenemos 176 B

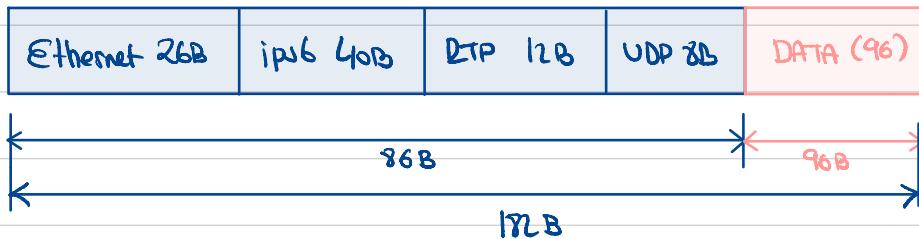
$$\lceil \frac{176}{53} \rceil = \lceil 3.3 \rceil = 4 \text{ celdas}$$

↑ Celdas ↑ Tamaño 1 celda (sin cab)

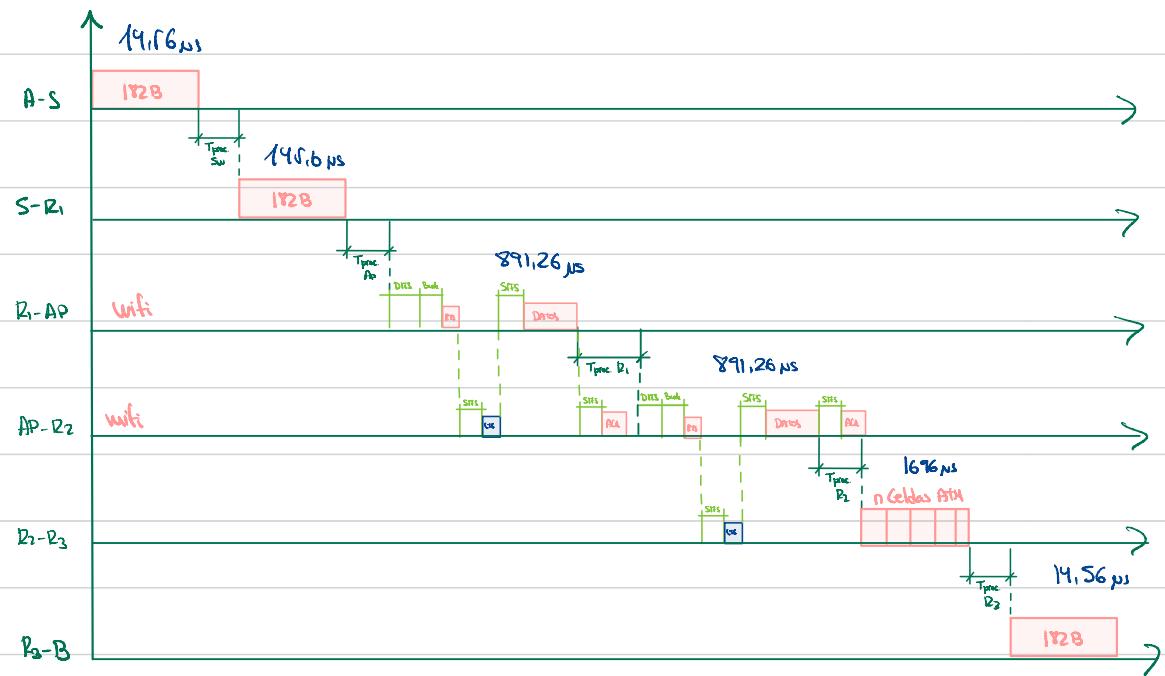
↓ Celdas + cabecera

$$T_{t(R_2-R_3)} = \frac{(53 \cdot 4) \cdot 8}{1 \cdot 10^6} = 1696 \mu$$

\* R<sub>3</sub>-B: Ethernet



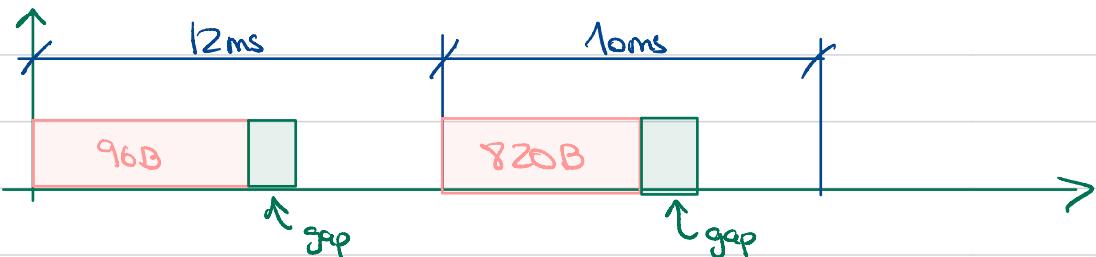
$$T_f = \frac{182 \cdot 8}{100 \cdot 10^6} = 14,56 \mu\text{s}$$



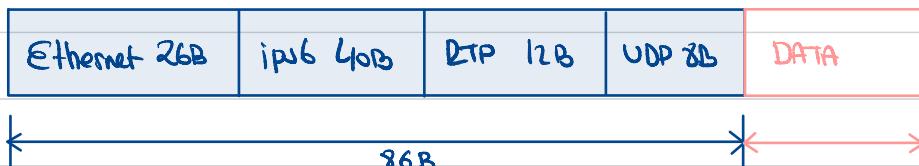
$$T_f = \sum t_f = 14,56 + 14,56 + 2(891,26)$$

$$+ 1696 + 14,56 = 3,65 \text{ ms}$$

③ ¿Qué enlace es más restrictivo?



\* A-SW



$$T_{\text{transmiso}} = \frac{(86+96) \cdot 8 + 96}{100 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 15,52 \mu\text{s}$$

↑ bits gap

$$T_{\text{transmiso}} = \frac{(86+820) \cdot 8 + 96}{100 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 73,44 \mu\text{s}$$

$$\% \text{ ocup} = \frac{15,52}{12 \cdot 10^3} \times 100 = 0,129 \%$$

$$\% \text{ ocup} = \frac{73,44}{10 \cdot 10^3} \times 100 = 0,7344 \%$$

$$n_{\text{sensores}} = \left[ \frac{100}{0,129 + 0,7344} \right] = 115,82 \text{ sensores}$$

## \* SW - 12

$$T_{\text{t Audio}} = \frac{(86+96) \cdot 8 + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 155,2 \mu\text{s} \quad \text{bits gpp}$$

$$T_{\text{t Video}} = \frac{(86+820) \cdot 8 + 96}{10 \cdot 10^6 \text{ bps}} = 734,4 \mu\text{s}$$

$$\% \text{ Ocup}_{\text{Audio}} = \frac{155,2}{12 \cdot 10^3} \times 100 = 1,29\%$$

$$\% \text{ Ocup}_{\text{Video}} = \frac{734,4}{10 \cdot 10^3} \times 100 = 7,344\%$$

$$n \text{-Sensoren} = \left\lfloor \frac{100}{1,29 + 7,344} \right\rfloor = 11,58 \text{ Sensoren}$$

## \* R<sub>1</sub> - AP, AP - R<sub>2</sub>

$$T_{\text{t ACL}} = \frac{14 \cdot 8}{\min(2 \cdot 10^6, 86)} = 56 \mu\text{s} + 96 \mu\text{s} = 152 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{t Audio}} = \text{DIFS} + \text{Backoff} + T_{\text{CTS}} + SIFS + T_{\text{RTS}} + SIFS + T_{\text{MAC}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{t ACL}} =$$

$$50 + 310 + 110,54 + 10 + 152 + 10 + 263,27 + 10 + 152 = 1,06781 \text{ ms}$$

$$T_{\text{t MAC Video}} = \frac{(820+54) \cdot 8}{11 \cdot 10^6} = 635,63 + 96 \mu\text{s} = 731,63 \mu\text{s}$$

$$T_{\text{t Video}} = \text{DIFS} + \text{Backoff} + T_{\text{CTS}} + SIFS + T_{\text{RTS}} + SIFS + T_{\text{MAC}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{t ACL}} =$$

$$50 + 310 + 110,54 + 10 + 152 + 10 + 731,63 + 10 + 152 = 1,535 \text{ ms}$$

$$\% \text{ Ocup}_{\text{Audio}} = \frac{1,067}{12} \times 100 = 8,89 \quad \% \text{ Ocup}_{\text{Video}} = \frac{1,535}{10} \times 100 = 15,35$$

$$n \text{-Sensoren} = \left\lfloor \frac{100}{8,89 + 15,35} \right\rfloor = 4 \text{ Sensoren}$$

## \* R<sub>2</sub>-R<sub>3</sub> (Golden ATM)

En el Payload tenemos (ipub + RTP + UDP + DATA)

¿NS más de celda?

$$20 \text{ ipub} + (40 \text{ ipub} + 12 \text{ rtp} + 8 \text{ udp} + 76 \text{ data}) \text{ payload} = 176 \text{ B Audio}$$

$$20 \text{ ipub} + (40 + 12 + 8 + 720) = 900 \text{ B Video}$$

$$\left\lceil \frac{176+8}{48} \right\rceil = \left\lceil 3,83 \right\rceil = 4 \text{ celadas}$$

↑ Cada ↑ Tamaño 1 celda (512b)

$$\left\lceil \frac{900+8}{48} \right\rceil = \left\lceil 18,9 \right\rceil = 19 \text{ celadas}$$

$\downarrow$  Celda + cabecera

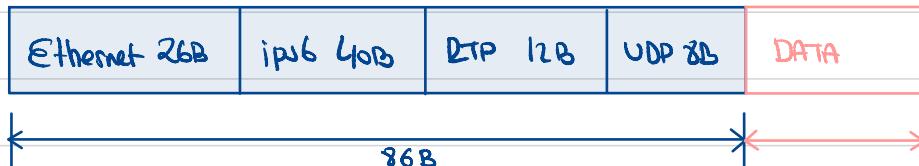
$$T_{t \text{ Audio}} = \frac{(53 \cdot 4) \cdot 8}{1 \cdot 10^6} = 1696 \text{ ns}$$

$$T_{t \text{ Video}} = \frac{(53 \cdot 19) \cdot 8}{1 \cdot 10^6} = 8056 \text{ ns}$$

$$\% \text{ ocup}_{\text{Audio}} = \frac{1696}{12 \cdot 10^3} \times 100 = 14,13 \quad \% \text{ ocup}_{\text{Video}} = \frac{8056}{10 \cdot 10^3} \times 100 = 80,56 \%$$

$$n \text{ sensores} = \left\lfloor \frac{100}{14,13 + 80,56} \right\rfloor = \boxed{1 \text{ sensor}}$$

\* R<sub>2</sub>-B



$$96 + 26 + 40 + 12 + 8 = 172 \text{ B}$$

$$820 + 26 + 40 + 12 + 8 = 906 \text{ B}$$

$$T_{\text{transm}} = \frac{172 - 8 + 96}{100 \cdot 10^6} \xrightarrow{\text{gap}} = 15,52 \text{ ns}$$

$$T_{\text{recep}} = \frac{906 - 8 + 96}{100 \cdot 10^6} \xrightarrow{\text{gap}} = 73,44 \text{ ns}$$

$$\%_{OC} = \frac{15,52}{12 \cdot 10^3} \times 100 = 0,129 \cdot 1$$

$$\%_{OC} = \frac{73,44}{10 \cdot 10^3} \times 100 = 0,7344$$

$$n_{\text{conn}} = \left\lfloor \frac{100}{0,129 + 0,7344} \right\rfloor = 115 \text{ sensores}$$

El punto peor es el de R<sub>2</sub>-R<sub>3</sub> que sólo da para 1 sensor

4) ¿Cuál es el número máximo de sensores para que la probabilidad de pérdidas / demora sea inferior al 2%?

↙ Cada individuo de esa población no pierde:

0,003 Erlangs de tráfico y prob de pérdida < 2%

12 sensores transmitiendo simultáneamente

Como sharea la conexión => Erlang B

(Si demora x Erlang C)

nº de servidores

12

4,6

00 1886

↳ 1,886% de pérdida

$$4,6 / 0,003 = 1533 \text{ sensores}$$

5) ¿Puede llegar a degradarse la calidad de la transmisión cuando hayan un número elevado de sensores que quieran transmitir simultáneamente?

Sí, cuantos más sensores + pérdidas habrá!