

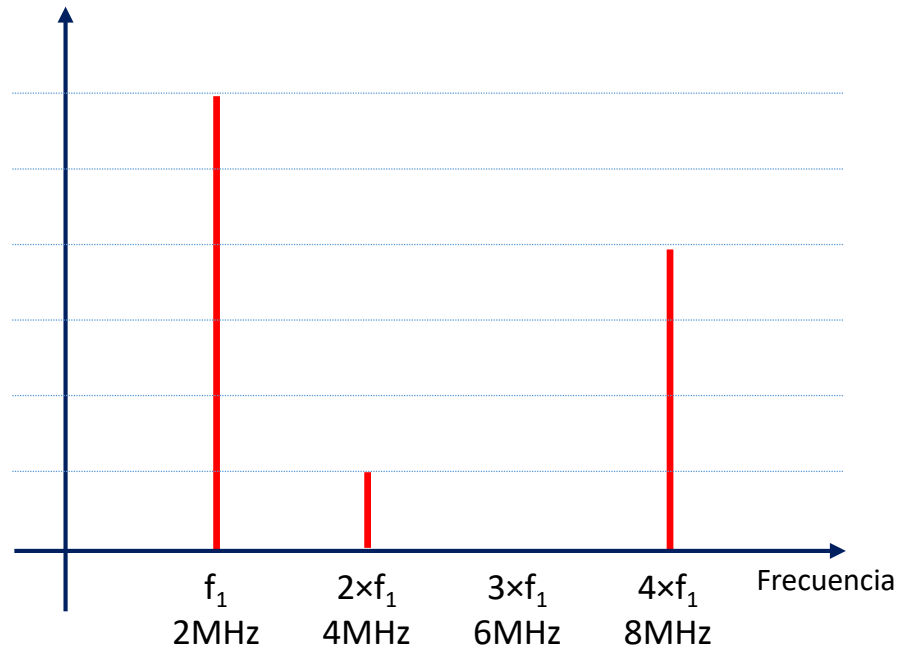
# Tema 8: nivel físico

## Señales para la transmisión

4) Dada la señal:  $s(t) = 6 \times \text{sen}(2\pi f_1 t) + \text{sen}(2 \times 2\pi f_1 t) + 4 \times \text{sen}(4 \times 2\pi f_1 t)$ , con  $f_1 = 2\text{MHz}$ :

- a) Representa el espectro en frecuencia de la señal.
- b) Indica el ancho de banda de la señal.
- c) Indica la velocidad de transmisión si se están transmitiendo 2 bits por periodo.

a)



b)

Ancho de banda:  $8\text{MHz} - 2\text{MHz} = 6\text{MHz}$

c)

Periodo: Inversa de la frecuencia fundamental  $f_1 = 2\text{MHz}$

Dos bits por periodo  $\rightarrow 2 \times 10^6 \text{ ciclos/s} \times 2 \text{ bits/ciclo} = 4 \text{ Mbps}$

6) Dadas las siguientes señales periódicas, con  $f = 150$  Hz

$$S_1(t) = \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi 2ft) + 2 \sin(2\pi 4ft)$$

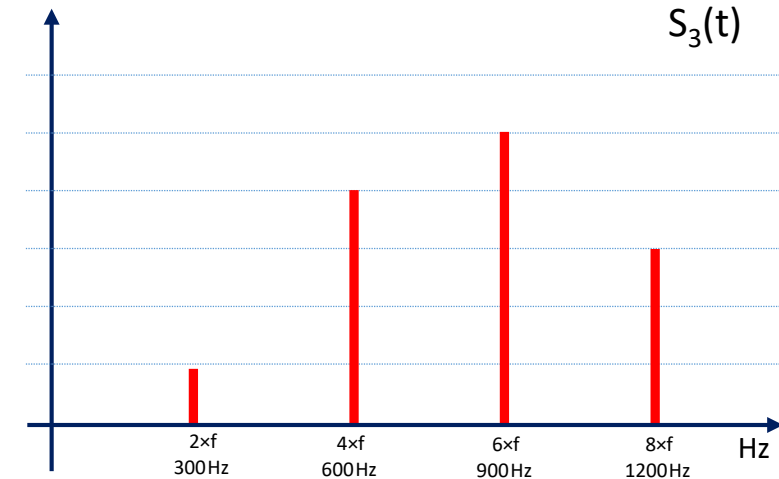
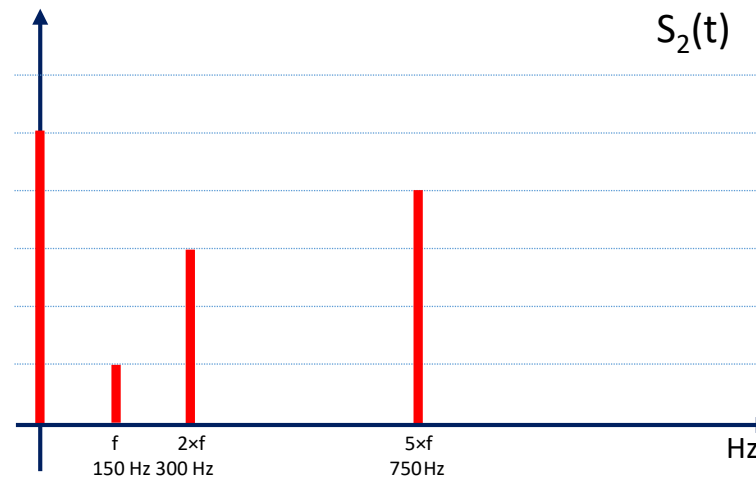
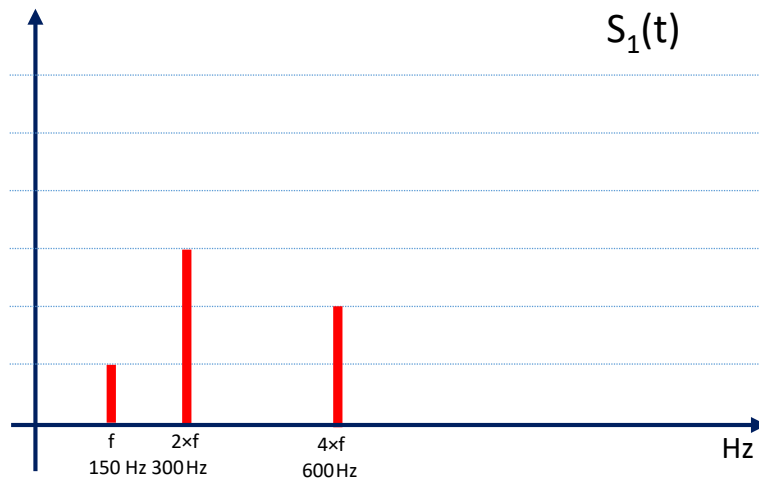
$$S_2(t) = 5 + \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi 2ft) + 4 \sin(2\pi 5ft)$$

$$S_3(t) = \sin(2\pi 2ft) + 4 \sin(2\pi 4ft) + 5 \sin(2\pi 6ft) + 3 \sin(2\pi 8ft)$$

a) Dibuja el espectro de frecuencia de dichas señales.

b) Se dispone de 3 medios de transmisión con anchos de banda diferentes, indica para cada una de las señales anteriores cuáles serán los medios de transmisión adecuados para que pase la señal sin pérdidas.

Los anchos de banda son: Medio 1: 0-800 Hz; Medio 2: 100-750 Hz; Medio 3: 300-3000 Hz



6) Dadas las siguientes señales periódicas, con  $f = 150$  Hz

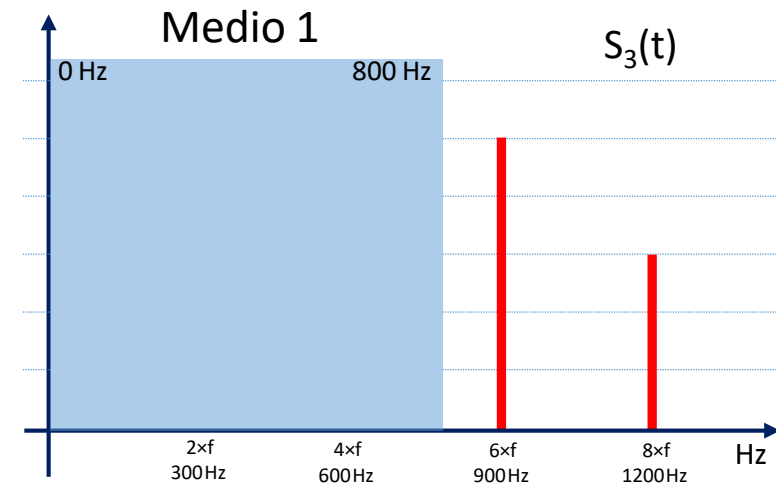
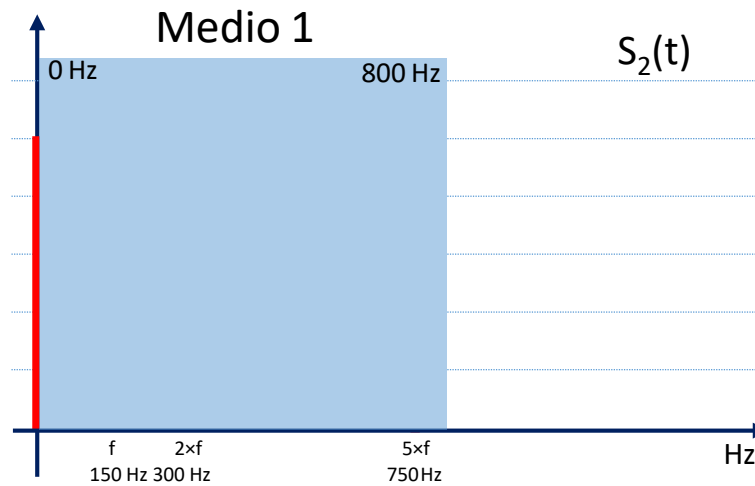
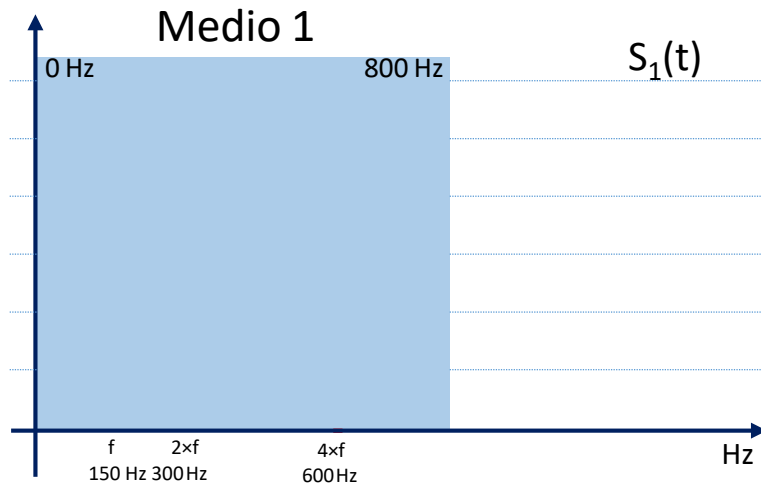
$$S_1(t) = \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi 2ft) + 2 \sin(2\pi 4ft)$$

$$S_2(t) = 5 + \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi \cdot 2ft) + 4 \sin(2\pi 5ft)$$

$$S_3(t) = \sin(2\pi 2ft) + 4 \sin(2\pi 4ft) + 5 \sin(2\pi 6ft) + 3 \sin(2\pi 8ft)$$

b) Se dispone de 3 medios de transmisión con anchos de banda diferentes, indica para cada una de las señales anteriores cuáles serán los medios de transmisión adecuados para que pase la señal sin pérdidas.

Los anchos de banda son: Medio 1: 0-800 Hz; Medio 2: 100-750 Hz; Medio 3: 300-3000 Hz



6) Dadas las siguientes señales periódicas, con  $f = 150$  Hz

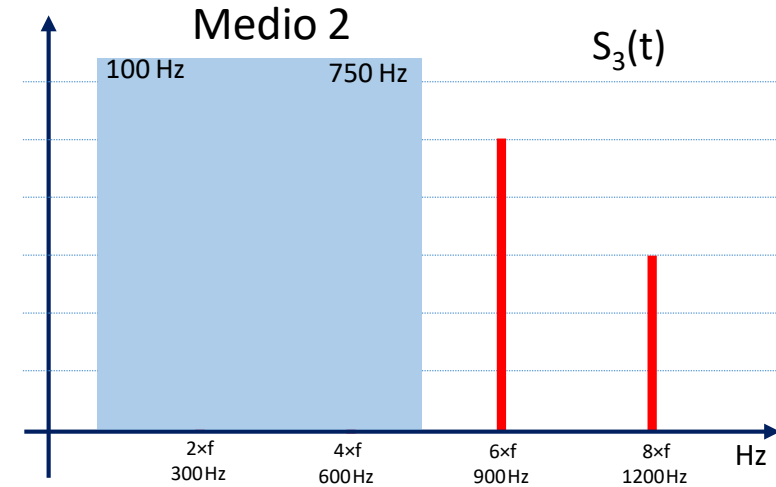
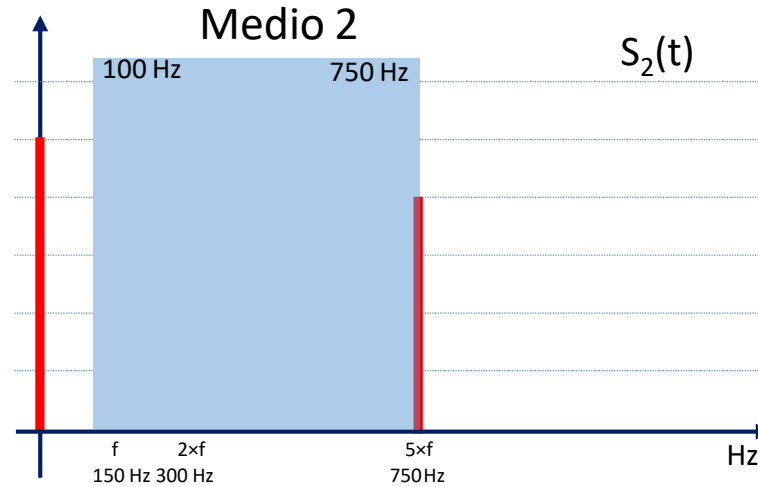
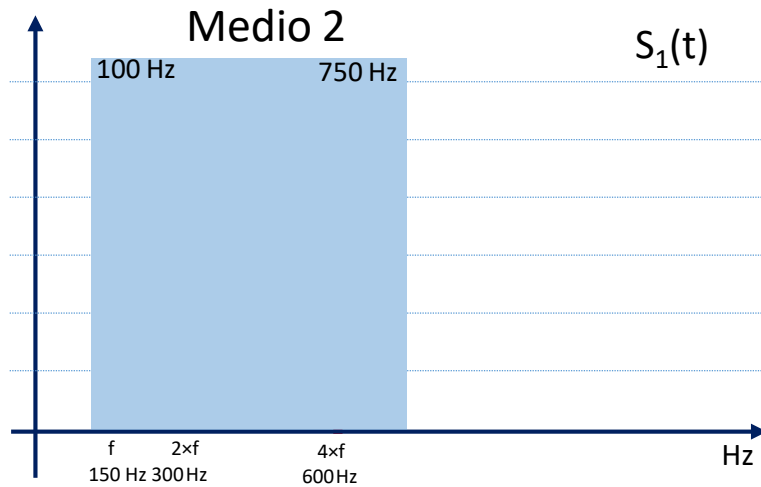
$$S_1(t) = \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi 2ft) + 2 \sin(2\pi 4ft)$$

$$S_2(t) = 5 + \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi \cdot 2ft) + 4 \sin(2\pi 5ft)$$

$$S_3(t) = \sin(2\pi 2ft) + 4 \sin(2\pi 4ft) + 5 \sin(2\pi 6ft) + 3 \sin(2\pi 8ft)$$

b) Se dispone de 3 medios de transmisión con anchos de banda diferentes, indica para cada una de las señales anteriores cuáles serán los medios de transmisión adecuados para que pase la señal sin pérdidas.

Los anchos de banda son: Medio 1: 0-800 Hz; Medio 2: 100-750 Hz; Medio 3: 300-3000 Hz



6) Dadas las siguientes señales periódicas, con  $f = 150$  Hz

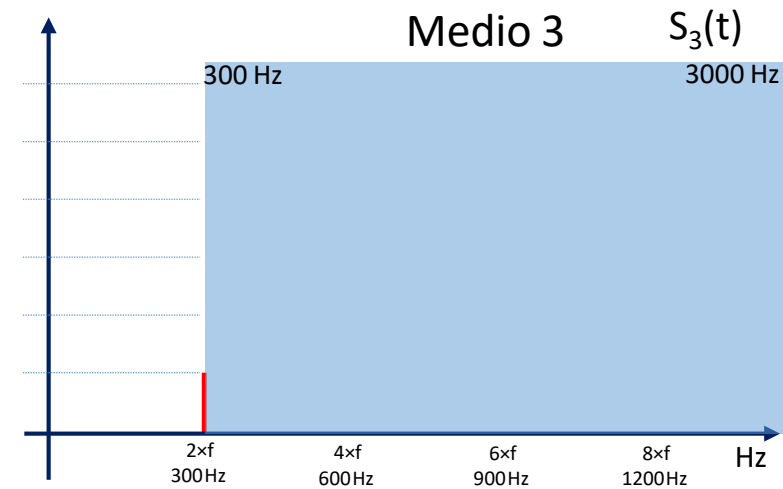
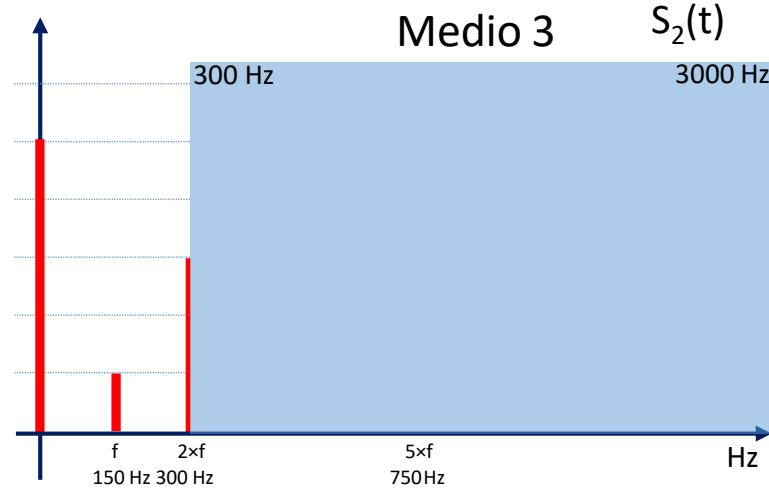
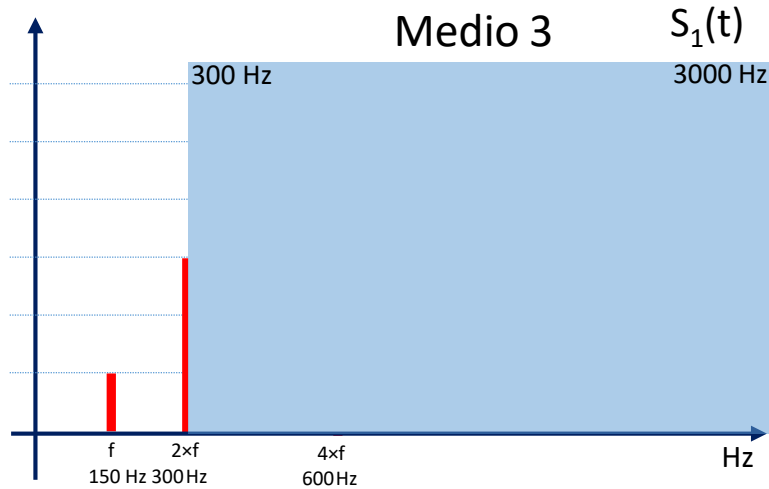
$$S_1(t) = \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi 2ft) + 2 \sin(2\pi 4ft)$$

$$S_2(t) = 5 + \sin(2\pi ft) + 3 \sin(2\pi \cdot 2ft) + 4 \sin(2\pi 5ft)$$

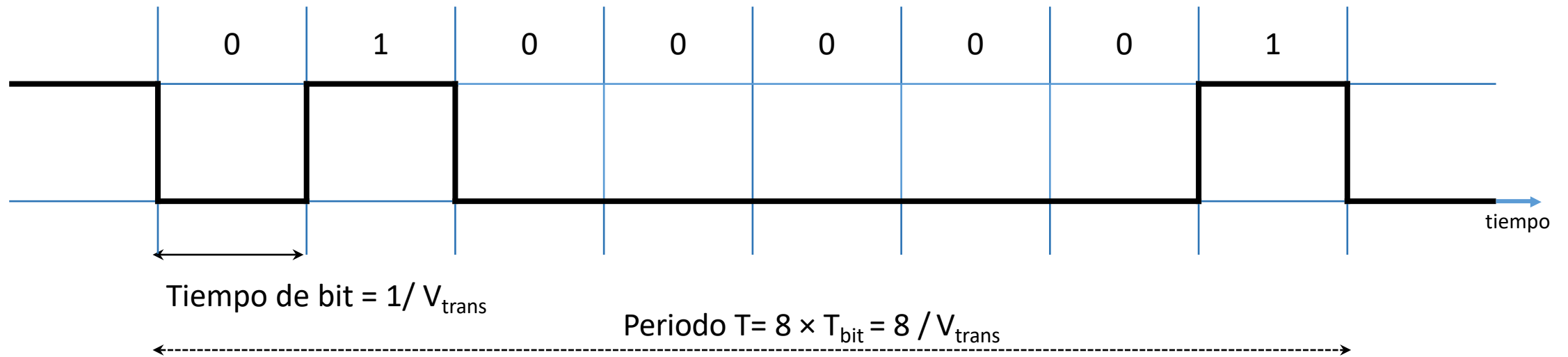
$$S_3(t) = \sin(2\pi 2ft) + 4 \sin(2\pi 4ft) + 5 \sin(2\pi 6ft) + 3 \sin(2\pi 8ft)$$

b) Se dispone de 3 medios de transmisión con anchos de banda diferentes, indica para cada una de las señales anteriores cuáles serán los medios de transmisión adecuados para que pase la señal sin pérdidas.

Los anchos de banda son: Medio 1: 0-800 Hz; Medio 2: 100-750 Hz; Medio 3: 300-3000 Hz



3) Supongamos que transmitimos el siguiente carácter de 8 bits (01000001) indefinidamente mediante una señal periódica. El canal de transmisión tiene un ancho de banda de 3000 Hz. Calcula cuál es la máxima velocidad de transmisión a la que podemos transmitir para que atraviesen el canal las 5 primeras componentes de la señal.



$$T = 8 / V_{\text{trans}} \quad \longrightarrow \quad f = 1 / T = V_{\text{trans}} / 8$$

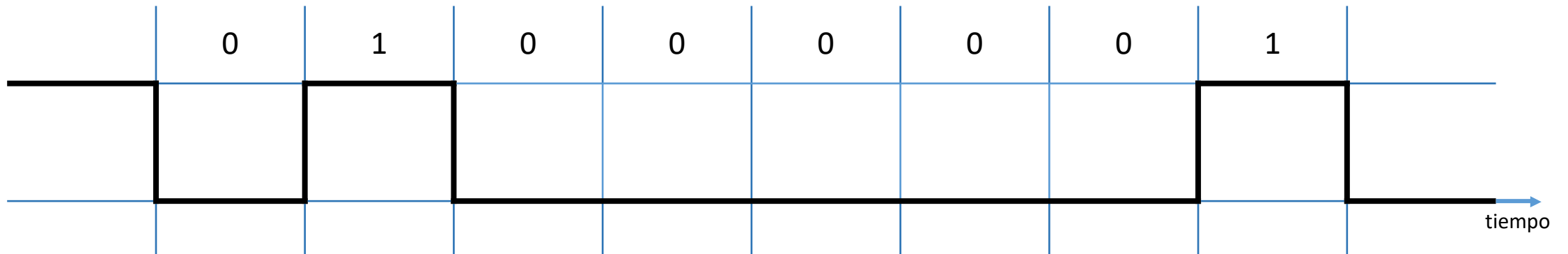
La frecuencia fundamental  $f_1$  coincide con la frecuencia de la señal

$$f_1 = f = V_{\text{trans}} / 8$$

Los armónicos se sitúan en frecuencias múltiplo de la fundamental

$$f_n = n \times f_1$$

3) Supongamos que transmitimos el siguiente carácter de 8 bits (01000001) indefinidamente mediante una señal periódica. El canal de transmisión tiene un ancho de banda de 3000 Hz. Calcula cuál es la máxima velocidad de transmisión a la que podemos transmitir para que atraviesen el canal las 5 primeras componentes de la señal.



Para que pasen cinco componentes, es decir,  $f_5 = 5 \times f_1$  debe cumplirse:

$$f_5 = 5 \times f_1 \leq 3000 \text{ Hz}$$

$$\text{nº componentes} = 5 = \text{Ancho banda canal} / f_1$$

$$f_1 = 600 \text{ Hz} = 600 \text{ ciclos/s}$$

$$\text{Cada ciclo o periodo se transmiten 8 bits, luego } V_{\text{trans}} = 600 \text{ ciclos/s} \times 8 \text{ bits/ciclo} = \mathbf{4800 \text{ bps}}$$



5) Dado un canal de transmisión con un ancho de banda de 30000 Hz,

a) Calcula cuántos armónicos se enviarán al transmitir de forma periódica el carácter de 6 bits 010000 a una velocidad de 9600 bps utilizando codificación NRZ. Muestra los cálculos realizados y justifica tu respuesta.

a) Si aumentamos la velocidad de transmisión, ¿se recibirán más o menos armónicos? Justifica tu respuesta.

$$\text{Periodo } T = 6 \times T_{\text{bit}} = 6 / V_{\text{trans}}$$

Frecuencia fundamental

$$f_1 = V_{\text{trans}} / 6 = 9600 / 6 = 1600 \text{ Hz}$$

Armónico  $n \rightarrow$  Frecuencia  $f_n = n \times 1600 \text{ Hz}$

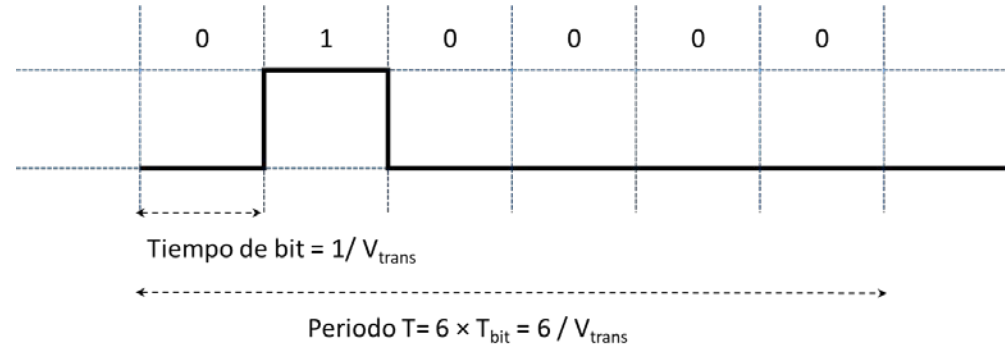
El último armónico que lo cumple será el máximo  $n$  entero que  $f_n \leq 30000$

Luego:

$$n \times 1600 \leq 30000 \rightarrow n \leq (30000 / 1600) = 18,75$$

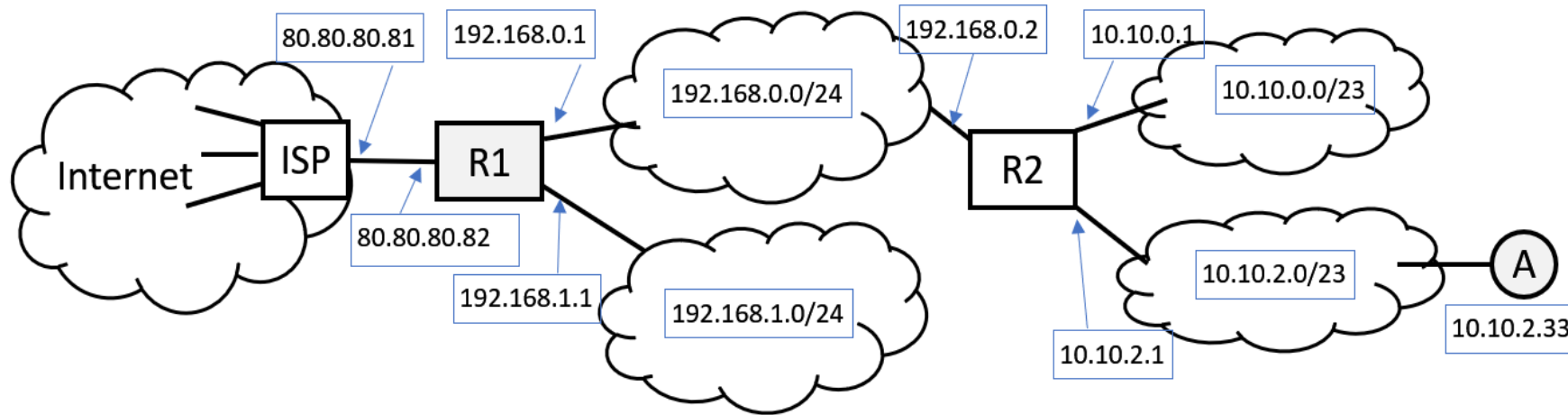
Por lo tanto, pasarán 18 armónicos.

b) Si  $V_{\text{trans}}$  aumenta,  $f$  aumenta, por lo que  $n \leq (30000 / f)$  disminuye  $\rightarrow$  Pasarán menos armónicos

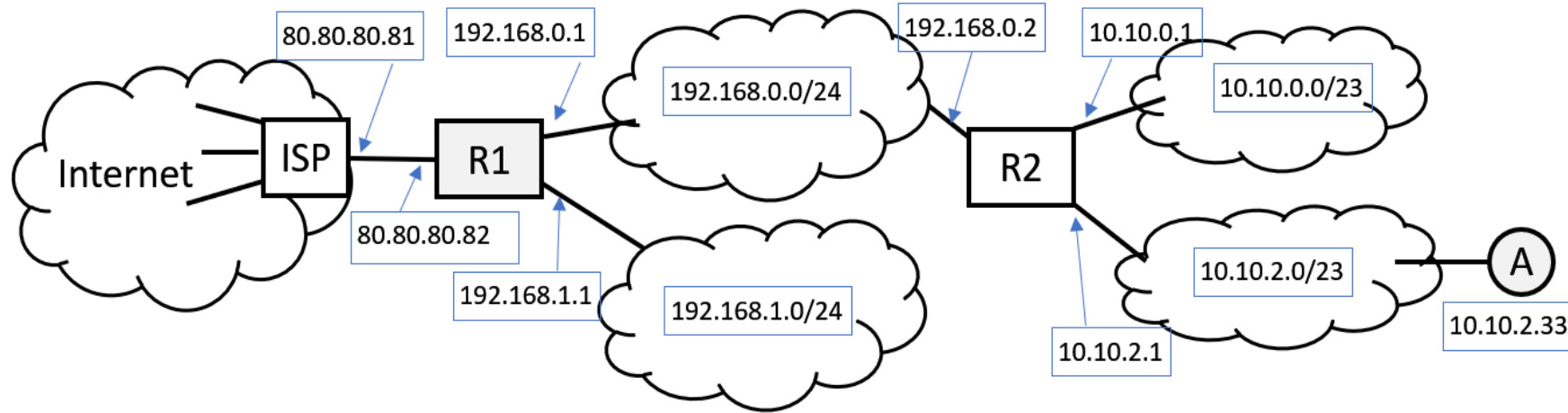


# Ejercicios de examen

En la red de la figura calcula cuál es la tabla de reenvío del router R1 y del host A. Simplifica las tablas al menor número de entradas posibles (agregación de entradas y rutas por defecto).

[illegible][illegible]

En la red de la figura calcula cuál es la tabla de reenvío del router R1 y del host A. Simplifica las tablas al menor número de entradas posibles (agregación de entradas y rutas por defecto).



Router R1		
(Sub)-Red	Gateway (Next-hop)	Interface
192.168.0.0 /24	0.0.0.0	192.168.0.1
192.168.1.0 /24	0.0.0.0	192.168.1.1
10.10.0.0 /23	192.168.0.2	192.168.0.1
10.10.2.0 /23	192.168.0.2	192.168.0.1
0.0.0.0 /0	80.80.80.81	80.80.80.82
10.10.0.0 /23	192.168.0.2	192.168.0.1

Host-A		
(Sub)-Red	Gateway (Next-hop)	Interface
10.10.2.0 /23	0.0.0.0	10.10.2.33
0.0.0.0 /0	10.10.2.1	10.10.2.33

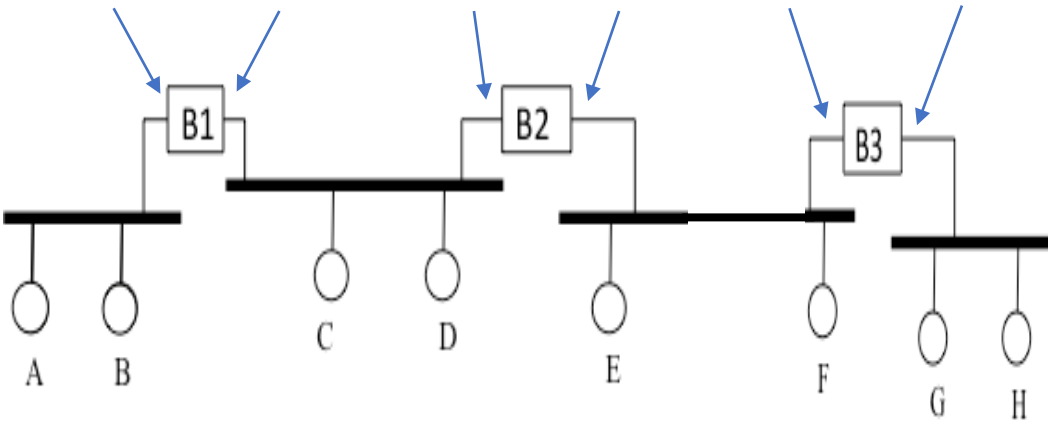
(sobre el mecanismo de APRENDIZAJE (Learning) de los puentes/switches)

En la red de la figura, B1, B2 y B3 son puentes (switches), y las letras de A a H representan las direcciones MAC de diferentes estaciones conectadas:

Suponga que todos los dispositivos se acaban de encender (tablas vacías), y que a continuación tiene lugar la transmisión (ti) de las 6 tramas indicadas a la izquierda de la tabla. Asuma que una transmisión no empieza hasta que haya finalizado la anterior.

Indique el estado de las tablas de aprendizaje de todos los switches al final de estas transmisiones.

Es importante que indique lo que aprende cada switch/puerto en la fila adecuada. Esto es, si (p.ej.) el switch-Bn / puerto-izqdo aprende como consecuencia de la transmisión t4 entonces ese aprendizaje debe reflejarse en la fila correspondiente a t4.



Transmisión	Switch B1		Switch B2		Switch B3	
	<i>Puerto izquierdo</i>	<i>Puerto derecho</i>	<i>Puerto izquierdo</i>	<i>Puerto derecho</i>	<i>Puerto izquierdo</i>	<i>Puerto derecho</i>
t <sub>1</sub> : de A a B;						
t <sub>2</sub> : de C a A;						
t <sub>3</sub> : de G a C;						
t <sub>4</sub> : de E a G;						
t <sub>5</sub> : de G a E;						
t <sub>6</sub> : de F a A.						

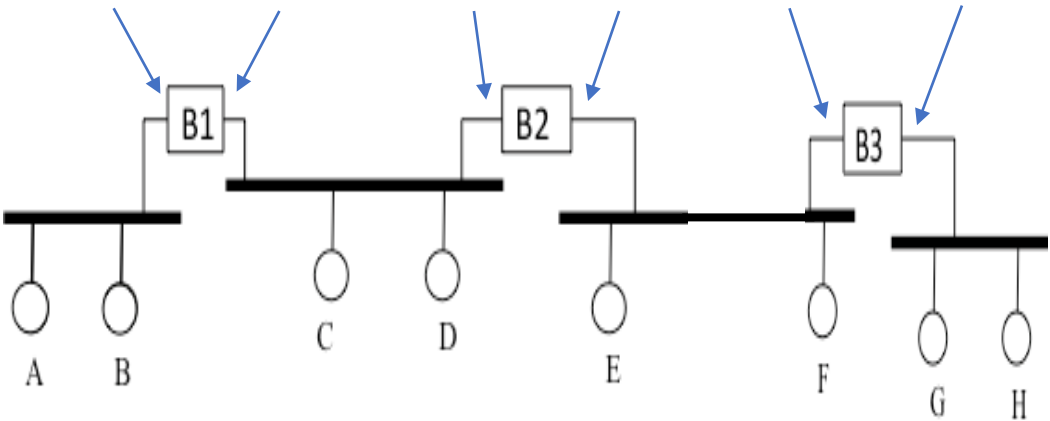
(sobre el mecanismo de APRENDIZAJE (Learning) de los puentes/switches)

En la red de la figura, B1, B2 y B3 son puentes (switches), y las letras de A a H representan las direcciones MAC de diferentes estaciones conectadas:

Suponga que todos los dispositivos se acaban de encender (tablas vacías), y que a continuación tiene lugar la transmisión (ti) de las 6 tramas indicadas a la izquierda de la tabla. Asuma que una transmisión no empieza hasta que haya finalizado la anterior.

Indique el estado de las tablas de aprendizaje de todos los switches al final de estas transmisiones.

Es importante que indique lo que aprende cada switch/puerto en la fila adecuada. Esto es, si (p.ej.) el switch-Bn / puerto-izqdo aprende como consecuencia de la transmisión t4 entonces ese aprendizaje debe reflejarse en la fila correspondiente a t4.

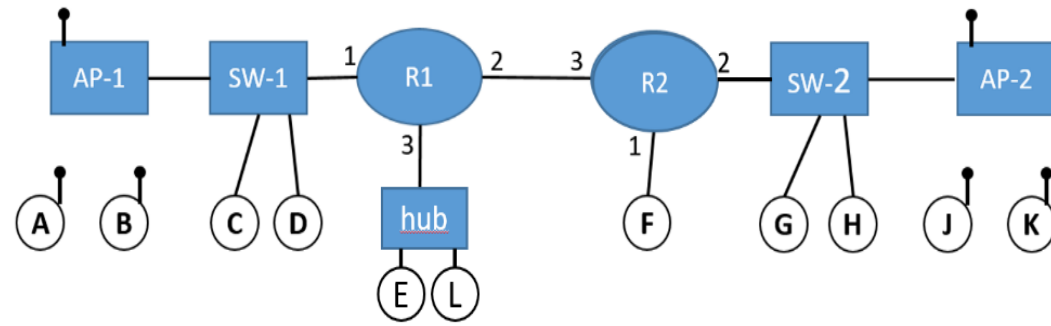


Transmisión	Switch B1		Switch B2		Switch B3	
	Puerto izquierdo	Puerto derecho	Puerto izquierdo	Puerto derecho	Puerto izquierdo	Puerto derecho
t <sub>1</sub> : de A a B;	A		A		A	
t <sub>2</sub> : de C a A;		C	C			
t <sub>3</sub> : de G a C;		G		G		G
t <sub>4</sub> : de E a G;				E	E	
t <sub>5</sub> : de G a E;						
t <sub>6</sub> : de F a A.		F		F	F	

La red de la figura está formada por dos routers (R1 y R2), dos switches Ethernet (SW-1 y SW-2), dos puntos de acceso WiFi (AP-1 y AP-2), un HUB y las estaciones inalámbricas y cableadas que se muestran en la figura. A y B están en cobertura de AP-1, y J y K en cobertura de AP-2

a) ¿Cuántos dominios de difusión (broadcast) hay en la red?

Dibújelos sobre la imagen (un círculo o elipse por dominio)

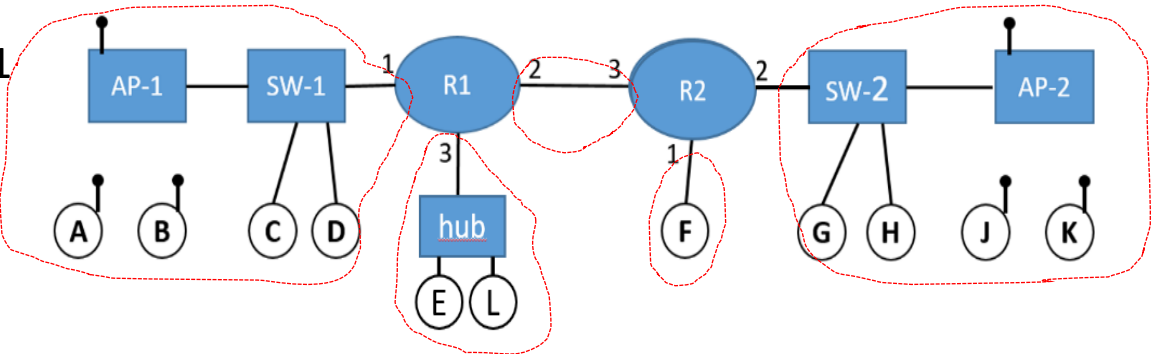


b) Las tablas ARP de todos los dispositivos estan vacías, SALVO la estación A (que tiene su tabla ARP con toda la info necesaria). Por lo demás (tablas de reenvío y tablas de aprendizaje) todos los dispositivos están correctamente configurados, con toda la información necesaria.

Indique las tramas que circularán por la red si la estación A manda un datagrama a la estación K. Incluya también las tramas generadas por el intercambio ARP necesario para enviar ese datagrama. No incluya tramas de ACK.

[illegible]

La red de la figura está formada por dos routers (R1 y R2), dos switches Ethernet (SW-1 y SW-2), dos puntos de acceso WiFi (AP-1 y AP-2), un HUB y las estaciones inalámbricas y cableadas que se muestran en la figura. A y B están en cobertura de AP-1, y J y K en cobertura de AP-2



a) ¿Cuántos dominios de difusión (broadcast) hay en la red?  
Dibújelos sobre la imagen (un círculo o elipse por dominio)

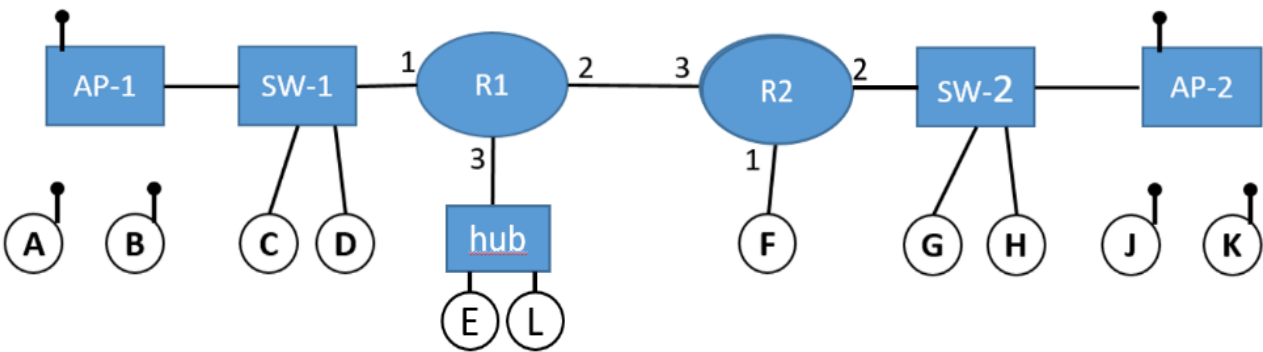
b) Las tablas ARP de todos los dispositivos estan vacías, SALVO la estación A (que tiene su tabla ARP con toda la info necesaria). Por lo demás (tablas de reenvío y tablas de aprendizaje) todos los dispositivos están correctamente configurados, con toda la información necesaria.

Indique las tramas que circularán por la red si la estación A manda un datagrama a la estación K. Incluya también las tramas generadas por el intercambio ARP necesario para enviar ese datagrama. No incluya tramas de ACK.

Tipo trama (Ethernet o WiFi)	MAC-1	MAC-2	MAC-3	Tipo DATOS (datagrama, ARP, ...)	IP-fuente (...si procede)	IP-destino (...si procede)	Comentario



La red de la figura está formada por dos routers (R1 y R2), dos switches Ethernet (SW-1 y SW-2), dos puntos de acceso WiFi (AP-1 y AP-2), un HUB y las estaciones inalámbricas y cableadas que se muestran en la figura. A y B están en cobertura de AP-1, y J y K en cobertura de AP-2



b) Las tablas ARP de todos los dispositivos estan vacías, SALVO la estación A (que tiene su tabla ARP con toda la info necesaria). Por lo demás (tablas de reenvío y tablas de aprendizaje) todos los dispositivos están correctamente configurados, con toda la información necesaria. Indique las tramas que circularán por la red si la estación A manda un datagrama a la estación K. Incluya también las tramas generadas por el intercambio ARP necesario para enviar ese datagrama. No incluya tramas de ACK.

Tipo trama (Ethernet o WiFi)	MAC-1	MAC-2	MAC-3	Tipo DATOS (datagrama, ARP, ...)	IP-fuente (...si procede)	IP-destino (...si procede)	Comentario
Wifi	AP-1	A	R1-1	datagrama	A	K	A→AP-1
Eth	R1-1	A		datagrama	A	K	AP-1→R1-1
Eth	broadcast	R1-2		ARP.req			¿MAC de R2-3?
Eth	R1-2	R2-3		ARP.respon			R2-3 responde
Eth	R2-3	R1-2		datagrama	A	K	R1-2→R2-3
Eth	broadcast	R2-2		ARP.req			¿MAC de K?
WiFi	broadcast	AP-2	R2-2	ARP.req			Ídem WiFi
WiFi	AP-2	K	R2-2	ARP.respon			K responde
Eth	R2-2	K		ARP.respon			AP-2 Ether
Eth	K	R2-2		datagrama	A	K	R2-2→AP-2
Wifi	K	AP-2	R2-2	datagrama	A	K	AP-2→K