

4. Supongamos el escenario Ethernet con conmutadores de la figura 4. Partiendo de todos los equipos recién encendidos y sin ninguna configuración estática en los conmutadores, sucede que:

1. PC2 envía una trama de Broadcast
2. PC1 envía un flujo de tramas dirigido a la dirección MAC de PC2, una cada 10 segundos, sin detenerse
3. PC2 se desconecta del switch S6 y se conecta al switch S4 (ensombrecido en la figura)
4. PC2 envía una trama a PC1
¿Qué harán los conmutadores con la trama 4? ¿Qué sucederá a partir de ese momento con el flujo que PC1 sigue enviando a la dirección MAC de PC2?
5. PC3 envía una trama a PC2
¿Qué harán los conmutadores con la trama 5? ¿Qué direcciones MAC/puertos tiene ahora aprendidos el conmutador S3 en su tabla?

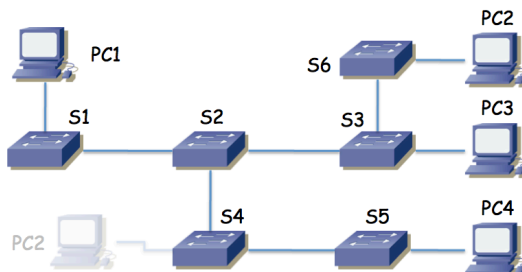


Figura 4.- Topología del problema 4

5. Una pequeña red sigue la topología de la figura 5. Los conmutadores acaban de reiniciarse por un problema de alimentación en su armario de equipos por lo que sus tablas de relación (MAC, puerto) están vacías. Los enlaces marcados con línea gruesa son 1000Base-T y los marcados con línea fina son 100Base-TX. Haremos referencia a un enlace indicando los dos conmutadores extremo, por ejemplo el enlace S3-S6. El PC A envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de broadcast.

- a) Indique qué enlaces atravesará dicha trama
A continuación, la fuente de alimentación del conmutador S7, que ha quedado dañada en el fallo de corriente, tiene una pequeña fluctuación que hace que este conmutador se reinicie de nuevo.
Lo siguiente que sucede es que el PC C envía una trama dirigida a la dirección MAC del PC A.
- b) Indique qué enlaces atravesará dicha trama.
A continuación, el PC D envía una trama dirigida a la dirección MAC del PC C.
- c) Indique qué enlaces atravesará dicha trama.
Lo siguiente que sucede es que el PC B envía una trama dirigida a la dirección MAC del PC C.
- d) Indique qué enlaces atravesará dicha trama
A continuación, el PC A envía una trama Ethernet del tamaño máximo dirigida a la dirección MAC del PC F.
- e) Calcule el tiempo mínimo y máximo que tardará dicha trama en alcanzar su destino
- f) Tras todos estos sucesos, indique el estado de las tablas de los conmutadores S3, S5 y S7, detallando las direcciones MAC aprendidas y los puertos por los que se reenvía el tráfico hacia ellas

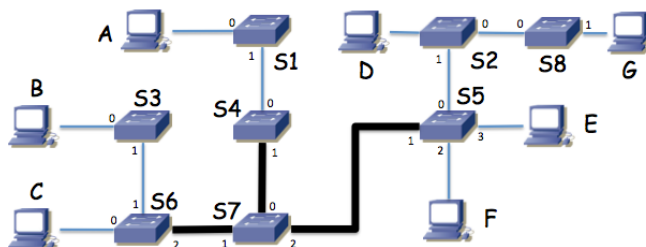


Figura 5.- Topología del problema 5

6. Una decisión fundamental de diseño en ATM fue si emplear celdas de longitud variable o de longitud fija. Veamos el problema desde el punto de vista de la eficiencia. Definimos la eficiencia de transmisión como:

$$N = \frac{\text{Número de bytes de información}}{\text{Número de bytes de información} + \text{Número de bytes de sobrecarga}}$$

Llamamos: L = Tamaño del campo de datos de la celda (bytes) H = Tamaño de la cabecera de la celda (bytes)
X = Número de bytes de información a transmitir

- a. Si las celdas tuvieran longitud variable podríamos pensar que todos los bytes de información a transmitir podrían ir en la misma celda (supongamos que $\text{máx}(L) > X$, para todo X). En ese caso la sobrecarga vendría dada por la cabecera más el delimitador necesario para marcar el final de la celda o un campo de indicación de tamaño de la celda. Supongamos que:
 H_v = bytes adicionales necesarios para la funcionalidad de delimitación de celdas
Obtenga una expresión para N en función de X, H y H_v
- b. En el caso de celdas de tamaño fijo (L fijo) los bytes de sobrecarga son solo los bytes de la cabecera. Sin embargo, si $X < L$ la celda tiene más tamaño que el necesario para transportar esos datos con lo que hay una sobrecarga adicional en espacio desaprovechado y si $X > L$ se necesita más de una celda para transmitir esos X bytes de datos, con la consiguiente sobrecarga en la/s celda/s adicional/es.
Obtenga una expresión para N.

7. Definiremos la eficiencia de transmisión como la longitud del campo de datos de una PDU dividida por la longitud total de la misma en un nivel inferior. Consideraremos la transmisión de paquetes IP en un enlace ATM. Los paquetes IP se encapsulan en PDUs del protocolo

AAL5, el cual añade una cola de 8 bytes y tantos bytes como sean necesarios para que el resultado final tenga una longitud múltiplo de 48. A continuación, se crean las celdas ATM a partir de esos datos a transportar, segmentando y añadiendo las cabeceras de celda correspondientes. La eficiencia de transmisión de IP sobre ATM la tomaremos como el cociente entre la cantidad de datos dentro del datagrama IP dividida por la cantidad de bytes que el nivel ATM entregó a su nivel inferior. Tomaremos que la cabecera IP tenga un tamaño de 20 bytes.

- Dibuje dicha eficiencia frente a la longitud del campo de datos de IP.
- Suponga un bloque de 2000 bytes de datos con los que se construye un datagrama IP. El enlace ATM se encuentra entre dos hosts (H1 y H2), atravesando un solo conmutador ATM (S) intermedio. El tiempo de propagación en el segmento H1-S es de 5ms y en el segmento S-H2 es de 7ms. Suponiendo que el conmutador tarda un tiempo despreciable en procesar cada celda calcule el tiempo que transcurre entre que se empieza a enviar el paquete en H1 hasta que se termina de recibir en H2. Tome una velocidad de propagación de 220000Km/s y una velocidad de transmisión de 25Mb/s.

8. Dibuje una gráfica con la eficiencia del transporte sobre Ethernet de PDUs de nivel superior. En el eje de abscisas coloque el tamaño de la PDU transportada por Ethernet. En el eje de ordenadas la eficiencia medida como “tamaño de la PDU transportada / tamaño de la trama Ethernet”. Compare los resultados entre que Ethernet emplee encapsulado DIX (EthernetII), emplee LLC solo o emplee LLC/SNAP.

9. Identifique los campos de las siguientes tramas Ethernet (bytes en hexadecimal):

- FF FF FF FF FF FF 00 07 7D 0A C9 C0 08 06 00 01 08 00 06 04 00 02 00 11 20 CD 5D 1A AC 11 3E 0D FF FF FF FF FF FF AC 11 3E 0D 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 BC BF F9 01
- 01 80 c2 00 00 00 00 1c 0e 87 85 04 00 26 42 42 03 00 00 00 00 00 80 64 00 1c 0e 87 78 00 00 00 00 04 80 64 00 1c 0e 87 85 00 80 04 01 00 14 00 02 00 0f 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 92 16 36 EE
- 01 00 0c cc cc cc 00 e0 1e d5 d5 15 01 1e aa aa 03 00 00 0c 20 00 01 b4 df f0 00 01 00 06 52 31 00 02 00 11 00 00 00 01 01 01 cc 00 04 c0 a8 0a 01 00 03 00 0d 45 74 68 65 72 6e 65 74 30 00 04 00 08 00 00 00 01 00 05 00 d8 43 69 73 63 6f 20 49 6e 74 65 72 6e 65 74 77 6f 72 6b 20 4f 70 65 72 61 74 69 6e 67 20 53 79 73 74 65 6d 20 53 6f 66 74 77 61 72 65 20 0a 49 4f 53 20 28 74 6d 29 20 31 36 30 30 20 53 6f 66 74 77 61 72 65 20 28 43 31 36 30 30 2d 4e 59 2d 4c 29 2c 20 56 65 72 73 69 6f 6e 20 31 31 2e 32 28 31 32 29 50 2c 20 52 45 4c 45 41 53 45 20 53 4f 46 54 57 41 52 45 20 28 66 63 31 29 0a 43 6f 70 79 72 69 67 68 74 20 28 63 29 20 31 39 38 36 2d 31 39 39 38 20 62 79 20 63 69 73 63 6f 20 53 79 73 74 65 6d 73 2c 20 49 6e 63 2e 0a 43 6f 6d 70 69 6c 65 64 20 54 75 65 20 30 33 2d 4d 61 72 2d 39 38 20 30 36 3a 33 33 20 62 79 20 64 73 63 68 77 61 72 74 00 06 00 0e 63 69 73 63 6f 20 31 36 30 31 16 E6 23 CB

10. Indique las diferencias y similitudes entre Ethernet y ATM.

11. Dado un conmutador Ethernet cuya tabla de direcciones MAC aprendidas contiene en un cierto instante la información que se ve en la Tabla 1, indique las acciones que llevará a cabo el conmutador ante las siguientes tramas Ethernet:

- MAC origen 00:08:ef:fe:09:90, MAC destino 00:1e:ef:54:23:a3, Ethertype 0x0800, llega por el puerto 1 del conmutador
- MAC origen 00:aa:bb:1e:34:33, MAC destino 00:00:ee:dc:c0:00, Ethertype 0x0800, llega por el puerto 2 del conmutador
- MAC origen 00:00:cd:dc:00:00, MAC destino 00:11:21:23:22:ae, Ethertype 0x0806, llega por el puerto 3 del conmutador
- MAC origen 00:dd:cc:dd:44:34, MAC destino 00:08:ef:fe:09:90, Ethertype 0x0800, llega por el puerto 3 del conmutador
- MAC origen 00:45:69:e9:12:12, MAC destino 00:98:76:78:e5:22, Ethertype 0x0800, llega por el puerto 2 del conmutador
- MAC origen 00:dd:cc:dd:44:34, MAC destino 00:1e:ef:54:23:a3, Ethertype 0x0800, llega por el puerto 1 del conmutador

Tabla 1

MAC-address	Port
00:08:43:45:ac:d2	0
00:1e:ef:54:23:a3	1
00:11:22:ef:54:55	0
00:00:cd:dc:00:00	1
00:aa:bb:1e:34:33	2
00:98:76:78:e5:22	2
00:dd:cc:dd:44:34	3
00:45:69:e9:12:12	2

12. Suponga una PDU de nivel 3 que se va a transportar directamente sobre un PVC ATM. La PDU de nivel 3 tiene un tamaño de 823 bytes. Calcule el número de celdas ATM que se enviarán por la red. ¿Qué porcentaje de los bytes enviados por el nivel 2 ATM corresponden a cabeceras de sus celdas?

13. En el escenario de la figura 6 todos los conmutadores acaban de reiniciarse y tienen por lo tanto sus bases de datos de filtrado vacías. A continuación se envían una serie de tramas. Para cada una indique qué conmutadores y qué interfaces Ethernet de ordenadores verán dicha trama.

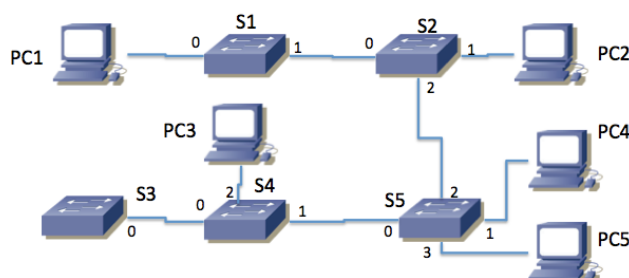


Figura 6.- Topología del problema 13

- PC2 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC5
- PC5 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC1
- PC3 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC5
- PC2 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC3
- PC1 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC4

En este momento el Switch S5 se reinicia

- PC4 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC1
- PC3 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de broadcast
- PC2 envía una trama Ethernet dirigida a la dirección MAC de PC1

Indique a continuación de forma resumida las bases de datos de filtrado de los conmutadores. Para ello, para cada conmutador y puerto indique los PCs cuyas direcciones MAC el conmutador cree que se alcanzan por cada uno.

14. Una pequeña red sigue la topología de la figura 13. Los conmutadores acaban de reiniciarse por un problema de alimentación en su armario de equipos por lo que sus tablas de relación (MAC, puerto) están vacías. Haremos referencia a un enlace indicando los dos extremos, por ejemplo el enlace S3-S6 o el enlace PCE-S5.

Las direcciones MAC de los hosts son: PC A = 00:00:01:00:ab:bc, PC B = 00:00:01:01:ac:d2, PC C = 00:00:01:12:11:14, PC D = 00:13:a3:00:00:34, PC E = 00:98:8e:ee:fe:35, PC F = 00:23:23:43:4e:f3, PC G = 00:3e:e5:32:00:01.

El PC D envía una trama con MAC destino la dirección MAC del PC F.

a) Indique los enlaces que atravesará dicha trama y en cada uno cuáles serán los valores de dirección MAC origen y destino en la trama A continuación el PC E envía una trama dirigida a la dirección MAC del PC D.

b) Indique los enlaces que atravesará dicha trama y en cada uno cuáles serán los valores de dirección MAC origen y destino en la trama A continuación el PC A envía una trama dirigida a la dirección MAC de broadcast.

c) Indique los enlaces que atravesará dicha trama y en cada uno cuáles serán los valores de dirección MAC origen y destino en la trama A continuación el PC B envía una trama dirigida a la dirección MAC del PC E.

d) Indique los enlaces que atravesará dicha trama y en cada uno cuáles serán los valores de dirección MAC origen y destino en la trama

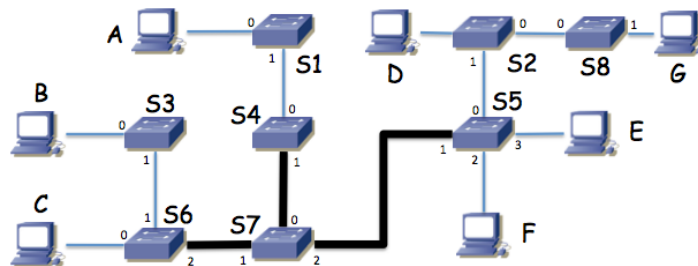


Figura 7 – Topología de red del problema 14

15. En la topología de LAN Ethernet de la figura 8 todos los enlaces son 1000Base-T y los conmutadores se encuentran con sus bases de datos de filtrado vacías.

- En $t=0$ el PC A empieza a enviar un flujo al PC D de paquetes equiespaciados a una tasa media de 1Mbps
- En $t=10s$ el PC A empieza a enviar un flujo al PC B de paquetes equiespaciados a una tasa media de 2Mbps
- En $t=20s$ el PC C empieza a enviar un flujo al PC F de paquetes equiespaciados a una tasa media de 4Mbps
- En $t=30s$ el PC B empieza a enviar un flujo al PC E de paquetes equiespaciados a una tasa media de 8Mbps
- En $t=40s$ el PC C empieza a enviar un flujo al PC D de paquetes equiespaciados a una tasa media de 16Mbps
- En $t=50s$ el PC D empieza a enviar un flujo al PC C de paquetes equiespaciados a una tasa media de 32Mbps

Haga una gráfica donde en el eje de abscisas esté el tiempo y en el eje de ordenadas el flujo medio que debe estar atravesando el enlace entre los conmutadores S4 y S5 (sentido de S4 a S5).

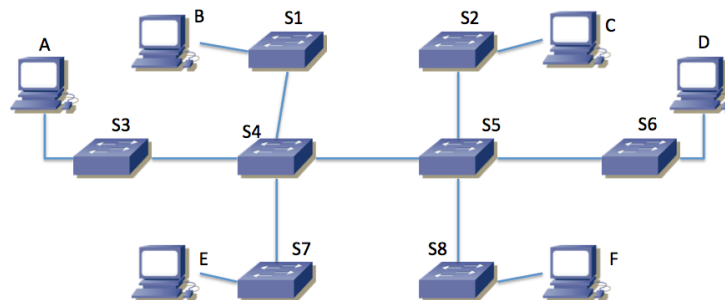


Figura 8 – Topología del problema 15

16. La figura 9 muestra una red Ethernet con conmutadores. Están numerados los puertos de todos esos equipos. La dirección MAC del PC A la llamaremos MACA, la del PC B será MACB y análogamente las del resto de PCs. El enlace del puerto 1 del switch S4 al puerto 2 del

switch S2 lo denominaremos S4:1->S2:2. Los conmutadores parten con sus bases de datos de filtrado vacías. Se envían las tramas Ethernet que se describen a continuación. Indique para cada trama los enlaces por los que circula y tras el envío de todas ellas indique el contenido de la base de datos de filtrado del conmutador S2.

- De MACC a MACD
- De MACF a MACE
- De MACE a MACC
- De MACA a MACB
- De MACF a MACD
- De MACD a MACC

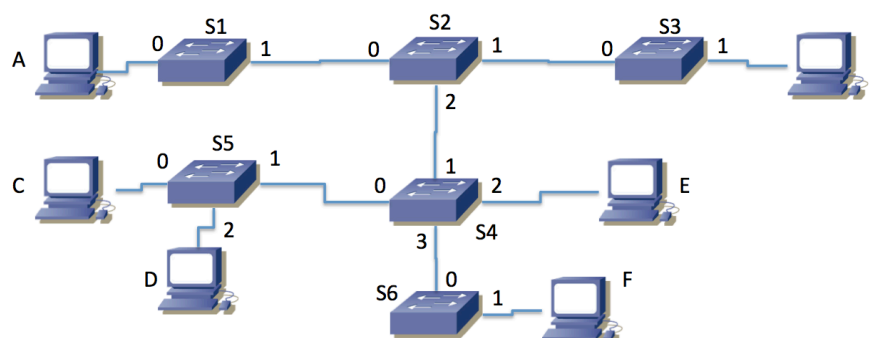


Figura 9 – Topología del problema 16

17. La figura 10 muestra una red Ethernet con conmutadores. Todos los interfaces son 100BaseTX. Están numerados los puertos de todos esos equipos. La dirección MAC del PC A la llamaremos MACA, la del PC B será MACB y análogamente las del resto de PCs. El enlace del puerto 1 del switch S4 al puerto 0 del switch S7 lo denominaremos S4:1->S7:0 en un sentido y S7:0->S4:1 en el otro; análogamente los enlaces con los PCs. Los conmutadores parten con sus bases de datos de filtrado vacías. Suceden los siguientes 7 eventos:

- $T = 0$: PC A comienza a enviar un flujo de tramas Ethernet del tamaño mínimo, una cada 1s. Van todas dirigidas a la dirección MAC de PC B.
- $T = 2.4s$: PC B envía una trama del tamaño mínimo dirigida a la dirección MAC de PC A.
- $T = X$: Cuando la trama del evento anterior alcanza al PC A, éste deja de enviar el flujo que comenzó en $T = 0$.
- $T = X + 1s$: PC A comienza a enviar un flujo de tramas Ethernet del tamaño máximo, una cada 200ms. Van todas dirigidas a la dirección MAC de PC B.
- $T = 3s$: PC B se desconecta del conmutador S3
- $T = 4s$: PC B se reconecta pero se equivocan y lo conectan al conmutador S4
- $T = 5s$: PC B envía una trama Ethernet del tamaño mínimo dirigida a la dirección MAC de broadcast.

Suponiendo que no hay más tráfico en la red calcule aproximadamente cuántos bytes habrán circulado por cada enlace en cada sentido entre el instante $T = 0$ y el instante $T = 6s$.

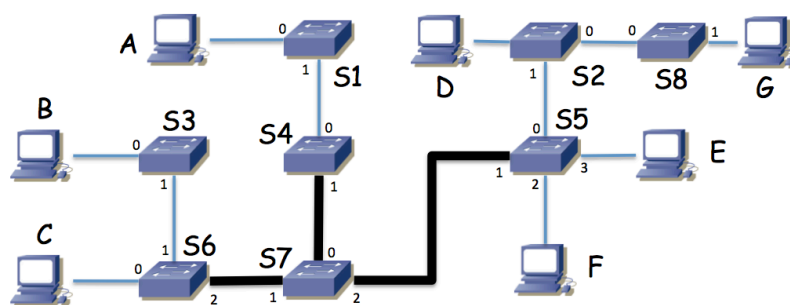


Figura 10 – Topología del problema 17

18. La Figura 11 muestra una LAN Ethernet. Los conmutadores comienzan con las bases de datos de filtrados vacías. Se producen los siguientes sucesos:

- $T = 0$: PCB envía una trama dirigida a la dirección MAC FF:FF:FF:FF:FF:FF
- $T = 0.1s$: PCA envía una trama dirigida a la dirección MAC de PCB
- $T = 10s$: PCC envía una trama dirigida a la dirección MAC de PCB
- $T = 50s$: PCA envía una trama dirigida a la dirección MAC de PCC

Suponiendo que las entradas en las bases de datos de filtrado de los conmutadores caducan tras 60 segundos de inactividad,

- indique por qué enlaces y en qué sentido cruzará la trama correspondiente al suceso número 2
- indique por qué enlaces y en qué sentido cruzará la trama correspondiente al suceso número 3
- indique por qué enlaces y en qué sentido cruzará la trama correspondiente al suceso número 4

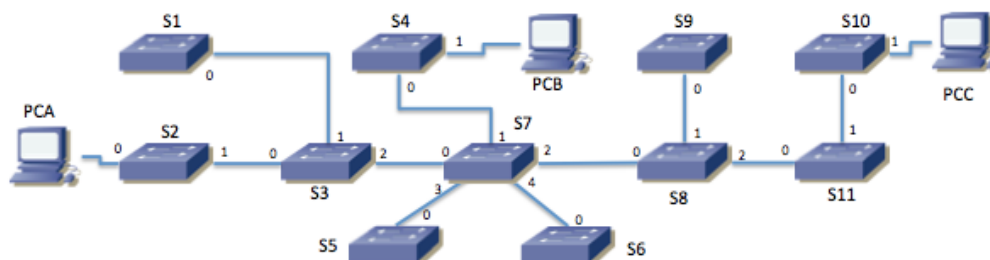


Figura 11 – Topología del problema 18

19. La Figura 12 muestra una LAN Ethernet. Los conmutadores comienzan con las bases de datos de filtrados vacías. Se producen los siguientes sucesos:

- $T=0$: PC4 envía una trama dirigida a la dirección MAC de PC2
- $T=0.1s$: PC2 envía una trama dirigida a la dirección MAC de PC4
- $T=1s$: PC5 envía una trama dirigida a la dirección MAC de PC2
- $T=5s$: Se reinicia el conmutador S7
- $T=15s$: Termina de reiniciarse el conmutador S7
- $T=16s$: PC5 envía una trama dirigida a la dirección MAC de PC2
- $T=20s$: Se reinicia el conmutador S5
- $T=25s$: Termina de reiniciarse el conmutador S5
- $T=26s$: PC4 envía una trama dirigida a la dirección MAC de PC5

Suponiendo que las entradas en las bases de datos de filtrado de los conmutadores caducan tras 60 segundos de inactividad,

- indique por qué enlaces y en qué sentido cruzará la trama correspondiente al suceso número 6
- indique por qué enlaces y en qué sentido cruzará la trama correspondiente al suceso número 9
- indique en el instante $T=22$ el contenido de la base de datos de filtrado del conmutador S7 suponiendo que su puerto izquierdo (hacia S5) es el número 0, su puerto superior (hacia S8) es el número 1 y su puerto derecho (hacia S1) es el número 2

Suponiendo que las entradas en las bases de datos de filtrado de los conmutadores caducan tras 10 segundos de inactividad,

- indique por qué enlaces y en qué sentido cruzará la trama correspondiente al suceso número 6
- indique en el instante $T=30s$ el contenido de la base de datos de filtrado del conmutador S5 suponiendo que su puerto izquierdo (hacia S6) es el número 0, su puerto superior (hacia S3) es el número 1 y su puerto derecho (hacia S7) es el número 2

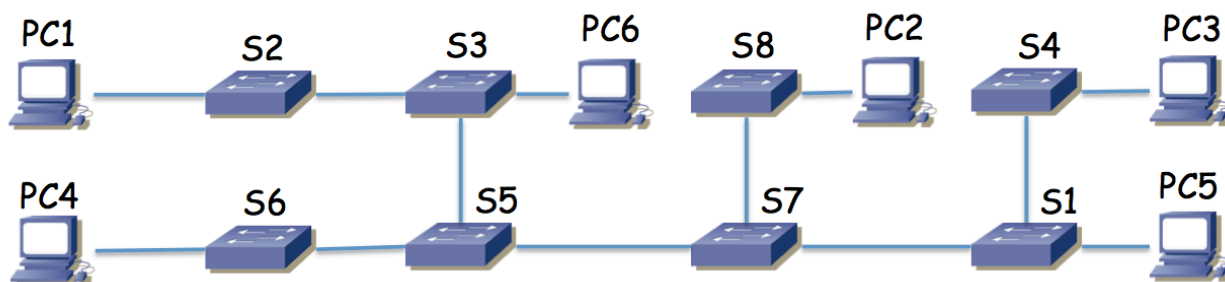


Figura 12 – Topología del problema 19