

Conmutación de tramas

En las primeras tecnologías de redes locales los dispositivos se conectaban entre sí mediante buses y concentradores (o hubs). Estas tecnologías tenían la limitación de que las tramas que eran depositadas en el medio llegaban a todos los dispositivos conectados a la red, por lo que la cantidad de tráfico que se producía era muy elevada y también era elevado el riesgo de que se produjeran colisiones. Con esta situación, la aparición de la conmutación (switching) fue un gran avance que desbancó a las tecnologías anteriores y aún perdura.

| | |
|--|--|
| | La conmutación consiste en utilizar una topología física de estrella que centraliza la conexión a la LAN en un punto en el que un dispositivo llamado conmutador redirige el tráfico del nivel de enlace hacia aquel enlace concreto en el que se encuentra el destinatario de la trama |
|--|--|

La conmutación de tramas ofrece una gran ventaja respecto a las redes basadas en buses y concentradores, ya que reduce drásticamente el número de colisiones en la red y el tráfico a través de los distintos enlaces.

Los conmutadores o switches

Las tecnologías de conmutación de tramas se basan en el uso de un dispositivo especial llamado **conmutador** o **switch**.

| | |
|--|--|
| | Un conmutador es un dispositivo de acceso que posee varios puertos de conexión a los que se conectan directa o indirectamente los diferentes dispositivos de una red. El conmutador, además, es capaz de analizar las tramas a nivel de enlace para extraer la información de destino de las mismas y redirigirlas a través del puerto concreto en el que se encuentra conectado el destinatario |
|--|--|

| | |
|--|---|
| | Los conmutadores poseen una memoria intermedia que les permite almacenar en una cola de mensajes las tramas que llegan, lo que impide que colisionen los mensajes que reciben de forma simultánea. |
|--|---|

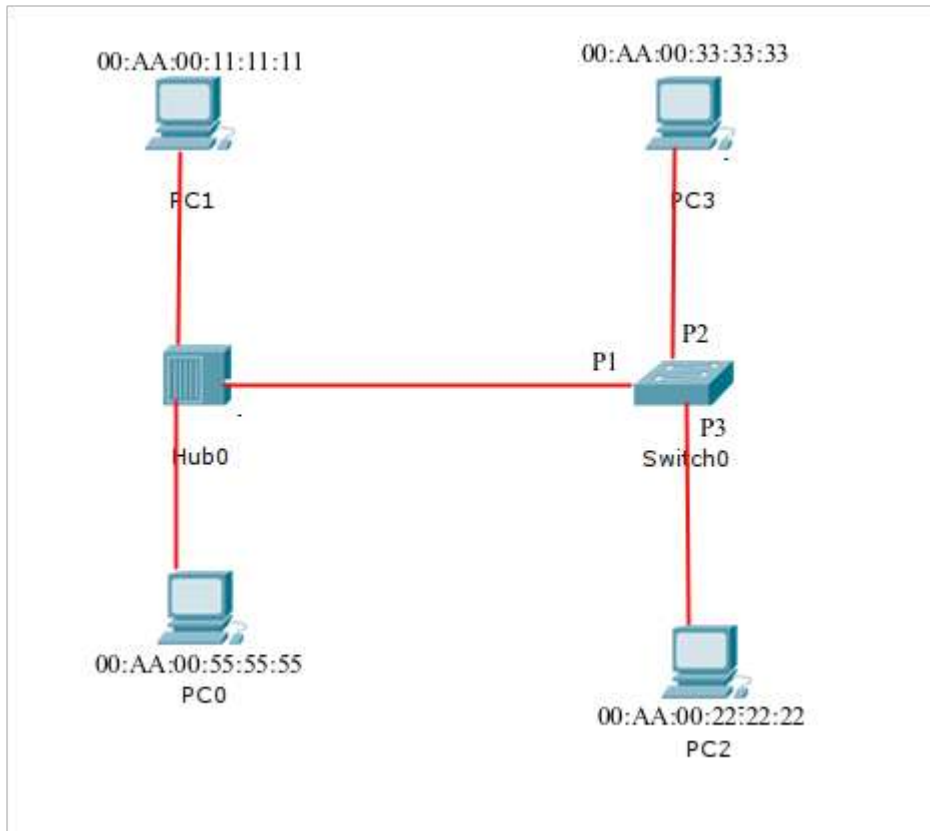
Tabla de direccionamiento MAC

Los memoria intermedia que incluyen los conmutadores almacena una tabla llamada **tabla de direccionamiento MAC** o tablas ARP que asocia las

direcciones MAC de los dispositivos conectados **directa** o **indirectamente** al conmutador con el número de puerto al que se encuentran conectados dichos dispositivos. Dicha tabla tiene básicamente dos columnas, en una se indica el puerto de conexión del switch y en la otra la dirección MAC del equipo conectado directa o indirectamente a dicho puerto.

Ejemplo de tabla de direccionamiento MAC

Para la red del siguiente esquema:



La tabla MAC del **switch** sería:

| Puerto | Dirección MAC |
|--------|----------------|
| P1 | 00:AA:11:11:11 |
| P1 | 00:AA:55:55:55 |
| P2 | 00:AA:33:33:33 |
| P3 | 00:AA:22:22:22 |

Vemos que se generan entradas no sólo para los equipos conectados directamente a un puerto del switch sino también para los accesibles **indirectamente** a través de dispositivos intermedios desde dicho puerto. Es por eso que podemos tener más de una entrada en la tabla para el mismo puerto.

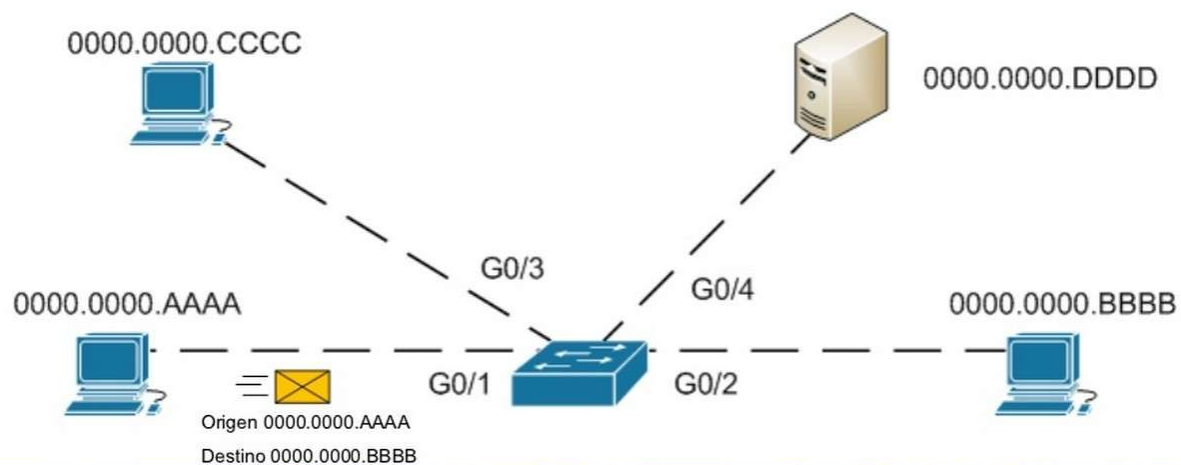
Funcionamiento del conmutador

Cuando un conmutador o switch recibe una trama a través de uno de sus puertos, realiza las siguientes acciones:

- Detectar si la trama ha llegado con errores y, en caso afirmativo, descartarla o iniciar el procedimiento correspondiente.
- Averiguar las direcciones MAC de origen y destino de la trama.
- Conocida la MAC origen de la trama comprueba si existe en la tabla de direccionamiento MAC la entrada que asocia la MAC del dispositivo remitente con el puerto por el que ha sido recibida la trama. Si esta asociación no existe se crea y se almacena en memoria.
- Reenviar la trama por el puerto que corresponda:
 - Si la dirección MAC de destino es una dirección de **broadcast**, la reenviará por el resto de puertos.
 - Si la dirección MAC de destino es una dirección **multicast**, el resultado dependerá del conmutador. Algunos pueden configurarse para reenviar la trama por determinados puertos y otros, en cambio, la reenviarán por el resto de puertos como si se tratara de una trama **broadcast**.
 - Si la dirección MAC de destino corresponde con una dirección **unicast** (es decir, destinada a un único dispositivo), el conmutador comprobará si hay alguna entrada en la tabla de direccionamiento MAC para la dirección MAC de destino:
 - Si es así la reenviará por el puerto que corresponda según indique la trama.
 - Si no existe una entrada en la tabla para ese destinatario, reenviará la trama por todos los puertos excepto por aquel por el que le llegó la trama. En caso de que el dispositivo destinatario responda a la trama el conmutador podrá aprender en que puerto está conectado dicho dispositivo.

Ejemplo de funcionamiento de un switch

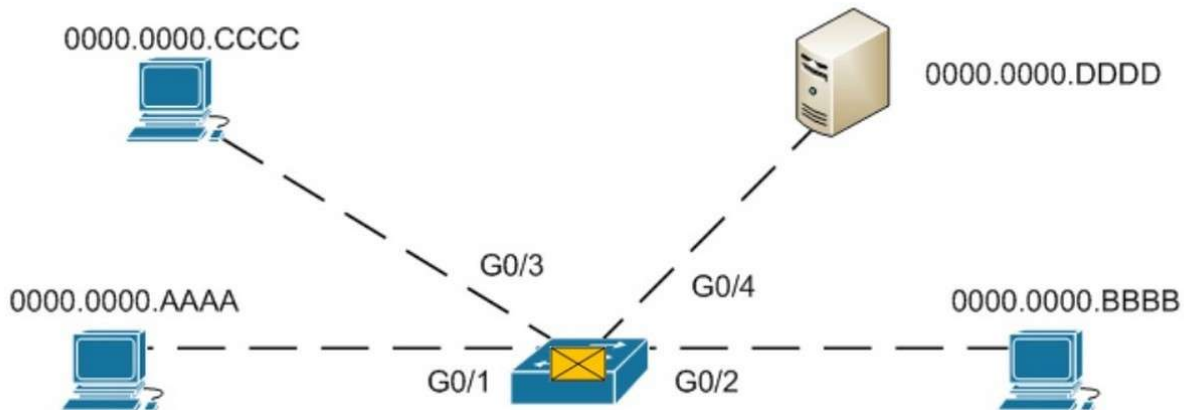
Funcionamiento



1.- El equipo con la MAC 0000.0000.AAAA manda un paquete para comunicarse con el equipo con la MAC 0000.0000.BBBB

| MAC | Pto. |
|-----|------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

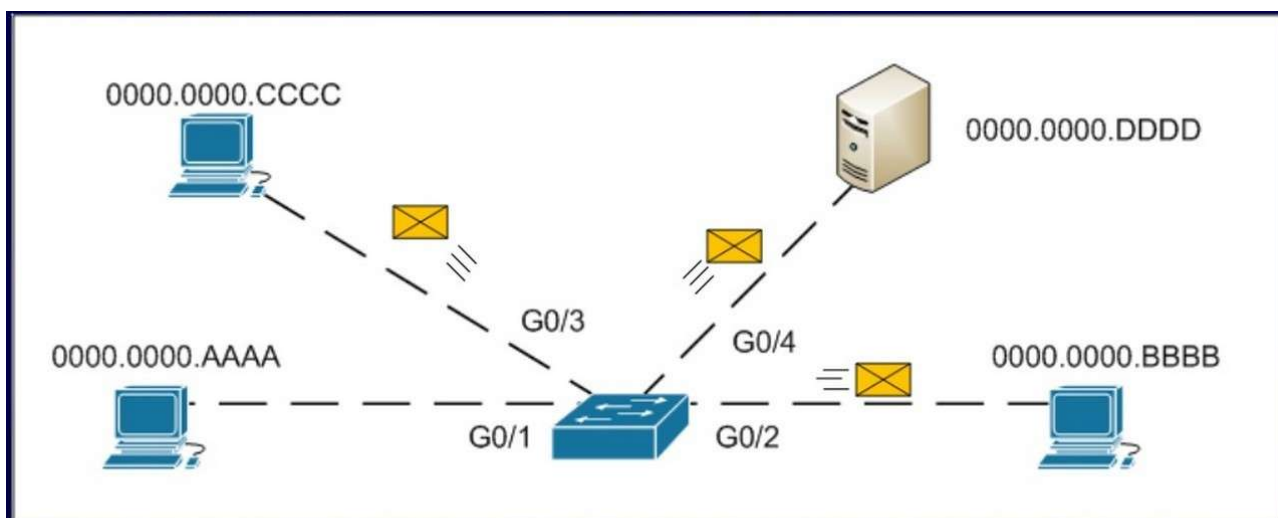
Equipo quiere comunicarse con otro de la red



2.- El switch anota en qué puerto está la MAC origen dentro de la tabla ARP

| MAC | Pto. |
|----------------|------|
| 0000.0000.AAAA | G0/1 |
| | |
| | |
| | |
| | |

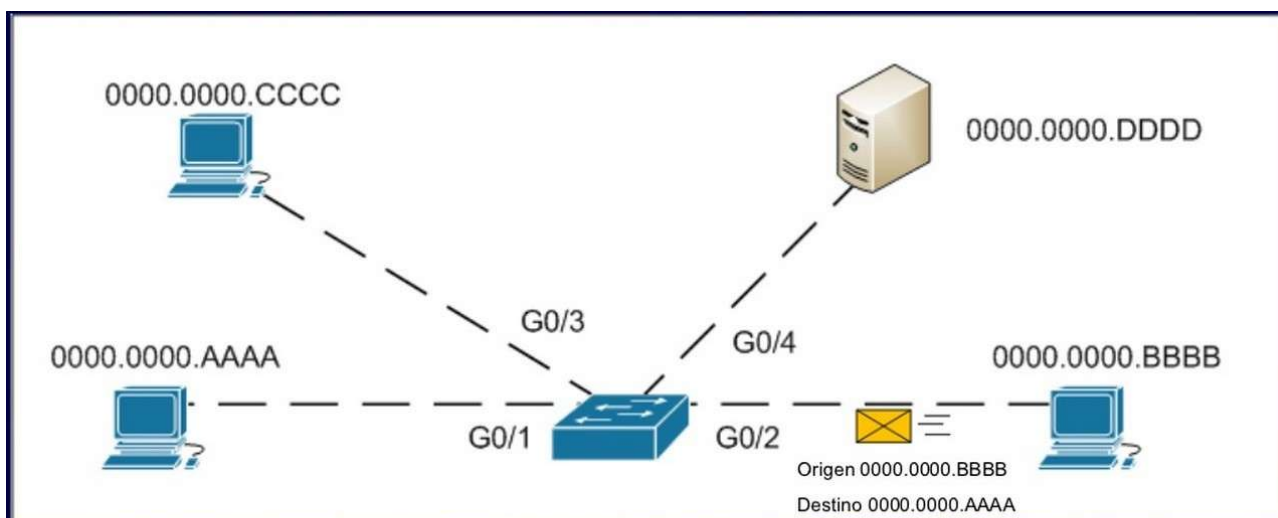
Switch almacena puerto de la MAC de origen



3.- El switch, al no saber en qué puerto está la MAC destino, manda el paquete por todos los puertos excepto por el que lo ha recibido

| MAC | Pto. |
|----------------|------|
| 0000.0000.AAAA | G0/1 |
| | |
| | |
| | |
| | |

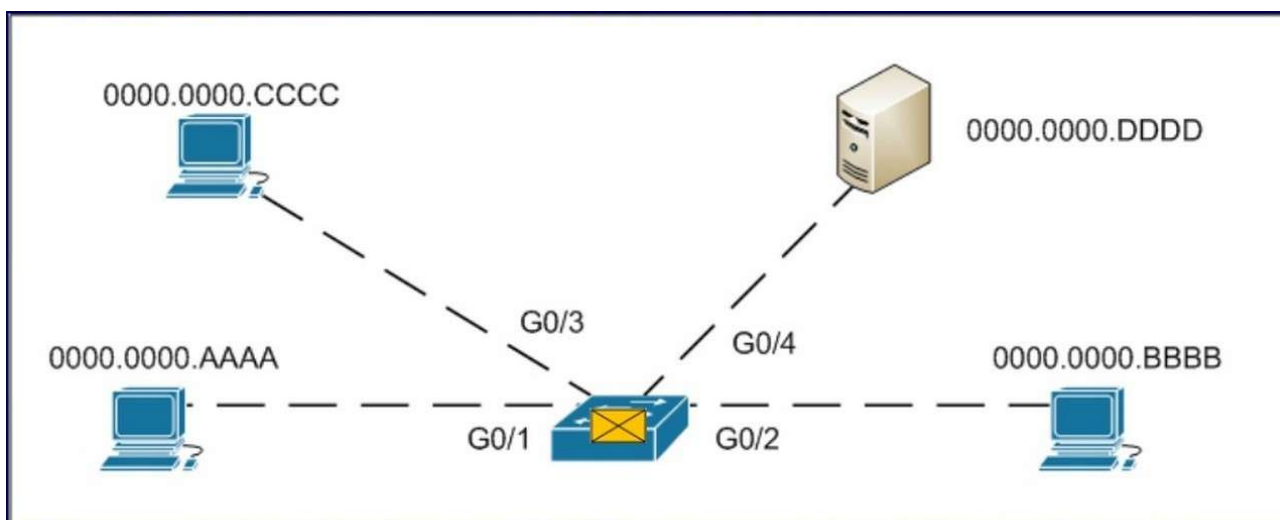
Switch no sabe puerto de la MAC de destino. Manda trama por todos los puertos excepto por el que la ha recibido



4.- El equipo con la MAC 0000.0000.BBBB responde a la petición mandando un paquete con su MAC de origen y la del equipo 0000.0000.AAAA de destino

| MAC | Pto. |
|----------------|------|
| 0000.0000.AAAA | G0/1 |
| | |
| | |
| | |
| | |

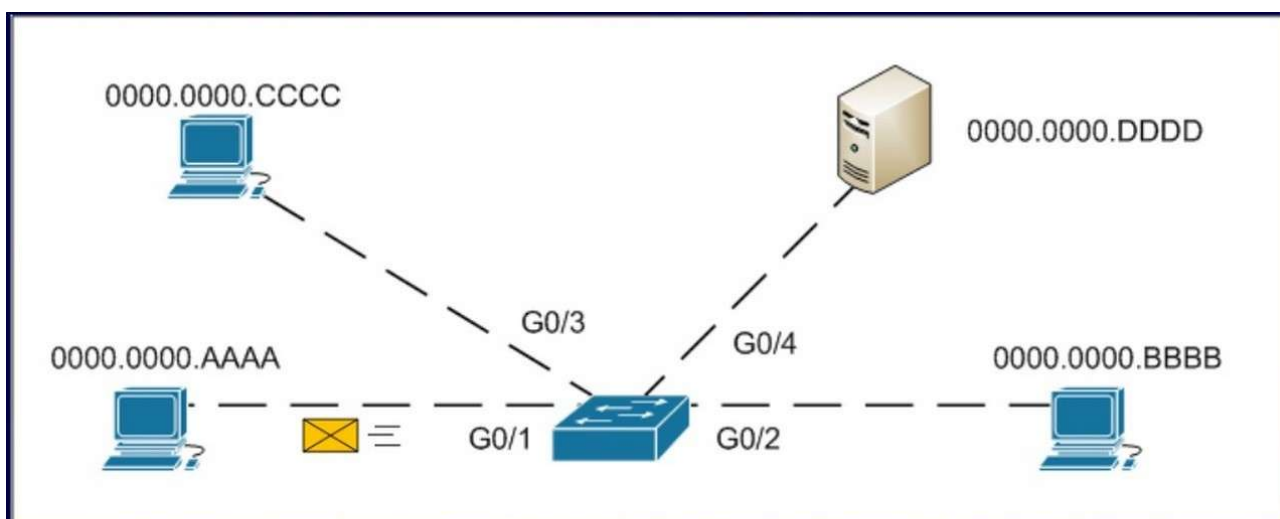
Paquete destinatario responde con una trama que incluye su MAC en el origen y la del equipo que hizo petición en su MAC de destino



5.- El switch apunta la MAC 0000.0000.BBBB y la añade a la tabla ARP, en el puerto G0/2 que es donde ha recibido el paquete

| MAC | Pto. |
|----------------|------|
| 0000.0000.AAAA | G0/1 |
| 0000.0000.BBBB | G0/2 |
| | |
| | |
| | |

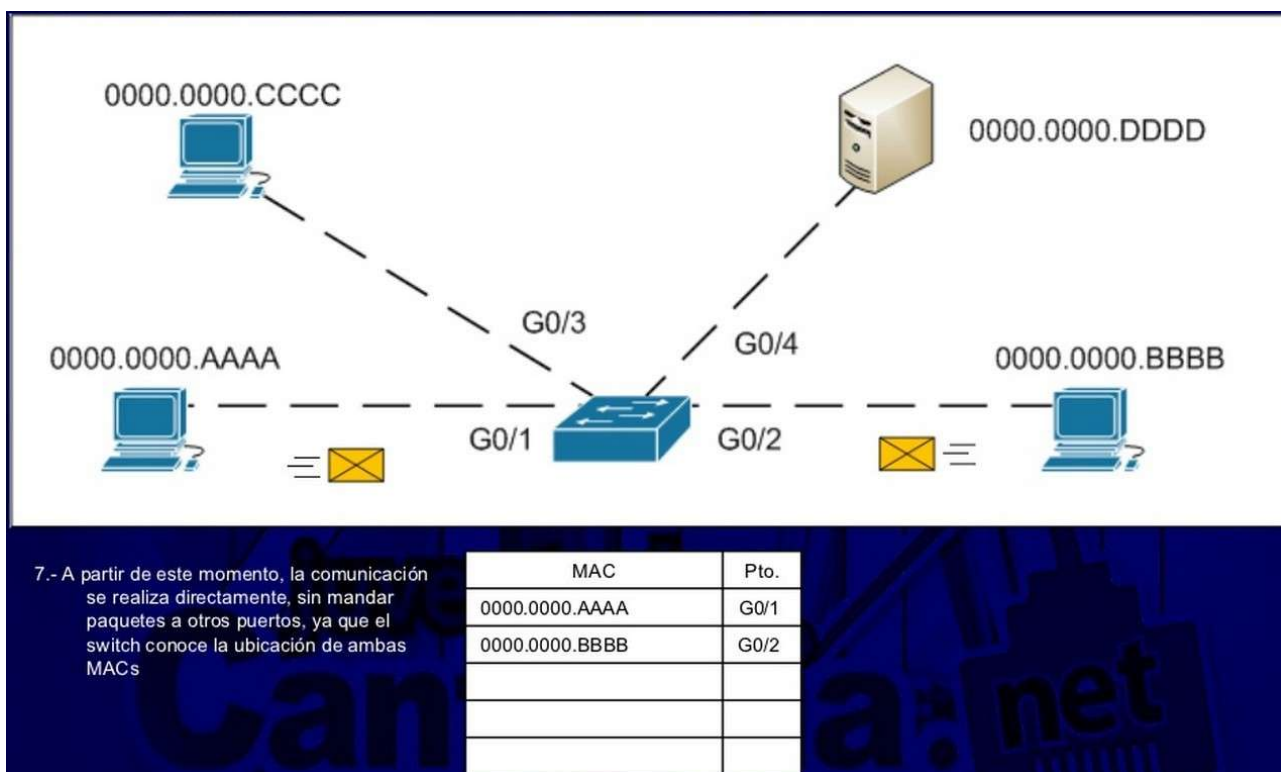
El switch anota la MAC del origen y el puerto por el que ha recibido la trama



6.- El switch manda el paquete únicamente por el puerto G0/1 que es donde tiene registrado que está la MAC 0000.0000.AAAA

| MAC | Pto. |
|----------------|------|
| 0000.0000.AAAA | G0/1 |
| 0000.0000.BBBB | G0/2 |
| | |
| | |
| | |

El switch manda directamente la trama por el puerto de destinatario al tenerla ya registrada



A partir de este momento la comunicación entre estos dos equipos es directa. Switch ya conoce ubicación de ambas MACs

Aspectos a tener en cuenta respecto al funcionamiento de los conmutadores

Las MACs de multicast (octavo bit a 1) no se almacenan en la tabla de direccionamiento.

Las entradas (filas) de la tabla tienen un **tiempo de vida** (timeout) definido. Pasado este tiempo sin que la entrada en la tabla haya sido renovada, esta es eliminada de la tabla.

Las tablas se almacenan en la memoria del switch que tiene un determinado tamaño y por tanto puede almacenar una cantidad determinada de valores. Si la tabla se llena se van eliminando las entradas más antiguas para dejar espacio a los nuevos valores que se hayan de almacenar.

Dominios de colisión

Reducir el número de colisiones en una red es muy importante, ya que permite incrementar el rendimiento de la red y, por tanto, la velocidad global de transmisión entre dispositivos.

| | |
|--|---|
| | La región de una red donde dos tramas pueden colisionar recibe el nombre de dominio de colisión |
|--|---|

Tanto en las redes basadas en buses como en las basadas en concentradores, el dominio de colisión comprende toda la red.

Los conmutadores, en cambio, debido a que separan el tráfico y eliminan todo

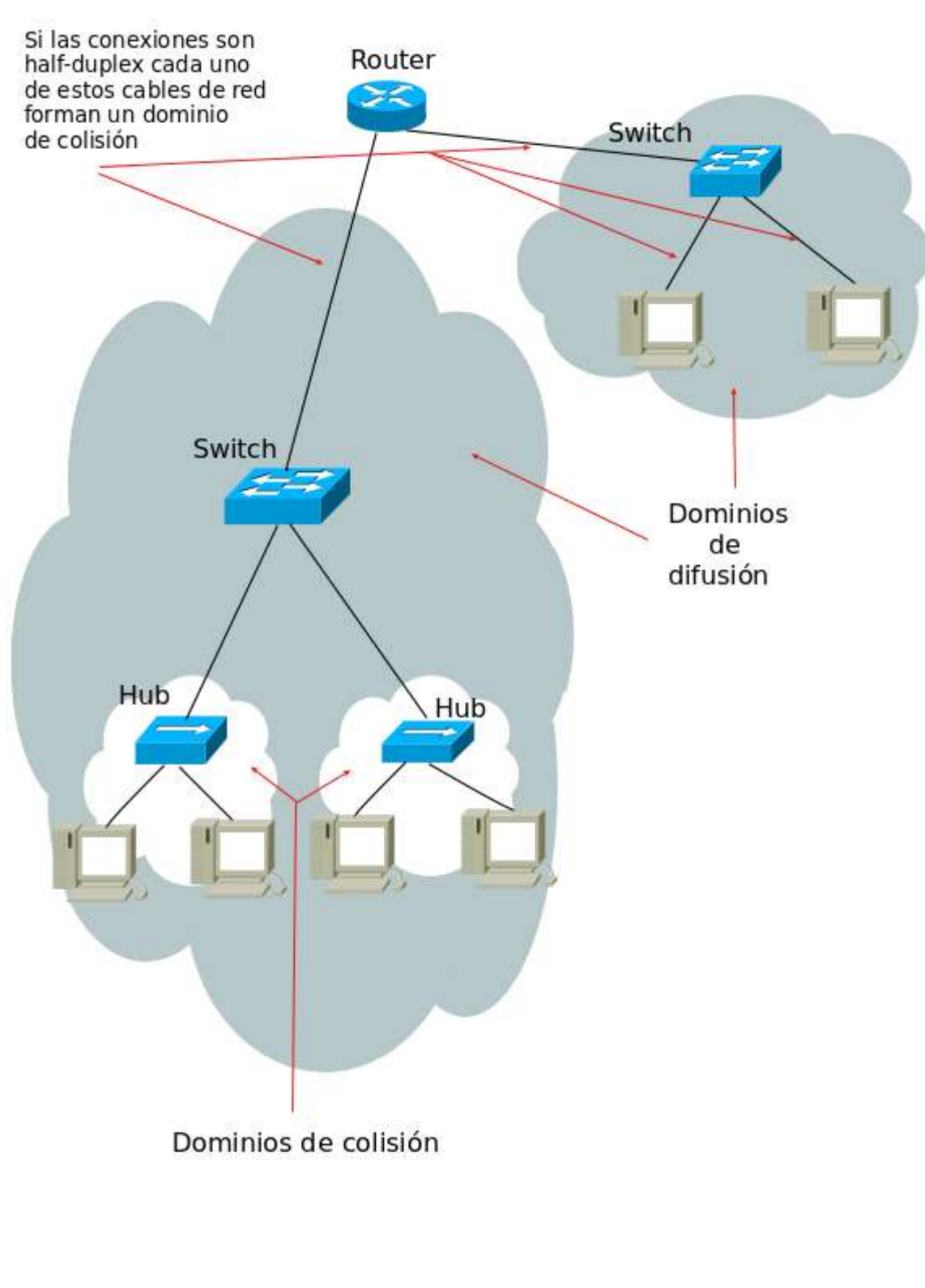
aquello que no consideran una trama válida, permiten eliminar gran parte de colisiones en la red. Los conmutadores, por tanto, separan la red en distintos dominios de colisión.

Dominios de difusión

Cuando se envía una trama hacia la dirección MAC de **broadcast**, esta se propaga a todos los puertos del conmutador (salvo por el que ha llegado). Por ello se dice que los conmutadores no separan los dominios de difusión.

| | |
|--|--|
| | Un dominio de difusión es aquel por donde se propaga una trama de broadcast una vez lanzada al medio. |
|--|--|

Como veremos en las siguientes unidades, el dispositivo que permite separar una red en distintos dominios de difusión es el enrutador o **router**, pero este pertenece al **nivel de red** de la pila OSI.



En la imagen anterior, sólo si las conexiones a los switches son **half duplex**, cada uno de esos cables de red forma un dominio de colisión. Si las conexiones son **full-duplex**, en los cables de conexión de los switches no habría dominios de colisión.

Vídeo de explicación de dominios de difusión y de broadcast.