



## EXTENSIONES TOPOLÓGICAS

### 1 EXTENSIONES TOPOLÓGICAS

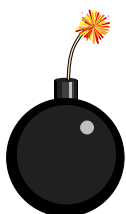
Cuando definimos las topologías, conocimos sus limitaciones con respecto a la longitud máxima del cable de cada segmento: 185 metros para cable coaxial RG58, con una cantidad máxima de 30 nodos por segmento y 100 metros para cable UTP. Pero qué sucede si deseamos colocar más de 30 nodos en un segmento 10Base2 o si necesitamos cubrir una distancia superior a los 185 metros, o si un HUB de 24 bocas no nos alcanza para conectar todos los equipos de una empresa.

La explicación se encuentra en el modo de funcionamiento de la tecnología de redes Ethernet. Para superar estas limitaciones, hacer crecer la red y comprender el porqué de dichas limitaciones, será necesario conocer el funcionamiento de todos los dispositivos de la red y analizar su funcionamiento para entender las causas de dichas limitaciones.

#### 1.1 LA LIMITACIÓN DE ETHERNET HALF DUPLEX

Hemos visto que Ethernet Half Duplex define una operación con un medio de comunicación compartido para todos los nodos participantes de la red. Cuando una máquina desea enviar información a otra, debe esperar la liberación del medio de comunicación y cuando comienza a transmitir lo hace con exclusividad en el medio. Si accidentalmente otra estación comienza una transmisión en forma simultánea se provoca una “colisión” y ambas deben detener la transmisión, esperar un tiempo tomado aleatoriamente y reintentar. Vimos que este modo de trabajo está definido por el protocolo Ethernet de acceso al medio “CSMA/CD”. El espacio en la red en el que un conjunto de nodos compete por tener acceso al medio de comunicación se denomina “**dominio de colisión**”.

Los nodos se enteran que han colisionado porque *mientras transmiten* leen los bits que salen a la red y lo comparan con el valor que debió transmitirse. Si la información sufre alteraciones en el cable, significa que ha colisionado.



Este principio de funcionamiento es una de las causas que nos limita en Ethernet: la colisión debe detectarse *antes que el nodo complete su transmisión*. Si el nodo completó su transmisión, y la información en su recorrido por la red, colisiona con un paquete transmitido por otra máquina, el nodo ya no tiene modo de enterarse que ha colisionado, y no reintentará transmitir el paquete.

Este fallo en una red bien diseñada nunca debería ocurrir, ya que el tiempo de propagación de la información por toda la red está perfectamente controlado para asegurar que el paquete que está



siendo transmitido llegue a todos los rincones de la red a tiempo. Otra de las limitaciones la impone la atenuación que sufre la señal a lo largo del cable. La señal transmitida por un nodo se atenúa a medida que recorre la línea de transmisión, ya que al no ser perfecta parte de la energía se pierde en forma de irradiación electromagnética y calor. Por ello, no podemos extender el cableado de la red 10Base2 a más de 185 metros por ejemplo. Pero si utilizáramos un amplificador para reforzar la señal, sería posible extender la longitud del cable. Este amplificador debe ser de acción bidireccional y se lo conoce como **repetidor**.



Repetidor de dos puertos

Lamentablemente un componente electrónico intermediario en la comunicación incorpora demoras adicionales en la transmisión, y vimos que esto debe mantenerse controlado por el efecto antes mencionado.

Pero si los cables y componentes electrónicos utilizados para la red están normalizados, el tiempo de propagación es una variable conocida y es posible mantenerlo controlado aplicando una regla rígida, conocida como “Regla del 5/4/3”.

## 1.2 ETHERNET VÁLIDA A 10 MEGABITS: REGLA 5/4/3

Para que una red Ethernet de 10 megabits por segundo sea válida, cualquier camino de enlace entre dos nodos debe tener un tiempo de propagación perfectamente controlado. Esto se logrará si aplicamos la siguiente regla:

- **Entre dos nodos cualesquiera de la red**, no deberán existir más de **cinco** segmentos de cable.
- No podrán establecerse enlaces a través de más de **cuatro** repetidores.
- Como máximo se atravesarán **tres** segmentos poblados.

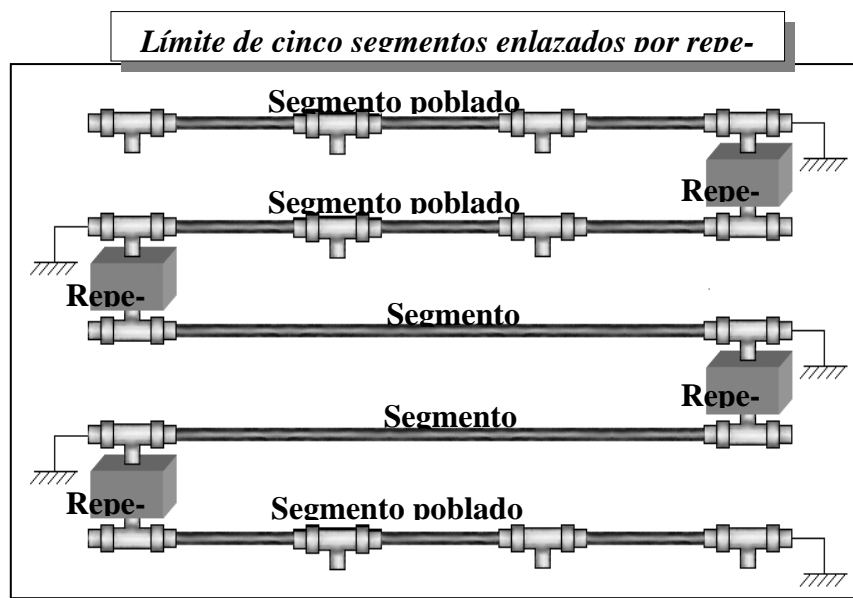
Como **segmentos poblados**, entendemos que son aquellos que tienen nodos activos (con equipos PC) instalados. Un segmento sin nodos activos será un segmento **desierto**.

### 1.2.1 Aplicación de la regla en BUS Ethernet (10Base2).

Si aplicamos la regla a la topología BUS, esta verá la limitación en los 925 metros de cableado total de red y una cantidad máxima en 86 nodos activos. La longitud máxima surge del enlace de **cinco** segmentos troncales de 185 metros cada uno ( $185 \times 5 = 925$ ) a través de **cuatro** repetidores.

Como el límite de segmentos poblados está en **tres**, esto implica que de los cinco segmentos dos de ellos serán usados como cable de prolongación, sin nodos activos (segmentos **desiertos**).

Si cada segmento soporta un máximo de 30 nodos, y en el primer segmento uno de ellos es el repetidor, quedan vacantes 29 nodos. En el segundo segmento, dos de los nodos son repetidores y quedan 28 vacantes. Le siguen dos segmentos desiertos es decir con 0 nodos vacantes. El último seg-



mento se encuentra en las mismas condiciones del primero, con 29 vacantes. Esto hace el total de 86 nodos activos como máximo ( $29 + 28 + 29 = 86$ ). La siguiente figura representa el caso límite del Bus Ethernet 10Base2.

### 1.2.2 Posibilidad de expansión en ethernet estrella (10BaseT)

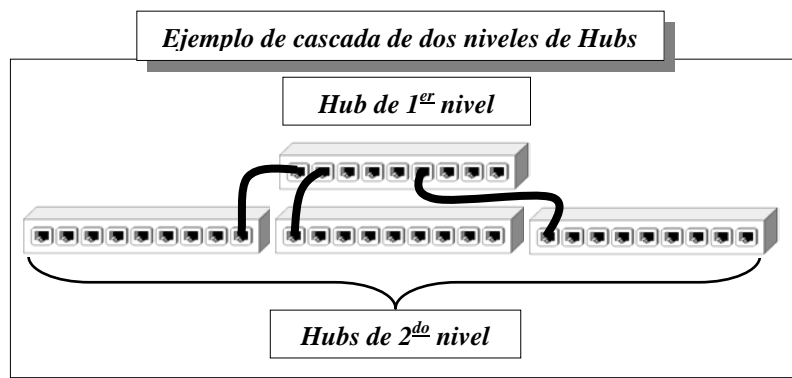
Para extender una red Ethernet Estrella, tenemos dos posibilidades. Una es dependiente del fabricante. Algunos modelos de hubs tienen la posibilidad de conectarlos *apilados* a través de un cable y un Bus especial. El conjunto de hubs apilados se comportan como si fuera un único hub con mayor cantidad de bocas. La apilabilidad sólo es posible entre hubs del mismo fabricante.

La otra posibilidad es intercomunicar los hubs armando *cascadas*. Es decir que desde una boca de un hub conectamos un cable UTP hasta la boca de otro hub. Hay que tener una consideración especial al respecto. El enlace debe realizarse entre una boca marcada como “*up-link*” (enlace) y una **boca normal** del otro hub. Algunos hubs económicos no tienen espacio para dedicarle una boca al *up-link* y una de sus bocas normales es convertible a *up-link* con una llave. También es posible el enlace de dos hubs entre bocas normales, pero el cable de enlace debe ser construido especialmente. Una ficha RJ45 debe armarse con la norma EIA/TIA 568-A y la otra con la EIA/TIA 568-B.

En la siguiente figura se ha considerado que la primera boca de la izquierda de todos los hubs es la boca “*up-link*”.



Cada cable de enlace UTP, ya sea entre hubs o entre una PC y un hub será considerado como un



segmento. Si el enlace es entre hubs, se lo considerará *desierto*. Si es entre el hub y una PC se lo considerará *poblado*.

Cada hub se lo considerará como un repetidor. De hecho lo es, ya que es el que permite la comunicación bidireccional entre los segmentos.

El hub recibe la señal que le aparece por una boca y la retransmite por todas las otras bocas. Esto quiere decir que cuando una PC transmite datos, *ellos están siendo retransmitidos por todas las bocas de todos los hubs conectados en la cascada*. Quiere decir además que si accidentalmente otra PC comienza a transmitir información, no importa en cuál hub se encuentre, provocará una colisión. El conjunto de hubs entonces, conforma *un* dominio de colisión, ya que todos los nodos conectados en todos los hubs compiten entre sí para ganarse el privilegio de poder transmitir en forma exclusiva.

La difusión de los datos se logra gracias al hub que se comporta como repetidor. Pero consideremos que cada vez que la comunicación atraviesa un componente electrónico sufre una demora. Como estamos limitados en la cantidad de retardos que se pueden introducir en *Ethernet Half Duplex*, veremos cómo debemos aplicar la regla estudiada para esta topología.

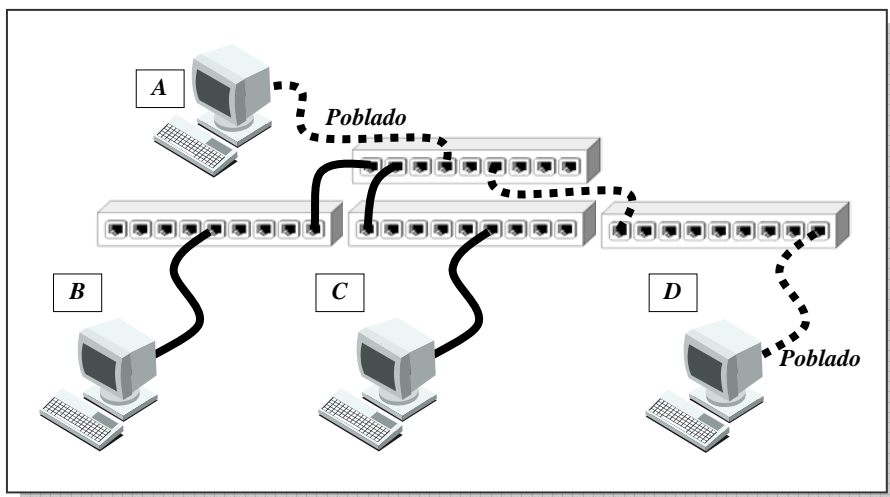
### 1.2.3 Aplicación de la regla en Star Ethernet (10BaseT).

Para mantener una red 10BaseT válida, debemos observar lo siguiente:

- *Entre dos nodos cualesquiera de la red*, no deberán existir más de *cinco* segmentos.
- No podrán establecerse enlaces a través de más de *cuatro* hubs.
- Como máximo se atravesarán *tres* segmentos poblados.
- La cascada debe estar limitada a tres niveles como máximo
- Los hubs de tercer nivel deben estar conectados a un único hub del segundo nivel.

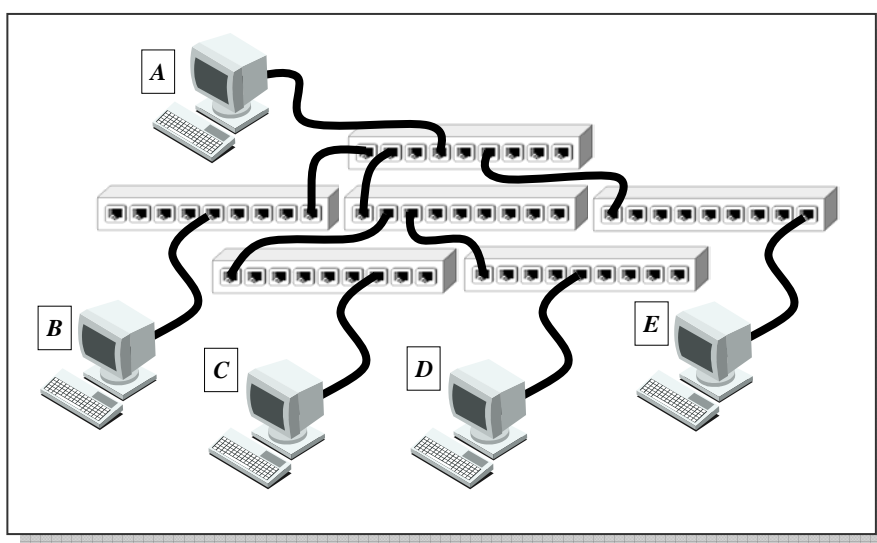


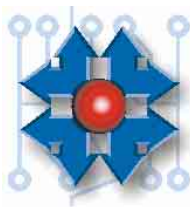
No tendremos que preocuparnos por la cantidad máxima de **tres** segmentos poblados, ya que en una estrella, no importa qué enlace consideremos, siempre habrá un máximo de **dos** segmentos poblados en el camino entre dos máquinas.



Por ejemplo consideremos en forma arbitraria el enlace entre el nodo "A" y el nodo "D", marcado en el dibujo con línea de puntos. Entre ellos hay dos segmentos poblados: el primero y el último. Esto será de igual modo considerando arbitrariamente cualquier otro par de nodos.

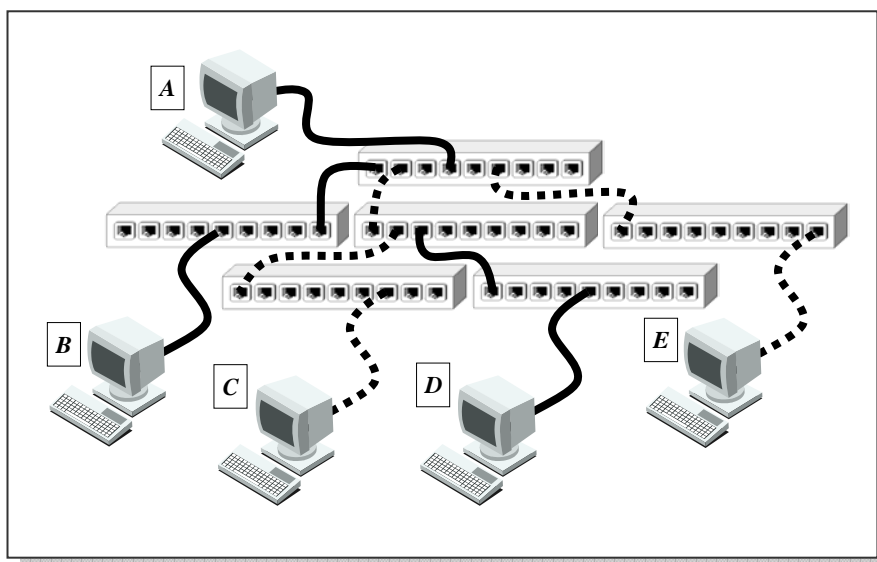
En el siguiente dibujo se observa la regla aplicada a una cascada





Respetando la regla, se ha hecho de tres niveles como máximo. Además, obsérvese que los hubs de tercer nivel dependen (están conectados) a un único hub del segundo nivel.

Los enlaces más distantes que se pueden apreciar en el dibujo, son entre los nodos conectados a los hubs de tercer nivel, con respecto a los nodos conectados en el segundo nivel. Por ejemplo en el enlace entre el nodo “C” y el nodo “E” existen **cinco** segmentos de distancia y en el camino hay que atravesar **cuatro** hubs. Según la regla estudiada, esta es la distancia máxima tolerada. En el siguiente dibujo se destaca en línea de puntos los segmentos que intervienen en la comunicación entre los nodos “C” y “E”.

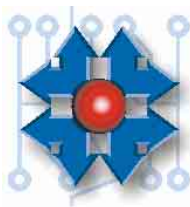


Si se observa con detenimiento el resto de los enlaces, ninguno se encuentra a mayor distancia que el caso estudiado.

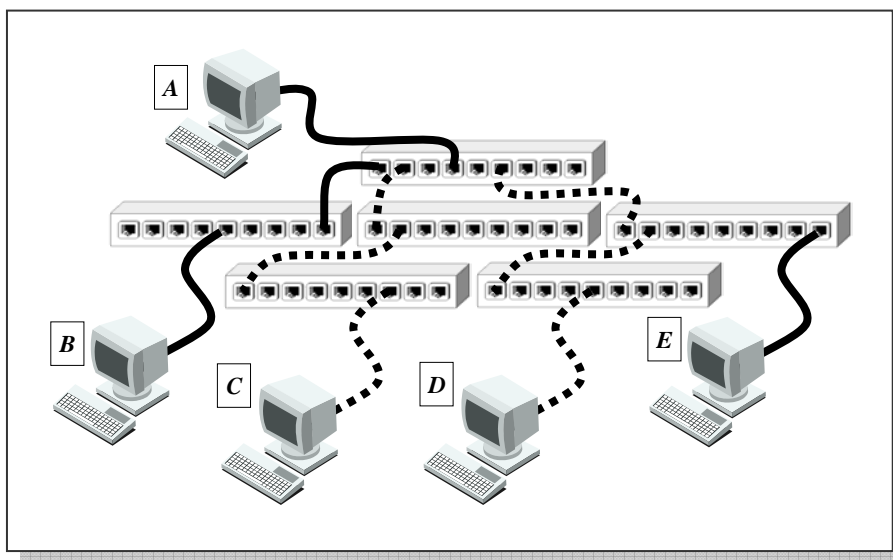
Si se desea agregar más hubs, se podrán agregar en el nivel dos o tres. En el caso de agregar otro hub de tercer nivel, habrá que tener la precaución de vincularlo al mismo hub de segundo nivel del cual dependen los actuales de tercer nivel.

La distancia entre los nodos “C” y “D” es actualmente de cuatro segmentos, porque el camino se cierra en el hub superior del segundo nivel. Pero si no se respeta esta regla, la comunicación entre dichos nodos se cerraría en el hub de primer nivel y estaría a una distancia de **seis** segmentos e intervendrían **cinco** hubs en la comunicación, violando entonces la integridad de la red Ethernet.

En el siguiente dibujo, se muestra lo que sucedería de no respetar la conexión de los hubs de tercer nivel a un único hub del segundo. Las líneas de puntos representan los segmentos que intervienen en el enlace entre los nodos “C” y “D”.



Obsérvese que los hubs de tercer nivel están conectados en distintos hubs del segundo nivel, y en estas circunstancias la cantidad de segmentos en el enlace es **seis** y son **cinco** los hubs atravesados.



#### 1.2.4 Apilado de HUBS vs. Cascada de HUBS

Cuando los hubs tienen la posibilidad de apilarse, todos ellos se encuentran al mismo nivel, y se considerará un solo retardo entre un nodo conectado a un hub de la pila y otro nodo conectado a otro hub de la pila.

Por ello será preferible esta configuración si es posible. Pero esta decisión dependerá de que si los hubs instalados soportan el apilado y de la disponibilidad de hubs adicionales del mismo modelo.



## NOTAS

[illegible]