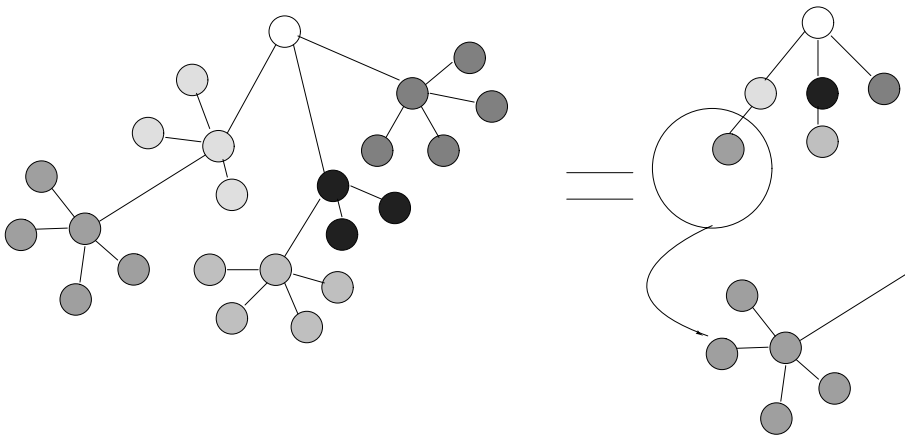


## Principios de comunicaciones de datos

Esta estructura prácticamente no tiene aplicación en comunicaciones, dado que es demasiado abstracta. Una forma más común es el *cluster tree*.

### *Cluster tree*

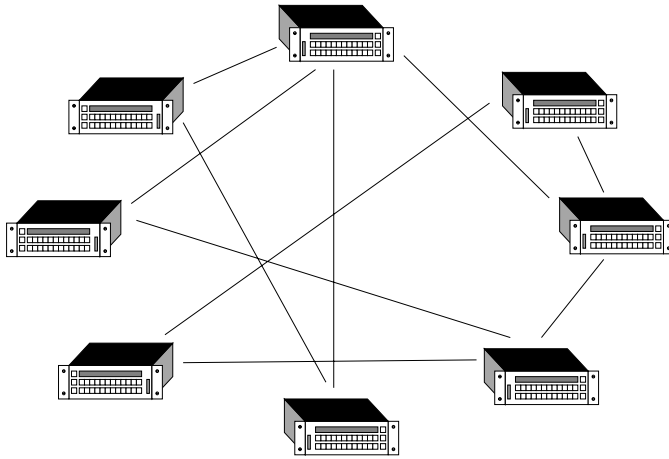
Esta denominación corresponde a un híbrido que se forma aplicando una estructura de árbol a varias estrellas. Cada estrella es un cluster (grupo), y un cluster tree es un árbol de clusters. Sigue siendo en esencia un árbol desbalanceado, pero es más fácil de dibujar y comprender las relaciones como un árbol de estrellas.



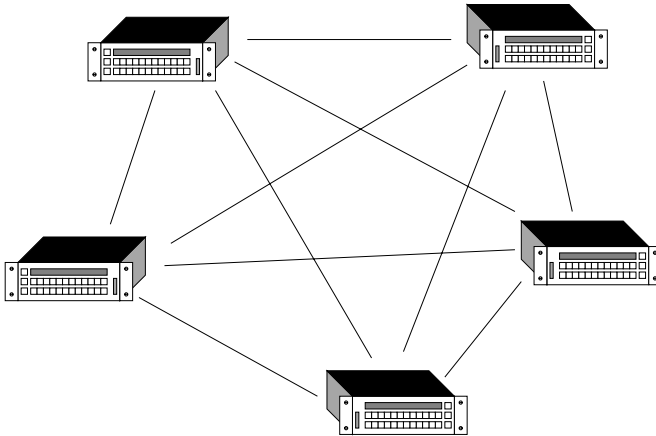
## Mesh

Una red *mesh* es una red múltiplemente conexas, en la cual los nodos tienen más de una conexión con más de un nodo diferente. No necesariamente deben conectarse todos contra todos, éste es un caso especial que se denomina *full-mesh*, mientras que el caso genérico suele denominarse *partial-mesh*, por oposición.

## Introducción



En una red full-mesh de  $n$  nodos, cada nodo tiene una conexión con los  $n-1$  nodos restantes, en un total de  $n(n-1)$  conexiones.



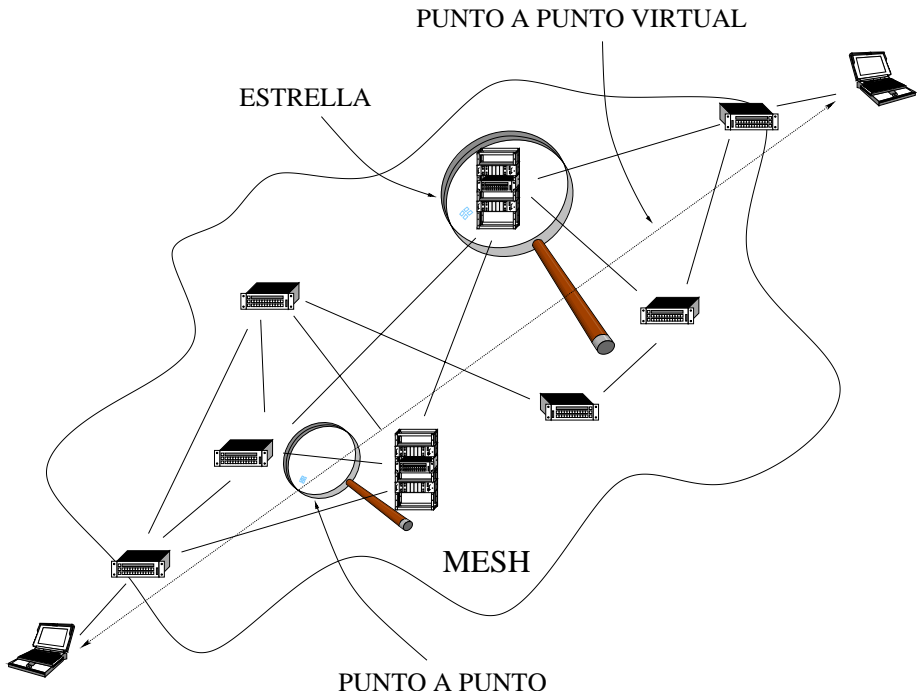
Si bien la topología en sí no implica nada, el uso común de su nombre hace suponer la existencia de routing de modo que los mensajes tengan posibilidad de llegar por varios caminos diferentes al mismo destino.

## Topologías físicas y lógicas o virtuales: el grado de abstracción

Comentamos al iniciar este análisis que podemos utilizar una topología para representar la forma de conexionado o también abstraernos al movimiento lógico de la información. Por ejemplo, una comunicación punto a punto puede ser lógica, o

## Principios de comunicaciones de datos

virtual. Si consideramos un túnel<sup>45</sup> PPTP o GRE, formando una VPN<sup>46</sup> en la Internet, esto permite tener una comunicación punto a punto (dos dispositivos que sólo dialogan entre sí) cuyos datos son transportados por montones de dispositivos sobre una topología mesh, que a su vez está formada por pequeños enlaces punto a punto y otros.



La topología que vemos es la que nos conviene para el tipo de análisis que necesitamos realizar; si nuestro punto a punto virtual (VPN) deja de funcionar, veremos la red mesh y analizaremos el camino hasta encontrar donde se pierde la información, y entonces analizaremos ese enlace punto a punto físico para poder restablecer la conexión.

<sup>45</sup> En networking, un túnel es una conexión entre dos entes que permite transportar un cierto contenido, de modo que el mismo no tenga que atravesar el routing normal de la red, ya sea porque se trata de un protocolo que no corresponde al stack del resto de la red (sólo a las zonas cercanas a los entes que forman el túnel), por un esquema de direccionamiento incompatible, o por falta de confianza.

<sup>46</sup> Una VPN (Virtual Private Network) es una red privada virtual, mientras que PPTP (Point-to-Point Tunnel Protocol) y GRE (Generic Routing Encapsulation) son protocolos que se utilizan para armar el esquema de una VPN.

## Introducción

## Disponibilidad

La disponibilidad de un enlace es una medida de cuánto tiempo el mismo está disponible respecto del total de medición. Si la medición es anual, una disponibilidad del 99,95% significa que el enlace estará en condiciones de usabilidad durante el 99,95% del año, o lo que es mismo, no estará sin poder utilizarse menos de un 0,05% del año, es decir, 4 horas y 38 minutos.

$$Avail = \frac{\text{tiempo en funcionamiento}}{\text{tiempo de medición}}$$

En términos probabilísticos, haciendo una aproximación de frecuencia relativa a probabilidad, podemos equiparar la disponibilidad a la probabilidad de no fallar; es decir, podemos decir que la probabilidad de estar en falla de ese enlace es de 0,05%.

$$P_{falla} = 1 - p_{OK} = 1 - Avail = \frac{\text{tiempo en falla}}{\text{tiempo de medición}}$$

En términos de confiabilidad, la disponibilidad es el tiempo medio entre fallas (MTBF, Mean Time Between Failures) dividido por el tiempo total, es decir, el tiempo entre fallas más el tiempo de reparación (MTTR, Mean time To Repair):

$$Avail = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

## Redundancia

Supongamos que necesitamos un enlace o sistema con una disponibilidad del 99,95%; pero sólo disponemos de uno de 99,9%. Colocando dos de estos enlaces "en paralelo", de modo que la información pueda utilizar uno u otro, sólo estaremos en falla cuando ambos enlaces fallen a la vez. En términos probabilísticos:

$$P_{falla_{total}} = P_{falla_1} \cdot P_{falla_2} = 0,1 \times 0,1 = 0,01$$

La disponibilidad del conjunto resulta entonces:

$$Avail = 1 - P_{falla_{total}} = 99,99\%$$

Un sistema redundante permite aumentar la disponibilidad, al costo de tener que utilizar más unidades. Cuando la disponibilidad que se requiere es muy elevada, suele ser la única opción.

## Tasa de error (Bit Error Rate, BER)

Al transmitir una señal por un medio no ideal, es de esperarse que ésta resulte afectada en mayor o menor modo. En la mayoría de los experimentos de transmitir un bit y recibirlo en el otro extremo, el ruido no incide apreciablemente en el valor de la señal como para afectar la decisión del receptor; pero en alguno de esos momentos cuando el ruido toma una amplitud importante, puede que la señal se vea de forma que el receptor la interprete de un modo diferente. Estamos en presencia de un error de un bit en la comunicación. Cuanto mayor sea la energía del ruido, es