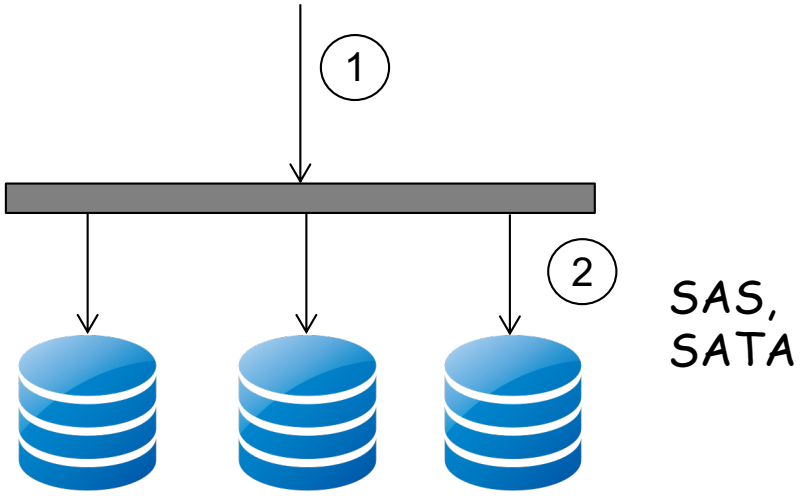
upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

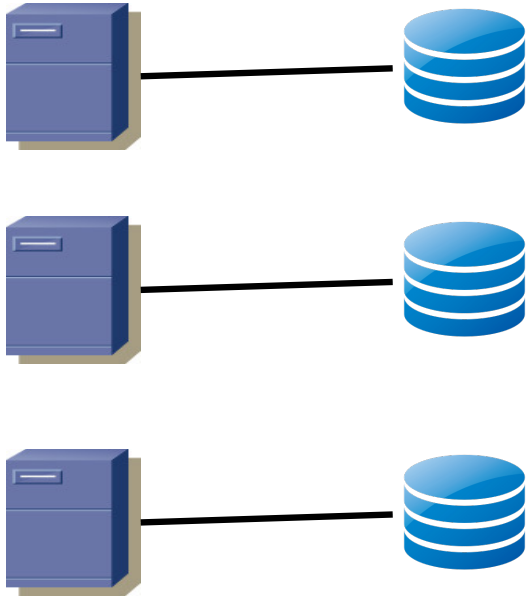
Redes de Nueva Generación
Área de Ingeniería Telemática

SAN

Acceso al almacenamiento

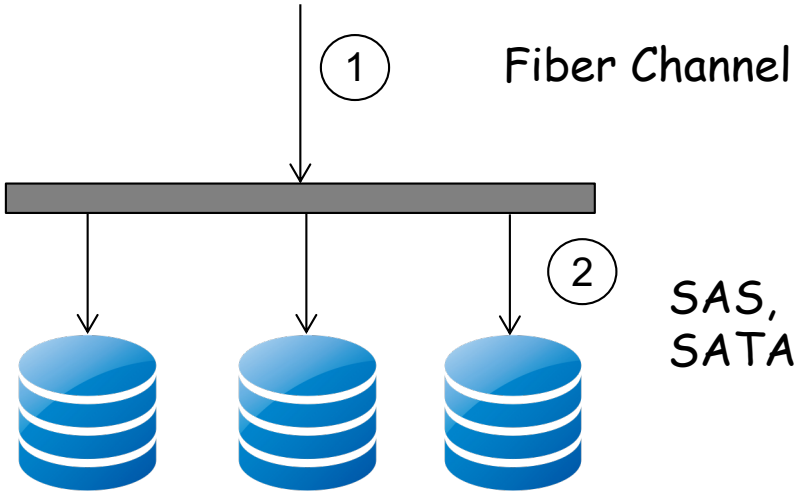
- El acceso al almacenamiento puede ser directo
  - *Direct Attached Storage (DAS)*
  - En ese caso cada servidor necesita su sistema de almacenamiento
  - Estos sistemas de almacenamiento externos están infrautilizados
  - Pueden ser por ejemplo para llevar a cabo *backups*
  - Un backup nocturno significa que el resto del día esos discos están inutilizados

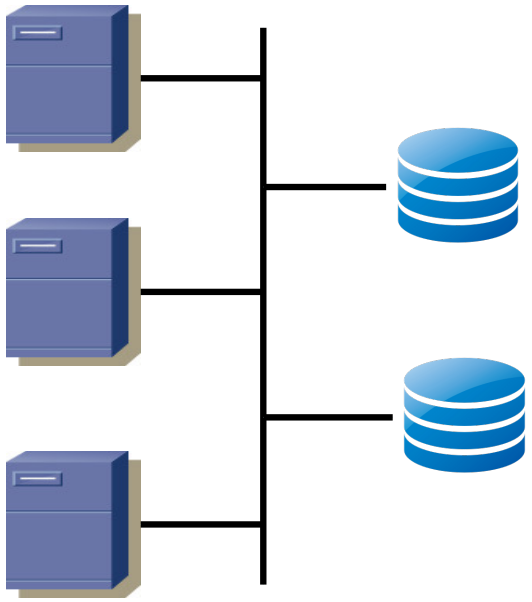




Acceso al almacenamiento

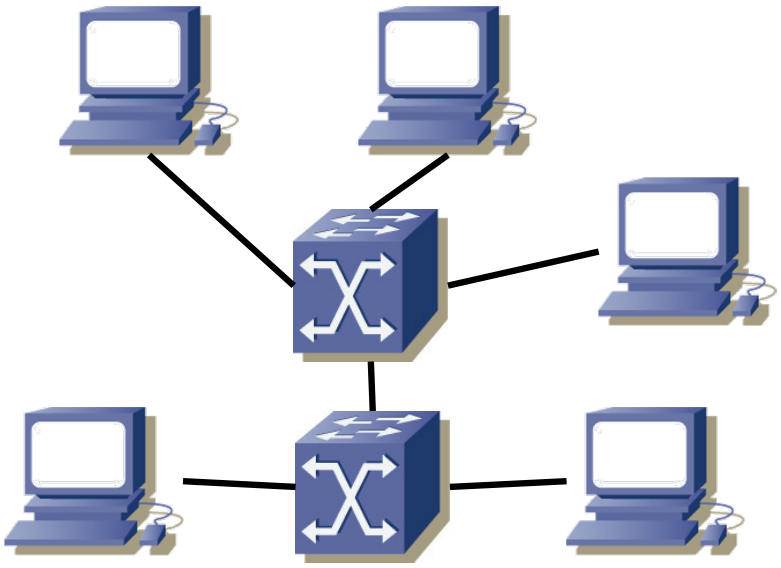
- El acceso al almacenamiento puede ser directo
- O puede ser a través de una red
  - Hablamos en ese caso de una *Storage Area Network (SAN)*
  - O de *Network Attached Storage (NAS)*
  - Estamos hablando del *front-end* de acceso a los discos
  - El *back-end* es común que sean discos SAS o SATA

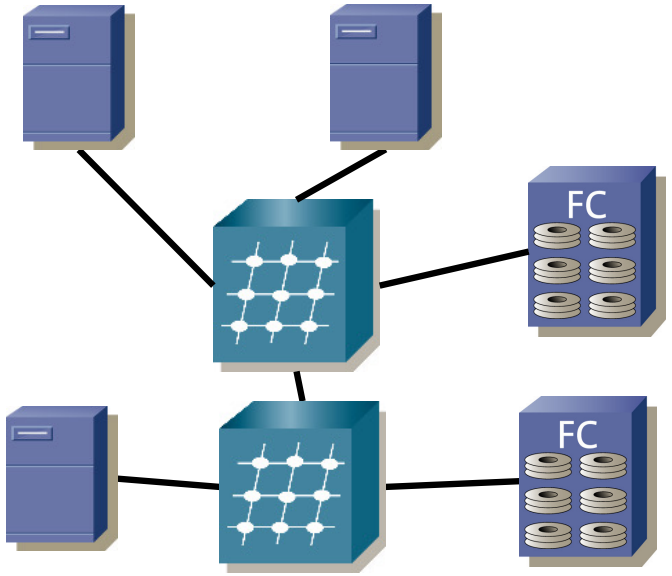




¿ Dónde encaja la SAN ?

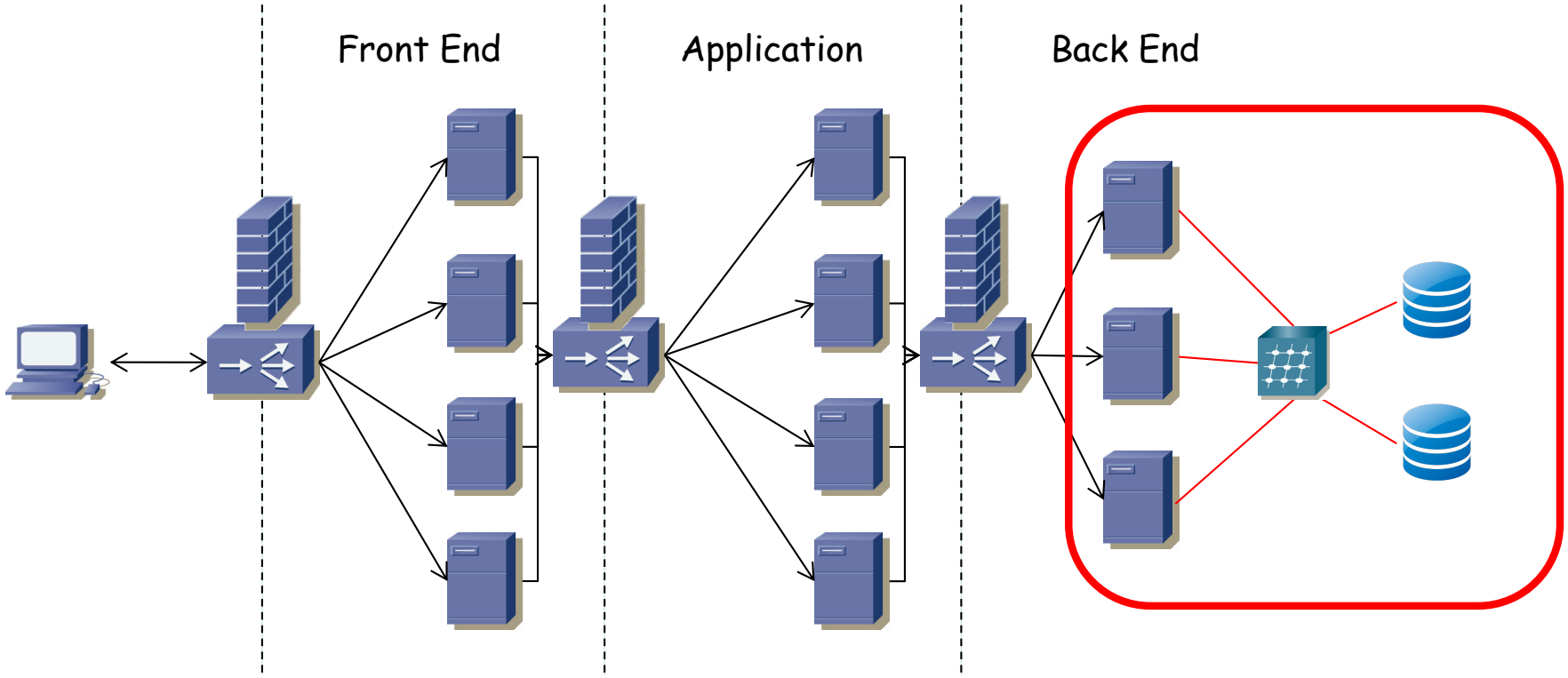
- Estamos hablando de una tecnología de red
- Cuenta con sus propios conmutadores
- Se dice que forman un *fabric*
- Cuenta con su propia pila de protocolos
- El interfaz en el host es el *Host Bus Adapter (HBA)* que sería el equivalente a la NIC en una LAN





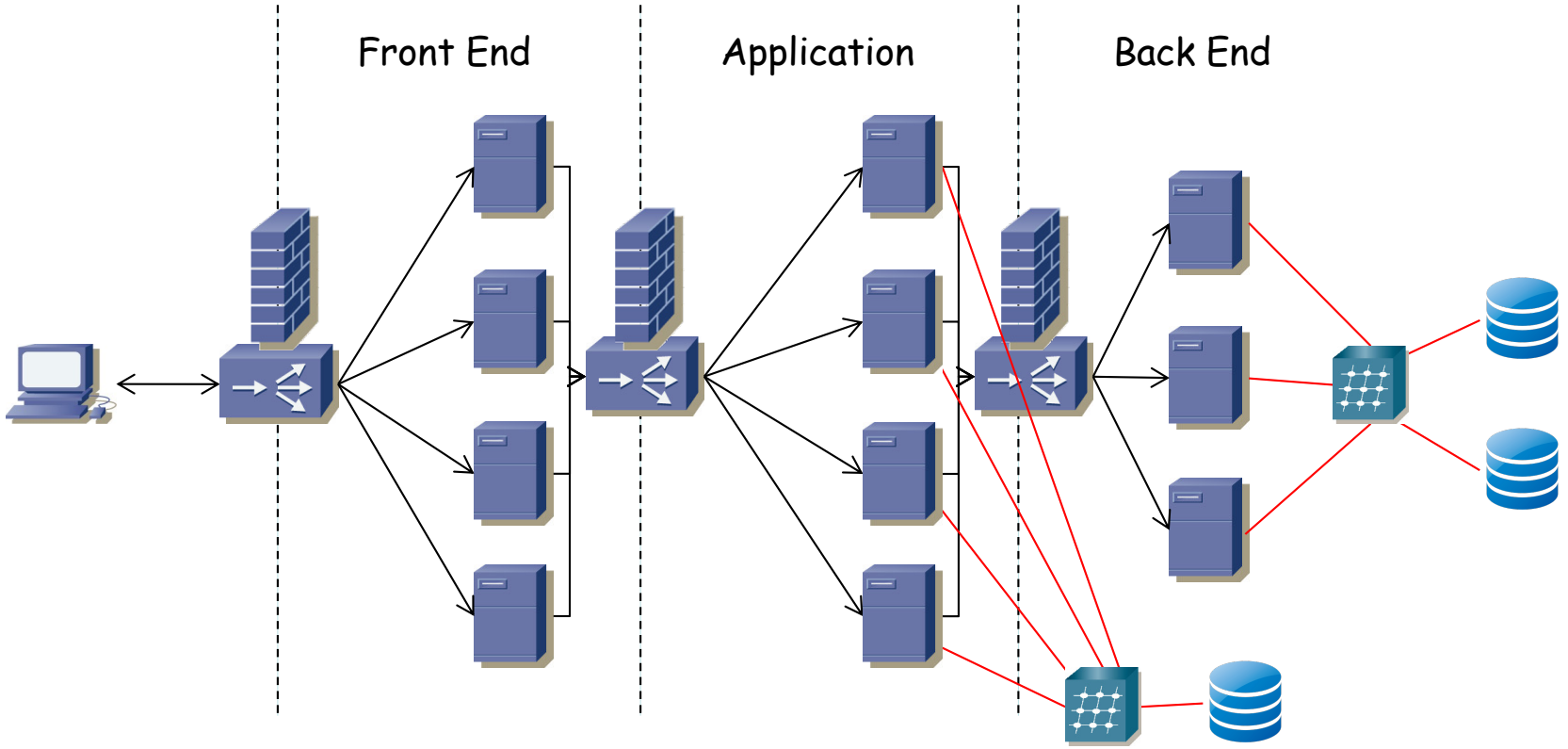
Es decir…

- Y recordemos que lo estamos poniendo en el backend del servicio porque es donde suelen estar los datos
- Pero nada impide que los servidores de cualquier otra capa…



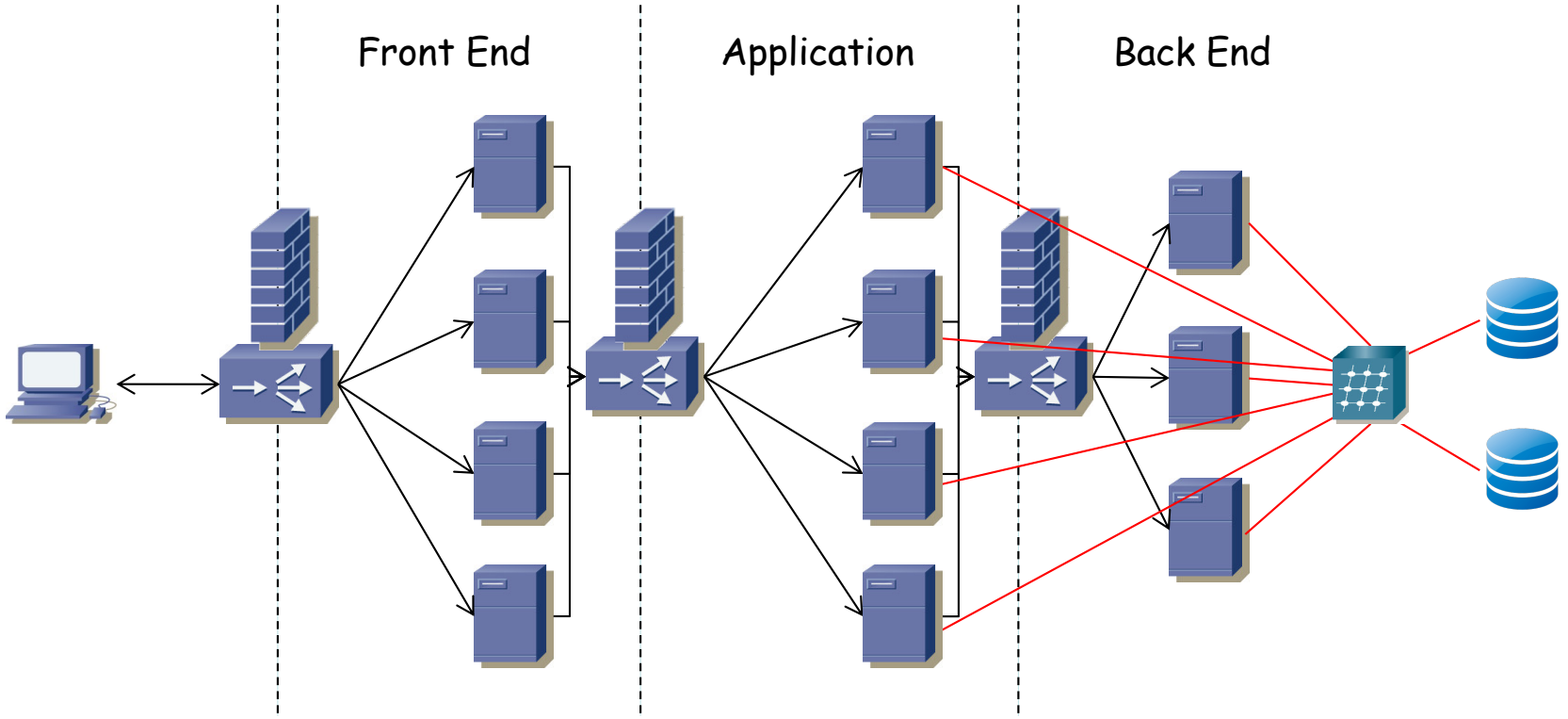
Es decir…

- Y recordemos que lo estamos poniendo en el backend del servicio porque es donde suelen estar los datos
- Pero nada impide que los servidores de cualquier otra capa empleen almacenamiento SAN
- O incluso en la misma SAN (…)



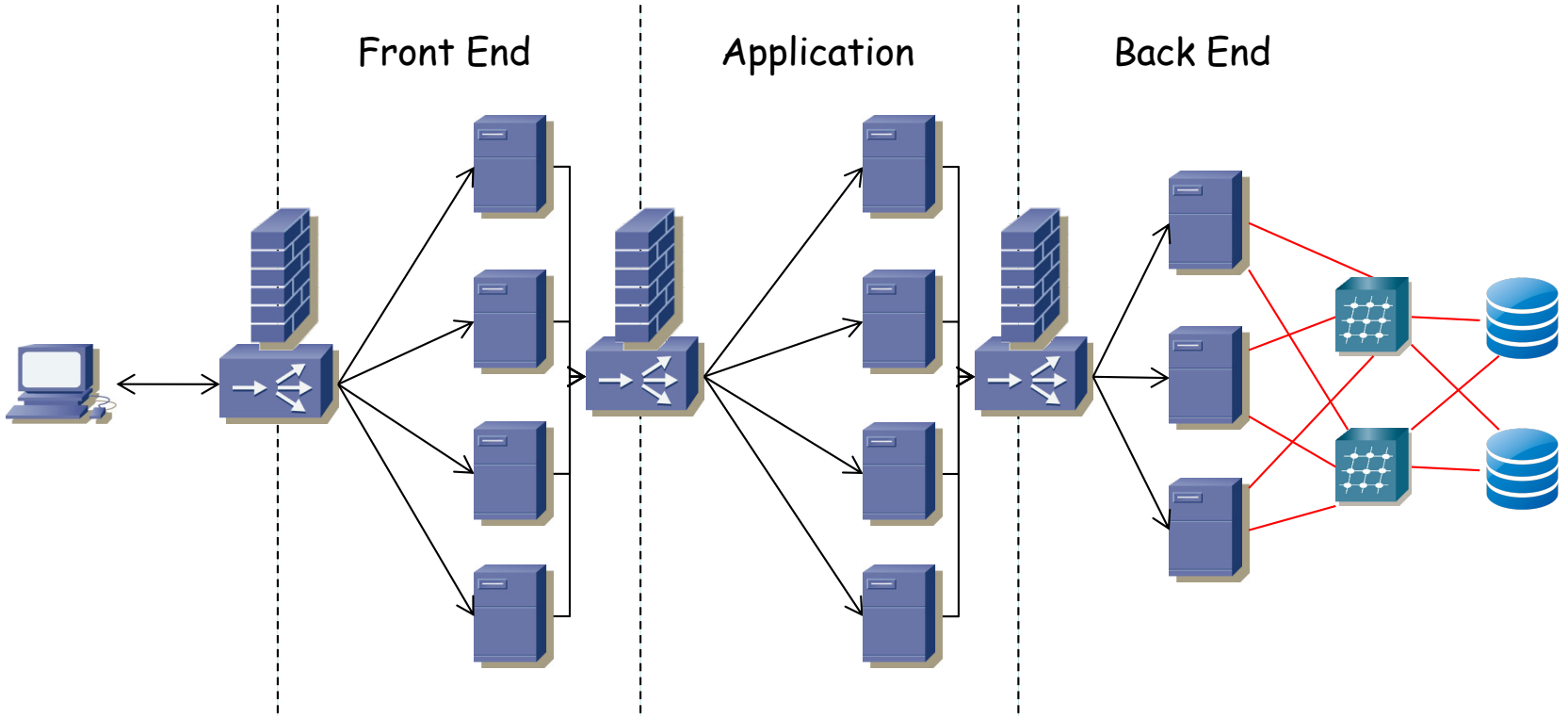
Es decir…

- Y recordemos que lo estamos poniendo en el backend del servicio porque es donde suelen estar los datos
- Pero nada impide que los servidores de cualquier otra capa empleen almacenamiento SAN
- O incluso en la misma SAN
- ¡ Incluso en los mismos discos !



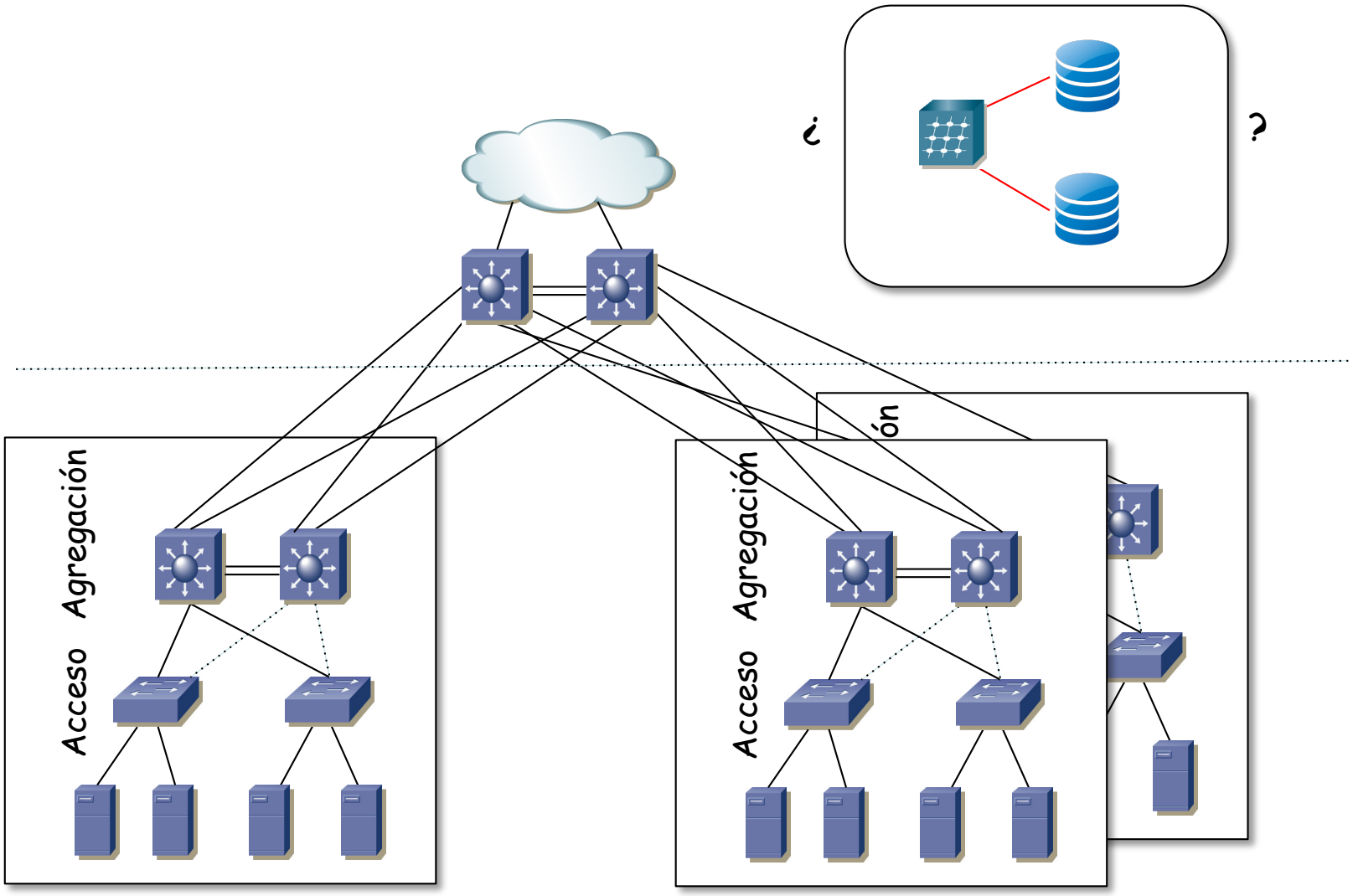
High Availability

- Y no hay que olvidarse de la redundancia
- (Retiro los interfaces de los servidores de la capa de aplicación por claridad)



Diseño

- ¿Dónde encaja esa(s) SAN(s) en la red del data center?
- Es independiente, pero hablaremos más sobre esto



upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa
Redes de Nueva Generación
Área de Ingeniería Telemática

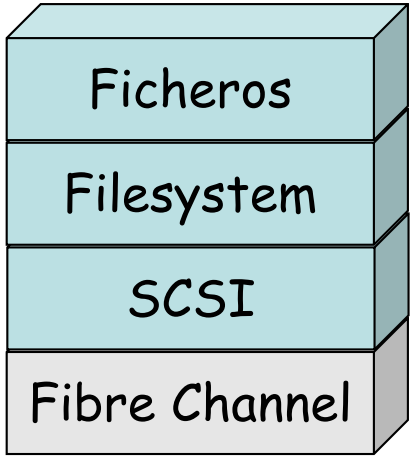
Fibre Channel

upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa
Redes de Nueva Generación
Área de Ingeniería Telemática

FC: Arquitectura

Fibre Channel

- Desarrollo comenzado a finales de los 80s
- Lo normal es que sea sobre fibra pero puede ser sobre cobre
- "*Fibre*" es el *spelling* británico en lugar del americano para "fibra"
- Soluciona el transporte pero no fija lo que transporta
- Conmutación de paquetes
- Así, puede transportar comandos SCSI pero también IP o ATM
- Inicialmente una de sus ventajas era su alta velocidad en comparación con las tecnologías LAN de la época



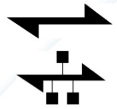
Fibre Channel

- Para los nodos el comité T11 del INCITS tiene estandarizado: 1GFC, 2GFC, 4GFC, 8GFC, 16 GFC, 32GFC y 128GFCp (que son 128Gbps mediante 4 canales)
- Para la conexión entre conmutadores tiene 10GFC, 20GFC, 40GFCoE (FC over Ethernet), 100GFCoE y 128GFCp

FC

Product Naming	Throughput (Mbytes/s)*	Line Rate (Gbaud)	T11 Specification Technically Complete (Year) †	Market Availability (Year) †
8GFC	1,600	8.5 NRZ	2006	2008
16GFC	3,200	14.025 NRZ	2009	2011
32GFC	6,400	28.05 NRZ	2013	2016
64GFC	12,800	28.9 PAM-4	2017	2020
128GFC	24,850	56.1 PAM-4	2021	2024
256GFC	TBD	TBD	2025	Market Demand
512GFC	TBD	TBD	2029	Market Demand
1TFC	TBD	TBD	2033	Market Demand

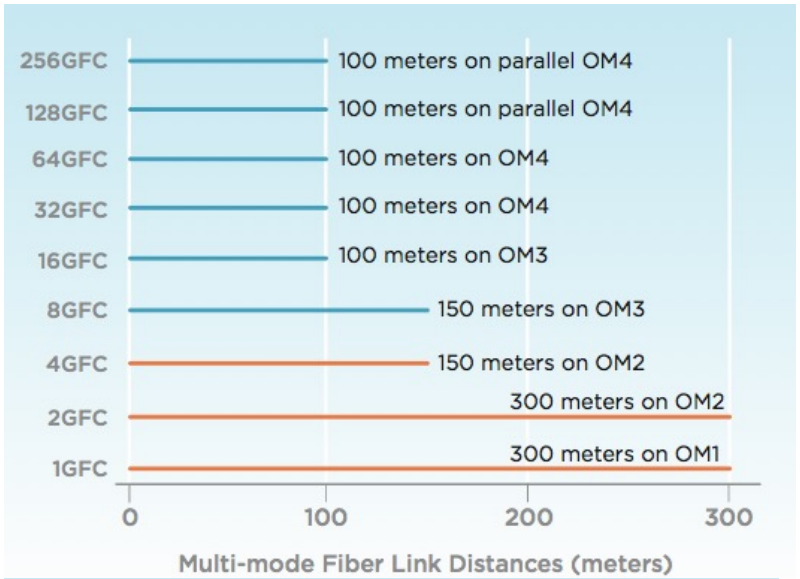
ISL
(Inter-Switch Link)

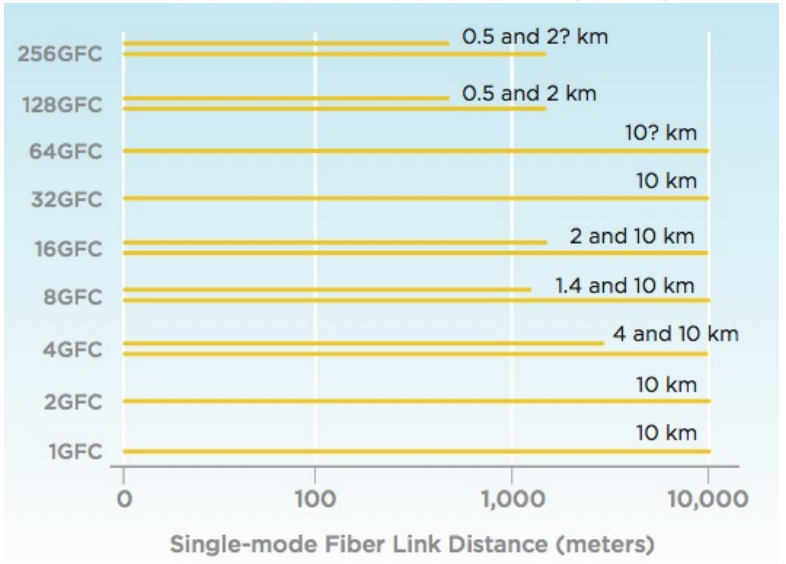


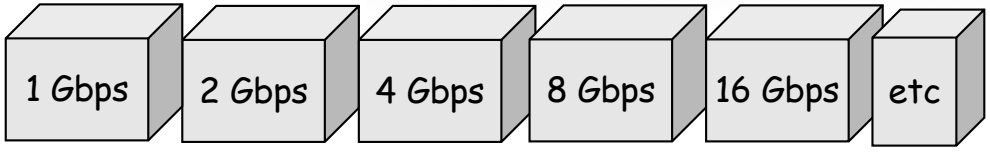
Product Naming	Throughput (MBytes/s)*	Line Rate (Gbaud)†	Standard Technically Complete (Year)‡§	Market Availability (Year)‡
10GFC	2,400	10.52 NRZ	2003	2009
40GFCoE	9,600	4X10.3125 NRZ	2010	2013
100GFCoE	24,000	4X25.78125 NRZ	2010	2017
128GFC	25,600	4X28.05 NRZ	2014	2016
200GFCoE	48,000	4X26.5625 PAM-4	2018	2020
256GFC	51,200	4X28.9 PAM-4	2018	2020
400GFCoE	96,000	8X26.5625 PAM-4	2020	Market Demand
1TFCoE	TBD	TBD	TBD	Market Demand

https://fibrechannel.org/wp-content/uploads/2020/06/FCIA_SPEEDMAP_v23.pdf

Fibre Channel

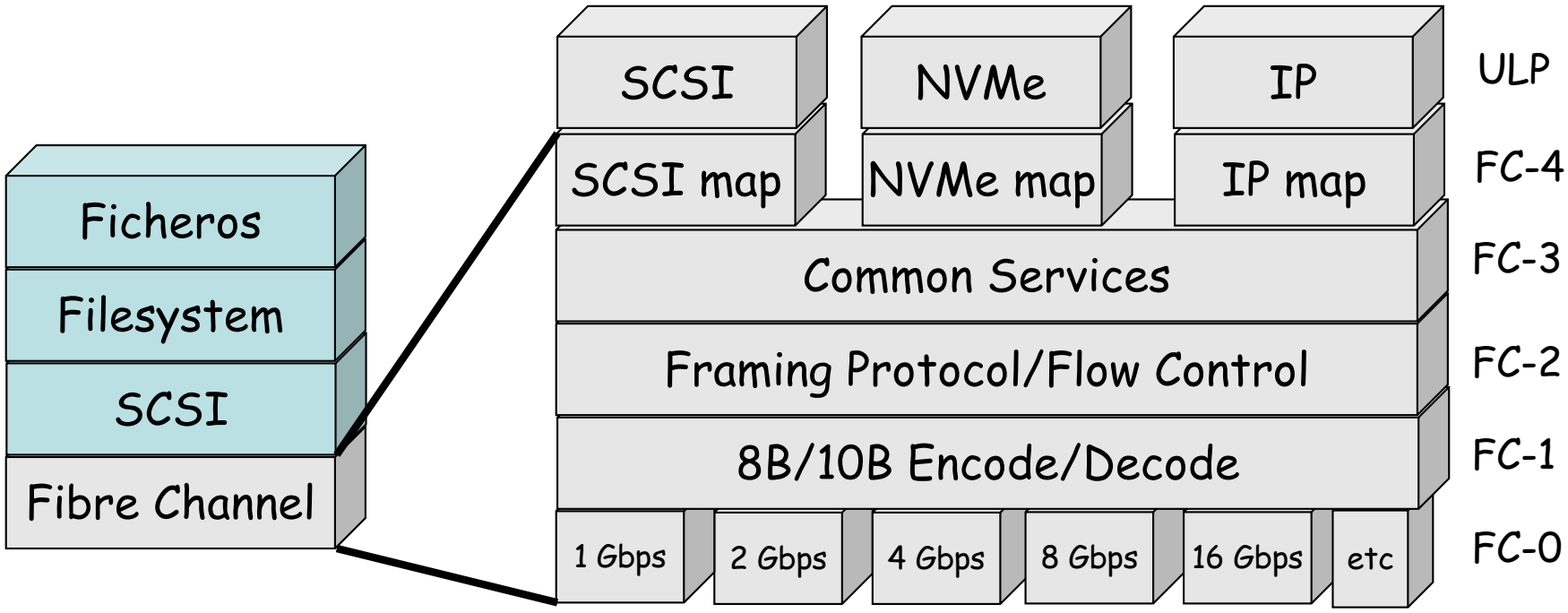






Fibre Channel

- FC-0: Capa física
- FC-1: Codificación, sincronización, control de errores
- FC-2: Formato de trama, señalización para gestión
- FC-3: Ofrece un conjunto único de servicios aunque por debajo haya varios puertos físicos (*name, login, address manager, alias server, fabric controller, management, key distribution, time*)
- FC-4: Capa de adaptación para protocolos superiores como puede ser SCSI, NMVe o IP (ULP = Upper Level Protocol)



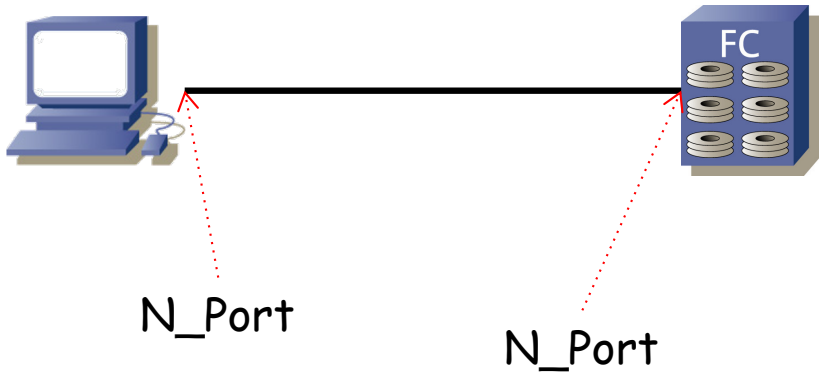
upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa
Redes de Nueva Generación
Área de Ingeniería Telemática

FC: Topologías

Topologías

Point-to-Point

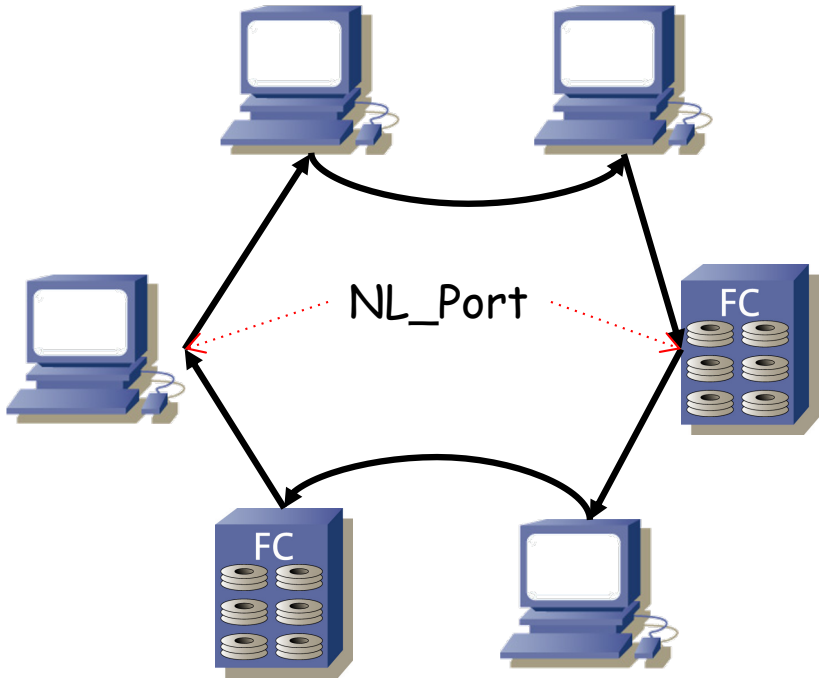
- No hace falta un conmutador o crear “una red”
- Igual que en una Ethernet, podríamos tener simplemente un enlace punto-a-punto
- Ganamos algunas de sus características técnicas pero desde luego no la de compartir el uso de los discos
- Es una conexión directa entre los puertos de 2 nodos, que se vienen a llamar “N_Ports”



Topologías

Arbitrated loop (FC-AL)

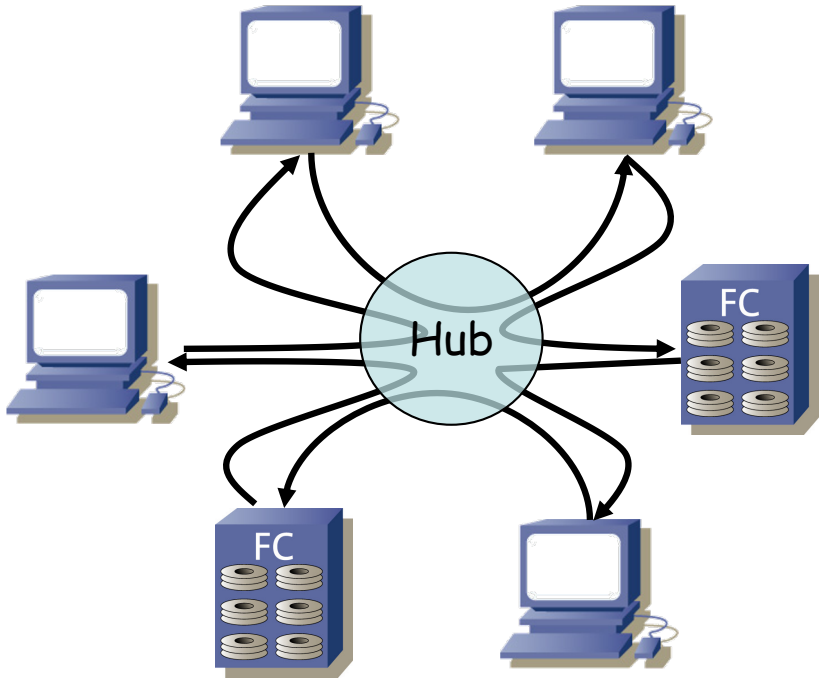
- Anillo compartido
- 2-126 dispositivos pero muchos menos por rendimiento
- Los puertos se llaman “L_Ports” (NL_Port o FL_Port)
- Se negocia cuál de los nodos actúa como *master*
- Un nodo establece un circuito entre dos puertos que monopoliza el anillo para poder comunicarse
- No puede hacerlo de nuevo hasta haber dado turno a todos los demás
- (…)



Topologías

Arbitrated loop (FC-AL)

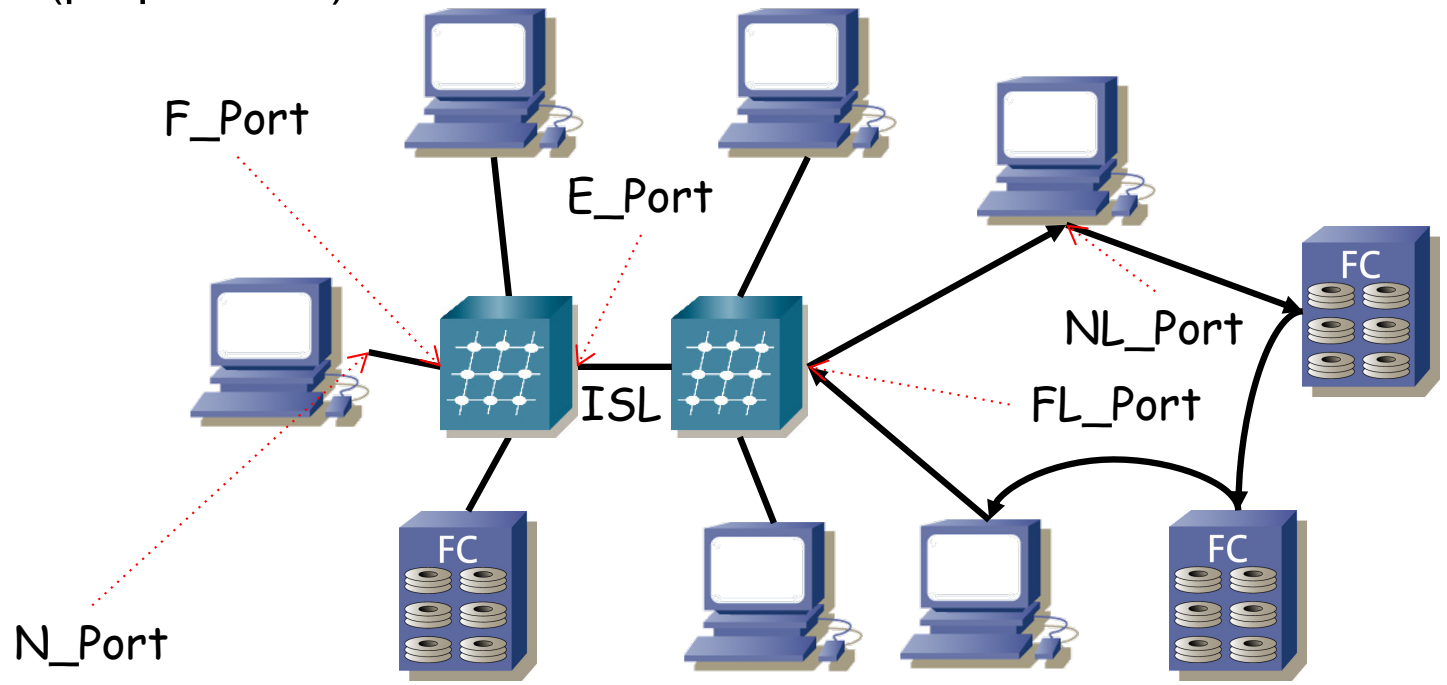
- Anillo compartido
- 2-126 dispositivos pero muchos menos por rendimiento
- Los puertos se llaman “L_Ports” (NL_Port o FL_Port)
- Se negocia cuál de los nodos actúa como *master*
- Un nodo establece un circuito entre dos puertos que monopoliza el anillo para poder comunicarse
- No puede hacerlo de nuevo hasta haber dado turno a todos los demás
- También hub



Topologías

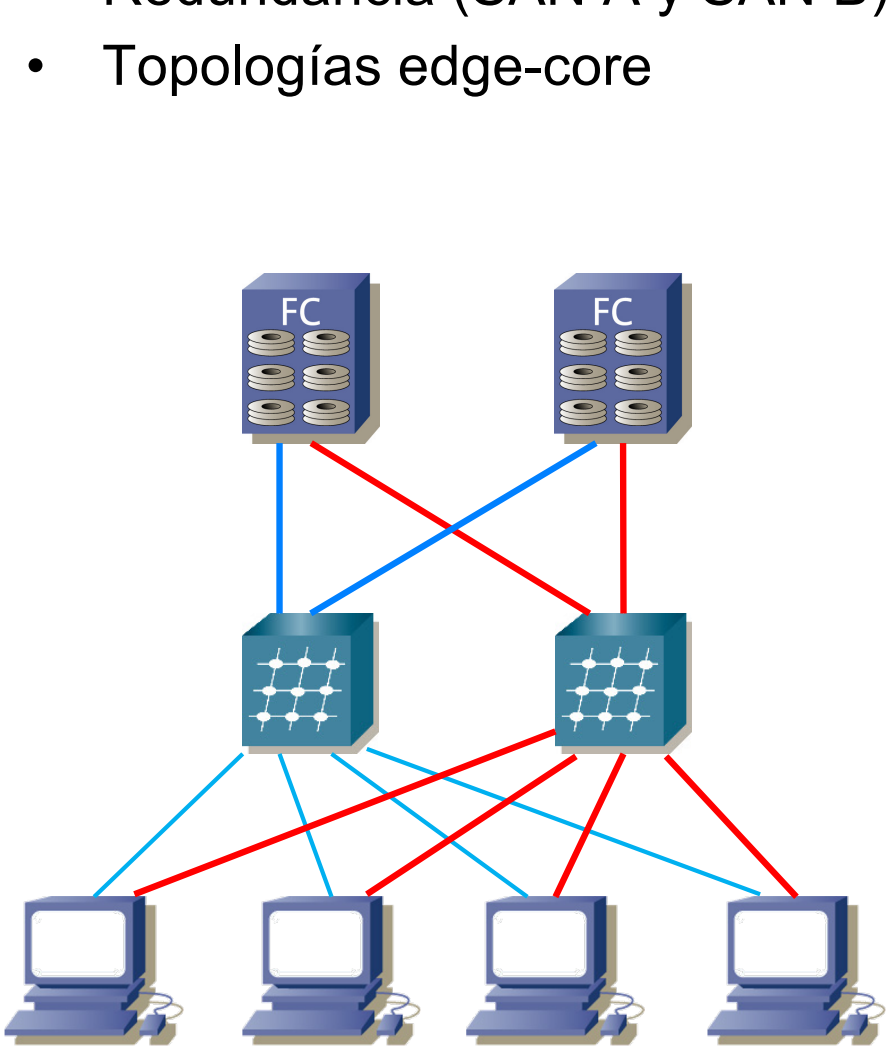
Crosspoint switched (fabric)

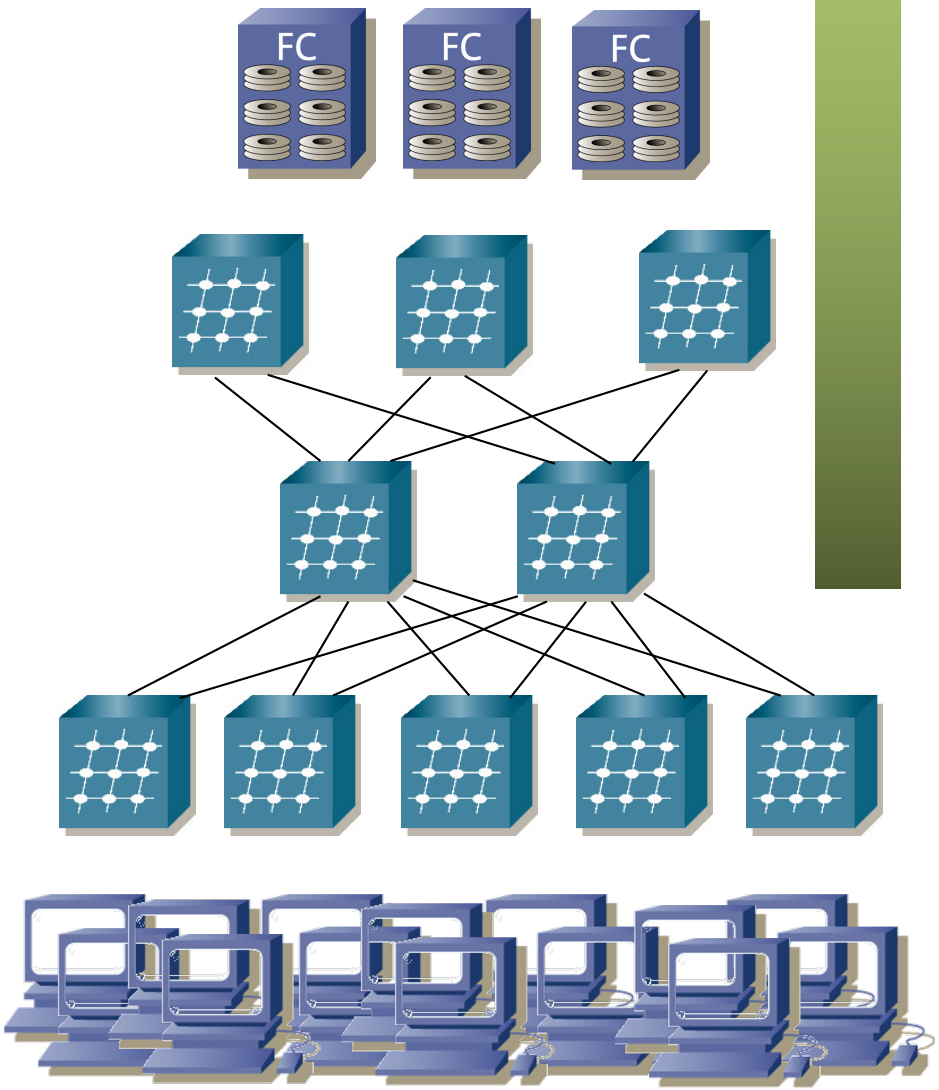
- Uno o más conmutadores, interconectando múltiples nodos
- El direccionamiento permite en teoría hasta 2^{24} nodos
- “F_Port” (Fabric Port) a los nodos, “E_Port” (Expansion) entre switches
- ISL = *Inter-Switch Link*
- “FL_Port” para conectar a un FC-AL
- “G_Port” puerto genérico que se comporta según lo que se le conecte
- Y otros (propietarios)



Topologías

- Hoy en día normalmente solo fabric
- Redundancia (SAN A y SAN B)
- Topologías edge-core



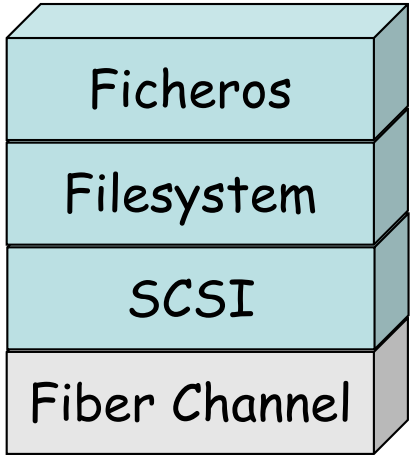


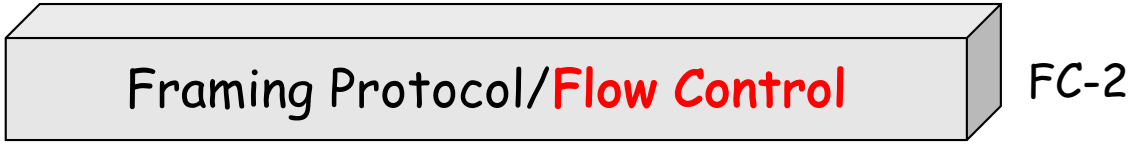
upna
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa
Redes de Nueva Generación
Área de Ingeniería Telemática

FC: Servicios

Service Classes

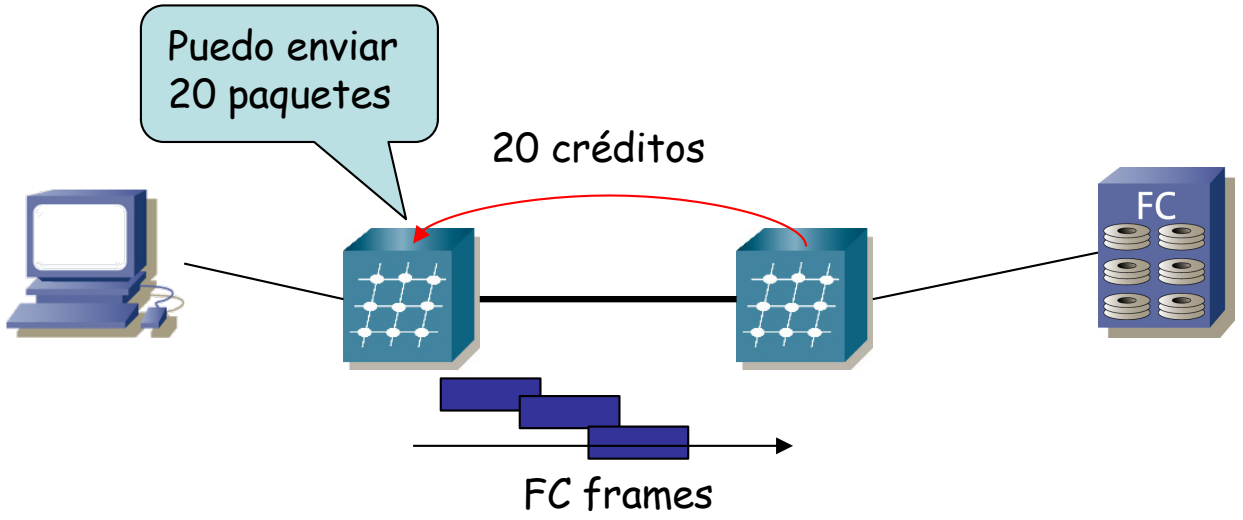
- Diferentes “clases de servicio” (Class 1, Class 2, etc)
- Con circuitos virtuales (dedicados o compartidos) o datagramas
- Con ACKs y NACKs o sin ellos
- Con garantía de orden o no
- Con control de flujo en cada salto y/o extremo a extremo
- Lo habitual es clase 3 para almacenamiento
  - Sin conexión, no garantía entrega en orden
  - Best effort
  - Sin ACKs ni NACKs
  - Flow control salto a salto





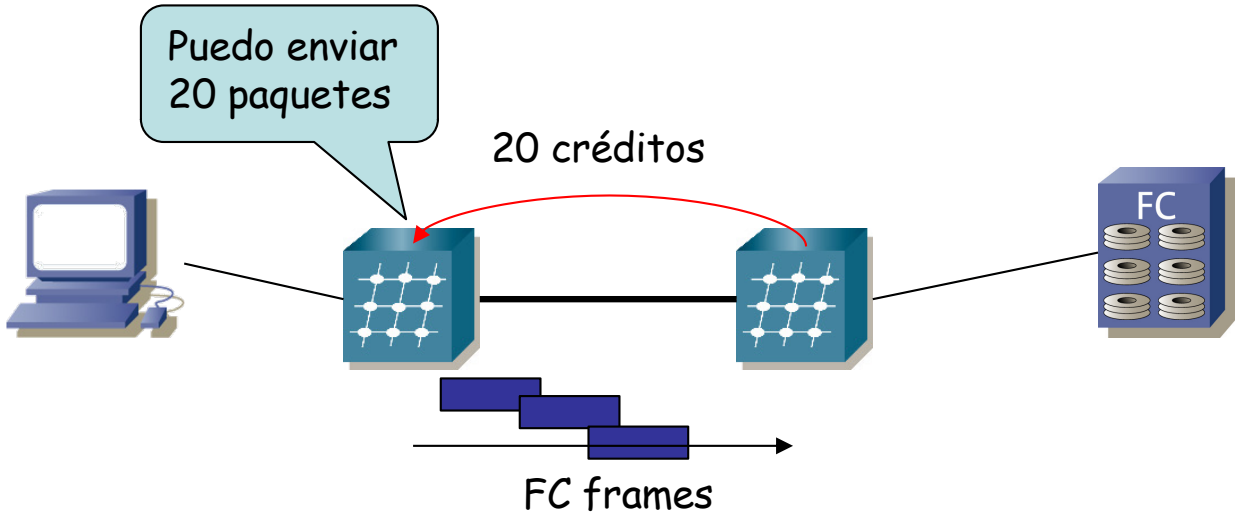
Flow control

- Se busca un escenario sin pérdidas
- No se envía un paquete si el receptor no tiene espacio para almacenarlo
- Ventana deslizante
- Con flow control salto a salto el receptor es el otro extremo del enlace
- Receptor ofrece una cantidad de ”créditos” (*buffer-to-buffer credits*)
- Transmisor puede enviar esa cantidad de paquetes
- Hasta que reciba un nuevo anuncio de créditos (*R_RDY*) (porque el siguiente salto haya vaciado buffers)
- Problemas de *slow drain*



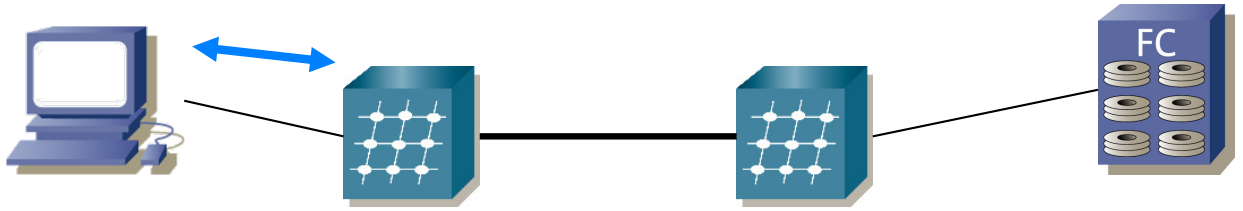
Flow control

- Misma cuenta que en todo mecanismo de ventana deslizante
- Trama de 2000 bytes a 1Gb/s tiene un tiempo de transmisión de 16us
- Enlace de 100Km tiene un tiempo de propagación de unos 500us
- Se pueden enviar más de 30 paquetes antes de que el primero alcance el otro extremo de los 100Km
- Un R_RDY todavía tardará al menos otros 500us
- Necesitamos al menos 60 créditos para saturar el enlace



Login

- Cada dispositivo tiene el equivalente a las direcciones MAC de Ethernet:
  - WWNN: World Wide Node Name (identifica al dispositivo)
  - WWPN: World Wide Port Name (identifica al puerto)
- Cada switch tiene un 'Domain ID'
- Conectar un N-Port a F-Port no garantiza comunicación
- El nodo debe hacer login en el *fabric* (en el switch)



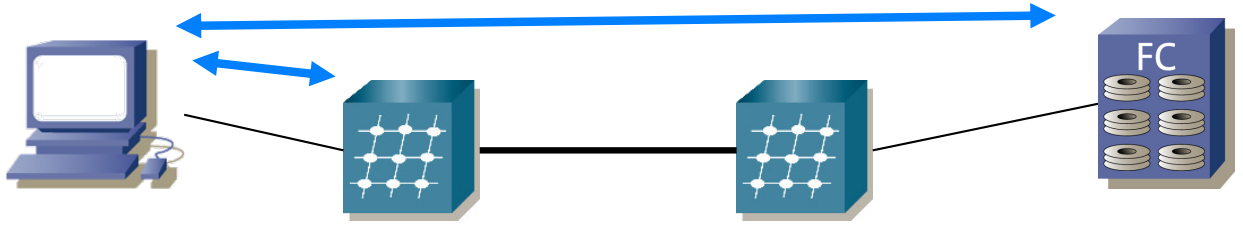
Login

FLOGI: Fabric Login

- Es un intercambio de paquetes: FLOGI (Fabric Login)
- Cada nodo obtiene del fabric un FCID (con el Domain ID del switch)
- Establece créditos
- El fabric enruta el tráfico hacia el FCID

PLOGI: Port Login

- Login en el target
- Permite establecer los créditos para flow control si no hay *fabric*
- Name server en el switch registra el mapeo entre WWPN y FCID



Multipath

- Permite caminos redundantes
- Varios HBAs en host y varios interfaces en sistema de almacenamiento
- FC dispone del protocolo FSPF (*Fibre Channel Shortest Path First)*
- No bloquea caminos alternativos sino que puede repartir carga
- O pueden servir como caminos redundantes ante fallos
- El sistema operativo del host requiere software que le permita ver los dos accesos al volumen como un solo volumen