

Internet Small Computer Systems Interface (iSCSI)

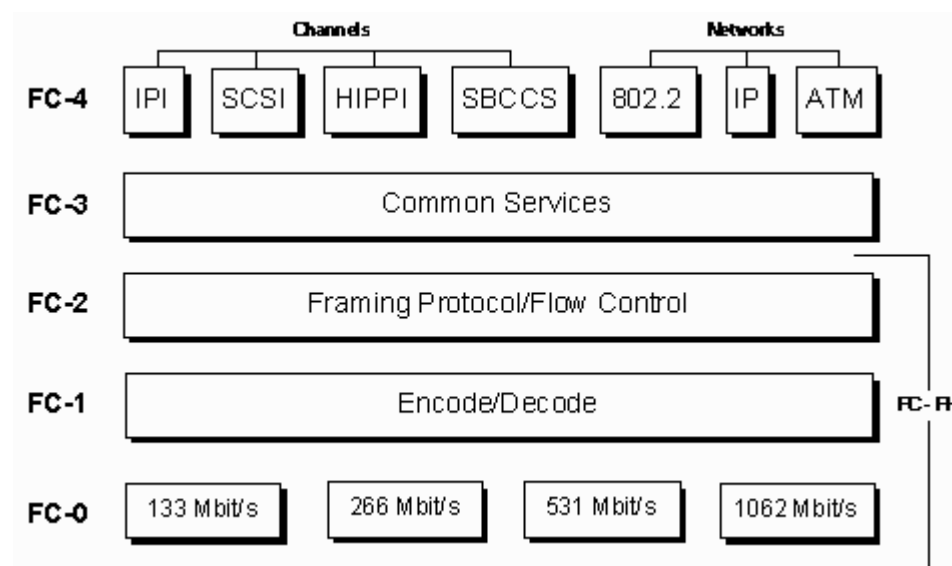
Fibre Channel

Cíle Fibre Channel

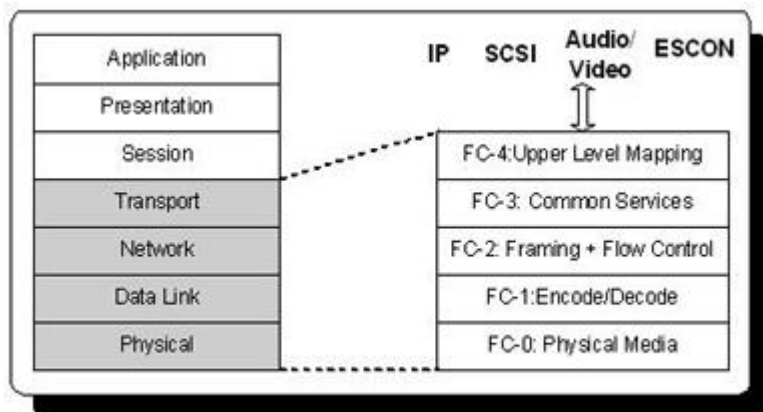
- Umožnit současně kanálům (channels) a síťovým protokolům fungovat na stejné fyzické vrstvě
- Vysoká přenosová rychlost - 100MB/s a vyšší
- Lehce přizpůsobitelná topologie
- Propojování na dlouhé vzdálenosti
- Podpora mnoha přenosových rychlostí, medií a konektorů

Vrstvy Fibre Channel

Model protokolu má pět vrstev



Vrstvy Fibre Channelu



Mapování FC vrstev na ISO/OSI

FC-0

Nejnižší vrstva definuje fyzické spojení - kabel, konektory, optické nebo elektrické vlastnosti pro rozdílné přenosové rychlosti. Každé zařízení má vždy dva porty - vysílač a přijímač - fullduplex přenos.

Omezení vzdálenosti mezi dvěma zařízeními

- Koaxiální kabel : 7,5m
- Kroucená dvoulinka : 33m
- Optické vlákno : 10km

FC-0 popisuje bezpečnostní systém, který při použití optického kabelu zabraňuje poškození přijímače laserem. Bezpečnostní systém se nazývá Open Fibre Control (OFC). Síla laseru je pravidelně na přijímacím portu měřena. Pokud síla překročí povolené limity, přijímací port zaznamená přerušení spojení, OFC přepne vysílací port téhož zařízení do úsporného režimu. Přijímací port ve druhém zařízení zaznamená ztrátu signálu a OFC tohoto zařízení také přepne vysílací port do úsporného režimu. Po snížení síly pod povolené limity zaznamená přijímací port, který bezpečnostní systém aktivoval, signál z vysílače na druhé straně, který běží v úsporném režimu. OFC tohoto zařízení aktivuje laser, což způsobí obnovu komunikace v jednom směru. Přijímací port druhého zařízení spustí své OFC, které aktivuje laser i pro komunikaci v opačném směru.

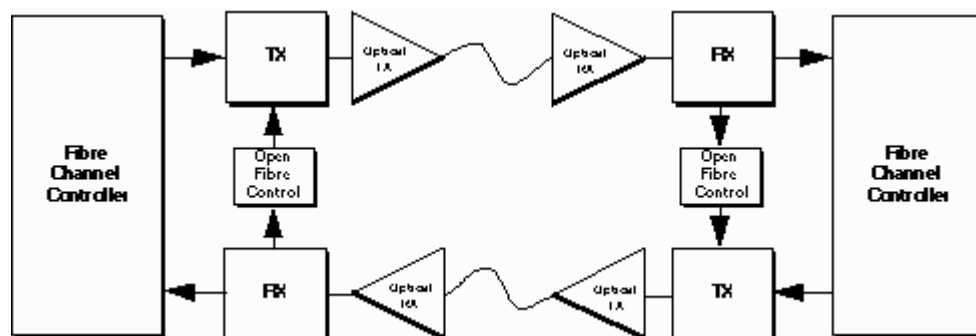


Schéma dvou propojených zařízení s OFC

Shrnutí funkcí FC-0

- Zpracování signálu
- Specifikace přenosového média
- Specifikace přijímače/vysílače

FC-1

FC-1 popisuje uspořádání dat a kódovací a dekódovací schémata. Některá uspořádání mají speciální význam. Vrstva dále řídí přístup k médiu a definuje vysílací a přijímací porty a jejich operace.

Fibre Channel používá kódování IBM 8b/10b. Každý byt dat, který má být přenesen je nejprve zakódován do dvou deseti bitových hodnot (jedna je dvojkovým doplňkem druhé), kterým se říká přenosové znaky (Transmission Character). Žádný přenosový znak neobsahuje více než 6 bitů stejné hodnoty a více než 4 bity stejného hodnoty za sebou. Čtyři přenosové znaky tvoří přenosové slovo (Transmission Word).

Kódovaný byte lze popsat jako Dxx.y (data) nebo Kxx.y (speciální znaky), kde y je desítková hodnota prvních tří bitů xx je desítková hodnota zbylých pěti bitů. Tyto dvě části se kódují samostatně - tj. kódování 3b/4b a kódování 5b/6b. Při kódování se používá běhová disparita.

Výhody kódování 8b/10b

- Vylepšení přenosových vlastností
- Synchronizace přijímače
- Detekce jedno a více bitových chyb
- Některé přenosové znaky obsahují unikátní bitovou masku k zarovnání slova.

Shrnutí funkcí FC-1

- Správa spojení
- 8b/10b kódování/dekódování

FC-2

Nejkomplexnější vrstvou je FC-2. FC-2 definuje kontrolu datového toku, zapouzdření dat do rámců, sekvence a výměny. Poskytuje třídy služeb, které umožňují rozdílné typy spojení (spojované a nespojované) a jejich správu. Specifikuje fyzický model Fibre Channel komponent, portů, uzlů a Fiber Channel topologie.

Fibre Channel Porty

Všechna zařízení která jsou připojena do Fibre Channel sítě musí obsahovat alespoň jeden Fibre Channel port. Porty umožňují odesílat a přijímat data. Každý typ portu má své vlastnosti a lze ho propojit s omezenou podmnožinou typů portů.

N_Port

Nejjednodušším typem jsou N (Node) porty. Používají se na všech serverech a zálohovacích zařízeních. Umožňují pouze point-to-point propojení s jiným N_Portem nebo F_Portem v switchy.

NL_Port

NL (NodeLoop) nebo též L (Loop) porty jsou N_Porty s dodatečnou funkcionalitou, která jim umožňuje zapojení do Fibre Channel Arbitrated Loop.

F_Port

F (Fabric) porty se používají na Fibre Channel switchy. Mohou být propojeny pouze s N_Portem.

FL_Port

FL (FabricLoop) porty jsou F_Porty s rozšířenou funkcionalitou, která umožňuje zapojení do Fibre Channel Arbitrated Loop. Všechna zařízení v této smyčce budou moci přistupovat ke všemu co je zapojené do switche.

E_Port

E (Expansion) porty slouží k propojení dvou switchů. E-Porty umožňují vytvářet složité Fabric topologie.

G_Port

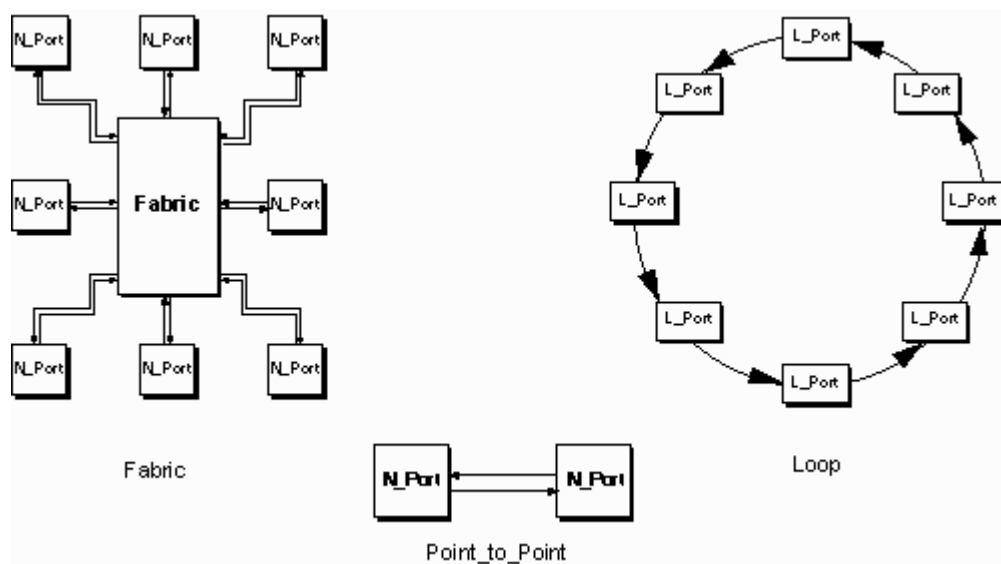
G (Generic) porty jsou speciální porty na switchy, které se mohou chovat jako E_Porty nebo F_Porty, podle toho se kterým portem jsou propojeny.

GL_Port

GL (GenericLoop) porty jsou G_Porty s rozšířenou funkcionalitou, která umožňuje zapojení do Fibre Channel Arbitrated Loop.

Fibre Channel Topologie

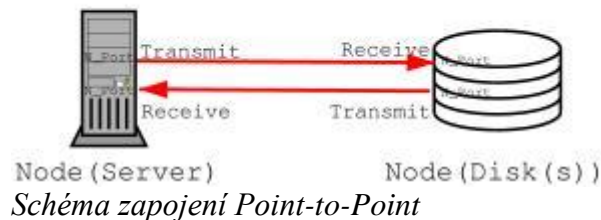
Fibre Channel umožňuje tři různé topologie. Tyto topologie umožňují přímé propojení dvou zařízení i tvorbu složitých infrastruktur ve velké síti.



Schémata Fibre Channel topologií

Point-to-point

Point-to-point topologie je přímé spojení mezi dvěma N_Porty, kde alespoň jeden z těchto portů musí být iniciátorem spojení (serverem). Tato topologie nepotřebuje žádné vyšší řízení přenosové cesty, protože vysílač jednoho uzlu je přímo propojen s přijímačem druhého uzlu. Tuto topologii není možné nijak dále rozšiřovat, vždy bude zahrnovat pouze dvě propojená zařízení.



Arbitrated Loop

Fibre Channel Arbitrated Loop (FC-AL) je cenově dostupné řešení, které umožňuje více zařízením sdílet přenosovou cestu. Toto řešení je vhodné pouze v případě, že není požadována vysoká přenosová rychlost. Každá smyčka může obsahovat až 126 uzlů s NL_Porty a jeden uzel s FL_Portem. Ve skutečnosti se používají smyčky s mnohem menším počtem uzlů, protože smyčka se 127 uzly je extrémně pomalá. Obecně lze FC-AL doporučit pouze pro sítě s malým počtem uzlů nebo pro sítě kde nevádí delší doba odezvy.

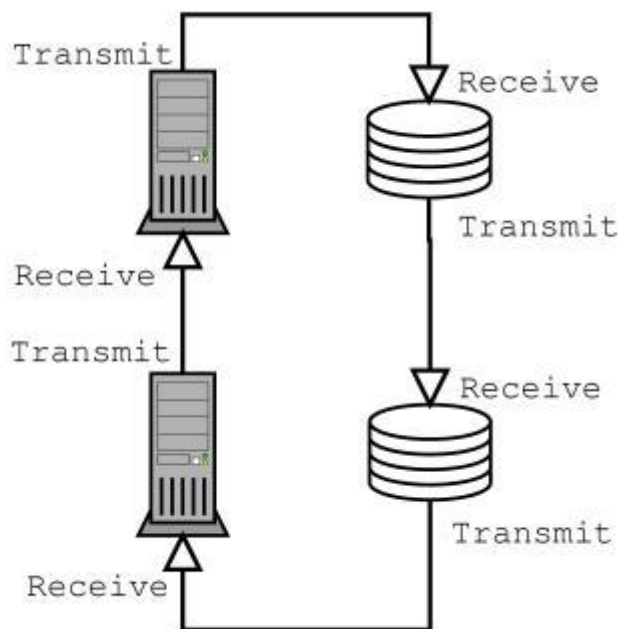


Schéma zapojení do fyzického kruhu

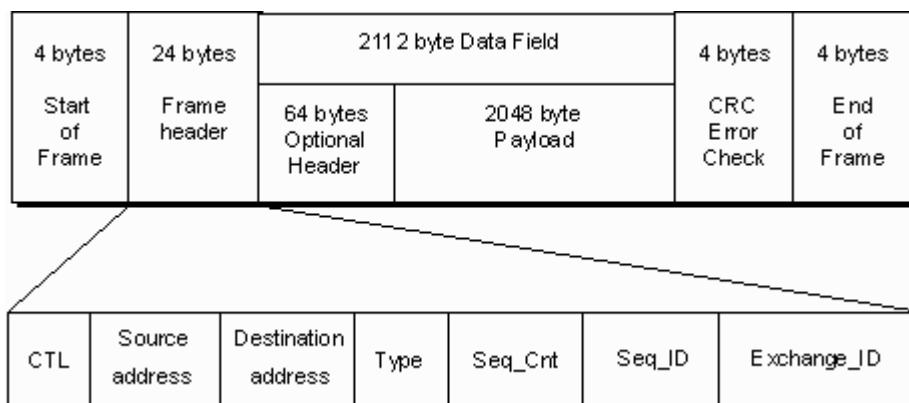
Rámec	Popis	Priorita
Loop Initialization Assigned (LIFA)	Fabric AL_PA zařízení je přiřazena z Fabric topologie	1

Loop Initialization Previously Zařizení mělo před touto inicializací 2
 Acquired (LIPA) přiřazenu AL_PA

Loop Initialization Hard NL_Port má nastavenou nějakou adresu, 3
 Assigned (LIHA) kterou se pokouší získat

Loop Initialization Soft Assigned NL_Port si bere první volnou AL_PA 4
 (LISA)

Tabulka priorit rámců pro nastavení AL_PA



Fibre Channel rámeček

Sekvence

Sekvence je tvořena množinou jednoho nebo více sdružených rámců odeslaných z jednoho N_Portu do druhého (jednosměrně). Každý rámeček v sekvenci má unikátní číslo - Seq_Cnt v hlavičce rámečku. Obnova po chybě kontrolována na vyšších vrstvách se dělá v rámci sekvencí.

Výměna

Výměna se skládá z jedné nebo více nesouběžných sekvencí v jedné operaci. Výměny mohou být jednosměrné nebo obousměrné. Výměna se provádí mezi dvěma N_Porty. V jedné výměně může být aktivní pouze jedna sekvence, ale souběžně může být aktivní sekvence jiné výměny, tj. mohou se posílat rámečky dvou sekvencí z různých výměn najednou.

Řízení toku dat

Řízení rychlosti zasílání dat mezi dvěma N_Porty nebo mezi N_Portem a Fabric topologií zabráňuje zahlcení přijímače. Typ řízení toku dat závisí na třídě služeb, která je používána. Třída 1 používá end-to-end řízení, třída 2 používá buffer-to-buffer řízení a třída 3 používá oba typy.

Kontrola toku dat je řízena zdrojovým a cílovým portem pomocí Credit a Credit_CNT. Credit je počet velikost alokovaných bufferů na vysílacím portu. Credit_CNT je počet datových rámců, které nebyly potvrzeny příjemcem.

End-to-end řídí tok rámců mezi dvěma N_Porty. Příjemce je zodpovědný za potvrzení přijatých správných rámců rámcem ACK. Pokud je velikost volných bufferů příjemce menší než příchozí rámeček, příjemce odešle Busy rámeček. Pokud je příchozí rámeček chybný, příjemce odešle Reject rámeček. Vysílač je zodpovědný za správu EE_Credit_CNT. K vytvoření EE_Credit_CNT se používá N_Port login.

Buffer-to-buffer řídí tok rámců mezi N_Portem a F_Portem nebo mezi N_Porty v point-to-point topologii. Každý port je zodpovědný za správu BB_Credit_CNT, který je vytvořený při Fabric loginu. Přijímací port vysílá Recive_Ready do vysílacího portu pokaždé, když má volné buffery.

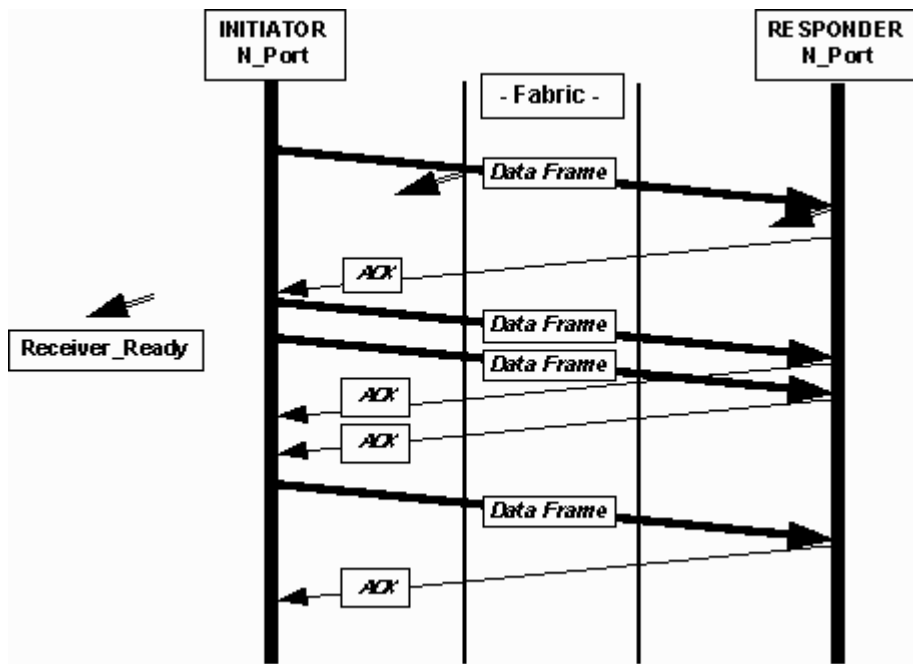
Třídy služeb

Fibre Channel definuje několik způsobů přenosu nazvaných třídy služeb (Class of service). Výběr vhodné třídy pro přenos závisí na typu dat, které mají být přenášeny. Hlavním rozdílem mezi jednotlivými třídami je použité řízení toku dat. Pokud spolu komunikují dva N_Porty nebo se jeden N_Port úspěšně nalogoval do Fabric topologie, musí existovat alespoň jedna třída služeb, kterou obě strany podporují. Podporované třídy jsou zjišťovány během Fabric a N_Port loginu. Sekvence a Výměny musí používat stejnou třídu služeb. Třídy 4 - 6 nejsou součástí standardu, jsou to dodatky od výrobců, které nemusí podporovat všechna zařízení.

Class

1

Třída 1 je služba, která poskytuje dedikovaný kanál mezi dvěma N_Porty. Jedná se o spolehlivou spojovanou službu. Po vytvoření kanálu mu Fabric topologie garantuje maximální možnou přenosovou rychlost - závislé na nejpomalejší části přenosové cesty. Tuto přenosovou cestu nemůže využívat nikdo další stejně jako propojené se N_Porty. Tato třída zajišťuje příchod rámců ve stejném pořadí jako byly odeslány, není potřeba buffer-to-buffer řízení toku dat. Po přijetí datového rámce je zpět odesláno potvrzení v podobě ACK rámce. Třída 1 používá pouze end-to-end řízení toku dat. Používá se v případech, kdy je potřeba plynulý tok dat v limitovaném čase - např. video.



Řízení toku dat ve třídě 1

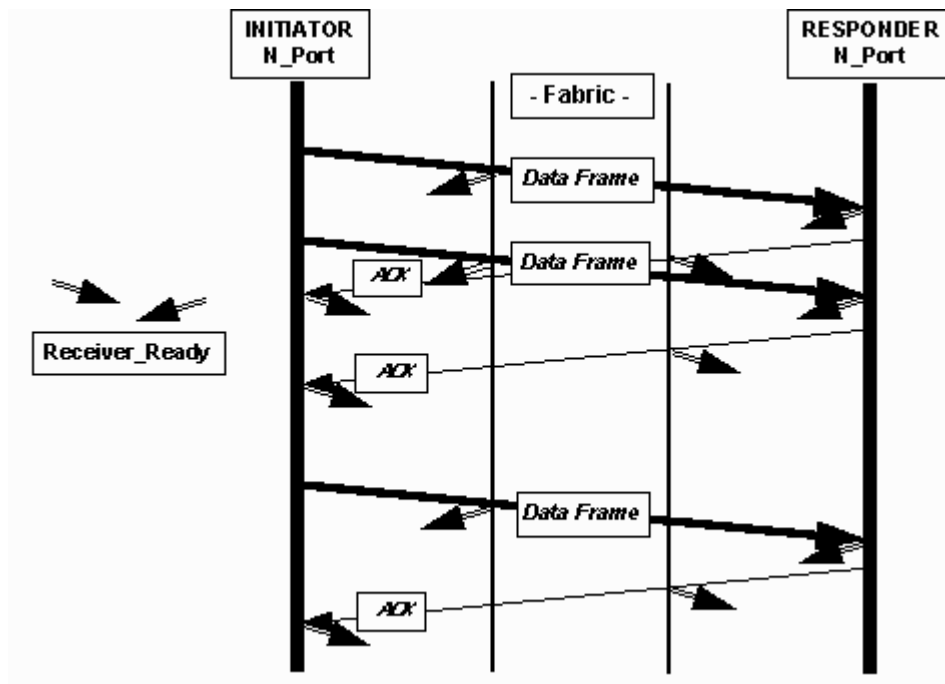
Intermix

Intermix je varianta třídy 1, při které mohou být posílány rámce tříd 2 a 3 (vzdužívají stejnou přenosovou cestu) pokud nejsou posílány rámce třídy 1. Rámce tříd 2 a 3 mohou, ale nemusí být posílány do stejného portu jako rámce třídy 1. K používání Intermixu ho musí podporovat jak N_Porty tak Fabric.

Class

2

Třída 2 je nespojovanou službou, která umožňuje sdílení šířky pásma přenosové cesty multiplexováním rámců z více zdrojů do stejného kanálu. Tato služba ve Fabric topologii nezaručuje příchod rámců ve stejném pořadí v jakém byly odeslány. U point-to-point topologie a Arbitrated Loop topologie je příchod rámců ve správném pořadí zaručen. Potvrzování přijetí probíhá ACK rámcem. Pokud je síť zahlcena, vrátí se do vysílajícího portu Busy rámec. Vysílací port se pokusí data odeslat znovu. Přenosová rychlost jednotlivých částí cesty se u této třídy může lišit. Probíhá buffer-to-buffer i end-to-end řízení toku dat.

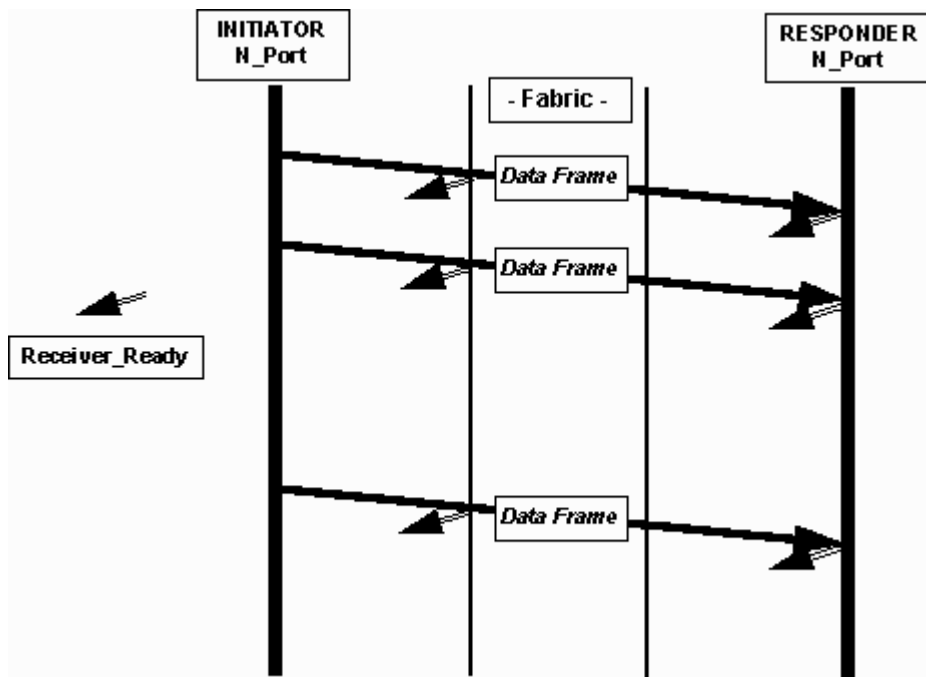


Řízení toku dat ve třídě 2

Class

3

Třída 3 je velmi podobná třídě 2. Jediným rozdílem je, že tato třída používá pouze buffer-to-buffer řízení toku dat. Jedná se tedy o nespojovanou nespolehlivou službu - ekvivalent datagramové služby. Datagramy přicházejí v různém pořadí v odlišných časových intervalech. Neprobíhá potvrzení příchodu datagramu do cílového uzlu, ztracené datagramy nejsou na vrstvě FC-2 nijak řešeny. Třída umožňuje multiplexovat více datagramů do jednoho rámce. Tuto službu je vhodné používat, pokud nejsou konkrétní požadavky na pořadí příchodu datagramů, časová omezení a pokud protokoly vyšších vrstev dokáží efektivně řešit problém ztracených datagramů. Používá se například pro SCSI příkazy.



Řízení toku dat ve třídě 3

Class

4

Třída 4 umožňuje vytvářet virtuální okruhy mezi dvěma N_Porty, který využívá zlomek šířky pásma přenosové cesty. Třída 4 je možné používat pouze ve Fabric topologii. První N_Port zahájí vytvoření virtuálního okruhu (VC) zasláním požadavku s adresou cílového portu a požadavkem na QoS (Quality of service) do Fabric. Výsledný okruh se skládá z dvou částí (z počátečního N_Portu do cílového a z cílového do počátečního). Tyto části virtuálního okruhu nemusejí sdílet stejnou přenosovou cestu.

Jedná se o službu podobnou třídě 1, rámce přicházejí ve stejném pořadí jako byly odeslány a probíhá jejich potvrzování (Class 4 end-to-end credit). Hlavním rozdílem je využití přenosové cesty. N_Port může patřit do více než jednoho virtuálního okruhu třídy 4, s více různými porty na druhé straně okruhu. Šířka pásma přenosové cesty je rozdělena mezi více virtuálních okruhů, které ji sdílejí. Fabric řídí provoz na síti a buffer-to-buffer kontrolu toku dat pro každý VC zvlášť, k tomu používá primitivní signál FC_RDY.

Class

5

Třída 5 by měla obsahovat možnosti pro okamžité (just-in-time) izochronní služby. Tato třída není doposud nikde pořádně definována a proto neexistuje její implementace.

Class

6

Třída 6 poskytuje podporu pro multicasting ve Fabric topologii. Pokud chce zařízení současně vysílat rámce pro více než jeden N_Port, vytvoří se spojení třídy 1 s multicast serverem, který se ve Fabric topologii nachází vždy na adrese FFFF5. Multicast server vytvoří dedikovaná spojení mezi počátečním N_Portem a všemi cílovými N_Porty (kanál prochází postupně přes všechny cílové porty). Multicast server je zodpovědný za replikaci a přeposílání rámců do všech N_Portů v multicast skupině. N_Porty se stanou členy jedné multicast skupiny po zaregistrování na alias

serveru, který se vždy nachází na adrese FFFFF8. Provádí se end-to-end řízení datového toku.

Shrnutí funkcí FC-2

- Uspořádané množiny
- Formát rámce
- Sekvence
- Výměny
- Řízení toku dat
- Třídy služeb
- Login
- Topologie
- Segmentace

FC-3

Definice vrstvy FC-3 se stále vyvíjí. Předpokládá se, že bude obsahovat funkcionalitu jako kryptování, kompresi a "Common Services for advance features." Mezi Common Services které vrstva poskytuje patří striping - použití více portů paralelně, což zvyšuje přenosovou rychlost mezi dvěma zařízeními. Mezi další poskytované Common Services patří tzv. Hunt groups - umožňuje více portům sdílet stejný alias. Na požadavek pak může odpovědět, jakýkoliv z těchto portů. Poslední důležitou poskytovanou Common Services je multicasting - vysílání dat pro více než jednoho příjemce.

Shrnutí funkcí FC-3

- Common Services
 - Striping
 - Hunt groups
 - Multicasting

FC-4

Nejvyšší vrstva Fibre Channelu definuje rozhraní mezi běžně používanými vyššími síťovými protokoly nebo kanály a FC. Fibre Channel umožňuje současně přenášet data ze síťových protokolů i kanálů. Klasickými podporovanými protokoly vyšších vrstev jsou SCSI, IP, HIPPI nebo ATM. Rozhraní spočívá ve vhodném zabalení paketů vyšších vrstev do Fibre Channel rámců nebo sekvencí. Mapování také ovládá operace, které jsou závislé na vyšším protokolu, např. u SCSI může jedna operace vyžadovat sekvenci více příkazů.

Shrnutí funkcí FC-4

- Upper Layer Protocol (ULP) mapování
 - Small Computer System Interface (SCSI)
 - Internet Protocol (IP)
 - High Performance Parallel Interface (HIPPI)
 - Asynchronous Transfer Mode - Adaption Layer 5 (ATM-AAL5)

- Intelligent Peripheral Interface - 3 (IPI-3) (disk a páska)
- Single Byte Command Code Sets (SBCCS)

Fibre Channel over TCP/IP (FCIP)

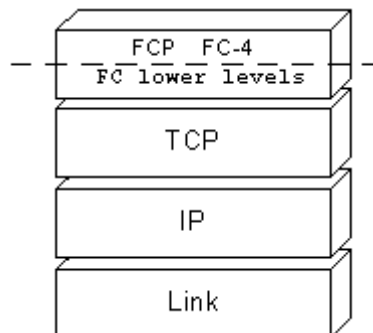
Co je Fibre Channel over TCP/IP?

Fibre Channel over IP (FCIP) je důležitou technologií pro spojování oddělených částí SAN přes IP síť do jedné velké SAN. FCIP umožňuje transparentní komunikaci mezi dvěma oddělenými SAN subsítěmi pře IP síť, definuje jak zapouzdřit Fibre Channel rámce do IP, takže IP síť bude moci přenášet jak SCSI rámce tak normální rámce. FCIP je protokol, který k přenosu dat vytváří tunel v IP síti.

Princip FCIP

Pro popis FCIP se používá několik termínů.

- **FC entita** - Fibre Channel komponenta, která spolu s FCIP entitou tvoří rozhraní mezi FC Fabric a IP sítí.
- **FCIP entita** - komponenta zodpovědná za FCIP komunikaci na IP síti, obsahuje FCIP_LEP, FCIP Control a Servisní modul.
- **FCIP Data Engine (FCIP_DE)** - součást FCIP_LEP, která je zodpovědná za zabalení a rozbalení FC rámce z rámce IP sítě a přenos FCIP rámce přes TCP spojení.
- **FCIP Link** - TCP spojení, které propojuje dva FCIP_LEP
- **FCIP Link koncový bod (FCIP_LEP)** - součást FCIP entity, která řídí jedno FCIP Link a obsahuje jeden nebo více FCIP_DE.

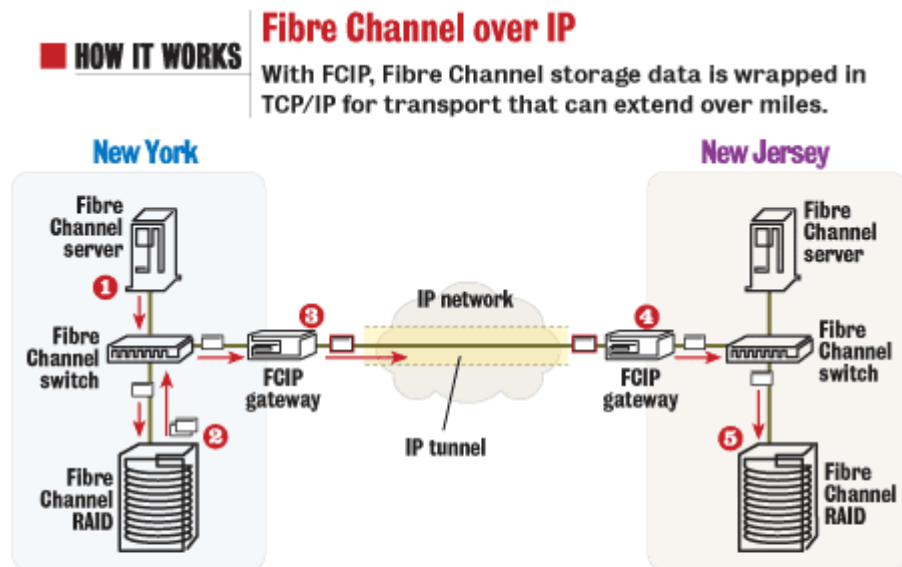


Model FCIP

FCIP brána

K připojení Fibre Channel sítě k IP síti se používají FCIP brány, které se skládají z FC a FCIP entity. Ty vytvářejí spojení mezi jednotlivými SAN subsítěmi. FCIP brány se obvykle připojují na Gigabitový Ethernet, což umožňuje cenově výhodné propojení více SAN subsítí za použití stávajících technologií LAN, MAN a WAN. Brány se připojují do Fabric topologie na E_Port FC switchu, Některé podporují pouze Point-to-Point propojení, pak musí mít SAN subsíť pro každou další SAN subsíť, se kterou komunikuje, samostatnou FCIP bránu. Kvalitnější zařízení podporují i Point-to-

MultiPoint propojení (více FCIP_LEP). Brána může být součástí některých drahých FC switchů.

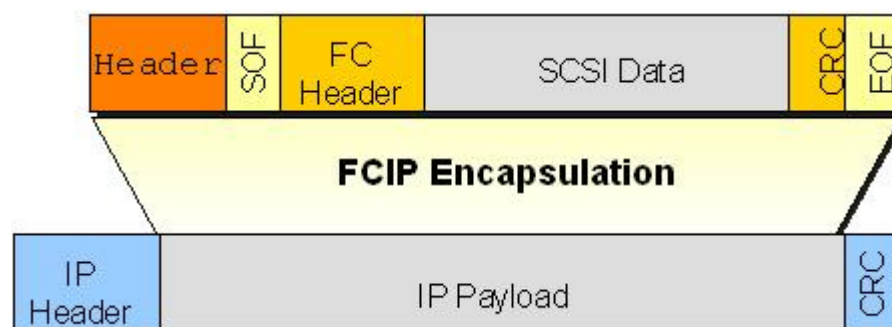


- 1 A Fibre Channel server writes data to its local RAID in New York.
- 2 Replication software on the RAID sends a copy to another disk in New Jersey for disaster recovery.
- 3 The Fibre Channel switch sends the data to the FCIP gateway, which wraps the Fibre Channel frames in TC/IP.
- 4 The FCIP gateway in New Jersey strips off the TCP/IP wrapper and sends native Fibre Channel frames to the local Fibre Channel switch.
- 5 The local Fibre Channel switch forwards the data to the New Jersey RAID array.

Ukázka FCIP propojení.

Upravený FC rámec posílaný přes IP síť

Nejmenší FC datová jednotka, kterou je možné zabalit do rámce IP sítě je FC rámec. Pravidla pro zabalení rámce závisí na zvolené IP síti, tedy její linkové vrstvě. Lze však definovat obecný postup.



Zabalení FC rámce do rámce IP sítě.

Při obalování FC rámce se na jeho začátek před SOF přidá speciální 28 bytová hlavička, která nese informace o zapouzdření. Tato hlavička náleží ke konkrétnímu FC rámcí, nikoliv k rámcí IP sítě. Takto upravený FC rámec se pak vloží do datové oblasti rámce IP sítě. Pokud upravený FC rámec přesahuje maximální možnou velikost, kterou je možné vložit do rámce IP sítě, může být rozdělen. O správné doručení jednotlivých částí upraveného FC rámce se stará TCP spojení.

8 bitů	16 bitů	24 bitů	32 bitů
Protocol#1	Version	-Protocol#1	-Version
Encapsulating Protocol Specific			
Flags	Frame Length	-Flags	-FrameLength
Time Stamp [Seconds]			
Time Stamp [Seconds Fraction]			
CRC			

Formát FC Encapsulation hlavičky

Hlavička, která je přidána k FC se skládá z :

- **Protocol#1** - Musí obsahovat číslo protokolu, který byl použit k zapoutření.
- **Version** - Musí obsahovat hodnotu 0x01, která identifikuje tuto verzi FC Encapsulation metody. Další hodnoty jsou určeny pro budoucí verze.
- **-Protocol#1** - Musí obsahovat dvojkový doplněk k Protocol#1. Při rozbalování příchozího rámce z IP sítě se tyto dvě hodnoty porovnávají.
- **-Version** - Musí obsahovat dvojkový doplněk k Version. Při rozbalování příchozího rámce z IP sítě se tyto dvě hodnoty porovnávají.
- **Encapsulation Protocol Specific** - Obsah těchto 8 bytů se liší v závislosti na hodnotě obsažené v Protocol#1. Obsah je definován vždy konkrétním protokolem.
- **Flags** - Tyto bity poskytují informaci o používání FC Encapsulation hlavičky.

Ch	Reserved	CRCV	SF
----	----------	------	----

Formát flagů v FC Encapsulation hlavičce

- **Ch (Changed)** - Tento bit naznačuje, že vrácený FSF byl úmyslně změněn. Dokud není SF nastaven na 1, musí být Ch nastaven na 0. Při odesílání FSF je Ch nastaven na nulu, pokud příjemce pošle FSF zpět beze změny, zůstává bit Ch nastaven na 0. Pokud je ve FSF provedena změna, je bit Ch nastaven na 1.
- **Reserved Flag bits** - Těchto 5 bitů je rezervováno pro použití v budoucích verzích FC Encapsulation, v případě že nejsou použity musí být nastaveny na 0.
- **CRCV (CRC Valid Flag)** - Tento bit nastavený na jedna označuje, že FC Encapsulation hlavička používá CRC, při hodnotě 0 se CRC nepoužívá. Tento bit musí být nastaven stejně pro všechny posílané rámce v daném spojení.
- **SF (Special Frame)** - Označuje zda přenášený rámec je zabalený FC rámec - hodnota 0 nebo FSF (FCIP Special Frame) - hodnota 1. FSF musí být posláno pouze jednou v obou směrech, po vytvoření nového TCP spojení, avšak nikdy ne v obou směrech současně. Musí být v

prvním přenášeném rámcí v daném směru. Všechny další rámce v tomto směru musí mít SF nastaveno na 0.

- **Frame Length** - Velikost přenášeného upraveného FC rámce (FC rámeček a FC Encapsulation hlavička). Velikost se udává v 32 bitových slovech (word), všechny FC rámce i FC Encapsulation hlavička jsou zarovnány na celé 32 bitové slova.
- **-Flags** - Musí obsahovat dvojkový doplněk k Flags. Při rozbalování příchozího rámce z IP sítě se tyto dvě hodnoty porovnávají.
- **-Frame Length** - Musí obsahovat dvojkový doplněk k Frame Length. Při rozbalování příchozího rámce z IP sítě se tyto dvě hodnoty porovnávají.
- **Time Stamp [Seconds]** - Obsahuje nulu nebo počet sekund od 0:00:00 1.1.1900 do času, kdy byl upravený FC rámeček odeslán. Čas je ukládán v Simple Network Time Protokolu (SNTP).
- **Time Stamp [Seconds Fraction]** - Obsahuje zlomek probíhající vteřiny, ve které byl upravený rámeček odeslán. Zlomek je ukládán v SNTP.
- **CRC** - Pokud je bit CRCV ve Flags nastaven na 0, musí CRC obsahovat 0. Jinak obsahuje CRC pro FC Encapsulation hlavičku.

FCIP Special Frame

Při vytváření nového spojení, je vyslán od iniciátora spojení FCIP Special Frame. Poté tento rámeček pošle cílová FCIP entita zpět iniciátorovi.

Funkce FCIP Special Frame

- Identifikace FCIP_LEP
- Přenos důležitých parametrů mezi dvojicí FC/FCIP entit, které popisují FCIP Link
- Ověřování, zda se iniciátor připojil na správnou FCIP entitu

FSF slouží k FC identifikaci odesílatele a příjemce a nastavení parametrů FCIP Link. Iniciátor přenosu odesílá tento rámeček okamžitě po vytvoření TCP spojení. Příjemce si tento rámeček zkontroluje a pokud jsou údaje správné, pošle ho zpět odesílateli. Pokud správné nejsou, nastaví bit Ch v FC Encapsulation hlavičce na 1, pozmění rámeček FSF a pošle ho zpět odesílateli. Pozměnění FSF rámce a nastavení bitu Ch v FC Encapsulation hlavičce znamená ukončení TCP spojení ze strany iniciátora.

8 bitů	16 bitů	24 bitů	32 bitů
Reserved		-Reserved	
Source FC Fabric Entity World Wide Name			
Source FC/FCIP Entity Identifier			
Connection Nonce			
Connection Usage Flags	Reserved	Connection Usage Code	
Destination FC Fabric Entity World Wide Name			
K_A_TOV			
Reserved		-Reserved	

FCIP Special Frame

- **Reserved** a **-Reserved** - tato dvojice 16 bitů ohraničuje FSF. Reserved je vždy nastaveno na 0x0000 a -Reserved na 0xFFFF.
- **Source FC Fabric Entity World Wide Name** - Musí obsahovat unikátní identifikátor zdrojové FC Fabric.
- **Source FC/FCIP Entity Identifier** - Musí obsahovat unikátní identifikátor dvojice FC/FCIP entit, která vytvořila FSF. Tetno a předchozí identifikátor jednoznačně určují jakoukoliv dvojici FC/FCIP entit v IP síti.
- **Connection Nonce** - Musí obsahovat 64 bitové náhodné číslo k jednoznačné identifikaci TCP spojení.
- **Connection Usage Flags** - Filtrace rámců, které mohou být poslány přes TCP spojení. Pouze FC rámce se zvoleným SOF mohou být poslány. Existují čtyři typy SOF, nastavením prvních čtyř bitů tohoto bytu na nula nebo jedna se rozhoduje zda nemohou či mohou být rámce s daným SOF poslány přes TCP spojení.
- **Reserved** - Byte učený pro budoucí použití, nyní musí být nastaven na 0x00.
- **Connection Usage Code** - Fibre Channel informace závislé na účelu spojení.
- **Destination FC Fabric Entity World Wide Name** - Musí obsahovat jednoznačný identifikátor cílové FC Fabric, ve které se nalézá pár FC/FCIP entit, které mají na FSF odpovědět. Změnou této položky může příjemce iniciátorovi přenosu oznámit, že se připojil na jinou FC Fabric než zamýšlel.
- **K_A_TOV (FC Keep Alive Timeout)** - Timeout pro TCP spo

Internet Fibre Channel Protocol (iFCP)

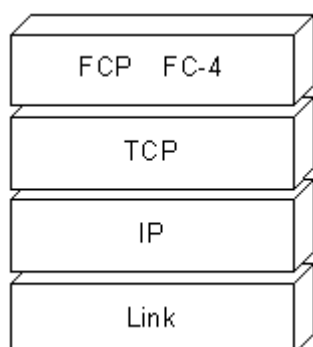
Co je Internet Fibre Channel Protocol?

Stejně jako u FCIP je hlavním cílem iFCP kombinace Fibre Channel SAN s IP sítí. Základem iFCP je využití výhod protokolu FCP na IP síti. Při použití iFCP jsou nižší vrstvy Fibre Channelu nahrazeny TCP/IP - nejčastěji Gigabitovým Ethernetem. iFCP umožňuje vytvářet lehce rozšiřitelné implementace velkých SAN, které umožňují

připojení libovolně vzdálených stávajících FC zařízení a FC SAN přes TCP/IP sítě. Klasická FC Fabric je nahrazena IP sítí, která používá klasické Gigabit Ethernetové switche a směrovače. To umožňuje vytváření rozsáhlých řešení na stávajících zařízeních a aplikacích, které navíc mohou komunikovat s "vrstvou" FCP (protokol čtvrté vrstvy FC).

FC zařízení (switche, disky, HBA, atd.) se připojují na iFCP bránu nebo switch. Každá FC relace je na lokální iFCP bráně změněna na TCP/IP relaci. Protějšší iFCP brána nebo switch přijme tuto TCP/IP relaci a změní ji na FC relaci. Při použití iFCP je FC Fabric nahrazena TCP/IP switchem a směrovačem. Relace umožňují device-to-device, device-to-SAN a SAN-to-SAN komunikace (narozdíl od FCIP, které umožňuje pouze SAN-to-SAN komunikaci). Device-to-device komunikace přes IP síť poskytuje mnohem více možností než SAN-to-SAN komunikace. Je možné vytvořit TCP spojení mezi dvěma N_Porty, které bude mít vlastní kvalitu přenosu. U SAN-to-SAN komunikace přes IP síť, nemůže být jedno spojení mezi dvěma N_Porty upřednostňováno před jiným, protože je na ně v rámci dvou SAN sítí pohlíženo jako na stejná spojení.

iFCP používá model s více TCP spojeními. Při SAN-to-SAN komunikaci (např. FCIP) se vytváří jedno TCP spojení. Tímto tunelem může komunikovat více N_Portů z jedné SAN s N_Porty v jiné SAN. Zahlcení tohoto spojení naruší komunikaci všech N_Portů. V modelu s více TCP spojeními, jsou propojeny každé dva spolu komunikující N_Porty vlastním TCP spojením, zahlcení nebo chyba na tomto spojení naruší pouze komunikaci těchto dvou N_Portů.



Model iFCP

Adresování a směrování v iFCP

V každé oblasti brány (Gateway Region) jsou lokálně přiřazeny adresy N_Portů nebo jsou globálně nastaveny množinou propojených bran, která se chová plně transparentně. Gateway Region zajišťuje, že z venčí bude možné přistupovat pouze k zařízením, nikoliv k infrastrukturním prvkům, jako jsou například FC switche. Rekonfigurace oblasti tak neznemožní přístup z jiných bran. Směrování mezi jednotlivými oblastmi zajišťuje IP síť. Brána která využívá jeden adresový mód nemůže komunikovat s bránou využívající jiný adresový mód.

U iFCP se hovoří o třech typech adres

- **24bitové N_Port ID** - Fibre Channel adresa N_Portu. Používá se pro komunikaci na stejné oblasti.
- **24bitový N_Port Alias** - Fibre Channel adresa N_Portu, kterou přiřadí brána pracující v překladovém adresním módu vzdáleně připojenému N_Portu. Aliasy jsou unikátní v rámci regionu. Lokální N_Port pak adresuje vzdálený N_Port jeho aliasem.
- **Síťová adresa N_Portu** - IP adresa, TCP číslo portu a N_Port ID. Identifikuje zdrojový a cílový port při fibre channel přenosu přes IP síť.

Transparentní adresový mód

V transparentním adresovém módu obsahuje IP Fabric kromě množiny iFCP bran také jmenný server. Používá se iSNS, který funguje jako správce doménových adres, udržuje doménová ID jednotlivých Fabric a přiřazuje FC doménové ID každé bráně. V jednotlivých Gateway Regionech působí brána jako hlavní switch. Výhodou módu s transparentními adresami je jednodušnost v adresování na lokálním regionu brány i přístupu vzdáleným zařízením. Nevýhodou je že každý Gateway Region spotřebuje 65K Node ID (16 bitů adresy), což je nevýhodné, pokud je v Gateway Regionu málo N_Portů. Tento mód je také špatně rozšiřitelný, protože domén je k dispozici pouze 239 - tedy maximálně 239 bran a switchů.

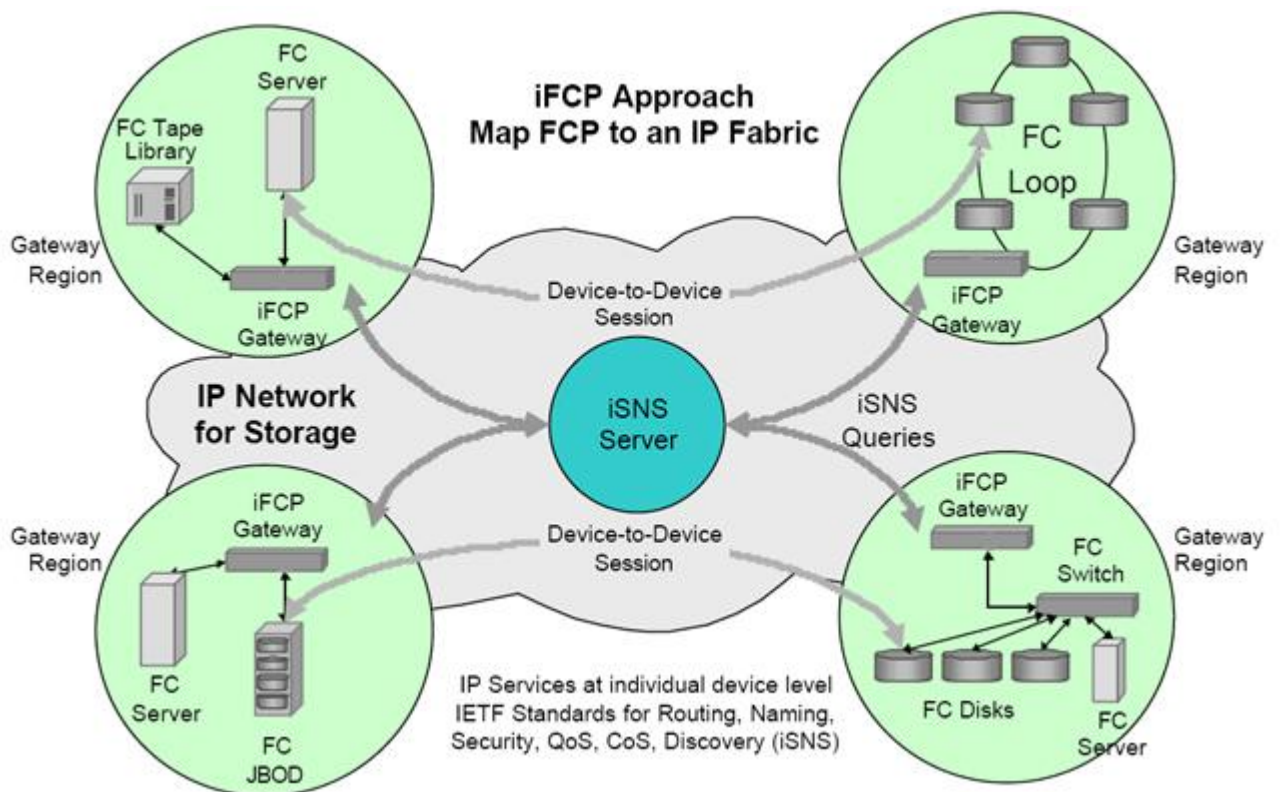


Schéma iFCP s transparentním adresováním

Překladový adresový mód

V překladovém adresovém módu se adresy N_Portům přiřazují lokálně v rámci Gateway Regionu. Každá brána pak mapuje síťovou adresu N_Portu externího

zařízení na alias. Lokální komunikaci není třeba mapovat. Výhodou tohoto přístupu je neomezené adresování v rámci regionu, (adresování je omezeno pouze adresním prostorem pro N_Port, který definuje FC). Každá brána je zodpovědná za svojí oblast. Není zde závislost na žádném centrálním zařízení jako při transparentním módu a síť je lehce rozšiřitelná.

Zapuzdření FC rámce v iFCP

Stejně jako v případě FCIP se používá metoda FC Frame Encapsulation. Pro iFCP jsou do FC Encapsulation hlavičky přidány některé další povinné položky.

8 bitů	16 bitů	24 bitů	32 bitů
Protocol#1	Version	-Protocol#1	-Version
Reserved			
LS_Command_ACC	iFCP Flags	SOF	EOF
Flags	Frame Length	-Flags	-Frame Length
Time Stamp [Seconds]			
Time Stamp [Fraction]			
CRC			

Formát FC Encapsulation hlavičky pro zapuzdření v iFCP

- **LS_Command_ACC** - Slouží k nastavení speciální linkové služby k zasílání ACC odezvy v iFCP.
- **iFCP Flags** - nastavení iFCP

Reserved	SES	TRP	SPC
----------	-----	-----	-----

Formát iFCP Flags

- **Reserved** - 5 bitů určených k použití v budoucnu
- **SES** - Pokud je nastaveno na jedna, nepřenáší se FC rámec, ale Session Control Frame, TRP a SPC pak musí být nastaveny na 0.
- **TRP** - 0 - překladový adresový mód, 1 - transparentní adresový mód
- **SPC** - Pokud je jedna, jedná se o část zprávy pro linkovou službu, která vyžaduje speciální zpracování v iFCP a prioritní přeposlání na cílový N_Port.

- **SOF** - Kopie SOF přenášeného rámce.
- **EOF** - Kopie EOF přenášeného rámce

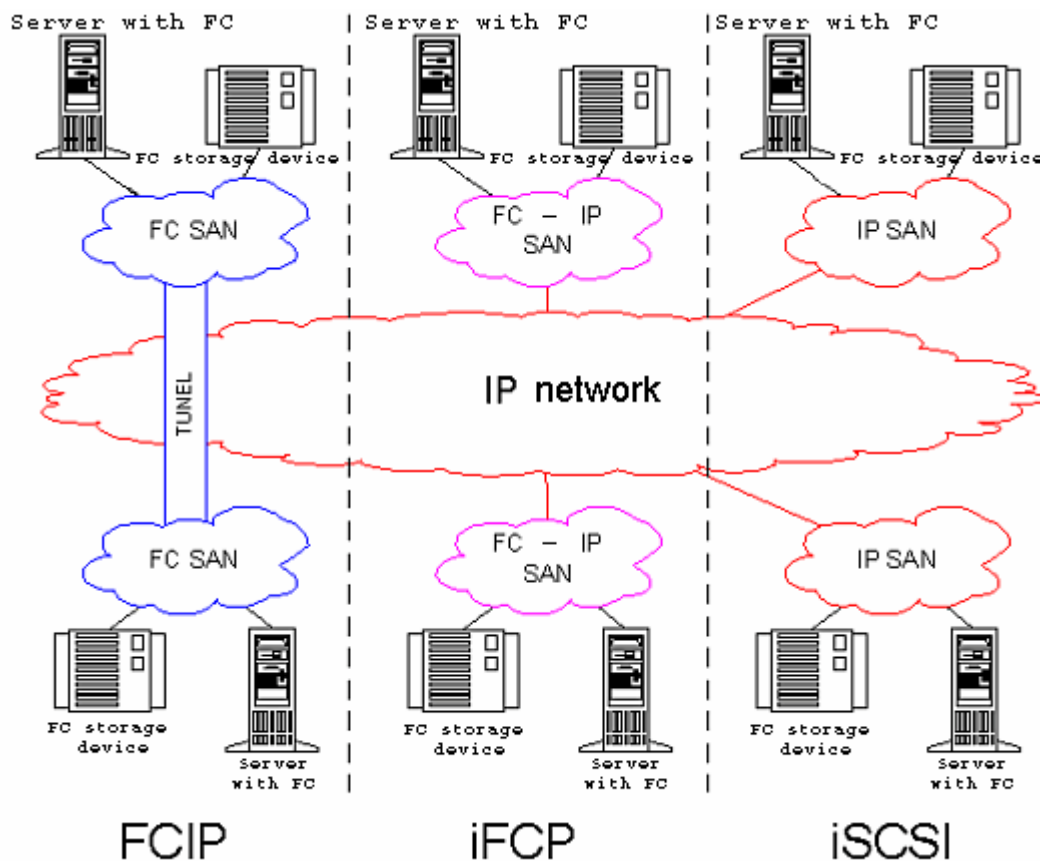
Internetové

SCSI

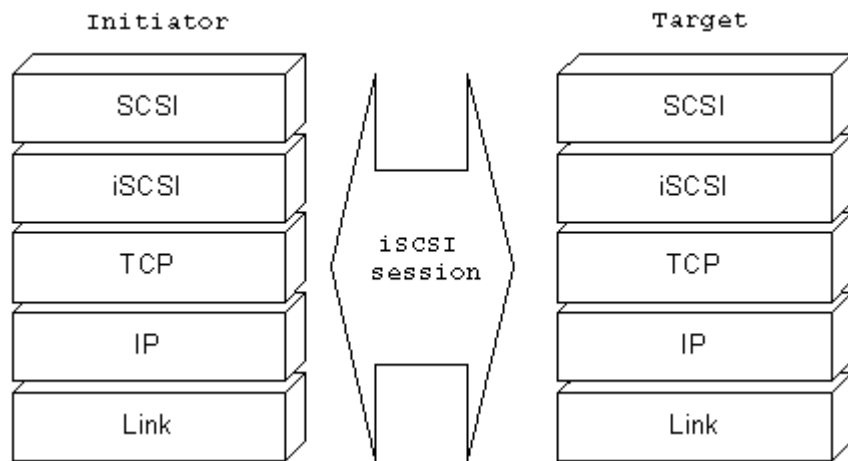
Kvůli hardwarovým nárokům i použité technologii Fibre Channel jsou sítě SAN drahá a složitá řešení. Masový rozvoj IP sítí proto vedl k realizaci levnějších variant

využívajících rozhraní iSCSI (Internet SCSI), jež *funguje na standardu SCSI, protokolu IP a gigabitovém Ethernetu*. Propojuje zařízení pro ukládání dat s ostatními servery přes IP síť a uživatelům pracujícím v sítích IP může sloužit jak k propojení se zařízeními DAS (což umožňuje větší využití a jednodušší vzdálené zálohování, zotavení a údržbu těchto zařízení), tak ke zpřístupnění infrastruktury sítí SAN. Rozhraní iSCSI umožňuje přístup k sítím SAN založeným na technologii Fibre Channel, častěji je však používáno jako transportní protokol pro přímý přenos uložených dat sítěmi IP namísto samostatné rychlejší, nicméně dražší sítě FC. V této podobě může sloužit jako základ nenákladné sítě SAN v případě, že podniková infrastruktura je založena na gigabitovém Ethernetu.

Sítě SAN využívající iSCSI jsou určeny pro menší a střední podniky a můžeme je poměrně rychle vytvořit s využitím běžné ethernetové kabeláže z několika lokálních a vzdálených DAS zařízení připojených přes síťová rozhraní. Směrování v iSCSI je zajištěno klasickými směrovači pro gigabitový Ethernet a při konstruování sítě SAN je důležité oddělit toto prostředí od normální sítě.



Jak iSCSI funguje



Komunikace přes iSCSI

