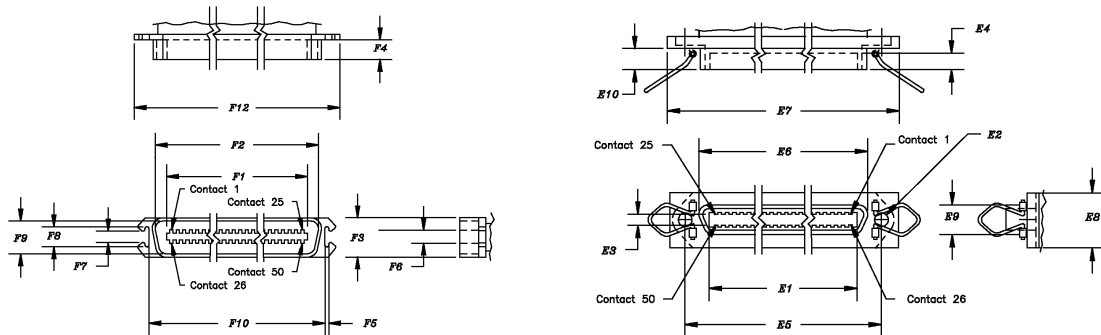
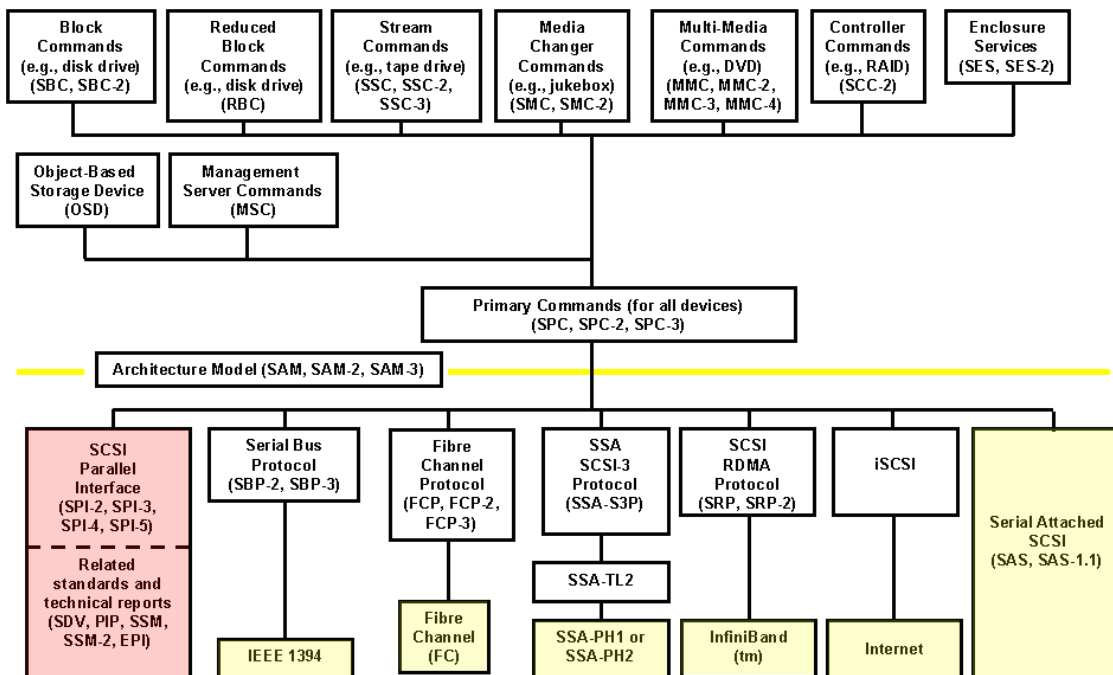


# Rozhraní SCSI

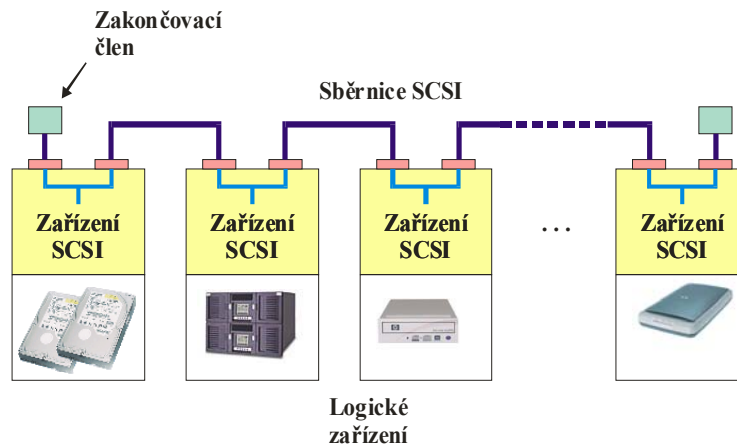


# Architektura SCSI



## Paralelní rozhraní SCSI

- Sběrnice typu multimaster.
- Max. 8 resp. 16 zařízení.
- Různé elektrické provedení
  - SE (Single Ended)
  - HVD (High Voltage Differential)
  - LVD (Low Voltage Differential)
- Na fyzickém konci sběrnice musí být zakončovací členy.

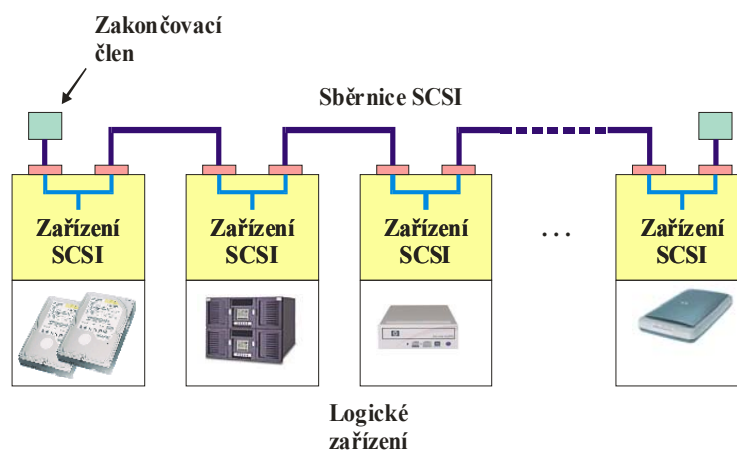


3

## Čísla SCSI zařízení

- Každé SCSI zařízení má přidělené unikátní SCSI číslo (0 – 7 resp. 0 – 15).
- SCSI číslo určuje prioritu zařízení při arbitraci.
- Priorita:

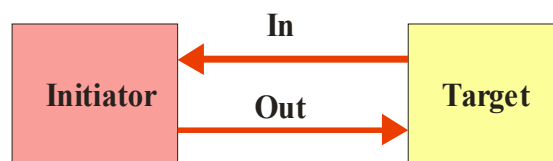
#7 > #6 > ... > #0 > #15 > ... > #8



4

## Přenos na SCSI

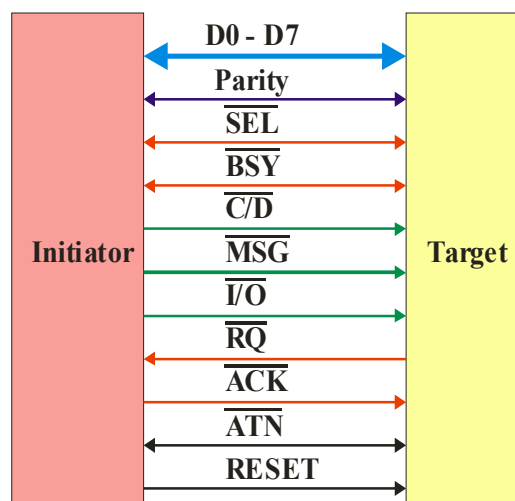
- Spojení je vždy dvoubodové (Target ↔ Initiator).
- Spojení navazuje Initiator (např. počítač) (Kromě případu Reselect).
- Přenos řídí Target (např. IO zařízení).



5

## Sběrnice SCSI

- 8 nebo 16 datových vodičů (8 = narrow, 16 = wide).
- 1 (2) paritní vodiče.
- 9 řídicích signálů.



6

## Základní typy přenosů

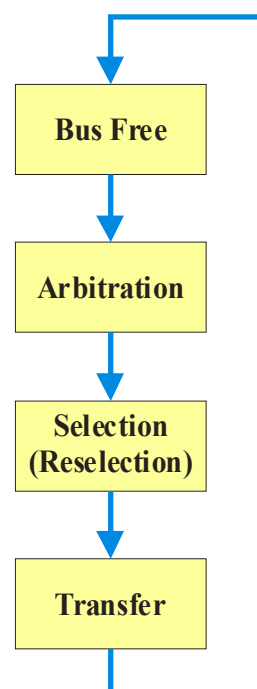
- Jsou určeny stavem vodičů I/O, MSG a C/D.
- Přenáší se:
  - Data
  - Command / Status
  - Message

MSG	C/D	I/O	Přenos	Směr
0	0	0	Data Out	I → T
0	0	1	Data In	I ← T
0	1	0	Command	I → T
0	1	1	Status	I ← T
1	0	0	-	
1	0	1	-	
1	1	0	Message Out	I → T
1	1	1	Message In	I ← T

7

## Stavy (fáze) sběrnice SCSI

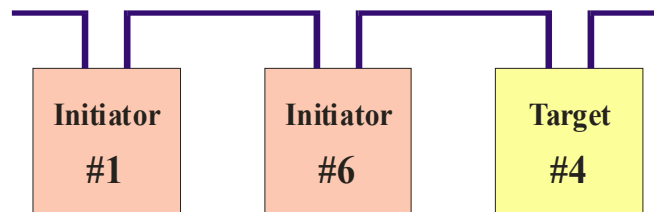
- SCSI je multimaster ⇒ musí se provádět arbitrace.
- Fáze:
  - Bus Free – volná sběrnice.
  - Arbitration – arbitrace (provádí Initiator).
  - Selection (Reselection) – spojení s Target.
  - Transfer – přenos Data, Command, Status, Message.



8

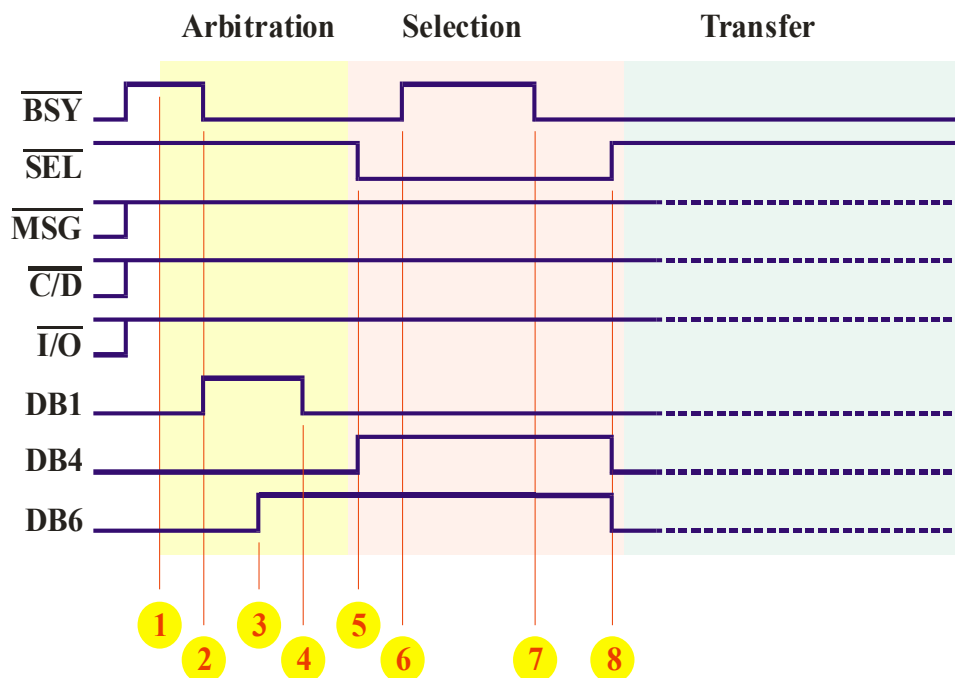
## Fáze Arbitration a Selection (1)

- Arbitrace: Initiator který má vyšší prioritu (podle SCSI čísla) vyhraje sběrnici.
- Je-li aplikován systém „Bus Fairness“:
  - Prohraje-li zařízení při arbitraci, má v další arbitraci přednostní právo na sběrnici.
- Příklad (normální arbitrace):
  - Zařízení č. 1 a 6 žádají o sběrnici.
  - Zařízení č. 6 má vyšší prioritu → zvítězí v arbitraci.
  - Ve fázi Selection naváže č. 6 (Initiator) spojení se zařízením č. 4 (Target).



9

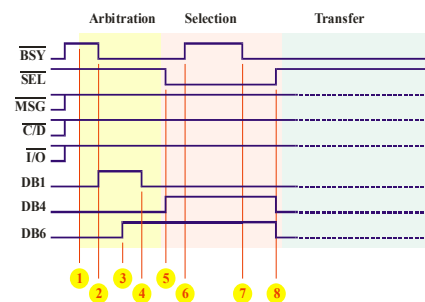
## Fáze Arbitration a Selection (2)



10

## Fáze Arbitration a Selection (3)

1. Žadatelé musí počkat na uvolnění sběrnice.
2. Initiator (#1) aktivuje /BSY a DB1.
3. Initiator (#6) aktivuje /BSY (současně s #1) a DB6.
4. #1 má nižší prioritu  $\Rightarrow$  zruší /BSY a DB1.
5. #6 je vítěz – aktivuje /SEL a DB4 (číslo Target).
6. #6 zruší /BSY.
7. Target (#4) aktivuje /BSY.
8. Initiator (#6) zruší /SEL, DB4 a DB6.



11

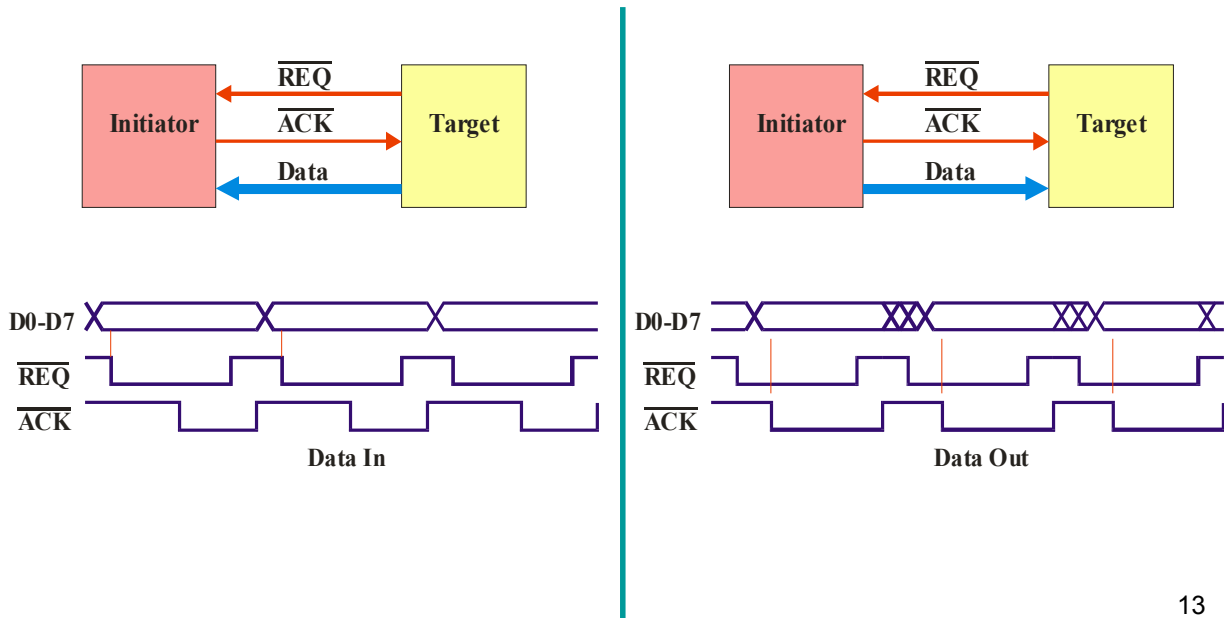
## Fáze Transfer

- Několik metod přenosu:
  - Asynchronní přenos.
  - Synchronní ST (Single Transition).
  - Synchronní DT (Double Transition).
  - Synchronní DT Paced.
- Způsob přenosu (ST $\leftrightarrow$ DT, Normal  $\leftrightarrow$  Wide, rychlost) se musí ustanovit pomocí příslušných Message na začátku spojení.

12

## Asynchronní přenos

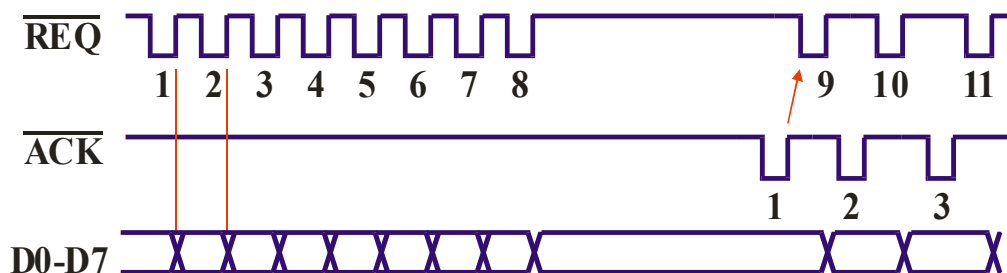
- $\overline{\text{REQ}}$  vždy vysílá Target – požadavek na přenos.
- $\overline{\text{ACK}}$  vysílá Initiator – potvrzení požadavku na přenos.



13

## Synchronní přenos ST

- Musí se ustanovit pomocí Message.
- Určí se max. počet nepotvrzených  $\overline{\text{REQ}}$ .
- Při překročení maximálního počtu nepotvrzených  $\overline{\text{REQ}}$  se přenos dočasně zastaví.

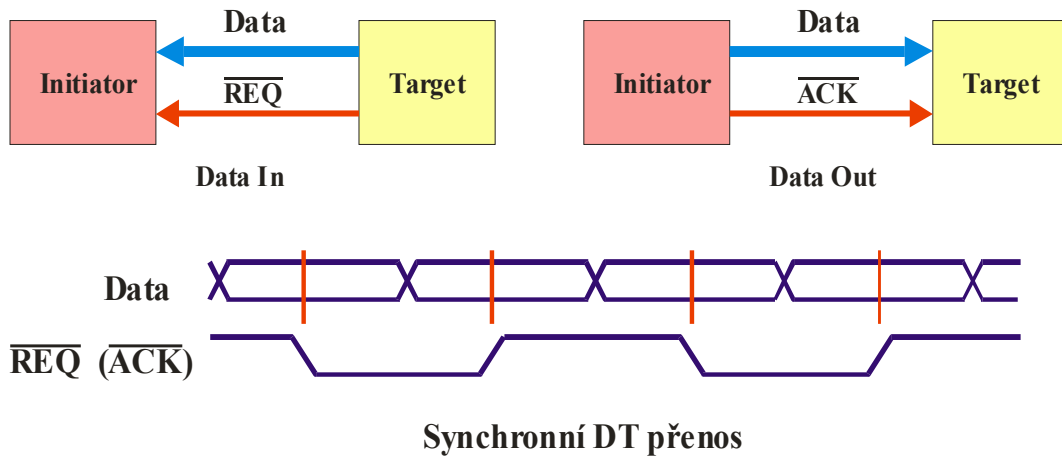


Příklad.: Dohodnuto 8 nepotvrzených  $\overline{\text{REQ}}$ .

14

## Synchronní přenos DT

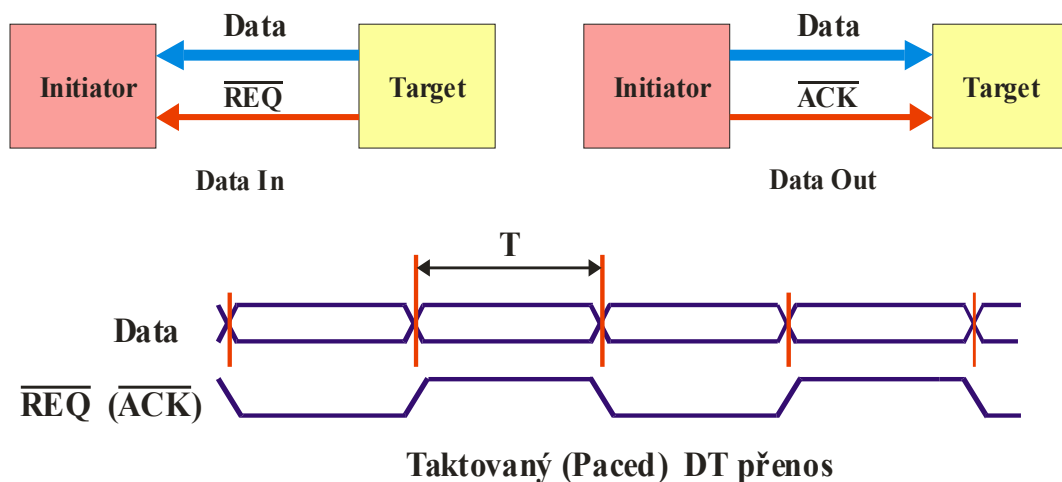
- Data se vzorkují při obou hranách taktovacího signálu.
- Směr přenosu dat je stejný jako směr taktovacího signálu.
  - Při vstupu dat se taktuje signálem  $\overline{\text{REQ}}$ .
  - Při výstupu dat se taktuje signálem  $\overline{\text{ACK}}$ .



15

## Synchronní přenos DT Paced (1)

- Používá se pro větší rychlosti přenosu (SCSI Fast 160, SCSI Fast 320).
- Data se mění při hraně vzorkovacího signálu.
- Při přenosu Fast 320 je perioda přenosu  $T = 6.25 \text{ ns}$ .

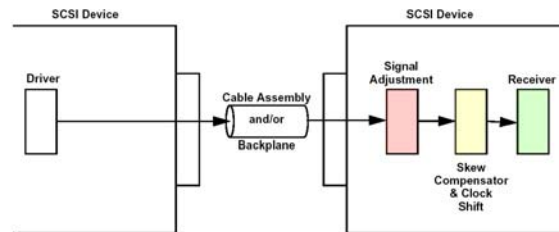


16

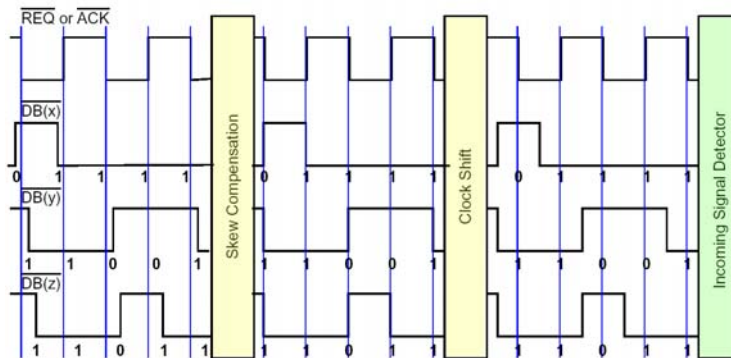


## Synchronní přenos DT Paced (2)

- Při DT Paced přenosu Fast 320 se synchronizační signál i data časově upravují na straně přijímače.



Example of a SCSI bus with fast-320 paced transfers

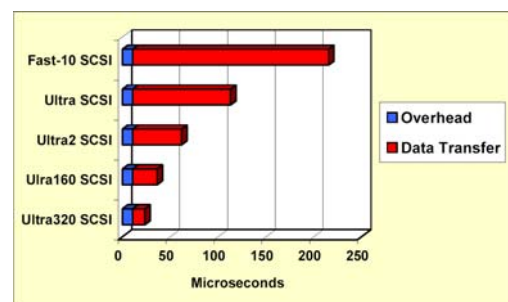


Skew compensation and clock shift example

17

## Přenášené informace

- Přenos probíhá ve fázi Transfer.
- V jedné fázi Transfer se mohou střídavě přenášet data a další informace (oběma směry):
  - Data In, Data Out
  - Message In, Message Out.
  - Status In.
  - Command Out.
- Messages, Status a Command se přenáší základní rychlostí sběrnice (pomalý přenos). Zrychlení přenosu: **Paketizovaný přenos**.
  - Přenáší se IU (Information Unit) zvolenou (velkou) rychlostí.



Overhead times versus data transfer times

18

## Zprávy (Message)

- Používají se pro přenos řídicích informací pro linkovou nebo transportní vrstvu.
- Jsou jednobytové nebo vícebytové.

Code	Support				Message Name	Direction		Clear Attention Condition <sup>a</sup>
	IU Transfers Disabled		IU Transfers Enabled					
	Init	Targ	Init	Targ				
04h	O	O	NS	NS	DISCONNECT	In		n/a
04h	O	O	O	O	DISCONNECT		Out	Yes
80h+	M	O	NS	NS	IDENTIFY <sup>b</sup>	In		n/a
80h+	M	M	NS	NS	IDENTIFY <sup>b</sup>		Out	Not required
23h	O	O	NS	NS	IGNORE WIDE RESIDUE <sup>b</sup>	In		n/a
05h	M	M	M	M	INITIATOR DETECTED ERROR		Out	Yes
0Ah	O	O	NS	NS	LINKED COMMAND COMPLETE <sup>b</sup>	In		n/a
09h	M	M	M	M	MESSAGE PARITY ERROR		Out	Yes
07h	M	M	M	M	MESSAGE REJECT	In	Out	Yes
01h,05h,00h	O	O	NS	NS	MODIFY DATA POINTER	In		n/a
01h,09h,05h	O	O	NS	NS	MODIFY BIDIRECTIONAL DATA POINTER	In		n/a
08h	M	M	M	M	NO OPERATION		Out	Yes
01h,06h,04h	M	M	M	M	PARALLEL PROTOCOL REQUEST	In	Out	Yes
55h	NS	O	O	O	QAS REQUEST	In		n/a
03h	O	O	NS	NS	RESTORE POINTERS	In		n/a
02h	O	O	NS	NS	SAVE DATA POINTERS	In		n/a
01h,03h,01h	O	O	M	M	SYNCHRONOUS DATA TRANSFER REQUEST	In	Out	Yes
00h	M	M	NS	NS	TASK COMPLETE <sup>b</sup>	In		n/a
01h,02h,03h	O	O	M	M	WIDE DATA TRANSFER REQUEST	In	Out	Yes

19

## Příkazy

- Příkazy se přenáší v CDB (Command Definition Block).
- CDB mají délku 6, 10 nebo 12 bytů (ATAPI: vždy 12 bytů).
- Obecný formát CDB (10 bytový CDB):

Bit Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Operation code							
1	Logical unit number			Reserved				
2	(MSB)							
3	Logical block address (if required)							
4								
5	(LSB)							
6	Reserved							
7	(MSB)							
8	Transfer length (if required) Parameter list length (if required) Allocation length (if required)							
9	(LSB)							
	Control							

20

## Příkazy pro zařízení

- Zařízení jsou rozdělena podle typu do skupin:
  1. Zařízení s přímým přístupem.
  2. Zařízení se sekvenčním přístupem.
  3. Zařízení s jednorázovým zápisem.
  4. Zařízení CD-ROM.
  5. Optické paměti.
  6. Zařízení s měničem médií.
  7. Skenovací zařízení.
  8. Tisková zařízení.
  9. Procesorová zařízení.
  10. Komunikační zařízení.
- Každá skupina zařízení má definovaný logický model a příslušnou sadu příkazů.
- Některé příkazy jsou společné pro všechny skupiny.

21

## Příkazy pro všechna zařízení

Command name	Operation code	Type	Subclause
CHANGE DEFINITION	40h	O	8.2.1
COMPARE	39h	O	8.2.2
COPY	18h	O	8.2.3
COPY AND VERIFY	3Ah	O	8.2.4
INQUIRY	12h	M	8.2.5
LOG SELECT	4Ch	O	8.2.6
LOG SENSE	4Dh	O	8.2.7
MODE SELECT(6)	15h	Z	8.2.8
MODE SELECT(10)	55h	Z	8.2.9
MODE SENSE(6)	1Ah	Z	8.2.10
MODE SENSE(10)	5Ah	Z	8.2.11
READ BUFFER	3Ch	O	8.2.12
RECEIVE DIAGNOSTIC RESULTS	1Ch	O	8.2.13
REQUEST SENSE	03h	M	8.2.14
SEND DIAGNOSTIC	1Dh	M	8.2.15
TEST UNIT READY	00h	M	8.2.16
WRITE BUFFER	3Bh	O	8.2.17

Key: M = Command implementation is mandatory.  
 O = Command implementation is optional.  
 Z = Command implementation is device type specific.

22

## Příkazy pro zařízení s přímým přístupem

Command name	Operation code	Type	Subclause
CHANGE DEFINITION	40h	O	8.2.1
COMPARE	39h	O	8.2.2
COPY	18h	O	8.2.3
COPY AND VERIFY	3Ah	O	8.2.4
FORMAT UNIT	04h	M	9.2.1
INQUIRY	12h	M	8.2.5
LOCK-UNLOCK CACHE	36h	O	9.2.2
LOG SELECT	4Ch	O	8.2.6
LOG SENSE	4Dh	O	8.2.7
MODE SELECT (6)	15h	O	8.2.8
MODE SELECT (10)	55h	O	8.2.9
MODE SENSE (6)	1Ah	O	8.2.10
MODE SENSE (10)	5Ah	O	8.2.11
PRE-FETCH	34h	O	9.2.3
PREVENT-ALLOW MEDIUM REMOVAL	1Eh	O	9.2.4
READ (6)	08h	M	9.2.5
READ (10)	28h	M	9.2.6
READ BUFFER	3Ch	O	8.2.12
READ CAPACITY	25h	M	9.2.7
READ DEFECT DATA	37h	O	9.2.8
READ LONG	3Eh	O	9.2.9
REASSIGN BLOCKS	07h	O	9.2.10
RECEIVE DIAGNOSTIC RESULTS	1Ch	O	8.2.13
RELEASE	17h	M	9.2.11
REQUEST SENSE	03h	M	8.2.14
RESERVE	16h	M	9.2.12
REZERO UNIT	01h	O	9.2.13
SEARCH DATA EQUAL	31h	O	9.2.14.1
SEARCH DATA HIGH	30h	O	9.2.14.2
SEARCH DATA LOW	32h	O	9.2.14.3
SEEK (6)	0Bh	O	9.2.15
SEEK (10)	2Bh	O	9.2.15
SEND DIAGNOSTIC	1Dh	M	8.2.15
SET LIMITS	33h	O	9.2.16
START STOP UNIT	1Bh	O	9.2.17
SYNCHRONIZE CACHE	35h	O	9.2.18
TEST UNIT READY	00h	M	8.2.16
VERIFY	2Fh	O	9.2.19
WRITE (6)	0Ah	O	9.2.20
WRITE (10)	2Ah	O	9.2.21
WRITE AND VERIFY	2Eh	O	9.2.22
WRITE BUFFER	3Bh	O	8.2.17
WRITE LONG	3Fh	O	9.2.23
WRITE SAME	41h	O	9.2.24

23

## Příklad CDB – čtení z disku

- Pro adresování dat se používá vždy logická adresa (i u ostatních zařízení).
- Délka přenosu je v udána počtu bloků.

Bit Byte(s)	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	Logical Unit No.[1] 0 0 0			Logical Block Address (MSB) [2]				
2	Logical Block Address							
3	Logical Block Address (LSB)							
4	Transfer Length							[3]
5	0	0	0	0	0	0	Flag	Link [4]

24

# Status

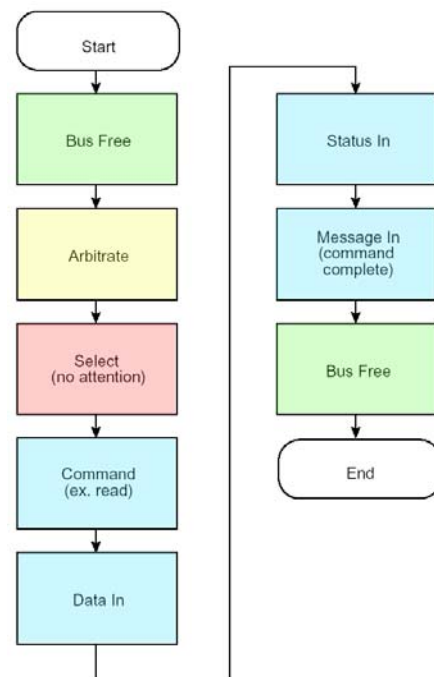
- Typicky se přenáší po dokončení příkazu.

Bits of status byte								Status
7	6	5	4	3	2	1	0	
R	R	0	0	0	0	0	R	GOOD
R	R	0	0	0	0	1	R	CHECK CONDITION
R	R	0	0	0	1	0	R	CONDITION MET
R	R	0	0	1	0	0	R	BUSY
R	R	0	1	0	0	0	R	INTERMEDIATE
R	R	0	1	0	1	0	R	INTERMEDIATE-CONDITION MET
R	R	0	1	1	0	0	R	RESERVATION CONFLICT
R	R	1	0	0	0	1	R	COMMAND TERMINATED
R	R	1	0	1	0	0	R	QUEUE FULL
All other codes								Reserved
Key: R = Reserved bit								

25

## Příklad jednoduché komunikace

- Jednoduchý přenos – čtení dat z disku.
- Postupně probíhají fáze:
  - Bus Free,
  - Arbitration
  - Selection,
  - Transfer,
  - Bus Free.
- Ve fázi Transfer se postupně přenáší:
  - Příkaz (CDB),
  - Data,
  - Status,
  - Message.
- Sběrnice je po celou dobu obsazená.



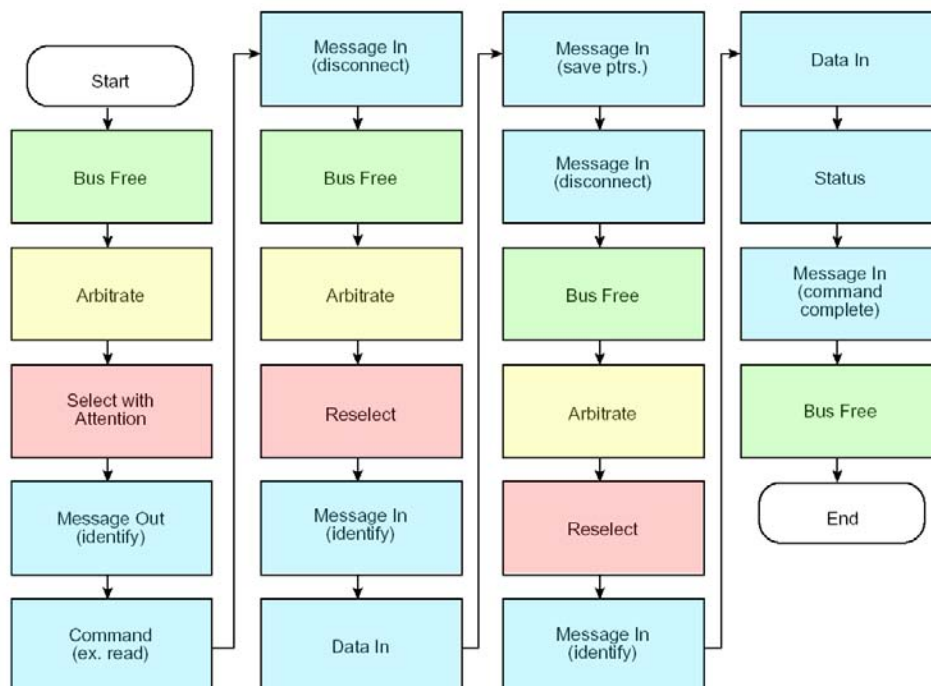
26

## Příklad složitější komunikace (1)

- Přenos s odpojením a novým připojením.
- Po přijetí příkazu se Target odpojí od sběrnice.
- Příprava dat probíhá bez připojení na sběrnici (sběrnici může zatím použít jiné zařízení).
- Po přípravě dat se provede nová arbitrace (Target (!)), Reselect a přenos dat.

27

## Příklad složitější komunikace (2)



28

## Výkony paralelního rozhraní SCSI (SPI)

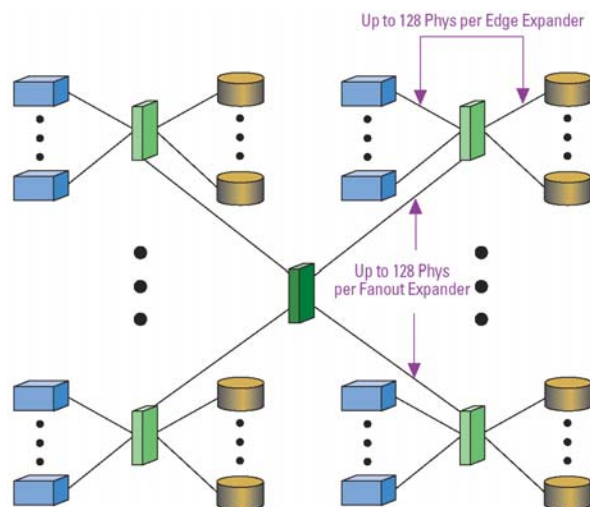
SCSI režim	Přenosová rychlost [MB/s] (synchronní)		Maximální délka sběrnice [m]		
	Narrow (8b.)	Wide (16b.)	SE	HVD	LVD
SCSI 1	5	-	6	25	-
Fast	10	20	3	25	-
Ultra (Fast 20)	20	40	3	25	-
Ultra 2 (Fast 40)	40	80	-	25	12
Ultra 160	-	160	-	-	12
Ultra 320	-	320	-	-	12
Ultra 640	-	640	-	-	12

= Paced

29

## SAS (Serial Attachment SCSI)

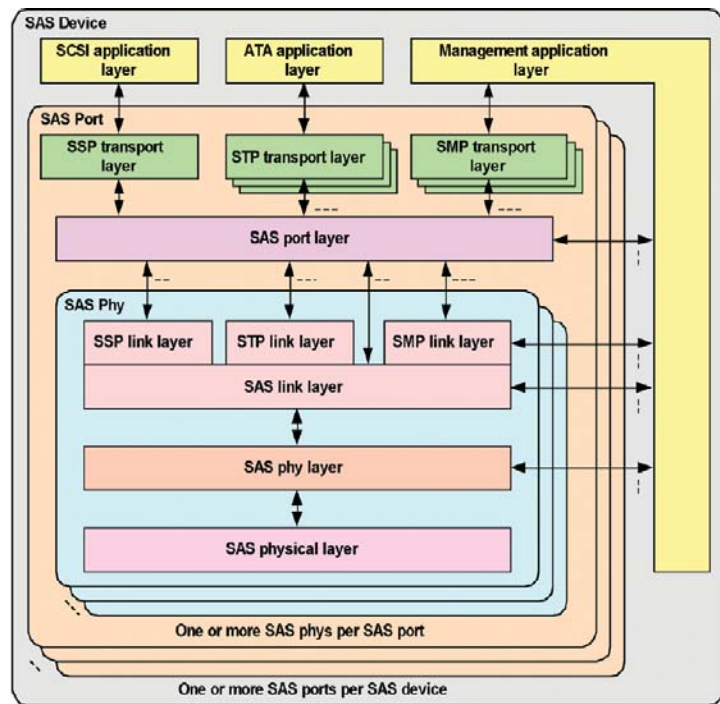
- Navrženo s využitím prvků Serial ATA a Fibre Channel.
- Umožňuje složitější propojení než SATA.
- Maximální přenosová rychlost 3 GHz ( $\Rightarrow$  300 MBytů/s) resp. 6 GHz u verze SAS-2.



30

# SAS (Serial Attachment SCSI)

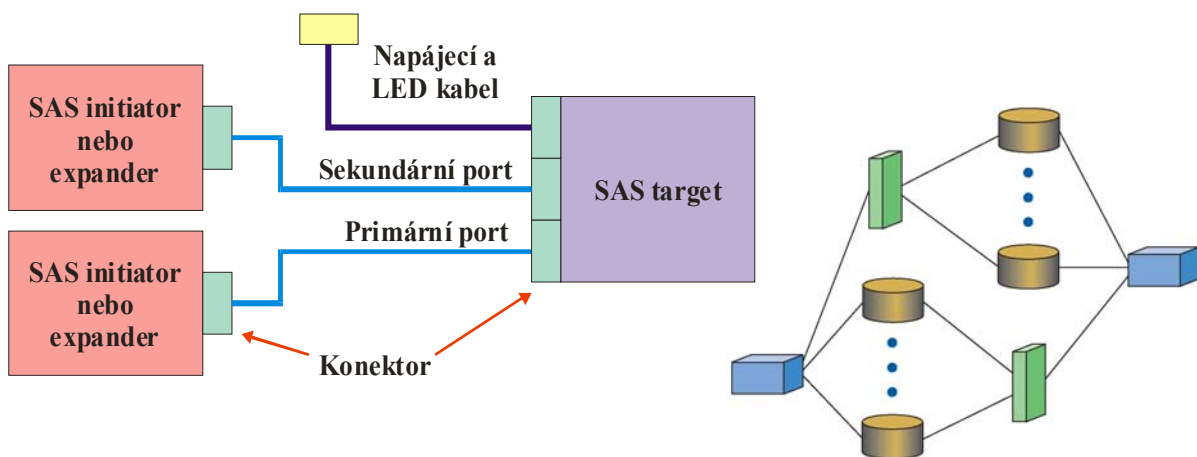
- Celkem 6 vrstev.
- **SAS Port** může komunikovat s aplikační vrstvou SAS nebo SATA.
- Fyzická a phy vrstva odvozená od Fibre Channel.
- Maximální rychlost – předpoklad do 6 Gbitů/s.
- Dvoubodové fyzické spoje.



31

## Porty na SAS zařízení

- Typické zařízení SAS má primární a sekundární port.

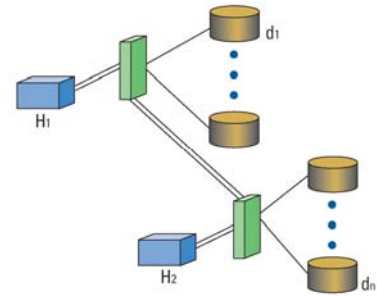
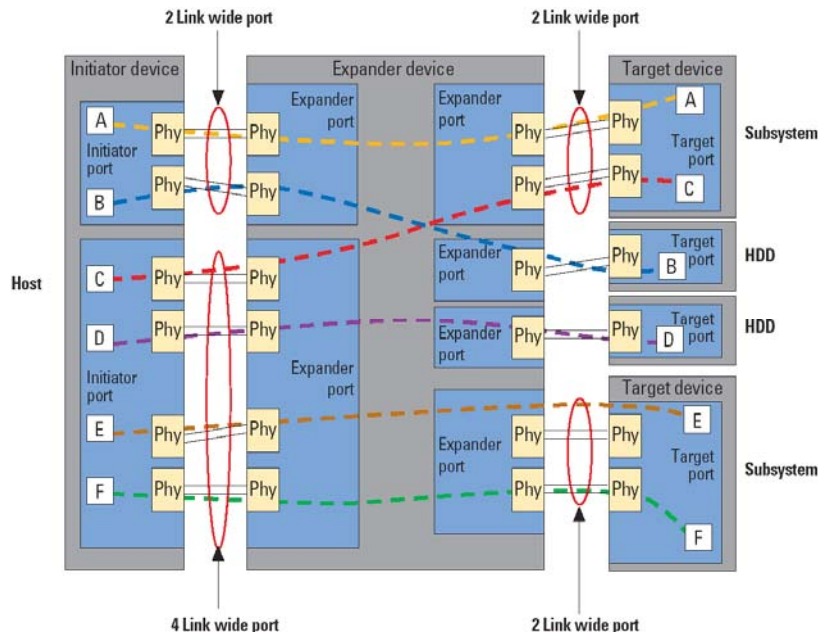


32



# Expander SAS

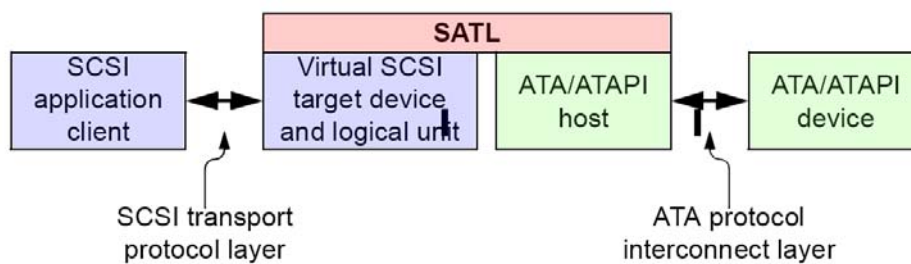
- Expander umožňuje propojení různých portů.



33

# Mapování SCSI - ATA

- Protokol SATL (SCSI – ATA Transformation Layer) definuje mapování SCSI – ATA.
- Disk ATA lze připojit k aplikačnímu rozhraní SCSI.



34

## Reference

❖ <http://www.t10.org/drafts.htm>