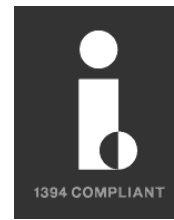


Rozhraní IEEE 1394

FireWire iLINK



1

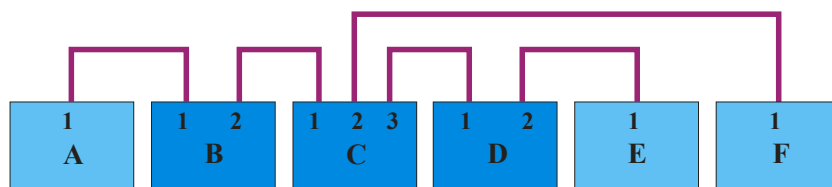
Specifikace

- Postavena na bázi standardu ISO/IEC 13213 „Control and Status Register Architecture for Microcomputer Buses“ (CSR).
- **IEEE 1394 – 1995** Původní specifikace (max. 400 Mb/s).
- **IEEE 1394a** Odstranění některých problémů původní specifikace.
- **IEEE 1394b** Rozšíření o „Beta mode“ (max. 3.2 Gb/s).

2

Základní konfigurace

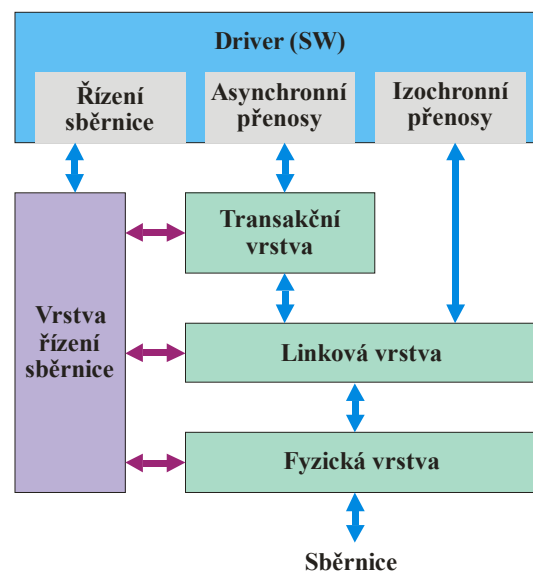
- Na IEEE 1394 může být připojeno max. 64 stanic.
- Spojení jsou dvoubodová.
- Každá stanice má 1 nebo více portů.
- Stanice opakuje přijatá data na ostatních portech, tj. data slyší všechny ostatní stanice.



3

Vrstvy protokolu

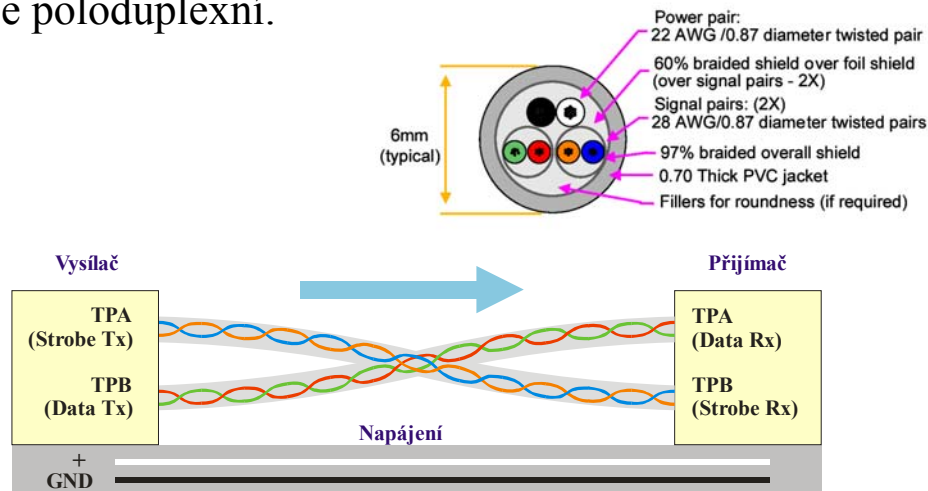
- Protokol je rozdělen do 3 vrstev:



4

Fyzická vrstva (1)

- Stanice jsou propojeny dvěma signálními TP.
- V kabelu mohou být vodiče pro rozvod napájení.
- Max. délka spoje je 4.5 m / 400 Mb/s (10 m pro jiný typ vodiče).
- Spojení je poloduplexní.

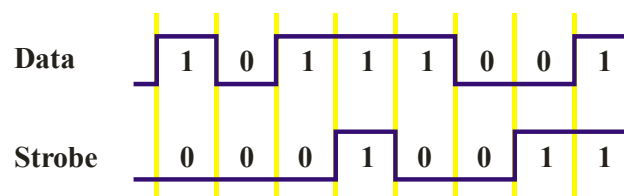


5

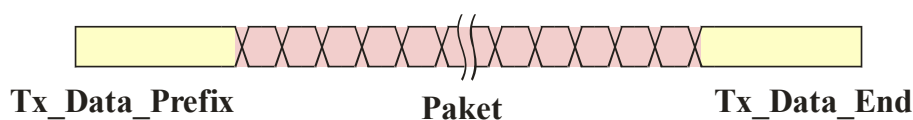
Fyzická vrstva (2)

- Při přenosu jsou data doplněna signálem Strobe.
- Přijímač provede rekonstrukci hodin:

$$\text{CLK} = \text{Data} \oplus \text{Strobe.} \quad (\oplus = \text{XOR})$$



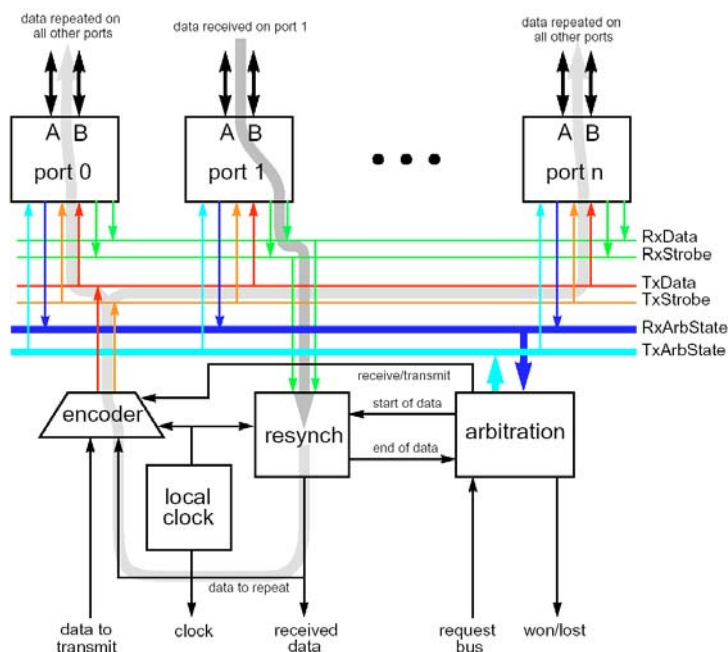
- Netaktované intervaly na začátku a na konci paketu slouží k arbitraci, konfiguraci sběrnice atd.



6

Porty ve stanici

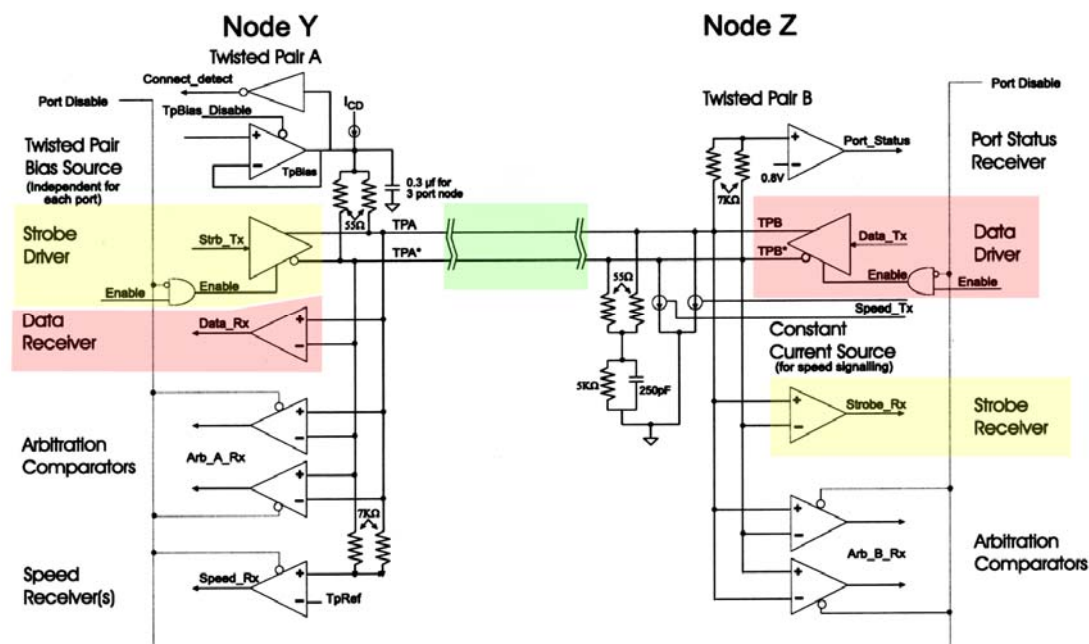
- Každá stanice opakuje přijaté pakety na ostatních portech.
- Při arbitraci, konfiguraci atd. může porty ovládat jednotlivě.



7

Transceivery (1)

- Data a Strobe se přenáší diferenciálním signálem.
 - Diferenciální napětí cca. 120 – 260 mV.

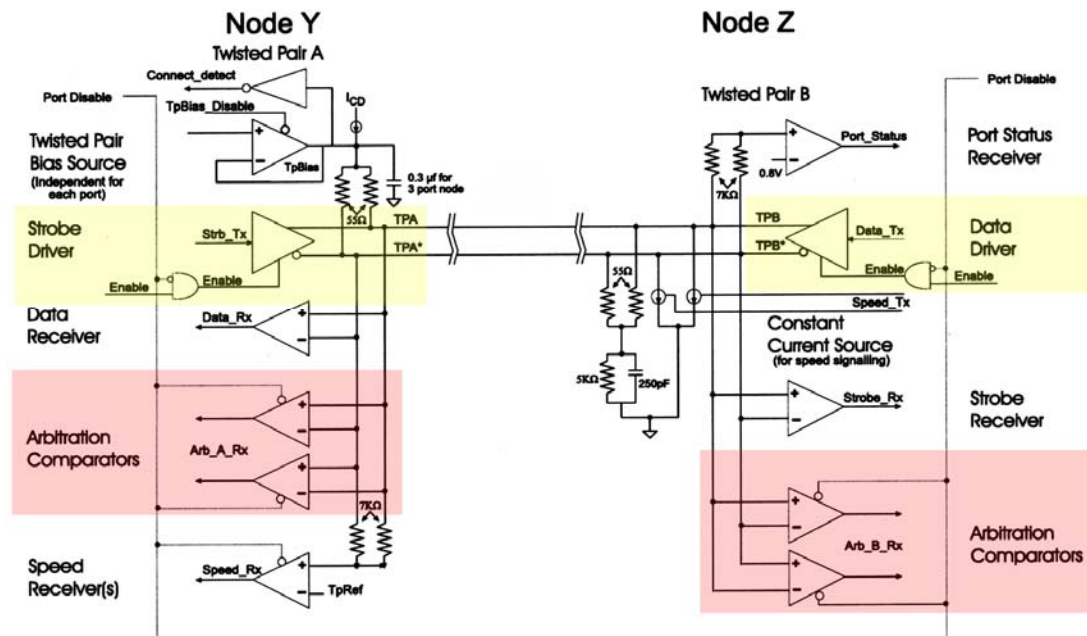


Na obrázku jsou obvody pro jeden TP.

8

Transceivery (2)

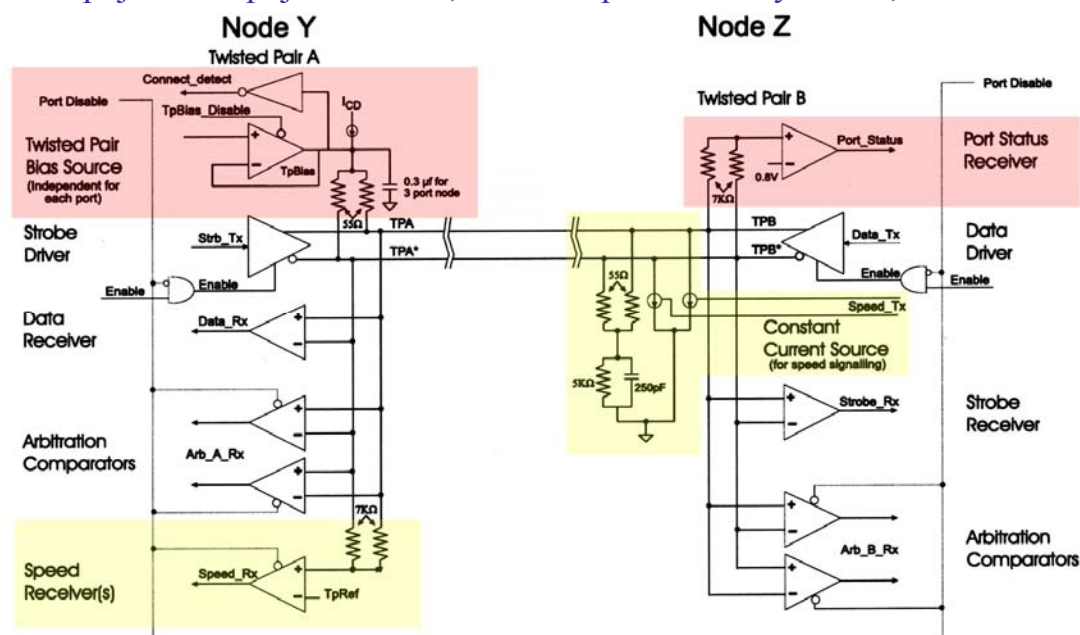
- Při arbitraci se používají datové (resp. strobovací) budiče a samostatné diferenciální přijímače.



9

Transceivery (3)

- Doplňková signalizace se provádí součtovým signálem (DC Bias).
 - Připojení a odpojení stanice, indikace přenosové rychlosti, ...



10



Konfigurace sběrnice

- Po připojení nebo odpojení stanice se provede reset.
 - Reset je signalizován na všechny stanice pomocí arbitračních signálů.
- Následují dva kroky konfigurace:
 - 1. Tree Identification.**
 - Konfigurace sítě do logického stromu a určení root.
 - 2. Self Identification.**
 - Určení čísel jednotlivých stanic.

11



Tree Identification (1)

- Stanice s jedním připojeným portem = **leaf**.
- Stanice se dvěma a více připojenými porty = **branch**.

Tree Identification:

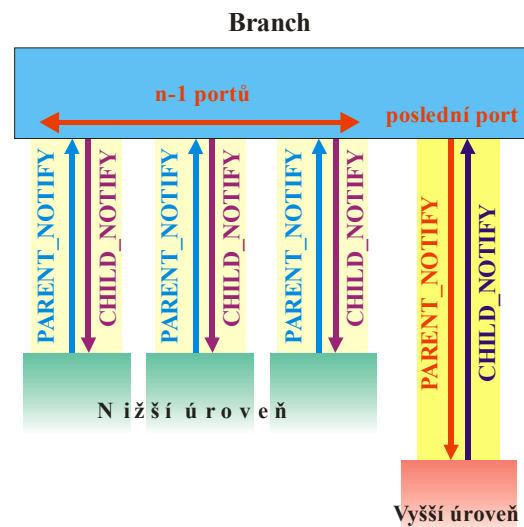
1. **Leaf** vysílá arbitrační signál „PARENT_NOTIFY“.
2. **Branch** vrací „CHILD_NOTIFY“.
3. Má-li **branch** na (n-1) vstupech „PARENT_NOTIFY“, vyšle „PARENT_NOTIFY“ na zbývajícím port.

12

Tree Identification (2)

Tree Identification:

1. Leaf vysílá arbitrační signál „PARENT_NOTIFY“.
2. Branch vrací „CHILD_NOTIFY“.
3. Má-li branch na $(n-1)$ vstupech „PARENT_NOTIFY“, vyšle „PARENT_NOTIFY“ na zbývající port.

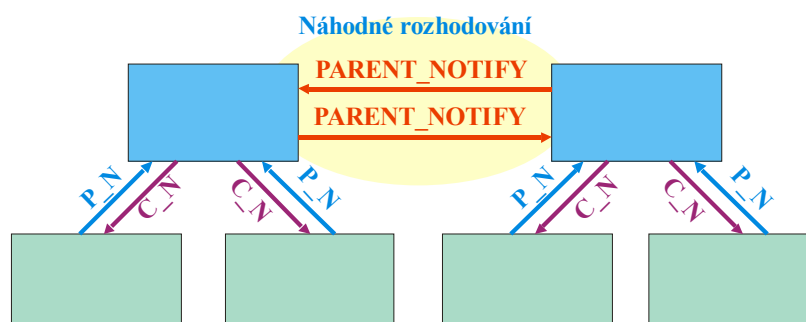


13

Tree Identification (3)

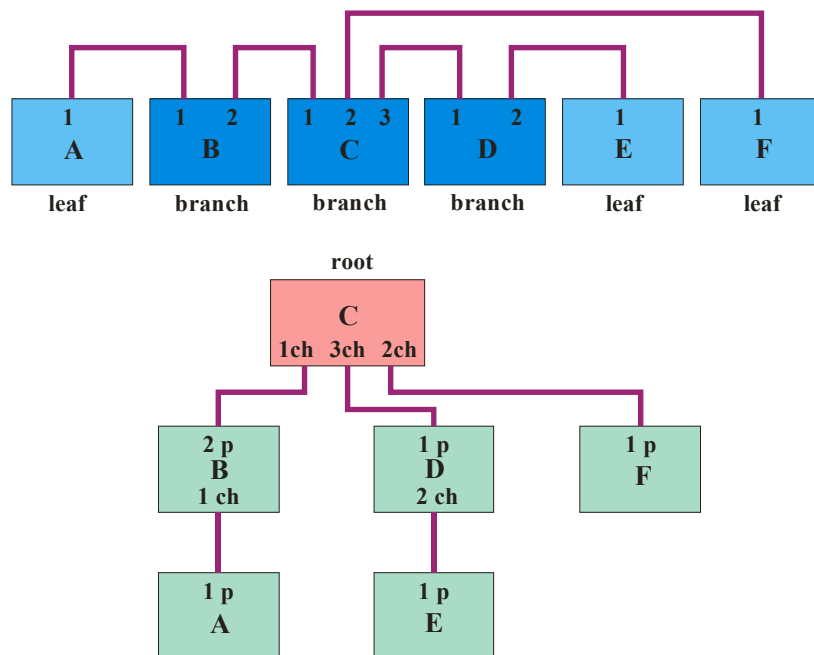
Tree Identification:

4. Vysílají-li dvě stanice proti sobě „PARENT_NOTIFY“, opakuje se pokus s náhodným zpožděním.
5. Poslední stanice má na všech vstupech „PARENT_NOTIFY“ $\Rightarrow$ je určena jako **root**.



14

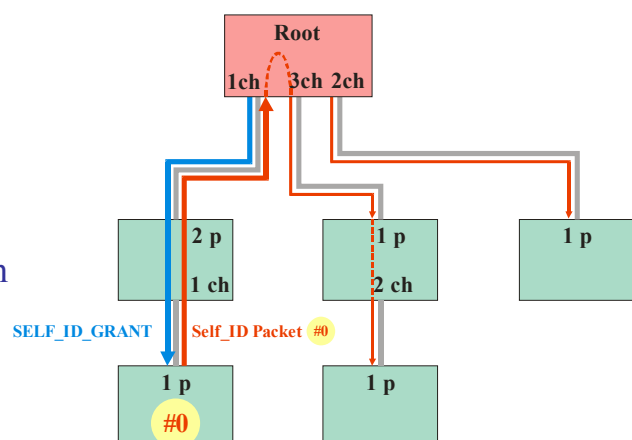
Tree Identification (4)



15

Self Identification

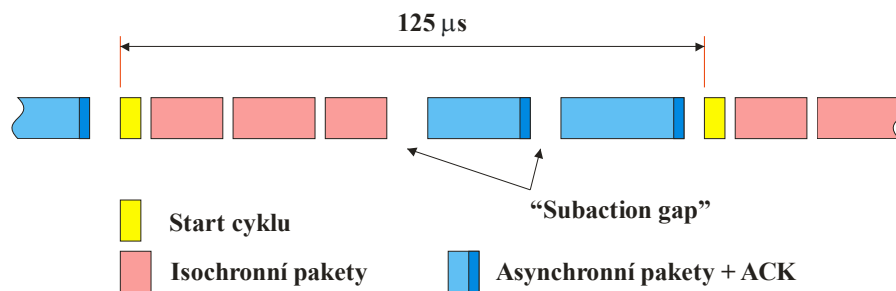
- Přiřazení ID čísel jednotlivým stanicím.
 - Root vysílá postupně na jednotlivé porty „SELF_ID_GRANT“.
 - Branch jej podle potřeby předává na port Child.
 - Dosud neidentifikovaný Leaf nebo Child vrátí „Self_ID_Packet“ se svým ID číslem a dalšími parametry.
 - „Self_ID_Packet“ slyší i ostatní stanice – počítají pakety a když na ně dojde řada, určí podle toho své ID.



16

Přenosový cykl

- Přenosy na IEEE 1394 jsou prováděny v 125 μ s cyklech.
- Začátek cyklu indikuje paket „Cycle_Start“, který vysílá **Cycle Master** (obvykle **Root**).
- V cyklu se napřed přenáší **izochronní** pakety (max. 80% času), potom **asynchronní** pakety.
- Před každým paketem je arbitrační mezera.
- **Branch** opakuje přijatý paket na ostatní porty.



17

Isochronní přenos

- Isochronní pakety mají zaručen přenos v každém cyklu.
- Celkem může být přiděleno 80% přenosové kapacity.
- Před zahájením přenosu se vytvoří isochronní kanál.
 - Jedna ze stanic je Isochronous_Resource_Manager – má veřejně přístupné proměnné pro přidělení čísla kanálu a přenosové kapacity (semaforová operace).
- Isochronní pakety se nepotvrzují.

Isochronní paket (zjednodušeně)

Kanál + řízení	CRC	Data	CRC
----------------	-----	------	-----

18

Isochronní přenos (2)

- Délka isochronního paketu je omezená:

Rychlost sběrnice	Max. délka paketu (Bytů)	Přenosová rychlost
100 Mb/s	1024	≈ 8 MB/s
200 Mb/s	2048	≈ 16 MB/s
400 Mb/s	4096	≈ 32 MB/s
800 Mb/s	8192	≈ 64 MB/s
1600 Mb/s	16384	≈ 128 MB/s
3200 Mb/s	32768	≈ 256 MB/s

 pro IEEE 1394b

19

Asynchronní přenos

- Může využívat zbývající volnou přenosovou kapacitu sběrnice.
- Asynchronní pakety nemají zaručen přístup v každém přenosovém cyklu.
- Asynchronní pakety se potvrzují (ACK paket) bez uvolnění sběrnice.

Asynchronní paket (zjednodušeně)

Dest. ID	Řízení	Source ID	Dest. offset	Typ	CRC	Data	CRC
----------	--------	-----------	--------------	-----	-----	------	-----

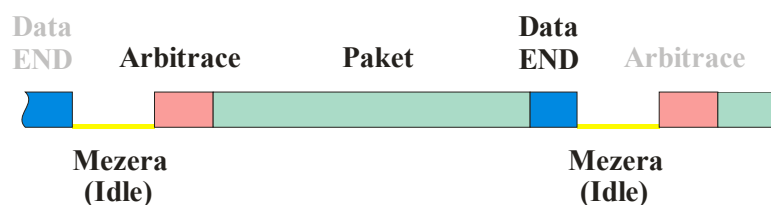
Povinná část

Nepovinná část

20

Arbitrace (1)

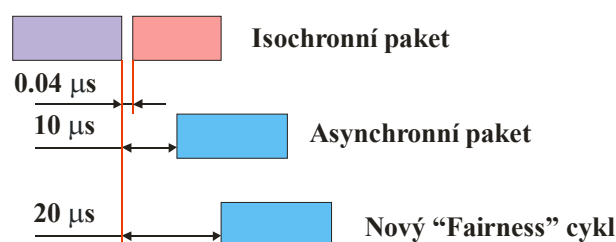
- O přidělení sběrnice pro přenos paketu rozhoduje Root.
- Po ukončení přenosu paketu je sběrnice definovanou dobu ve stavu Idle.
- Po 0.04 μ s mohou vysílat žádost isochronní pakety.
 - Pro každý kanál může stanice žádat o přenos 1 $\times$ v přenosovém cyklu.
- Po 10 μ s mohou vysílat žádost asynchronní pakety.
 - Každá stanice může žádat o asynchronní přenos 1 $\times$ ve „Fairness_Cycle“.



21

Arbitrace (2)

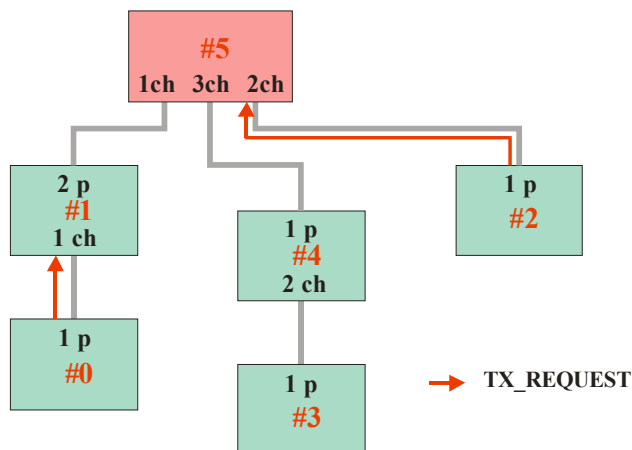
- O přidělení sběrnice pro přenos paketu rozhoduje Root.
- Po ukončení přenosu paketu je sběrnice definovanou dobu ve stavu Idle.
- Po 0.04 μ s mohou vysílat žádost isochronní pakety.
 - Pro každý kanál může stanice žádat o přenos 1 $\times$ v přenosovém cyklu.
- Po 10 μ s mohou vysílat žádost asynchronní pakety.
 - Každá stanice může žádat o asynchronní přenos 1 $\times$ ve „Fairness_Cycle“.



22

Arbitrace (3)

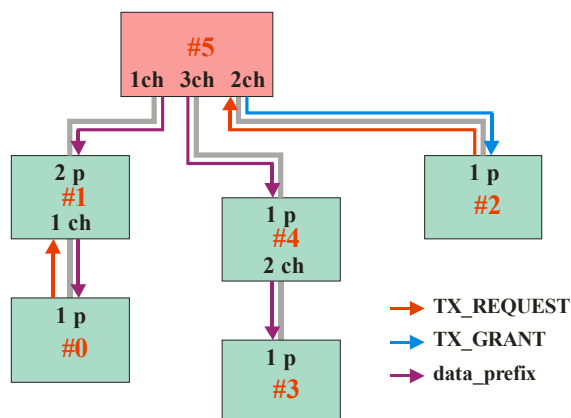
1. Žádající stanice vysílají „Tx_REQUEST“ směrem k Root.



23

Arbitrace (4)

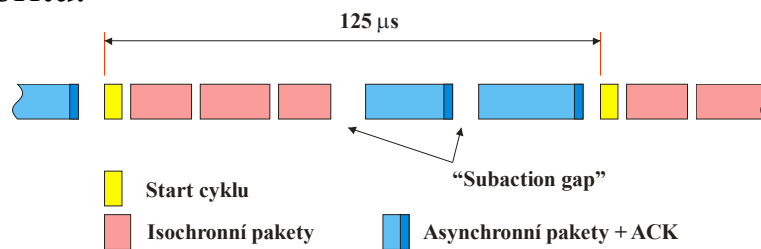
2. Root odpoví na první detekovaný „Tx_REQUEST“ signalizací směrem k Child.
3. Branch na nižší úrovni si „Tx_GRANT“ nechá (pokud je sám žadatel) nebo předá na vybraný Child.
4. Na ostatních portech se signalizuje „DATA_PREFIX“, tj. začátek datového paketu (= zákaz vysílání).



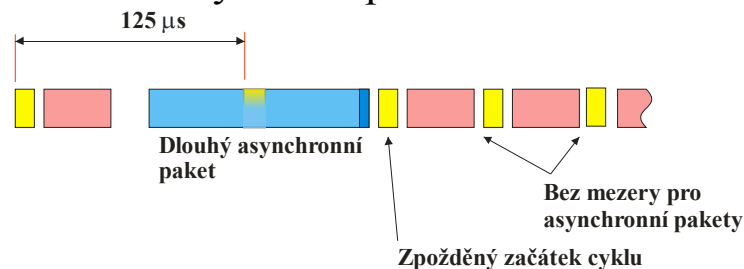
24

Arbitrace (5)

- Isochronní pakety vysílají „Tx_REQUEST“ po $0.04\ \mu\text{s}$ $\Rightarrow$ mají vyšší prioritu.



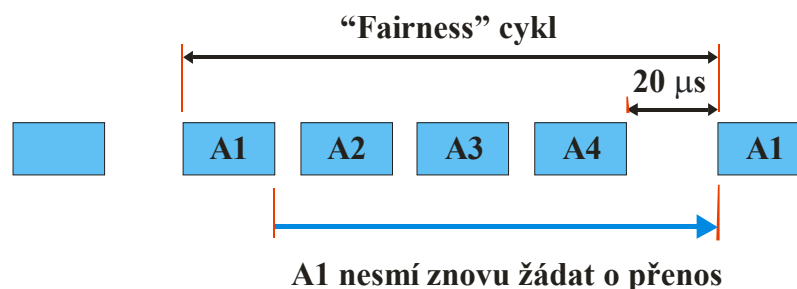
- Přesáhne-li asynchronní paket přes dobu přenosového cyklu, vysílá Cycle Master další „Cycle_Start“ ihned po isochronních paketech, dokud se nevyrovná zpoždění.



25

„Fairness cycle“

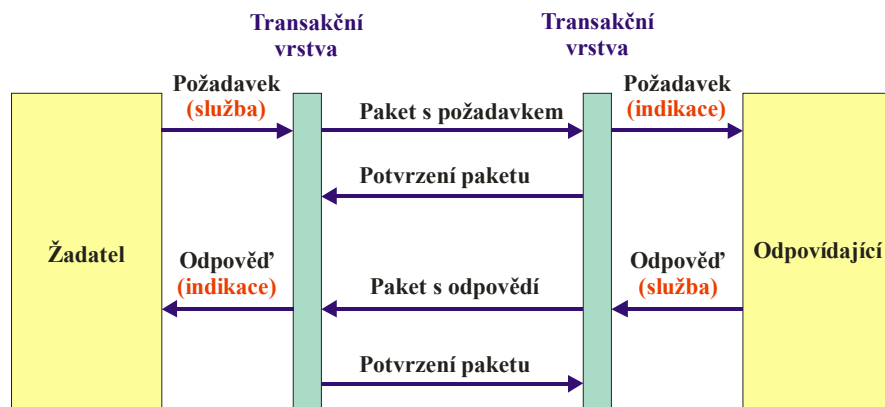
- Každá stanice může žádat o přenos jen $1\times$ ve Fairness_Cycle.
- Další Fairness_Cycle začíná, je-li sběrnice min. $20\ \mu\text{s}$ v Idle.



26

Transakční vrstva

- Zabezpečuje zpracování a signalizaci požadavků („request“) a odpovědí („response“).
- Asynchronní pakety jsou potvrzovány bez nové arbitrace.
- Isochronní pakety se nepotvrzují (neprochází transakční vrstvou).



27

IEEE 1394b

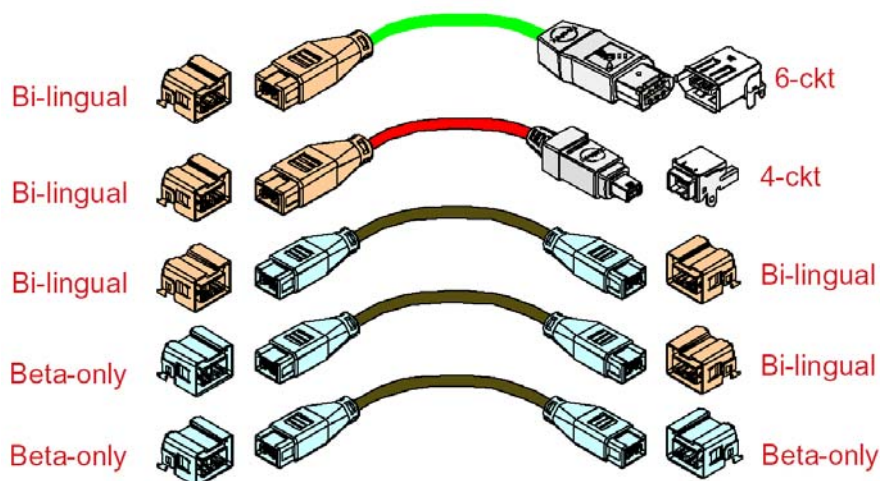
Specifikuje řadu změn:

- Přenosová rychlost max. 3200 Mb/s.
- Každý TP se používá jen pro jeden směr
(TA → TB, TB ← TA).
- Kódování 8 → 10, včetně řídicích znaků.
- Arbitrace převzata z Fibre Channel.
- Nemá indikaci rychlosti atd. součtovým signálem.
- Jiné konektory a média (včetně optického vlákna).

28

IEEE 1394b

- Rozhraní IEEE 1394b může mít porty starého typu („Legacy“), nového typu („Beta“) nebo kombinované („Bilingual“).



29

Reference

- ❖ Anderson, Don: FireWire System Architecture. Addison-Wesley 1999.
- ❖ <http://grouper.ieee.org/groups/1394/b/>
(draft specifikace)
- ❖ <http://www.1394ta.org/>
(1394 Trade Association)

30