

Protokoly spojové vrstvy

O čem přednáška je?

2

- Režimy komunikace mezi stanicemi
- Znakově orientované protokoly (BSC)
- Bitově orientované protokoly (HDLC)

Komunikace mezi stanicemi

3

- **dvoubodový spoj** – linkový protokol zajišťuje přímou komunikaci koncových uzlů
- **mnohabodový spoj** – sdílené médium neumožňující vícenásobné přidělení
 - ▣ při současném požadavku více uzlů na přidělení média musí existovat mechanismus výběru jednoho

Režimy výzvy a výběru

4

- režim výzvy (pooling) – přenos dat z podřízených stanic do řídicí
 - ▣ řídicí stanice vyzývá podřízené k vyslání dat
 - ▣ pořadí určuje řídicí stanice (cyklicky, priorita, apod.)
- režim výběru (selection) – přenos dat z řídicí stanice do podřízených
 - ▣ řídicí stanice vybírá podřízené, kterým pak odešle data
- režimy výzva a výběr se střídají
 - ▣ většinou se zahajuje výzvou, po převzetí dat z podřízené stanice se jí předají data
 - ▣ komunikace může být zrychlená, když přenos dat proběhne během jednoho cyklu režimu v obou směrech střídavě (s výjimkou záporného potvrzení)

Režimy výzvy a výběru, 2

5

- mechanismus v sobě skýtá jedno potenciální nebezpečí
 - v případě výpadku centrálního arbitra (řídící stanice) se celá síť na bázi mnohobodového spoje stává nepoužitelnou
- existují jiné alternativy, které existenci centrálního arbitra nepředpokládají
- soutěž musí mít přesně stanovená pravidla, která všichni soutěžící musí dodržovat - jsou definována ve formě tzv. **přístupové metody (access method)**
 - charakteristické hlavně pro lokální sítě
 - nejrozšířenější jsou dnes dvě přístupové metody – metoda CSMA/CD (sítě typu Ethernet), a metoda Token passing (sítě TokenRing a TokenBus)

Typy stanic

6

- **Primární stanice**
 - ▣ Řídí provoz spoje
 - ▣ Vytváří rámce zvané **příkazy**
 - ▣ Udržuje samostatný logický spoj s každou **sekundární stanicí**
- **Sekundární stanice**
 - ▣ Je řízená **primární stanicí**
 - ▣ Vytváří rámce zvané **odpovědi**
- **Kombinovaná stanice**
 - ▣ Vytváří **příkazy** i **odpovědi**

Konfigurace spoje

7

- **Unbalanced** – nevyvážená konfigurace
 - ▣ 1 primární stanice a 1 nebo více sekundárních stanic na jednom spoji
 - ▣ 2-bodový nebo mnohabodový spoj
 - ▣ Podporuje duplex i poloviční duplex
- **Balanced** – vyvážená konfigurace
 - ▣ 2 kombinované stanice na jednom spoji
 - ▣ 2-bodové spoje
 - ▣ Podporuje duplex i poloviční duplex

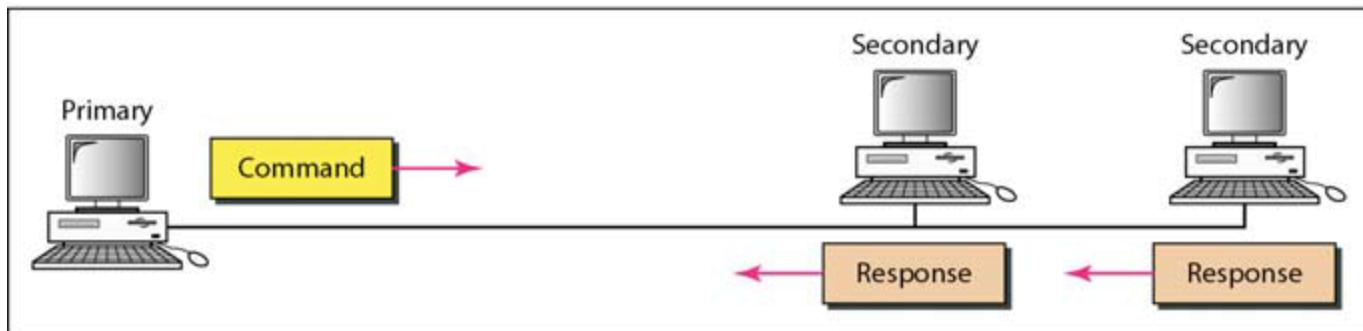
Normal Response Mode – NRM

8

- nevyvážená (unbalanced) konfigurace
- adresa vždy značí adresu sekundární stanice
- ve směru řídicí/podřízená jde o výběr/výzvu



a. Point-to-point



b. Multipoint

Asynchronous Balanced Mode – ABM

9

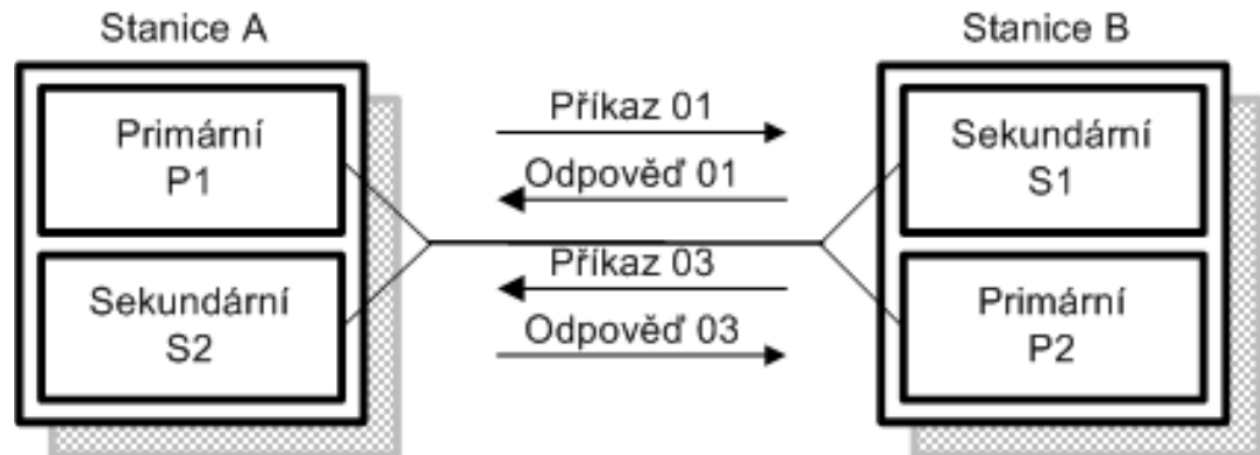
- vyvážená (balanced) konfigurace
- stanice se nazývají kombinované (combined)
- obě mohou současně vysílat i přijímat příkazy i odpovědi
- rozlišení směru je dáno adresami
 - příkaz obsahuje protějščí adresu, odpověď místní adresu
- data jsou přenášena jako příkazy v režimu výběr
- režim výzva se používá k vyžádání potvrzení nebo hlášení o stavu protějščí stanice



Asynchronous Response Mode – ARM

10

- vyvážená (balanced) konfigurace
- dvě dvojice P(primární), S(sekundární) stanic
- informace se přenáší pouze jako příkazy, potvrzení pouze jako odpovědi, rozlišení je dáno adresami
- nutné řešit konflikty, kdy obě stanice (např. P1, S2) vyžadují současně přenos v daném směru
- používá se málo



Znakově orientované protokoly – BSC

11

- **Binary Synchronous Communication**
- poloduplexní znakový přenos dat mezi jednou řídicí a jednou nebo více podřízenými stanicemi
- přenos může být synchronní nebo asynchronní, sériový nebo paralelní po okruzích dvoubodových, mnohobodových nebo kruhových
 - ▣ při asynchronním přenosu jsou znaky orámovány Start a Stop impulsy, mezi znaky mohou být libovolné intervaly
 - ▣ při synchronním přenosu se vysílají pouze informační bity, mezery jsou vyplněny znaky SYN

BSC – rámce

12

- rámce jsou datové (fragmentované a nefragmentované) a řídicí
- data jsou zabezpečena křížovou paritou tj. příčně po jednotlivých znacích (nepovinné) a podélně pro celý blok
 - ▣ zabezpečení se netýká znaků SYN a prvního řídicího znaku (SOH nebo STX)
- BSC definovaný ISO využívá CRC-16

nefragmentovaný datový rámeček

SYN	SYN	SOH	SEQ	ADR	STX	TXT	ETX	BCC
-----	-----	-----	-----	-----	------------	-----	------------	-----

fragmentovaný datový rámeček

SYN	SYN	SOH	SEQ	ADR	STX	TXT	ETB	BCC
-----	-----	-----	-----	-----	------------	-----	------------	-----

SYN	SYN	SOH	SEQ	STX	TXT	ETB	BCC
-----	-----	-----	-----	------------	-----	------------	-----

SYN	SYN	SOH	SEQ	STX	TXT	ETX	BCC
-----	-----	-----	-----	------------	-----	------------	-----

řídící rámeček

SYN	SYN	EOT	ADR	P/S	ENQ	- pool/select
-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

SYN	SYN	ACK	0/1	- kladné potvrzení
-----	-----	-----	-----	--------------------

SYN	SYN	NAK	0/1	- záporné potvrzení
-----	-----	-----	-----	---------------------

SYN	SYN	EOT	- ukončení spojení
-----	-----	-----	--------------------

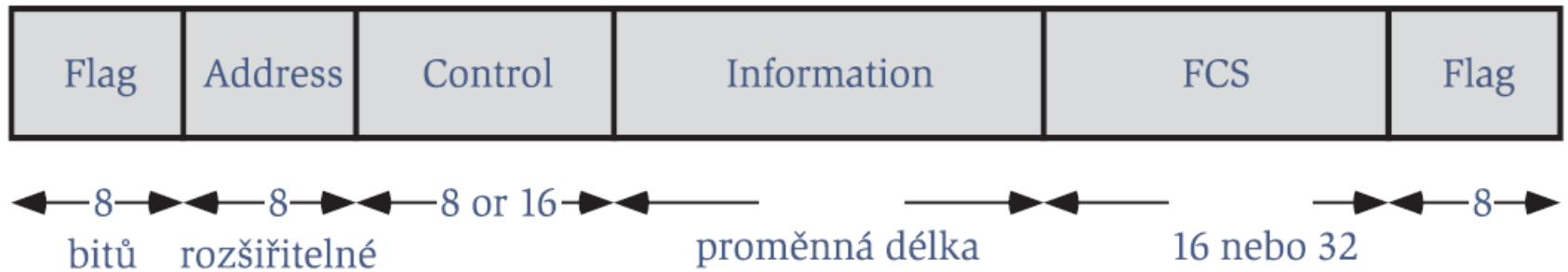
Bitově orientované protokoly – HDLC

14

- High-level Data Link Control
- odvozen z protokolu SDLC (Synchronous Data Link Control)
- CCITT přijalo a modifikovalo jako LAP (Link Access Procedure) pro X.25
- později opět modifikace CCITT jako LAPB
- synchronní plně duplexní komunikace v konfiguraci dvoubodové i vícebodové
- stále používán (nebo jeho mutace LAP, LAPB, LAPD, LAPM, LAPF, ...)
 - v ISDN, Frame Relay, jako encapsulace na sériových linkách ve WAN, ...

HDLC – struktura rámce

15



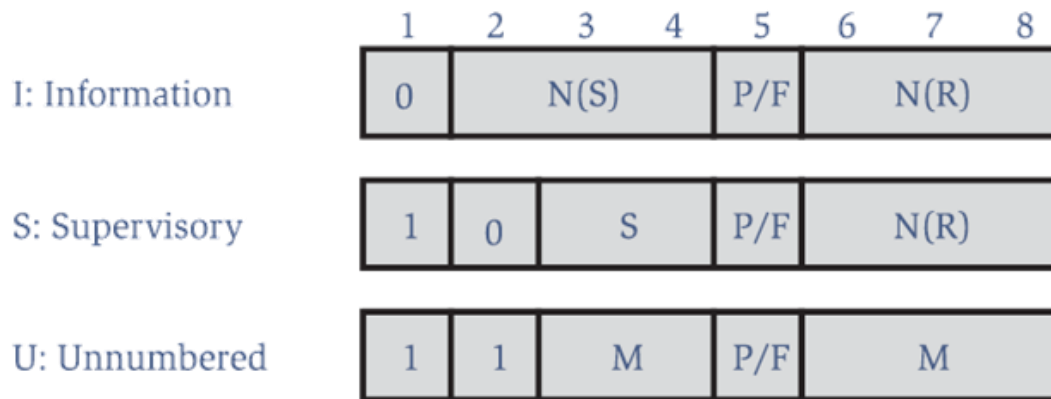
(a) Formát rámce



(b) Rozšířené adresní pole

HDLC – struktura rámce, 2

16



N(S) = Send sequence number
 N(R) = Receive sequence number
 S = Supervisory function bits
 M = Unnumbered function bits
 P/F = Poll/final bit

(C)Formát 8-bitového řídicího pole



KIV/PD – Přenos dat

(C)Formát 16-bitového řídicího pole

HDLC – pole příznaků 01111110

17

- vymezuje rámec na obou koncích
- může jeden rámce uzavírat a druhý otevírat
- přijímač se synchronizuje vyhledáváním příznaku
- pro zajištění transparentnosti dat se používá vkládání bitů (bit stuffing)
 - po vyslání pěti 1 se vkládá 0
 - přijímač po přijetí pěti 1 kontroluje další bit
 - 0 – vypustí se
 - 1 – je-li další bit 0, je přijat příznak v opačném případě jde o chybu

HDLC – pole adresy

18

- adresa je dlouhá 0, 8 nebo 16 bitů
- v režimu ARM mají adresy jiný význam – označují směr toku příkazů a odpovědí
 - 1: A → B příkaz, B → A odpověď
 - 3: B → A příkaz, A → B odpověď

1 – broadcast, multicast
0 – unicast

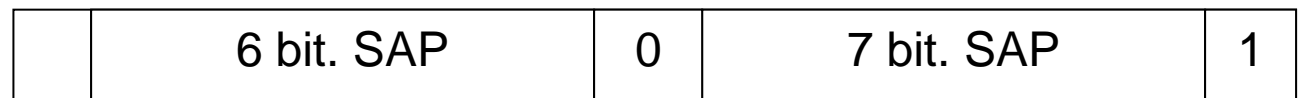
1 – 8 bitová
0 – 16 bitová



1 – broadcast, multicast
0 – unicast

0 – 16 bitová

konec adresy – 1



HDLC – řídicí pole

- protokol HDLC definuje ve svém řídicím poli 3 typy rámců
- **informační** (I - information frame)
 - ▣ přenášená data pro vyšší vrstvy včetně mechanismu pro řízení toku a chybové řízení (piggybacking)
- **dohlížecí** (S - supervisory frame)
 - ▣ ARQ pokud se nepoužívá piggybacking
- **nečíslované** (U - unnumbered frame)
 - ▣ doplňkové řídicí nástroje
- řídicí pole může mít základní (jeden oktet) a rozšířený formát (dva oktety)

HDLC – význam řídicích bitů, čítače, bit P/F

20

- **N(S)** - send sequence number
 - ▣ udává pořadí právě vysílaného informačního rámce
- **N(R)** - receive sequence number
 - ▣ pořadí očekávaného informačního rámce
- počítají se modulo 8 nebo 128
- **P/F** – poll/final bit
- „P“ u příkazových rámců (**command frame**)
 - ▣ vyzývá partnera k odpovědi
- „F“ u rámců typu odpověď (**response frame**)
 - ▣ indikuje odpověď na vyzývající příkaz

HDLC – význam řídicích bitů, S a M

21

□ S - rozlišení dohlížených rámců

RR (0)	pokud není do čeho „piggybackovat“
RNR (2)	potvrzuje přijetí, ale pozastavení vysílače
REJ (1)	indikace chyby přenosu
SREJ (3)	žádost o specifikovaný rámec

□ M - rozlišení nečíslovaných rámců

SNRM(E) SARM(E) SABM(E)	nastavení režimu přenosu
RIM	žádost o nastavení inicializačního módu
SIM	nastavení inicializačního módu
RD	žádost o odpojení
DISC	ukončení logického spojení
DM	potvrzení ukončení log. Spojení
UA	potvrzení nečíslovaného rámce
RESET	vynulování čítačů

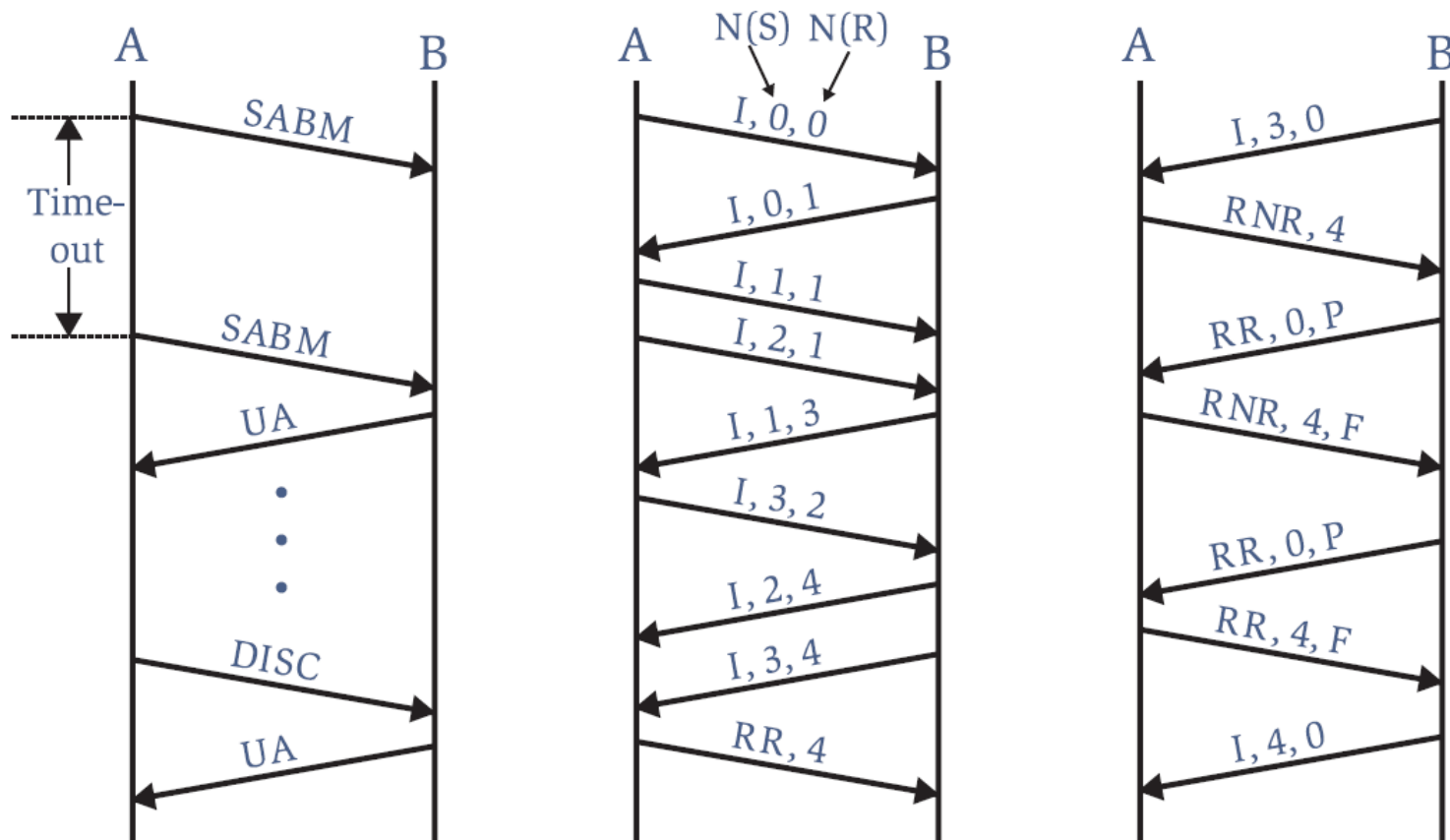
HDLC – princip činnosti

22

- Vyměňují se informační, dohlížecí a nečíslované rámce
- Provoz ve 3 fázích
 - ▣ Inicializace – vytvoření spojení
 - ▣ Přenos dat
 - ▣ Rozpojení – rušení spojení

HDLC – příklad činnosti

23



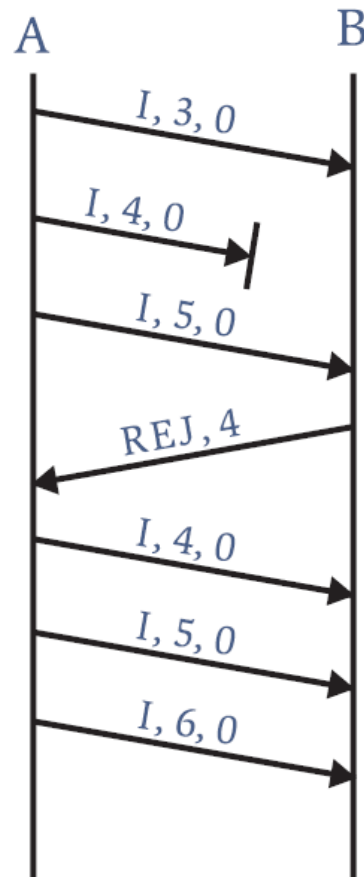
(a) Navzání spoje a zavěšení

(b) duplexní výměna dat

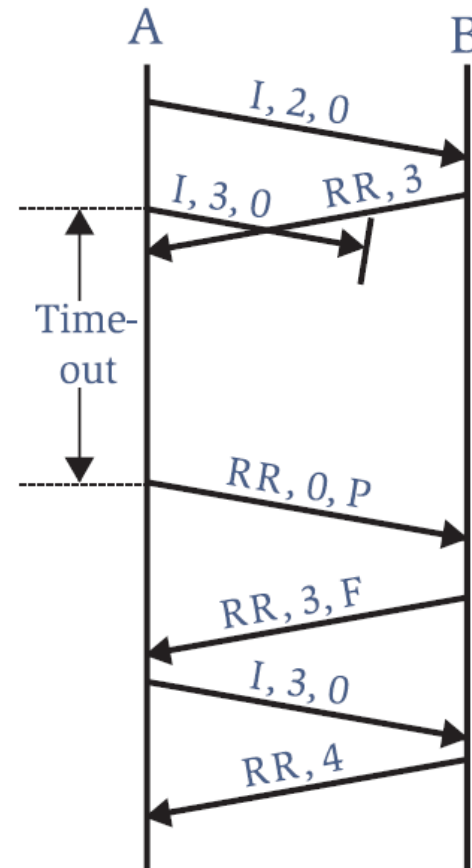
(c) podmínka obsazenosti

HDLC – příklad činnosti, 2

24



(d) Obnova po REJ



(e) Obnova po timeout

HDLC – práce s čítači

25

- $V(S)$, $V(R)$ – lokální čítače
- $N(S)$, $N(R)$ – čítače v rámci
- nulování
 - ▣ při příjmu nebo odeslání UA (potvrzení nečíslovaného rámce)
 - ▣ při příjmu nebo odeslání RESET
- vysílání dat
 - ▣ $V(S) \rightarrow N(S)$ a $V(R) \rightarrow N(R)$
 - ▣ $V(S) = (V(S)+1) \bmod N$

HDLC – práce s čítači, příjem dat

26

- je-li $N(S)=V(R)$, pak a testuje konec okénka
 - ▣ když konec okénka není, neudělá nic
 - ▣ pokud je konec okénka, vyšle rámeček $RR(V(R))$
 - ▣ v případě, že přijímač nemá dostatek místa v bufferu, pošle řídicí rámeček $RNR(V(R))$ a po uvolnění místa pošle RR s $V(R)$ odkud chce pokračovat
- neplatí-li $N(S)=V(R)$, ale platí $V(R) < N(S) \leq (V(R)+K) \bmod N$
 - ▣ ztratil se rámeček a pošle se buď $REJ(V(R))$ (Go-Back-N) nebo $SREJ(V(R))$ (Selective-Reject)
 - ▣ neplatí-li ani druhá podmínka, jsou přijímač a vysílač rozsynchronizovány a je nutné znovu vytvořit spojení nebo vynulovat čítače – RESET

HDLC – práce s čítači, příjem odpovědi

27

- příjem $RR(N(S))$ – $N(S) \rightarrow V(S)$ a vysílání od $I(N(S))$
- příjem $RNR(N(S))$ – $N(S) \rightarrow V(S)$ a čekání na RR
- příjem $REJ(N(S))$ – $N(S) \rightarrow V(S)$ a vysílání od $I(N(S))$
- příjem $SREJ(N(S))$ – vysílání $I(N(S))$

Protokoly odvozené od HDLC – LabB

28

- **Link Access Procedure Balanced**
- protokol linkové vrstvy v protokolovém zásobníku X.25
- podmnožina HDLC, pouze SABM režim
- jiný formát řídicího pole, adresa využita pro specifikaci příkazu
- pouze na linkách point-to-point
- povolené příkazy podmnožinou HDLC:
RR, RNR, REJ, SABM, DISC, DM, UA, FRMR (pouze Go-Back-N režim)
- číslování rámců modulo 8

Protokoly odvozené od HDLC – LabD

29

- Link Access Procedure on the D channel
- protokol linkové vrstvy navržený pro signalizační požadavky v sítích ISDN
- mutace HDLC, použití v ISDN na 2. vrstvě u D-kanálu
- pouze SABME režim, jinak odpovídá LabB
- řídicí pole odpovídá extended režimu HDLC
- číslování rámců modulo 128

Protokoly odvozené od HDLC – LabF

30

- Link Access Procedure Frame Relay
- rámce 5-8189 B
- nemá řídicí pole, spojeno s adresovým polem
 - ▣ DLCI: Data Link Connection Identifier
 - ▣ C/R - Command/Response
 - ▣ DE - Discard Eligible - nastavuje stanice pro explicitní označení

Protokoly odvozené od HDLC – PPP

31

- pole adresa nemá význam
- pole řízení nemá význam
- pole protokol specifikuje protokol vyšší vrstvy, který se přenáší
- bitovou transparentnost zajišťuje **byte stuffing**
 - vysílač vkládá před každý oktet dat 01111110 a 01111101 oktet 011111101
 - přijímač oktet vynechává a další oktet bere jako data

