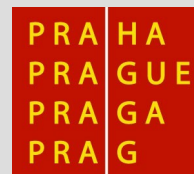


Y36PSI
potvrzování
přístupové metody
protokoly linkové vrstvy



Chyby na síti

- bitová chybovost BER
 - 10^{-3} – komutovaná linka,
 - 10^{-5} – kvalitní linka,
 - 10^{-7} – ISDN, ADSL,
 - 10^{-10} – Ronja,
 - 10^{-12} – optika,
- chybovost rámců FER

$$FER_N = 1 - (1 - BER)^N$$

Ochrana proti chybám

- kódy
 - detekční,
 - samoopravné,
 - dlouhé zpoždění,
 - vysoká chybovost?
 - složité přepínání směru,
 - Hammingova vzdálenost,
 - kódová vzdálenost

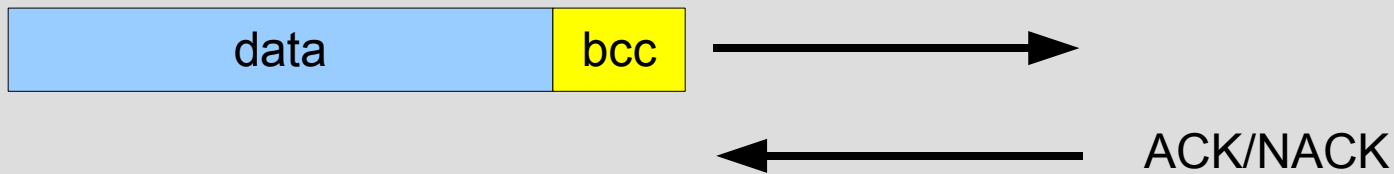
$$kvzd = ch_d + ch_o + 1; \quad ch_d \geq ch_o; \quad ch_d, ch_o \in \mathbb{N}$$

Druhy kódů

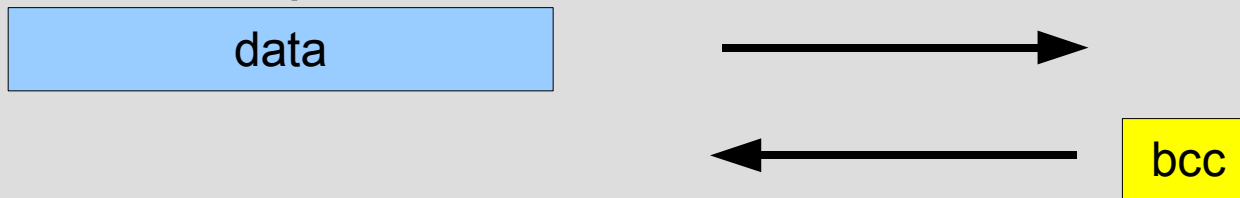
- opakovací,
- „koktavý“,
- parity
 - sudá, lichá, (jedna chyba a lichý počet chyb),
 - příčná a podélná,
- systematické x nesystematické,
- lineární,
 - Hammingovy
- cyklické (CRC) r ... stupeň polynomu
 - jedna, dvě, lichý počet, shluk $< r+1$... 1.0
 - shluk $= r+1$... $1 - 0.5^{r-1}$
 - shluk $> r+1$... $1 - 0.5^r$

Metody potvrzování

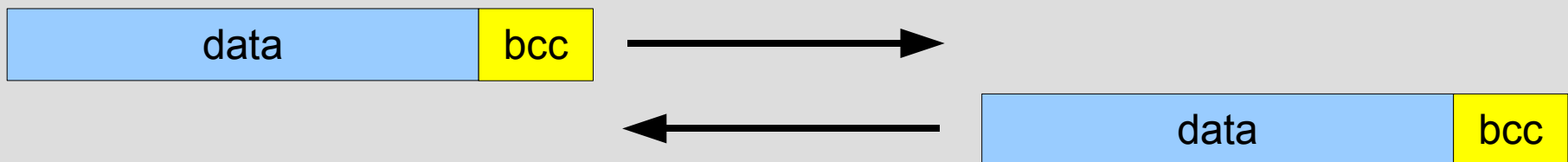
potvrzovací zpětná vazba



detekční zpětná vazba

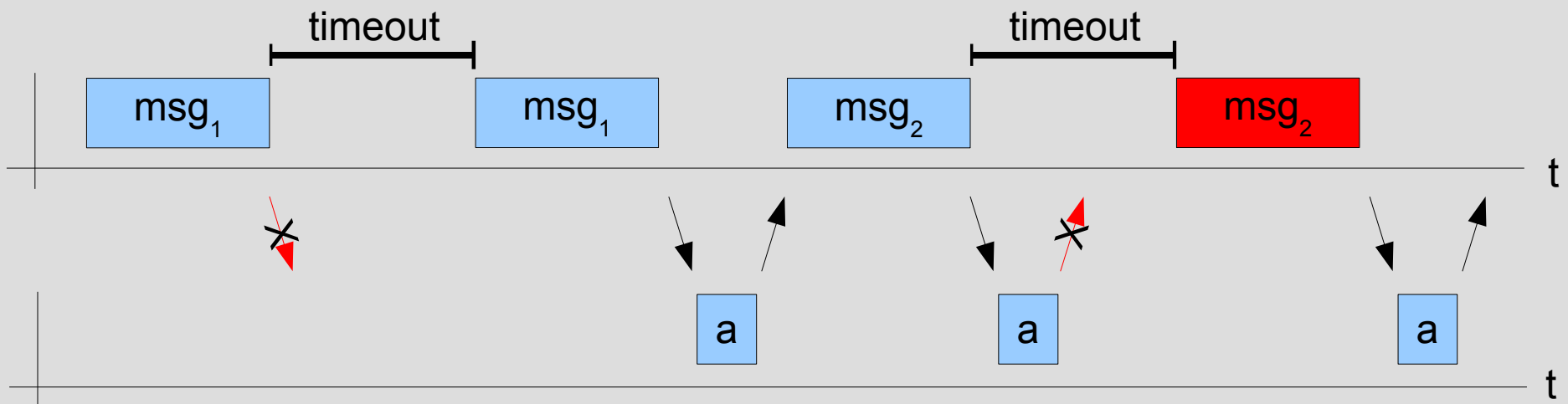


informační zpětná vazba



Potvrzovací schémata

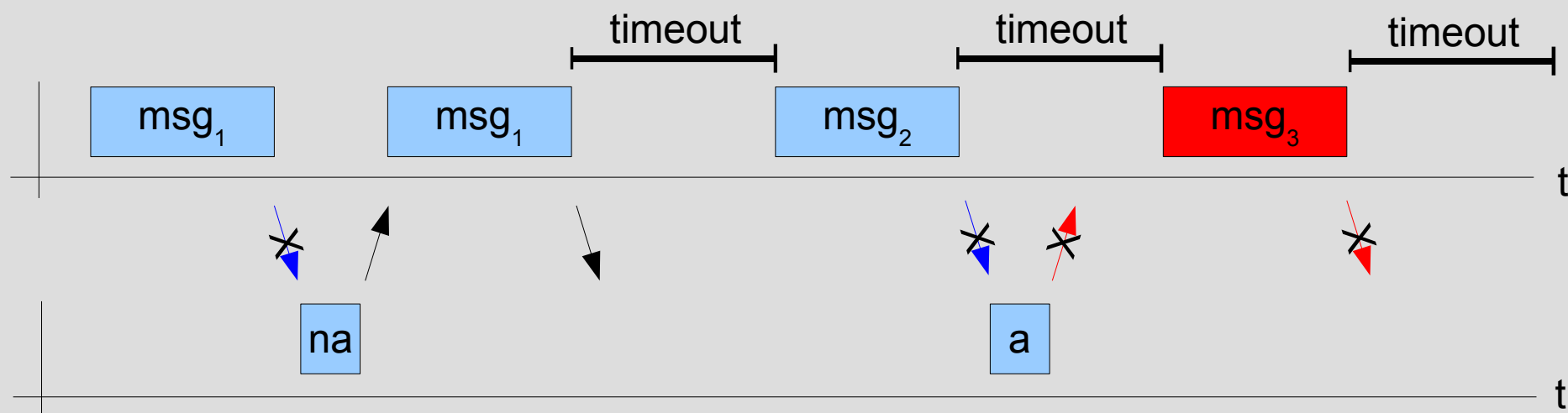
- synchronní simplexní protokol
 - nelze pozastavit vysílač,
 - pouze jeden směr,
 - omezené použití, opravné kódy,
- simplexní protokol s pozitivním potvrzováním
 - alespoň poloduplexní kanál,
 - ztráta potvrzení ... duplikace,



Potvrzovací schémata 2

simplexní protokol s čistě negativním potvrzováním

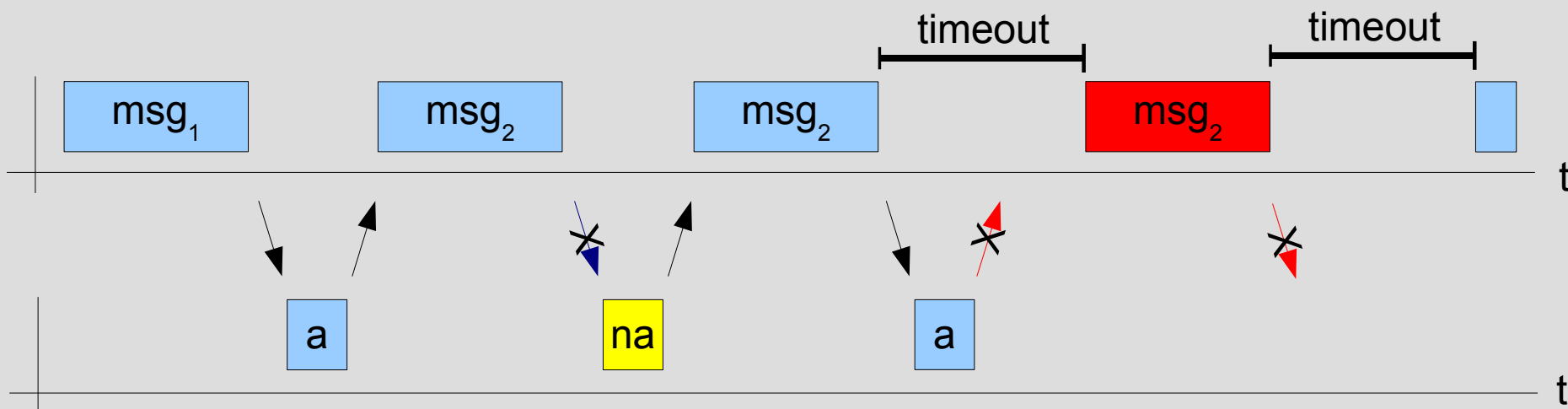
- rychlá reakce na chybu,
- výpadky rámců.



Potvrzovací schémata 3

simplexní protokol s negativním potvrzováním

- rychlá reakce,
- možná duplikace,
- možná záměna ack x nack.

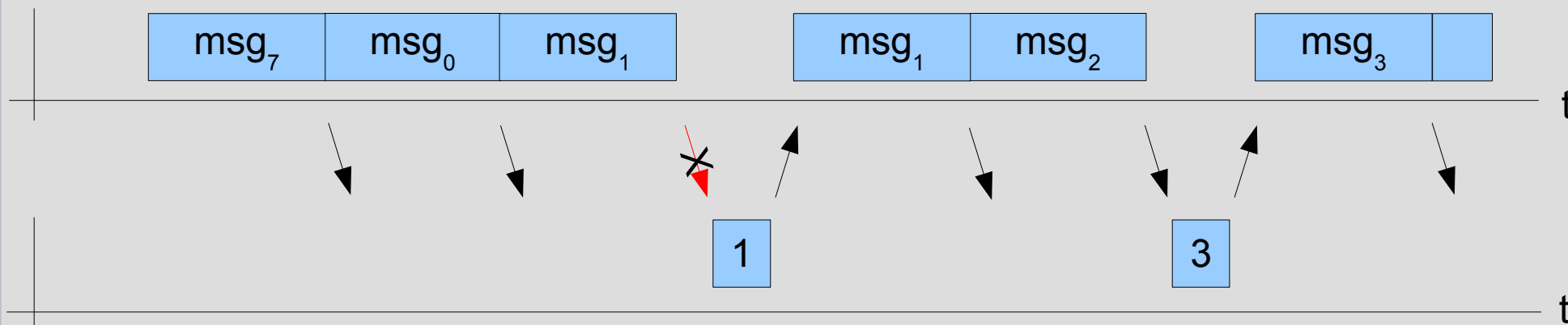


Potvrzovací schémata 4

- číslování rámců
 - číslování odpovědí,
 - modulo 2,8,128 ... ,
 - střídavé potvrzování.

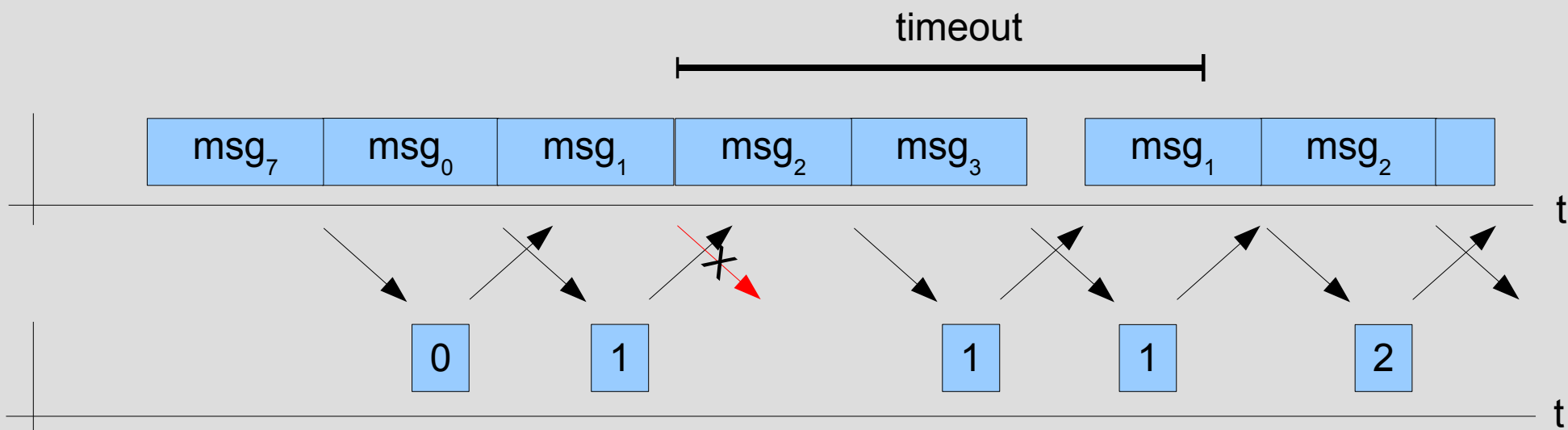
Skupinové potvrzování

- zvýšení propustnosti,
- poloduplexní linka,
- potvrzení po skupině rámců.



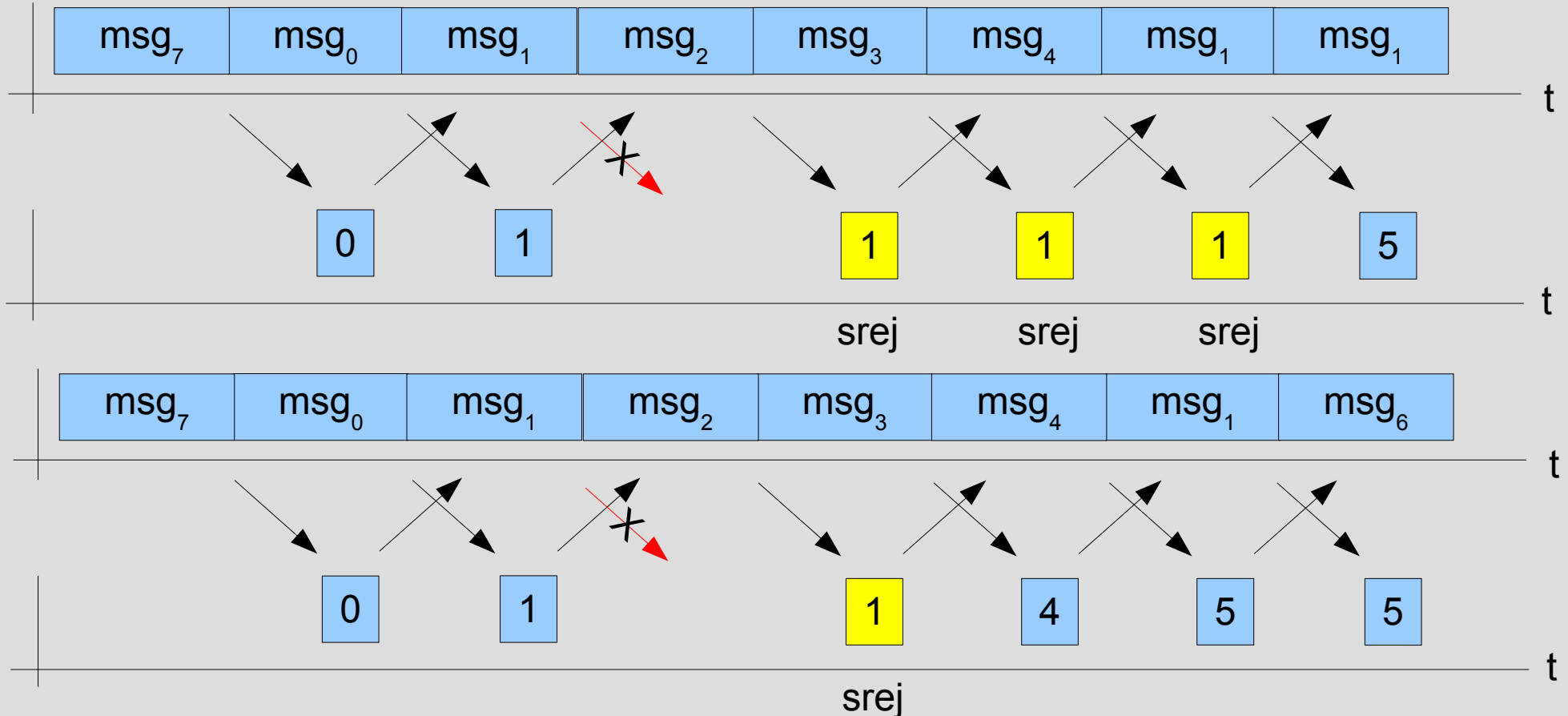
Skupinové potvrzování Go-Back-N

- kontinuální potvrzování,
- plně duplexní linka,
- možnost vložení potvrzení do zpětných dat,
- velikost okénka $<$ modulo číslování,
- vyrovnávací paměti.

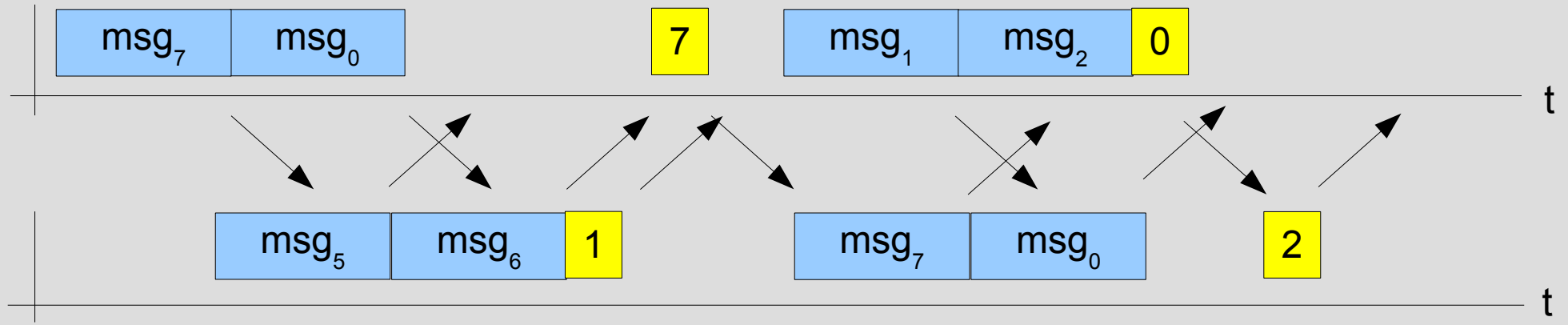
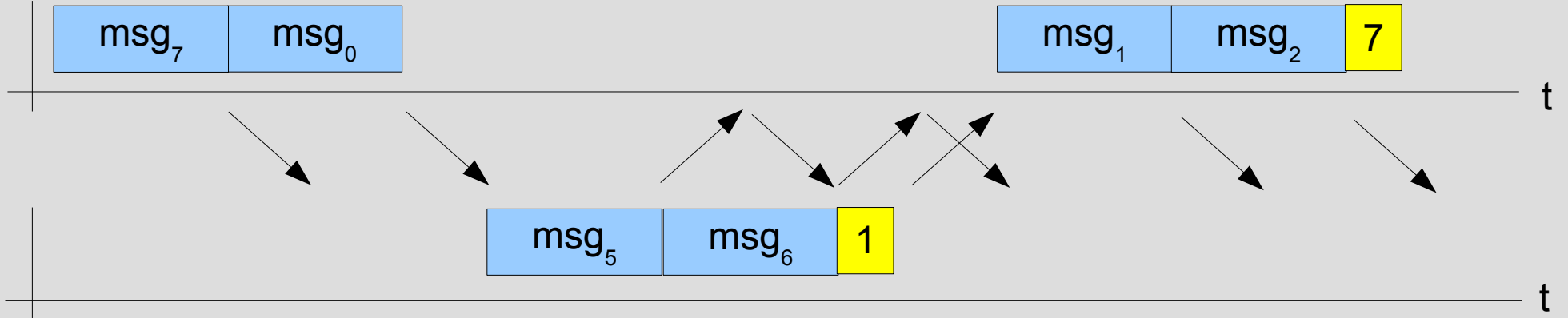


Selektivní opakování

- zopakování jediného rámce (srej)
- $N < M/2$

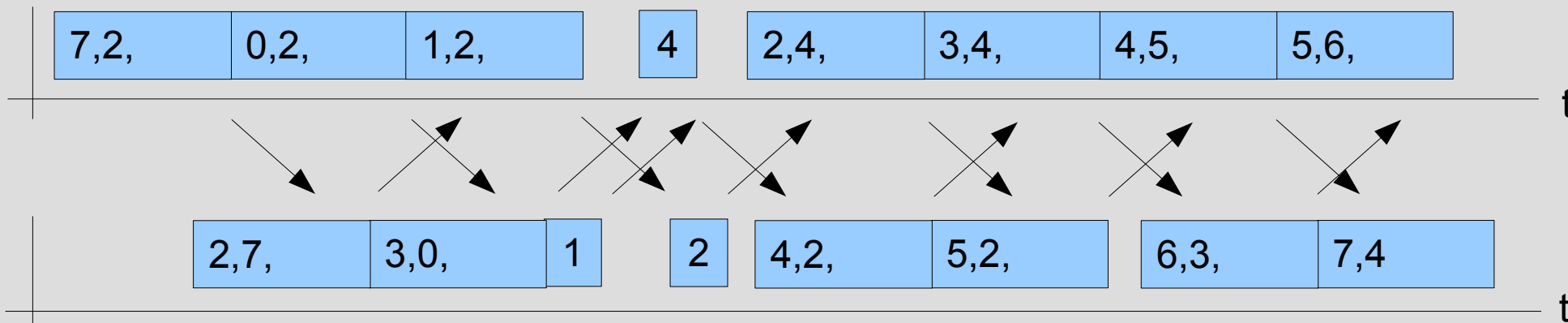


Poloduplex a duplex



Nesamostatné potvrzování

- piggy-backing
- TCP – pouze piggy-backing



Přístupové metody

- umožňují sdílet přenosové médium,
- statické
 - FDMA, TDMA,
- centralizované
 - cyklická výzva, binární vyhledávání, adaptivní výzva,
- distribuované – deterministické
 - rezervační, binární vyhledávání, logický kruh, virtuální logický kruh,

Přístupové metody 2

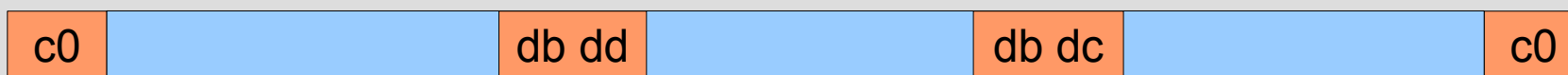
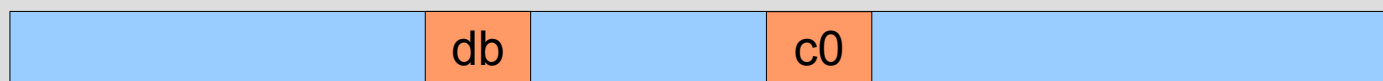
- náhodný přístup
 - aloha – prostá, taktovaná, řízená,
 - CSMA – nenaléhající, naléhající, p-naléhající,
 - CSMA/CD,
 - CSMA/CD s deterministickým řešením kolize,
- kruhové sítě
 - token ring (Newhallův kruh),
 - Pierceův kruh,
 - vkládání rámců.

Protokoly linkové vrstvy

- přenos dat mezi přímo propojenými systémy,
- dělení proudu bitů na jednotku informace,
- kontrola integrity dat,
- adresace v rámci segmentu,
- zapouzdření dat vyšší vrstvy,
- bitově a znakově orientované protokoly.

SLIP

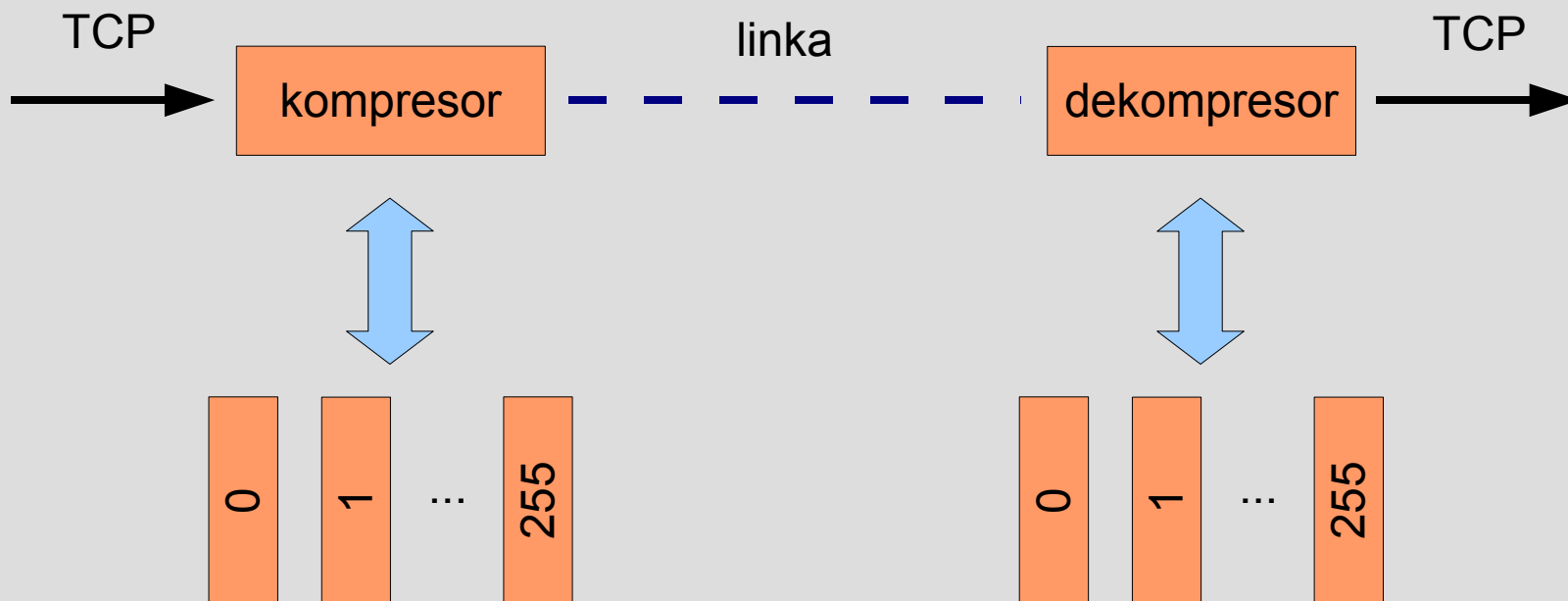
- Serial Line IP
- počátek 80. let - 3com
- rfc 1055
- definuje pouze zapouzdření paketů na sériové lince
- nedefinuje: adresaci, typ paketů, detekci chyb, kompresi, informace ke konfiguraci
- znaky END c0 (192), ESC db (219)
- END nahrazuje db dc
- ESC nahrazuje db dd



CSLIP

- Compressed SLIP
- rfc 1114
- pouze redukce záhlaví TCP a IP (40B -> 3B – 16B)
- přenáší se změny položek záhlaví
 - identifikace
 - SeqN, AckN
 - příznaky
 - délka okna
 - kontrolní součet TCP
 - ukazatel urgentních dat
- ignorují se změny záhlaví
 - délka IP
 - kontrolní součet IP
- pokud se mění jiné položky komprese se neprovede
 - (ICMP, UDP, IP fragment, RST, SYN, FIN, noACK)

CSLIP (2)

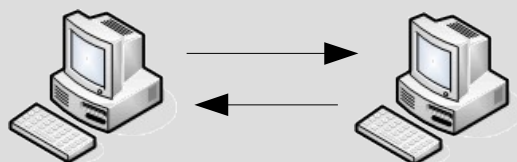


CSLIP (3)

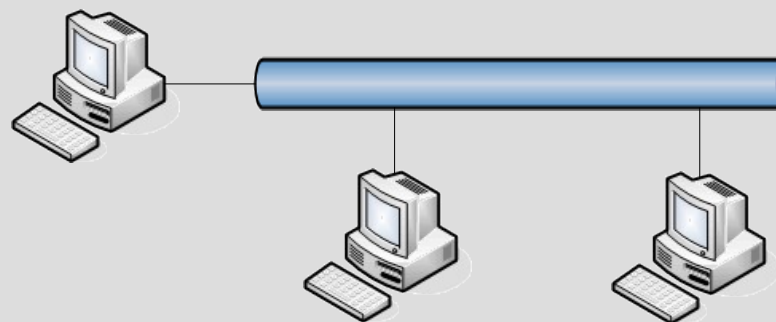
Byte 0		Č	Psh	IP ident	Seq	Ack	Win	Urg
Byte 1	číslo spojení (Č)							
Byte 2	Kontrolní součet TCP							
Byte 3								
Byte 4	ukazatel naléhavých dat (Urg)							
Byte 5	přírůstek velikosti okna (Win)							
Byte 6	Přírůstek potvrzených dat (Ack)							
Byte 7	přírůstek odeslaných dat (Seq)							
Byte 8	přírůstek identifikace IP (IP ident)							
	Data							

HDLC

- High Level Data Link Control, ISO 13239
- synchronní i asynchronní přenos
- velmi rozsáhlá norma – výrobci jen částečně implementovaná
- nekompatibilita CISCO HDLC, DEC HDLC
- ABM (Asynchronous Balanced Mode)
 - dvě stanice, fullduplex
- NRM (Normal Response Mode)
 - obdoba SDLC, více stanic, halfduplex
- ARM (Asynchronous Response Mode)
 - obdoba NRM, stanice může vysílat bez vyzvání, nepoužívaný



ABM



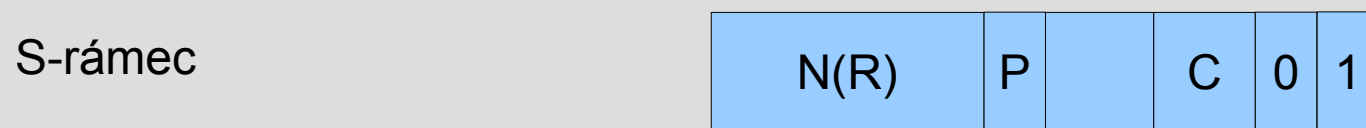
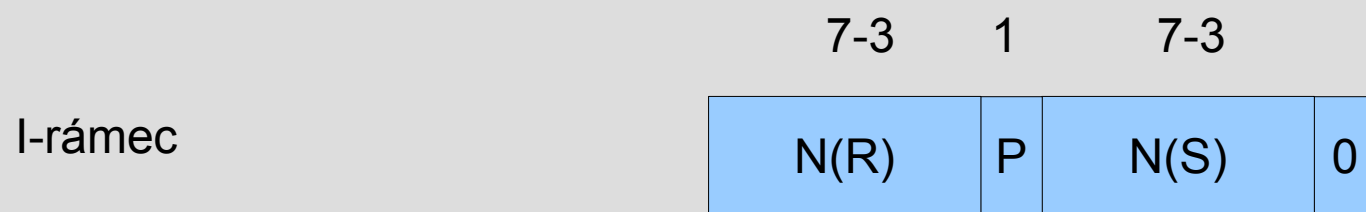
NRM

Formát HDLC rámce

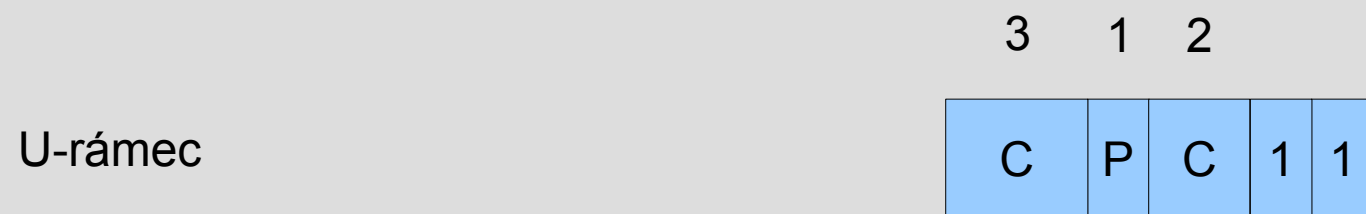


- křídlová značka – 0111 1110
- bit stuffing – vkládání 0 po pěti 1
- adresa 8b (NRM)
- kontrolní součet 16/32
- data – protokol pouze u U-rámců
- řídicí pole
 - U-rámce – přenos dat, signalizace (nečíslované)
 - I-rámce – přenos dat (informační)
 - S-rámce – řízení toku dat, potvrzování (supervisor)
- řídicí pole 8/16 – ABM/ABME, NRM/NRME
- potvrzování střídavé, okénkové; pozitivní, negativní

HDLC rámce



01 RR
05 RNR
09 REJ



03 UI
2f,3f SABM
43,53 DISC
0f,1f DM
63,73 UA
87,97 FRMR

HDLC dialogy

Nastavení

SABM →

← UA

Reset

FRMR →

← SABM

UA →

Odpojení

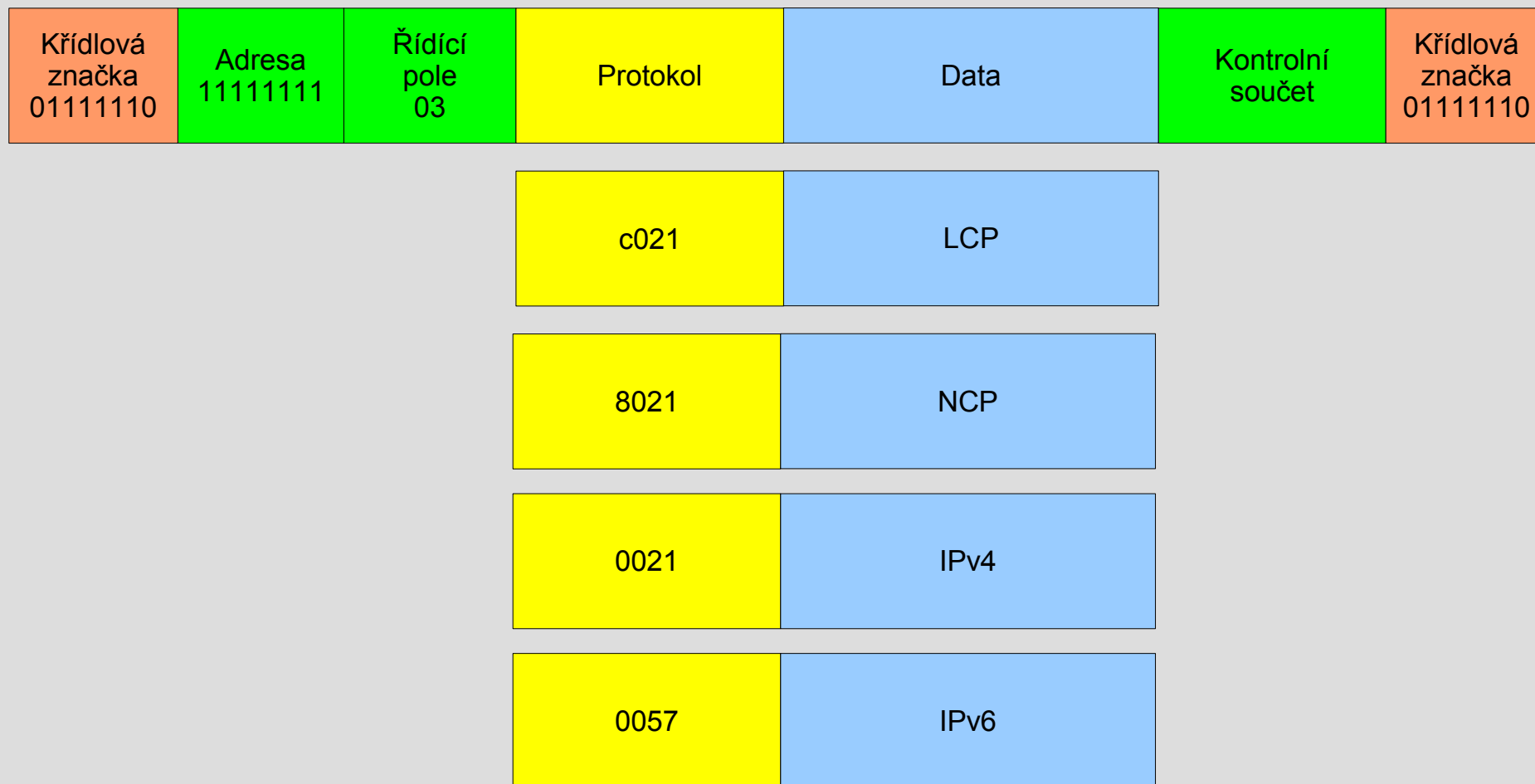
DISC →

← DM

PPP

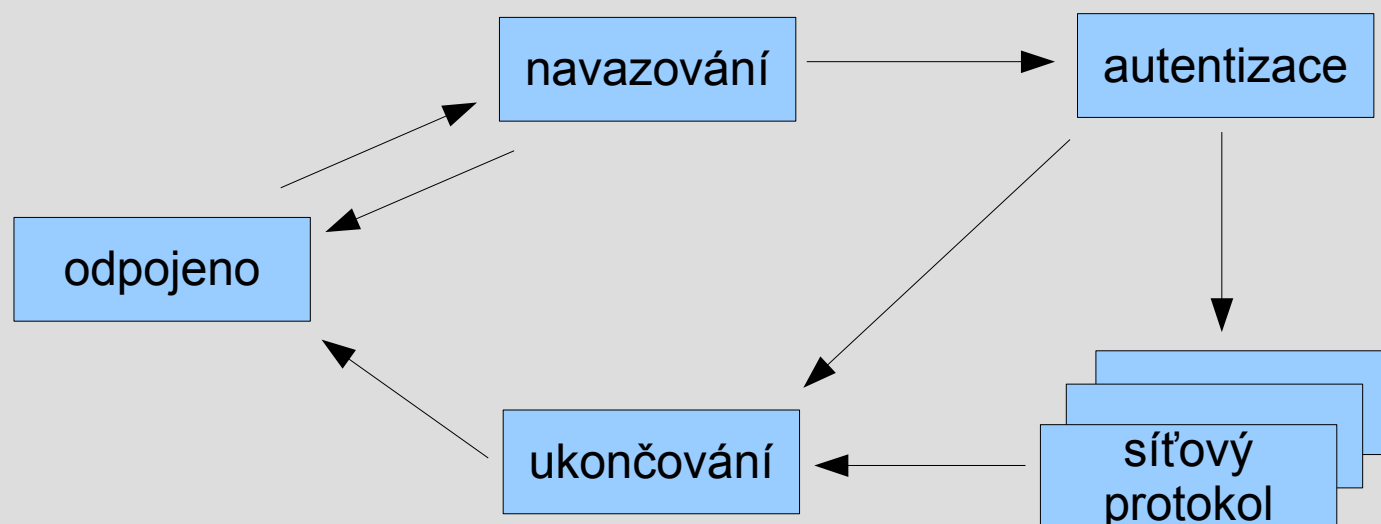
- Point to Point Protocol, rfc 1661, rfc 1662
- podmnožina HDLC
- asynchronní, bitově i znakově synchronní
- umožňuje souběh více protokolů
 - pouze U-rámce
 - na počátku 8/16 identifikátor protokolu
 - nelze číslovat a opakovat rámce (I-rámce)
- bitové spoje – bit stuffing
- znakové spoje – 7e -> 7d 5e, 7d -> 7d 5d

PPP formát rámce

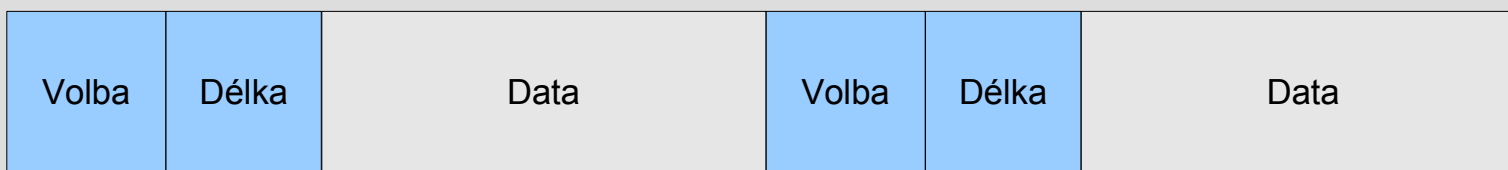


LCP

- navázání spojení, ukončení spojení, autentizace
- autentizace
 - terminál – podle jména se spustí pppd
 - Password Authentication Protocol (PAP) – podobné terminálu, jméno a heslo v LCP
 - Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP) – náhodný řetězec šifrovaný sdíleným klíčem
 - RADIUS, TACACS



LCP rámec



- kód – typ příkazu (Conf-Req/Ack/Nack/Rej, Term-Req/Ack, Code-Rej, Prot-Rej, Echo-Req/Rep, Disc-Req)
- ID – identifikace požadavku (stejná v dotazu i odpovědi)
- délka – součet kód, ID , délka, volby
- volby – požadavky/odpovědi na změnu parametrů linky (Max-Rec-Unit, Auth-Prot ...)

Protokoly NCP

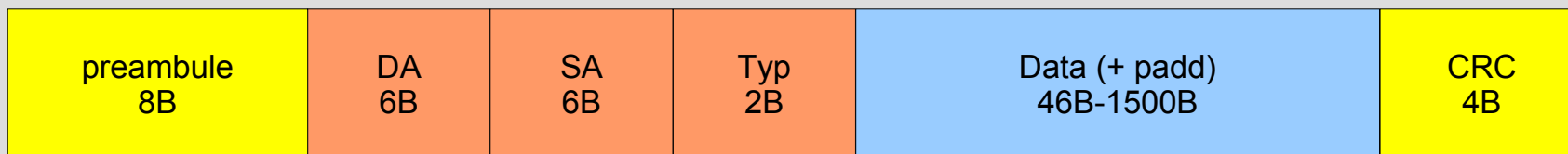
- IPCP – 8021, rfc 1332, IPv4
 - IPV6CP – 8057, rfc 2023, IPv6
 - SNACP – 804d, rfc 2043, IBM SNA
 - DNCP – 8027, rfc 1762, DECnet
 - IPXCP – 802b, rfc 1552, IPX
-
- NCP protokol začíná 8
 - datový protokol začíná 0

IPCP

8021	Kód	ID	Délka	Volby
------	-----	----	-------	-------

- kód – oproti LCP chybí Prot-Rej, Echo-Req/Rep, Disc-Req
- volby – podobné LCP – IP-Compress-Protocol, IP-Address, Primary/Secondary-DNS
- 0021 – nekomprimované pakety
- 002d – komprimované pakety

Ethernet II (DIX)



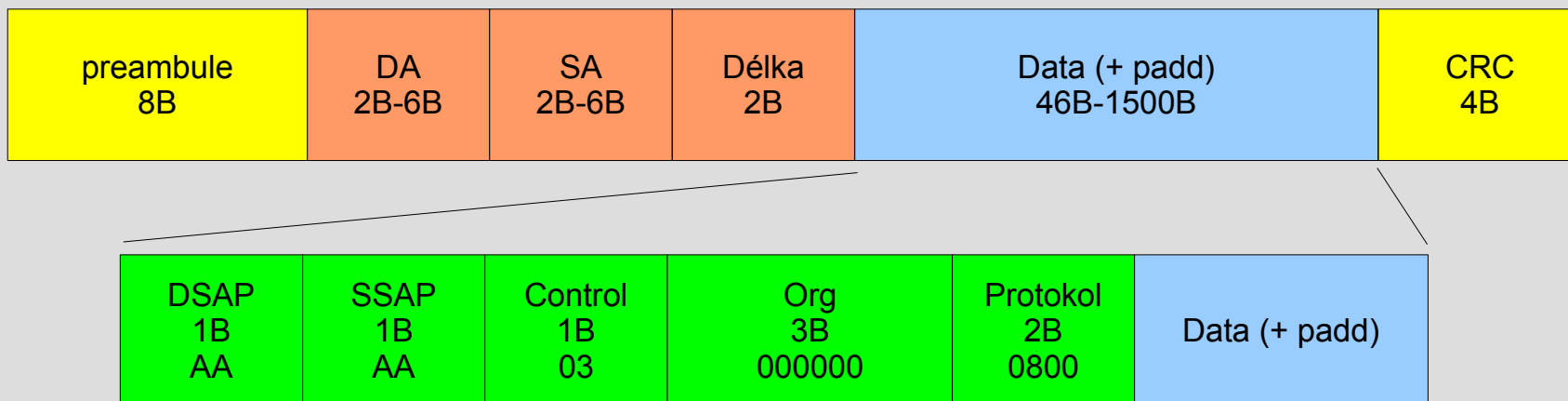
- preamble 10101010....101011
- DA, SA – adresa cíle, adresa zdroje
 - 3B výrobce
 - XXXXXXFB
 - F – 0..globální, 1..firemní
 - B – 0..adresa karty, 1..multicast
 - 111...111 broadcast
- typ – ID protokolu
 - 0800 ... IP
 - 0806 ... ARP
 - 8035 ... RARP
 - 86DD ... IPv6
 - 88A2 ... ATA over Ethernet

IEEE 802.3 (ISO 8802-3)



- délka 0-5dc
- data
 - přímo rámce IEEE 802.3 – Novell IPX
 - rámce IEEE 802.2 – nelze IP, protože chybí ARP
 - rámce IEEE 802.2 SNAP

IEEE 802.2 (ISO 8802-2)



- DSAP, SSAP – Destination/Source Service Access Point
 - aa,ab ... SNAP
 - e0 ... Novell Netware
 - f0 ... IBM NetBIOS
- control – odpovídá HDLC
 - pro SNAP U-rámec UI (Unnumbered Information)
- org – identifikace organizace
 - 000000 ... Ethernet II typ, jinak definovaný organizací

Ethernet II x SNAP

- stejný výsledek
- v Internetu vyžadována podpora Ethernet II
- SNAP přenáší méně dat
- SNAP podporuje další typy sítí
- nic není jednoduché



dsn

Konec