X36PKO
přístupové metody
potvrzování
protokoly linkové vrstvy

Přístupové metody

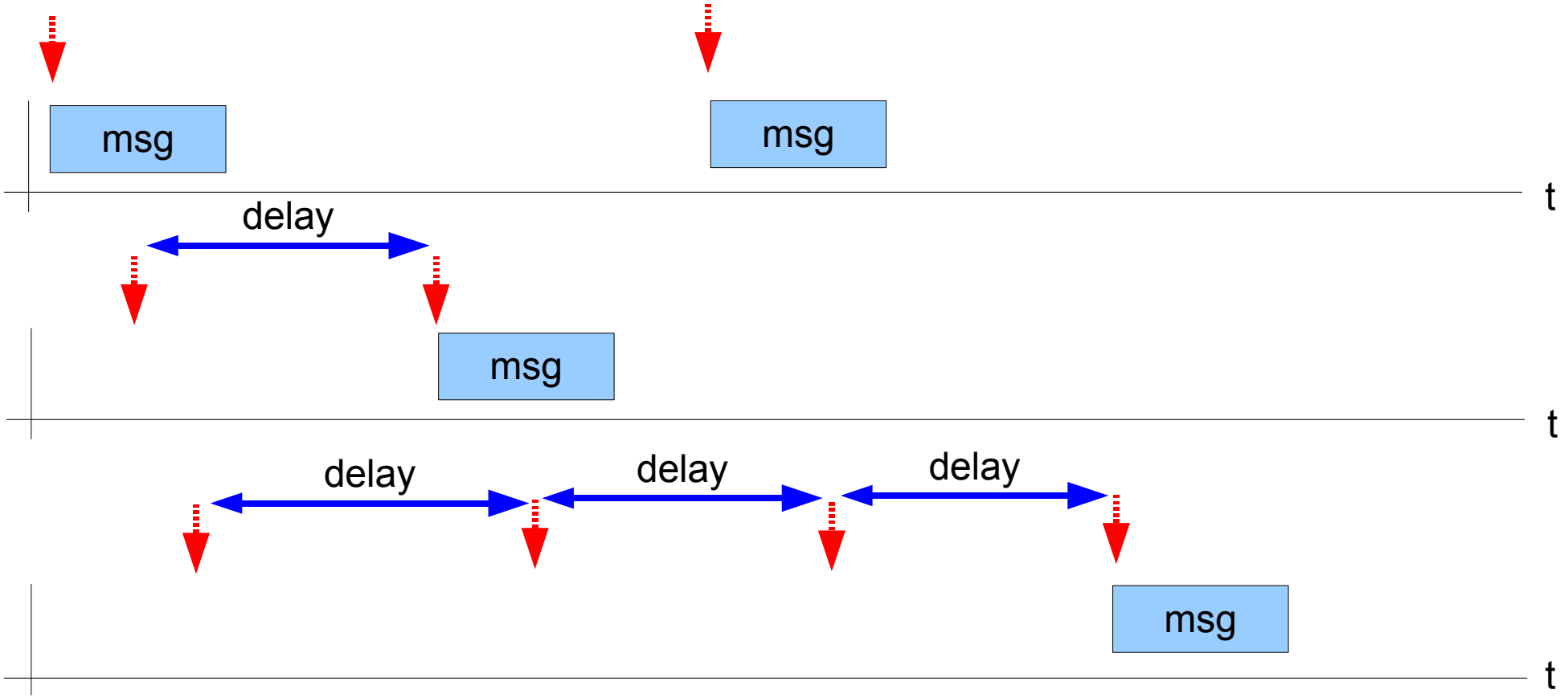
- umožňují sdílet přenosové médium,
- statické
  - FDMA, TDMA,
- centralizované
  - cyklická výzva, binární vyhledávání, adaptivní výzva,
- distribuované – deterministické
  - rezervační, binární vyhledávání, logický kruh, virtuální logický kruh,

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.

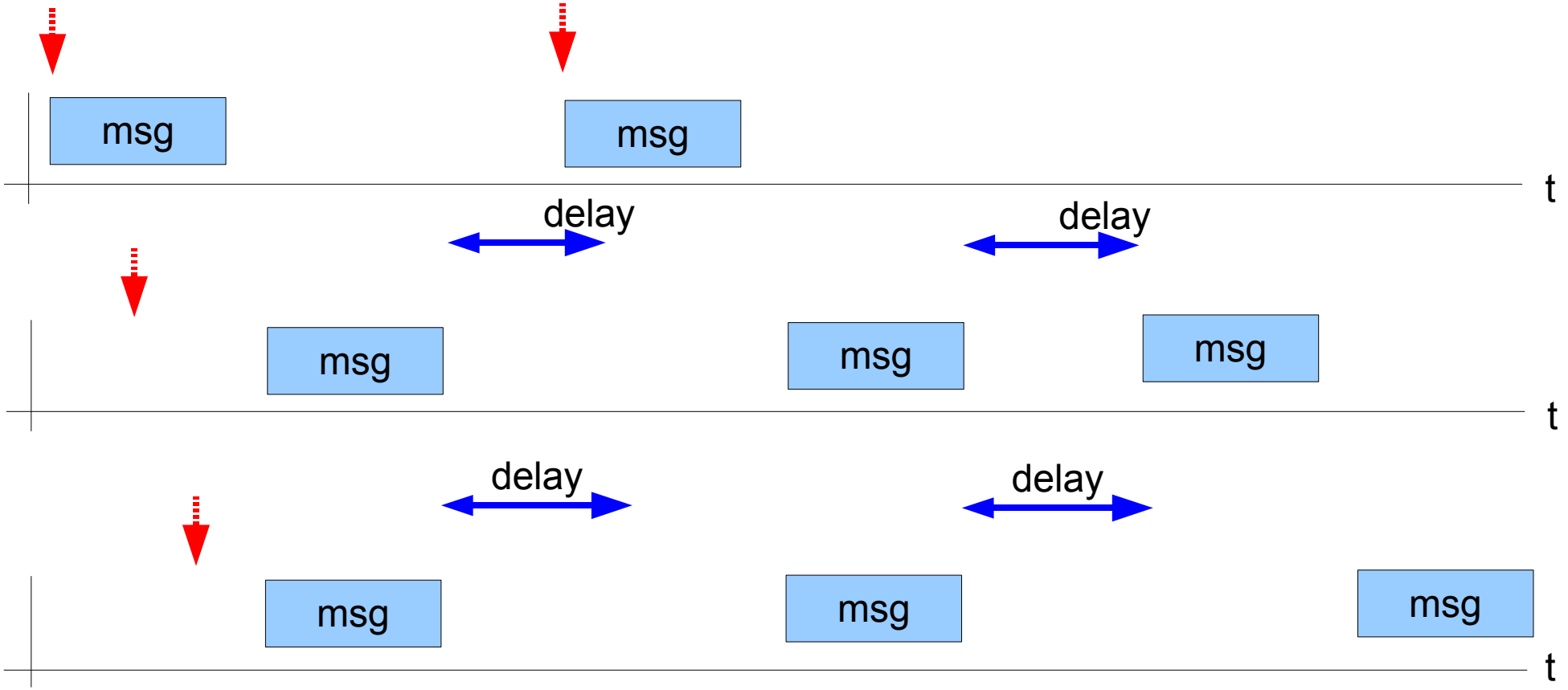
Carier Multiple Sense Access CSMA

- nenaléhající



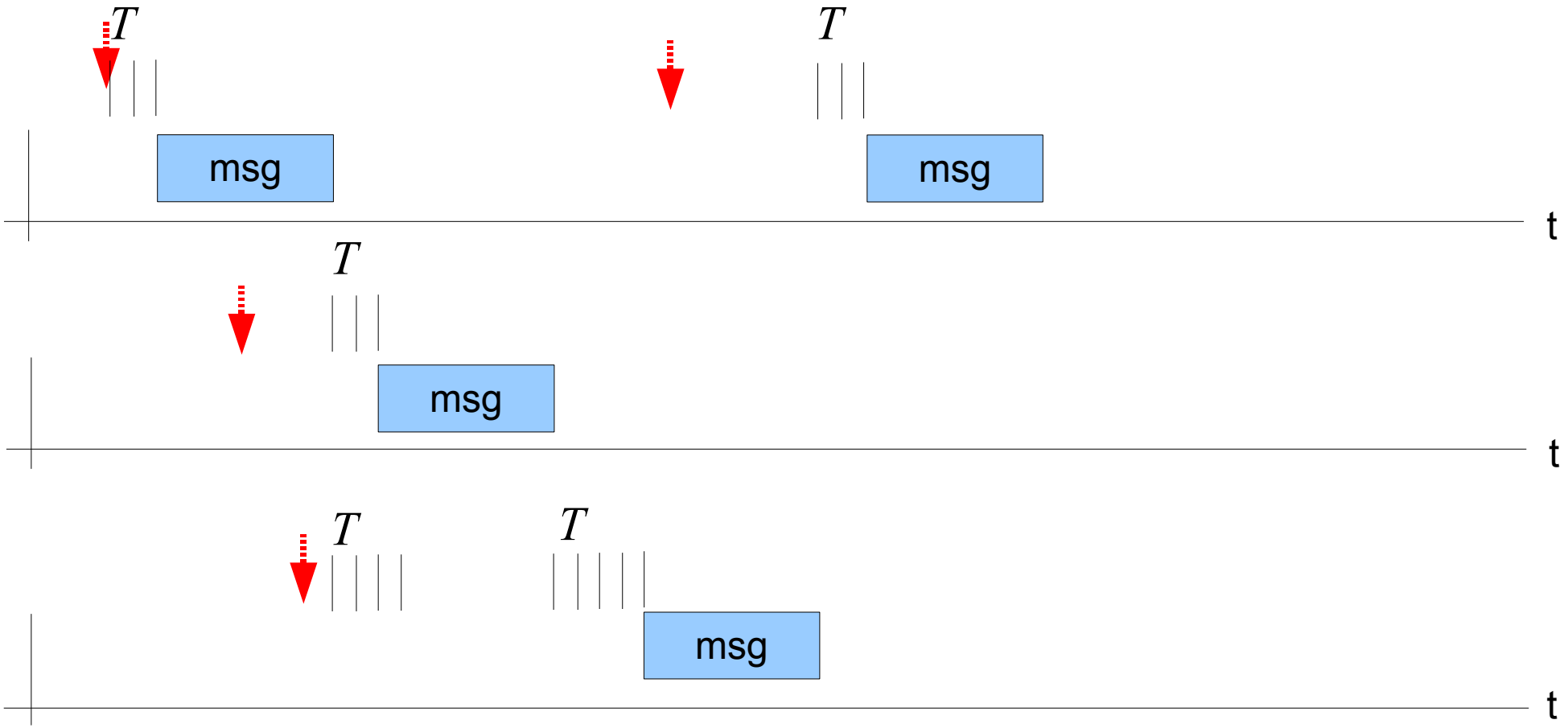
Carier Multiple Sense Access CSMA 2

- naléhající

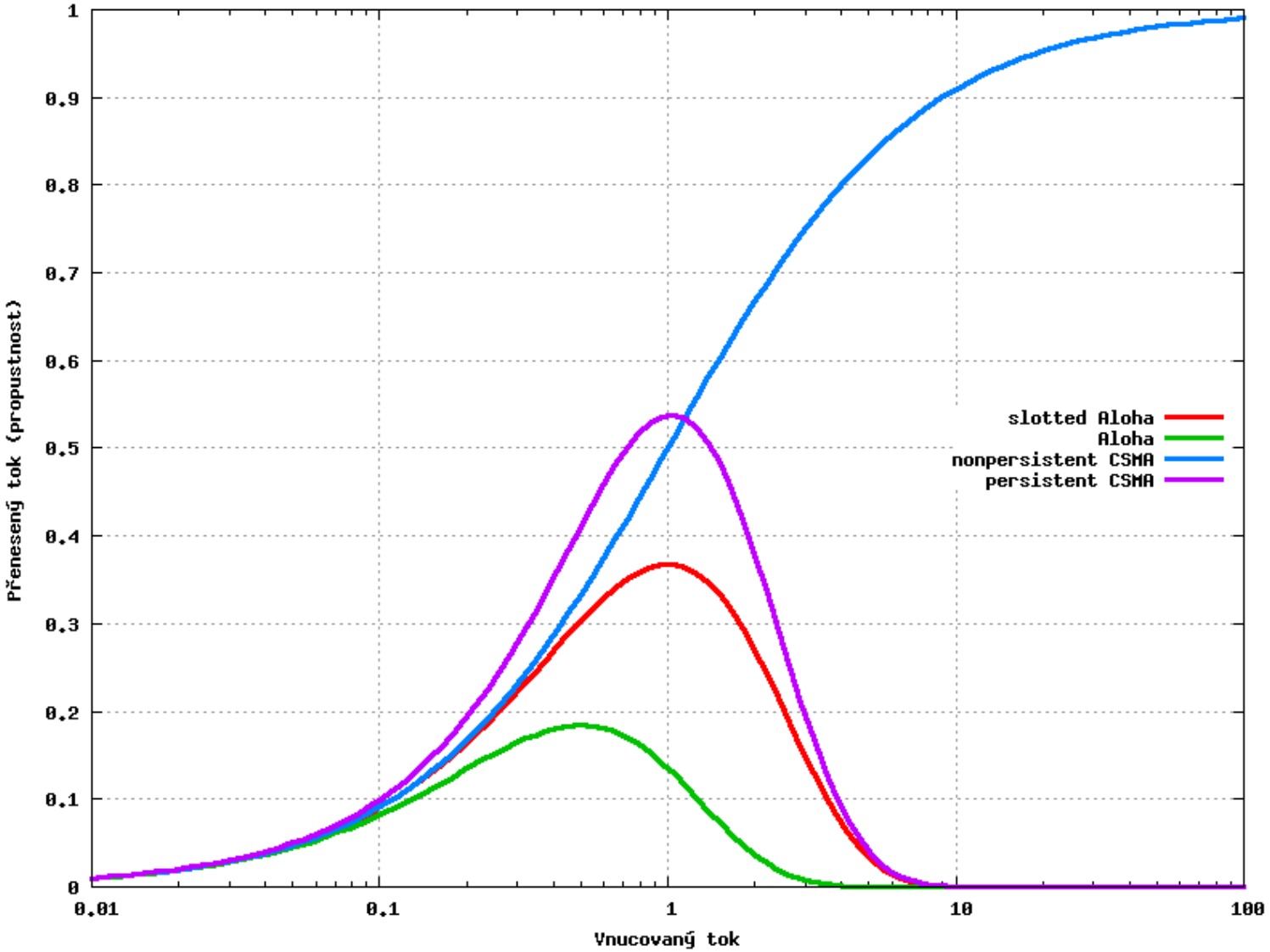


Carier Multiple Sense Access CSMA 3

- p-naléhající



Propustnost náhodných přístupových metod



Další CSMA metody

- CSMA/CD (Collision Detection)
  - Ethernet
- CSMA/CA (Collision Avoidance)
  - IEEE 802.11
- CSMA/DCR (Deterministic Collision Resolution)
  - Controller Area Network

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

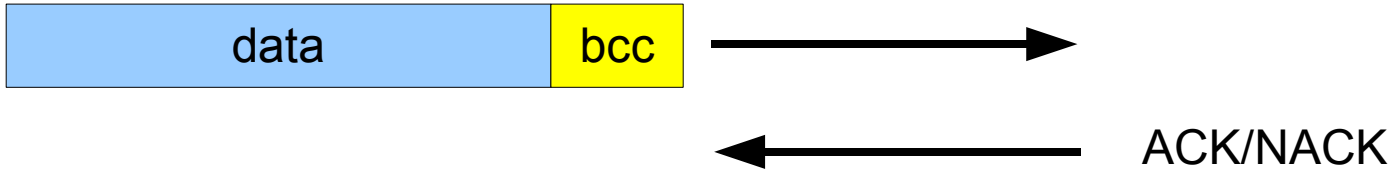
$$kvzd = ch_d + ch_o + 1; \quad ch_d \geq ch_o; \quad ch_d, ch_o \in \mathbb{N}$$

Druhy kódů

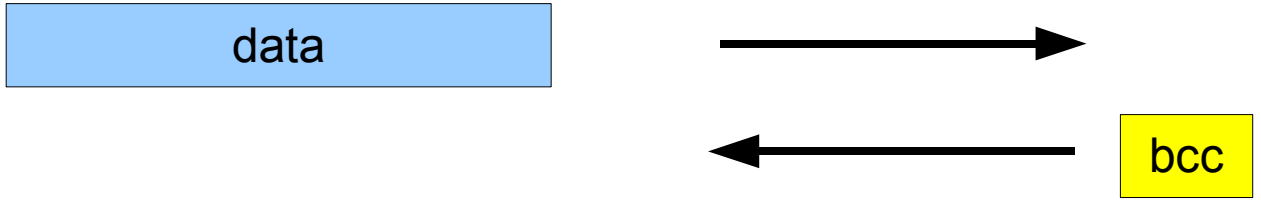
- opakovací,
- „koktavý“,
- parity
  - sudá, lichá, (jedna chyba a lichý počet chyb),
  - příčná a podélná,
- systematické x nesystematické,
- lineární,
  - Hammingovy
- cyklické (CRC) r … stupeň polynomu
  - jedna, dvě, lichý počet, shluk < r+1 … 1.0
  - shluk = r+1 … $1 – 0.5^{r-1}$
  - shluk > r+1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

Metody potvrzování

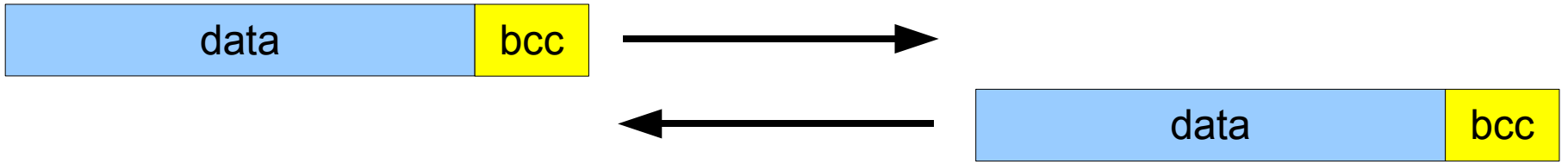
potvrzovací zpětná vazba



detekční zpětná vazba

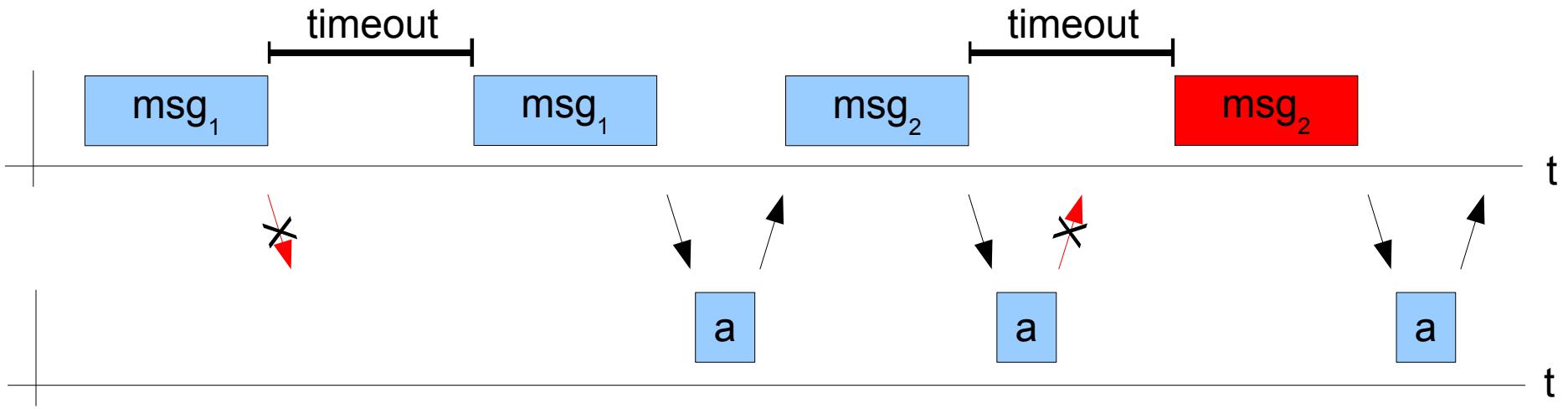


informační zpětná vazba



Potvrzovací schémata

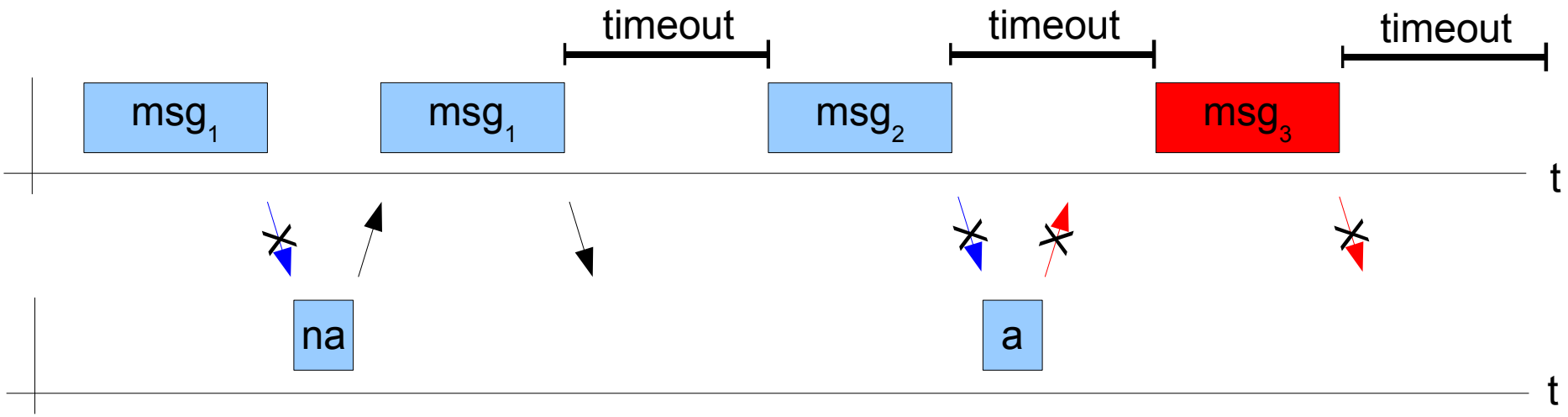
- synchronní simplexní protokol
  - nelze pozastavit vysílač,
  - pouze jeden směr,
  - omezené použití, opravné kódy,
- simplexní protokol s pozitivním potvrzováním
  - alespoň poloduplexní kanál,
  - ztráta potvrzení … duplikace,



Potvrzovací schémata 2

simplexní protokol s čistě negativním potvrzováním

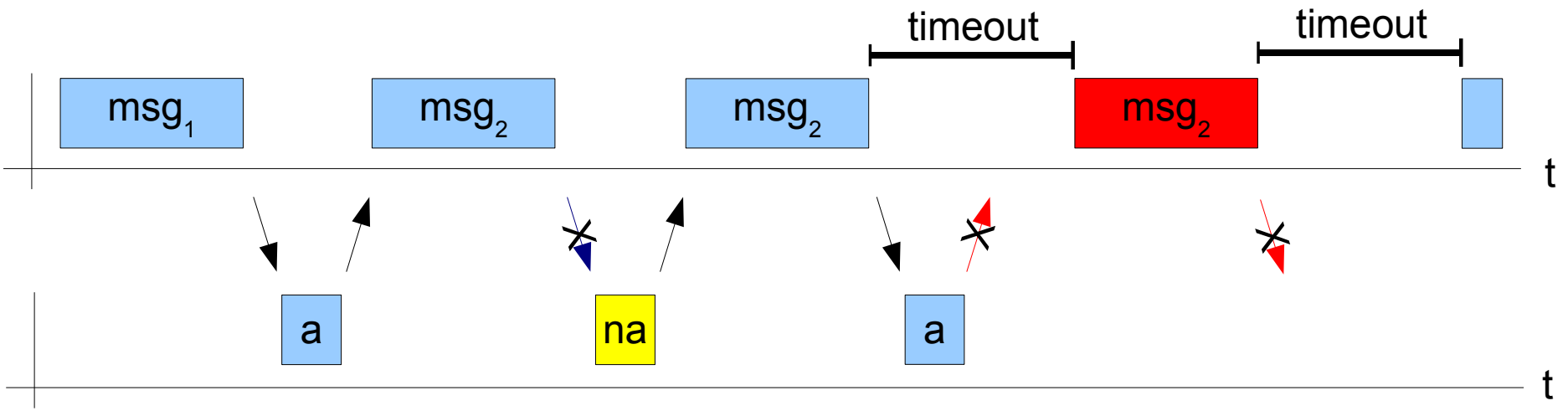
- rychlá reakce na chybu,
- výpadky rámců.



Potvrzovací schémata 3

simplexní protokol s negativním potvrzováním

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

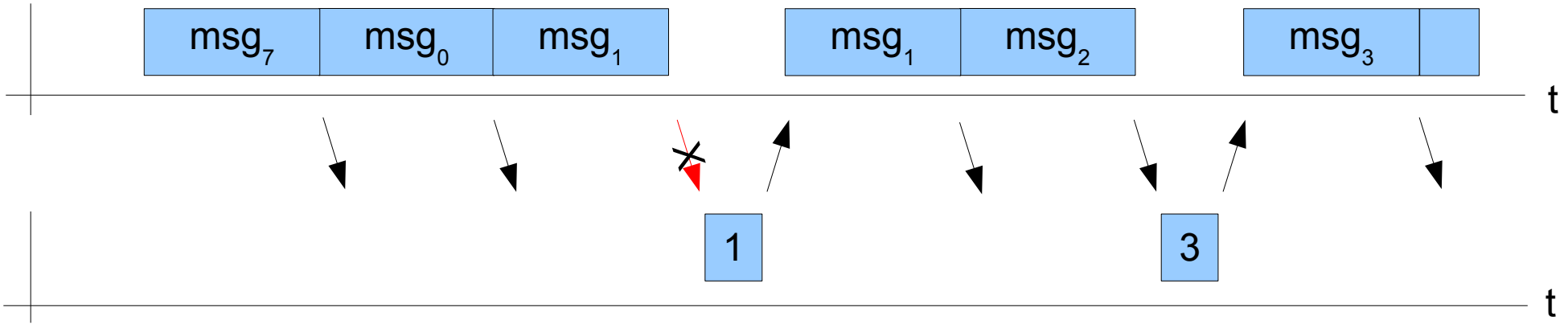


Potvrzovací schémata 4

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

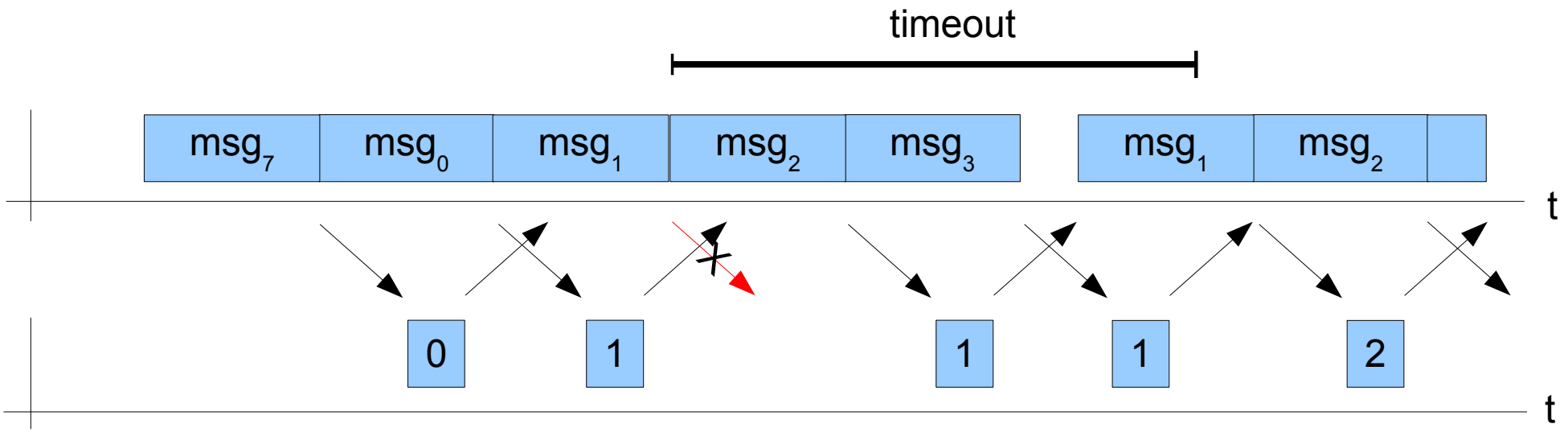
Skupinové potvrzování

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



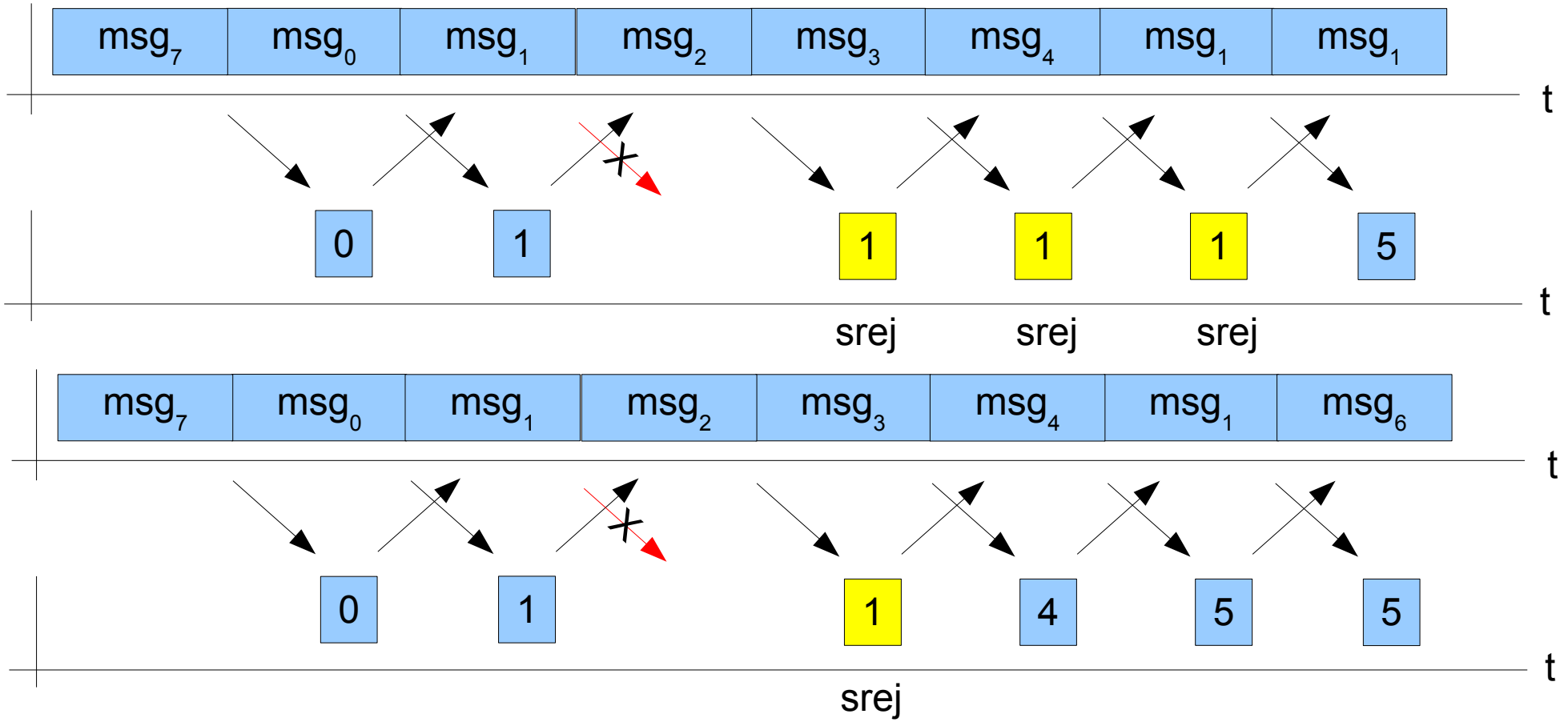
Skupinové potvrzování Go-Back-N

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

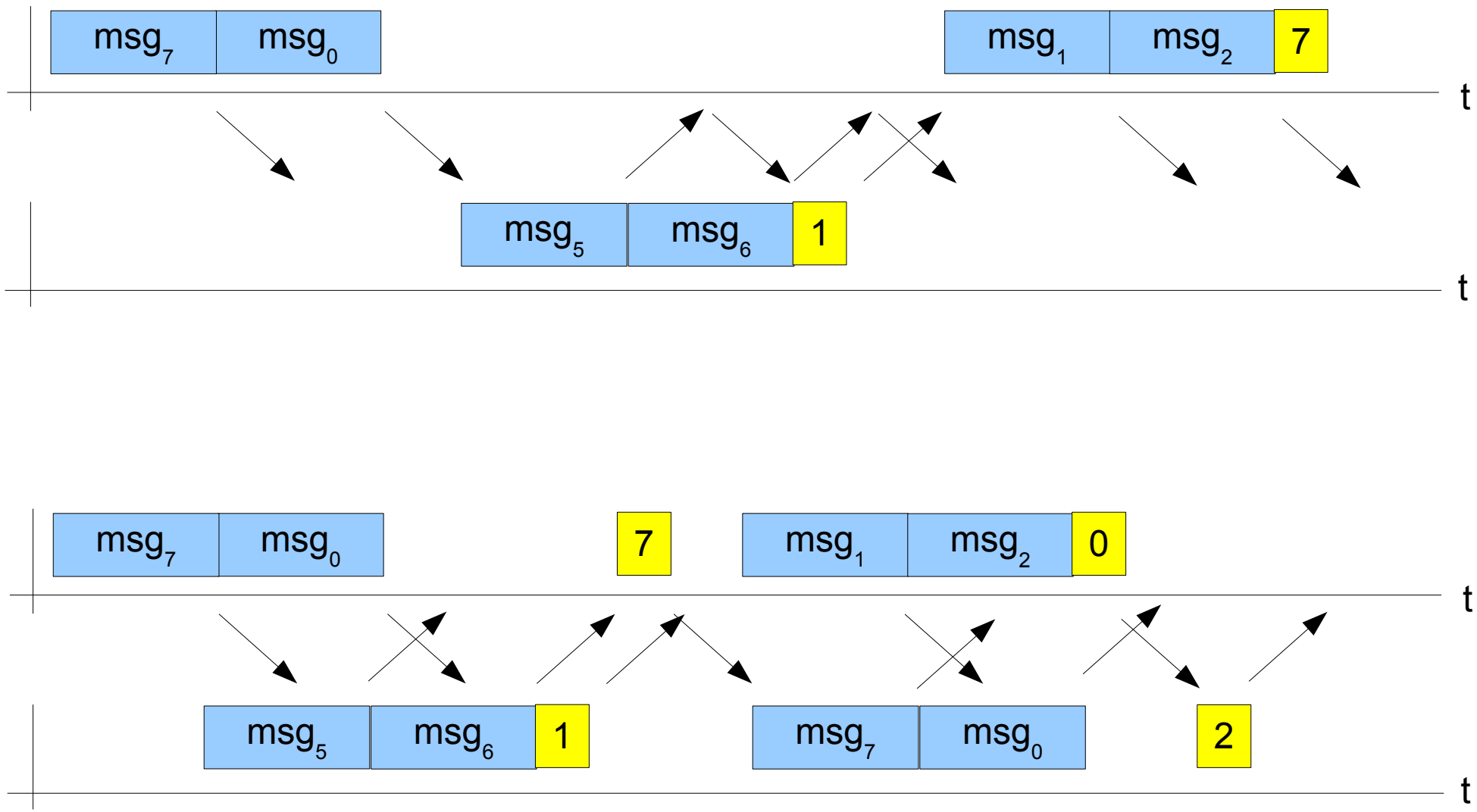


Selektivní opakování

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

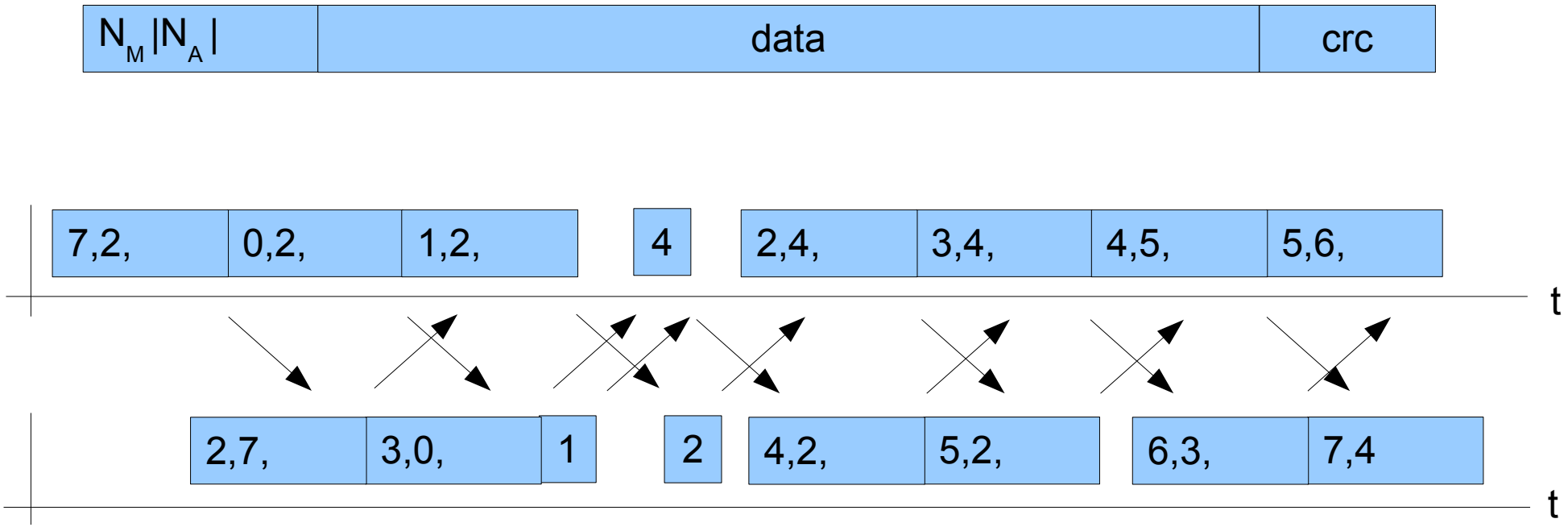


Poloduplex a duplex



Nesamostatné potvrzování

- piggy-backing
- TCP – pouze piggy-backing



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.

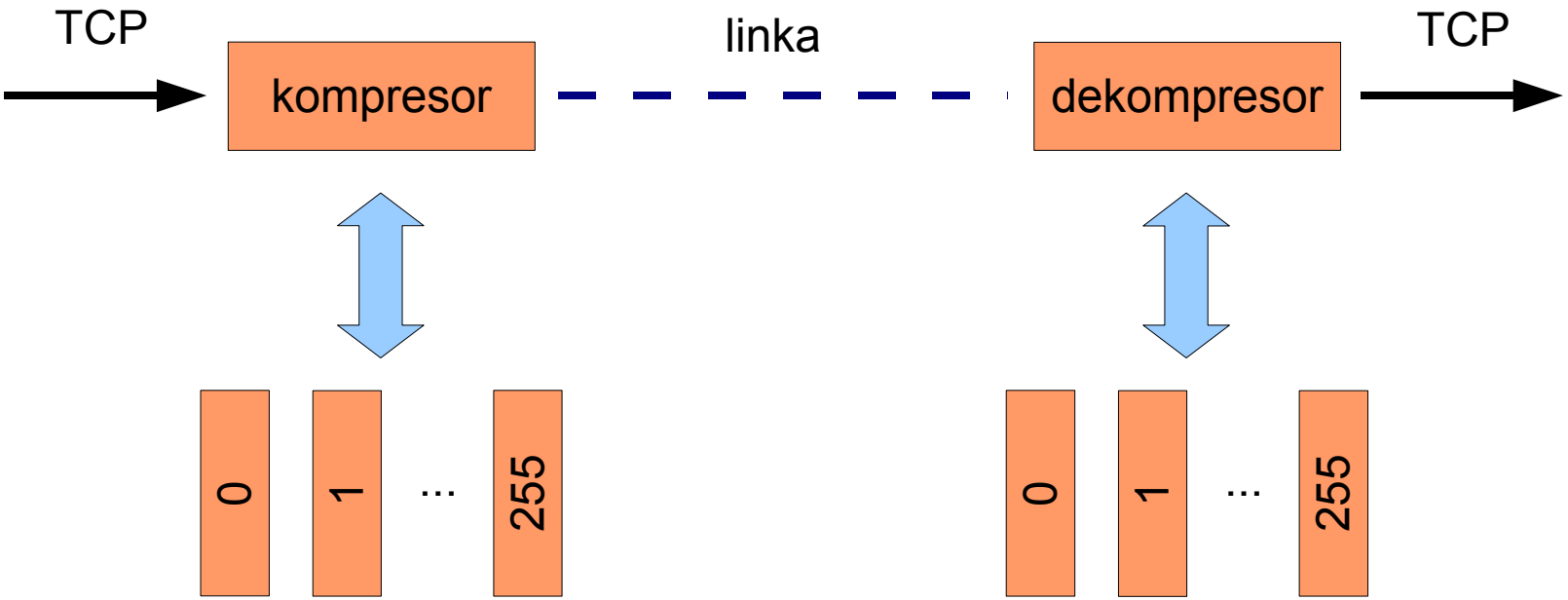
SLIP

- 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

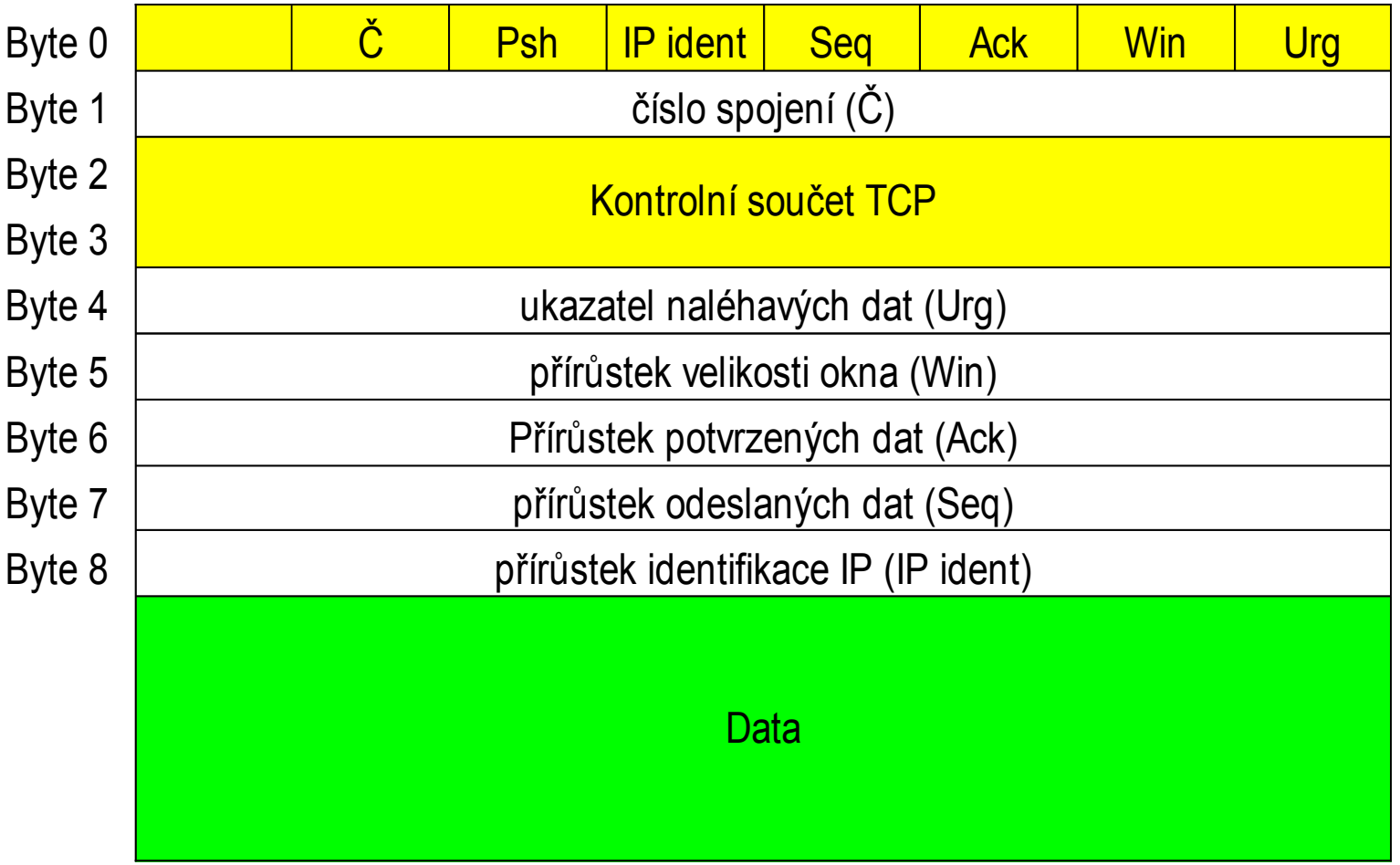
CSLIP

- 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)

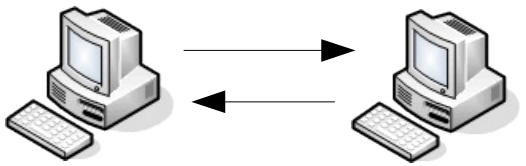


CSLIP (3)

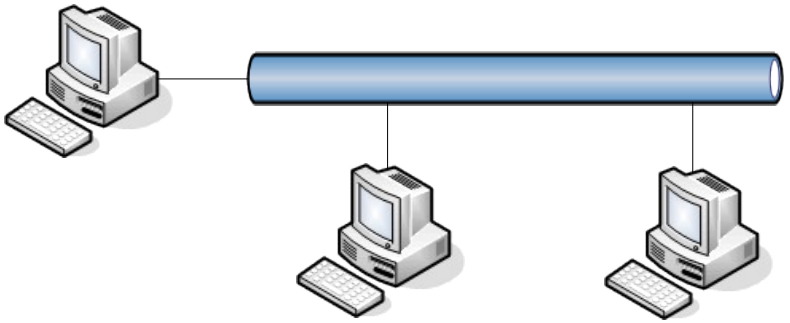

Byte 0
Byte 1
Byte 2
Byte 3
Byte 4
Byte 5
Byte 6
Byte 7
Byte 8
Č
Psh
IP ident
Seq
Ack
Win
Urg
číslo spojení (Č)
Kontrolní součet TCP
ukazatel naléhavých dat (Urg)
přírůstek velikosti okna (Win)
Přírůstek potvrzených dat (Ack)
přírůstek odeslaných dat (Seq)
přírůstek identifikace IP (IP ident)
Data

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



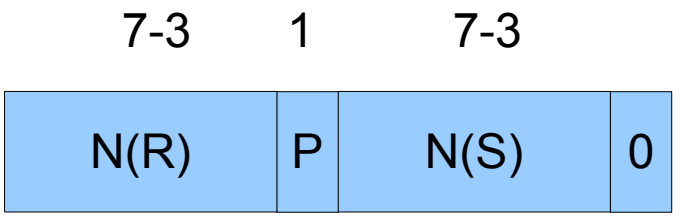
NRM

Formát HDLC rámce

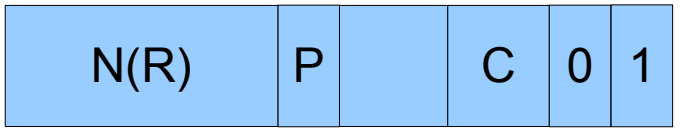
- křídlová značka – 0111 1110
- bit stuffing – vkládání 0 po pěti 1
- adresa 8b (NRM)
- kontrolní součet 16/32
- data – protokol pouze u U-rámců
- řídící pole
  - U-rámce – přenos dat, signalizace (nečíslované)
  - I-rámce – přenos dat (informační)
  - S-rámce – řízení toku dat, potvrzování (supervisor)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

HDLC rámce

I-rámec

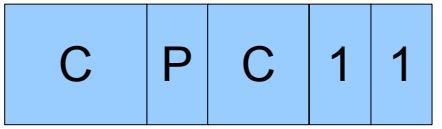


S-rámec



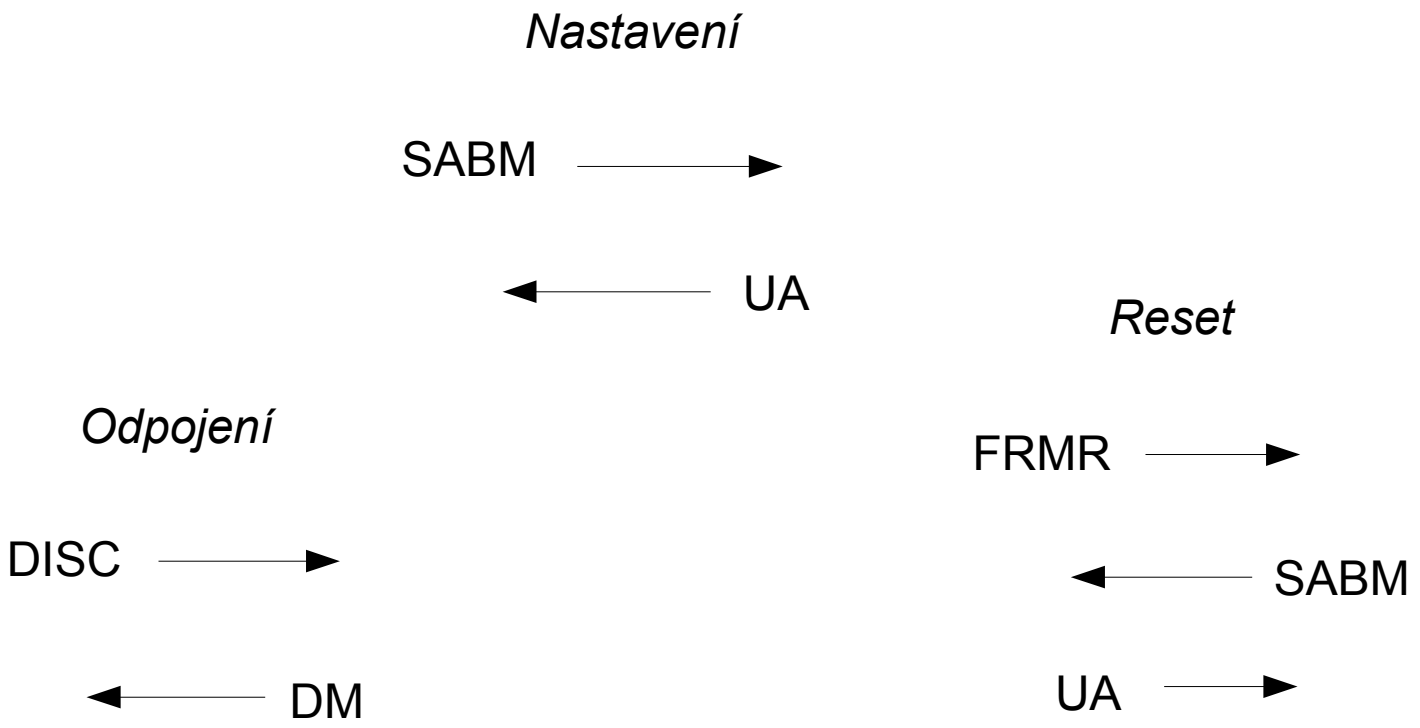
01 RR
05 RNR
09 REJ

U-rámec



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

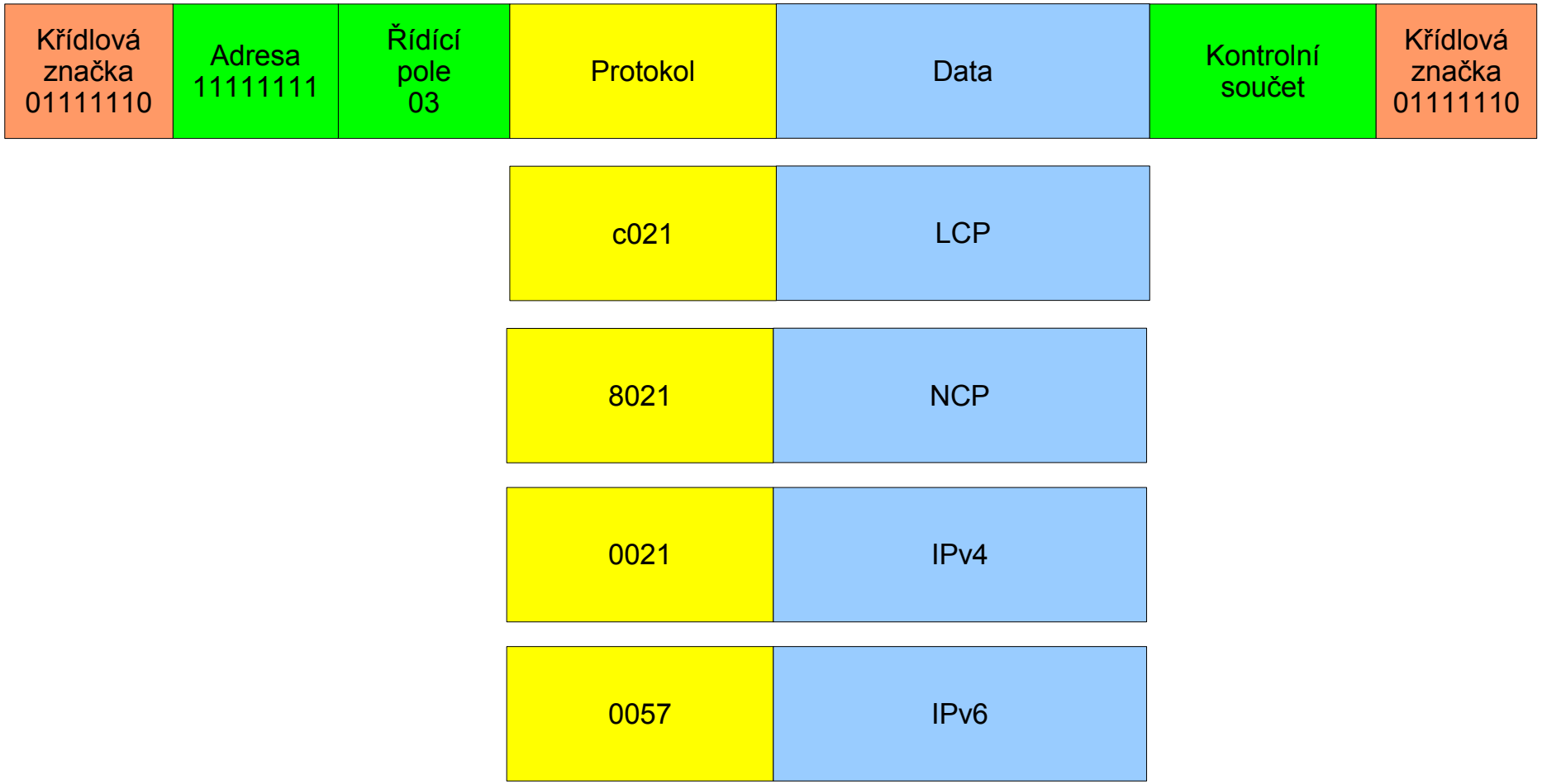
HDLC dialogy



PPP

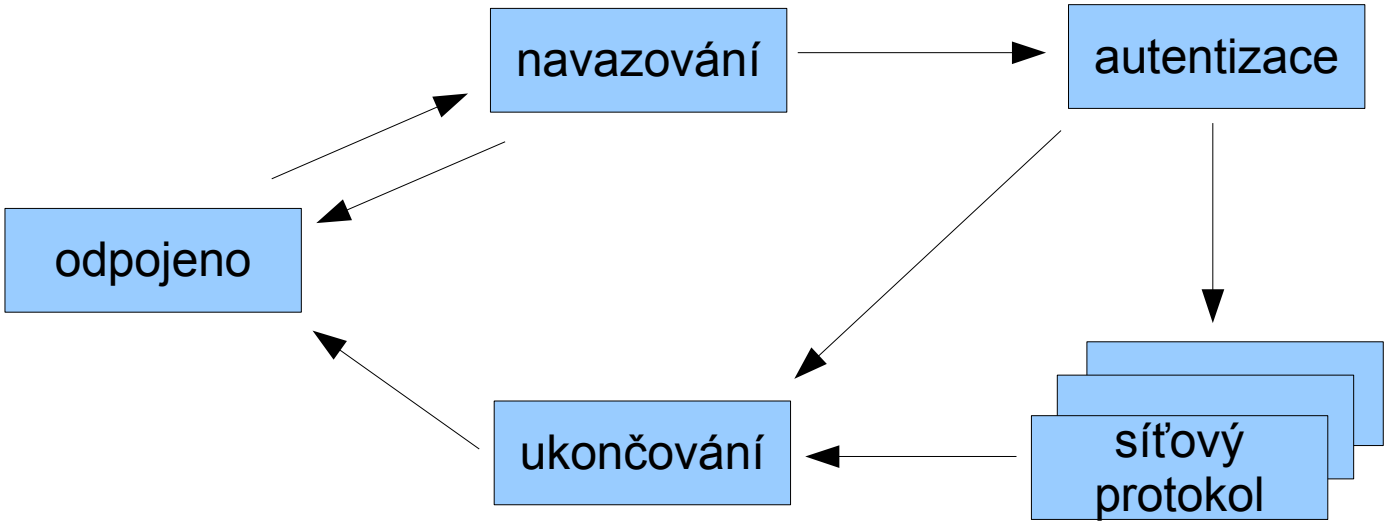
- Point to Point Protocol, rfc 1661, rfc 1662
- podmnožina HDLC
- asynchronní, bitově i znakově synchronní
- umožňuje souběh více protokolů
  - pouze U-rámce
  - na počátku 8/16 identifikátor protokolu
  - nelze číslovat a opakovat rámce (I-rámce)
- bitové spoje – bit stuffing
- znakové spoje – 7e ->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

PPP formát rámce

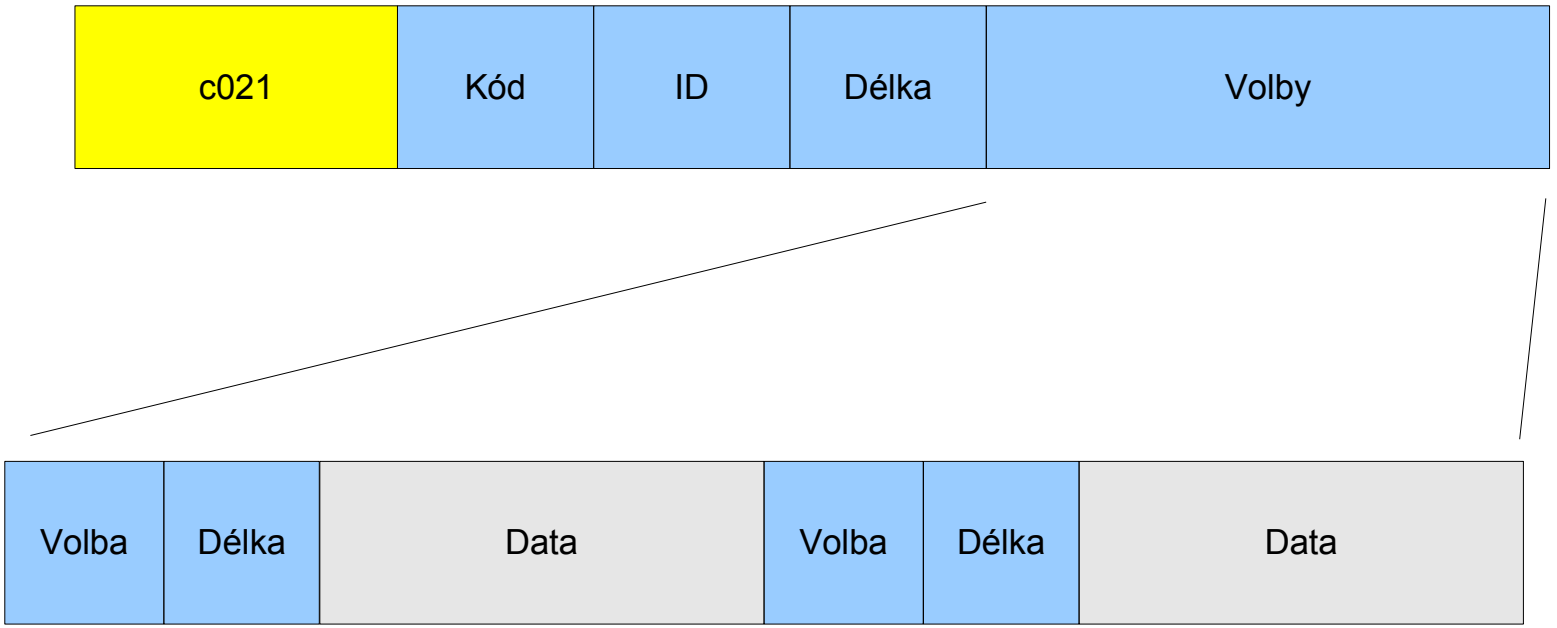


LCP

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



LCP rámec



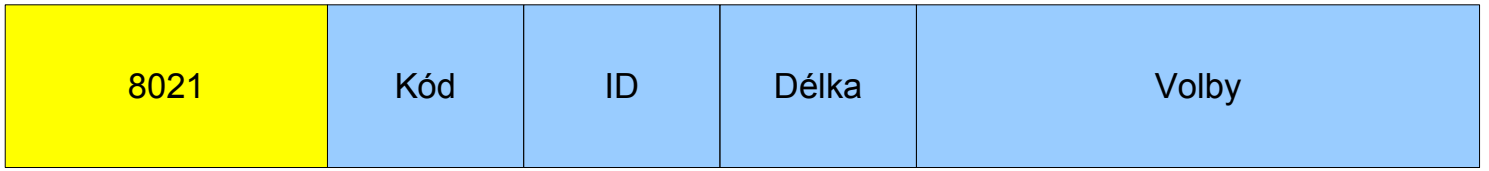
- kód – typ příkazu (Conf-Req/Ack/Nack/Rej, Term-Req/Ack, Code-Rej, Prot-Rej, Echo-Req/Rep, Disc-Req)
- ID – identifikace požadavku (stejná v dotazu i odpovědi)
- délka – součet kód, ID , délka, volby
- volby – požadavky/odpovědi na změnu parametrů linky (Max-Rec-Unit, Auth-Prot ...)

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

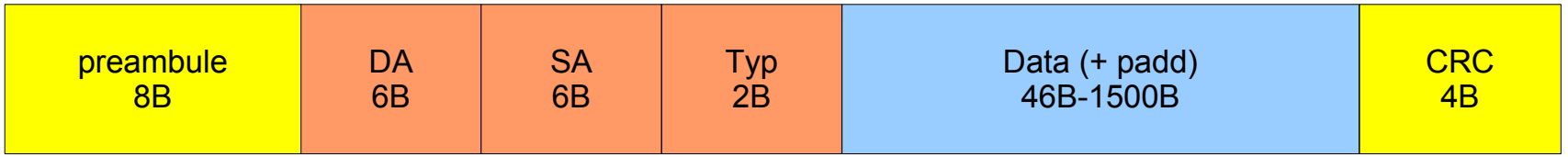
- NCP protokol začíná 8
- datový protokol začíná 0

IPCP



- 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)



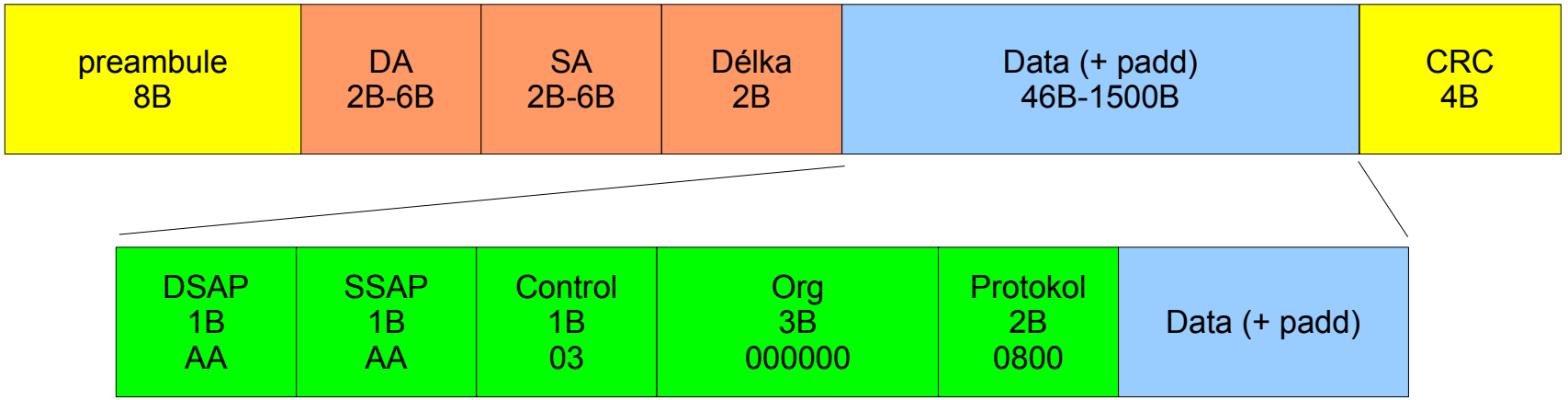
- preambule 10101010....101011
- DA, SA – adresa cíle, adresa zdroje
  - 3B výrobce
  - XXXXXXFB
    - F – 0..globální, 1..firemní
    - B – 0..adresa karty, 1..multicast
  - 111...111 broadcast

- 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

Konec