

UPS 2012/2013

- Jindřich Skupa
- skupaj@kiv.zcu.cz, UL408
 - Po 9:20-10:20
 - St 13:30-14:30

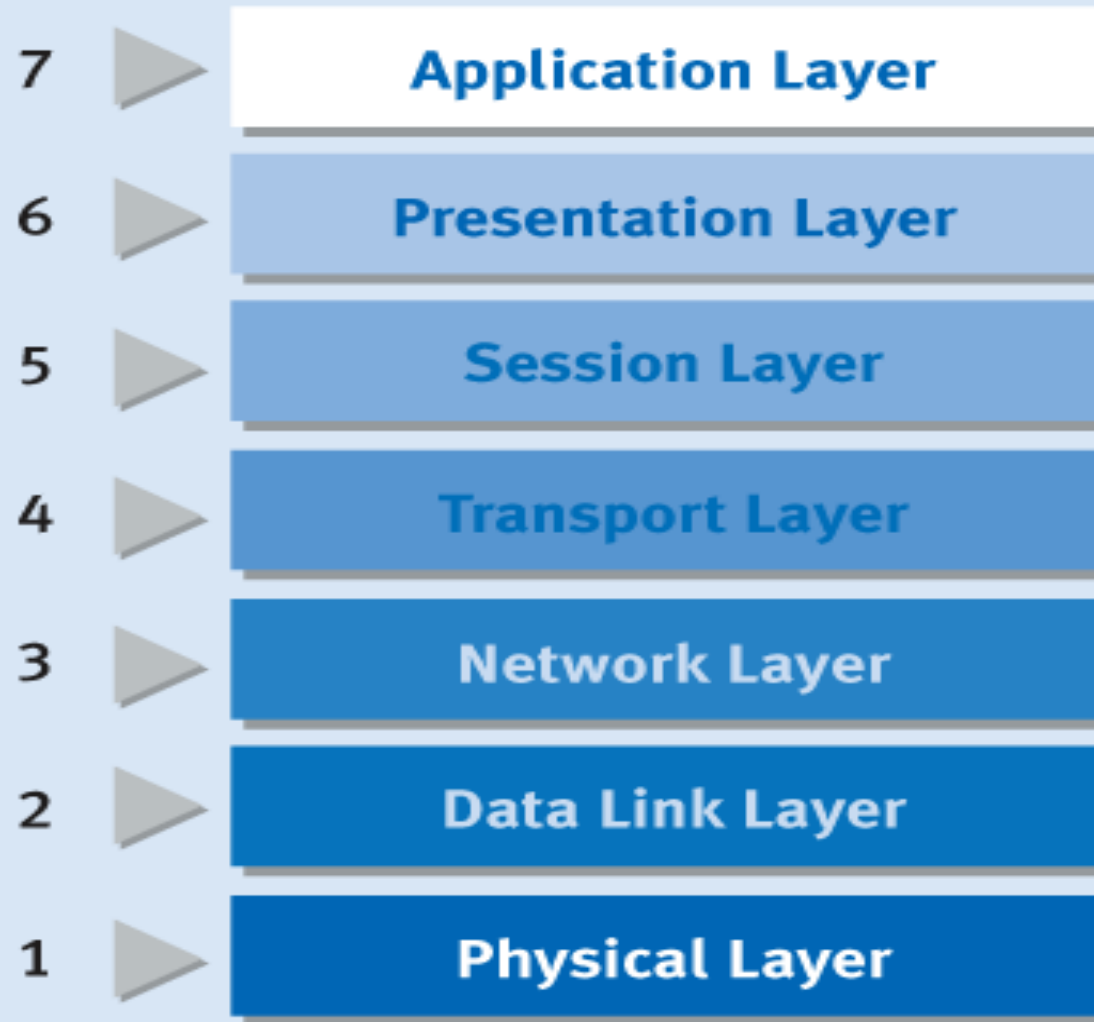
Zápočet

- 80% Účast na cvičení
- Semestrální práce
 - Server v C, klient aplikace v Javě
 - Max 30b, Min 15b, Bonus 10b
 - Bodová penalizace za pozdní odevzdání
 - -1 za každý den
- Test cca v 2/3 semestru
 - Max 20b, Min 10b
 - Jeden opravný termín

První cvičení

- Co jsou sítě
- ISO/OSI model
- Adresy MAC, IP
- Linux/Unix
 - Přihlášení, základní orientace
 - Nastavení sítě
 - Diagnostika sítě

ISO/OSI.



ISO/OSI II.

Aplikační (7)

obecné a speciální služby pro aplikace, např. přenos souborů, terminál, ...

Prezentační (6)

Převod aplikačních dat na data vhodná pro přenos (heterogenita, komprese, šifrování)

Relační (5)

Řešení problému chyb nad přenosovými protokoly (výpadek spojení)

Transportní (4)

Přizpůsobení různorodých síťových služeb potřebám aplikace (řešení chyb)

Síťová (3)

Přenos dat mezi koncovými uzly sítě (směrování, adresování, řízení toku dat)

Linková (2)

Přenos dat mezi sousedními uzly sítě (zabezpečení proti chybám)

Fyzická (1)

Definice signálů, konektorů, vedení, rychlostí, ...

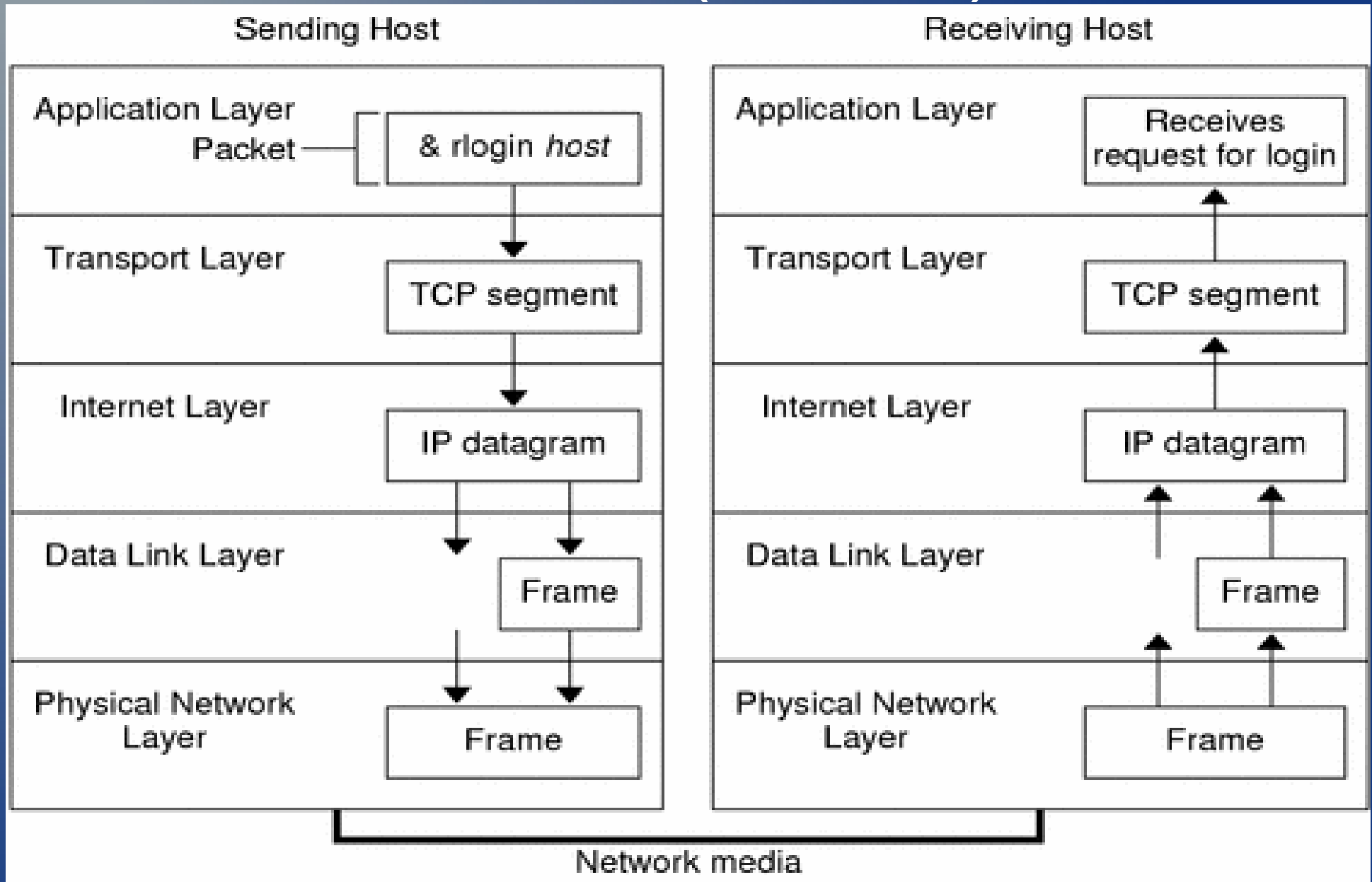
ISO/OSI III.

- Fyzická vrstva
 - Přenáší se bity
 - Zařízení: přenosové médium, konektory
- Linková vrstva
 - Přenáší se rámce
 - Zařízení: přepínač (switch)
- Síťová vrstva
 - Přenáší se packety
 - Zařízení: router
- Transportní
 - Přenáší se: segmenty (TCP), datagramy (UDP)
 - Zařízení: jádro operačního systému

ISO/OSI (TCP I.)

TCP/IP	Model ISO/OSI
Aplikační vrstva	Aplikační vrstva
	Prezentační vrstva
	Relační vrstva
Transportní vrstva	Transportní vrstva
Síťová (IP) vrstva	Síťová vrstva
Vrstva síťového rozhraní	Linková vrstva
	Fyzická vrstva

ISO/OSI (TCP II.)



Sítě

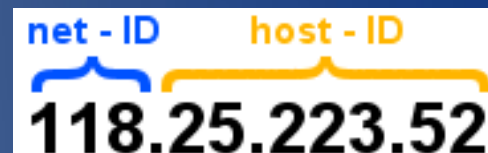
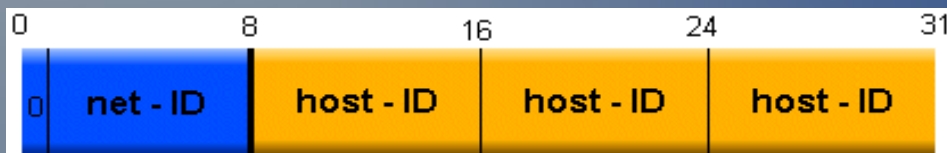
- Podle velikosti
 - PAN, LAN, MAN, WAN
- Podle topologie
 - Sběrnice, kruh, hvězda, kombinace
- Podle způsobu komunikace
 - Přepínání kanálů
 - Přepínání zpráv

Adresy v síti

- ipv4 192.168.0.1/24
 - Veřejné, privátní, lokální, 32b
- ipv6 2A01:0430:003E::2/64
 - Globální, linková, lokální, 128b
- MAC f0:de:f1:42:40:da
 - Světově unikátní, 48b

Třídy IP adres

- Třída A



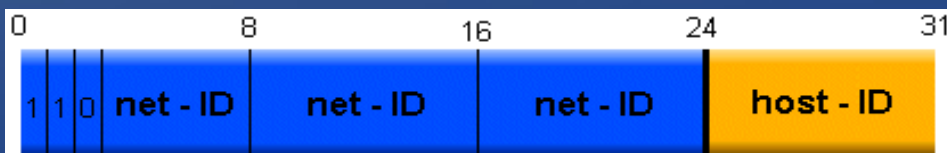
- 0.0.0.0 až 127.255.255.255

- Třída B



- 128.0.0.0 az do 191.255.255.255.

- Třída C



Linux

- ifconfig (do 2.4.x), route
- ip (od 2.6.x)
- iptables
- ping
- traceroute
- dig
- host
- whois

UPS 2012/2013

Cvičení 2

<http://segfault-labs.cz/~shorty/vyuka/ups/>

Opakování / Co se nestihlo

- Několik otázek z/k předcházejícímu cvičení
- Doplnění z minula
- Dokončení Linuxových příkazů

Obsah

- TCP/IP model/zásobník
- Typy serverů
- Porty
- BSD sockety
- Paralelní procesy, select

TCP/IP

TCP/IP	Model ISO/OSI
Aplikační vrstva	Aplikační vrstva
	Prezentační vrstva
	Relační vrstva
Transportní vrstva	Transportní vrstva
Síťová (IP) vrstva	Síťová vrstva
Vrstva síťového rozhraní	Linková vrstva
	Fyzická vrstva

TCP/IP

- Síťové rozhraní
 - Ethernet, PPP, SLIP
- Síťová
 - IP
- Transportní
 - TCP, UDP, ICMP,
- Aplikační
 - Telnet, FTP, HTTP, DNS,

Server / Client

- Server
 - Program běžící na serveru, poslouchá na portu (v UNIX systémech démon)
 - Typ spuštění – stavové / bezstavové
 - Stavové servery
 - SSH, APACHE
 - Bezstavové Internet Daemon
 - FTP, NTP
 - Pozor – neplést se službami
 - Udržování spojení
 - S udržovaným spojením TCP - SSH
 - Bez udržovaného spojení UDP - DNS

Server / Client

- Server
 - Způsob odbavení požadavku
 - Interaktivní – požadavky ve frontě a postupně odbavují
 - Paralelní – při přijetí požadavku spouštím proces/vlákno
- Client
 - Program připojující se k serveru

Porty

- Porty
 - Definují aplikaci v rámci konkrétního stroje
 - Celé číslo v rozmezí 0 – 65535
 - /etc/services, netstat -ln
- Tři skupiny:
 - Dobře známé / privilegované (jen root)
 - 0-1024 – běžné služby, SSH/22, FTP/21, HTTP/80
 - Registrované
 - 1024-49151 Registrované u ICANN, MySQL/3306
 - Dynamické a soukromé
 - 49152-65535 Nejsou určena jejich použití

BSD Sockety

- BSD sockety
 - Dostupné na většině OS: Linux, *BSD, Windows(winsock)
 - Komunikační mechanismus jako soubor
- Atributy socketu
 - Domain
 - AF_UNIX, AF_INET, AF_ISO,
 - Type
 - SOCK_STREAM, SOCK_DGRAM
 - Protocol
 - Většinou se nevybírá, default 0

BSD Sockety ukazka

- AF_UNIX
 - Pojmenované sockety, pouze v rámci jednoho stroje
- AF_INET
 - TCP
 - socket(), bind(), listen(), accept
 - UDP
 - socket(), bind(), recvfrom(), sendto()
- Překlad adresy i portů
 - inet_addr
 - htonl, htons, ntohl, ntohs

Paralelní procesy

- Detailně v ZOS
- Pro paralelní obsluhu více klientů
- Vlákna - knihovna pthread
 - pthread_create()
- Procesy - fork()
 - Mění se jen server
 - fork()
 - fork() == 0 potomek
 - fork() != 0 rodič

Select

- Systémové volání
- V případě, že potřebujeme pasivně čekat
 - vstup / výstup / chybu
 - aktivita socketu
- `int select(int n, fd_set *readfds, fd_set *writefds, fd_set *exceptfds, struct timeval *timeout);`

Otázky

- Uvedte rozdělení počítačových sítí podle rozlehlosti. Uvedte i jejich další vlastnosti.
- Rozdíl mezi dvoubodovými a mnohabodovými spoji, výhody, nevýhody, použití.
- Nakreslete sběrníkovou a kruhovou topologii počítačové sítě, vysvětlete princip přenosu dat a řízení přenosu (sdílení komunikačního média)
- Sdílení komunikačního média, sítě s přepínáním kanálů, zpráv/paketů.
- Znázorněte rozdíl při přenosu dat přes mezilehlý uzel.
- Co je to úrovněvá architektura, jaké má výhody a nevýhody, kde se obecně používá.
- Vysvětlete, co v referenčním modelu ISO znamenají pojmy úroveň nebo vrstva, n-ta, služba, protokol, datová jednotka n-té vrstvy a přístupový bod.

Otázky

- V sedmiúrovňovém modelu ISO/OSI vyjmenujte jednotlivé vrstvy od nejnižší po nejvyšší a vyjmenujte jejich funkci při přenosu dat.
- Která vrstva zajišťuje směrování v síti
- Která vrstva zajišťuje převod logického signálu na napětí
- Která vrstva zajistí, aby byla data přenesena bezchybně mezi sousedními uzly
- Zakreslete schematicky model TCP/IP, vysvětlete význam jednotlivých vrstev a uveďte příklady protokolů.
- Porovnejte referenční model ISO/OSI s modelem TCP/IP. Které vrstvy v modelu TCP/IP chybí a jak jsou nahrazovány.
- Uveďte základní aplikační protokoly TCP/IP.
- Co znamená zkratka TCP a co IP. Kde se TCP/IP používá.

Otázky

- Co jsou to spojované a nespojované služby. Kterým protokoly jsou v zásobníku TCP/IP realizovány
- Uveďte výhody a nevýhody spojovaných služeb. Kdy (v jakých typických aplikacích) se zejména používají
- Uveďte výhody a nevýhody nespojovaných služeb. Kdy (v jakých typických aplikacích) se zejména používají.

UPS 2012/2013

Cvičení 3

Opakování / Co se nestihlo

- Několik otázek z/k předcházejícímu cvičení
- Doplnění z minula

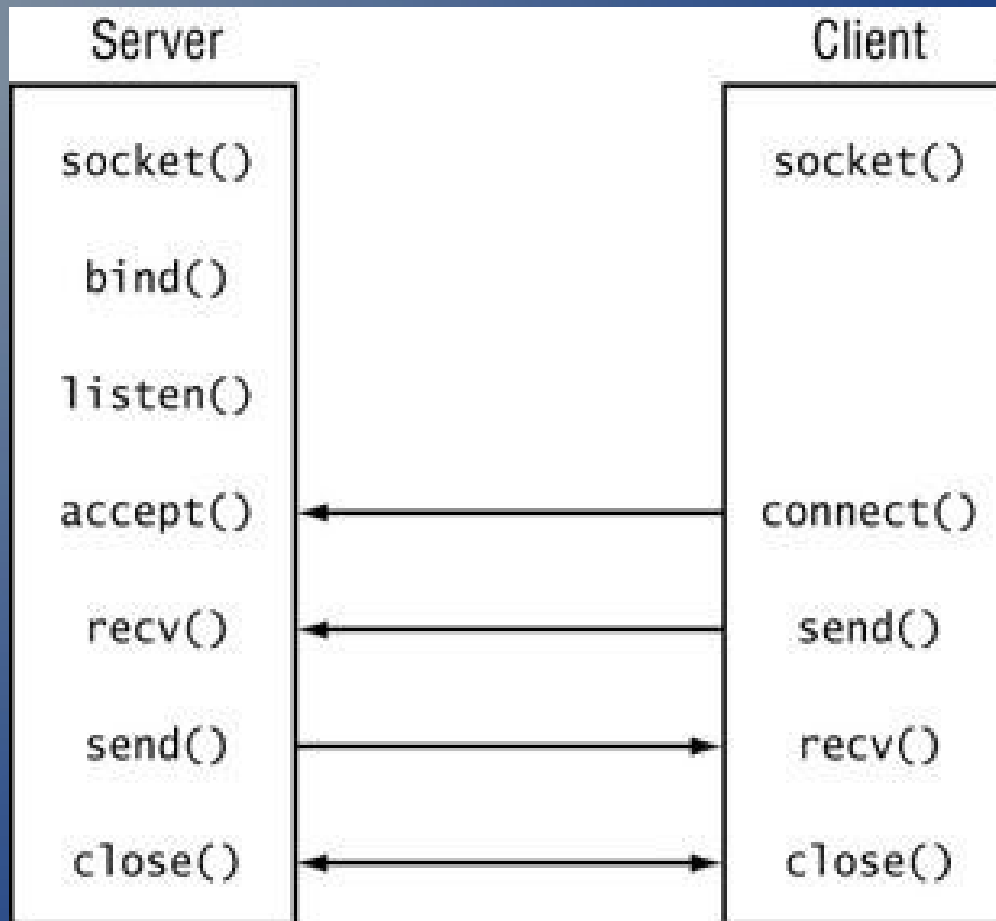
Obsah

- Server/klient v C pod GNU/Linuxem
- C
- Funkce
- Makefile

C

- Prekladac: gcc
- Editor: vim, joe, nano
- Automaticky preklad: Makefile / make
- Manual: man
- `#include <sys/types.h>`
- `#include <sys/socket.h>`

Funkce - TCP/IP



Funkce UDP/IP

- `Socket()`
- `Bind()`
- `Recvfrom()`
- `Sendto()`

Makefile

```
CC=gcc
```

```
all: clean client-unix server-unix
```

```
client-unix:
```

```
    ${CC} -o client-unix client-unix.c
```

```
server-unix:
```

```
    ${CC} -o server-unix server-unix.c
```

```
clean:
```

```
    rm -f client-unix
```

```
    rm -f server-unix
```

```
    rm -f server_socket
```

UPS 2012/2013

Cvičení 4

Opakování / Co se nestihlo

- Několik otázek z/k předcházejícímu cvičení
- Doplnění z minula

Obsah

- Server/klient v Jave
- Java
- Funkce
- Build.xml

Java

- Prekladac: javac (Sun/Oracle, IBM, OpenJDK)
- Editor: Eclipse, NetBeans, vim, joe, nano
- Automaticky preklad: build.xml / ant

- Manual:

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/index>

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/overview/net>

- `Import java.net.*;`
- `Import java.io.*;`

Funkce TCP/IP

- Trida ServerSocket
 - `ServerSocket(10001, 10, InetAddress.getBy_name("localhost"));`
 - `serverSocket.accept();`
- Trida Socket
 - `Socket("127.0.0.1", 10001);`
- Streamy
 - `socket.getInputStream()`
 - `socket.getOutputStream()`

Funkce UDP/IP

- Trida DatagramSocket
 - DatagramSocket(10000);
- Trida DatagramPacket
 - DatagramPacket(buffer, buffer.length);
- Vstup/Vystup
 - DatagramSocket.send
 - DatagramSocket.receive

build.xml

```
<project name="mydemo" default="build" basedir=". ">
<target name="build" depends="server,client">
  <echo message="{basedir}"/>
</target>
<target name="server" depends="">
  <echo message="Prekladam server"/>
  <exec executable="javac" dir="{basedir}">
    <arg value="serverTCPSingle.java"/>
  </exec>
</target>
<target name="client" depends="">
  <echo message="Prekladam klienta"/>
  <exec executable="javac" dir="{basedir}">
    <arg value="clientTCP.java"/>
  </exec>
</target>
<target name="clean" depends="">
  <echo message="Mazu binarky..."/>
  <exec executable="rm" dir="{basedir}">
    <arg value="-f"/>
    <arg value="serverTCPSingle.class"/>
    <arg value="clientTCP.class"/>
  </exec>
</target>
</project>
```

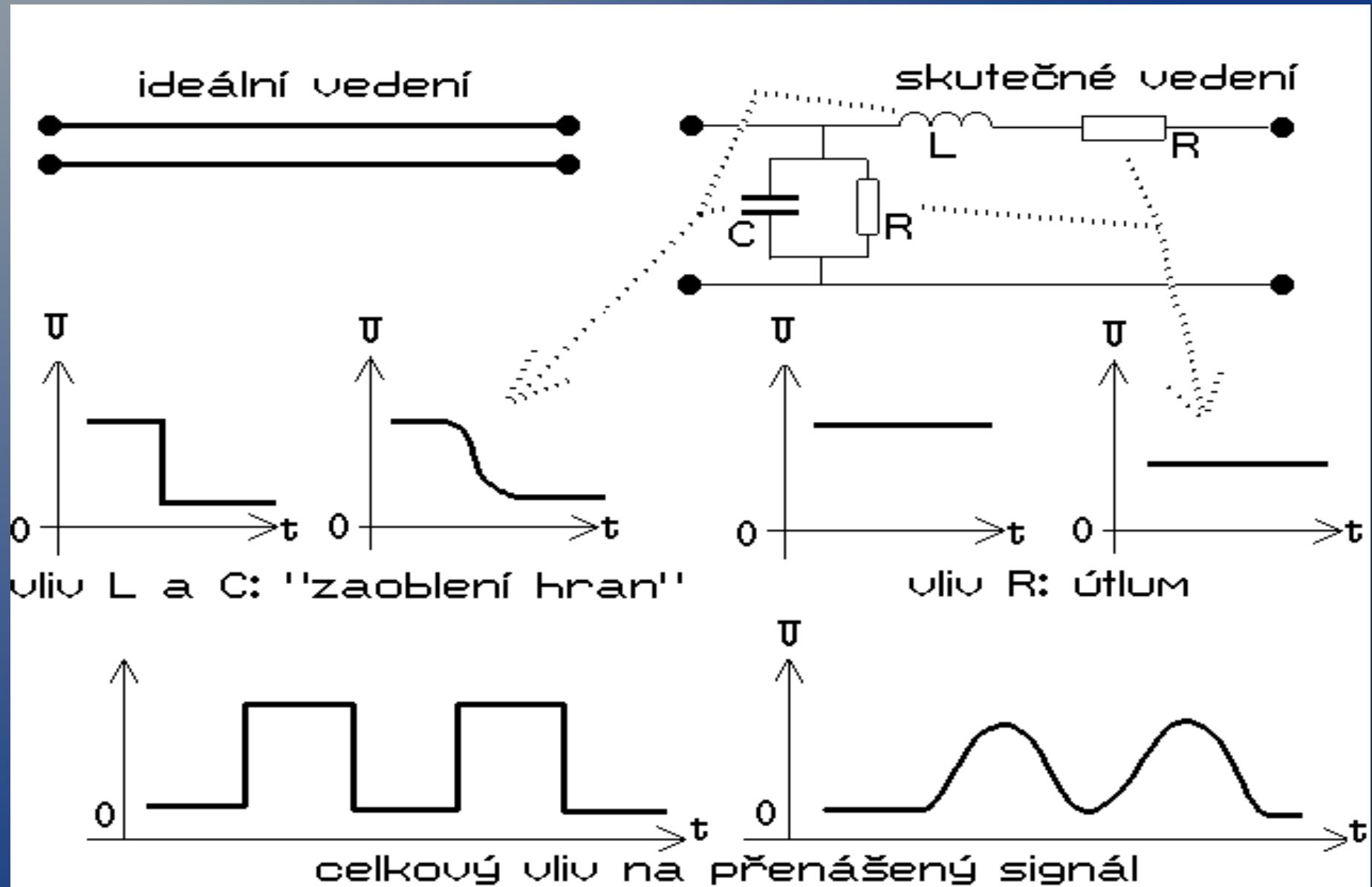
UPS 2012/2013

Cviceni 5

Obsah cviceni

- kapacita přenosového kanálu
- šířka pásma
- počet úrovní, bity, Baudy
- model kanálu se šumem
- modulace
- arytmičtý přenos, arytmičtá značka

Přenosový kanál



Kapacita kanalu

- W – sirka pasma [Hz]
 - Telefon 300-3400Hz = 3100Hz
- C – kapacita kanalu b/s
- V – počet urovni signalu
- $C = W \log_2 (1 + \text{signal}[w]/\text{sum}[w])$ – Shannon
- $S/N = 10 \log(S/N)$ [dB]
- $C = 2 W \log_2 (V)$ – Nyquist
- $V_p = V_m \log_2 (V)$

Přenos

- Přenos v základním pásmu
 - 10BASE-T
 - Přenáší se pulzy (digitální technika)
 - Kratší vzdálenosti (menší vliv rušení, zkreslení)
- Přenos v přeloženém pásmu
 - Hlas, analogový modem
 - Signál je modulovaný (analogový přenos)
 - Delší vzdálenosti

Modulace

$$y = A * \sin (\omega t + \phi)$$

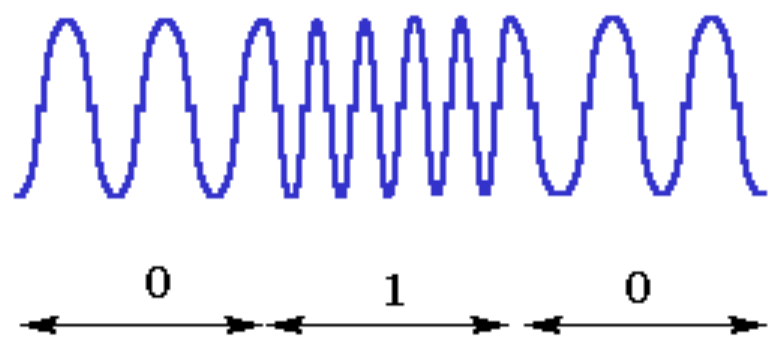
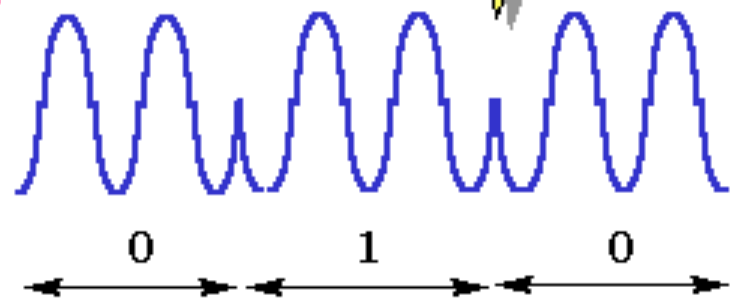
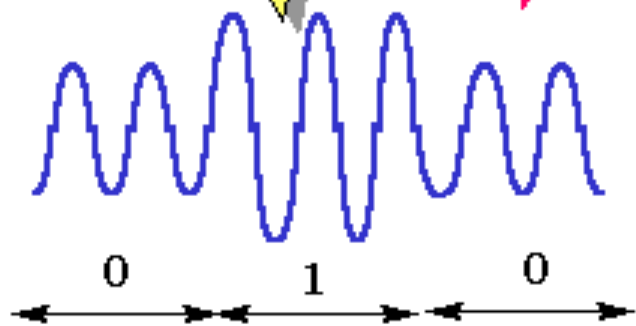
- Frekvenční
 - Mění se parametr ω
- Fázová
 - Mění se parametr ϕ
- Amplitudová
 - Mění se parametr A

Modulace

amplitudová
modulace
(mění se A)

$$y = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi)$$

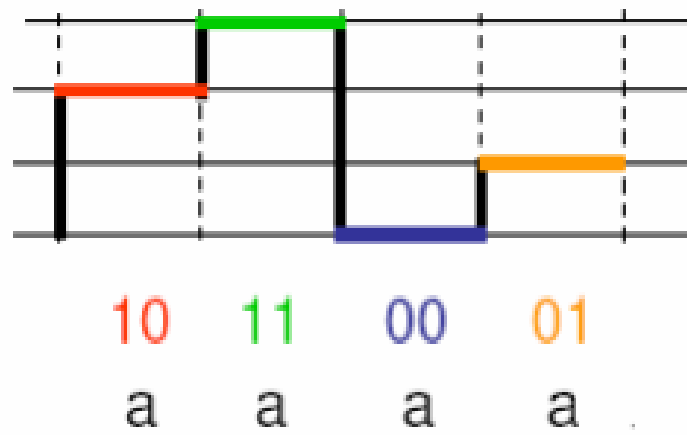
fázová
modulace
(mění se ϕ)



frekvenční
modulace
(mění se ω)

Bit vs. Baud

- Bit – jednotka informace (1 nebo 0)
- Baud – jednotka modulace (počet stavu/s)
 - Modulační rychlost (neboli rychlost, s jakou dochází k přechodům analogového signálu mezi stavy, reprezentujícími jednotlivé diskrétní hodnoty), může být maximálně rovna dvojnásobku šířky přenosového pásma.
- Obecně: $\text{Bit/s} = \text{Baud} \times \text{bitů na symbol}$

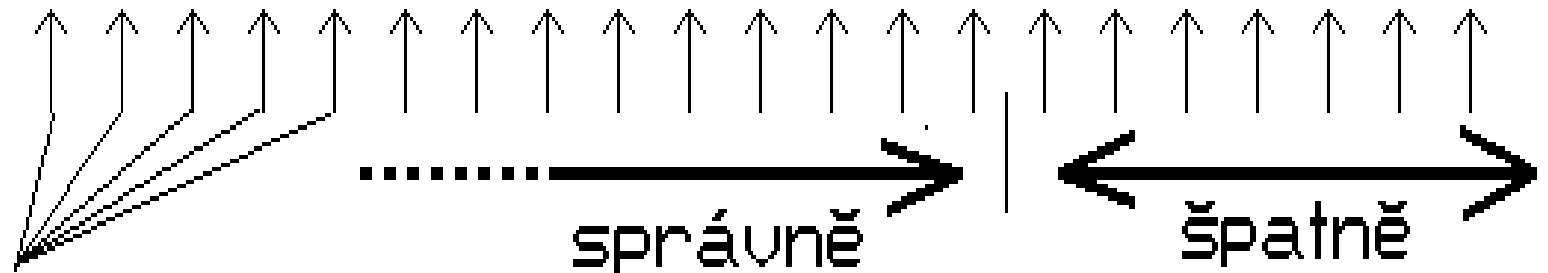
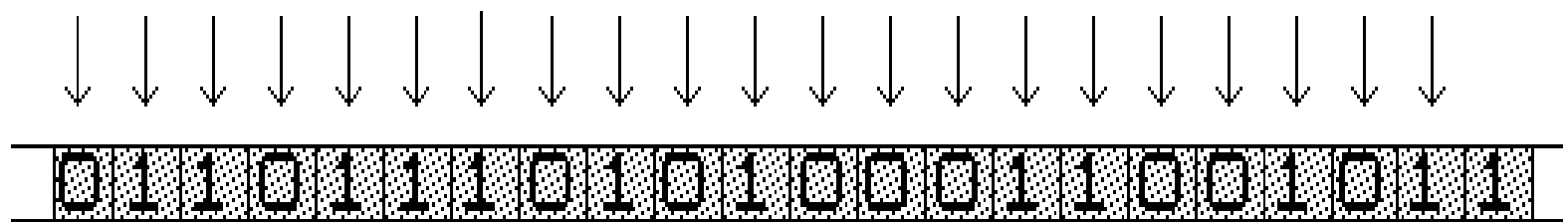


Přenosová rychlost

přenosová rychlost [bitů/s]	modulační rychlost [Bd]	počet rozlišovaných stavů	bitů/změnu	standard
2400	600	16	4	V.22bis
9600	2400	16	4	V.32
14400	2400	64	6	V.32bis
28800, 33600	2400-3200	512	9	V.34
56000	8000	128	7	V.90, V.92

Přenos

"střed" bitů (určuje vysílající)



zde příjemce
vzorkuje hodnotu
jednotlivých bitů

příjemce je
synchronizován

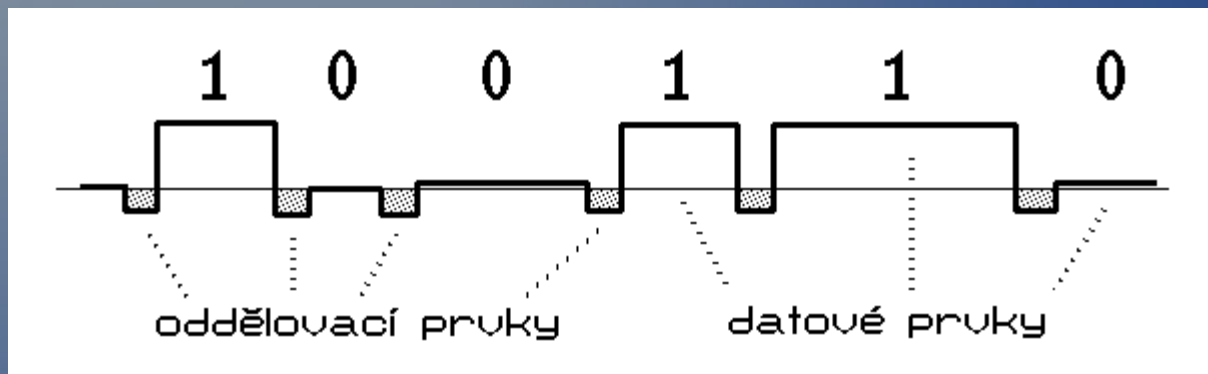
příjemce
ztratil
synchronizaci

Typy přenosů

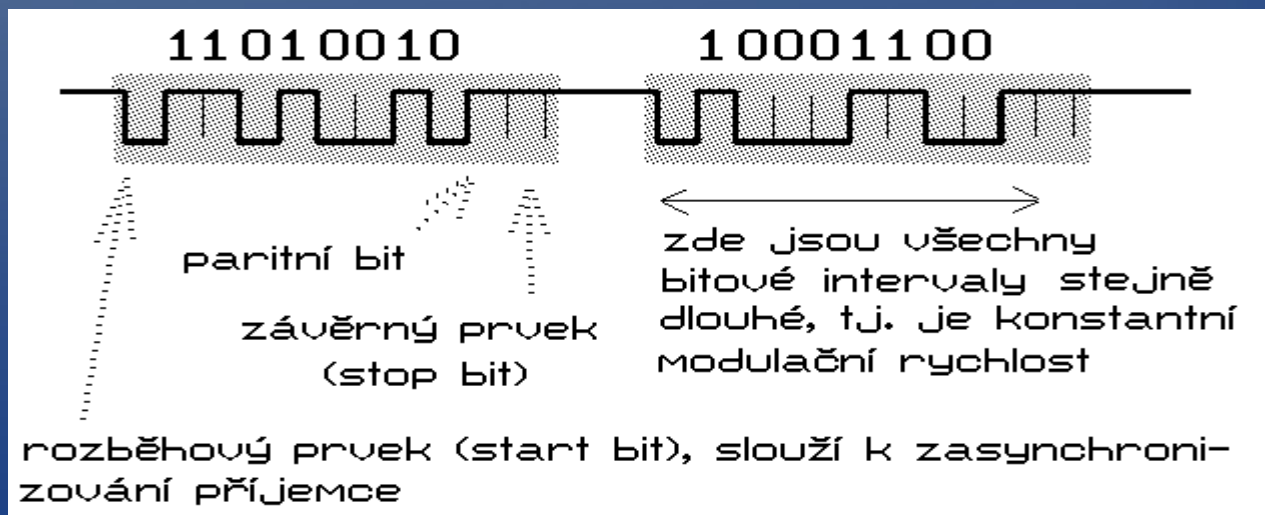
- Asynchronní – mezi příjemcem a vysílajícím neexistuje žádná synchronizace, speciální značky, přenos jednoho bitu může trvat, libovolně dlouhou dobu.
- Arytmický – mezi příjemcem a vysílajícím existuje synchronizace, na začátku a na konci přenosu bloku bitů, START/STOP bity, délka, přenosu znaku je pevná, délka přenosu bloku proměnlivá.
- Synchronní – mezi vysílajícím a přijímajícím existuje synchronizace, po celou dobu, hodiny jsou zakódovány do přenášených dat; NRZ, diferenciální manchester, ...

Přenos II.

- Asynchronní oddělovací prvky

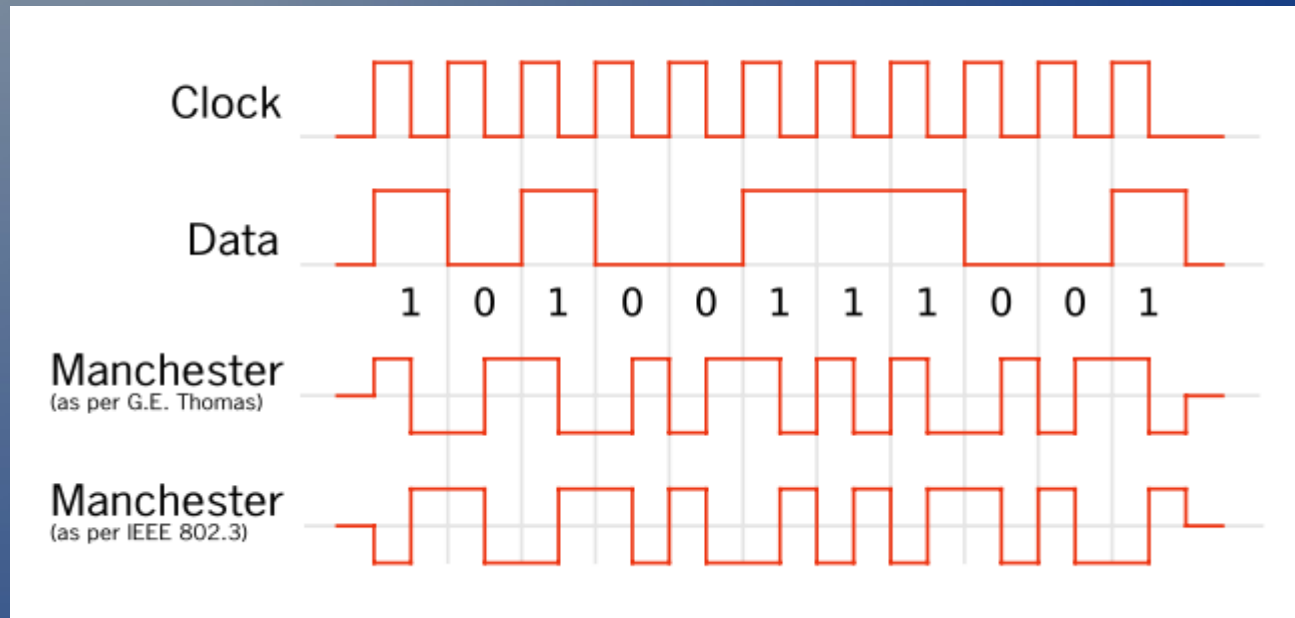


- Arytmický Start/stop bity označující hranice



Přenos III.

- Synchronní



UPS 2013/2014

Cvičení 6

Obsah

- Synchronní přenos, rámce, transparentnost přenosu, tvary rámců (s délkou, vkládání slabik, vkládání bitů), hranice rámců.
- Problém synchronizace (synchronní a asynchronní systémy).
- Kódování signálu, NRZ, NRZI, Manchester, RZ.
- Multiplexování, časový a frekvenční multiplex, synchronní a asynchronní multiplex.
- Síť s přepínáním kanálů, zpráv a paketů.

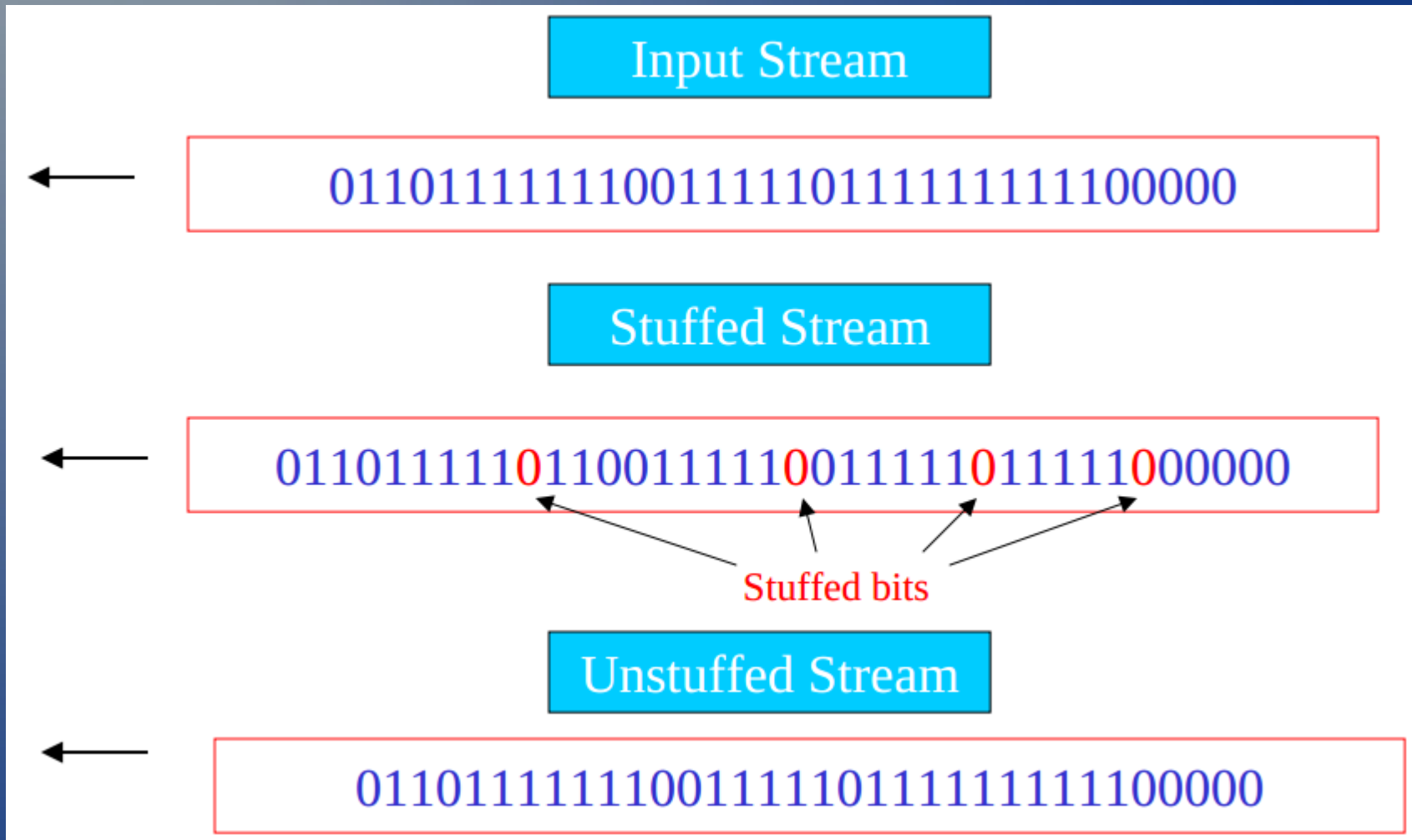
Synchronizace

- Bitová
 - Start/stop bit (hoodne rezie)
- Bytová (znaková)
 - Start/stop bity
 - 8N1, 8E2
- Rámcová
 - Start/Stop znaky (STX,ETX)

Rámce

- Datová jednotka linkové vrstvy
- 3 části, hlavička, data, patička
- Synchronní linka
 - Vkládání bitů – po 5 jedničkách se vkládá nula
- Asynchronní linka
 - Vkládání speciálních znaku, např Escape sekvence
- Hranice rámce
 - STX - Start of TeXt
 - ETX - End of TeXt
 - DLE - Data Link Escape

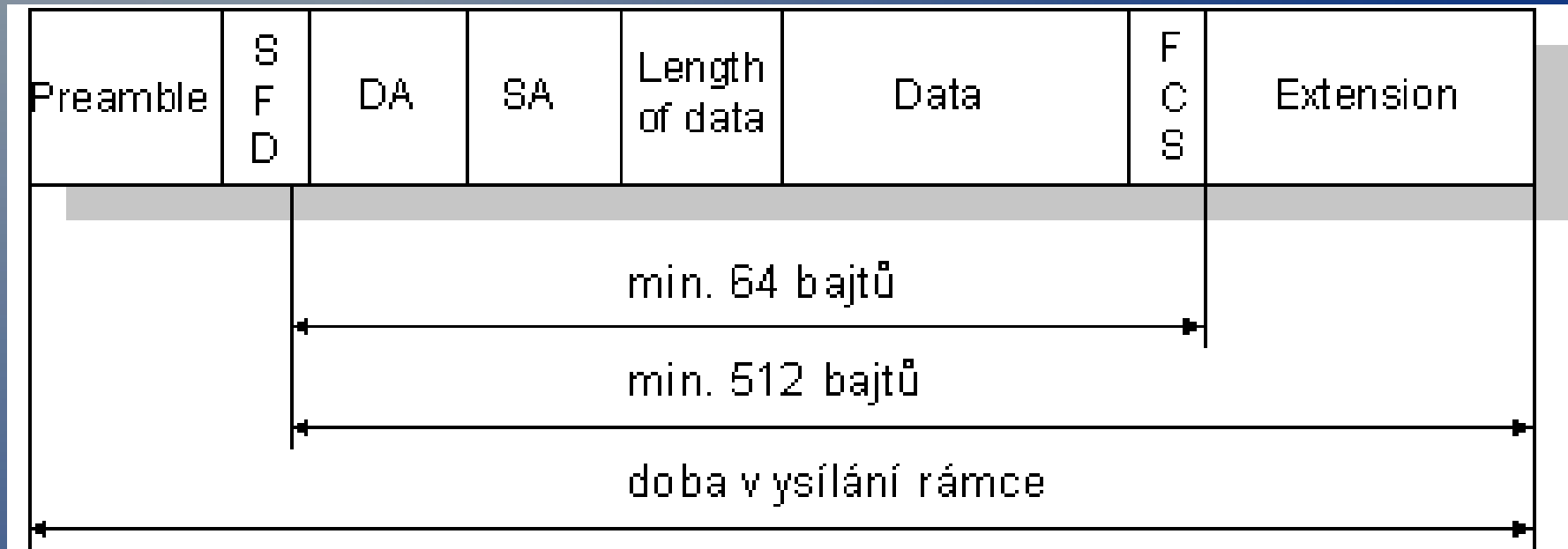
Vkladani bitu



Vkladani bajtu



Rámce



SFD ... Start of Frame Delimiter

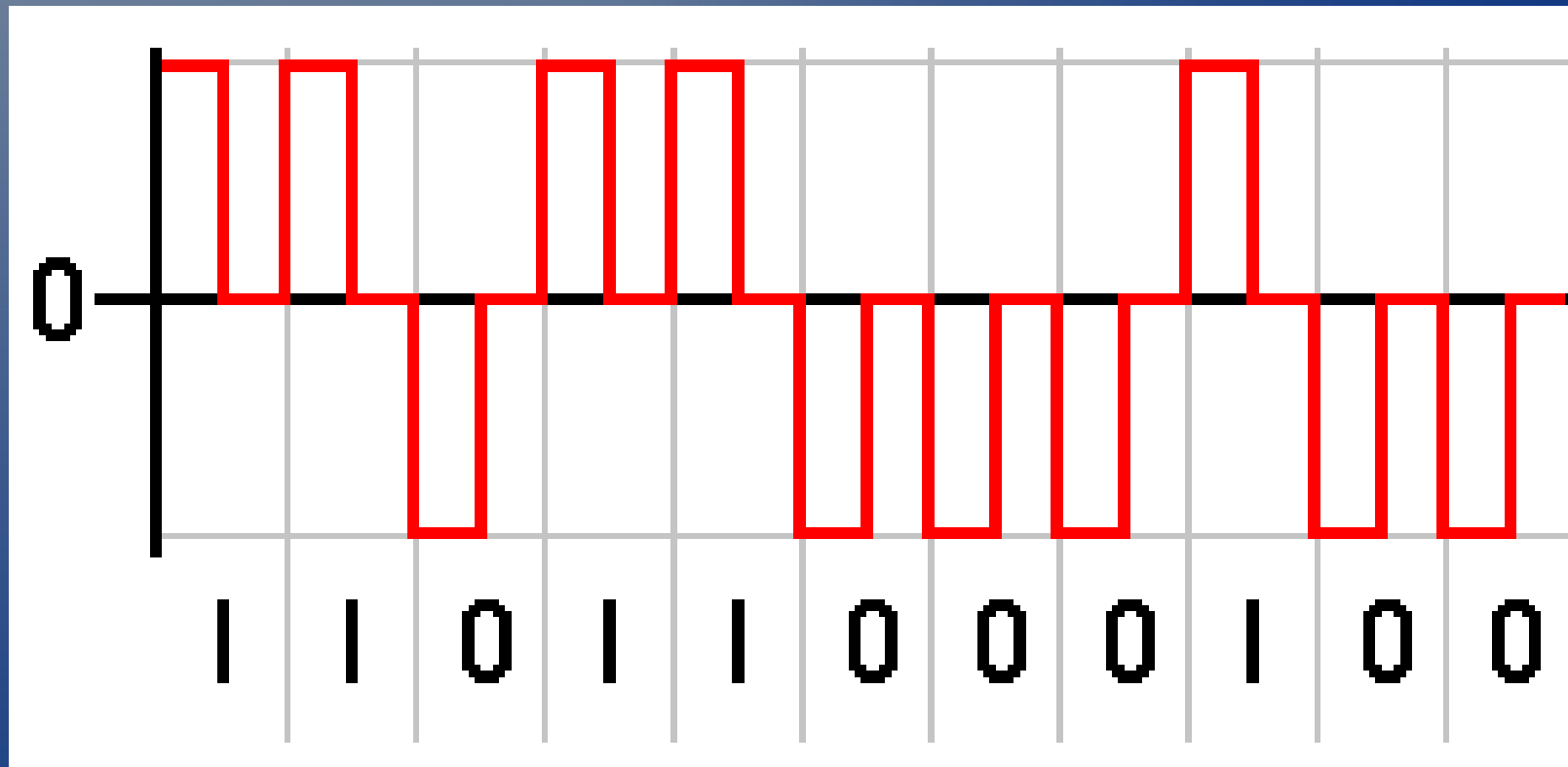
DA Destination Address

SA Source Address

FCS ... Frame Check Sequence

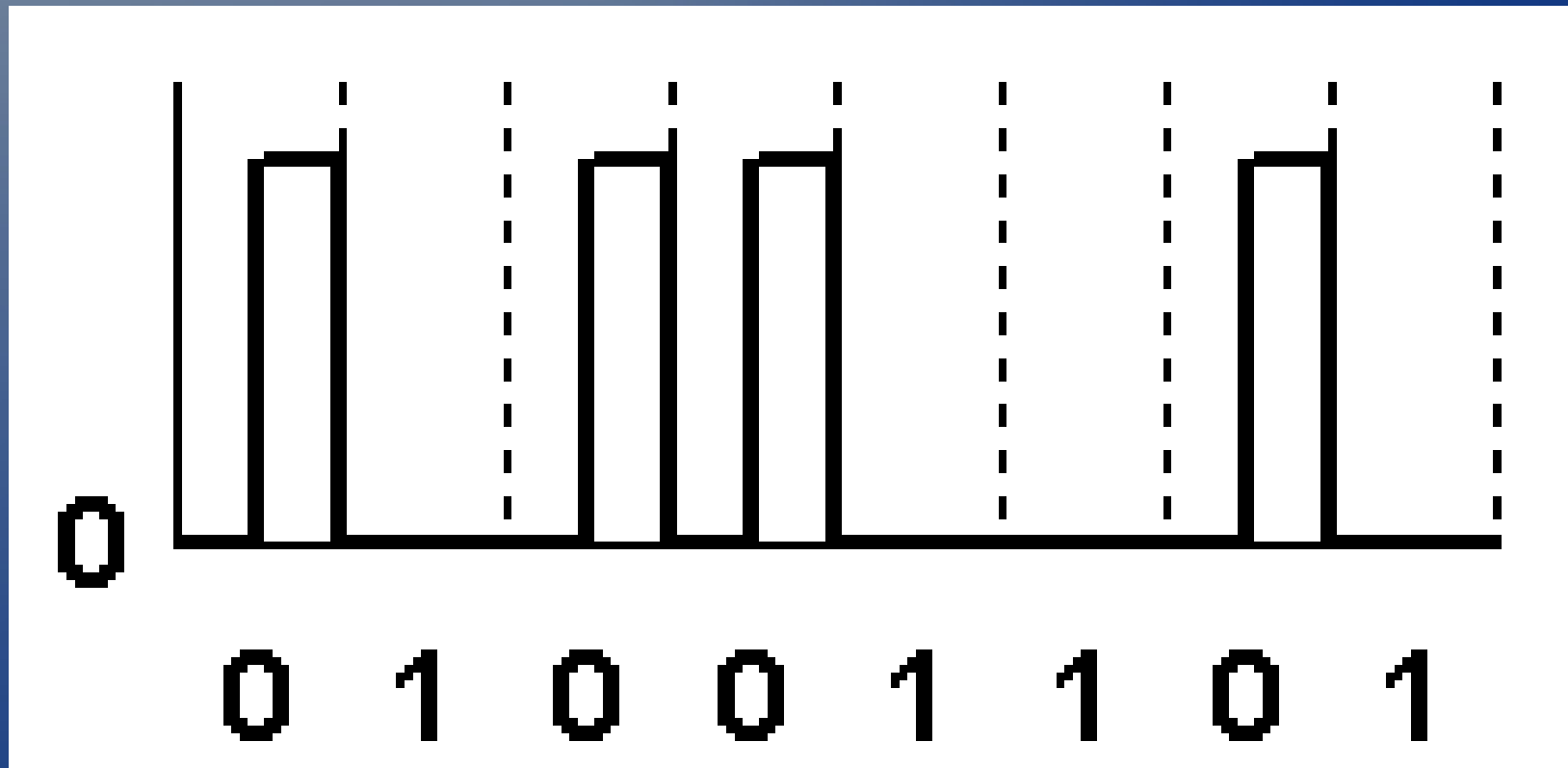
Kódování signálu

- RZ – Return To Zero
 - Kladné a záporné pulsy a vrací se k nule



RZI

- RZI – Return To Zero Inverted
 - 0 – kratší signál než hodiny, 1 delší



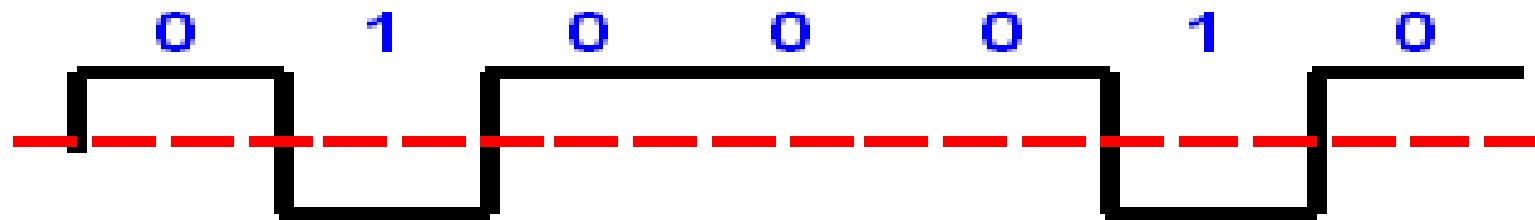
NRZ, NRZI

- NRZ – Non Return To Zero
 - Pouze dvě úrovně nedochází k návratu k nule
- NRZI – Non Return To Zero Inverted
 - 1 – změna, 0 – pokud změna nenastala
 - Změna na vzestupné hraně hodinového signálu

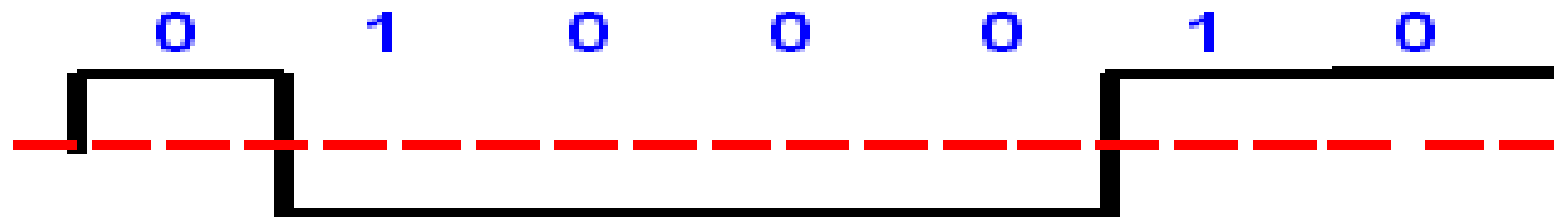
Kodování

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co., Inc.

NRZ



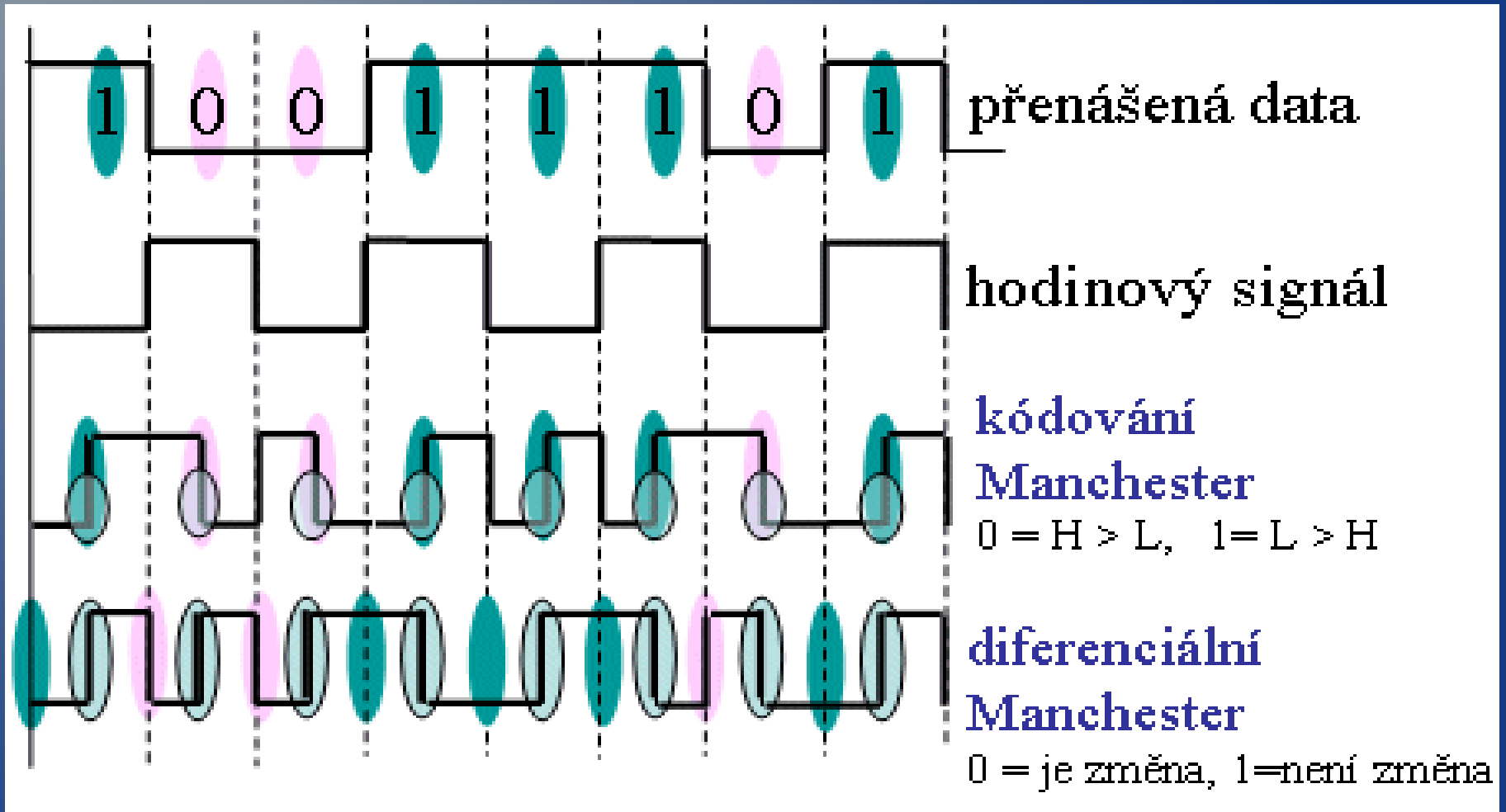
NRZI



Kodování

- Manchester
 - 0/1 podle směru uprostřed pulzu
 - Hrana je vždy uprostřed, může dobře sloužit k synchronizaci
- Diferenciální manchester
 - Hodiny jsou přímo součástí dat
 - Signály se určují na základě přechodu
 - Lepší pro zašuměný kanál
 - Důležitý je přechod, ne směr, nevadí změna polarity

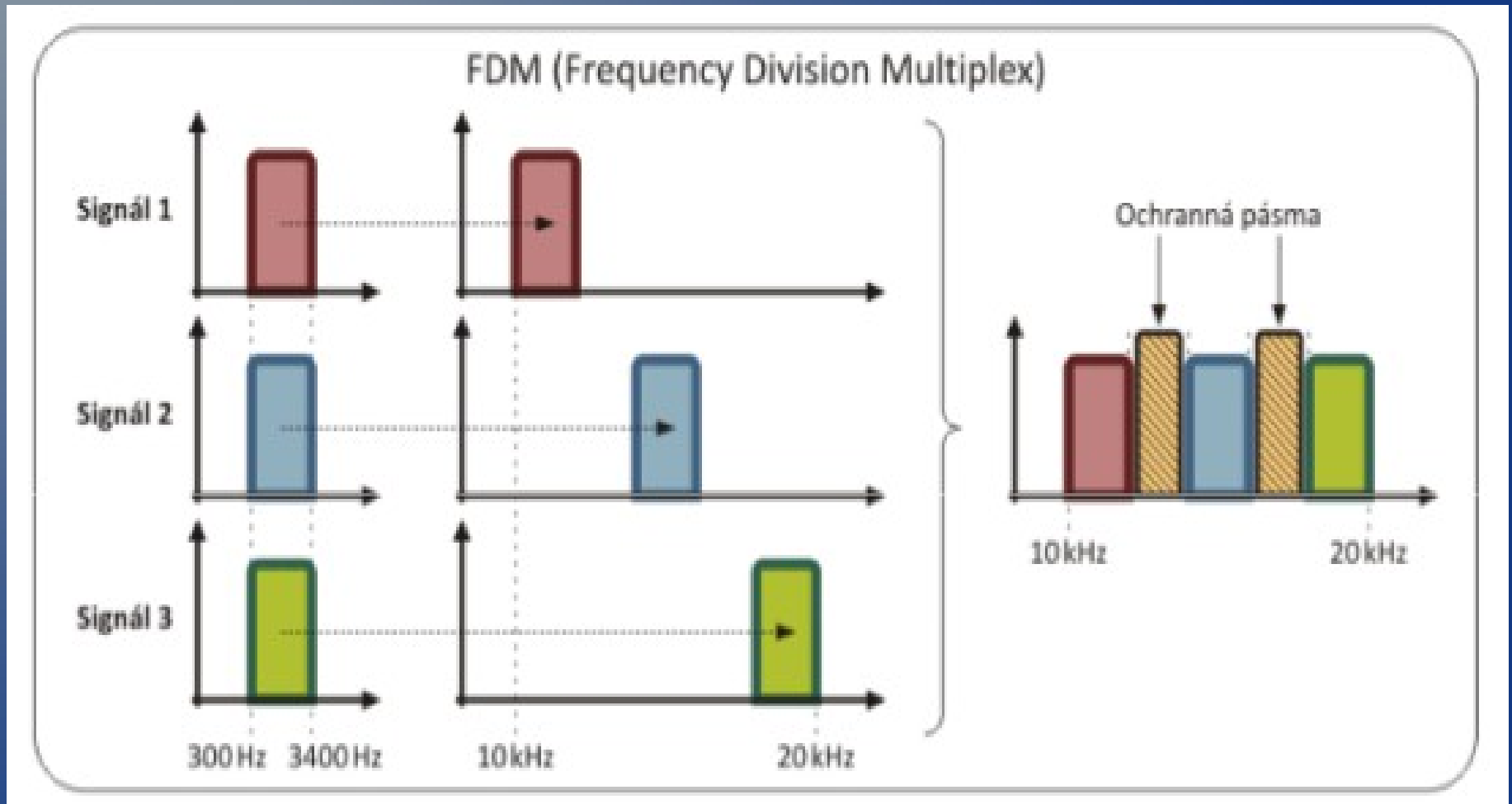
Kodování



Multiplex

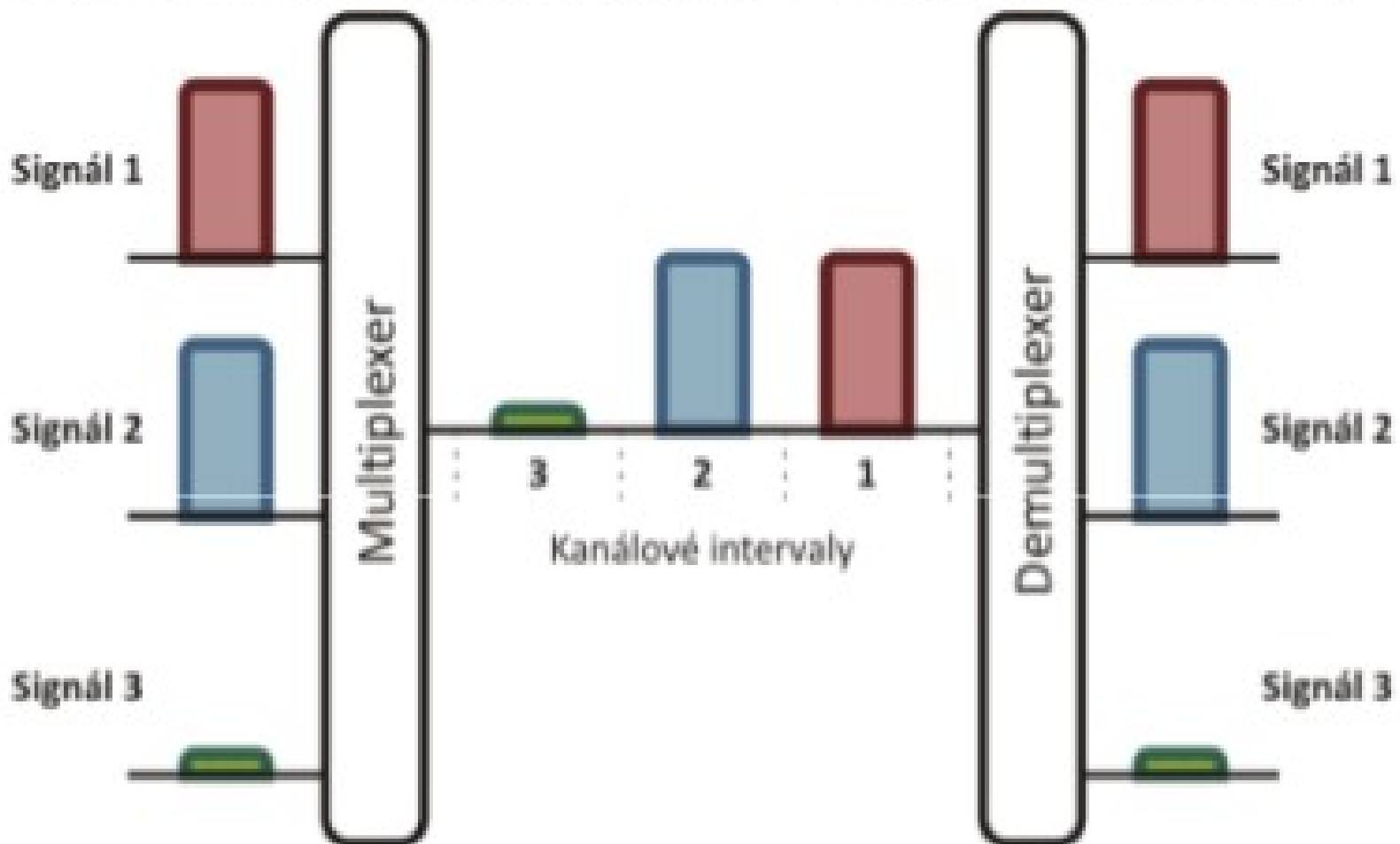
- Frekvenční – FDMA (analog)
 - Více vysílání na různých frekvencích
- Časový – TDMA (ISDN, GSM)
 - Časové sloty/rámce
- Vlnový – WDMA (DWDM, optické sítě)
 - Defacto frekvenční, do optického vlákna se dává více zdrojů světla o různých vlnových délkách
 - Tvoří samostatné kanály
- Kodový - CDMA (CDMA)
 - Zakódovaná data pro všechny a každý si vezme jen co je jeho

FDM



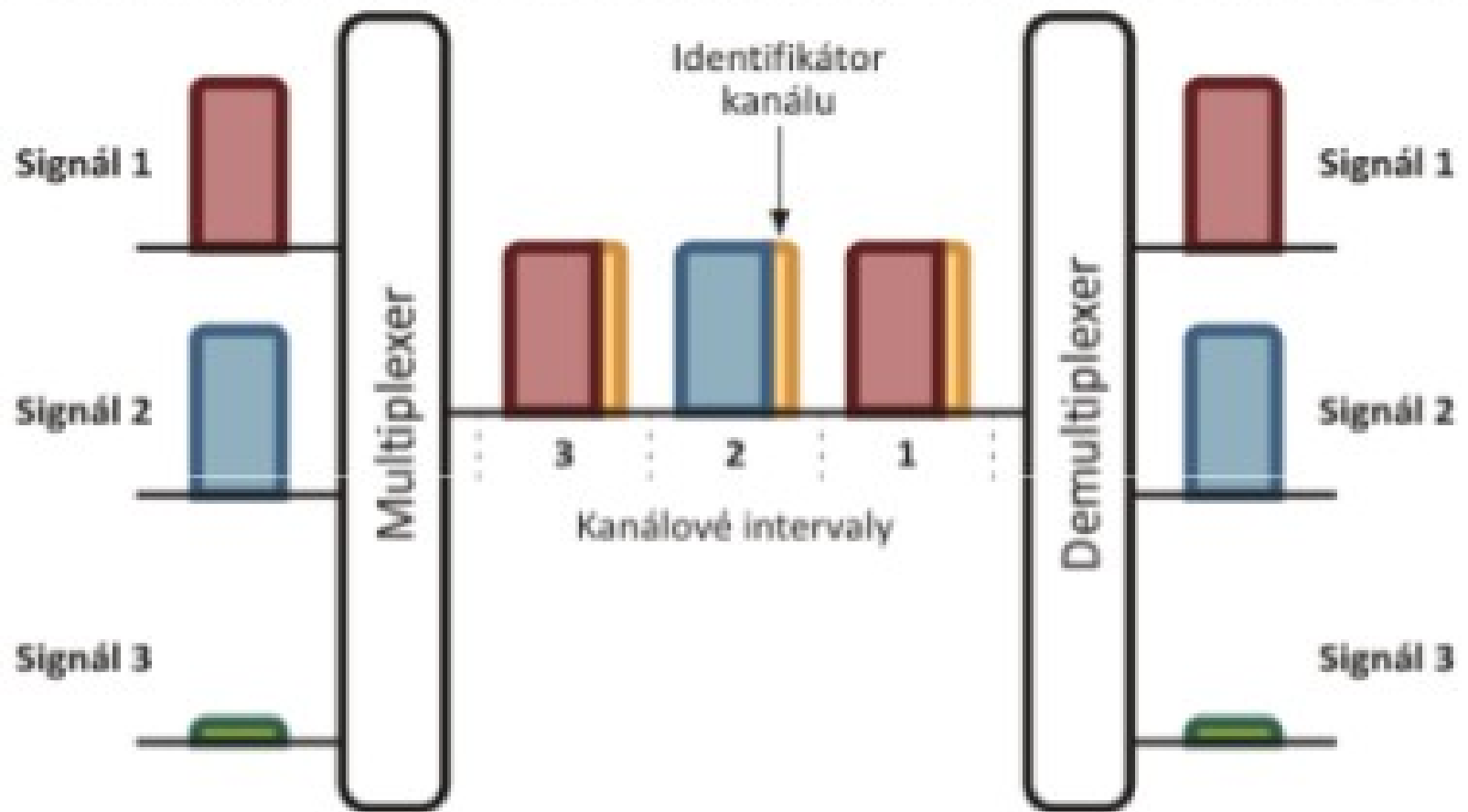
TDM I.

TDM-STD (Time Division Multiplex - Synchronous Time Division)

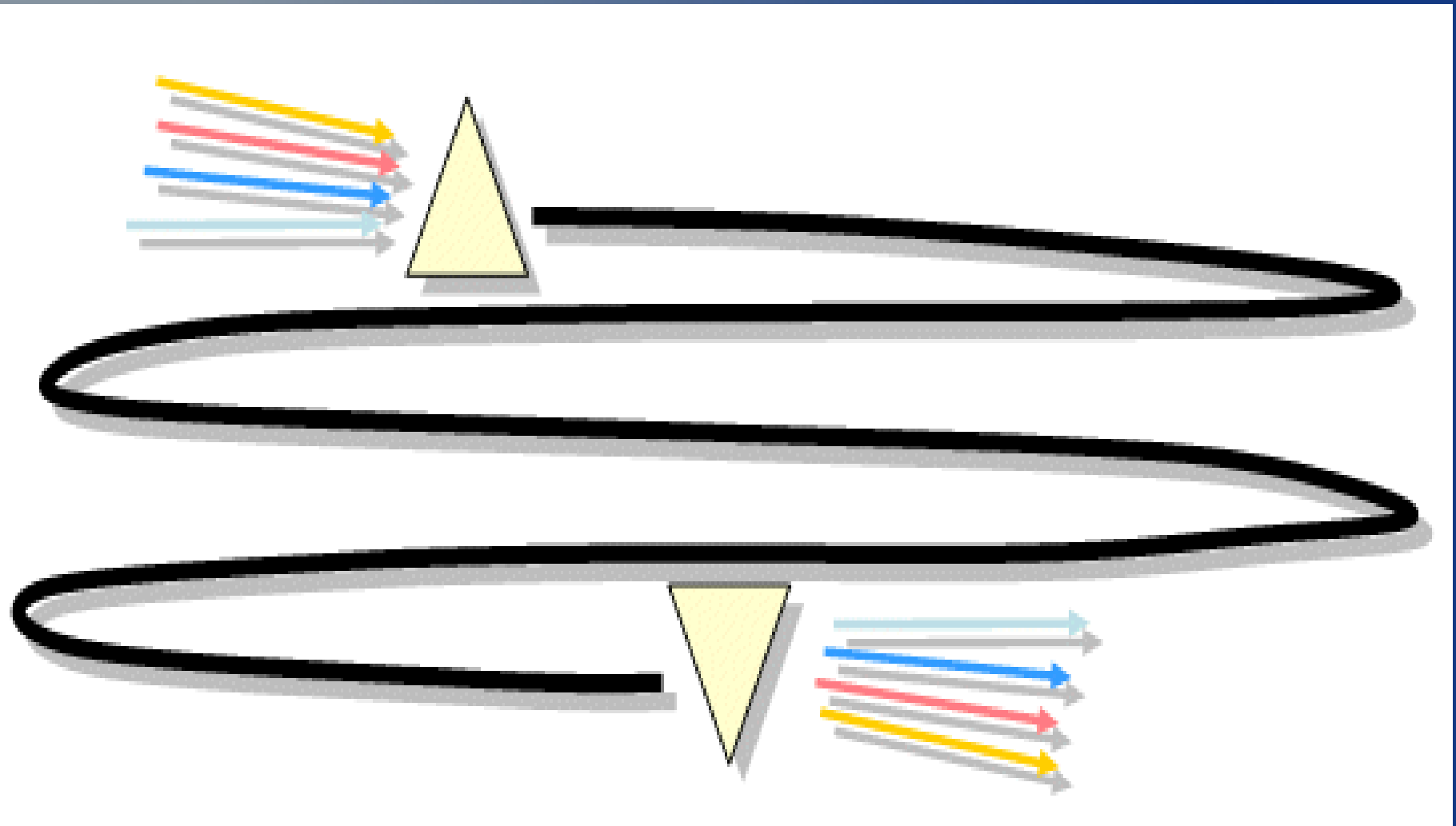


TDM II.

TDM-ATD (Time Division Multiplex - Asynchronous Time Division)



WDM



Sítě s přepínáním

- Kanálů (telefon, ATM, FrameRelay)
 - virtuální kanál kterým tečou veškerá data
 - Daným kanálem tečou veškerá data
 - Tvoří se před navázáním spojení
- Packetů (TCP/IP)
 - Žádná pevná cesta
 - O každém packetu se rozhoduje zvlášť na
 - Linkové vrstvě – přepínání rámců
 - Síťové vrstvě – přepínání packetů
- Zpráv (email)
 - Speciální případ předchozího
 - Přepnutí mezi dvěma body naráz
 - Store-and-forward

UPS 2012/2013

Cvičení 7

Obsah

- Chyby
- Hammingova vzdálenost
- Parita
- CRC

Chyba přenosu

- Dojde ke ztrátě či záměně dat
 - Zkreslení signálu, rušení, šum
- Bezpečnostní kódy
 - Detekce chyb x oprava chyb
- Uvažuje symetrický binární přenosový kanál bez paměti
 - Symetrický: 0/1 se přenáší se stejnou pravděpodobností
 - Binární: Přenáší se 0/1
 - Bez paměti: Nezáleží co se přeneslo v předchozím kroku

Chyba při přenosu

- Pravděpodobnost přenosu 1 bitu $P_1 = p_1$
- Pravděpodobnost přenosu N bitů $P_N = p_1^N$
- Příklad:
 - máme SBPKBP, kolik bitů můžeme přenést, aby pravděpodobnost bezchybného přenosu byla 0,9, když pravděpodobnost přenosu 1 bitu je 0,9999 ?

Příklad I

- $P_1 = 0.9999$
- $P_n = 0.9$
- $N = ?$

Příklad II

- $P_1 = 0.9999$
- $P_n = 0.9$
- $N = ?$
- $0.9 = 0.9999^N$

Příklad III

- $P_1 = 0.9999$
- $P_n = 0.9$
- $N = ?$
- $0.9 = 0.9999^N$
- $\ln(0.9) = N \ln(0.9999)$

Příklad IV

- $P_1 = 0.9999$
- $P_n = 0.9$
- $N = ?$
- $0.9 = 0.9999^N$
- $\ln(0.9) = N \ln(0.9999)$
- $N = \ln(0.9) / \ln(0.9999)$

Příklad V

- $P_1 = 0.9999$
- $P_n = 0.9$
- $N = ?$
- $0.9 = 0.9999^N$
- $\ln(0.9) = N \ln(0.9999)$
- $N = \ln(0.9) / \ln(0.9999)$
- $N = 1\ 053$

Bezpečnostní kódy

- Přidáme nějaké bity navíc nebo pozměníme data
- Čím více bitů navíc tím účinnější metoda
- Detekční – kontrola zda jsou data správně
- Samoopravné – chybu rozpoznají a opraví

Parita

- Přidáváme jeden paritní bit
- Sudá 0 = sudý počet 1, 1 = lichý počet 1
 - Vždy sudý počet 1 ve zprávě
 - Umí jen detekovat, nevíme co je špatně
- Lichá parita je analogie k sudé
- Příčná parita – paritní bit ke každému slovu
- Podélná parita – přidáváme paritní slovo, zabezpečuje celý blok, lze vyhodnocovat průběžně
- Křížová – kombinace příčné a podélné

Parita

blok dat (rámeček, paket)

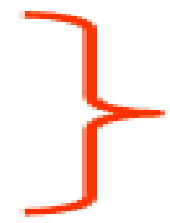
1	0	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	1	1	1

.....

1	0	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1

.....

1	1	1	0	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	1	0	1
1	0	0	0	1	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0	1	0	



príčná parita (sudá)



príčná parita (sudá)



príčná parita (lichá)

podélná parita (sudá)

Checksum

- Kontrolní součet – pro celý blok dat
- Jednotlivé znaky chápeme jako čísla bez znaménka
- Provádíme sčítání modulo 2^8 nebo 2^{16}
- Výsledek je číslo o délce 1 nebo 2 bytů
- Výpočet probíhá postupně
- Po přijetí kontrolní sumy se provede kontrola
- V případě chyby je nutné vyžádat přenos znovu

Hammingův kód (7,4)

- Dovoluje detekovat dvojitou a opravit jednoduchou chybu
- Všechny bitové pozice, jejichž číslo je rovné mocnině 2, jsou použity pro paritní bit (1, 2, 4, 8, 16, 32, ...).
- Všechny ostatní bitové pozice náleží kódovanému informačnímu slovu (3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, ...).
- Každý paritní bit je vypočítán z některých bitů informačního slova. Pozice paritního bitu udává sekvenci bitů, které jsou v kódovém slově zjišťovány a které přeskočeny.

Hammingův kód

- Pro paritní bit p1 (pozice 1) se ve zbylém kódovém slově 1 bit přeskočí, 1 zkontroluje, 1 bit přeskočí, 1 zkontroluje, atd.
- Pro paritní bit p2 (pozice 2) se přeskočí první bit, 2 zkontrolují, 2 přeskočí, 2 zkontrolují, atd.
- Pro p3 (pozice 4) se přeskočí první 3 bity, 4 zkontrolují, 4 přeskočí, 4 zkontrolují, atd.
- <http://www.uai.fme.vutbr.cz/~matousek/TIK/flashB5.html>

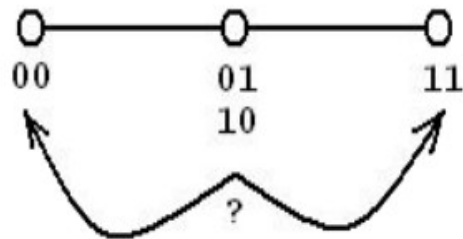
Rozšířený Hammingův kód (8,4)

- Na začátek každého slova přidáme paritu pro celé slovo
- Používá se sudá parita
- Dovoluje opravit jednu chybu, ale detekovat dvě

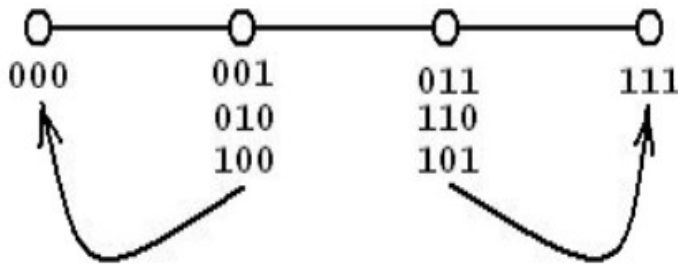
Hammingova vzdálenost I.

- Počet míst v němž se dvě kódová slova liší
 - příklad: 000 a 001 mají vzdálenost 1bit, 010 a 101 mají vzdálenost 3bity
- Charakterizuje odolnost kódu proti poruchám a schopnost identifikovat a případně opravit chyby
- Minimální Hammingova vzdálenost = minimální vzdálenost mezi všemi možnými páry vektorů

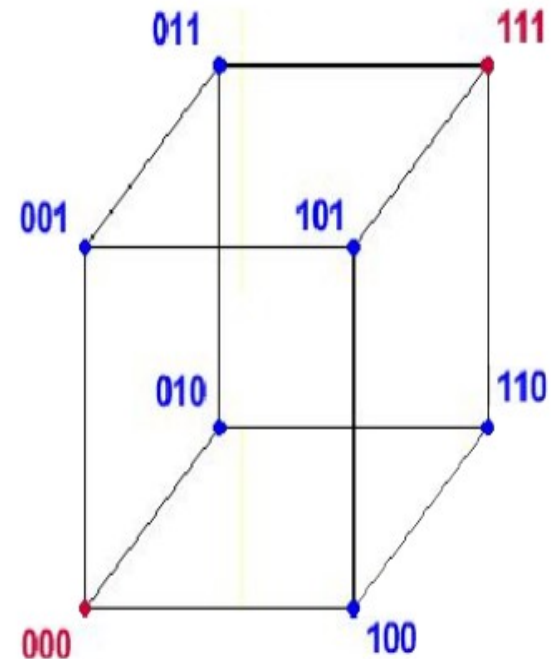
Hammingova vzdálenost II.



Minimální Hammingova vzdálenost kódu je 2.
Jednobitová chyba jde detekovat, ale nelze opravit.



Minimální Hammingova vzdálenost kódu je 3.
Jedno a dvoubitová chyba jdou detekovat.
Opravit lze pouze jednobitovou chybu.



Hammingova vzdálenost III.

- Pro detekci n bitových chyb platí
 - $d_{\min} \Rightarrow n+1$; tj $n \leq d_{\min} - 1$
- Pro detekci a korekci n bitových chyb platí
 - $d_{\min} \Rightarrow 2n+1$; tj $n \leq (d_{\min} - 1)/2$
 - $D(000,001) = 1$, nevíme nic
 - $D(000,101) = 2$, poznáme jednu chybu
 - $D(000,111) = 3$, 2 poznáme, 1 opravíme

Cyklické kódy CRC

- Cyklický redundantní součet
- CRC se počítá před operací kde čekáme chybu
- Odesílá se společně s daty
- Po přenosu se spočítá znovu a rozhodne se
- Někdy je možné chybu i opravit
- Např. Generující polynomy $G(x)=x^4+x+1$, tedy $(10011)_2$
- Délka zabezpečení se rovná stupni generujícího polynomu

Cyklické kody CRC

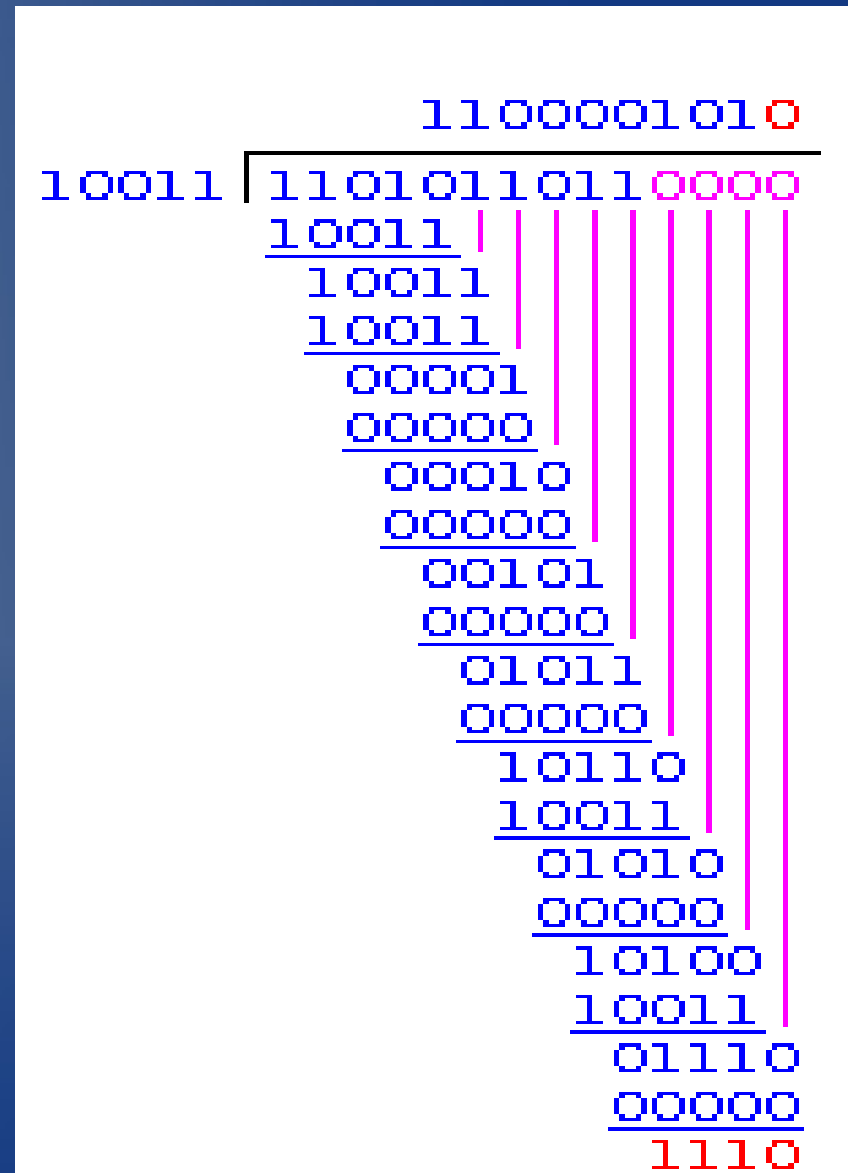
- Vypočteme zbytek po dělení $R(x) = M(x)/G(x)$
- Odesíláme $T(x) = M(x) \mid R(x)$
- Po přijetí provedeme $T(x)/G(x)$
- Pokud je výsledek (zbytek) nula, je přenos v pořádku
- Označení jako CRC 16, 32 atp. podle stupně polynomu $G(x)$
- http://en.wikipedia.org/wiki/Cyclic_redundancy_check

CRC příklad

- $M(x) = 1101\ 0110\ 11$
- $G(x) = 10011 = x^4 + x + 1$
- Délka zabezpečení je rovna stupni generujícího polynomu, tj. $k=4$. Vypočteme zbytek po dělení $M(x) * x^4$
- $11\ 0101\ 1011\ 0000 / 10011$
- $R(x) = 1110$

CRC příklad

- Postup dělení
 - Stejně jako dělení pod sebe
 - Operaci odečítání nahrazuje operace XOR
 - $1 \text{ XOR } 1 = 0$
 - $1 \text{ XOR } 0 = 1$
 - $0 \text{ XOR } 1 = 1$
 - $0 \text{ XOR } 0 = 0$
- Odesíláme $M(x) \mid R(x)$
 - 1101 0110 11 | 1110



CRC příklad

- Ověření přijaté zprávy

```

                                1100001010
10011 | 11010110111110
10011 | | | | | | | |
 10011 | | | | | | | |
10011 | | | | | | | |
  00001 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  00010 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  00101 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  01011 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  10111 | | | | | | | |
  10011 | | | | | | | |
  01001 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  10011 | | | | | | | |
  10011 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  00000 | | | | | | | |
  0000
```

CRC samostatně

- $M(x) = 10\ 10\ 00\ 11\ 00$
- $M'(x) = 10\ 10\ 00\ 11\ 00\ 00\ 00\ 0$
- $G(x) = 11\ 01\ 01 = x^5 + x^4 + x^2 + 1$
- $R(x) =$
- $T(x) =$

CRC samostatně

Zabezpečení

```
1101010111
11010101 | 10100011000000
110101 |
111011 |
110101 |
011101 |
000000 |
111010 |
110101 |
011110 |
000000 |
111100 |
110101 |
010010 |
000000 |
100100 |
110101 |
100010 |
110101 |
101110 |
110101 |
11011
```

Kontrola

```
1101010111
11010101 | 101000110011011
110101 |
111011 |
110101 |
011101 |
000000 |
111010 |
110101 |
011110 |
000000 |
111101 |
110101 |
010001 |
000000 |
100010 |
110101 |
101111 |
110101 |
110101 |
110101 |
00000
```

CRC samostatně

- Zkoušejte si na
 - <http://www.macs.hw.ac.uk/~pjbk/nets/crc/>

UPS 2012/2013

Cvičení 8

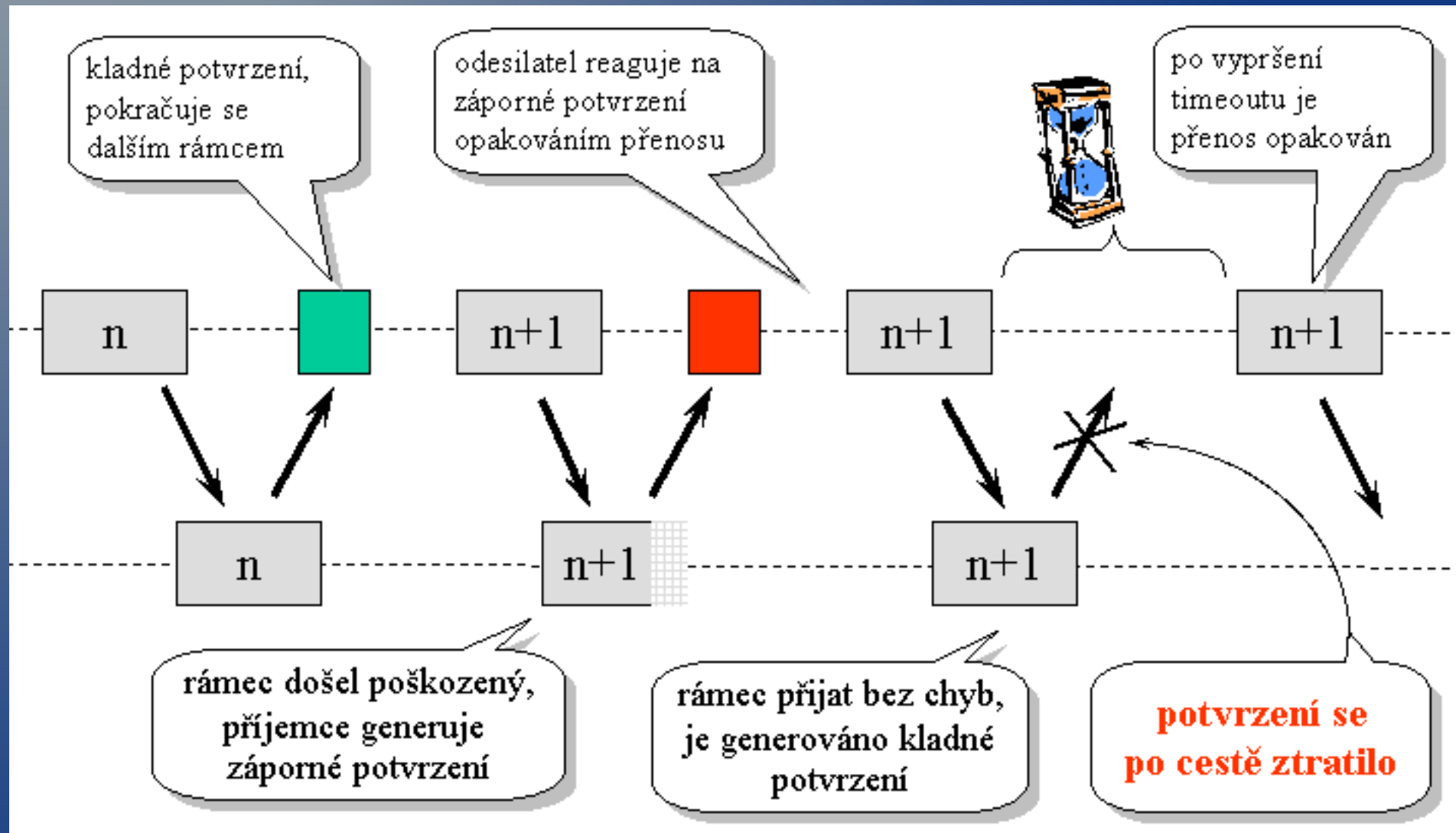
Obsah

- Kladné a záporné potvrzování
- Protokol Stop-and-wait
- Využití kapacity přenosového kanálu
- Průběžné potvrzování
 - Selective repeat
 - Go-Back-N
- Klouzající okénko
- Petriho síť

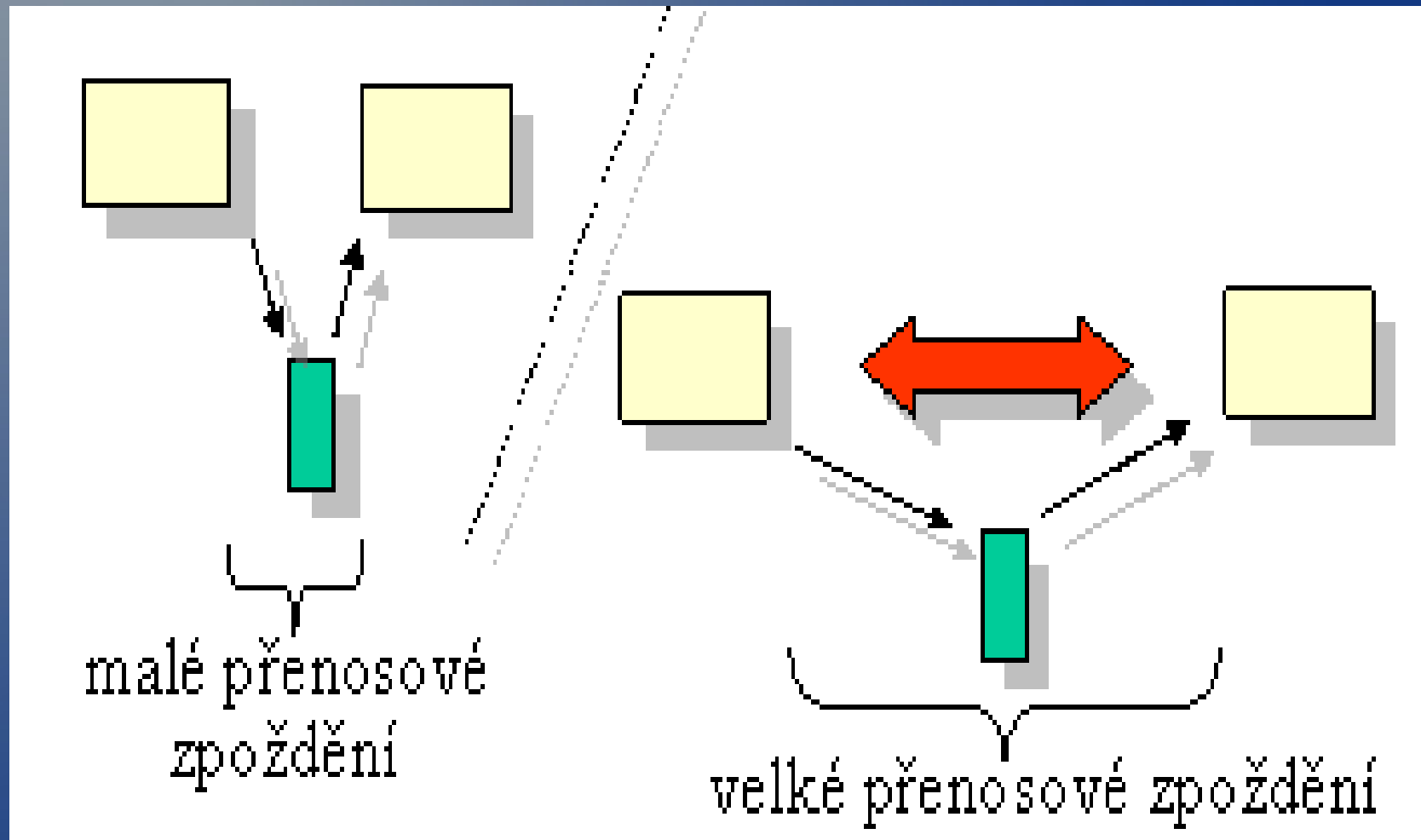
Potvrzování

- Obecně
 - pozitivní ACK
 - negativní NACK, často pouze implicitní pomocí timeoutu
 - kombinované ACK i NACK
 - s časovým limitem - timeout
- Způsob
 - Samostatné - extra rámec
 - nesamostatné - Piggybacking - přibalení
 - skupinové (samostatné/nesamostatné)
- <http://webmuseum.mi.fh-offenburg.de/index.php?view=exh&src=30>

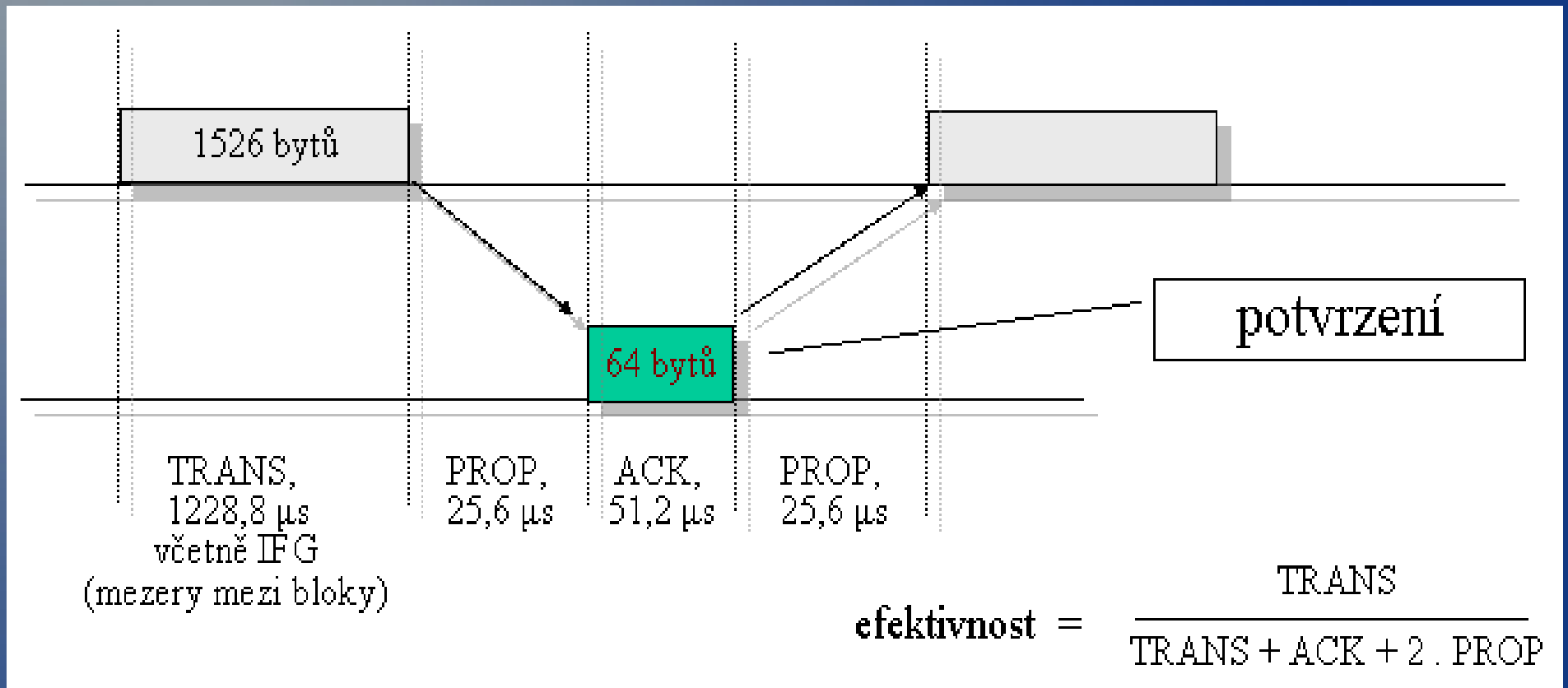
Stop and Wait



Stop and Wait



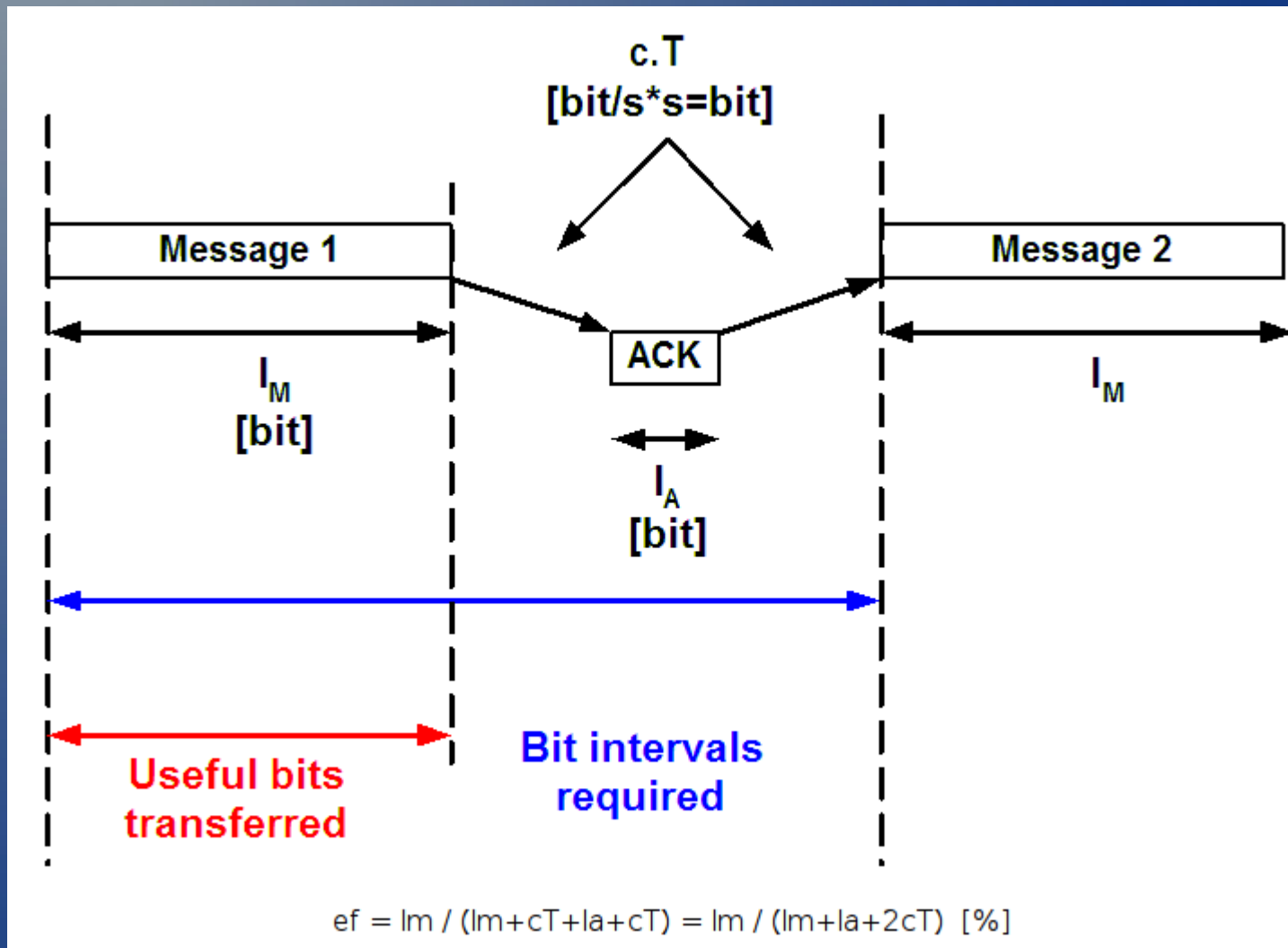
Využití kapacity přenosového kanálu



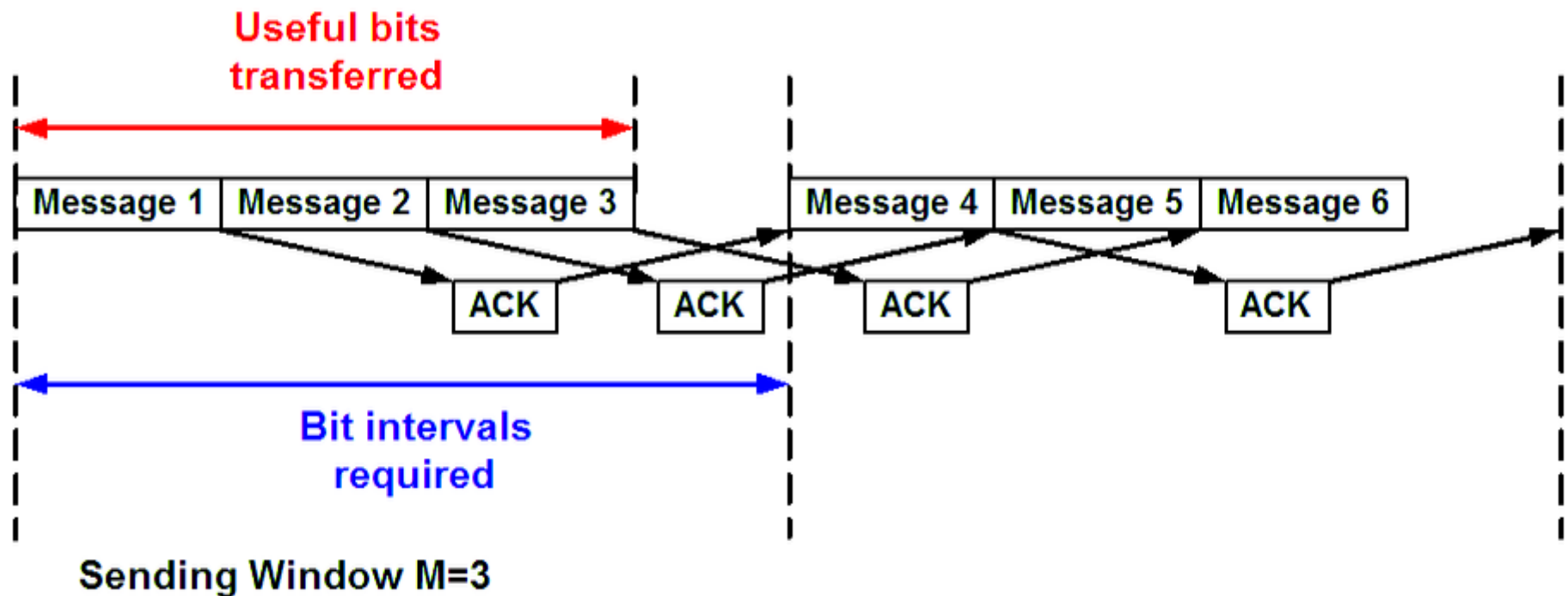
Využití kapacity přenosového kanálu

- Modemová linka
 - $l_m=80\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=1\text{ms}$, $ef=94.56\%$
- Družicový spoj
 - $l_m=80\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=270\text{ ms}$, $ef=7.6\%$
- 8x prodloužení ramce
- Modemová linka
 - $l_m=640\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=1\text{ms}$, $ef=99.28\%$
- Družicový spoj
 - $l_m=640\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=270\text{ ms}$, $ef=40.38\%$

Využití kapacity přenosového kanálu

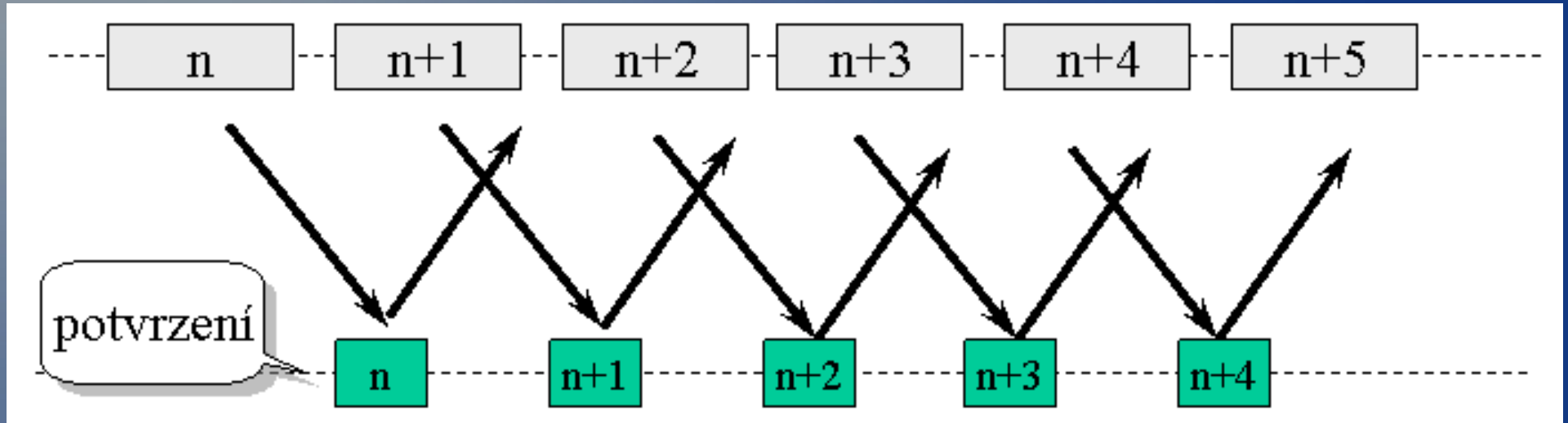


Využití kapacity přenosového kanálu



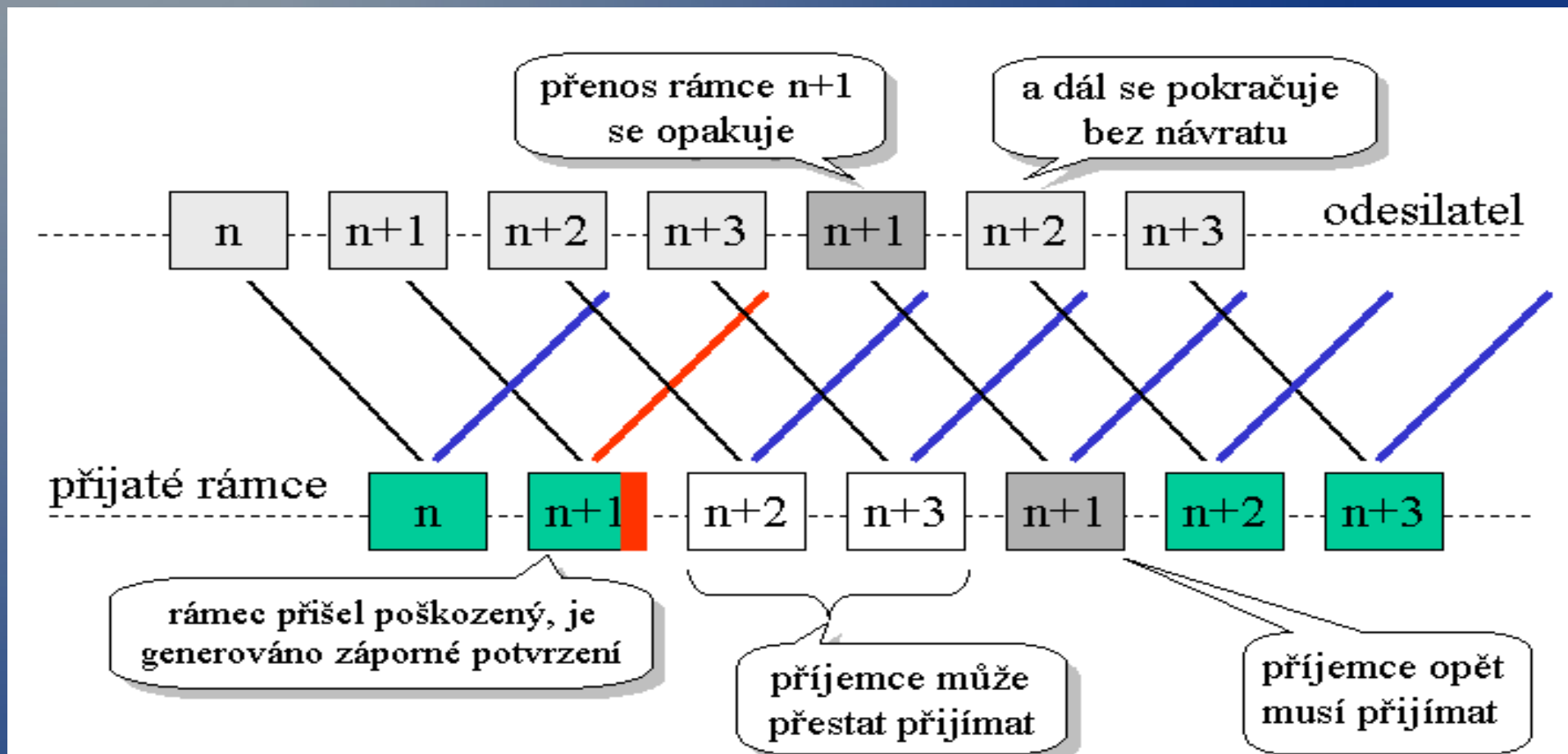
$$ef = M \cdot l_m / (l_m + cT + l_a + cT) = M \cdot l_m / (l_m + l_a + 2cT) \quad [\%]$$

Continuous ARQ



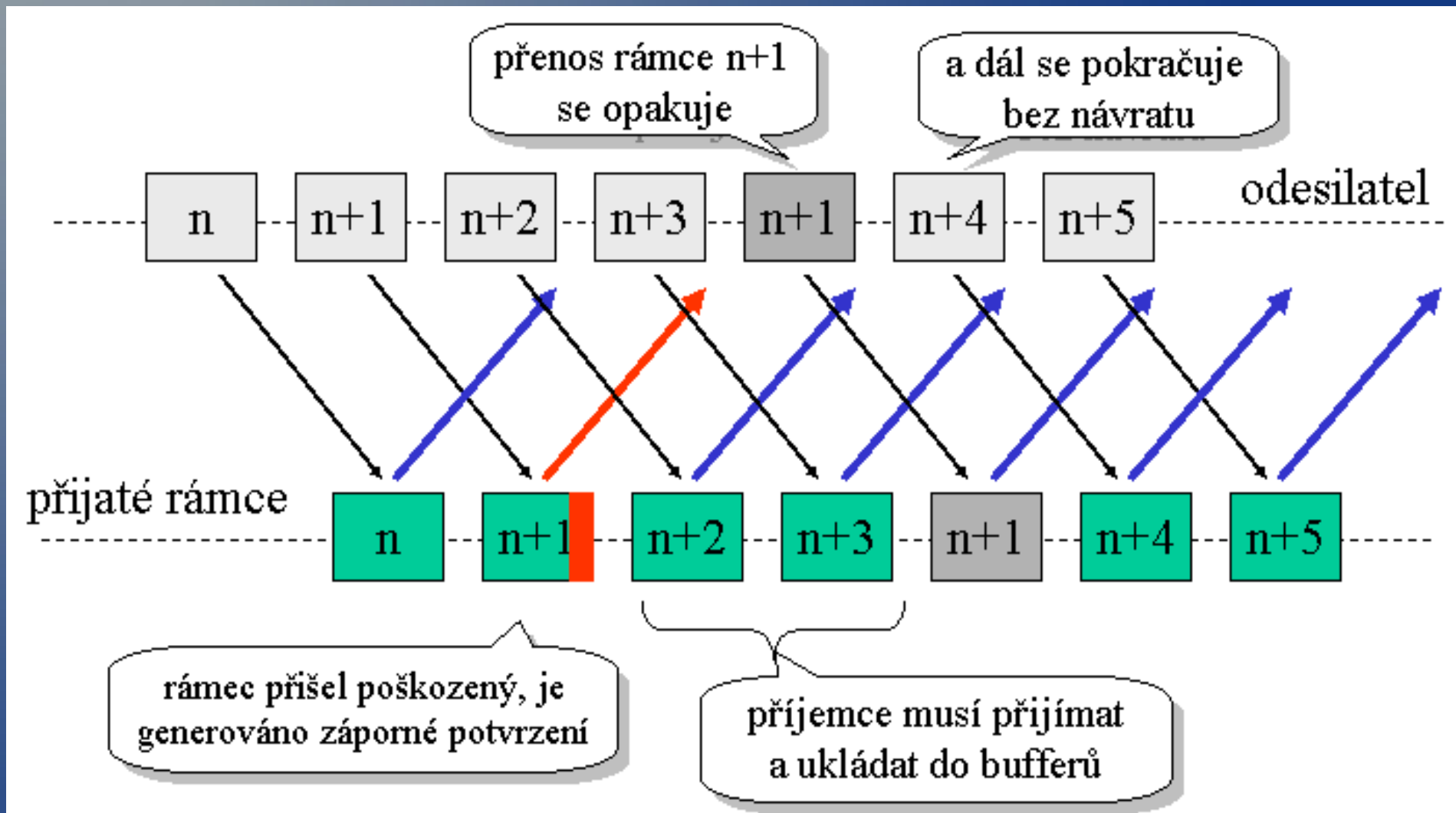
- Jak resit ztratu dat/potvrzeni
- Buffer/okenko
 - vysílací, přijímací

Go-Back-N



- <http://www.eecis.udel.edu/~amer/450/TransportApplets/GBN/C>

Selective repeat



- <http://www.eecis.udel.edu/~amer/450/TransportApplets/SR/SF>

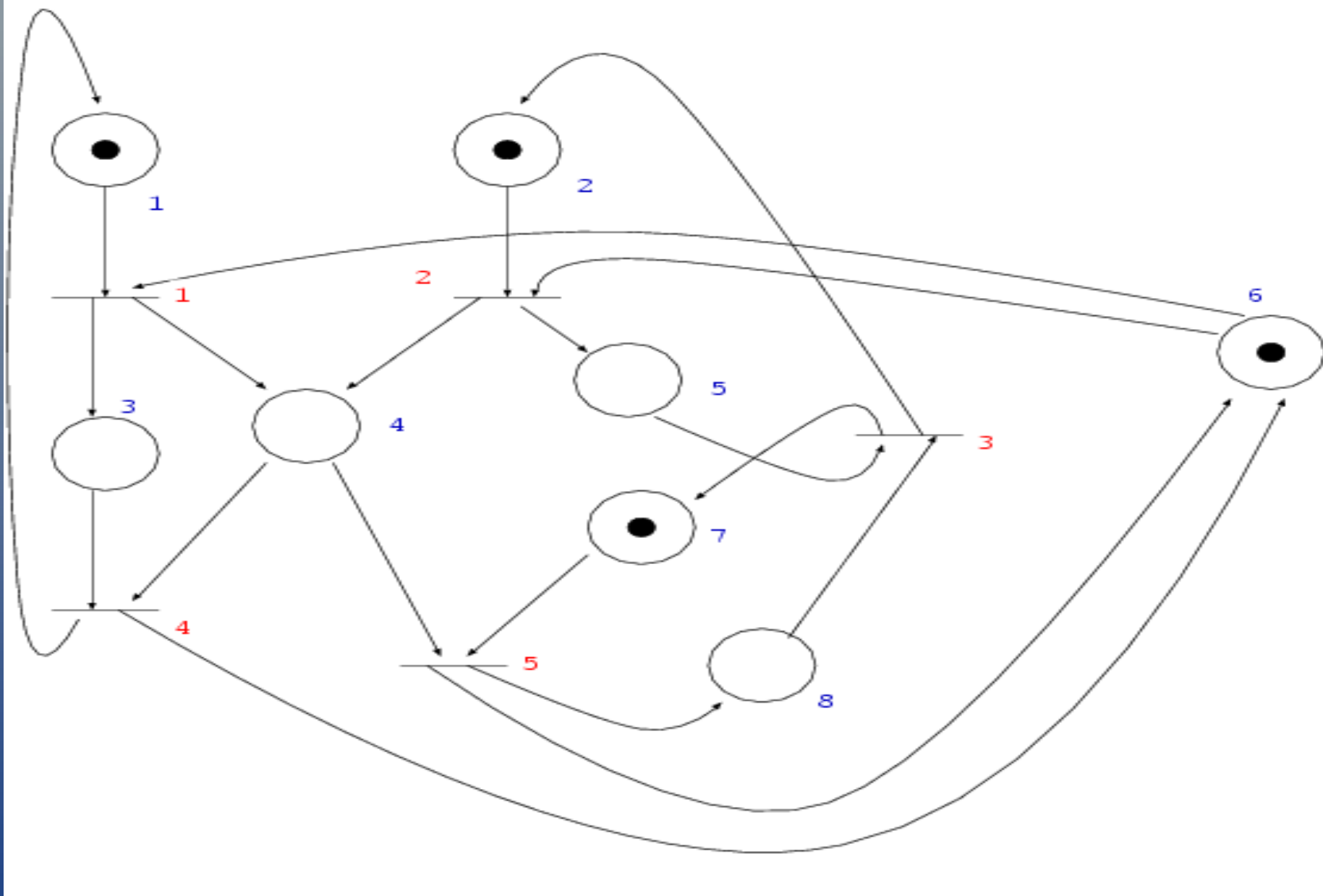
Klouzající okénko

- Můžeme vysílat více rámců – nutné číslování
- Vysílací/přijímací okénko – buffer
- Každý rámeček má svůj časovač
- Při správném přijetí ACK
 - Continuous ARQ – kontinuální kladné potvrzování
- Při nesprávném nic nebo NACK
- Šířka může být pevná nebo potvrzovaná protokolem
 - U TCP pro řízení toku dat

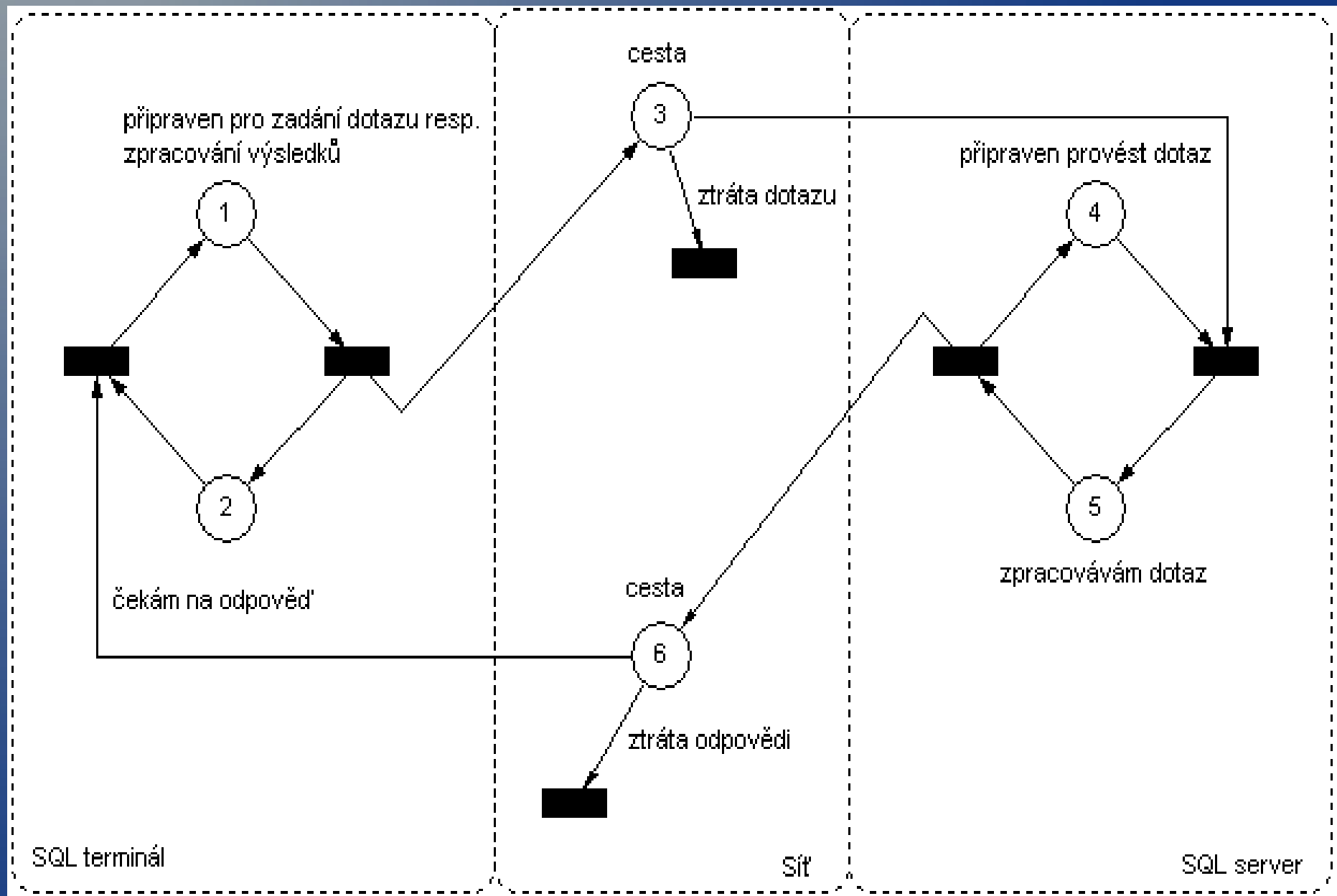
Petriho síť

- Matematický model diskrétních distribuovaných systémů
- Místa, přechody, hrany
- Hrany jsou
 - Vstupní z místa do přechodu
 - Výstupní z přechodu do místa
- Místa obsahují libovolný počet teček
- Pokud je na každém vstupu alespoň jedna tečka dojde k odpalu/posunu v rámci kroku
- Pohyb je nedeterministický

Reachability



Příjem a odeslání Petriho sítí



UPS 2012/2013

Cvičení 8

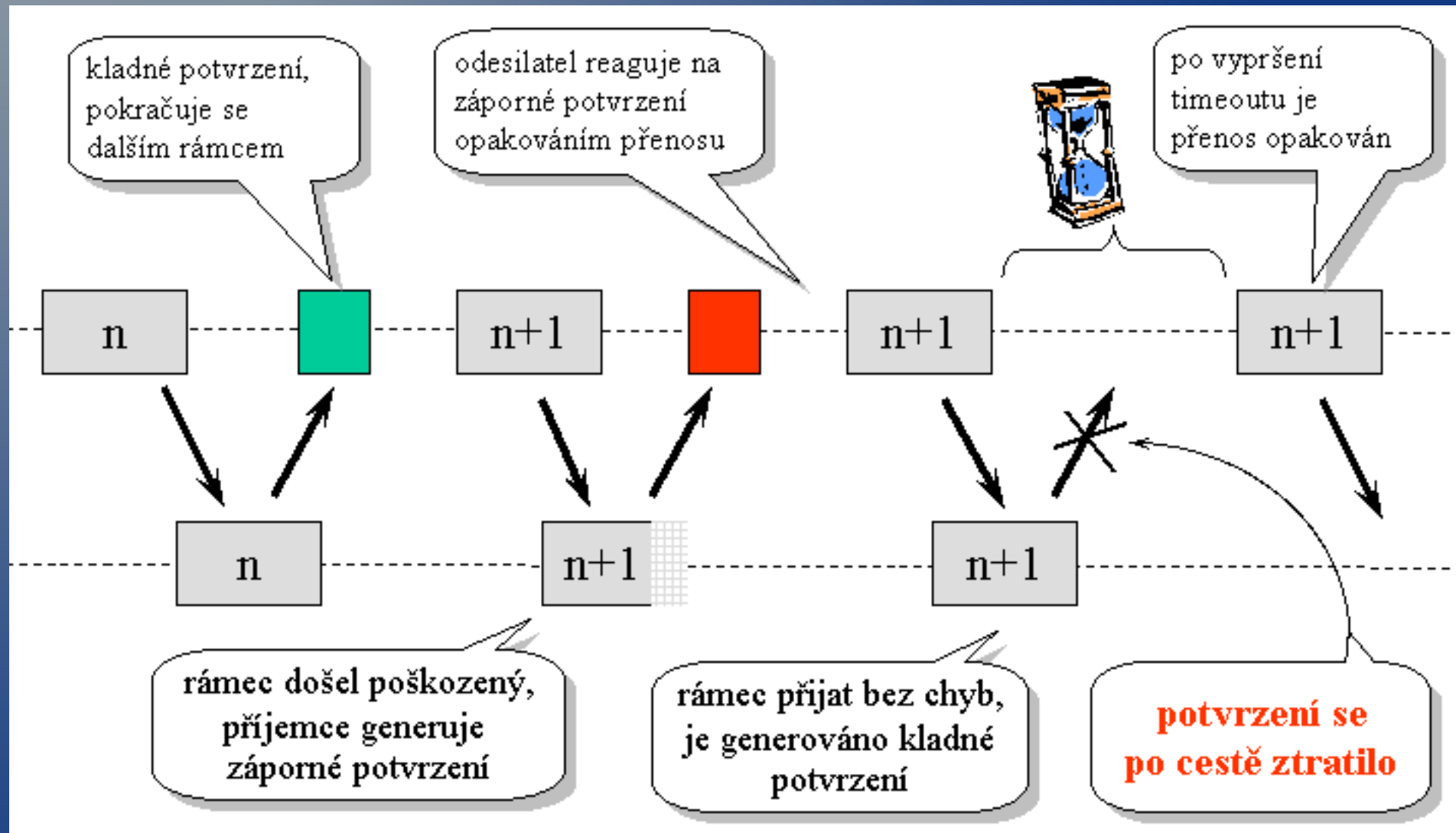
Obsah

- Kladné a záporné potvrzování
- Protokol Stop-and-wait
- Využití kapacity přenosového kanálu
- Průběžné potvrzování
 - Selective repeat
 - Go-Back-N
- Klouzající okénko
- Petriho síť

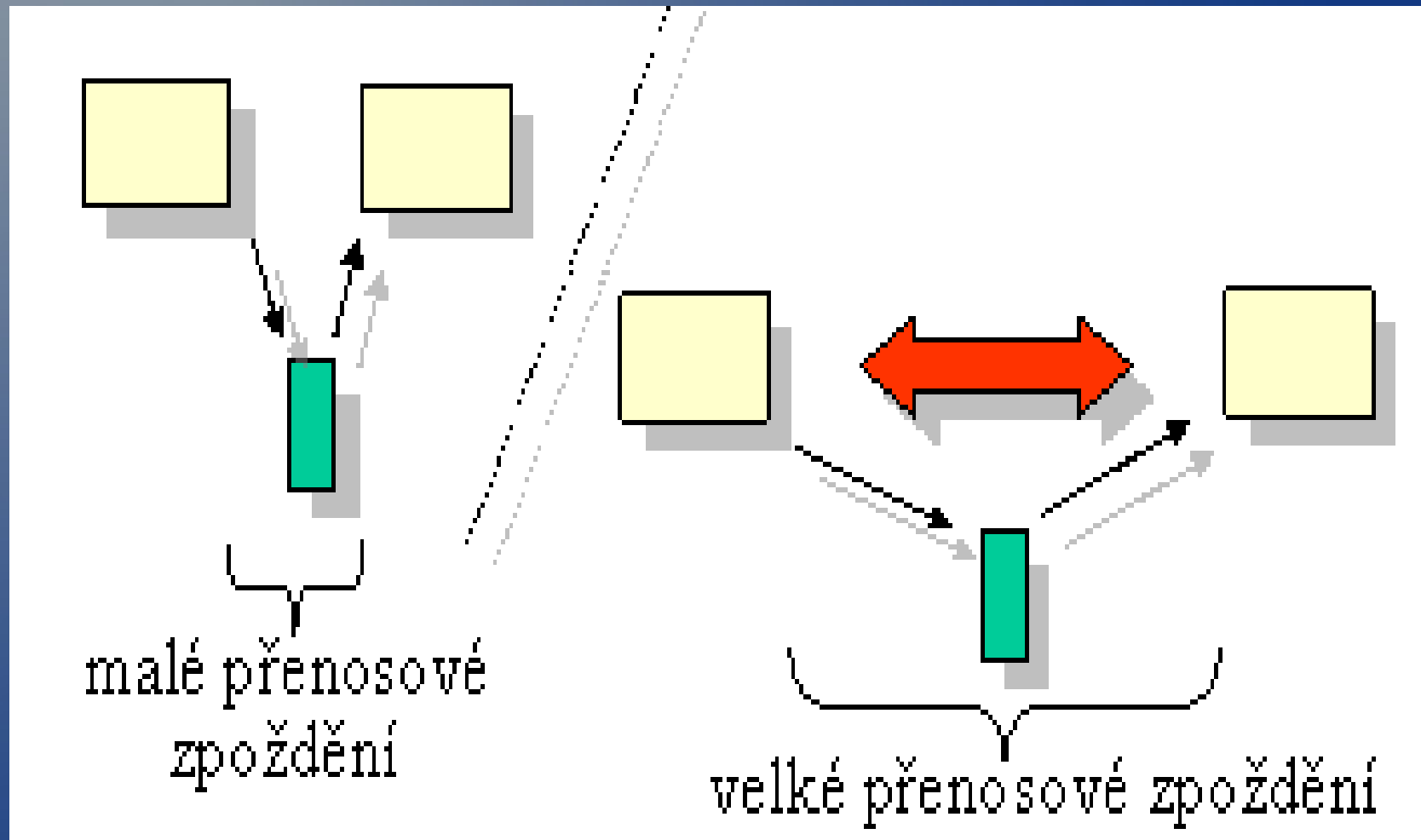
Potvrzování

- Obecně
 - pozitivní ACK
 - negativní NACK, často pouze implicitní pomocí timeoutu
 - kombinované ACK i NACK
 - s časovým limitem - timeout
- Způsob
 - Samostatné - extra rámec
 - nesamostatné - Piggybacking - přibalení
 - skupinové (samostatné/nesamostatné)
- <http://webmuseum.mi.fh-offenburg.de/index.php?view=exh&src=30>

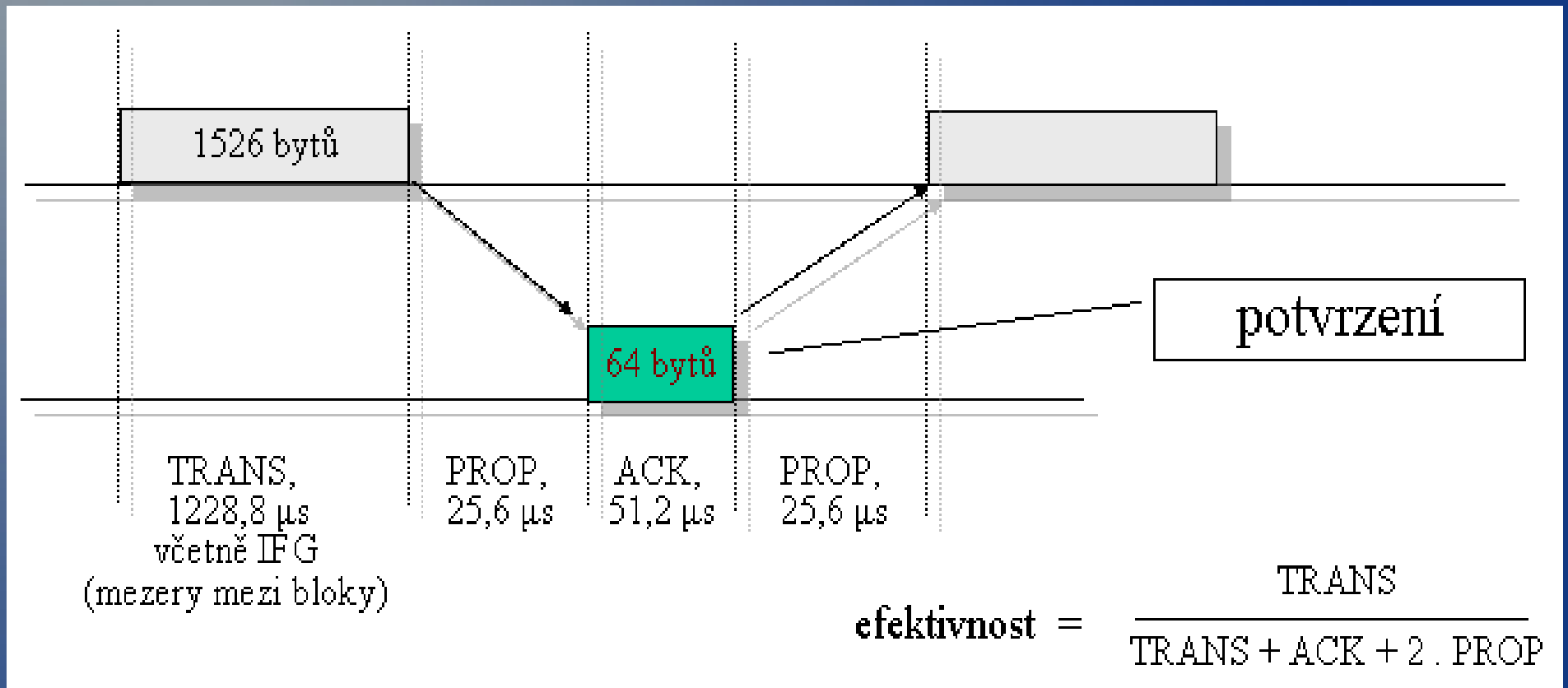
Stop and Wait



Stop and Wait



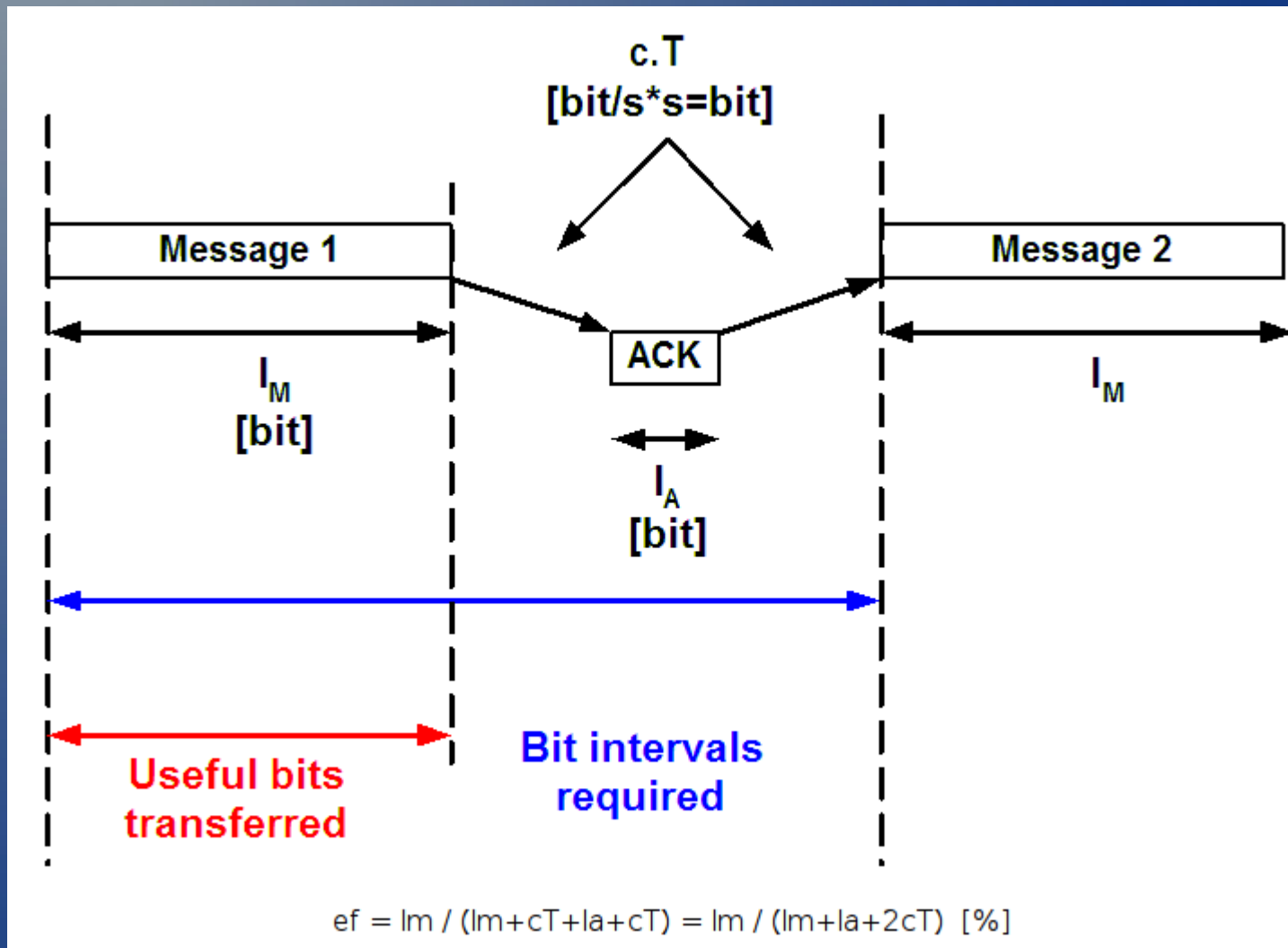
Využití kapacity přenosového kanálu



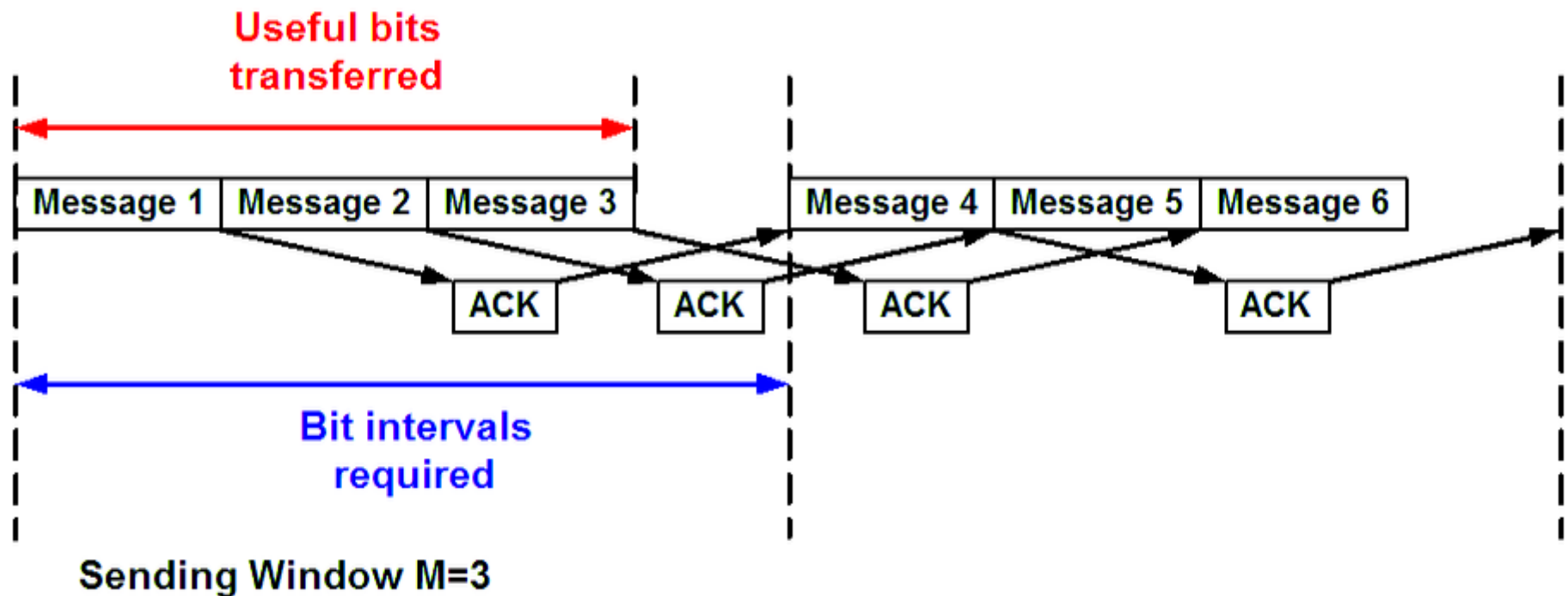
Využití kapacity přenosového kanálu

- Modemová linka
 - $l_m=80\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=1\text{ms}$, $ef=94.56\%$
- Družicový spoj
 - $l_m=80\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=270\text{ ms}$, $ef=7.6\%$
- 8x prodloužení ramce
- Modemová linka
 - $l_m=640\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=1\text{ms}$, $ef=99.28\%$
- Družicový spoj
 - $l_m=640\text{B}$, $l_a=1\text{B}$, $c=14400\text{ bps}$, $T=270\text{ ms}$, $ef=40.38\%$

Využití kapacity přenosového kanálu

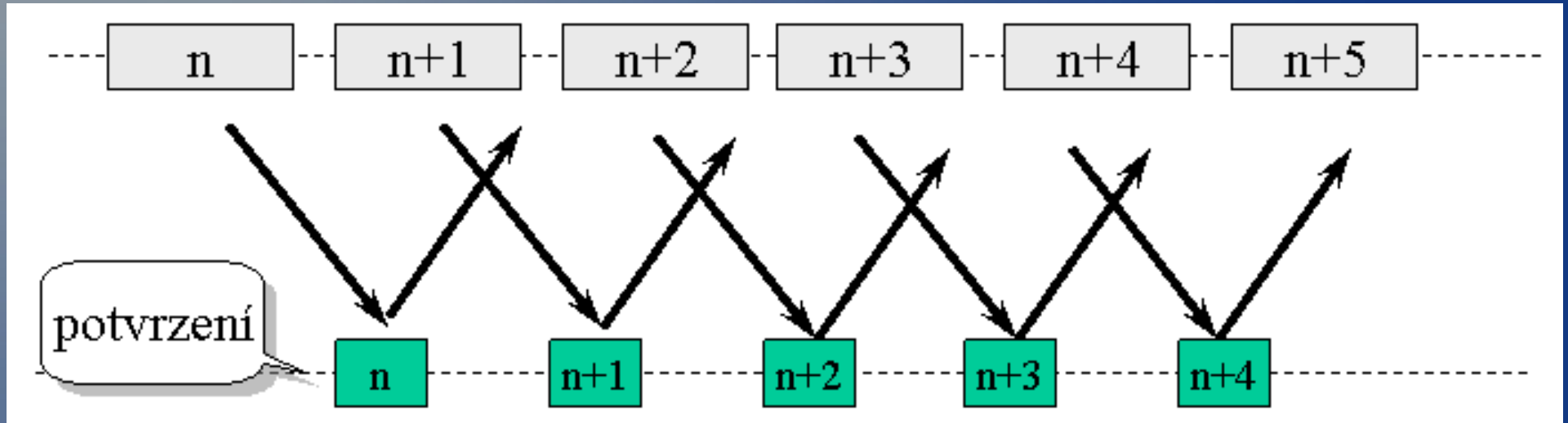


Využití kapacity přenosového kanálu



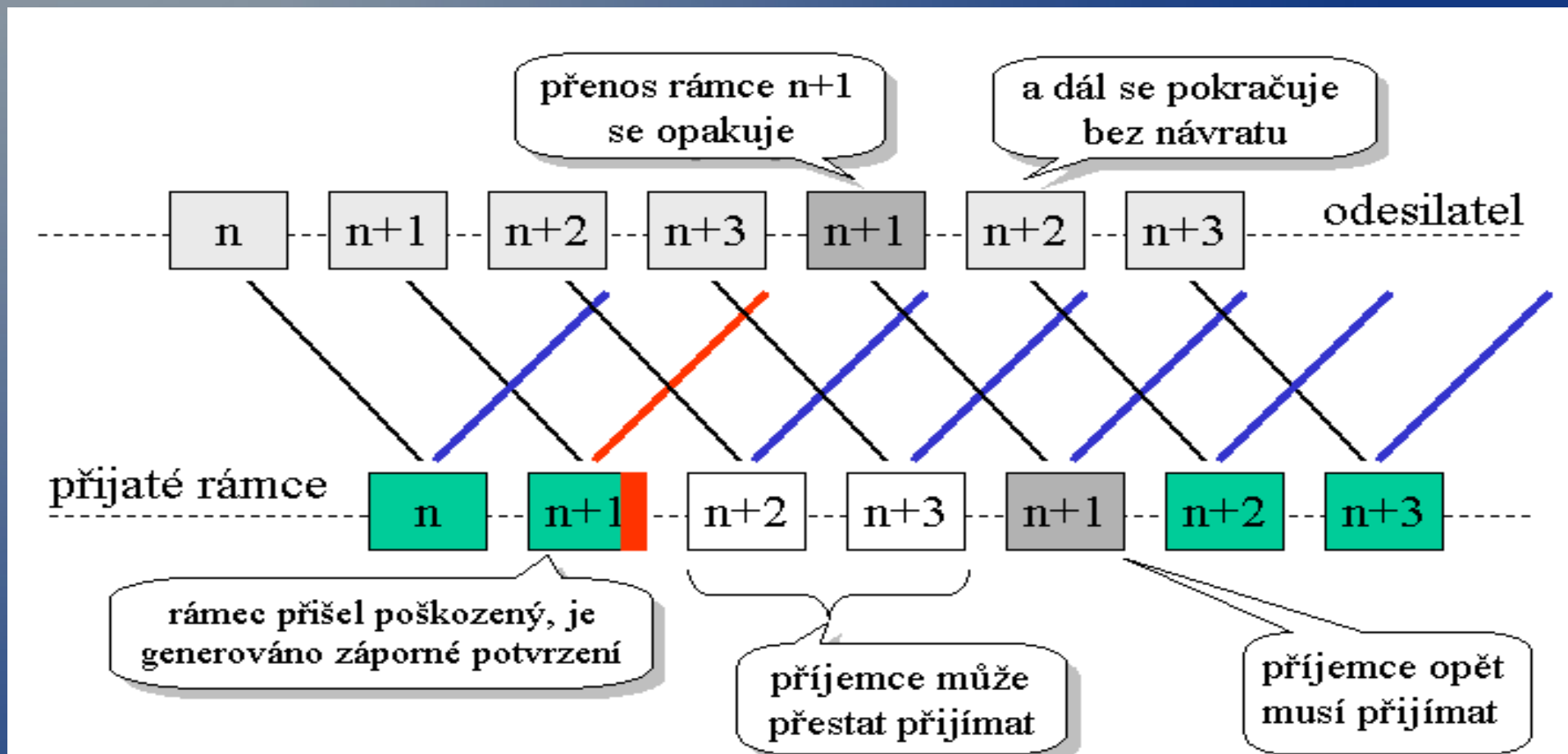
$$ef = M \cdot l_m / (l_m + cT + l_a + cT) = M \cdot l_m / (l_m + l_a + 2cT) \quad [\%]$$

Continuous ARQ



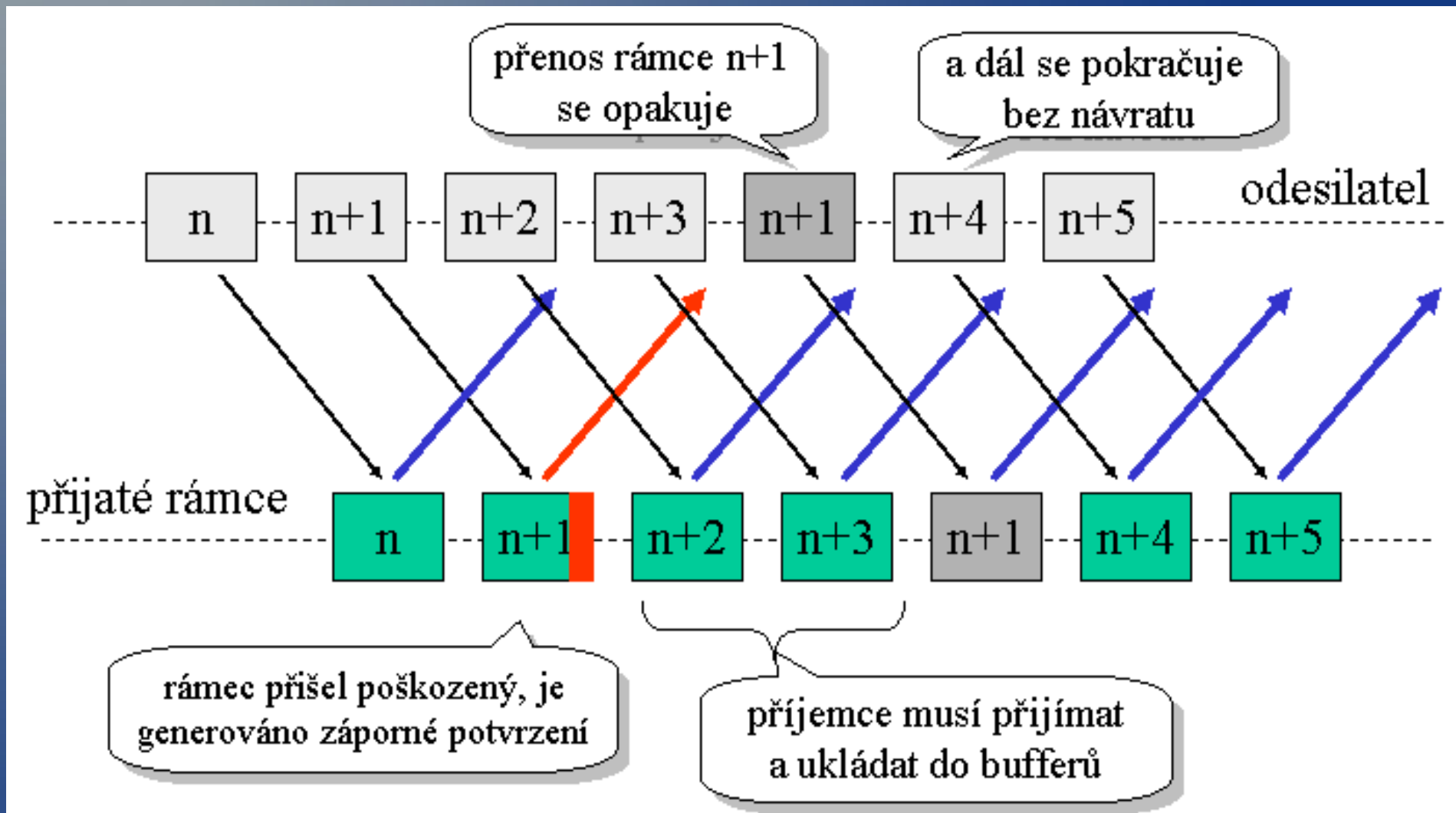
- Jak resit ztratu dat/potvrzeni
- Buffer/okenko
 - vysílací, přijímací

Go-Back-N



- <http://www.eecis.udel.edu/~amer/450/TransportApplets/GBN/C>

Selective repeat



- <http://www.eecis.udel.edu/~amer/450/TransportApplets/SR/SF>

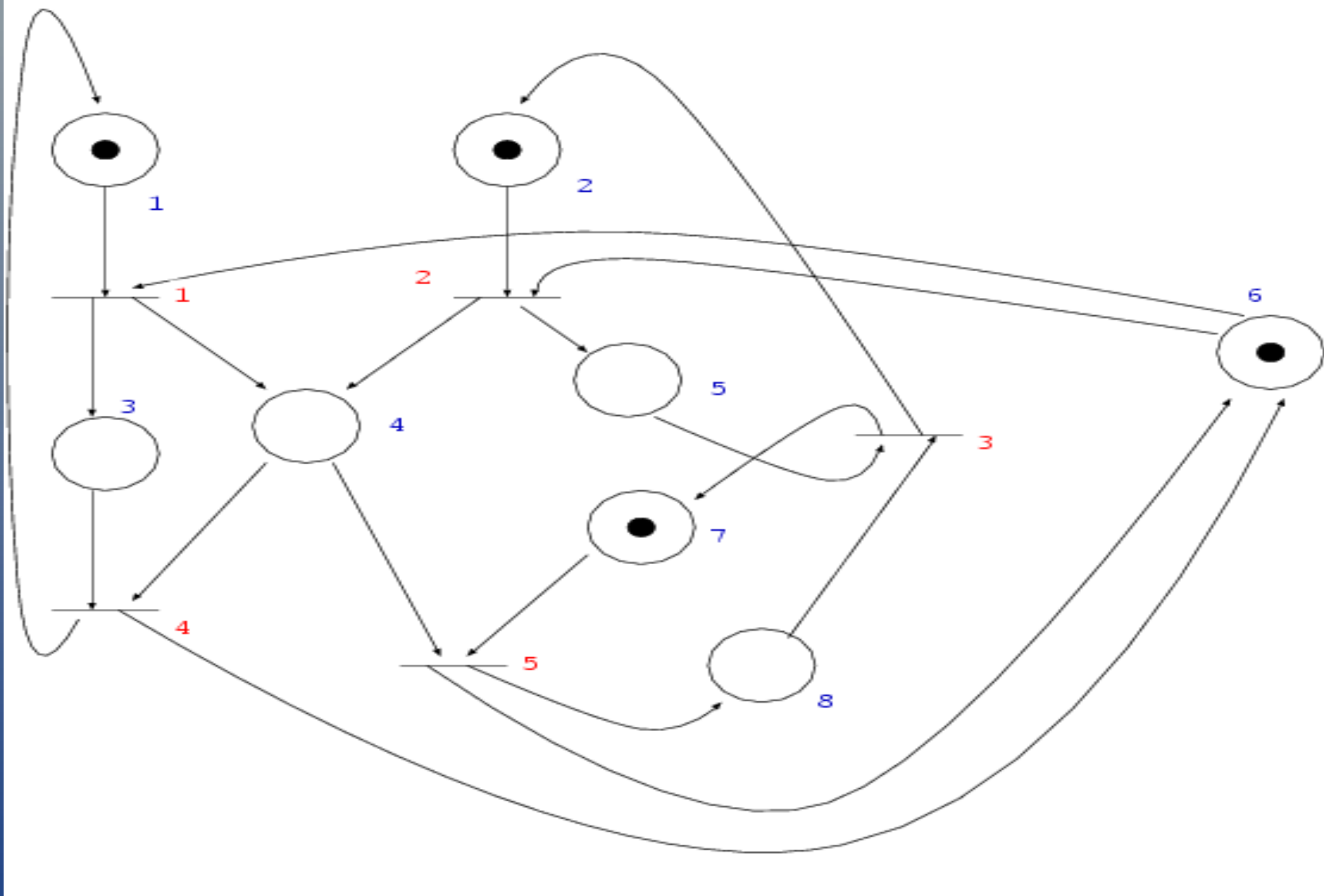
Klouzající okénko

- Můžeme vysílat více rámců – nutné číslování
- Vysílací/přijímací okénko – buffer
- Každý rámeček má svůj časovač
- Při správném přijetí ACK
 - Continuous ARQ – kontinuální kladné potvrzování
- Při nesprávném nic nebo NACK
- Šířka může být pevná nebo potvrzovaná protokolem
 - U TCP pro řízení toku dat

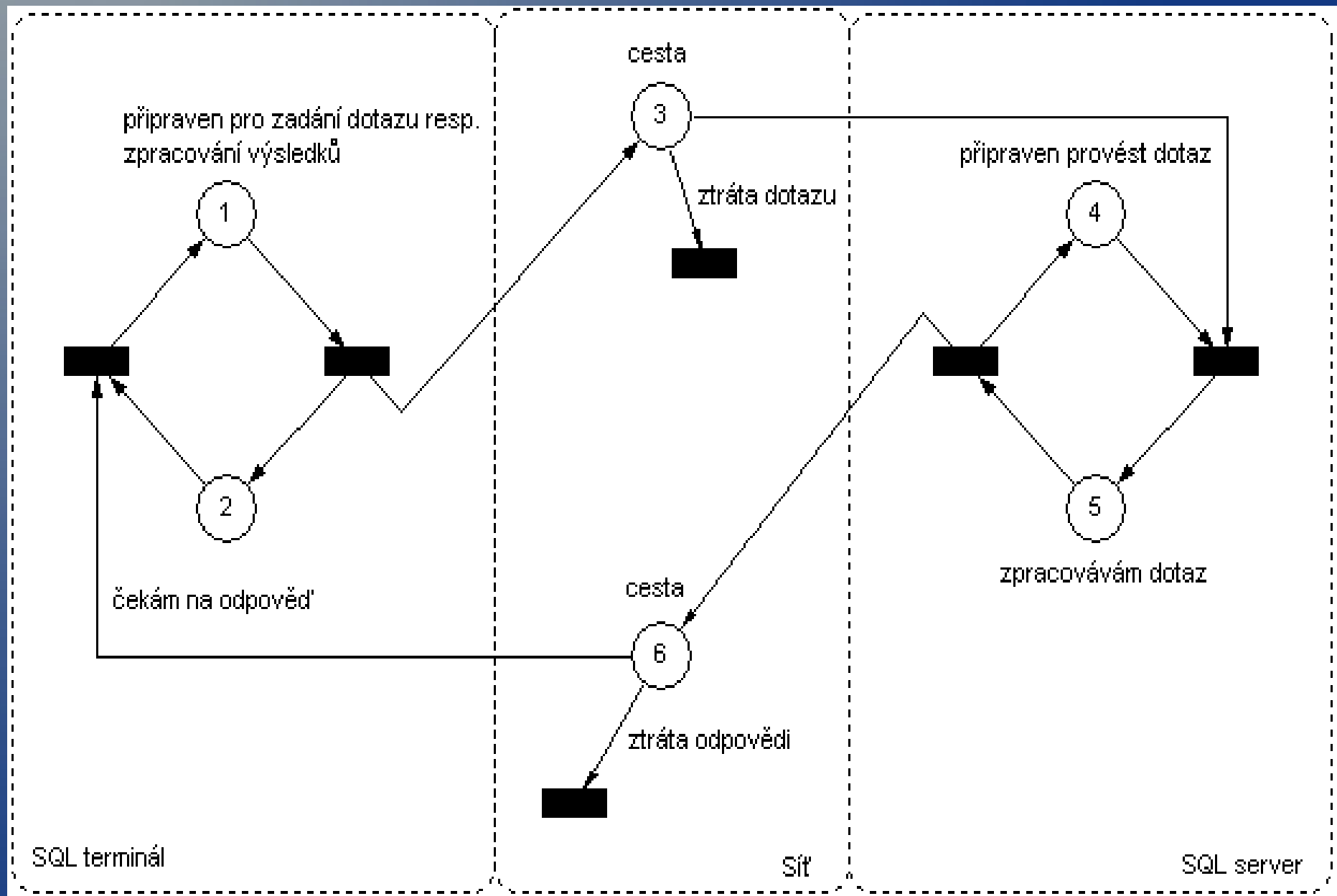
Petriho síť

- Matematický model diskrétních distribuovaných systémů
- Místa, přechody, hrany
- Hrany jsou
 - Vstupní z místa do přechodu
 - Výstupní z přechodu do místa
- Místa obsahují libovolný počet teček
- Pokud je na každém vstupu alespoň jedna tečka dojde k odpalu/posunu v rámci kroku
- Pohyb je nedeterministický

Reachability



Příjem a odeslání Petriho sítí



UPS 2012/2013

Cviceni 9

Obsah

- Opakování před testem
- Zpoždění, stanovení délky okénka
- Režimy přenosu
- Řízení přístupu
 - Centralizované (výzva, žádost)
 - Decentralizované (soutěž, předávání pověření)

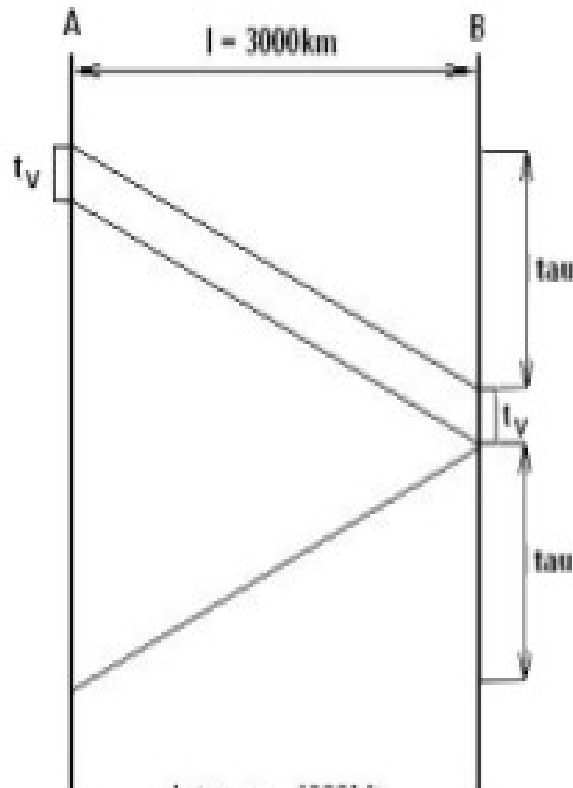
Obsah testu I.

- Kódování (RZ, RZI, NRZ, NRZI, Manchester, diferenciální Manchester)
- Využitelnost přenosové kapacity (data vs. režie)
- Transparentnost přenosu (escapování)
- Vlastnosti přenosového kanálu (Shannon, Niquist)
- Modulace (fázová, amplitudování, frekvenční)
- Zabezpečení přenosu (parita, kódování, kontrolní součet)

Obsah testu II.

- Protokoly TCP/IP (protokoly jednotlivých vrstev)
- Zásobník ISO/OSI, TCP/IP (vrstvy a jejich funkce)
- Znakově / bitově orientované protokoly (formát zpráv)

Zpoždění



data: $n = 1000 \text{ bit}$
 $f = 40 \text{ MHz (Mbps)}$

$$t_v = n/f = 10^3/4 \cdot 10^7 = 25 \text{ microsec.}$$

$$\tau = l/v = 3 \cdot 10^6/2 \cdot 10^8 = 15 \text{ milisec.}$$

$$t = t_v + 2 \cdot \tau = 30.025 \text{ milisec.}$$

$$\text{účinnost} = t_v/t = 25 \cdot 10^{-6}/30 \cdot 10^{-3} = 0.00166 = 0.2\%$$

velikost okénka:

$$1. t \cdot f = 0.030025 \times 40 \cdot 10^6 =$$

$$= 1201000 \text{ bitů} = 1201 \text{ rámců}$$

$$2. t / t_v = 30.025 / 0.025 = 1201 \text{ rámců}$$

Režimy přenosu

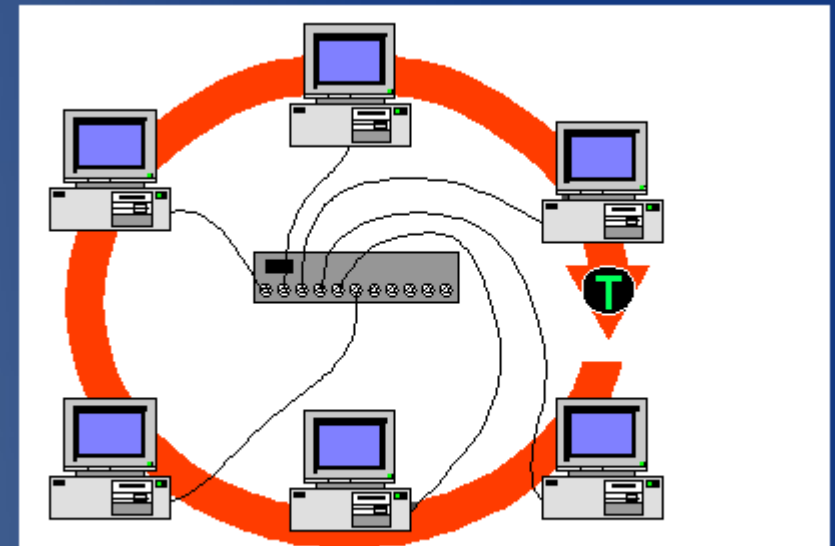
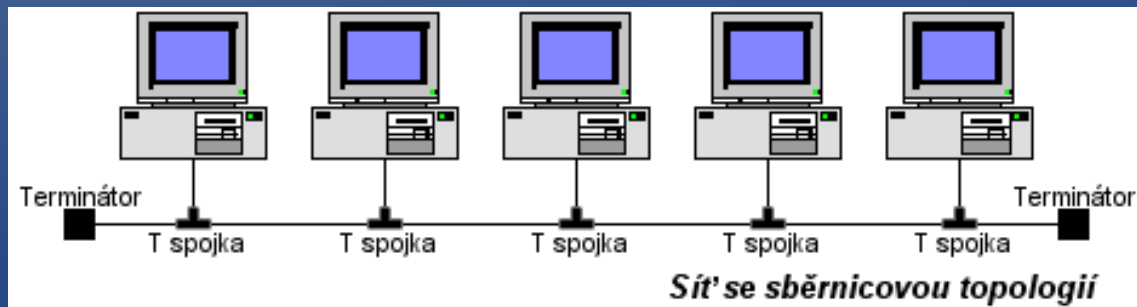
- Přepínání packetů
- Přepínání zpráv
- Přepínání okruhů

Řízení přístupu

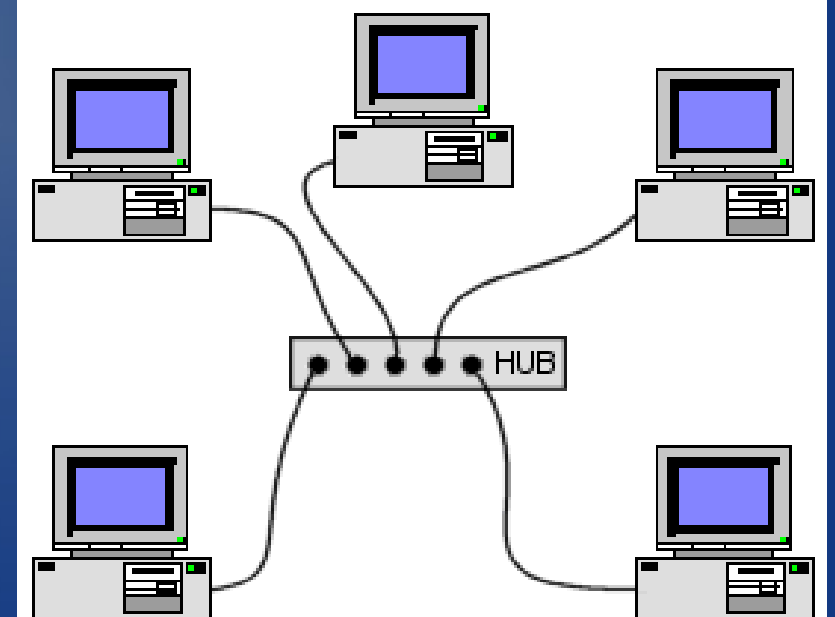
- Sdílené médium
 - Více bodový spoj vs. Dvoubodový spoj
- Kolize
 - Současné vysílání více uzlů
 - Signály nelze oddělit
 - Lze detekovat

LAN

- Local Area Network
 - Typicky více bodové spoje
 - Sběrnice, hvězda, kruh
- Wide Area Network
 - Typicky dvoubodové spoje
 - Router - Router



Sít' s prstencovou topologií



Sít' s hvězdicovou topologií

Mechanismus řešení

- Řeší linková vrstva
 - LLC
 - Logical Link Control
 - řízení rámců, dělení, kontrola, zabezpečení
 - MAC
 - Media Access Control
 - Implementuje způsob řízení přístupu k médiu

Řízení přenosu

- Centralizované
 - Arbitr (výzva / žádost)
- Decentralizované
 - Deterministické
 - Předání pověření, rezervace, priority
 - Nedeterministické
 - Soutěž o právo vysílat

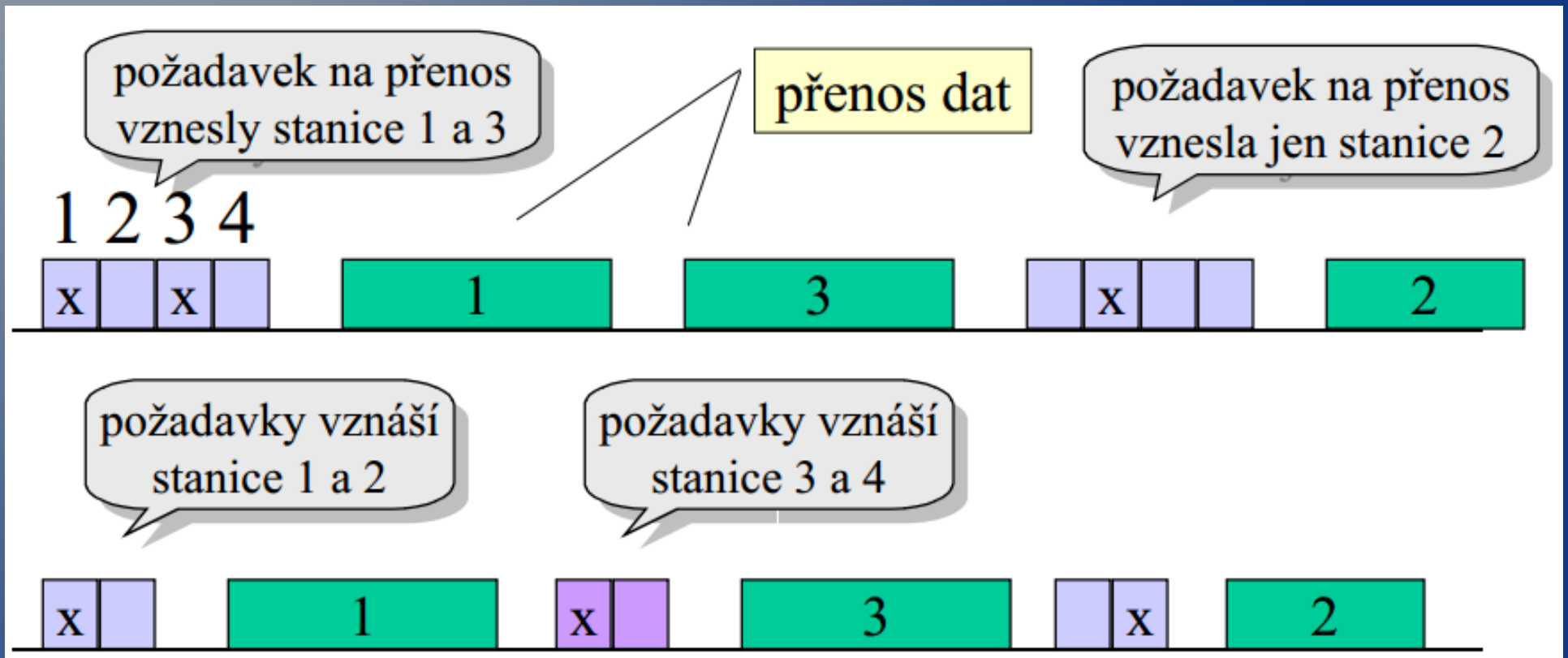
Centralizované

- Existuje arbitř
 - Výzva – chceš vysílat
 - Žádost – chci vysílat
- Změna arbitra / výpadek arbitra
- Řízená změna

Decentralizované

- Předávání pověření
 - Rezervační rámeček / Token
 - TokenRing, TokenBus
- Soutěž o kanál
 - Ethernet (CSMA/CD)
 - Wifi (CSMA/CA)

Rezervační rámec



Předávání pověření

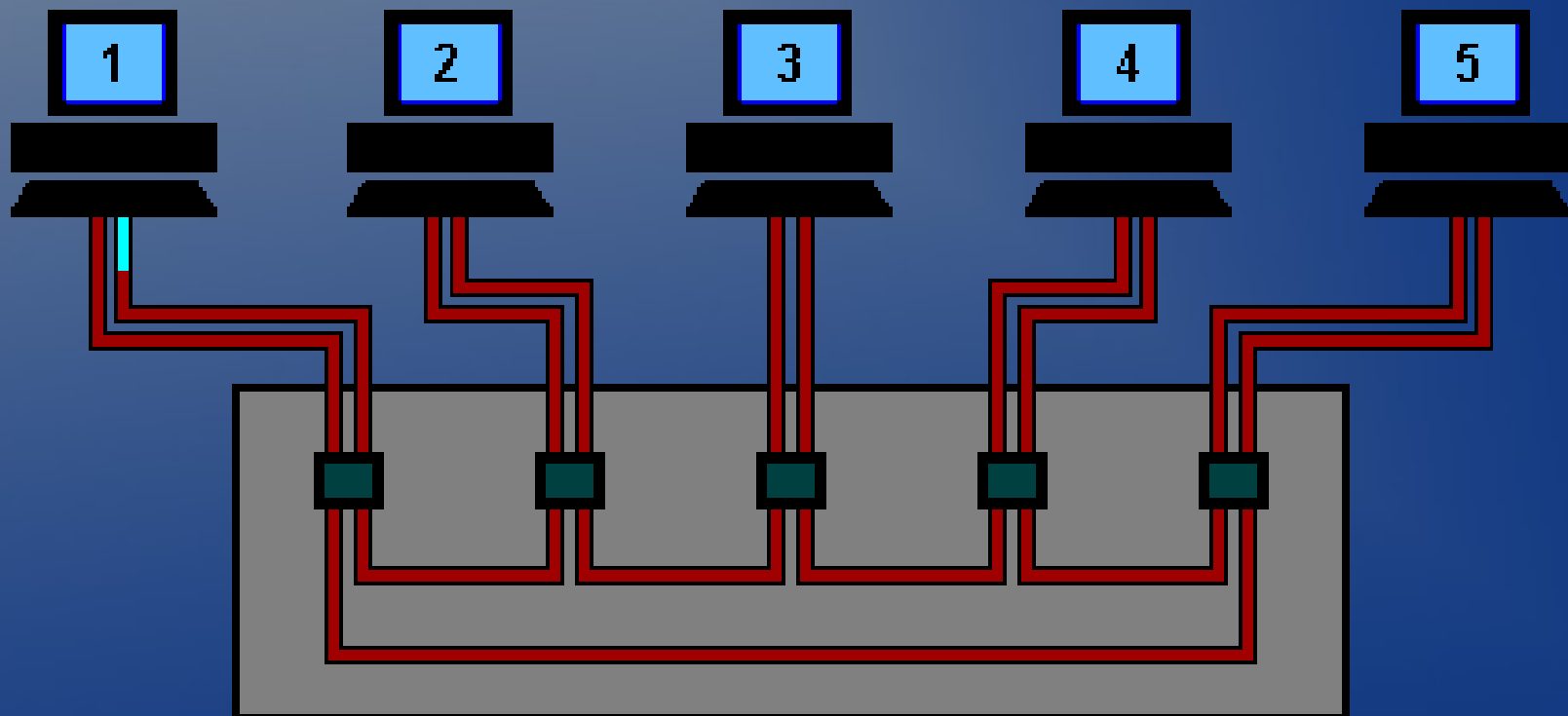
- Pověření - token
- Token je předáván mezi uzly
- Tvoří logický kruh
- Problém ztráty tokenu

Token Ring

- Distribuovaná a řízená metoda
 - IBM Token ring – zapojení do hvězdy, kroucená dvojlinka, IEEE 802.5 nepředepisuje žádnou topologii ani medium
- Logický kruh
- Lepší při větším zatížení než Ethernet
- Diferenciální manchester
- Když nikdo nevysílá posílá se jen prázdný token
- Pokud nekoluje žádný token nebo je jich více, zasáhne vyčleněná stanice - aktivní monitor

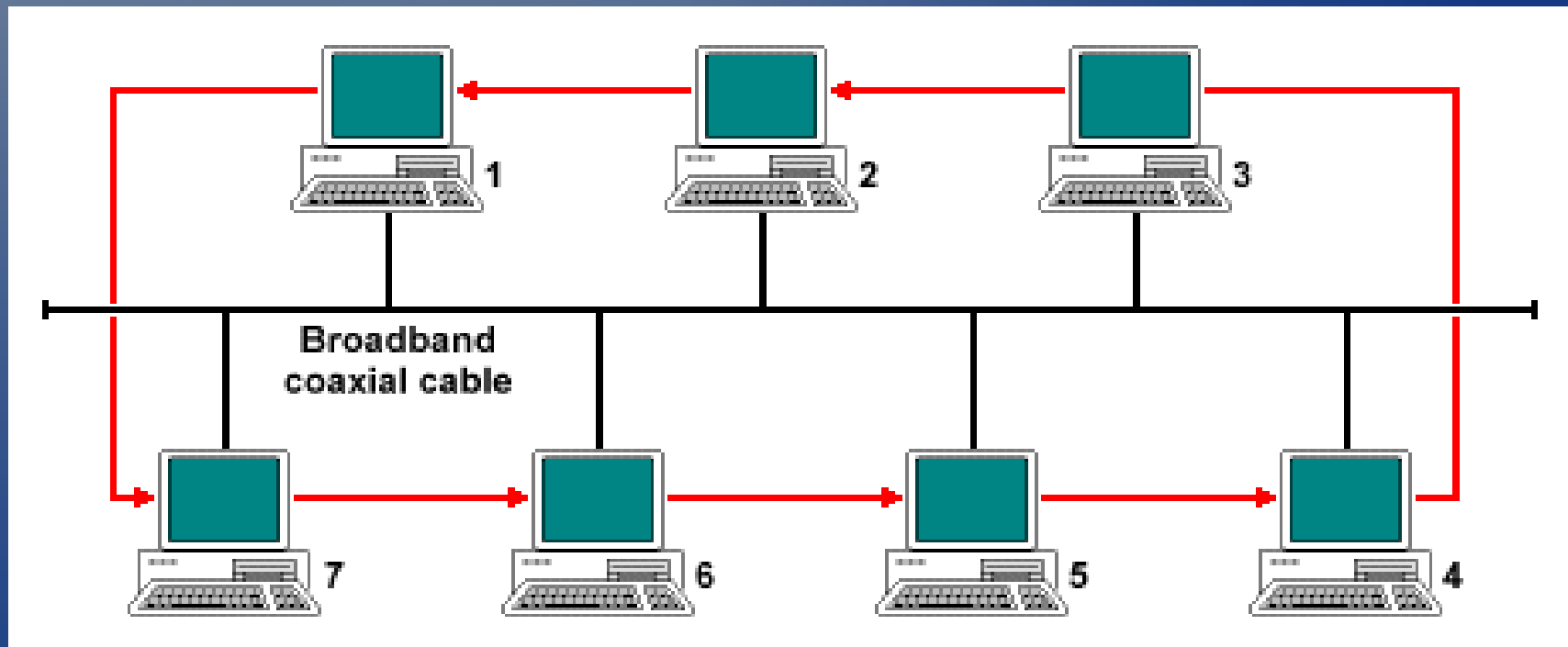
Token Ring

- MAU
 - Media Access Unit
 - Multistation Access Unit, MSAU



Token Bus

- Využívá metody předávání pověření
- Sběrníková topologie
- Kruh je pouze logický



CSMA

- Carrier Sense – detekuju nosnou vlnu, pokud je čekám
- Multiple Access – vysílá více uzlů, přijímají všichni
- Dochází ke kolizím, detekuje jen před začátkem vysílání
- Přenese se celý rámeček, chybu musí odhalit příjemce
- Naléhající – čeká na konec hned vysílá
- Nenaléhající – přeplánuje se na později
- P-naléhající – s $p\%$ se chová jako naléhající
 - Ideální pro p 5-10%, využití až 95% kanálu

Detekce kolizí

- Typy detekcí
 - Předcházení CA (wifi)
 - Detekce kolizí CD (ethernet)
 - Bez detekce (Aloha)

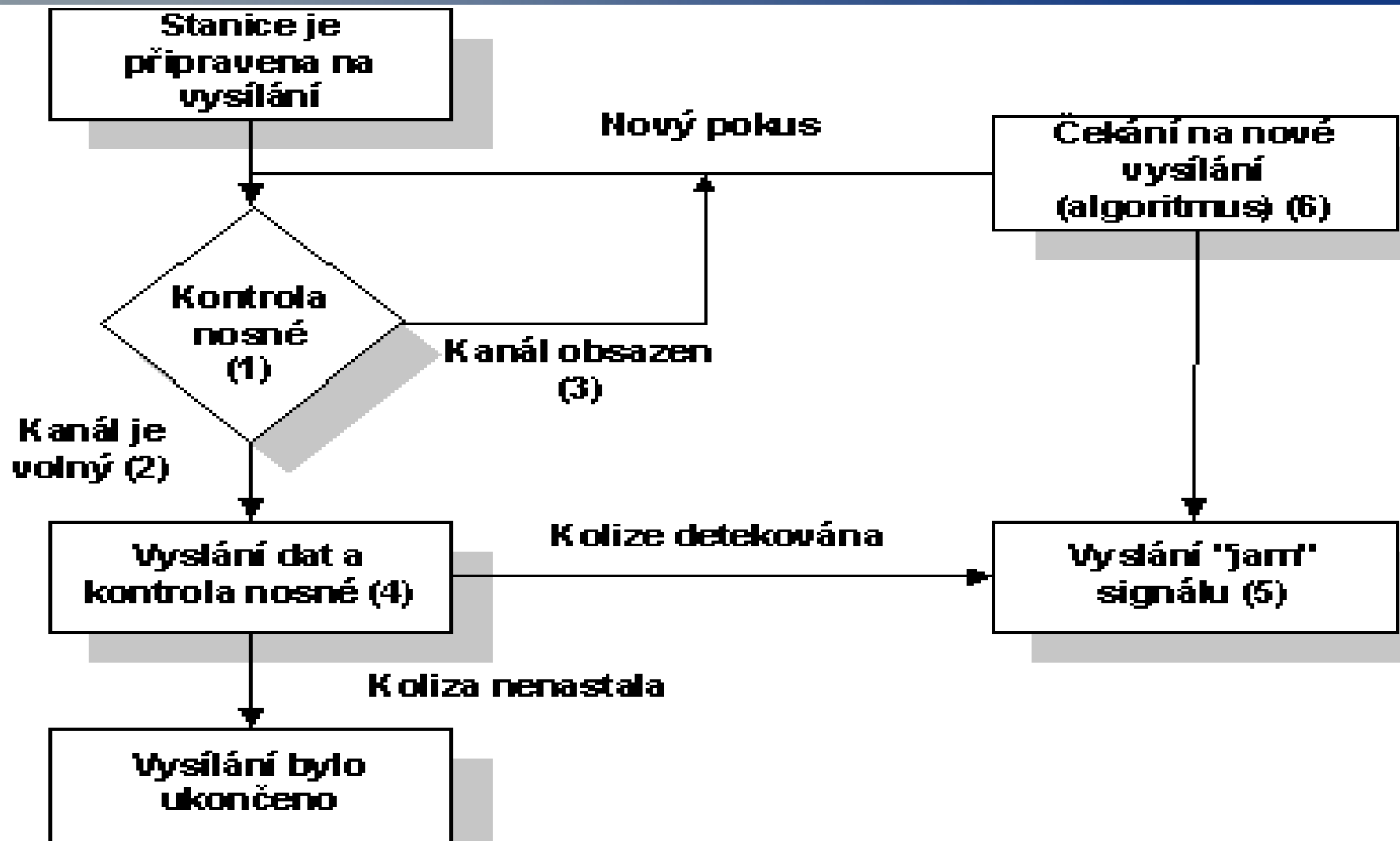
CSMA / CA

- CSMA/CA
- Předchází kolizím
- Každý uzel informuje ostatní o úmyslu vysílat
- Minimalizujeme kolize, ale můžou nastat
- Neumíme detekovat
- Využití v bezdrátových sítích, kde nelze provést současně vysílání i příjem

CSMA / CD

- Detekuje kolize a okamžitě zastavuje vysílání
- Náhodný interval čekání na další vysílání
- Při opakování dobou zdvojnásobuje
- Zároveň kontroluje zda je linka volná a pokud ano vysílá
- Během přenosu detekuje aktivitu ostatních
- Mnohem lepší využití media, neplýtvá se časem při odeslání celých rámců
- Nelze použít všude, potřebuje přídatnou elektroniku na detekci kolizí

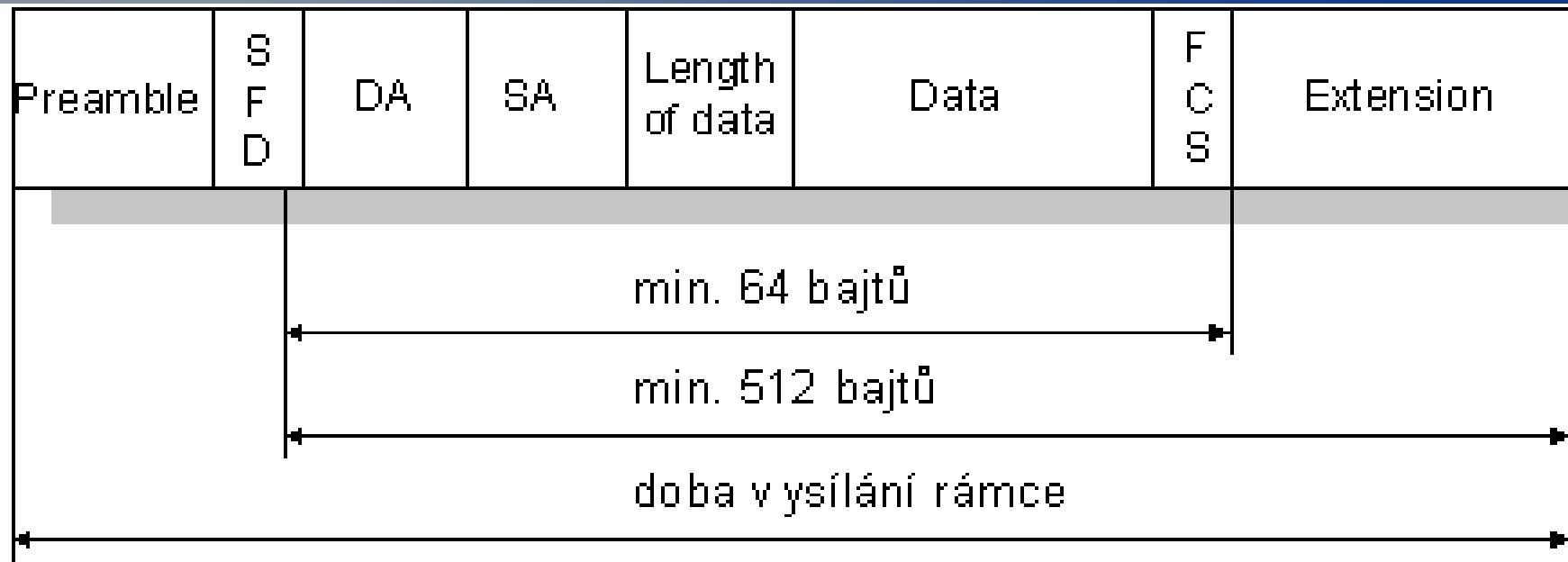
CSMA / CD



Ethernet

- Distribuovaná a neřízená metoda přístupu
- Využívá CSMA/CD
- Při detekci kolize se zašle JAM - 32 bitů a všichni se na chvíli odmlčí
- Čekání je náhodnou dobu, interval se při prvních deseti pokusech zdvojnásobuje
- Pokusů je celkem 16, pak se nahlásí chyba
- Velice efektivní při malém zatížení sítě
- Lepší pro delší rámce

Ethernet



SFD ... Start of Frame Delimiter

DA Destination Address

SA Source Address

FCS ... Frame Check Sequence

Ethernet

- Preamble – 8 bytů, střídá 0 a 1 a poslední 10101011 – SFD, slouží na synchronizaci
- Cílová a zdrojová adresa
- Typ protokolu
 - Ethernet II – typ vyššího protokolu
 - IEEE 802.3 – délka dat
- Datová 46B-1500B
- Datová výplň – doplněk na 64B
- Kontrolní součet, FCS, 32b CRC