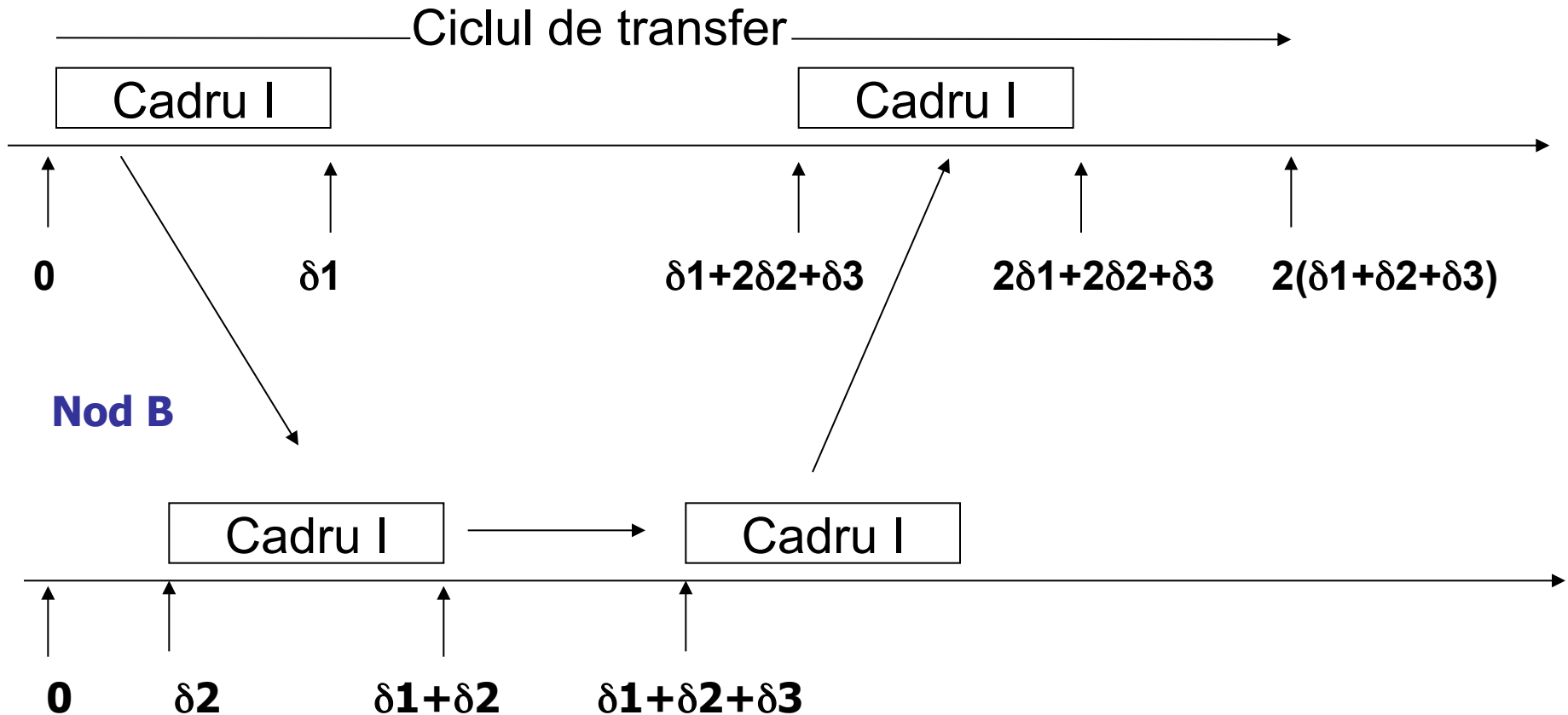


## Analiza performanțelor protocoalelor start-stop

### Transmitere cu confirmare în cadre I

- $\delta_1$  – durata de transmitere a unui cadru I (sec)
- $\delta_2$  – întârzierea de transmisie
- $\delta_3$  – timpul de prelucrare a cadrului la receptor.

#### Nod A



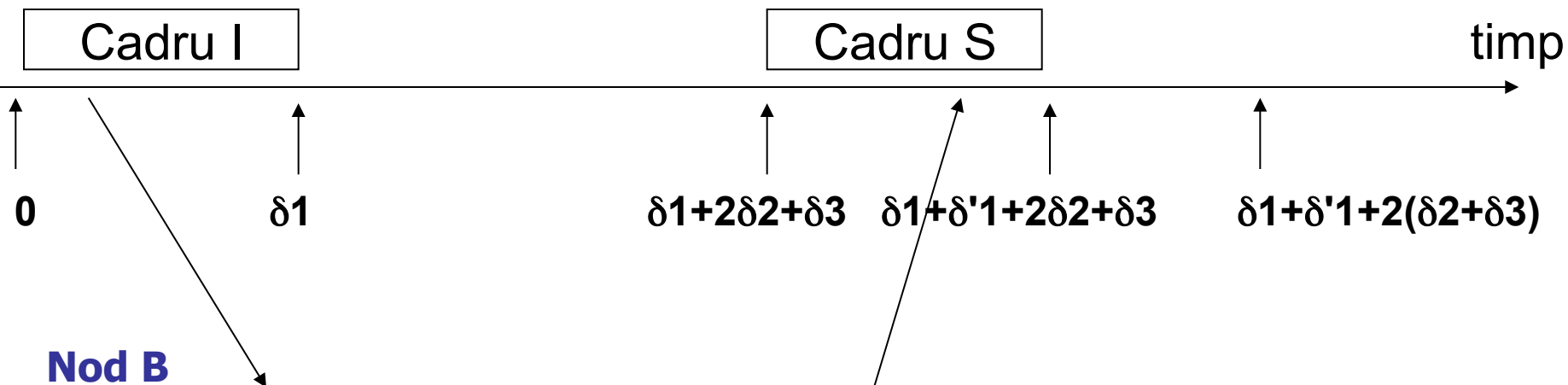


## Transmitere cu confirmare în cadru S

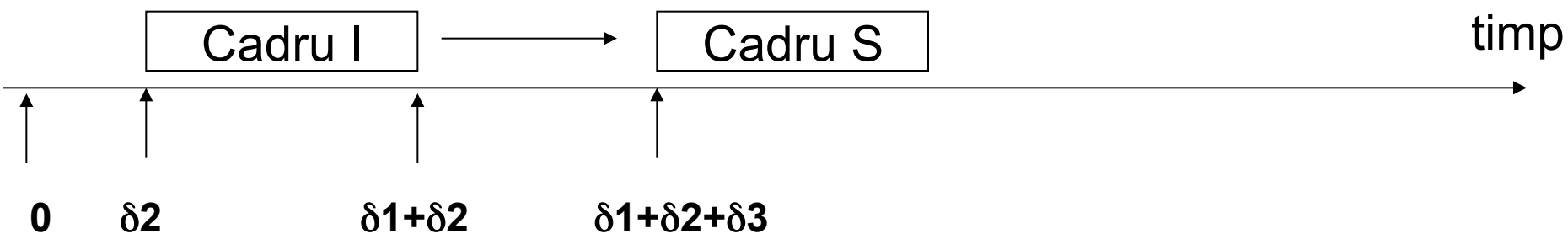
$\delta'1$  – durata de transmitere a unui cadru S (sec)

Nod A

Ciclul de transfer



Nod B





# Eficiența în absența erorilor

Cazul confirmării prin cadre S

$\rho$  = timpul de transmitere a informației / durata unui ciclu de transfer

$$\rho = \delta 1 / (\delta 1 + \delta' 1 + 2(\delta 2 + \delta 3))$$

Mai precis:

$$\rho = \frac{D/C}{2(\delta 2 + \delta 3) + (2H + D)/C} = \frac{D}{D + 2H + LC}$$

unde: D - lungime câmp **date** din cadru I (nr biti)

H - lungime cadru S (= lung câmp **control** din cadru I)

C - **capacitatea** canalului (biti / sec)

L =  $2(\delta 2 + \delta 3)$ , **latența** (sec)



# Exemple

## (1) Canal lent, distanță mică

$$D = 352 \text{ biți} \quad H = 48 \text{ biți}$$

$$\text{Capacitatea canalului} \quad C = 9600 \text{ biți / sec}$$

$$\text{Rezultă:} \quad \delta_1 = 36.7 \text{ msec}$$

$$\delta'_1 = 5 \text{ msec}$$

$$\delta_2 = 5 \text{ msec}$$

$$\delta_3 = 1 \text{ msec}$$

$$L = 12 \text{ msec}$$

$$\rho = 0.625$$



## (2) Canal rapid, latență mare

$$D = 104 \text{ biți} \quad H = 48 \text{ biți}$$

$$\text{Capacitatea canalului} \quad C = 150 \cdot 10^6 \text{ biți / sec}$$

$$\text{Rezultă:} \quad \delta_1 = 0.00069 \text{ msec}$$

$$\delta'_1 = 0.00032 \text{ msec}$$

$$\delta_2 = 100 \text{ msec}$$

$$\delta_3 = 1 \text{ msec}$$

$$L = 202 \text{ msec}$$

$$\rho = 0.00000343$$



# Problema

Legatura punct-la-punct de **128-kbps** este facuta intre Pamant si un satelit pe Marte. Distanța de la Pamant la Marte (cand sunt apropiate unul de altul) este de aproximativ **55 Gm** ( $55 \cdot 10^9$  m).

Datele traverseaza legatura la viteza luminii =  **$3 \cdot 10^8$  m/s**.

- (a) Calculati cel mai mic **RTT** (Round Trip Time) pentru legatura.
- (b) Calculati produsul **intarziere \* largime\_banda** pentru legatura.
- (c) O camera pe satelit face poze ale vecinatatii pe Marte si le trimite pe Pamant. In **cat timp** poate ajunge poza la Centrul de Control al Misiunii de pe Pamant? Fisierul are volumul de **5 MB**.



# Conventii

$$1 \text{ B} = 8 \text{ biti}$$

In transmisii de date

$$1 \text{ kb} = 10^3 \text{ b} = 1\,000 \text{ b}$$

$$1 \text{ Mb} = 10^6 \text{ b} = 1\,000\,000 \text{ b}$$

$$1 \text{ Gb} = 10^9 \text{ b} = 1\,000\,000\,000 \text{ b}$$

In calculatoare, volumul datelor

$$1 \text{ kb} = 2^{10} \text{ b} = 1\,024 \text{ b}$$

$$1 \text{ Mb} = 2^{20} \text{ b} = 1\,048\,576 \text{ b}$$

$$1 \text{ Gb} = 2^{30} \text{ b} = 1\,073\,741\,824 \text{ b}$$



# Raspuns

(a) **Intarzierea** de propagare pe legatura este **distanța/viteza**

$$(55 \cdot 10^9 \text{ m}) / (3 \cdot 10^8 \text{ m/s}) = 184 \text{ secunde.}$$

RTT este 368 secunde.

(b) Produsul **intarziere \* largime\_banda** pentru legatura

$$184 \text{ s} * 128 \cdot 10^3 \text{ kbps} = 23552000 \text{ kb} = 2.81 \text{ MB}$$

(c) **Transmiterea** a 5 MB = 41943040 biti de date dureaza

$$41943040 \text{ biti} / 128 \cdot 10^3 \text{ biti/s} = 328 \text{ s.}$$

Intarzierea de propagare + transmitere

$$328 \text{ s} + 184 \text{ s} = 512 \text{ s.}$$





## (Optional) Start stop cu erori de canal

Presupunem:

$p_I$  - probabilitatea ca I să fie recepționat fără erori

$p_S$  - probabilitatea ca S să fie recepționat fără erori

transmisiile succesive sunt independente

Un transfer este reușit dacă:

- transmisia fără erori detectabile (eveniment E1)
- recepția confirmării fără erori detectabile (E2)

Probabilitatea

$$p(E1 \ \& \ E2) = p_I \ p_S$$



Livrare corectă => N cicluri de transfer (N-1 cu erori)

N = var. aleatoare cu distrib. geometrică:

$$\Pr\{N=k\} = p_i p_s (1 - p_i p_s)^{k-1}, \quad k \geq 1$$

Pentru k cicluri, eficiența

$$\rho_k = D / (D + 2H + CL) / k$$

Eficiența probabilă pentru start-stop

$$E(\rho) = \sum_{k=1, \omega} \rho_k * \Pr\{N=k\}$$

$$= \sum_{k=1, \omega} D / (D + 2H + CL) / k * p_i p_s (1 - p_i p_s)^{k-1}$$

$$= D / (D + 2H + CL) * p_i p_s + D / (D + 2H + CL) O(1 - p_i p_s)$$



## Considerăm

- erorile succesive pe bit sunt independente
- probabilitatea de eroare la un bit este  $\varepsilon$ .

Pentru un canal binar simetric avem:

$$p_I p_S = (1 - \varepsilon)^{2H+D}$$

$$E(\rho) = \mathbf{D / (D + 2H + CL) * p_I p_S} + \mathbf{D / (D + 2H + CL) O ( 1 - p_I p_S)}$$

$$= \mathbf{D / (D + 2H + CL) (1 - \varepsilon)^{2H+D}} + \mathbf{D / (D + 2H + CL) O ( 1 - (1 - \varepsilon)^{2H+D})}$$



## (Optional) Lungimea optimă a câmpului de date

O  $(1 - (1 - \varepsilon)^{2H+D})$  neglijabil.

Funcția care aproximează eficiența:

$$F(D) = D / (D + 2H + CL) (1 - \varepsilon)^{2H+D}$$

Pentru optim:  $(\partial / \partial D) \log F(D) = 0$

$$\log (1 - \varepsilon) + 1/D - 1 / (D+2H+CL) = 0$$

$$D^2 + (2H + CL) D + (2H+CL) / \log (1 - \varepsilon) = 0$$

cu rădăcina pozitivă aproximativă (pentru  $\varepsilon$  mic)

$$D^+ = \text{sqrt} ( 2 (H + CL / 2) / \varepsilon )$$