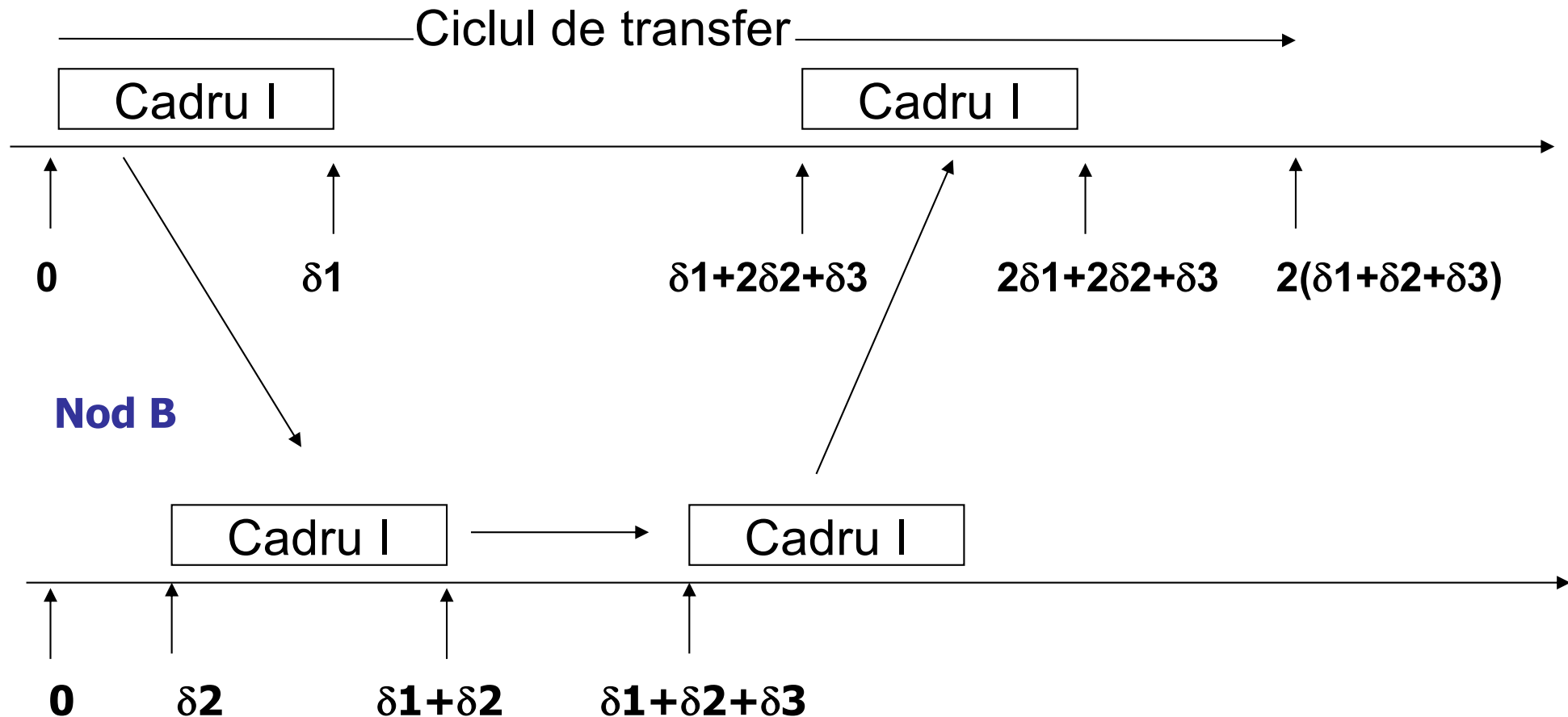


Analiza performanțelor protocoalelor start-stop

Transmitere cu confirmare în cadre de informație I

δ_1 – durata de transmitere a unui cadru I (sec)
 δ_2 – întârzierea de transmisie
 δ_3 – timpul de prelucrare a cadrului la receptor.

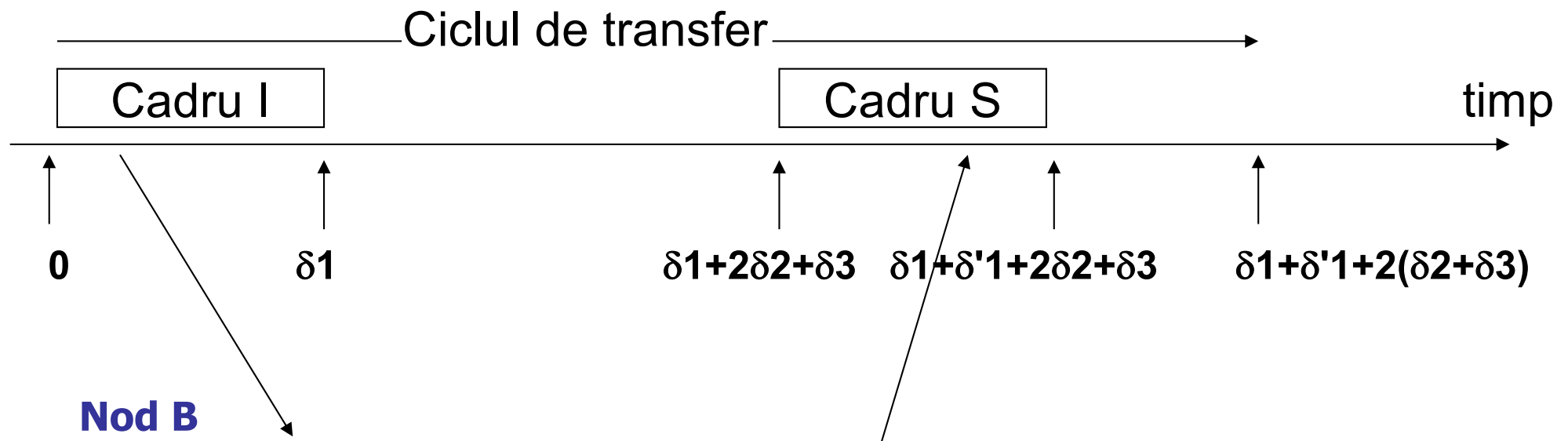
Nod A



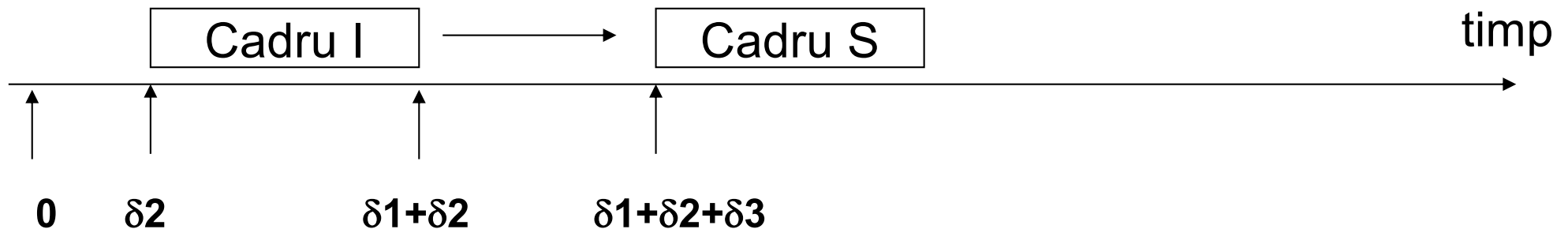
Transmitere cu confirmare în cadru supvizor S

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

Nod A



Nod B





Eficiența în absența erorilor

Cazul confirmării prin cadre S

ρ = timpul de transmitere a informației / durata unui ciclu de transfer

$$\rho = \delta_1 / (\delta_1 + \delta'_1 + 2(\delta_2 + \delta_3))$$

Mai precis:

$$\rho = \frac{D/C}{2(\delta_2 + \delta_3) + (2H + D)/C} = \frac{D}{2(\delta_2 + \delta_3)C + 2H + D} = \frac{D}{LC + 2H + D}$$

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

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

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

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

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

Rezultă:

$$L = 2(\delta_2 + \delta_3) = 12 \text{ msec}$$

$$\rho = D / (LC + 2H + D) = \mathbf{0.625}$$



(2) Canal rapid, latență mare

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

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

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

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

Rezultă:

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

$$\rho = D / (LC + 2H + D) = \mathbf{0.00000343}$$



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 + timp transmitere

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



(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

$$p(E1 \text{ \& } E2) = p_I p_S$$



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, eficienta

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

Eficiența probabilă pentru start-stop

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

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

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



Considerăm

- erorile succesive pe bit sunt independente
- probabilitatea de eroare la un bit este ε .

Pentru un canal binar simetric avem:

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

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

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



(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 ε mic)

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