

EN 2019

① O encapsulamento consiste em adicionar headers aos dados enviados, cada camada do modelo OSI adiciona os próprios headers ou lê headers previamente adicionados para saber como tratar os dados recebidos (desencapsulamento).

Por exemplo, um header pode conter informação sobre o endereço de destino e de origem de um dado pacote, para que os routers saibam por onde devem mandar esse pacote.

② Como se trata de UDP, não é necessário estabelecer uma ligação com o cliente, no header de cada datagrama recebido, reside o endereço IP bem como o port de onde saiu o datagrama, que serão usados para enviar mensagens de resposta.

De modo a tornar o acesso de vários clientes mais eficiente, podemos usar multiplexação de I/O para ouvir mensagens UDP em vários ports simultaneamente, bem como multithreading para processar pedidos enquanto espera por outros pedidos.

③ TCP dispõe de mecanismos de ARQ pipeline, que garantem minimizar as re-transmissões desnecessárias (e.g: selective repeat). Para além disso, tem ainda alguns mecanismos de congestion control que controlam o tamanho da janela conforme o congestionamento vai sendo detetado. (e.g: slow start)

④ O ARP é responsável por traduzir os endereços IP em endereços MAC de dois hosts, deste modo, a host da rede A vai mandar os dados para a o endereço MAC da interface do router na rede A, de seguida, o router vai dar forward a esses dados, através da interface na rede B, para a endereço MAC da host da rede B ambas estes endereços MAC foram obtidos usando ARP.

⑤ No caso do Ethernet, usa-se um protocolo de deteção de colisões (CSMA/CD) que, quando um canal está ocupado, espera até que fique idle para começar a transmissão, quando deteta uma colisão a meio da transmissão, esta é abortada e dá-se o binary exponential backoff. À semelhança do Ethernet, o Wi-Fi também só começa a transmissão quando tiver o canal idle, no entanto, é difícil implementar a deteção de colisões em redes wireless, como tal, usa um protocolo de collision avoidance (CSMA/CA), através de pequenos pacotes request-to-send (RTS), o sender pode "reservar" um canal para transmissão, que, caso este não colida com outro RTS, o receiver manda um pacote de clear-to-send (CTS), que é ouvido por todas as senders, para saberem que um dado canal está reservado.

⑥  $B = 100 \text{ MHz} = 10^8 \text{ Hz}$ ,  $\text{SNR} = 20 \text{ dB} = 10 \log_{10} \left( \frac{S}{N} \right) \Rightarrow 10^2 = \frac{S}{N} = 100$

$C = 10^8 \log_2 (1 + 100) = 665821148,3 \text{ bps}$

⑦

		Rede	Broadcast	Gamma
1:	10.1.144.0/20	10.1.144.0	10.1.159.255	10.1.144.1 - 10.1.159.254
2:	10.10.10.0/24	10.10.10.0	10.10.10.255	10.10.10.1 - 10.10.10.254
a)	6:	10.20.20.0/26	10.20.20.0	10.20.20.63

b)

172.16.1.176/28	130 1011 0000 - 176	
	1011 0100 - 180	
	1011 1000 - 184	
	1011 1100 - 188	
3: 172.16.1.176	172.16.1.177	172.16.1.177 - 172.16.1.178
5: 172.16.1.184	172.16.1.187	172.16.1.185 - 172.16.1.186

c)

IP	Mask	default gateway
PC-5: 10.20.20.1	1/26 = 255.255.255.192	10.20.20.62
Router 4: 10.20.20.62		

d)

ip route 10.1.144.0 255.255.240.0 172.16.1.177

ip route 10.10.10.0 255.255.255.0 172.16.1.181

ip route 10.20.20.0 255.255.255.192 172.16.1.185

⑧  $R1 \rightarrow R2: D = 10 \text{ Km} = 10^4 \text{ m}$ ;  $V_{\text{trans}} = 10 \text{ Mbps} = 10^7 \text{ bps}$   $R1 \rightarrow R3$

$R2 \rightarrow R3: D = 20 \text{ Km} = 2 \cdot 10^4 \text{ m}$ ,  $V_{\text{trans}} = 2 \cdot 10^7 \text{ bps}$

$d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} = 0,5 \text{ ms} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$

a)

$\text{size} = 10000 \text{ bits}$

$V_{\text{prop}} = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$R1 \rightarrow R2:$

$d_{\text{trans}} = \frac{\text{size}}{B} = \frac{10^4}{10^7} = 10^{-3} \text{ s}$

$d_{\text{prop}} = \frac{D}{V_{\text{prop}}} = \frac{10^4}{2 \cdot 10^8} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \text{ s}$

$R2 \rightarrow R3:$

$d_{\text{trans}} = \frac{\text{size}}{B} = \frac{10^4}{2 \cdot 10^7} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \text{ s}$

$d_{\text{prop}} = \frac{D}{V_{\text{prop}}} = \frac{2 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^8} = 10^{-4} \text{ s}$

$\left( 10^{-3} + \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} + \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} + 10^{-4} + \underbrace{5 \cdot 10^{-4}}_{d_{\text{queue}} + d_{\text{proc}}} \right) \text{ s}$



b) A taxa máxima é igual à taxa que causa bottleneck ( $10^2$  bps)

c)  $\frac{2 \cdot 10^4}{10^2} = 2 \cdot 10^{-3}$  (se assumirmos que esta linha não tem store and forward)

⑧ (especial)

$$V_{prop} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{Max} = 30 \text{ segundos} = (d_{trans} + d_{prop}) + d_{proc} + (d_{trans} + d_{prop}) \leq 30$$

$$\text{Dist} = 4 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$\text{SizeS} = 500 \text{ B} = 4000 \text{ b}$$

$$\text{SizeR} = 20 \cdot 2^{20} \text{ B} = 160 \cdot 2^{20} \text{ b}$$

$$d_{proc} = 2 \text{ s}$$

$$B = 1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$30 \geq \underbrace{\frac{4000}{2 \cdot 10^6 \log_2(x)} + \frac{4 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^8}}_{\text{Envio}} + 2 + \underbrace{\frac{160 \cdot 2^{20}}{2 \cdot 10^6 \log_2(x)} + \frac{4 \cdot 10^5}{3 \cdot 10^8}}_{\text{Resposta}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{4000 + 160 \cdot 2^{20}}{2 \cdot 10^6 \log_2(x)} \leq 27,997 \Leftrightarrow \log_2(x) \geq 2,99632 \Leftrightarrow x \geq 7,9796$$

$$M = \lceil \min x \rceil = 8$$