



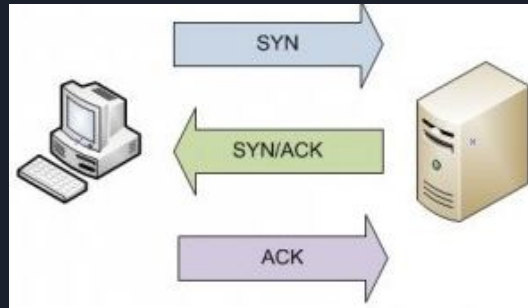
# TCP CUBIC

Redes de Comunicação de Dados

Moisés Goulart de Oliveira  
Victor Dallagnol Bento

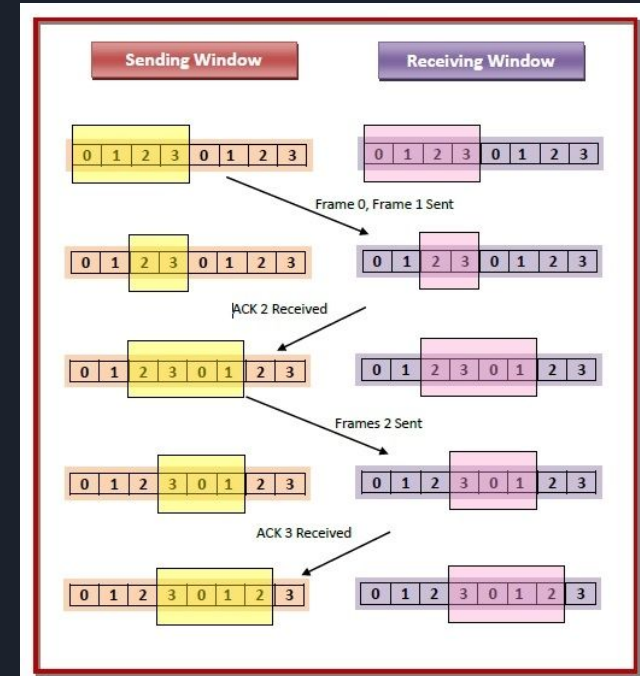
# TCP (Transmission Control Protocol)

- ❑ Protocolo presente na camada de transporte da arquitetura TCP/IP sendo orientado a conexões.
- ❑ Tem como objetivo a transmissão de forma econômica e confiável entre transmissor e receptor.
- ❑ Comunicação *full-duplex*, tanto Transmissor quanto Receptor podem transmitir dados em ambos os sentidos.
- ❑ A troca de dados é feita na forma de segmentos.
- ❑ A conexão é estabelecida pelo *3-way handshake*.



# Protocolo Janela Deslizante

- ❑ Melhor desempenho na transferência de dados em redes full duplex.
- ❑ Otimiza o uso da banda disponível (*throughput* aumenta).
- ❑ O tamanho da janela limita o número de segmentos que podem ser enviados por vez
- ❑ Tamanho da janela em como objetivo:
  - ❑ Recuperação de erros;
  - ❑ Ordenação dos segmentos;
  - ❑ Controle de fluxo.
- ❑ Utiliza temporizadores.

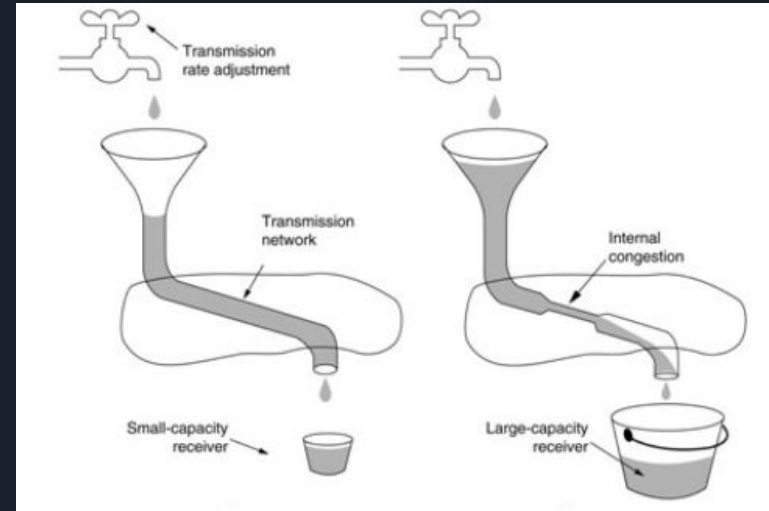


# Controle de Congestionamento

Congestionamentos podem ocorrer por:

1. *Timeouts*, determinado pelo RRT (*Round Trip Time*);
2. ACKs duplicados;
3. Perda de pacotes.

O controle de congestionamento é feito pelo uso da Janela de Congestionamento (*cwnd*) e da Janela de Repetição (*rwnd*) tendo como objetivo melhorar as conexões de internet, limitando a capacidade de transmissão.



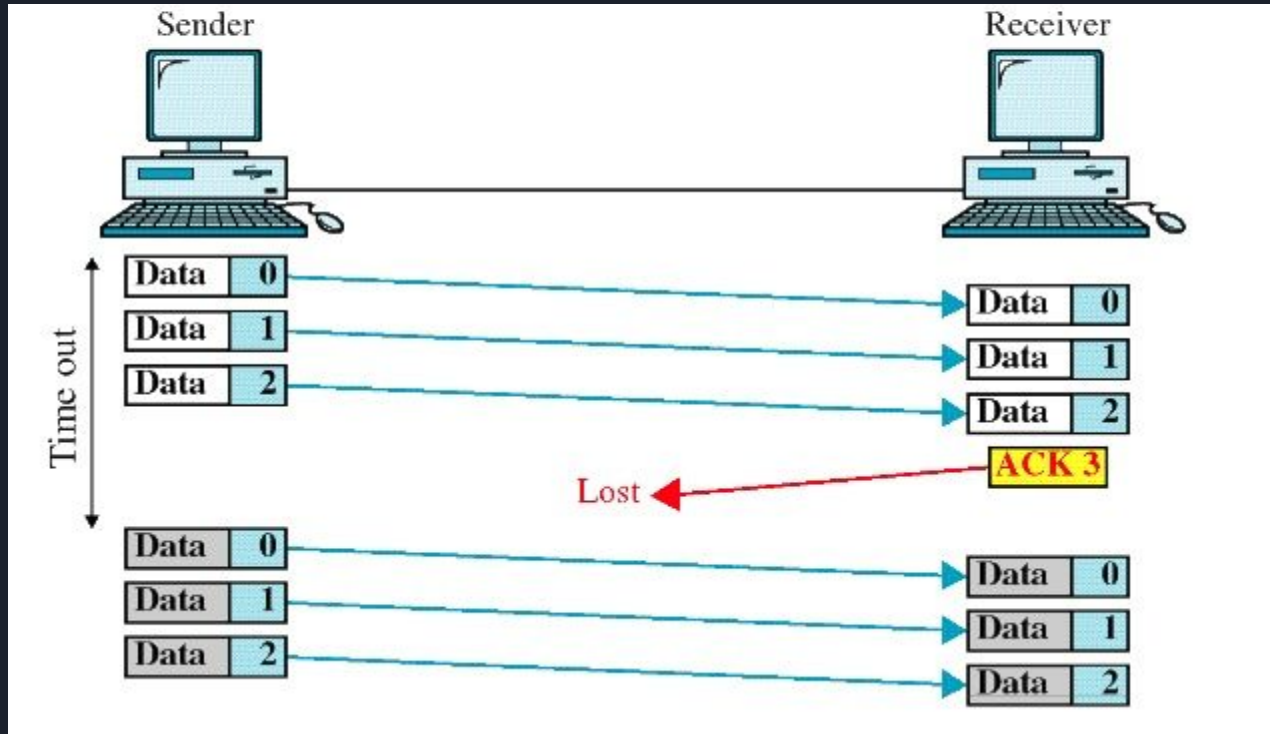
*Controle de Congestionamento vs Controle de Fluxo*

# Controle de Congestionamento

- É feito entre os hosts
- Limita a taxa de envio quando a rede está congestionada
- desafios:
  - Como perceber o congestionamento?
  - Como limitar a taxa de envio
  - Como modificar a taxa de envio?



# Como perceber que há um congestionamento?



# Como limitar a taxa de envio?

Limitando o número de bytes sem ACK no pipeline

Onde o tamanho da janela de envio é limitado tanto pelo tamanho do buffer do destino (rwnd) quanto pelo tamanho da janela de congestionamento (cwnd) que é o limite da rede

$$\text{LastByteSent} - \text{LastByteAcked} \leq \min\{\text{cwnd}, \text{rwnd}\}$$



# Como ajustar a taxa de envio?

- Como incrementar a taxa de envio?
  - (Rápida mas nem tanto)
- Como encontrar o melhor ajuste de acordo com o congestionamento da rede?
- Solução: **Algoritmos de controle de congestionamento**





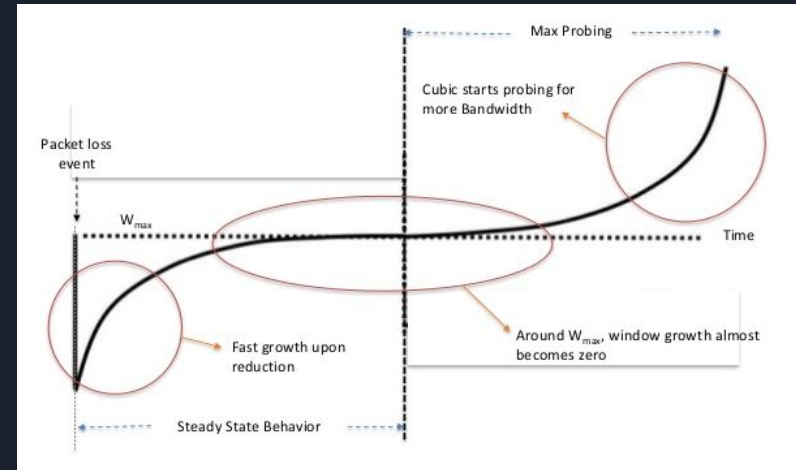


# TCP CUBIC

- Algoritmo de Controle de Congestionamento;
- Otimizado para redes com alta largura de banda com alta latência;
- O tamanho da janela é uma função cúbica do tempo desde o último evento de congestionamento;

$$W(t) = C(t - \sqrt{\frac{W_{max} * \beta}{C}})^3 + W_{max}$$

Por ser uma função cúbica, existem dois componentes para o crescimento da janela. A primeira é uma parte côncava onde o tamanho da janela aumenta rapidamente até o tamanho antes do último evento de congestionamento. Em seguida, está o crescimento convexo, onde CUBIC investiga mais largura de banda, lentamente no início e depois muito rapidamente. CUBIC passa muito tempo em um platô entre a região de crescimento côncava e convexa que permite que a rede se estabilize antes que CUBIC comece a procurar por mais largura de banda.



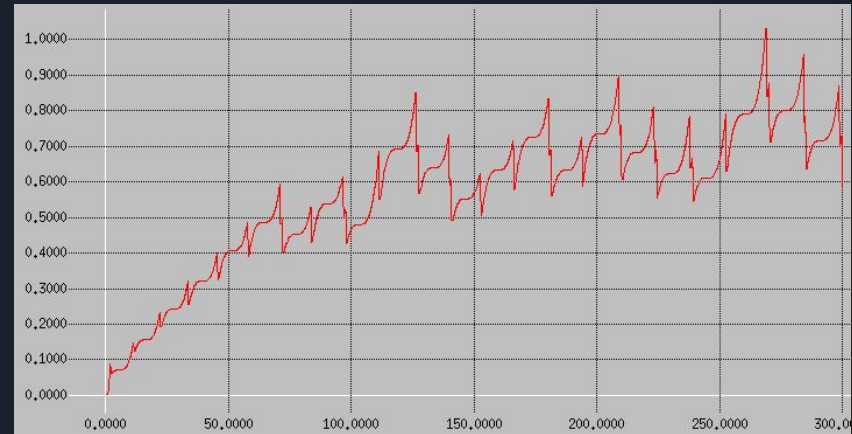
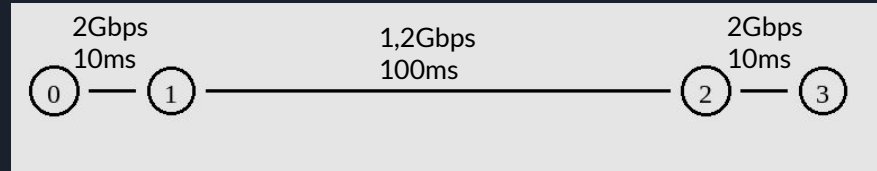


# TCP CUBIC x TP Padrão

- ❑ TCP CUBIC não depende da cadência dos RTTs para aumentar o tamanho da janela. O tamanho da janela do CUBIC depende apenas do último evento de congestionamento.
- ❑ Com o TCP padrão, os fluxos com tempos de atraso de ida e volta muito curtos (RTTs) receberão os ACKs mais rapidamente e, portanto, suas janelas de congestionamento aumentaram mais rapidamente do que outros fluxos com RTTs mais longos.
- ❑ O TCP CUBIC pode ser considerado mais justo em relação aos fluxos, uma vez que o crescimento da janela é independente do RTT.

# Simulações

O gráfico mostra o aumento da janela de transferência em uma comunicação entre o nó 0 e 3 onde a conexão entre 1 e 2 é um gargalo da comunicação



# Simulações

O gráfico mostra o comportamento da janela de transferência em uma comunicação entre o nó 4 e 1 e entre 5 e 0 onde a conexão entre 3 e 2 é um gargalo da comunicação.

O início das transferências acontece em momentos diferentes, mostrando que quando outro host entra na rede, o outro deve se ajustar de modo em que todos consigam se comunicar

