



## Ficha 2 – Transmissão de dados

Ano Letivo de 2020/2021

Na presente Ficha iremos abordar a transmissão de dados através de *links* com diferentes características. Como ferramenta de simulação, irá ser usado o Network Simulator 2 (NS-2) que já se encontra instalado na VM fornecida.

Em conjunto com esta Ficha são fornecidos os scripts `link_simulation_1.tcl` e `link_simulation_2.tcl` que serão usados para correr as simulações.

### Exercícios

#### Notas:

- Despreze os tempos de processamento da informação;
- Indique sempre as unidades que utiliza;
- Apresente os cálculos realizados.
- Use  $1\text{ kB} = 1024\text{ bytes}$

1) Considere que pretende enviar um ficheiro que ocupa 1 MBytes para 3 máquinas diferentes.

- Máquina A: Distância de 100 m por cabo, usando um canal com uma largura de banda de 1 MHz e com 16 níveis por elemento de sinalização;
  - Máquina B: Distância de 100 Km por cabo, usando um canal com uma largura de banda de 2 MHz e com 8 níveis por elemento de sinalização;
  - Máquina C: Ligação por satélite a uma altura de 50 000 Km, usando um canal com uma largura de banda de 20 KHz, uma relação S/N de 20 dB e usando uma codificação que usa 2 bits por elemento de sinalização;
- a) Supondo que não existem erros e admitindo as velocidades máximas de transmissão teóricas, qual das máquinas irá receber o ficheiro primeiro? Apresente os cálculos que utilizou para obter a sua resposta.
- b) Verifique por simulação o resultado da alínea anterior. Para isso irá usar o NS-2 e um script TCL que é fornecido com esta ficha (`link_simulation_1.tcl`). O script usa o protocolo UDP para realizar o envio de dados, com cada pacote enviado a conter um máximo de 1000 bytes de dados. A simulação começa aos 0.1 segundos.

Use o script da seguinte forma:

- Coloque o script numa pasta dentro da VM;

- Corra o script fazendo:

```
ns link_simulation_1.tcl {Size} {Ls} {Tp} {End}
```

**Nota:** *Size* = tamanho do pacote em bytes; *Ls* = velocidade da ligação (use Gb, Mb, Kb,...); *Tp* = tempo de propagação (s, ms, us, ns,...); *End* = fim da simulação (em segundos)

**2** – Suponha que vai enviar um ficheiro de 0.02GBytes de uma máquina A para uma máquina D. Para chegar a D o ficheiro terá de passar sequencialmente pelas máquinas B e C. Tendo em conta a informação seguinte, que detalha cada uma das ligações individuais, determine o Tempo de transmissão, o Tempo de propagação e a Velocidade máxima da transmissão para cada ligação. Suponha ainda que os dados do ficheiro só serão retransmitidos por uma máquina após terem sido completamente recebidos por essa mesma máquina.

- Máquina A->B: Distância de 500Km por cabo, usando um canal com largura de banda de 1.5MHz em que são transmitidos 8 bits por elemento de sinalização;
  - Máquina B->C: Ligação por satélite geoestacionário situado a uma altitude de 35500Km usando um canal com uma largura de banda de 1GHz e uma relação sinal ruído de 20dB;
  - Máquina C->D: Ligação rádio a uma distância de 10Km usando um canal com uma largura de banda de 100MHz e uma relação sinal ruído de 15.
- a) Quanto tempo demorara o ficheiro desde que é enviado até ser completamente recebido pela máquina D?
  - b) Verifique por simulação o resultado teórico que calculou. Para isso irá usar o NS-2 e um script TCL que é fornecido com esta ficha (`link_simulation_2.tcl`). O script usa o protocolo UDP para realizar o envio de dados, com cada pacote enviado a conter um máximo de 1000 bytes de dados. A simulação começa aos 0.1 segundos.

Use o script da seguinte forma:

- Coloque o script numa pasta dentro da VM
- Corra o script fazendo:

```
ns link_simulation_2.tcl {size} {Ls1} {Tp1} {Ls2} {Tp2} {Ls3} {Tp3} {End}
```

**3** – Suponha que é estabelecida uma ligação de 100 Mbps entre uma base terrestre e o *space shuttle* em órbita da terra a 320Km de altitude.

- a) Sabendo que a largura de banda do canal existente é de 20MHz, que relação S/N em dB é necessária para assegurar que se conseguem obter os 100 Mbps?
- b) Qual o mínimo RTT (*Round-trip time*) para a ligação?
- c) O controlo da missão quer fazer download de 25MB de dados do *space-shuttle*. Para isso faz um pedido ao *space-shuttle* de 100KB. Qual o tempo que decorre entre o início do pedido e a chegada de todos os dados à estação terrestre?