



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Ciências e Tecnologia

## DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA

Introdução às Redes de Comunicação

### Trabalho 1 – Protocolos da Camada de Transporte

Ano Lectivo de 2016/2017

**Data de entrega:** O trabalho deverá ser entregue até dia 13/Nov/2016 no Infoestudante.

**Ficheiros a submeter:** Na submissão devem ser incluídos todos os ficheiros do trabalho e o relatório em pdf. No relatório devem estar todas as respostas pedidas no trabalho. Não se esqueça de incluir os nomes e números de aluno no relatório.

**Grupos:** Os trabalhos podem ser apresentados por grupos de até 2 alunos.

**Avaliação:** A avaliação será feita através de uma defesa presencial. Deverá ser entregue nessa altura um relatório impresso do trabalho.

#### Descrição do trabalho

Este trabalho pretende analisar e comparar a transmissão de dados usando os protocolos UDP e TCP. Para esta análise foi construída a rede da Fig. 1, a qual vai ser simulada recorrendo ao NS2.

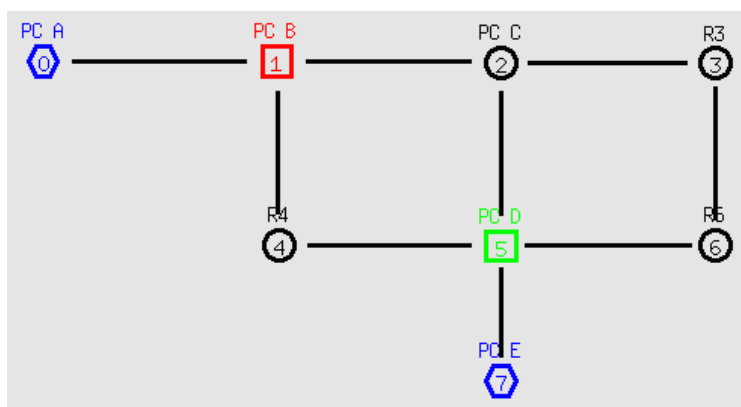


Fig. 1 - Rede

Usando a rede especificada, constituída por PCs e *routers*, em que os PCs também fazem o *routing* de pacotes de dados, o “PC A” vai enviar ao “PC E” um bloco de dados de 2MB, que começa a ser transmitido no instante 0.5 segundos. Ao mesmo tempo, desde o “PC B” para o “PC D”, e do “PC D” para o “PC C”, existem *streams* de dados que estão a ser enviadas por UDP (que começa em ambos os casos no instante 0.5 segundos). Dependendo do cenário considerado as *streams* de dados estão activas ou desligadas.

## Características da rede

- Detalhes das ligações:
  - A ligação entre o “R4” e o “PC B” só permite transmissão no sentido “R4”->“PC B”, tem uma velocidade de 10 Mb/s e um tempo de propagação de 5ms
  - Todas as outras ligações são *full-duplex* a 10 Mb/s com tempos de propagação de 10 ms
  - Todas as filas são do tipo *DropTail* com o tamanho por *default*. (Ver Nota 1).
  - Será usado um protocolo de *routing* dinâmico (rtproto LS).

## Cenários

- **Cenário 1:**
  - Apenas tráfego entre o “PC A” e o “PC E”.
- **Cenário 2:**
  - Ao cenário 1 são acrescentadas 2 *streams* de dados UDP:
    - “PC B” → “PC D”: 6 Mb/s.
    - “PC D” → “PC C”: 5 Mb/s

## Notas gerais

- Para efeitos de simulação, todo o tráfego do “PC A” para o “PC E” será criado usando o gerador de tráfego CBR existente no NS2 o qual gerará um pacote de dados com 2MB.
- Use o parâmetro *rate\_* do CBR para criar as *streams* de dados adicionais do *Cenário 2*. Este parâmetro fará com que o NS2 crie pacotes com o tamanho e cadência necessários para ocupar a largura de banda pretendida.
- O tráfego das *streams* adicionais do *Cenário 2* será sempre UDP.
- Use sempre os valores por *default* para o tamanho das filas (excepto a do “PC A”), dos pacotes e da janela TCP, excepto quando lhe for pedido explicitamente que os altere.
- Use na simulação o agente TCP e não o TCP/RFC793edu usado em fichas anteriores.
- Os dados por omissão usados no NS2 são guardados no ficheiro “./ns-2.35/tcl/lib/ns-default.tcl”.
- Despreze todos os tempos de processamento existentes durante a transmissão dos dados.
- Apresente todos os cálculos efectuados e indique sempre as unidades utilizadas.
- Justifique as respostas usando os conhecimentos que tem sobre os protocolos TCP e UDP.
- Adeque os tempos de simulação a cada uma das simulações executadas.
- Para analisar mais facilmente os cenários pode recorrer ao ficheiro ‘trace\_analyzer.awk’ que é fornecido com o enunciado (ver Nota 2).

## Trabalho

1 – Crie a rede de teste descrita.

- 1.1 - Minimize o número de ficheiros diferentes usados enviando por argumentos de linha os valores necessários para criar os vários cenários.
- 1.2 - Crie os nós e as ligações entre eles.
- 1.3 - Identifique cada fluxo de dados com uma cor diferente (use para o fluxo de dados a cor do nó onde tem origem, de acordo com a Fig.1).
- 1.4 - Mostre as filas presentes em cada nó.
- 1.5 – Use o valor mínimo possível para a fila no “PC A”.

2 – Preencha a seguinte tabela com os dados retirados do NS2 (veja como nas Notas gerais):

Tamanho por omissão das filas nos nós	
Tamanho por omissão dos pacotes TCP	
Tamanho por omissão dos pacotes UDP	
Tamanho por omissão da janela do TCP	

### 3 - Supondo o “Cenário 1”:

3.1 - Determine o menor tempo total de transmissão do bloco de dados entre o “PC A” e o “PC E” usando TCP e UDP. No caso do TCP, use o menor valor possível da janela de transmissão para obter esse tempo. Preencha os resultados na tabela seguinte.

TCP			UDP	
Tempo min	Janela min	Nº pacotes perdidos	Tempo min	Nº pacotes perdidos

3.2 – Quebre a ligação entre o “PC C” e o “PC D” no instante 0.75 segundos. Mantenha a ligação quebrada durante 0.15 segundos. Determine o menor tempo total de transmissão do bloco de dados entre o “PC A” e o “PC E” usando TCP e UDP. No caso do TCP, use o menor valor possível da janela de transmissão para obter esse tempo. Preencha os resultados na tabela seguinte.

TCP			UDP	
Tempo min	Janela min	Nº pacotes perdidos	Tempo min	Nº pacotes perdidos

### 4 - Supondo o “Cenário 2”:

4.1 - Determine o tempo total de transmissão do bloco de dados entre os “PC A” e o “PC E” usando TCP e UDP. Use o TCP com uma janela de transmissão igual a 20. Preencha os resultados na tabela seguinte.

TCP		UDP	
Tempo	Nº pacotes perdidos	Tempo	Nº pacotes perdidos

4.2 – Determine o tempo total de transmissão do bloco de dados entre os “PC A” e o “PC E” usando TCP e UDP. Use o TCP com uma janela de transmissão igual a 20. Quebre a ligação entre o “PC C” e o “PC D” no instante 0.75 segundos. Mantenha-a quebrada durante 0.15 segundos. Preencha os resultados na tabela seguinte.

TCP		UDP	
Tempo	Nº pacotes perdidos	Tempo	Nº pacotes perdidos

4.3 - Determine o menor tempo total de transmissão do bloco de dados entre os “PC A” e o “PC E” usando TCP e UDP. No caso do TCP, use o menor valor possível da janela de transmissão para obter esse tempo. No caso do UDP altere a velocidade da ligação (em múltiplos de 1 Mb) entre o “PC A” e o “PC B” para o valor que permita perder o menor número de pacotes. A velocidade só será alterada no caso do UDP, quando usar o TCP use os valores por omissão. Preencha os resultados na tabela seguinte.

TCP			UDP		
Tempo min	Janela min	Nº pacotes enviados/recebidos	Tempo min	Nº pacotes perdidos	Velocidade “PC A”-“PC B”

5 - Analise os resultados das perguntas anteriores de modo a comparar a performance entre uma ligação TCP e UDP.

6 – Analise os problemas causados na ligação entre o “PC A” e o “PC E” pela interferência das 2 *streams* UDP adicionadas no *Cenário 2*. Analise a interferência individual de cada uma das *streams* durante a simulação tendo também em conta a altura em que existe quebra de ligação. Como poderiam esses problemas ser resolvidos?

### Nota 1

Se gerar o pacote de 2MB usando o gerador de tráfego CBR com um *packetSize\_* contendo a totalidade do ficheiro e um *maxpkts\_* de 1, isso criará uma quantidade de pacotes, UDP ou TCP, superior à capacidade da fila. Isso vai provocar a perda de todos os pacotes que não couberam inicialmente na fila da ligação. Para solucionar esse problema pode-se aumentar a fila da ligação para um número superior ao número total de pacotes em que os 2MB vão ser divididos, de modo a que nenhum se perca à partida. Determine o número de pacotes gerados inicialmente e use uma fila com o tamanho adequado. Para alterar o tamanho da fila use o método *queue-limit*.

### Nota 2

Junto com o enunciado será disponibilizado o ficheiro ‘*trace\_analyzer.awk*’ que lhe permitirá de uma forma rápida obter estatísticas sobre o tráfego enviado. Antes de correr este ficheiro terá de criar um ficheiro de *trace* no NS. De seguida apresenta-se um exemplo de como criar um ficheiro deste tipo:

```
set nt [open out.tr w]
$ns trace-all $nt
```

Para executar o ficheiro awk deverá executar o seguinte comando na consola:

```
awk -f trace_analyzer.awk type=<tipo_pacote> src=<origem>
dest=<destino> flow=<fluxo de pacotes> <ficheiro de trace>
```

Exemplos:

```
awk -f trace_analyzer.awk type=cbr src=0 dest=2 flow=1 trace.tr
awk -f trace_analyzer.awk type=tcp src=0 dest=2 flow=1 trace.tr
```

Como resultado obterá a seguinte informação:

- *Total sent* – número de pacotes enviados da origem em determinado fluxo
- *Total received*– número de pacotes recebidos no destino em determinado fluxo
- *Lost packets* – número de pacotes perdidos
- *Average delay* – média de atraso dos pacotes entre emissor e receptor
- *Total transmission time* - diferença entre o tempo de chegada do último pacote e o tempo do envio do primeiro