

# 

# Departamento de Engenharia Informática

Introdução às Redes de Comunicação

**Universidade de Coimbra**

Faculdade de Ciências e Tecnologia

# 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 Inforestudante.

**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.

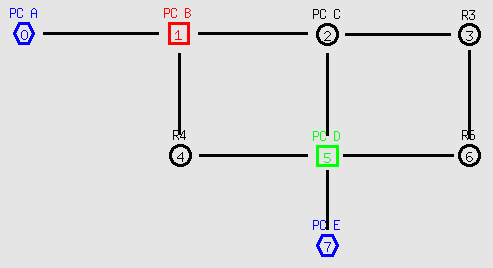


Fig. - Rede

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