> Quantas conexões TCP são abertas pela aplicação FTP?

São abertas duas conexões TCP pela aplicação, uma quando se entra em contacto com o servidor e através da qual se envia e recebe comandos para preparar a transferência do ficheiro, e outra para fazer a transferência do ficheiro em si.

> Em qual conexão é transportado o controlo de informação?

O controlo de informação é transportado na primeira conexão TCP (na que trata do envio e receção de comandos).

-> What are the phases of a TCP connection?

- Numa conexão TCP, primeiro estabelece-se a conexão, depois ocorre a troca de dados, e depois a conexão é encerrada, havendo assim três fases.

-> How does the ARQ TCP mechanism work? What are the relevant TCP fields? What relevant information can be seen on the logs?

- O mecanismo ARQ TCP funciona através do método da janela deslizante, que consiste no controlo de erros na transmissão de dados. Para este efeito, são utilizados acknowledgement numbers, que indicam o correto recebimento da trama, window size, que indica a gama de pacotes recebidos, e sequence number, que é o número do pacote a ser enviado.

-> How does the TCP congestion control mechanism work? What are the relevant fields. How did the throughput of the data connection evolve along the time? Is it according the TCP congestion control mechanism?

O mecanismo de controlo de congestão do TCP tem como base os ACKs recebidos na transmissão de pacotes. Estes são o “source clock” da transmissão. É utilizada uma nova variável/valor por conexão, denominada CongestionWindow, de modo a regular o tamanho da janela deslizante de transmissão de pacotes tendo em conta a congestão da conexão. Este valor é regulado, incrementando se a congestão da rede diminuí e decrementando se a congestão da rede aumenta. Isto é normalmente feito incrementando CongestionWindow por 1, a cada RTT (“round trip time”). Quando se deteta que um pacote é perdido (normalmente isso é detetado quando ocorrer um timeout, ou quando se recebe 3 ACKs duplicados), o valor de CongestionWindow passa para metade. O bitrate da conexão irá ser aproximadamente igual a CongestionWindow/RTT.

No início da conexão, pode também haver uma fase de “slow start”, que serve para, de modo a delimitar um “threshold” que é depois utilizado numa fase posterior de “congestion avoidance”.

Foi registado que, quando o primeiro download, no tuxy1, começou, a taxa de transmissão aumentou rapidamente, tendo depois chegado a um pico alguns segundos depois. Após o início do segundo download, no tuxy2, a taxa de transmissão no tuxy1 diminuiu rapidamente e a do tuxy2 aumentou também rapidamente, e passado alguns “altos e baixos”, o throughput estabilizou relativamente num nível mais baixo do que era anteriormente, antes do segundo download ter começado.

Estas mudanças fazem sentido e estão de acordo com o mecanismo de controlo de congestão do TCP, uma vez que quando circulavam na rede menos pacotes (apenas um download a ser feito), o bitrate para a conexão do tuxy1 é mais alto do que quando os dois downloads estavam a ser feitos ao mesmo tempo, o que aumenta o congestionamento da rede.

É possível observar um gráfico que demonstra o que foi explicado, nos anexos.

-> Is the throughput of a TCP data connections disturbed by the appearance of a second TCP connection? How?

Sim, é. A taxa de transmissão de pacotes da conexão TCP que já estava iniciada diminuí, uma vez que à outra conexão foi atribuída uma capacidade para a transmissão de pacotes na mesma, de modo a que a taxa de transferência seja distribuída de igual forma para cada ligação.