Trabalho 2

Configuração de uma rede e desenvolvimento de uma aplicação de download

Relatório Final

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Redes de Computadores

Professor:
Manuel Ricardo

Turma 4:
Henrique Manuel Martins Ferrolho - ei12079
João Filipe Figueiredo Pereira - ei12023
José Pedro Vieira de Carvalho Pinto - ei12164
Miguel Ângelo Jesus Vidal Ribeiro - ei11144

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Roberto Frias, sn, 4200-465 Porto, Portugal

23 de Dezembro de 2014

Resumo

Este relatório complementa o segundo projecto da Unidade Curricular de Redes de Computadores, do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e de Computação. O projecto consiste na configuração de uma rede de computadores e no desenvolvimento de uma aplicação de download de um ficheiro. Este documento subdivide-se em diversas secções destacando-se duas delas:

- A secção da aplicação de download onde é descrita a sua arquitectura e apresentados os resultados da sua execução, assim como a sua análise;

- A secção de configuração da rede onde foi proposto ao grupo a realização de seis experiências tendo cada uma delas objectivos delineados e independentes.

As experiências acima referidas basearam-se na configuração de um **IP de rede**, de um **router em Linux**, de um **router comercial** e do **DNS** (*Domain Name System*), e na implementação de duas **LAN's** (*Local Area Network*) **virtuais no switch** e do **NAT** (*Network Address Translation*) e num teste com a aplicação de download desenvolvida para a verificação de um bom **funcionamento nas ligações TCP** (*Transmission Control Protocol*). Estes conceitos e funções de protocolos, sistemas e redes, referidos anteriormente, serão explicados mais à frente no relatório.

Conteúdo

1 Introdução

O segundo projecto de Redes de Computadores desenvolveu-se ao longo de diversas aulas laboratoriais, sendo que a primeira aula serviu para uma maior interiorização acerca de protocolos de aplicação IETF (*Internet Engineering Task Force*). Esta comunidade tem como objectivo proporcionar soluções a problemas relacionados com ligações à *Internet* e para tal são recomendados os documentos RFC (*Request for Comments*) que descrevem padrões de protocolos da mesma. O protocolo usado no trabalho foi o FTP com auxílio de um servidor da faculdade, a exemplo *ftp.fe.up.pt*, *ftp.up.pt*, entre outros. Este trabalho visou o estudo de uma rede de computadores, da sua configuração e posterior ligação a uma aplicação desenvolvida pelo grupo. Para tal, além de seguir as recomendações e instruções fornecidas no guião, o grupo teve de fazer pesquisas acerca do funcionamento do protocolo em questão e respectiva ligação ao servidor em uso.

O projecto divide-se em duas grandes componentes: a configuração de uma rede e o desenvolvimento de uma aplicação de download.

O principal objectivo da configuração de rede é permitir a execução de uma aplicação, a partir de duas *VLAN's* dentro de um *switch*. Numa das VLAN foi implementado o NAT, estando este activo, e na outra não, tendo esta última que conseguir ter ligação à *Internet* para a aplicação de download funcionar correctamente.

Quanto aos objectivos da aplicação de download era essencial o grupo entender o que é um cliente, um servidor e as suas especificidades em TCP/IP, saber como se caracterizam protocolos em aplicações no geral, como definir um *URL* e descrever o comportamento de um servidor FTP. Com estes objectivos concluídos, o grupo poderia avançar para o desenvolvimento da aplicação implementando um cliente FTP e uma ligação TCP a partir de *sockets*. Só então poderiamos concluir a importância do DNS na conversão de um *URL* para um IP, permitindo a sua localização num *host* com domínio determinado.

Este relatório divide-se em:

- **Introdução**, onde são descritos os objectivos do trabalho;
- **Parte 1 - Aplicação de Download**, onde é descrita a sua arquitectura, apresentados resultados e a sua análise e quais foram os documentos que o grupo utilizou em auxílio na sua implementação;
- **Parte 2 - Configuração da rede e análise**, onde é descrita a sua arquitectura, objectivos de cada experiência, comandos de configuração e análise dos *logs* gravados durante a sua realização;
- **Conclusões**, onde são redigidas as últimas análises e opinião final do grupo ao projecto;
- **Bibliografia**, onde são colocados todos os documentos/*sites* de consulta efectuados pelo grupo;
- **Anexos**, onde será colocado o código relativo à aplicação, comandos de configuração e *logs* gravados.

Antes de prosseguir é de referir que o grupo desenvolveu este projecto em ambiente LINUX, com a linguagem de programação C.

2 Parte 1 - Aplicação de download

Uma das componentes do segundo projecto de Redes de Computadores era o desenvolvimento de uma aplicação de download na linguagem de programação C. Para a sua implementação o grupo teve de estudar vários documentos, nomeadamente o RFC959 que aborda o protocolo de transferência de ficheiros (FTP) e o RFC1738 que informa sobre o uso de *URL's* e o seu devido tratamento.

De seguida iremos descrever resumidamente o plano de implementação do programa e quais as suas funcionalidades, assim como a apresentação de resultados e a sua análise.

2.1 Arquitetura

Para implementar a aplicação o grupo decidiu criar duas camadas: a de processamento do URL e a do cliente FTP. Em cada camada, existe uma estrutura que contém as propriedades necessárias às funções que estas desempenham.
A aplicação aceita um *link* como argumento, que deve ser especificado através da linha de comandos. O *link* pode conter um *username* e *password*, ou então nenhum caso se pretenda usar o modo *anonymous*.

```
joao_pereira@JoaoPereira:~/git/feup-rcom/practical-work-2/bin$ ./ftpdownloader
WARNING: Wrong number of arguments.

Usage1 Normal: ./ftpdownloader ftp://[<user>:<password>@]<host>/<url-path>
Usage2 Anonymous: ./ftpdownloader ftp://<host>/<url-path>

joao_pereira@JoaoPereira:~/git/feup-rcom/practical-work-2/bin$
```

Figura 1: Application usage.

A estrutura URL é responsável pelo processamento do argumento especificado na linha de comandos. Esta estrutura contém diversas *strings* que são preenchidas com os diferentes dados presentes no link: *user*, *password*, *hostname*, *path* e *filename*. Após o processamento do URL, o atributo *ip* é preenchido. O atributo *port* é sempre 21 (número da porta de controlo do protocolo FTP).

```
typedef char url_content[256];

typedef struct URL {
    url_content user; // string to user
    url_content password; // string to password
    url_content host; // string to host
    url_content ip; // string to IP
    url_content path; // string to path
    url_content filename; // string to filename
    int port; // integer to port
} url;
```

Figura 2: URL struct.

As funções características desta camada são apresentadas de seguida.

```
void initURL(url* url);
void deleteURL(url* url);
int parseURL(url* url, const char* str); // Parse a string with the url to create the URL structure
int getIpByHost(url* url); // gets an IP by host name

char* processElementUntilChar(char* str, char chr);
```

Figura 3: URL functions.

Breve descrição das funções que constituem esta estrutura:
- **initURL**, instancia o objecto e aloca memória para os seus atributos;
- **deleteURL**, liberta a memória alocada anteriormente;
- **parseURL**, processa o *link* enviado como argumento ao programa e guarda a informação nos respectivos atributos de *url*;
- **getIpByHost**, obtém o IP a partir de um hostname passado como argumento. Este processo deve-se à função *gethostbyname* que retorna uma estrutura do tipo *hostent*, que é usada na função *inet_ntoa* através de um cast para uma estrutura do tipo *in_addr* e é devolvido um *char** no formato de números e pontos representando o IP.

A função **processElementUntilChar** processa uma sub-string até um determinado caracter passado como argumento.

No que diz respeito à estrutura do cliente FTP, apenas são necessários dois atributos: um descritor de ficheiro para o controlo e outro para os dados.

```
typedef struct FTP
{
    int control_socket_fd; // file descriptor to control socket
    int data_socket_fd; // file descriptor to data socket
} ftp;
```

Figura 4: FTP Client struct.

Após o processamento do *URL* estar concluído, é necessário ligar o cliente FTP através de um socket TCP ao servidor em questão, neste caso FTP. Para isso utiliza-se a função **ftpConnect**. Com uma ligação realizada com sucesso foi preciso ter cuidado com a ordem correcta dos comandos a passar ao servidor para iniciar a transferência do ficheiro. Seguindo o protocolo FTP e a primeira aula laboratorial o grupo estabeleceu uma ordem de comandos a enviar que será analisada na apresentação de resultados desta parte. A ordem pela qual a comunicação foi feita foi:

-**USER user**, em que é enviado o nome do utilizador;

-**PASS pass**, onde o utilizador envia a password para o servidor;

-**CWD path**, permite ao servidor alterar o directório em que se encontra indo para o correcto onde se encontra o ficheiro;

-**PASV**, entrada em modo passivo, permitindo uma mútua comunicação entre o servidor e o cliente FTP. É também feita nova conexão do socket mas desta vez a uma porta processada com informação recebida do servidor, sendo guardada no descritor de dados do cliente FTP;

-**RETR filename**, onde é pedido ao servidor o envio do ficheiro para download.

Ao fim de realizados estes passos a transferência do ficheiro desejado pelo utilizador tem o seu início. As funções utilizadas para estas comunicações entre o cliente FTP e o servidor são as seguintes.

```
int ftpConnect(ftp* ftp, const char* ip, int port);
int ftpLogin(ftp* ftp, const char* user, const char* password);
int ftpCWD(ftp* ftp, const char* path);
int ftpPasv(ftp* ftp);
int ftpRetr(ftp* ftp, const char* filename);
int ftpDownload(ftp* ftp, const char* filename);
int ftpDisconnect(ftp* ftp);

int ftpSend(ftp* ftp, const char* str, size_t size);
int ftpRead(ftp* ftp, char* str, size_t size);
```

Figura 5: FTP Client functions.

Um ponto importante a frisar na comunicação das duas camadas é que o cliente FTP recorre aos atributos do URL previemente formado para executar todas as acções de comunicação e posterior transferência de ficheiro, não existindo mais nenhuma relação entre ambas.

2.2 Resultados de download

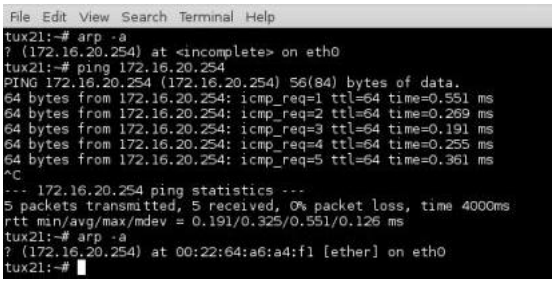
TODO

3 Parte 2 - Configuração da rede e análise

3.1 Experiência 1 - Configurar um IP de rede

A finalidade desta experiência foi a compreensão da configuração de IP's em máquinas diferentes, de modo a que estas consigam comunicar entre si. Assim, após a configuração dos IP's das portas eth0 de dois computadores e a adição das rotas necessárias à tabela de reencaminhamento, foi enviado o sinal "ping" de um para o outro para verificar que de facto as máquinas tinham ligação entre si.

Para a configuração dos computadores foi utilizado os comandos <***ifconfig [ip]***> que define o IP da interface para o IP passado como argumento. Após esta configuração executamos um ping de uma máquina para a outra com os IP's definidos, operação essa que foi executada com sucesso. Foi também possível ver os pedidos ARP, com os pings definidos e a resposta da máquina correspondente com o seu endereço MAC.



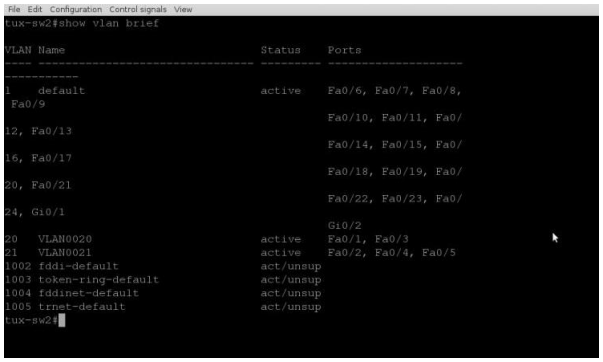
O ping após obter o endereço MAC através dos pacotes ARP, gera pacotes do protocolo ICMP. Em frames do tipo Ethernet, os bits vinte e um e vinte e dois do frame identificam o protocolo para o qual deve ser enviado o payload.

Please see Figure Figura 6 A interface loopback é uma interface de rede virtual que o computador utiliza para comunicar com ele próprio, com o objectivo de realizar testes de diagonóstico ou aceder a servidores na própria máquina, como se fosse um cliente. Assim a vantagem de uma interface loopback é que nos permite ter um endereço IP no router que está sempre activo em vez de ser dependente de uma interface física.

3.2 Experiência 2 - Implementar duas LAN's virtuais no switch

Nesta experiência foram criadas 2 Vlans no switch, e adicionadas as máqinas 1 e 4 à primeira Vlan e o máquina 2 a segunda Vlan. Com esta configuração a máquina 2 deixaria de ter acesso ás maquinas 1 e 4 uma vez que se encontram em subredes diferentes.

Para a configuração do switch foi necessário entrar na sua consola de configuração e executar o comando <***vlan [n]***> em que ***n*** é o número identificador da vlan. Após a configuração das vlan foi necessário adicionar as portas do switch ás respectivas vlans, para criar assim duas subredes individuais. Para tal, usou-se os comandos <***interface fastethernet 0/[i]***> em que ***i*** é o identificador da porta do switch, seguido de <***switchport mode access***> e <***switchport access vlan [n]***> em que ***n*** é o identificador da Vlan crianda.



Após estas configurações foi executado um ping para a máquina 2, o que falhou como era esperado, uma vez que se encontra numa sub rede diferente que não era acessível nem pela máquina 1 nem pela máquina 4.

3.3 Experiência 3 - Configurar um router em Linux

O objectivo desta experiência era configurar a máquina 4 como router entre as duas sub redes criadas na experiência dois.

Para realizar esta tarefa foi necessário ligar a interface ethernet 1 da máquina 4 e configura-la com um IP dentro da mesma gama que a máquina 2 e adicionar esta interface à sub rede da máquina 2.

Após esta configuração adicionou-se uma rota à máquina 1 utilizando o comando <***route add –net 172.16.y1.0/24 gw 172.16.y0.254***>, o primeiro endereço identifica a gama de endereços para a qual se quer adicionar a rota, e o segundo endereço identifica o IP para o qual reencaminhar o pacote, neste caso o IP da máquina 4. Após isto repetiu-se o mesmo procedimento para a máquina 2, mas utilizando os seguintes endereços <***route add –net 172.16.y0.0/24***

gw 172.16.y1.253>, mais uma vez o IP 172.16.y1.253 é o IP da máquina 4 nesta sub rede.

Depois destas configurações foi possível pingar a máquina 2 a partir da máquina 1, o pedido para o IP da máquina 2 (172.16.y1.1) é reencaminhado para a máquina 4 (172.16.y0.254), como a máquina 4 está ligada à sub rede de ambas as máquinas, consegue aceder a máquina 2 (172.16.y1.1) através da sua interface eth1 que está nessa sub rede e assim reencaminha o pacote para a máquina 2. Na resposta o processo é idêntico, sendo o pacote reencaminhado da máquina 2, para a máquina 1.

3.4 Experiência 4 - Configurar um router comercial e implementar o NAT

Nesta experiência pretendia-se que fosse configurado um router comercial com nat devidamente implementado. A implementação do nat (Network Adress Translation), teve como objectivo dar a possibilidade dos computadores da rede criada poderem comunicarem com redes externas. Por se tratar de uma rede privada, os ip's nunca seriam reconhecidos fora da rede. Por isso criou-se uma técnica que permite rescrever os IP's de origem de uma rede interna, para que possam aceder a uma rede externa. Este procedimento gera um número de 16 bits, utilizando esse valor numa hash table e escrevendo-o no campo da porta de origem. Na resposta o processo é revertido e o router sabe para que computador da rede interna deve enviar a resposta.

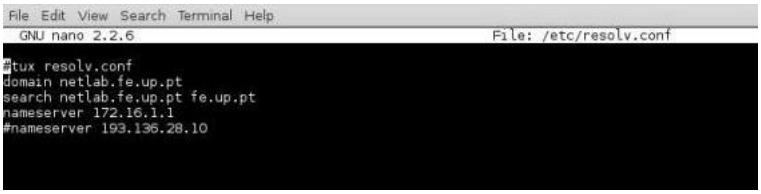
Para configurar o router foi necessário inicialmente configurar a interface interna no processo de nat. Para isso, entrou-se na consola de configuração da interface fastethernet 0/0 do router, com o comando <***interface fastethernet 0/0***>, além disso teve de ser especificado qual o IP para essa interface, introduzindo o comando < ***ip address [ip] [mask]*** > que neste caso, o ***ip*** correspondeu ao 172.16.21.254 e o ***mask*** a 255.255.255.0. Após isto foi configurada a interface externa, atribuindo um IP à interface 1, que estava ligada ao router da sala. Para isso introduziu-se os seguintes comandos : <***interface fastethernet 0/1***>, <***ip adress 172.16.1.29 255.255.255.0***>. Para ambos os casos foi necessário introduzir o comando <***no shutdown***>, para que estas configurações se mantivessem caso o router fosse desligado. De seguida, para que fosse garantido a gama de endereços introduziu-se os comandos <***ip nat pool ovrld 172.16.1.29 172.16.1.29 prefix 24***> e <***ip nat inside source list 1 pool ovrld overload***>. Posteriormente foi criada uma lista de acessos e permissoes de pacotes, para cada uma das sub redes, com o comando <***acesslist 1 permit ip [máximo]***> neste caso o IP foi 172.16.20.0 e 172.16.21.0 que poderia ir até 172.16.2X.255, colocando 0.0.0.255 no campo ***máximo***. Finalmente foram definidas as rotas internas e externas, aplicando <***ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.1.254***> e <***ip route 172.16.20.0 255.255.255.0 172.16.21.253***>, este comando cria uma rota, quando o IP de destino for 172.16.20.0-255 deve redireccionar os pacotes para o IP 172.16.21.253. Para testar, foi executado na máquina 1 um ping ao router da sala e verificou-se que os pacotes enviados para a máquina 1, passavam pela máquina 2, onde eram reencaminhados para o router no IP 172.16.21.254.

3.5 Experiência 5 - DNS

O objectivo desta experiência era conseguir aceder a redes externas, conseguindo desta forma aceder à Internet através da rede interna criada, para isto

foi necessário configurar o DNS.

Esta configuração passa por, em todos os hosts da rede criada aceder e editar o ficheiro resolv.conf. Este ficheiro é lido cada vez que são invocadas rotinas que providenciam acesso à Internet. Neste caso o ficheiro foi editado colocando ***"nameserver 172.16.1.1"***, que se trata do endereço de IP do servidor a qual deve ser acedido.



Para testar esta experiência, foi feito o teste de ping usando o "www.google.com", nos logs, consequentemente verificou-se que o DNS pergunta a informação contida num dado domain name, onde este responde com o tempo de vida e o tamanho do pacote de dados.
Exemplo:

Query-> www.google.com: Type A, class IN.

Answer-> Name: www.google.com, Type: A, Class: IN, Time to live: 39. seconds, Data Length: 4, Addr: 173.194.41.206

3.6 Experiência 6 - Ligações TCP

Por fim, na experiência 6, compilou-se e executou-se a aplicação desenvolvida e descrita na primeira parte do relatório. Para testar a aplicação, foi usado um servidor ftp e efectuado um download de um ficheiro. O download efectuou-se correctamente, o que demonstrou que a rede estava bem configurada, não trazendo qualquer problema no acesso por protocolo ftp, assim como à utilização de um servidor exterior à rede.

TCP utiliza *Selective Repeat ARQ* que é semelhante ao *GO-BACK-N ARQ* com a diferença que o receptor não deixa de processar os frames recebidos quando detecta um erro. Quando existe a detecção da falha de um frame, o receptor continua um *acknowledgement* com o número da frame que falhou. O receptor continua a receber e a processar as frames seguintes, enviando sempre no *ack* o número da frame que falhou primeiro. No final do envio, o emissor verifica os *ack* e reenvia os frame perdidos.

4 Conclusões

Após a realização deste trabalho concluímos com sucesso os principais objectivos do projecto, configurar uma rede e eleborar uma aplicação de download que fosse capaz de executar utilizando a rede criada.

Desta forma, adquirimos competências e conhecimentos importantes de como configurar uma rede de comunicaçãoe além disso, ficamos com um conhecimento mais alargado sobre diferentes tipos de protocolos utilizados para a comunicação e troca de informação numa rede de computadores.

Em suma, podemos afirmar que os objetivos a que nos propusemos na elaboração deste trabalho foram atingidos e que sem dúvida a elaboração deste projeto ajudou a assimilar e fortalecer alguns conhecimentos de redes de computadores e de protocolos da ligação utilizados.

A Anexos

A.1 Código da aplicação

Código da aplicação.

A.2 Comandos de configuração

Comandos de configuração.

A.3 Logs gravados

Logs gravados.

Figura 6: Experiência 1 - WireShark