

”

E-fólio B | Instruções para a realização do E-fólio



SISTEMAS EM REDE | 21106

UNIDADE CURRICULAR: Sistemas em Rede

CÓDIGO: 21106

DOCENTE: Arnaldo Santos / Henrique Mamede

NOME: Paulo Jorge Martins Nicolau

N.º DE ESTUDANTE: 1800465

CURSO: Licenciatura em Engenharia Informática

DATA DE ENTREGA: 4 de Janeiro de 2021

TRABALHO / RESOLUÇÃO:

Questão 1) Indique o que é e como funciona o protocolo ARP.

O protocolo ARP (Address Resolution Protocol) é um protocolo da camada de rede, que permite fazer o mapeamento dos endereços lógicos (IP), da camada de rede, com os endereços físicos (MAC), da camada de enlace, de modo a permitir a comunicação entre as máquinas de uma rede, sendo ainda possível utilizar para comunicação com máquinas de uma outra rede, através da utilização de um mecanismo de proxy do protocolo ARP.

O funcionamento deste protocolo é baseado em perguntas e respostas entre as máquinas da rede, e a utilização, em cada máquina da rede, de uma tabela de mapeamentos, denominada ARP Table. Esta tabela permite manter um cache da informação dos endereços lógicos e os respectivos endereços físicos das máquinas na rede, e será atualizada regularmente (de x em x minutos, podendo remover endereços não utilizados de forma a manter em memória uma quantidade reduzida de dados) ou quando se verifique falta dos endereços pretendidos.

Antes da máquina de origem, efetuar o envio da mensagem, irá consultar a tabela ARP, e verificar se existe algum endereço físico relacionado com o endereço IP de destino da mensagem. Caso exista um endereço físico, a máquina irá utilizá-lo para enviar a mensagem.

No entanto, caso não exista, o protocolo ARP irá gerar uma mensagem de broadcast (para todas as máquinas da rede), onde inclui os endereços da máquina de origem, a questionar qual máquina possui o IP que ela precisa. Ao receberem a mensagem, as máquinas da rede irão verificar a mensagem, e caso o IP pretendido não seja o delas, irão ignorar a mensagem. A máquina que possui o IP pretendido, ao receber a mensagem irá enviar uma resposta para a máquina de origem contendo o seu endereço físico, e atualiza a sua própria tabela ARP com os dados da máquina de origem.

Após receber a mensagem de resposta, o protocolo ARP irá atualizar a sua tabela com o novo endereço recebido, e utilizará o endereço para efetuar o envio da mensagem.

Para envio para máquinas externas à rede, o processo será idêntico, no entanto após verificar que o IP pertence a uma gama exterior à rede, o protocolo irá direcionar as mensagens para a máquina de gateway.

As mensagens do protocolo ARP possuem um formato padronizado semelhante à figura seguinte:



Figura 1: Esquema de uma mensagem ARP

Para além do protocolo ARP, existe uma extensão deste denominado INARP (Inverse Address Resolution Protocol) que permite descobrir o endereço lógico tendo o endereço físico, através de um procedimento reverso ao ARP.

Existem técnicas de ataque às máquinas de uma rede, utilizando o protocolo ARP, denominadas por ARP Spoofing ou ARP poisoning.

Esta resposta foi baseada em informação disponibilizada em outras plataformas¹, para além do livro⁵ da bibliografia da UC.

Questão 2) Numa rede, a forma mais básica de gerir o congestionamento é denominada por provisioning. Explique em que consiste.

A forma mais básica para gerir congestionamentos é denominado provisionamento (provisioning) e consiste na disponibilização da quantidade de equipamentos adequados ao tráfego que circula na rede.

Isto é feito, através de uma constante observação do tráfego que circula na rede, e realizando um planeamento e gestão constante das quantidades e tipos de equipamentos necessários para que a bandwidth da rede seja superior ao tráfego que nela circula.

1 Plataformas consultadas para responder à questão:

- [Study CCNA - ARP](#)
- [Blog Pantuza - Protocolo ARP](#)
- [Canal Youtube - Victor Simon Avalos Ortiz](#)
- [UFES - Redes - Protocolo ARP](#)

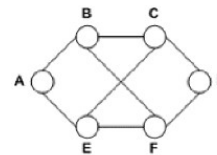
Esta gestão é feita através da adição de mais equipamentos, como por exemplo routers, sistemas SAN (Storage Area Network) para armazenamentos de maiores quantidades de dados que circulam na rede ou mesmo linhas extras (fibras óticas, cabos coaxiais, ...) entre pontos de rede mais congestionáveis.

Estes equipamentos e linhas podem funcionar em permanência na rede, ou apenas em momentos de maior tráfego, ficando a funcionar em alturas de pouco tráfego apenas como equipamentos ou linhas de reserva ou de tráfego prioritário.

Como envolve a adição de recursos na rede com base num planeamento, esta forma de gestão de congestionamento ocorre de maneira lenta, e é uma forma de gestão mais preventiva do que reativa a eventos que ocorram na rede.

Esta resposta foi baseada em informação disponibilizada em outras plataformas², para além do livro⁵ da bibliografia da UC.

Questão 3) Considere a seguinte rede de roteadores:



Nesta rede, é utilizado o roteamento com vetor de distância (“Distance-Vector Routing”) e os vetores a seguir indicados acabaram de entrar no roteador C:

- de B: (5, 0, 8, 12, 6, 2); de D: (16, 12, 6, 0, 9,10); de E: (7, 6, 3, 9, 0, 4);

Os retardos medidos para B, D e E são 6, 3 e 5, respetivamente.

Explique como funciona o algoritmo.

Indique qual é a nova tabela de roteamento de C. Forneça a linha de saída a ser usada e o retardo esperado

O algoritmo do Vetor-Distância, é também conhecido pelo nome de Algoritmo de Roteamento Distribuído Bellman-Ford, e funciona com base num sistema que

² Plataformas consultadas para responder à questão:

- [Cisco – Provisioning](#)
- [Techopedia - Provisioning in Computer Networks](#)

calcula o caminho mais curto até determinado nó, de forma distribuída pelos roteadores da rede.

Este algoritmo funciona de forma a que cada roteador guarde na sua memória uma tabela que contém as linhas de saída para cada nó e o vetor de distância, que são os custos do caminho, e que podem ser medidos pelo número de saltos, pelo valor de atraso, ou outra medida que seja apropriada.

O algoritmo é iterativo, e na primeira iteração irá enviar aos roteadores vizinhos o seu vetor inicial, que ainda só irá conter a distância a ele próprio, que é 0. Ao receberem o vetor do router, os roteadores vizinhos irão reenviar como resposta os seus próprios vetores de distância. O router inicial irá ainda medir o custo para cada router vizinho, que serão depois utilizados para calcular as distâncias para os restantes roteadores da rede, com base nas tabelas que recebe dos roteadores vizinhos.

Ao receber os vetores distância, o router inicial irá analisar os valores de posição de todos os roteadores e somar aos valores que possui, sendo que irá atualizar a posição do seu vetor com o menor resultado obtido, preenchendo assim a sua tabela.

Este algoritmo será executado pelos roteadores da rede de X em X tempo, sendo tradicionalmente num intervalo de 30s a 90s, onde será partilhado o vetor que cada router possui em memória.

Este algoritmo possui um problema devido a cada router apenas informar os roteadores vizinhos sobre o custo para cada router e não o caminho que percorre. Este problema é também devido à sua execução assíncrona entre os roteadores o que faz as falhas serem detetadas muito lentamente. O problema é denominado por problema de contagem infinito, que consiste em quando ocorre uma falha num nó da rede, os restantes roteadores ainda possuem informação que esse nó está funcional, e ao partilharem os seus vetores entre si, vão propagando essa informação incorreta com tendência infinita, que só será parado por se atingir um valor de custo/distância, previamente estabelecido como sendo o limite, em que os roteadores devem refazer os seus vetores do inicio.

Com base nos dados fornecidos no problema a linha de saída e o retardo esperado é o seguinte:

Router	A	B	C	D	E	F
Linha de Saída	B	B	-	D	E	B
Retardo	11	6	0	3	5	8

Assim, na seguinte iteração, o router C iria transmitir para os seus vizinhos o vetor (11,6,0,3,5,8).

Em seguida é mostrado a execução do algoritmo de forma a se obter os valores anteriores.

1ª Parte – Envio Vetor Inicial e Cálculo Distância aos Vizinhos

Tabela Inicial de Vetor-Distância Router C			Retardo B	Retardo D	Retardo E
Router	Custo	Linha de Saída	6	3	5
A	∞				
B	∞				
C	0	-			
D	∞				
E	∞				
F	∞				

Nota: ∞ significa que o router ainda não possui informação, ou seja, na realidade o vetor do router C é um vetor de uma única posição, que é posição respectiva a ele quando envia aos routers vizinhos. As restantes posições são depois criados com base na tabela que recebe dos routers vizinhos.

2ª Parte – Receção de Vetores dos Vizinhos e Cálculo Distâncias aos Restantes Nó na Rede

	Vetores + Retardo			Vetores B	Vetores D	Vetores E
	B	D	E			
A	5+6=11	16+3=19	7+5=12	5	16	7
B	0+6=6	12+3=15	6+5=11	0	12	6
C	8+6=14	6+3=9	3+5=8	8	6	3
D	12+6=18	0+3=3	9+5=14	12	0	9
E	6+6=12	9+3=12	0+5=5	6	9	0
F	2+6=8	10+3=13	4+5=9	2	10	4

Nota: a cor verde significa o valor mínimo obtido no cálculo e que será selecionado para preencher a respetiva posição no vetor do router C

Tabela Final

Tabela de Vetor-Distância Router C		
Router	Custo	Linha de Saída
A	11	B
B	6	B
C	0	-
D	3	D
E	5	E
F	8	B

Esta resposta foi baseada em informação disponibilizada em outras plataformas³, para além do livro⁷ da bibliografia da UC.

3 Plataformas consultadas para responder à questão:

- [Canal Youtube – Aulaclic – Curso de Redes: Routing dinâmico baseado em Vector-Distância](#)
- [Canal Youtube - Daniel Regis - Algoritmo Vetor Distância](#)
- [Canal Youtube - Univesp - Redes de Computadores](#)

Questão 4) Se os retardos forem registados como números de 8 bits numa rede com 60 roteadores e os vetores de retardo forem trocados duas vezes por segundo, qual será a largura de banda por linha (full-duplex) ocupada pelo algoritmo de roteamento distribuído? Assuma, como princípio, que cada roteador tem 4 linhas para outros roteadores.

Dado que a rede possui 60 roteadores, o vetor de retardos irá ter 60 posições, onde cada uma dessas posições possui um tamanho fixo de 8 bits. Assim o tamanho do vetor será dado pela seguinte fórmula:

$$\text{Tamanho vetor} = \text{Quantidade de Posições} \times \text{Tamanho do Retardo} = 60 \times 8 = 480 \text{ bits}$$

Como existiu duas trocas de vetores durante um segundo, então o total de dados transmitidos é o dobro do tamanho do vetor, ou seja, $480 \times 2 = 960 \text{ bits}$.

Como as linhas são full-duplex, significa que simultaneamente o router pode receber e enviar dados, ou seja, a linha é separada em dois sentidos distintos. Assim como os dados não se misturam com os dados dos restantes roteadores, a largura de banda por linha ocupada pelo algoritmo do router é de 960bits/s, que é igual ao dobro do tamanho do vetor, e que corresponde à quantidade de dados transmitida num segundo.

Estes valores ignoram o tamanho ocupado pelos cabeçalhos utilizados pelos protocolos no envio das mensagens.

Esta resposta foi baseada em informação disponibilizada em outras plataformas⁴, para além do livro⁵ da bibliografia da UC.

4 Plataformas consultadas para responder à questão:

- [Website Oreilly - Ethernet - Capítulo 4](#)

5 **Livro da Bibliografia da UC:** Tanenbaum, A. S., Wetherall, D.J. (2014). Computer Networks. 5th Edition, Pearson New International Edition, USA