



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Modelagem de Protocolo de Transferência de Ar- quivos

Projeto de Protocolos

Arthur Cadore Matuella Barcella

27 de Setembro de 2024

Engenharia de Telecomunicações - IFSC-SJ

Sumário

1. Introdução	3
2. Serviço Oferecido pelo Protocolo	3
3. Características do canal de comunicação	3
4. Conjunto de mensagens do protocolo	4
4.1. RRQ	4
4.2. WRQ	5
4.3. DATA	5
4.4. ACK	6
4.5. DATA (LAST BLOCK)	6
5. Sintaxe e Codificação das Mensagens	7
6. Modelo de comportamento do protocolo	7

1. Introdução

O objetivo deste documento é apresentar o protocolo TFTP (Trivial File Transfer Protocol) que é um protocolo de transferência de arquivos que utiliza o protocolo UDP (User Datagram Protocol) para a transferência de arquivos entre um cliente e um servidor.

2. Serviço Oferecido pelo Protocolo

O TFTP é um protocolo de transferência de arquivos que permite a transferência de arquivos entre um cliente e um servidor. O protocolo TFTP é um protocolo simples e eficiente, porém, não possui mecanismos de autenticação e criptografia, sendo assim, é utilizado em ambientes onde a segurança não é uma prioridade. Um exemplo de transferência de arquivo que usa deste protocolo é o boot remoto de um computador aplicado em redes locais, envio de arquivo de configuração automatizada para equipamentos de rede e atualização de firmware de equipamentos de rede.

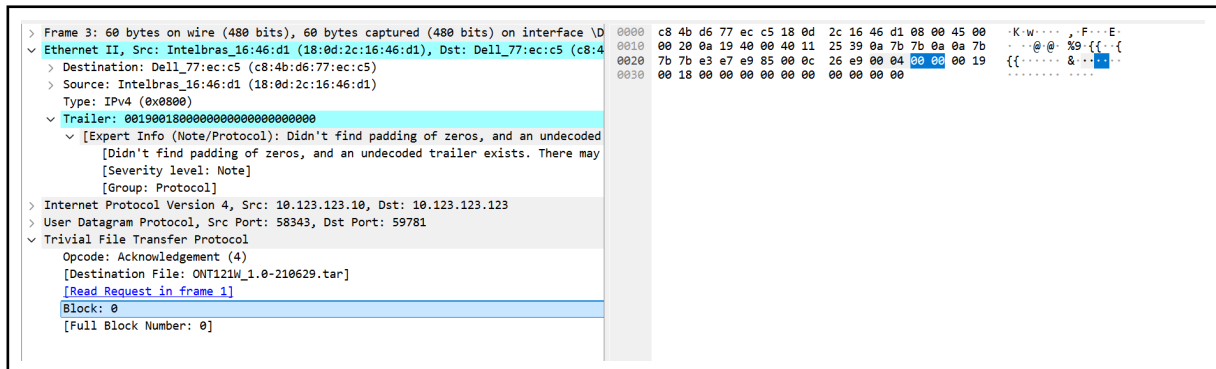
3. Características do canal de comunicação

O protocolo TFTP utiliza o protocolo UDP (User Datagram Protocol) para a transferência de arquivos entre um cliente e um servidor. Como o UDP não possui mecanismos de controle de erros e de conexão, o protocolo TFTP implementa esse mecanismo através da mensageria de ACK no momento em que o cliente recebe um pacote de dados do servidor, além do controle de sequência dos blocos para garantir que todos os pacotes de dados sejam entregues corretamente.

O controle deste protocolo é feito através dos blocos de dados que são enviados pelo servidor para o cliente. O cliente envia uma mensagem de requisição para o servidor, o servidor responde com um bloco de dados, o cliente envia uma mensagem de ACK para o servidor, o servidor responde com um bloco de dados e assim por diante até que o arquivo seja transferido por completo.

O tamanho de cada bloco pode ser configurado (padrão 512 bytes) através da option “BlkSize” que é enviada pelo cliente no momento da requisição do arquivo. Entretanto o tamanho máximo de um bloco é de 65464 bytes. Além de que cada bloco de dados é numerado sequencialmente, começando em 1 e indo até 65535:

Figura 1: Elaborada pelo Autor



Desta forma, é possível calcular o tamanho máximo do arquivo que pode ser transferido através do protocolo TFTP, pelo produto do tamanho do bloco de dados pelo número máximo de blocos que podem ser enviados:

$$T_m = 64\text{kB} * 65535 = 4.194.240\text{kB} = 4.194,24\text{MB} \quad (1)$$

Quando o arquivo é maior que o tamanho máximo definido entre as partes (cliente e servidor), é necessário reiniciar a contagem de blocos de dados, entretanto essa configuração depende da implementação do protocolo e também o servidor, no MikroTik por exemplo, o servidor apenas permite essa recontagem caso a opção “Allow Rollback” esteja habilitada.

4. Conjunto de mensagens do protocolo

As mensagens do protocolo TFTP são divididas em quatro tipos:

4.1. RRQ

A mensagem de requisição de arquivo (RRQ) é enviada pelo cliente para o servidor para solicitar um arquivo. A mensagem de requisição de arquivo contém o nome do arquivo que o cliente deseja transferir, o modo de transferência (ASCII ou binário) e a opção de tamanho do bloco de dados:

Figura 2: Elaborada pelo Autor

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	103	Read Request, File: ONT121W_1.0-210629.tar, Transfer type: octet, tsize=0,
2	0.000935	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	80	Option Acknowledgement, tsize=7352320, blksize=512, timeout=5
3	0.043318	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 0
4	0.043604	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 1
5	0.044075	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 1
6	0.044158	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 2
7	0.044780	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 2


```

> Frame 1: 103 bytes on wire (824 bits), 103 bytes captured (824 bits) on interface \Device\NPF_{5453A214-C42C-499C-8048-0781080FE1E0}, id 0
> Ethernet II, Src: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1), Dst: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.123.123.10, Dst: 10.123.123.123
> User Datagram Protocol, Src Port: 58343, Dst Port: 69
v Trivial File Transfer Protocol
  Opcode: Read Request (1)
  Source File: ONT121W_1.0-210629.tar
  Type: octet
  v Option: tsize = 0
    Option name: tsize
    Option value: 0
  v Option: blksize = 512
    Option name: blksize
    Option value: 512
  v Option: timeout = 5
    Option name: timeout
    Option value: 5

```

4.2. WRQ

Em seguida, o servidor responde com uma mensagem de requisição de escrita (WRQ) que contém o nome do arquivo que o cliente deseja transferir, o modo de transferência (ASCII ou binário) e a opção de tamanho do bloco de dados:

Figura 3: Elaborada pelo Autor

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	103	Read Request, File: ONT121W_1.0-210629.tar, Transfer type: octet, tsize=0,
2	0.000935	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	80	Option Acknowledgement, tsize=7352320, blksize=512, timeout=5
3	0.043318	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 0
4	0.043604	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 1
5	0.044075	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 1
6	0.044158	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 2
7	0.044780	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 2


```

> Frame 2: 80 bytes on wire (640 bits), 80 bytes captured (640 bits) on interface \Device\NPF_{5453A214-C42C-499C-8048-0781080FE1E0}, id 0
> Ethernet II, Src: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5), Dst: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.123.123.123, Dst: 10.123.123.10
> User Datagram Protocol, Src Port: 59781, Dst Port: 58343
v Trivial File Transfer Protocol
  Opcode: Option Acknowledgement (6)
  [Destination File: ONT121W_1.0-210629.tar]
  [Read Request in frame 1]
  v Option: tsize = 7352320
    Option name: tsize
    Option value: 7352320
  v Option: blksize = 512
    Option name: blksize
    Option value: 512
  v Option: timeout = 5
    Option name: timeout
    Option value: 5

```

4.3. DATA

Em seguida, o servidor envia um bloco de dados (DATA) para o cliente que contém parte do arquivo que está sendo transferido. O bloco de dados contém o número do bloco, o bloco de dados e o tamanho do bloco de dados:

[illegible]

Por fim, o cliente envia uma mensagem de ACK para o servidor para confirmar a recepção do bloco de dados. A mensagem de ACK contém o número do bloco que foi recebido:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	103	Read Request, File: ONT121W_1.0-210629.tar, Transfer type: octet, tsize=0, b1
2	0.000935	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	80	Option Acknowledgement, tsize=7352320, blksize=512, timeout=5
3	0.043318	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 0
4	0.043604	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 1
5	0.044075	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 1
6	0.044158	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 2
7	0.044780	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 2

> Frame 5: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits) on interface \Device\NPF_{5453A214-C42C-499C-8048-0781080FE1E0}, id 0

✓ Ethernet II, Src: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1), Dst: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5)

> Destination: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5)

> Source: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1)

Type: IPv4 (0x0800)

✓ Trailer: 00190018000000000000000000000000

> [Expert Info (Note/Protocol): Didn't find padding of zeros, and an undecoded trailer exists. There may be padding of non-zeros.]

[Didn't find padding of zeros, and an undecoded trailer exists. There may be padding of non-zeros.]

[Severity level: Note]

[Group: Protocol]

> Internet Protocol Version 4, Src: 10.123.123.10, Dst: 10.123.123.123

> User Datagram Protocol, Src Port: 58343, Dst Port: 59781

✓ Trivial File Transfer Protocol

Opcode: Acknowledgement (4)

[Destination File: ONT121W_1.0-210629.tar]

[Read Request in frame 1]

Block: 1

[Full Block Number: 1]

Ao final da transferencia, o servidor envia um bloco de dados (DATA) para o cliente que contém o último bloco do arquivo que está sendo transferido. O bloco de dados contém o número do bloco, o bloco de dados e o tamanho do bloco de dados:

Figura 6: Elaborada pelo Autor

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
106	13.369397	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 14359
107	13.369693	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 14359
108	13.369824	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 14360
109	13.370120	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 14360
110	13.370245	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	46	Data Packet, Block: 14361 (last)
111	13.370750	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 14361

> Frame 110: 46 bytes on wire (368 bits), 46 bytes captured (368 bits) on interface \Device\NPF_{5453A214-C42C-408D-8000-000000000000}	0000 18 0d 2c 16 46 d1 c8 4b d6 77 ec c5 08 00 00 00
> Ethernet II, Src: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5), Dst: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1)	0010 00 20 c4 95 00 00 80 11 6a bc 0a 7b 7b 0a 45 0b
> Destination: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1)	0020 7b 0a e9 85 e3 e7 00 0c ee d0 00 03 88 19 7b 7b
> Source: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5)	
> Type: IPv4 (0x0800)	
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.123.123.123, Dst: 10.123.123.10	
> User Datagram Protocol, Src Port: 59781, Dst Port: 58343	
> Trivial File Transfer Protocol	
Opcode: Data Packet (3)	
[Destination File: ONT121W_1.0-210629.tar]	
[Read Request in frame 1]	
Block: 14361	
[Full Block Number: 14361]	

5. Sintaxe e Codificação das Mensagens

A mensagem é codificada em ASCII e é composta por um opcode de 2 bytes que indica o tipo de mensagem, seguido por um campo de dados que contém o nome do arquivo que está sendo transferido, em seguida o número do bloco de dados, os dados em si, e ao final dos dados, o terminador de linha (0x00) que indica o fim da mensagem.

Figura 7: Elaborada pelo Autor

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
60	0.058335	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 29
61	0.058653	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 29
62	0.058778	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 30
63	0.059088	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 30
64	0.059217	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 31
65	0.059544	10.123.123.10	10.123.123.123	TFTP	60	Acknowledgement, Block: 31
66	0.059687	10.123.123.123	10.123.123.10	TFTP	558	Data Packet, Block: 32

> Frame 62: 558 bytes on wire (4464 bits), 558 bytes captured (4464 bits) on interface \Device\NPF_{5453A214-C42C-408D-8000-000000000000}	0020 7b 0a e9 85 e3 e7 02 0c d7 3e 00 03 00 1a 67 fb
> Ethernet II, Src: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5), Dst: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1)	0030 3b c6 a0 5c cd 9d 8d 5a 46 b4 54 00 3a a9 a2 aa
> Destination: Intelbras_16:46:d1 (18:0d:2c:16:46:d1)	0040 d6 28 5e 62 5c 14 2c e8 cc 62 07 26 9e 75 80 57
> Source: Dell_77:ec:c5 (c8:4b:d6:77:ec:c5)	0050 3e 71 66 9b 2a 4f 47 6e 7f 0d d7 91 2e 77 45 4e
> Type: IPv4 (0x0800)	0060 ef 88 d3 c6 28 ff 80 e4 cb 1f 99 65 88 e3 75 1d
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.123.123.123, Dst: 10.123.123.10	0070 eb 80 f9 02 cf b3 c0 5b 02 79 1c cd 3f d5 01 c4
> User Datagram Protocol, Src Port: 59781, Dst Port: 58343	0080 eb 8e 39 e0 25 83 3d 08 81 8d 5b d7 d8 74 aa bf
> Trivial File Transfer Protocol	0090 fc 9b d6 94 c2 43 5d aa 58 18 5c 32 e4 ec 6f 50
Opcode: Data Packet (3)	00a0 c1 49 d4 da f8 98 e3 0f 9e 1c cf 41 54 a8 bf b8
[Destination File: ONT121W_1.0-210629.tar]	00b0 e1 b0 4a f7 45 92 f8 87 fa a8 ce 39 4f 08 9e bd
[Read Request in frame 1]	00c0 5d 72 34 b3 c3 aa 9d 8b 64 06 d8 df 6a ab 61 5c
Block: 30	00d0 2e 86 0c 48 de 81 6c c6 ac c8 da d1 57 72 57 9e
[Full Block Number: 30]	00e0 55 b7 66 63 88 a6 ca ba 41 90 a7 57 79 b2 bd aa
> Data (512 bytes)	00f0 82 1e 02 51 8e 1d 0b f7 bf c8 cb a4 62 65 7c 73
Data [truncated]: 67fb3bc6a05ccd9d8d5a46b454003aa9a2aad6285e625c142ce8cc6207269e7580573e71669	0100 94 54 3c 17 5e ea 13 a0 6a 21 94 9c 92 f1 ad e7
[Length: 512]	0110 eb 06 42 07 84 9c 95 d7 73 bc b3 5f 83 a6 d5 b2
	0120 15 29 21 ba 04 f4 4a 41 ce 17 ac a2 93 cc 0d 1d
	0130 24 18 b7 6a 4a ce 82 fa ab 80 5f ca 52 b6 37 a5
	0140 c5 3b c3 e7 62 21 d2 13 9f 8b ae 1a bd cd 8c dc
	0150 04 27 d2 48 c0 50 98 71 fb 5c d6 09 a5 b4 b9 8c
	0160 0d 51 13 2f f0 5e 2c 11 5d 0a 8c 50 9e 6b f0 d6
	0170 12 3c da ab 87 67 22 83 17 07 73 cc fe 30 c5 37
	0180 34 0f 73 62 7a c2 39 45 b9 ba 60 e0 70 7f cb 3c
	0190 e1 71 b0 b3 45 b2 25 44 95 23 9c 37 4f 15 cc f3

6. Modelo de comportamento do protocolo

Como descrito no próprio escopo da atividade, o servidor aguarda uma requisição de arquivo do cliente na porta 69/UDP.

Quando o cliente envia uma requisição de arquivo (RRQ) para o servidor, o servidor responde com uma mensagem de requisição de escrita (WRQ) que contém o nome do arquivo que o cliente deseja transferir, o modo de transferência (ASCII ou binário) e a opção de tamanho do bloco de dados.

Em seguida, o servidor envia um bloco de dados (DATA) para o cliente que contém parte do arquivo que está sendo transferido. O bloco de dados contém o número do bloco, o bloco de dados e o tamanho do bloco de dados.

Por fim, o cliente envia uma mensagem de ACK para o servidor para confirmar a recepção do bloco de dados. A mensagem de ACK contém o número do bloco que foi recebido.

Esse processo se repete até que o arquivo seja transferido por completo. Ao final da transferência, o servidor envia um bloco de dados (DATA) para o cliente que contém o último bloco do arquivo que está sendo transferido. O bloco de dados contém o número do bloco, o bloco de dados e o tamanho do bloco de dados.

Figura 8: Elaborada pelo Autor

