



Relatório de Trabalho Prático – Redes de Computadores

Título: Relatório de Trabalho Prático de Redes de Computadores

Alunos:

Felipe Kravec Zanatta

Lucas Batista Deinzer Duarte

Data: 13/03/2025

1. INTRODUÇÃO

O protocolo NTP (Network Time Protocol) foi desenvolvido baseado em UDP para gerenciar diferentes tempos entre computadores e diferentes dispositivos nas redes, sendo fundamental para o gerenciamento de dispositivos ao redor do globo, onde medição do tempo precisamente é algo indispensável.

Esse protocolo foi inicialmente proposto David Mills, nos anos 70, e definido oficialmente em 1985 na RFC 958, onde o protocolo se regula com o sistema de tempo universal (UTC). Nos anos atuais o NTP já está em sua versão 4.0 sendo definido pela RFC 5905, definindo os detalhes dos protocolos, algoritmos, das estruturas de dados, a arquitetura e a implementação do protocolo.

O protocolo funciona com quatro *timestamps* (de T1 a t4) e três variáveis de estado (org, rec, xmt), permitindo a medição do Round-Trip Delay e Offsets nas máquinas de tal forma, a máquina Y envia o pacote em T1, que é recebido por X em T2. X processa, e devolve a resposta em T3, que Y recebe em T4 podendo ser observado na figura 1.

```
The four most recent timestamps, T1 through T4, are used to compute
the offset of B relative to A

theta = T(B) - T(A) = 1/2 * [(T2-T1) + (T3-T4)]

and the round-trip delay

delta = T(ABA) = (T4-T1) - (T3-T2).
```

Figura 1. Calculos para Round-Trip delay e Offset.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho prático foi a implementação da comunicação de um cliente e um servidor NTP compatíveis com um servidor oficial. Com o intuito da implementação manual das funcionalidades do NTP sem o uso de bibliotecas específicas para o NTP, porém permitindo o uso de outras bibliotecas para a facilidade de implementação. Também foi obrigatório seguir o uso de outros requisitos definidos na especificação do trabalho.

3. MATERIAL UTILIZADO

O equipamento utilizado para a realização desta prática foi o computador pessoal do aluno possuindo uma memória de 32GB de RAM, um SSD de 1TB, uma CPU Intel core i5-9400F, sendo a rede utilizada a mesma da habitação do aluno, utilizando a rede wi-fi residencial do aluno com a capacidade de 450MB, um sistema operacional Windows 11.

4. METODOLOGIA

4.1 Construção do pacote

Primeiramente começamos com o estudo e a análise da RFC 5905, onde foi possível entender a estrutura básica do NTP juntamente com as suas variáveis, então foi feita a implementação a partir daí, começando primeiramente com a construção do pacote em um arquivo separado utilizando as variáveis da RFC, onde esse pacote será utilizado tanto pelo cliente quanto pelo servidor.

4.2 Elaboração do Cliente

Então desenvolvemos o cliente que criará um pacote com as informações devidas e a enviará para um servidor através de uma porta, seja esse um oficial ou um construído por nós, para então quando receber o retorno do pacote exibir os tempos em NTP e os resultados dos cálculos de RTT e Offset.

4.3 Elaboração do Servidor

Em seguida desenvolvemos o servidor, que receberá as informações do cliente, adicionará os novos tempos e enviará o pacote novamente ao cliente modificado adequadamente para o cálculo do RTT e Offset.

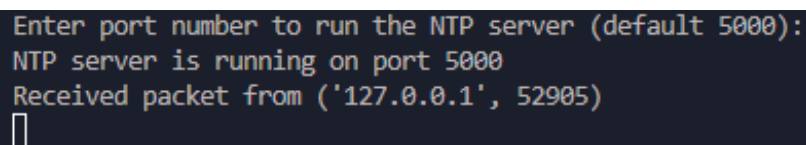
4.4 Elaboração da Autenticidade em SHA256

Para a elaboração da autenticidade usamos o sistema exigido pelo professor de SHA256 onde temos um segredo compartilhado entre o servidor e o cliente e garantido a autenticidade dos dois através desse método.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do desenvolvimento foi difícil resolver os problemas principalmente de construção do pacote onde caso não fosse utilizado a informação correta ou o empacotamento do pacote fosse feito de forma errada, causava diversos erros onde não executaria corretamente o pacote, muitas vezes o servidor não era capaz de processar o pacote e não o enviava de volta, futuramente no desenvolvimento do código após termos realizado o necessário de desenvolvimento sendo esse a comunicação dos pacotes de forma adequada, tentamos fazer a aplicação funcionar entre a comunicação entre servidor local e cliente local com autenticidade, utilizando o SHA256 sugerido pelo professor, durante esse processo de desenvolvimento foi complicado devido a erros do servidor não conseguir extrair corretamente os dados do HMAC enviados, onde mostrava que a autenticação do HMAC tinha falhado e impedia o envio do pacote, para a resolução disso adicionamos ao pacote enviado uma extensão de 32 bytes com o HMAC calculado, então o servidor conseguiu comparar corretamente os valores de autenticação e permitir o envio ao cliente novamente.

É possível observar os resultados em relação a conexão do servidor e cliente locais nas figuras 2 e 3, onde mostra também os cálculos do RTT e Offset entre eles.



```
Enter port number to run the NTP server (default 5000):  
NTP server is running on port 5000  
Received packet from ('127.0.0.1', 52905)  
█
```

Figura 2. Terminal mostrando o recebimento do pacote do cliente

```
Enter NTP server address (leave blank to use default): 127.0.0.1
T1 (Client Send Time): 1741876279.1969423 (Thu Mar 13 11:31:19 2025)
T2 (Server Receive Time): 1741876279.1984267 (Thu Mar 13 11:31:19 2025)
T3 (Server Send Time): 1741876279.1984267 (Thu Mar 13 11:31:19 2025)
T4 (Client Receive Time): 1741876279.1984267 (Thu Mar 13 11:31:19 2025)
Round Trip Time (RTT): 0.0014843940734863281
Offset: 0.0007421970367431641
```

Figura 3. Terminal do cliente mostrando os tempos dos cálculos e os resultados.

Também foi possível realizar a conexão entre o cliente e o servidor oficial, onde o servidor utilizado por padrão foi o "pool.ntp.org" e a conexão e os cálculos são exibidos na figura 4.

```
Enter NTP server address (leave blank to use default):
Using default NTP server: pool.ntp.org
T1 (Client Send Time): 1741877162.9144695 (Thu Mar 13 11:46:02 2025)
T2 (Server Receive Time): 1741877161.6518526 (Thu Mar 13 11:46:01 2025)
T3 (Server Send Time): 1741877161.6518536 (Thu Mar 13 11:46:01 2025)
T4 (Client Receive Time): 1741877162.951503 (Thu Mar 13 11:46:02 2025)
Round Trip Time (RTT): 0.0370326042175293
Offset: -1.2811331748962402
```

Figura 4. Terminal do cliente mostrando a conexão com o servidor pool.ntp.org

Com isso foi possível observar e entender melhor como funciona o protocolo NTP e suas funcionalidades.

BIBLIOGRAFIA

Referências Bibliográficas

Kurose, J. F. e Ross, K. W. (2013) **Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 6ª. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

MILL, David L. **Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification**. RFC 5905. Internet Engineering Task Force (IETF), June 2010. Disponível em: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5905> . Acesso em 13 de março de 2025.