

Avaliação 5 de Redes de Computadores (100 pontos) Implementação de Cliente e Servidor NTP

Professor: Luiz Antonio Rodrigues

Execução: Individual ou em dupla.

Data da entrega: 13/04/2025

Objetivo

O objetivo deste trabalho prático é implementar um cliente e um servidor compatíveis com o protocolo *Network Time Protocol* (NTP). O sistema implementado deverá ser capaz de se comunicar com clientes e servidores NTP oficiais, respeitando o protocolo NTP na versão 3 ou superior. O foco está na construção manual das funcionalidades do NTP, sem o uso de bibliotecas específicas para NTP, mas com a possibilidade de usar bibliotecas de criptografia para autenticação.

O cliente desenvolvido deve fornecer uma interface que permita informar o endereço do servidor. Na ausência deste parâmetro, o cliente deve utilizar um servidor oficial do NTP.br. O endereço do servidor deve ser informado ao usuário juntamente com a data e hora calculados.

Requisitos:

1. Protocolo:

- A implementação deve seguir a especificação do **NTPv4 (RFC 5905)**.
- A comunicação deve ocorrer via **UDP na porta 123**, conforme o protocolo oficial. O servidor local pode ser executado em outra porta, se necessário.

2. Funcionalidades:

- O **cliente** NTP deve ser capaz de solicitar e receber o tempo de servidores NTP compatíveis (incluindo servidores públicos, como `pool.ntp.org`).
- O **servidor** NTP deve ser capaz de responder a requisições de clientes NTP, incluindo servidores e clientes oficiais, fornecendo o tempo correto.
- O tempo deve ser corretamente calculado, utilizando o formato de timestamp NTP (contagem de segundos desde 1900).

3. Autenticação (Opcional, com pontos extras):

- Implementar autenticação usando HMAC-SHA256 com suporte para chaves pré-compartilhadas.
- A autenticação deve seguir o modelo do NTPsec para garantir a integridade das mensagens trocadas entre cliente e servidor.

4. Linguagem de Programação:

- A escolha da linguagem é livre (Python, C, Go, Rust, etc.), desde que a implementação respeite a especificação do NTP e seja compatível com clientes e servidores oficiais.
- Não é permitido o uso de bibliotecas prontas para NTP. No entanto, bibliotecas de criptografia podem ser usadas para a parte de autenticação.

5. Implementação Manual:

- O pacote NTP deve ser construído manualmente, incluindo campos como **Leap Indicator**, **Version**, **Mode**, **Stratum**, **Poll Interval**, **Precision**, **Root Delay**, **Root Dispersion**, **Reference ID**, e os timestamps de **origem**, **recebimento**, e **transmissão**.
- A implementação deve calcular corretamente o **offset** e o **round-trip delay** (atraso de ida e volta) para ajustar o tempo do cliente com o servidor.

6. Comunicação:

- O cliente deve enviar pacotes NTP adequadamente formatados para o servidor e esperar pela resposta. Ele deve informar o horário atualizado baseado no tempo recebido e calcular os parâmetros necessários, como **offset** e **delay**.
- O servidor deve receber a requisição, calcular a resposta corretamente e enviá-la de volta ao cliente.

Etapas do Desenvolvimento:

1. Entendimento do Protocolo NTP:

- Estudar a especificação oficial do NTPv4 (RFC 5905), com foco no formato de pacote NTP e nas funções de cliente e servidor.
- Compreender como calcular o **offset** e o **round-trip delay** de forma correta.

2. Implementação do Cliente:

- Construir um pacote NTP manualmente com os campos adequados.
- Enviar o pacote para servidores NTP oficiais (ex.: `a.ntp.br`).
- Receber o pacote de resposta, extrair os *timestamps* e ajustar o relógio do cliente.

3. Implementação do Servidor:

- Receber pacotes de clientes NTP (tanto implementados manualmente quanto oficiais).
- Calcular o *timestamp* correto e responder ao cliente com um pacote NTP devidamente formatado.

4. Autenticação (Opcional):

- Implementar um sistema de autenticação usando HMAC, criptografando o conteúdo da mensagem com uma chave compartilhada.
- Verificar a autenticidade das mensagens recebidas e garantir que apenas clientes autorizados possam sincronizar o tempo.

5. Testes:

- Testar a implementação com outros servidores NTP oficiais para garantir a compatibilidade.
- Testar o servidor com clientes oficiais e vice-versa.

6. Documentação:

- Produzir um relatório que explique o processo de implementação, os desafios enfrentados, e como o sistema foi testado.
- Incluir exemplos de comunicação bem-sucedida entre seu cliente/servidor e clientes/servidores NTP oficiais.

Critérios de Avaliação:

1. Funcionalidade (50%):

- O cliente e o servidor implementados funcionam corretamente e conseguem se comunicar com servidores (sim=25, não=0) e clientes (sim=25, não=0) NTP oficiais.

2. Precisão (10%):

- O tempo sincronizado é preciso (sim=5, não=0), e o cálculo de *offset* e *delay* é feito corretamente (sim=5, não=0).

3. Autenticação (Opcional - 20%):

- Implementação correta de autenticação usando HMAC (sim=20, não=0).

4. Código Limpo e Bem Documentado (10%):

- O código é bem estruturado (sim=5, não=0) e documentado com comentários relevantes (sim=5, não=0).

5. Relatório (10%):

- O relatório é claro e detalhado, explicando o funcionamento do NTP (sim=5, não=0), os desafios enfrentados e os testes realizados (sim=5, não=0).