



PMR3412 - Redes Industriais - 2023

Aula 01 - Introdução aos Modelos de Rede

Prof. Dr. Newton Maruyama

10 de Agosto de 2023

PMR-EPUSP

Os slides que serão utilizados nesse ano são baseados no curso desenvolvido para os anos 2020, 2021 e 2022. Participaram da concepção do curso e desenvolvimento do material os seguintes professores:

- ▶ Prof. Dr. André Kubagawa Sato
- ▶ Prof. Dr. Marcos de Sales Guerra Tsuzuki
- ▶ Prof. Dr. Edson Kenji Ueda
- ▶ Prof. Dr. Agesinaldo Matos Silva Junior
- ▶ Prof. Dr. André César Martins Cavalheiro

Cronograma

Cronograma - Programação das Aulas

- ▶ 10/08 Aula 01 – TCP/IP: Introdução aos Modelos de Rede
- ▶ 17/08 Aula 02 – TCP/IP: O que é o IP
- ▶ 24/08 Aula 03 – TCP/IP: Resolução de Endereços
- ▶ 31/08 Aula 04 – TCP/IP: Introdução ao TCP
- ▶ 14/09 Aula 05 – TCP/IP: Sockets API e Introdução às Aplicações TCP/IP
- ▶ 21/09 Aula 06 – TCP/IP: DNS e HTTP
- ▶ 28/09 Aula 07 – TCP/IP: HTTP (cont.) e WebSockets
- ▶ 05/10 Aula 08 – Criptografia: Hashing
- ▶ 19/10 Aula 09 – Criptografia: Criptografia Simétrica
- ▶ 26/10 Aula 10 – Criptografia: Criptografia Assimétrica
- ▶ 09/11 Aula 11 – Criptografia: Certificado Digital
- ▶ 16/11 Aula 12 – Redes Industriais: Camada Física
- ▶ 23/11 Aula 13 – Redes Industriais: Comunicação entre Microcontroladores
- ▶ 30/11 Aula 14 – Redes Industriais: Protocolos de Redes Industriais
- ▶ 07/12 Aula 15 – Redes Industriais: Protocolos de Redes para IoT

A avaliação será feita através de exercícios:

- ▶ 31/08 Entrega 01 ($E01$) – Exercícios com Análise de Pacotes (Peso 1)
- ▶ 21/09 Entrega 02 ($E02$) – EP de Sockets em Python (Peso 1)
- ▶ 19/10 Entrega 03 ($E03$) – Exercícios com Simulador de Redes (Peso 2)
- ▶ 16/11 Entrega 04 ($E04$) – EP de Criptografia em Python (Peso 3)
- ▶ 14/12 Entrega 05 ($E05$) – Exercícios de Redes Industriais (Peso 3)

A nota final (NF) consistirá na média ponderada:

$$NF = \frac{E01 \times 1 + E02 \times 1 + E03 \times 2 + E04 \times 3 + E05 \times 3}{10}$$

Livros:

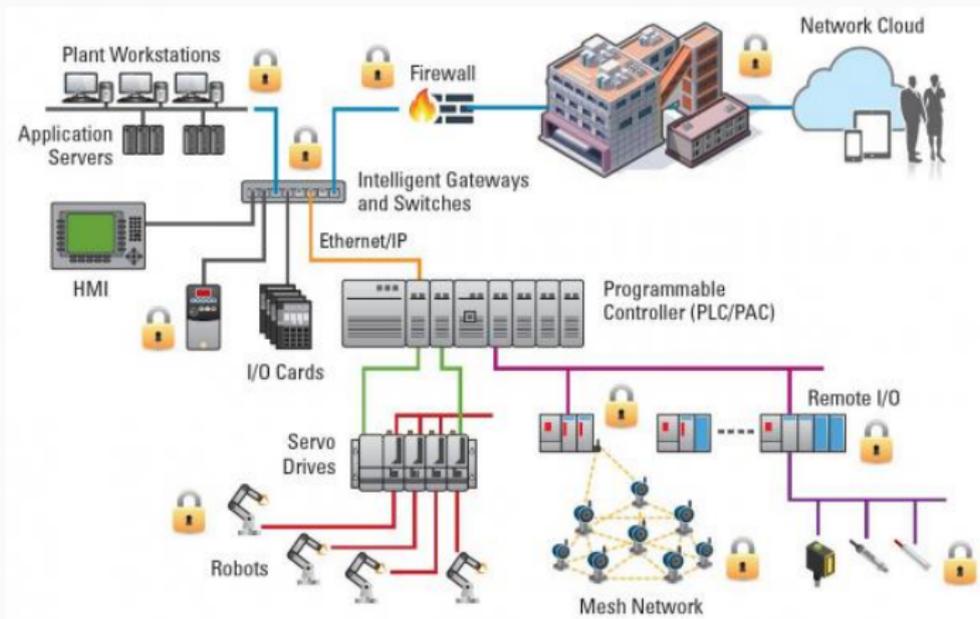
- ▶ TCP/IP Tutorial and Technical Overview, Lydia Parziale, David T. Britt, Chuck Davis, Jason Forrester, Wei Liu, Carolyn Matthews, Nicolas Rosselot, 2006, IBM Redbooks. Disponível em:
<https://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/gg243376.pdf>.
- ▶ Networking All-In-One Desk Reference for Dummies, Doug Lowe, 3rd Edition, 2022, Springer.
- ▶ Wireshark Essentials, James H. Baxter, 2014, Packt Publishing.
- ▶ The Book of GNS3, Jason C. Neumann, 2015, No Starch Press, Inc.
- ▶ Practical Cryptography in Python: Learning Correct Cryptography by Example, Seth James Nielson Christopher K. Monson, 1st Edition, 2019, Apress.

Ferramentas:

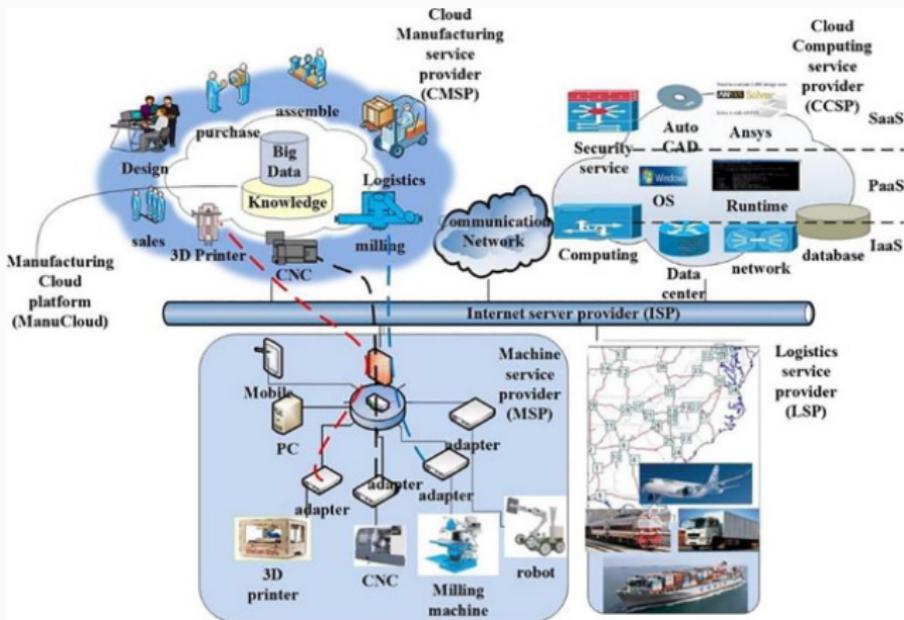
- ▶ Wireshark: ferramenta para análise de protocolos (<https://www.wireshark.org/>)
- ▶ GNS3 instalado em máquina virtual: simulador de redes (<https://www.gns3.com/>)
- ▶ Postman: cliente HTTP que testa requisições HTTP utilizando uma interface gráfica (<https://www.postman.com/>)
- ▶ Pacotes Python diversos.

Introdução

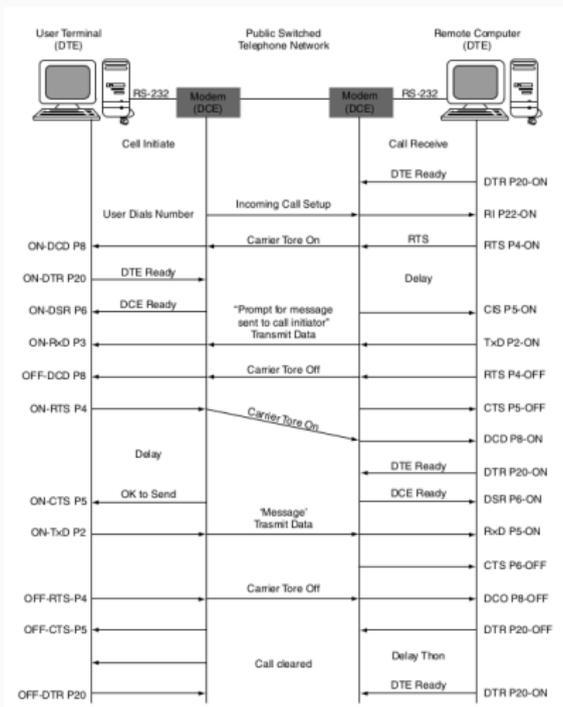
► Sistema de Manufatura:



► Concepção de Indústria 4.0:



- Tecnologia de redes de comunicação de dados utilizando linhas telefônicas - Portas seriais RS232C e modems:

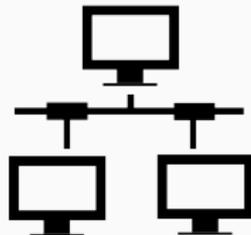


Introdução - Internet

- ▶ Wide Area networks de alcance global,
- ▶ Tecnologias heterogêneas (fibra ótica, satélite, ethernet cat6, wifi, 5G, etc.) conectando equipamentos heterogêneos.

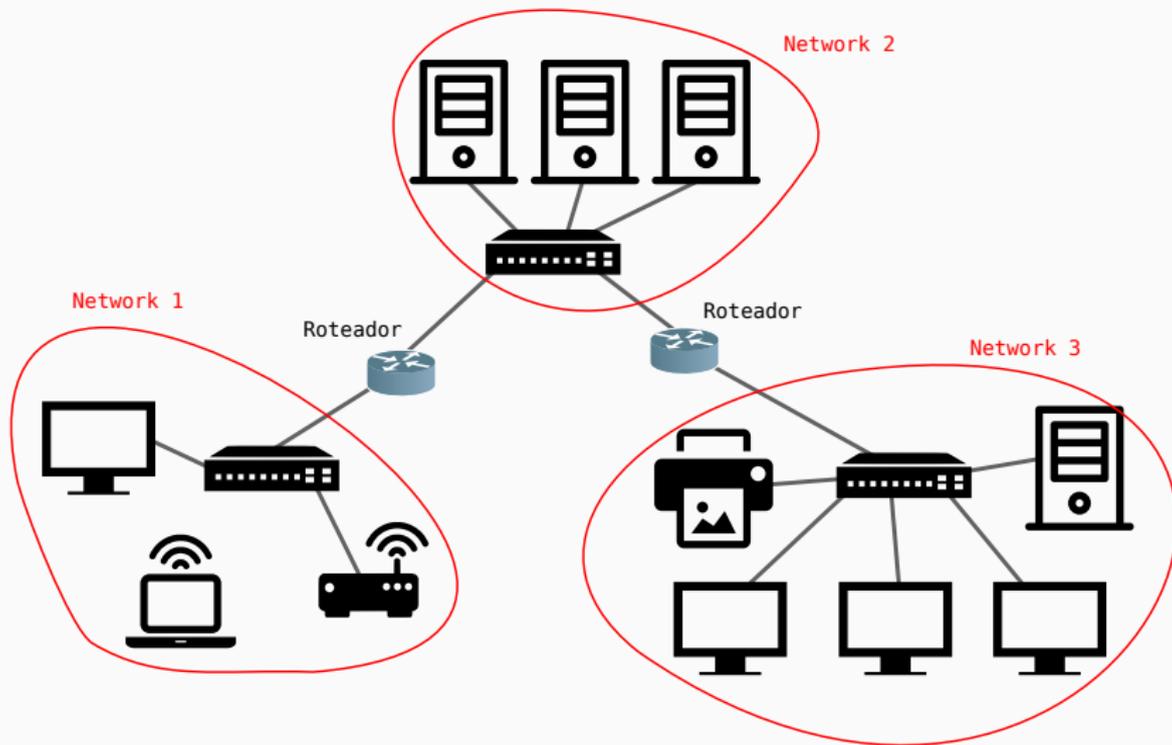


- ▶ Comunicação entre computadores/pessoas:
 - ▶ devem falar a mesma “língua”,
 - ▶ pergunta e resposta,
 - ▶ direcionamento da “fala”.
- ▶ Uma comunicação bem sucedida necessita de um conjunto de regras bem definidas.
- ▶ Assim, um protocolo é definido como um conjunto de regras padronizadas de comunicação.
- ▶ Deste modo, todos os computadores/equipamentos de uma mesma rede devem se comunicar utilizando o mesmo protocolo.



- ▶ Esta parte da disciplina será focada na família de protocolos TCP/IP, cujo nome deriva dos dois principais protocolos: o *Transmission Control Protocol* (TCP) e o *Internet Protocol* (IP).
- ▶ O objectivo do protocolo TCP/IP é conectar redes (*networks*), o que é chamado de *internetwork* ou *internet*.
- ▶ A palavra *Internet* (com I maiúsculo) é o nome dado para o conjunto global de computadores conectados em uma *internet*.
- ▶ O protocolo TCP/IP fornece uma abstração padronizada entre mecanismos de comunicação específicos de cada rede, permitindo conexão entre redes com tecnologias físicas distintas.
- ▶ Para conectar duas redes é utilizado um roteador IP, que obrigatoriamente deve estar vinculado às duas redes.

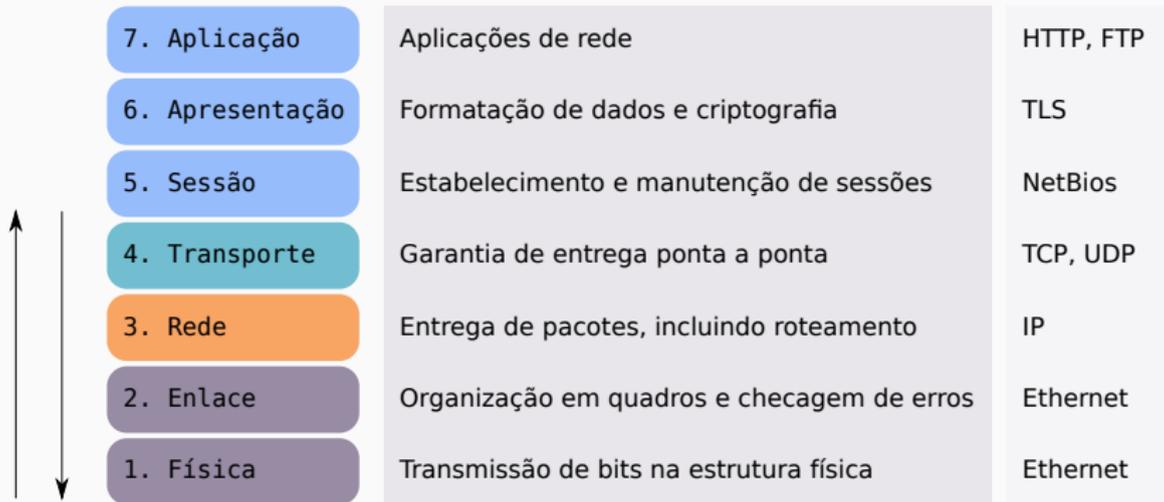
Introdução - Redes e a Internet (Exemplo)



Modelos de Rede

Modelos de Rede - Modelo OSI (Open System Interconnection)

- ▶ Modelo teórico de referência (definido pela ISO - International Standards Organization) para a criação/análise de modelos de rede.



OSI

7. Aplicação

6. Apresentação

5. Sessão

4. Transporte

3. Rede

2. Enlace

1. Física

TCP/IP

4. Aplicação

3. Transporte

2. Internet

1. Enlace
(Interface com Rede)

Ex.

HTTP, FTP,
Telnet, DNS

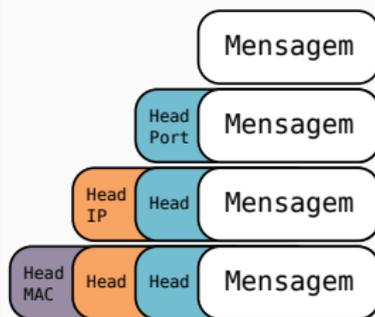
TCP, UDP

IP

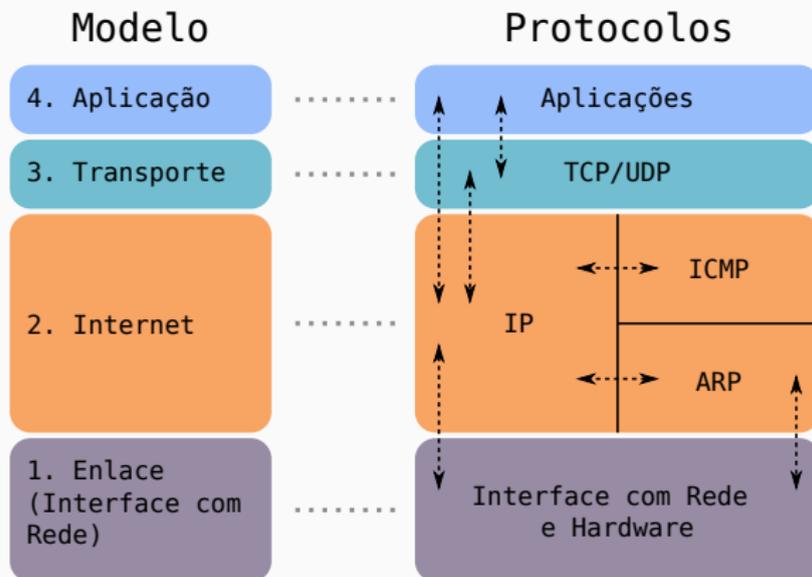
Ethernet

Dados

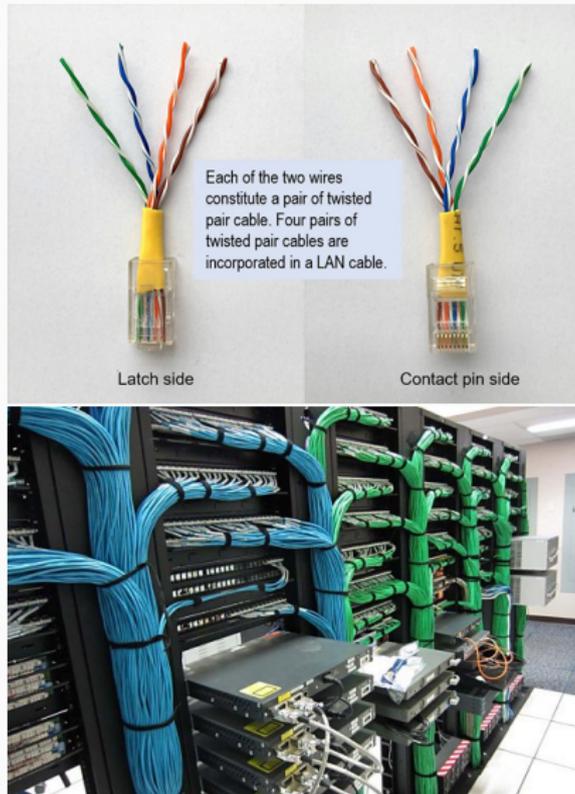
(simplificado)



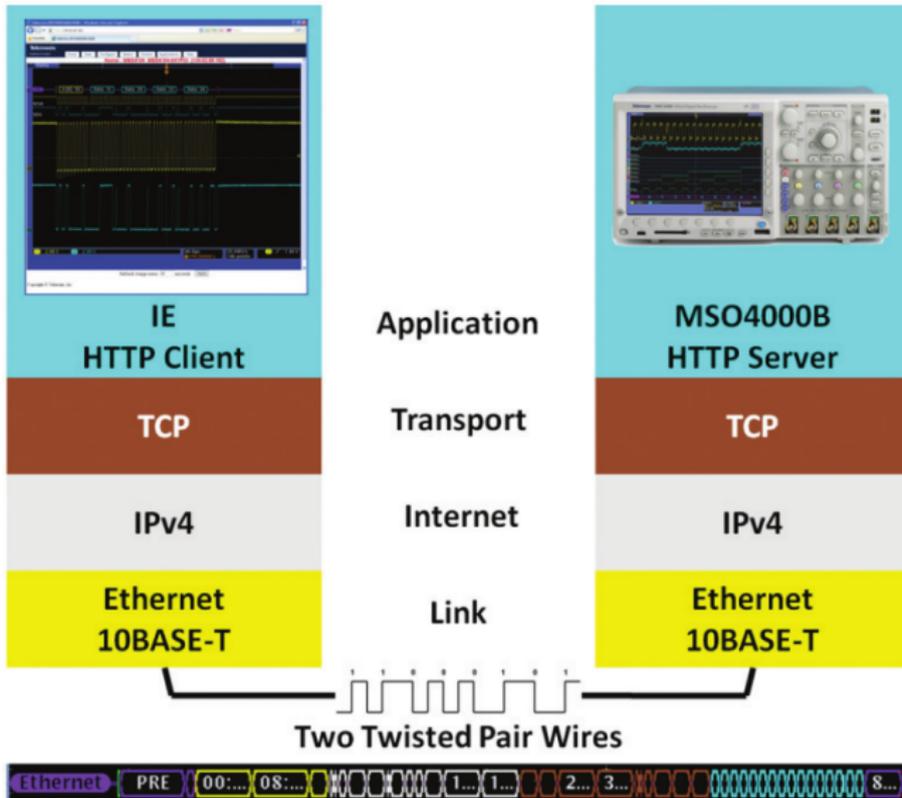
Bits: 100001011011...



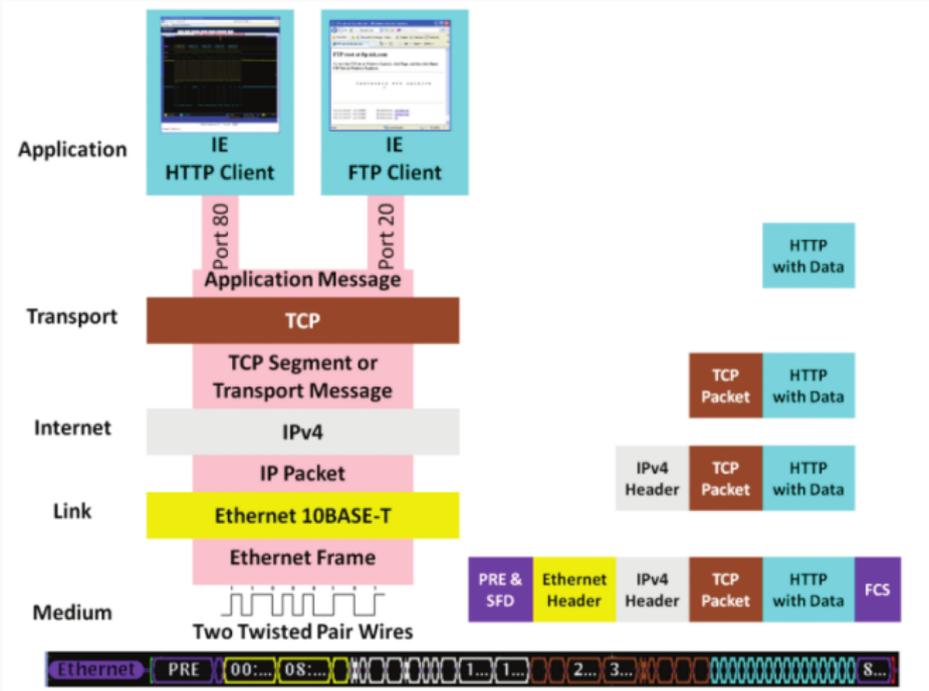
Modelos de Rede - TCP / IP Sinais na camada física



Modelos de Rede - TCP / IP Sinais na camada física



Modelos de Rede - TCP / IP Sinais na camada física



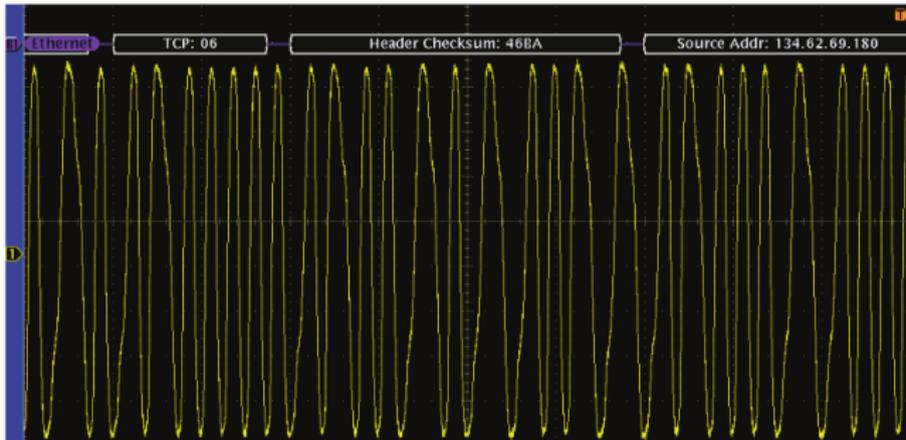


Figure 6b. IPv4 protocol field is TCP which means a TCP message is in the IPv4 data field.

- ▶ Analisando de Pacotes de Redes com o Wireshark (download em <https://www.wireshark.org/>)

Basic-Wireshark-Capture1.pcapng

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

http

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Autonomous System | Info |
|-----|-----------|------------|-------------|----------|--------|-------------------|------------------------------------|
| 67 | 53.369040 | 10.1.1.1 | 10.1.1.100 | HTTP | 416 | | GET / HTTP/1.1 |
| 69 | 53.376328 | 10.1.1.100 | 10.1.1.1 | HTTP | 782 | | HTTP/1.1 200 OK (text/html) |
| 78 | 53.774216 | 10.1.1.1 | 10.1.1.100 | HTTP | 407 | | GET /gns3.png HTTP/1.1 |
| 96 | 53.822801 | 10.1.1.100 | 10.1.1.1 | HTTP | 685 | | HTTP/1.1 200 OK (PNG) |
| 101 | 53.892217 | 10.1.1.1 | 10.1.1.100 | HTTP | 321 | | GET /favicon.ico HTTP/1.1 |
| 103 | 53.898230 | 10.1.1.100 | 10.1.1.1 | HTTP | 458 | | HTTP/1.1 404 Not Found (text/html) |

< >

> Frame 67: 416 bytes on wire (3328 bits), 416 bytes captured (3328 bits) on interface -, id 0
> Ethernet II, Src: VMware_8f:dc:d7 (00:0c:29:8f:dc:d7), Dst: 36:e4:5c:40:91:a2 (36:e4:5c:40:91:a2)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.1.1, Dst: 10.1.1.100
> Transmission Control Protocol, Src Port: 49676, Dst Port: 80, Seq: 1, Ack: 1, Len: 362
> Hypertext Transfer Protocol

```
0000 36 e4 5c 40 91 a2 00 0c 29 8f dc d7 08 00 45 00 6-\@.....).....E-
0010 01 92 5b 79 40 00 80 06 87 86 0a 01 01 01 0a 01 ..[y@.....
0020 01 64 c2 0c 00 50 5a b9 aa 12 3d 6b 54 35 50 18 .d...PZ...-kTSP-
0030 04 00 62 0b 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50 .b...GE T / HTTP
0040 2f 31 2e 31 0d 0a 41 63 63 65 70 74 3a 20 74 65 /1.1-Ac cept: te
0050 78 74 2f 68 74 6d 6c 2c 61 70 70 6c 69 63 61 74 xt/html, applicat
0060 69 6f 6e 2f 78 68 74 6d 6c 2b 78 6d 6c 2c 61 70 ion/xhtm l+xml,ap
0070 70 6c 69 63 61 74 69 6f 6e 2f 78 6d 6c 3b 71 3d plicatio n/xml;q=
0080 30 2e 39 2c 2a 2f 2a 3b 71 3d 30 2e 38 0d 0a 41 0.9,*/*; q=0.8-A
```

Hypertext Transfer Protocol: Protocol | Packets: 784 · Displayed: 6 (0.8%) | Profile: EIGRP

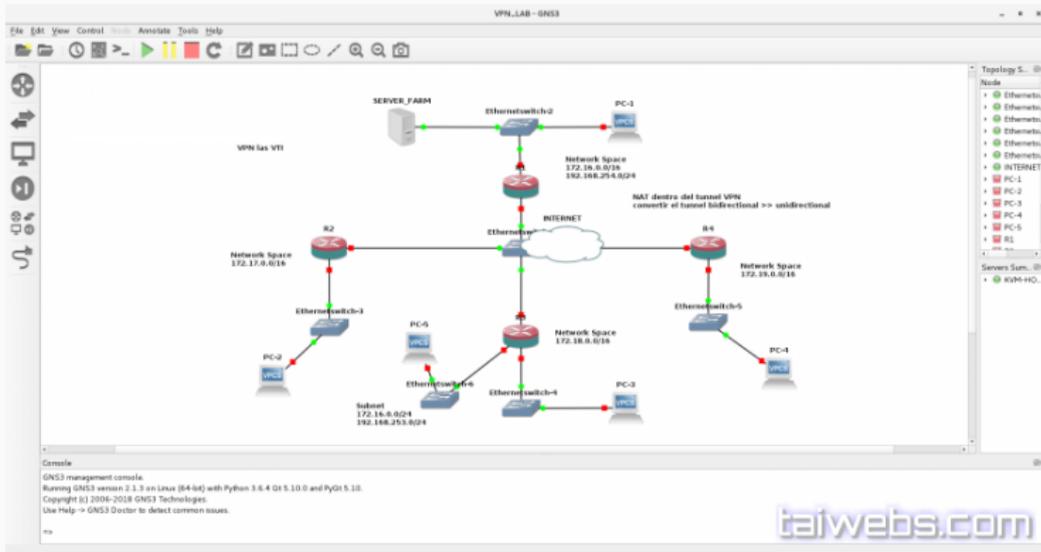
| | Switch | Roteador |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|
| Camada: | 1. Enlace | 2. Internet |
| Endereço: | MAC (ex. 00:1B:44:11:3A:B7) | IP (ex. 201.144.82.2) |
| Rede: | Local | Local |

| | |
|---|---|
|  |  |
|---|---|

The diagram shows a blue switch with four white arrows pointing outwards, connected to three computer monitors. The diagram shows a blue router with four white arrows pointing outwards, connected to three lines labeled 'Network 1', 'Network 2', and 'Network 3'.



- ▶ Projeto/Análise de topologias de redes,
- ▶ Pode rodar no sistema operacional nativo ou em máquinas virtuais,
- ▶ Elementos de simulação podem interagir com a rede física.

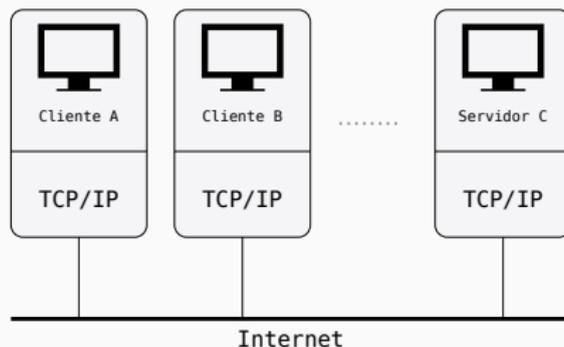


Aplicações TCP/IP

- ▶ Protocolos de maior nível do modelo TCP/IP, se comunicam com aplicação em um *host* diferente e são a interface visível para o usuário.
- ▶ Podem ser desenvolvidos pelo usuário ou podem ser aplicações padrões, inclusas no produto TCP/IP.
- ▶ Exemplos: Telnet, FTP, SMTP, DNS, HTTP e WebSockets.
- ▶ Utilizam TCP ou UDP para o mecanismos de transporte.
- ▶ Geralmente utilizam o modelo cliente/servidor de interação.

Aplicações TCP/IP - O modelo cliente/servidor

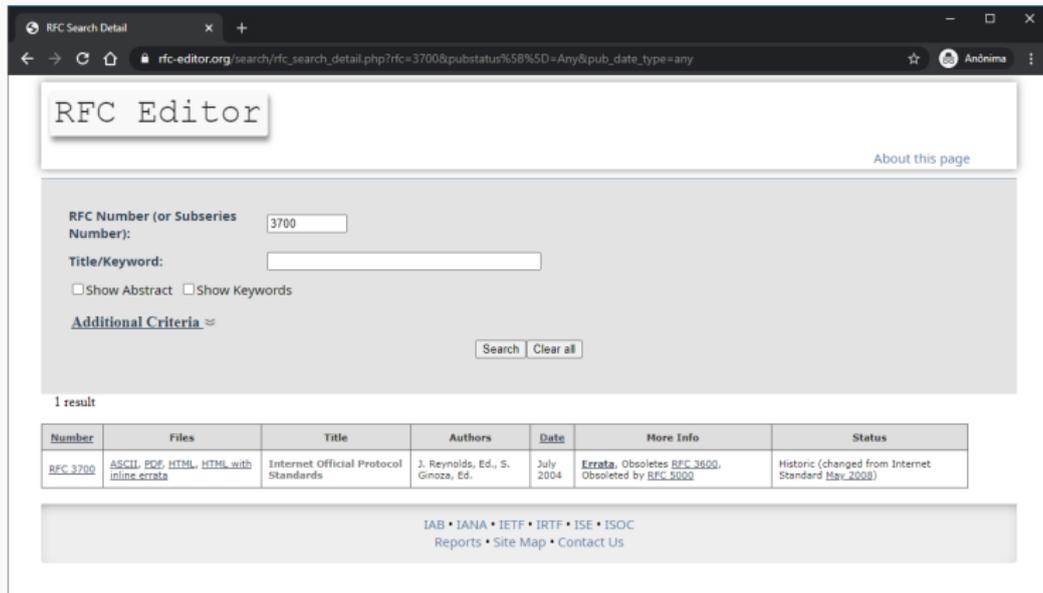
- ▶ TCP é um protocolo ponto-a-ponto, orientada a conexão. Intrinsecamente, não existe uma relação mestre/subordinado; entretanto, existem muitas aplicações utilizando este modelo.
- ▶ A comunicação segue o padrão requisição/resposta, que são enviadas utilizando o TCP/IP.
- ▶ A aplicação consiste de ambas as partes do cliente e do servidor, que podem executar em sistemas diferentes.



Normas TCP / IP

- ▶ O TCP/IP, assim como muitas tecnologias Web, floresceram devido à sua abertura para a comunidade e aprimoramentos constantes.
- ▶ Em contrapartida, um modelo como o OSI é uma norma ISO, desenvolvido por comitês.
- ▶ O mecanismo RFC (*Request for Comments*), que geralmente descreve protocolos, possibilita a constante evolução do TCP/IP. Qualquer pessoa pode submeter uma proposta para um RFC.
- ▶ Os RFCs possuem os estados: *Standard*, *Draft standard*, *Proposed standard*, *Experimental*, *Informational Protocols* e *Historic*. E também possuem os status: exigido, recomendado, eletivo, de uso limitado e não recomendado.
- ▶ Também existe a numeração de *standards* (STD), para demarcar claramente quais RFCs definem um padrão da internet, e que podem referenciar múltiplos RFCs.

- ▶ Consultando RFC do protocolo IP em <https://www.ietf.org/>.



The screenshot shows a web browser window with the URL `rfc-editor.org/search/rfc_search_detail.php?rfc=3700&pubstatus%5B%5D=Any&pub_date_type=any`. The page title is "RFC Editor". The search criteria are: RFC Number (or Subseries Number): 3700, Title/Keyword: (empty), Show Abstract: , Show Keywords: . There are "Search" and "Clear all" buttons. Below the search form, it says "1 result". A table displays the search results for RFC 3700.

| Number | Files | Title | Authors | Date | More Info | Status |
|--------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|---|---|
| RFC 3700 | ASCII PDF , HTML , HTML with inline errata | Internet Official Protocol Standards | J. Reynolds, Ed., S. Ginoza, Ed. | July 2004 | Errata. Obsoletes RFC 3600 . Obsoleted by RFC 5000 | Historic (changed from Internet Standard May 2008) |

At the bottom of the page, there are links: IAB • IANA • IETF • IRTF • ISE • ISOC, Reports • Site Map • Contact Us.

Referências

- ▶ Capítulo 1 do livro da IBM “TCP/IP Tutorial and technical overview” (disponível em <https://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/gg243376.pdf>).

The End!