

Chp. 01 – Introdução

1.1 – Primórdios da Redes de Computadores

1.2 – As Primeiras Redes de Computadores

1.3 – Protocolos e Linguagens

1.4 – Padronização de Protocolos

Referências Bibliográficas

- Gerard J. Holzmann – Design and Validation of Computer Protocols – Prentice Hall; Englewood Cliffs; New Jersey; 1991.
- Paulo Coelho - “Material de Aula” - Arquitetura de Redes de Computadores (FACOM49070 - Mecatrônica)
- Pedro Frosi - “Material de Aula” - Arquitetura de Redes de Computadores (GBC056 - Ciência da Computação)

1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

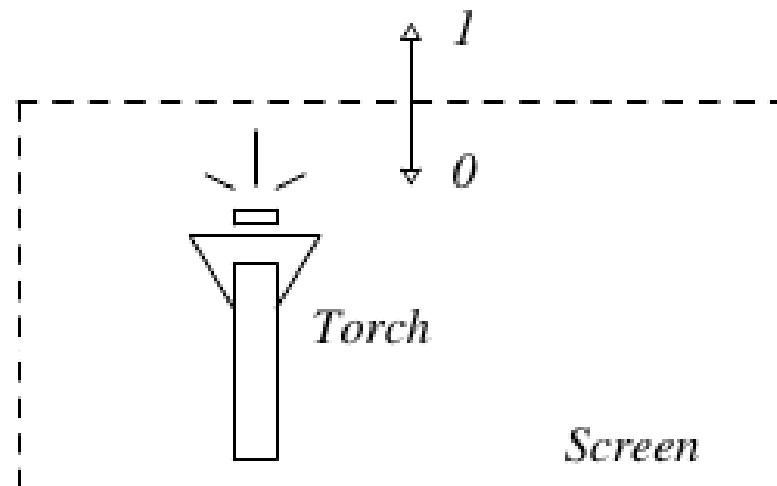
- “fato” - ... problema da falta de eficiência e o problema da ambiguidade em protocolos de comunicação já existiam antes mesmo dos primeiros computadores.
- ... tais problemas causavam interpretação equivocada e até desastrosa das mensagens trocadas entre as partes.
- Primeiros Protocolos ... qualquer coisa detectável a grande distância é um meio de comunicação em potencial;
 - ... há relatos de que sinais de fumaça foram usados para comunicar a queda de Tróia à Atenas a mais de 450km de distância.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- ... nos primórdios, para serviços onde a comunicação entre as partes era concebida por sinais previamente definidos, a maior parte deles desafiava a comunicação através de sinais de fogo.
- e.g., ... considere o caso de cidadãos que concordaram em transportar informações quando um frota tivesse chegado em Oreus, Peparethus ou Chalcis;
 - ... no caso de cidadãos que mudam de lado, ou que sejam culpados de traição ou qualquer outra coisa que pudesse acontecer, mas não pudesse ser prevista → essas questões desafiam a comunicação.
- “conclusão” - ... era completamente impossível ter um código preconcebido para coisas que não havia meio de prever.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- “Polybius” propôs um novo método que acreditava resolver o problema de comunicação (anteriormente descrito).
 - ... sistema extremamente sofisticado utilizava 02 conjuntos de 05 tochas de fogo (acesa ou apagada) permitindo transmitir mensagens arbitrárias como uma sequência de letras codificadas (52 caracteres).
 - ... tochas funcionam como “bits” e são visíveis para o destinatário quando levantadas acima de uma janela ou escondidas quando abaixo da mesma.

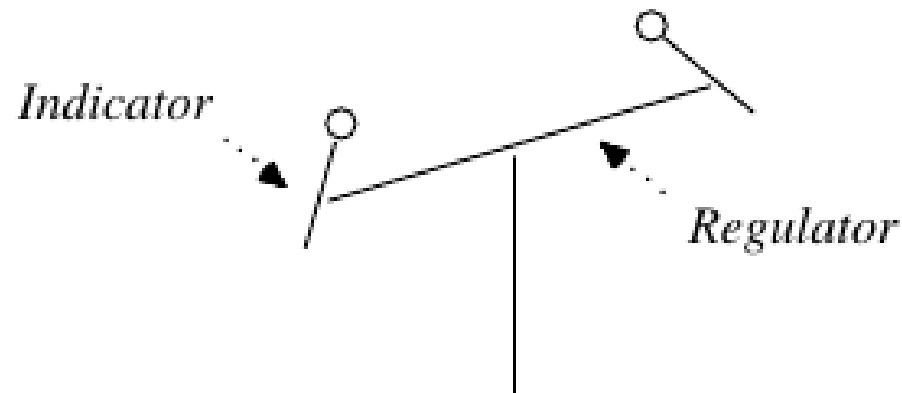


... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Telégrafo de Polibius não sofreu melhorias em mais de 20 séculos, não obstante, as alternativas eram inferiores.
- Robert Hooke (1684) ... descreveu um sistema óptico onde os caracteres podem ser exibidos em um posto de sinalização e observado a uma distância com um telescópio.
 - ... não há relatos de que tenha sido aplicado na prática.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Claude Chappe (1793) ... desenvolve o primeiro sistema de telégrafo pré-elétrico de sucesso.
 - ... sistema consistia de grandes estruturas construídas em madeira em topos de morro ou em torres de igreja e operadas por funcionários públicos equipados com telescópios.
 - ... semáforo contém 03 partes móveis (regulador e 02 indicadores).



... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- ... sistema de semáforos com mais de 100 combinações representando letras, números e até sinais de pontuação.
 - ... operadores liam mensagens de um vizinho;
 - ... operadores repassavam aos demais vizinhos.
- ... semáforos estão espalhados em 556 pontos cobrindo mais 4500 km, no entanto, não se tem detalhes de operações ou relatos de possíveis problemas.
- Obs.: sistemas semelhantes foram usados em diversos países.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Sistemas semelhantes foram usados em diversos países



A replica of one of [Chappe's](#) semaphore towers in Nalbach, Germany

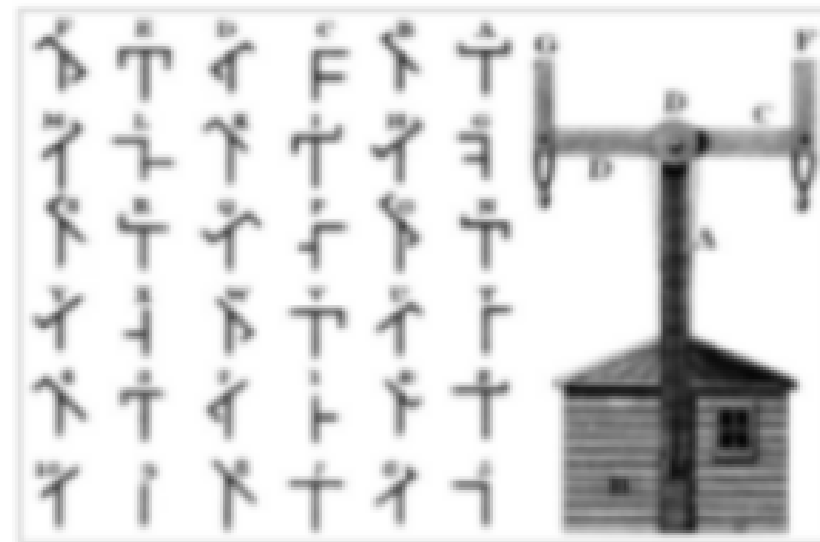


Diagram showing the Chappe system, as used simply for signalling letters and numbers (though it could also be used in an encoded form)

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Lord George Murray (1795) ... desenvolveu um semáforo com 06 obturadores que foi utilizado pelo Almirantado Britânico.
- ... empregou-se estruturas retangulares com 06 obturadores octogonais fixados em 02 eixos horizontais que podem girar sobre os seus eixos (posição horizontal e vertical).

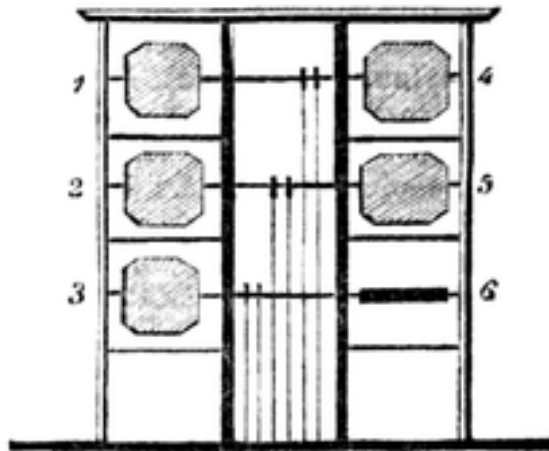
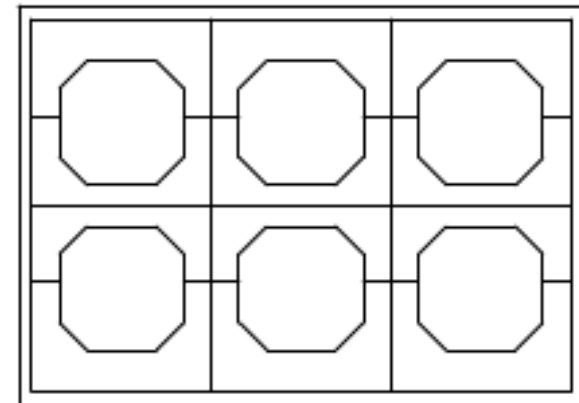


Diagram of UK Murray six-shutter system,
with shutter 6 in the horizontal position,
and shutters 1-5 vertical



George Murray's Six-Shutter Telegraph

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

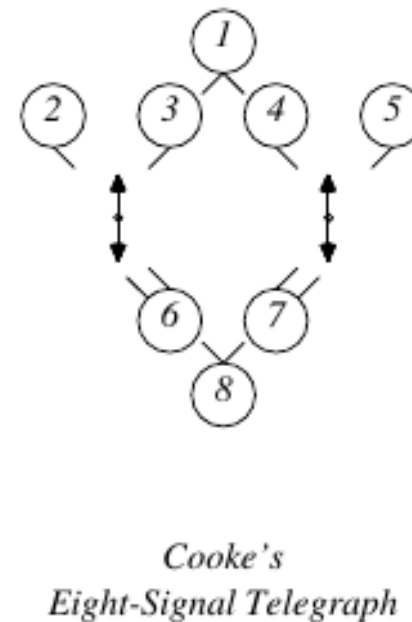
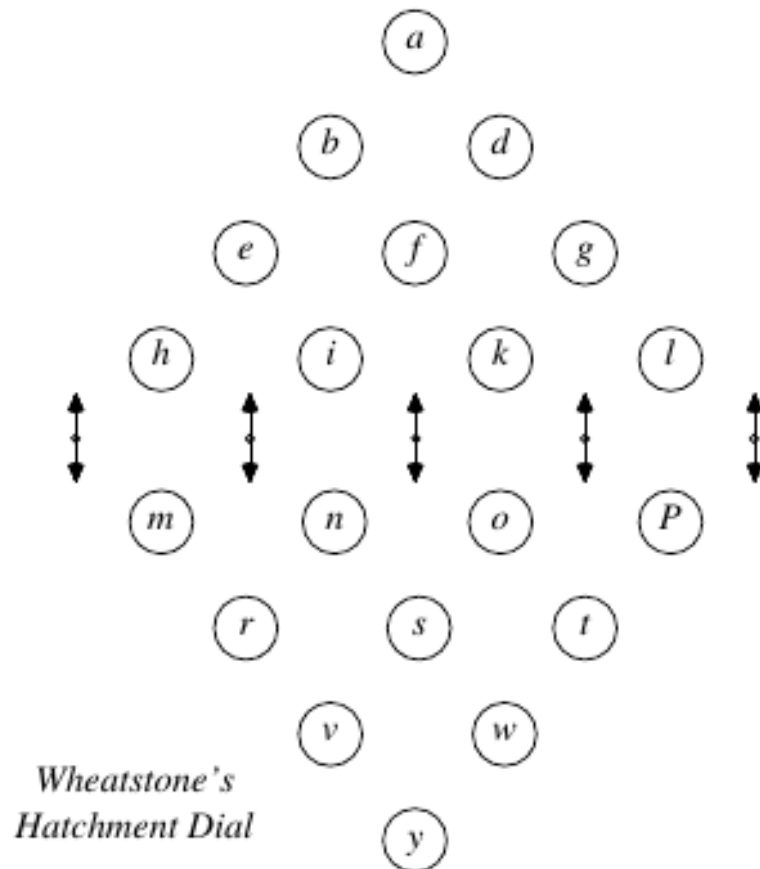
- mensagens – cada obturador pode ser fechado ou aberto para transmitir uma mensagem, ou seja, um código binário de 06 bits.
- msgs. de controle são também documentadas neste sistema:
 - ... 06 obturadores fechados sinalizam “not ready”;
 - ... 06 obturadores abertos sinalizam “ready to send”.
- ... “he employed rectangular framework towers with six, five feet high octagonal shutters on horizontal axes that flipped between horizontal and vertical positions to signal”.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Século 19 ... telégrafos eletromagnéticos que utilizavam conjunto de bússolas e suas deflexões para indicar um vocabulário próprio.
- Cooke e Wheatstone (1837) ... desenvolveram telégrafos de uma única bússola com códigos de controle, tais como repita e espere.
 - ... sistema foi adotado largamente em linhas de trem por toda a Inglaterra (10x mais baratos que sistemas ópticos).
 - ... telégrafos utilizados para proteger linhas de uma única pista em túneis, pois na época, muitos acidentes eram causados pela falta de familiaridade do operador com o equipamento.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Cooke e Wheatstone (1837) ... desenvolveram telégrafos de uma única bússola com códigos de controle - “stop and forward”



... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- William Cooke imprimiu grandes esforços para vender seu sistema para a Companhia de Trens da Inglaterra.
- Cooke (1842) documenta seu lobby em folheto, tendo sido extremamente otimista sobre os potenciais benefícios do sistema:
 - “... trains might proceed fearlessly, whether in time or out of time, whether on the right or on the wrong line, as their speed could always be slackened soon enough to avoid a collision.”
- Sistema foi adotado e usado em várias linhas da Great Western Railways da Inglaterra em razão dos benefícios percebidos.
 - ... experimentos mostraram que o gasto com operação era somente 10% daqueles com telégrafos ópticos e apresentava velocidade de transmissão muito maiores do que as obtidas com telégrafo óptico.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Exemplo de problema no protocolo: acidente de 1861.
 - Túnel de 2,5km, com operadores 24h por dia.
 - Ao entrar em um túnel com sinal verde, ele passa automaticamente para vermelho. Operador voltava para verde após trem ter saído do outro lado.
 - Um trilho em cada sentido. Um trem por trilho pode entrar no túnel.
 - Se o semáforo não ficar vermelho na passagem de um trem, operador deve usar bandeira vermelha.
 - Mensagens: *trem no túnel*, *túnel livre* e *trem no túnel?*
- O que pode ter dado errado???

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- Em 1875 mais de 320.000 km de linhas de telégrafo estavam em operação tendo por princípio Bússolas ou Código Morse.
 - ... código de sinalização mais utilizado foi o Código Morse modificado.
- Código Morse – código original utiliza 03 sinais que variam no tempo, são eles: “ponto”, “traço” e “traço longo”.
- Código Morse (1851) - ... versão moderna passou a utilizar código binário (“ponto” e “traço”) de comprimento variável
 - ... ou seja, a combinação destes sinais corresponde ao tamanho da mensagem * nro. de símbolos / msg.

... 1.1 - Primórdios da Redes de Computadores

- 1920 - ... desenvolvimento de teclado e impressora conectados diretamente nas linhas de télégrafo (tele-typewriter), usando código de 5 bits criado pelo francês Emil Baudot (1874).
- 1925 – redes completas de “telex” estão em operação.
 - ... rede de terminais únicos para enviar uma msg. escrita para qualquer outro terminal (rede mundial com um plano de endereçamento numérico).
- No mesmo período (1850 - 1950), 02 outras forma de comunicação são desenvolvidas (telefone e rádio) e se espalham.
- Elisha Gray e Alexander Graham Bell ... pedido de patente sobre a invenção do telefone em 1876, e em 1897 Guiglielmo Marconi construiu e usou o primeiro télégrafo de rádio.

1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- ENIAC (1946) - ... um dos mais antigos computadores programáveis construído na Universidade da Pensilvania, pesava 30 tons.
 - J. Bardeen, W.H. Brattain, W. Shockley (AT&T) 1947 – invenção do transistor permitiu que os sistemas tornassem pequenos e rápidos.
- ENIAC (1946) - ... demanda por novos protocolos se intensifica em 1950, com a automatização da execução (mainframes);
- 1^{os} protocolos representavam codificação da operação até então manual, por isso, são chamados protocolos “mestre-escravo”.

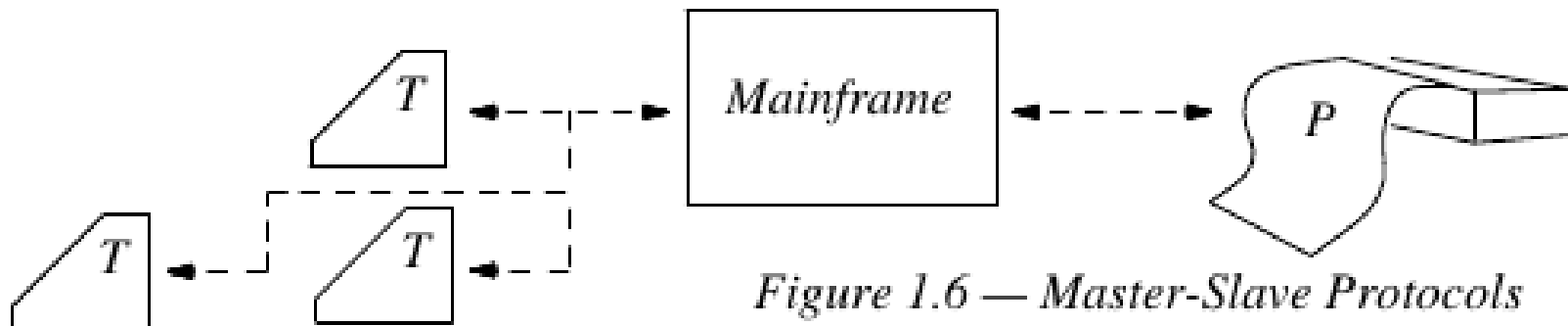


Figure 1.6 — Master-Slave Protocols

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- “Protocolo Mestre/Escravo” - ... uma das partes envolvidas na comunicação está no controle e a outra responde às requisições.
 - “mestre” - ... responsável por todas as tarefas de transferência de dados, recuperação, sincronização e gerenciamento de conexão.
 - ... protocolos mais antigos foram projetados com esse conceito em mente, p.ex., IBM Bisync ou Binary Synchronous Communication (BSC).
- 1960 - ... interconexão de computadores mainframe através de redes de dados, evidenciou o problema de projeto de protocolos.
 - ... aumento das velocidades de dados e carga de tráfego → inviabiliza a conveniência de relações mestre-escravo.
 - ... “Mainframes” ... estão conectados em redes de pares.

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- 1960s - ... “mainframes” conectados através de redes de dados evidencia a necessidade e importância do projeto de protocolos.
 - e.g., American Airlines (1961) possuía uma das primeiras redes de grande escala para sistemas de reserva de passagem aérea.

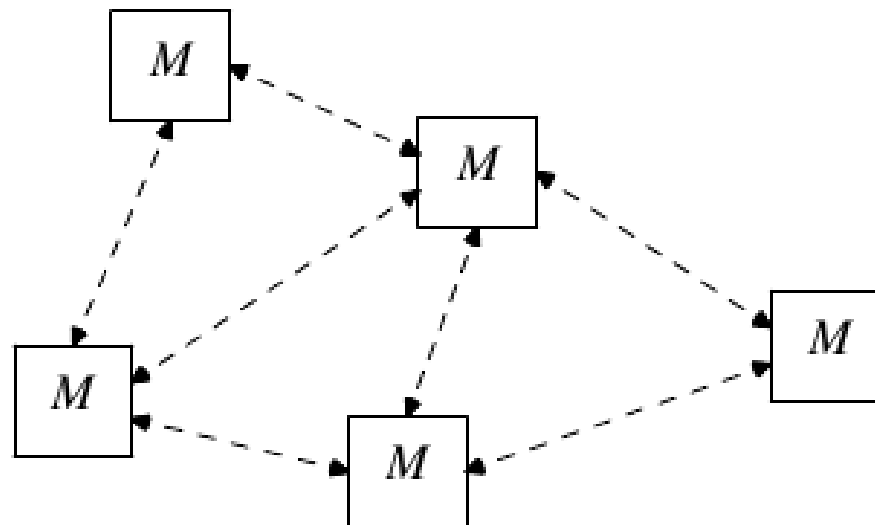


Figure 1.7 — Network of Peers

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- “problema” - ... estabelecer um acordo sobre o uso de recursos compartilhados em uma rede de pares.
 - ... identificação de qual processo é responsável por qual tarefa não é direta ... tais responsabilidades podem ser negociadas.
 - ... se mais de um processo pressupõe erroneamente a responsabilidade por uma tarefa, o caos pode ser o resultado.
 - ... projetistas de redes da década de 1960 aprenderam da maneira mais difícil que as sequências muito improváveis de eventos realmente acontecem e podem arruinar o melhor projeto de protocolo.
- Obs.: ... embora uma colisão de 02 fluxos de dados num canal de satélite pareça inofensivo em comparação com uma colisão frontal de dois trens, em ambos os casos, o dano pode ser substancial.

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- “Peer Protocols” - conjunto de regras e procedimentos que governam a troca de informações entre elementos pares;
 - elementos pares = elementos da mesma camada.
- ...envolve o envio de um pedido (request) a todos os pares, e onde o pedido é recebido e processado, uma resposta é possivelmente (reponse) enviada de volta.
- ... computação de pares ou computação de rede ... arquitetura de aplicação distribuída que distribui as tarefas entre pares.

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- “peers” - ... tornam uma parcela de seus recursos, tais como poder de processamento, armazenamento em disco ou largura de banda, diretamente disponível para outros participantes;
- Algumas Vantagens do Protocolos de Pares:
- ... não tem necessidade de coordenação central por servidores ou hosts fixos, ou seja, sem o uso do princípio “mestre-escravo”;
- ... pares são os fornecedores e consumidores de recursos, em contraste com o modelo cliente-servidor tradicional, em que o consumo e a oferta de recursos é separado.

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- Em 1969, foi criada a rede da ARPA (*Advanced Research Projects Agency*) financiada pelo Departamento de Defesa dos EUA.
 - 1ª Rede de Computadores de comutação de pacotes e a partir da qual nasceu a Rede Internet ou Rede TCP/IP (Rede Internet atual).
- Rede Internet -
 - 1985 .. possuía 1.200 nós;
 - 1987 .. possuía 25.000 nós;
 - 1989 .. possuía mais de 250.000 nós.

... 1.2 - As Primeiras Redes de Computadores

- O problema do projeto de protocolo é tentar desenvolver acordos sobre o uso de recursos compartilhados em uma rede de peers.
 - ... colisão de 02 fluxos de dados pode causar tanto dano quando a de dois trens (referência ao Acidente no Túnel Clayton – Inglaterra).
- “origem do termo” - ... utilizado pela primeira vez por R.A. Scantlebury e K.A. Bartlett no Laboratório de Física Nacional na Inglaterra, em um memorando que foi escrito em abril de 1967.
 - ... memorando foi intitulado “Um Protocolo para Utilização na Rede de Comunicação de Dados NPL”.

1.3 – Protocolos e Linguagens

- “idéia” - espécie de acordo sobre a troca de informações entre os elementos pares e que formam um sistema distribuído.
- “protocolo” - ... define um formato preciso para msgs. válidas, tal como os pontos e traços que compõem o Código Morse (sintaxe).
 - ... também define as regras procedimentais para a troca de dados (gramática), bem como define um vocabulário de mensagens válidas que podem ser trocados, com o seu significado (semântica).

... 1.3 – Protocolos e Linguagens

- Já vimos que um protocolo é uma espécie de acordo sobre a troca de informações entre elementos pares de um sistema distribuído.
- Assim, a definição de um protocolo se parece com a definição de uma linguagem (ou uma língua):
 - “gramática” - ... define regras de procedimento para troca de dados;
 - “sintaxe” - ... define um formato preciso para as mensagens válidas;
 - “vocabulário” - ... conjunto de mensagens válidas;
 - “semântica” - ... significado das mensagens;
 - “regras procedimentais” - ... remetente e destinatário devem conhecer o protocolo e implementá-lo corretamente.

... 1.3 – Protocolos e Linguagens

- “protocolo” - ... se parece com a definição de uma linguagem, ou seja, contempla os conceitos de gramática, vocabulário, sintaxe, semântica e regras procedimentais.
- “problema” - ... interpretações diferentes de um conjunto de regras de um dado protocolo podem gerar implementações incompatíveis e desastrosas.

1.4 – Padronização de Protocolos

- Muitos grupos de padronização, estão em atividade na área de comunicação de dados, como p.ex.:
- ISO (International Standardization Organization) incluiu outros organismos de padronização internacional tais como a ANSI (American National Standards Institute).
 - ... está organizada com comitês técnicos (Technical Committees – TC), que por sua vez estão organizados em sub-comitês (SubCommittee) e grupos de trabalho (Working Group - WG).
- ANSI - ... responsável por padrões tais como Código de Caracteres ASCII e Interface RS-232.
 - ASCII é formalmente conhecido com ISO 646 e, diferentemente do CCITT, não é uma organização de tratado e a adesão é voluntária.

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) - organização de tratado formada em 1956 pela união da CCIT (Telegraph Systems) and the CCIF (Telephone Systems).
- ITU (International Telecommunications Union) – CCITT atual que inclui muitas companhias públicas de telefonia, tais como European PTTs e America's AT&T.
- IFIP (International Federation for Information Processing) - ... tem por objetivo servir como uma organização ponte que conecta os trabalhos realizados pela CCITT e a ISO.

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- Outros Organizações de Padronização:
- NIST (National Institute for Science and Technology) ou NBS - laboratório de padrões de medição, e uma agência não regulamentar do Departamento de Comércio dos Estados Unidos.
- FTSC (Federal Telecommunications Standard Committee) - ... regula as comunicações interestaduais por rádio, televisão, fio, satélite e cabo em todos os 50 estados e territórios dos EUA.
 - Agência independente do governo dos Estados Unidos.
 - FCC foi formada pela Lei de Comunicações de 1934 para substituir as funções de regulação de rádio da Comissão Federal de Rádio.

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) - ... formada em 1963 a partir da fusão do Instituto Americano de Engenheiros Eletricistas e do Instituto de Engenheiros de Rádio.
 - ... atualmené a maior associação mundial de profissionais técnicos com mais de 400.000 membros.
 - ... seus objetivos são a promoção educativa e técnica de engenharia elétrica e eletrônica, telecomunicações, engenharia da computação e disciplinas afins.

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- Obs.: Padronização de Protocolos não resolve o problema em si de projeto de protocolo, uma vez que, quão bom é um padrão internacional que está incompleto ou até mesmo com defeito ?
 - ... organismos de normatização enfrentam o mesmo problema, como todos os outros projetistas de protocolo, e pode-se bem dizer que "projeto pelo comitê " nem sempre dá GARANTIA dos melhores resultados.
- Grupos de Padronização se deparam com os mesmos problemas, para tanto existem métodos para projetar e descrever protocolos;
 - ... ainda assim, fazem-se necessários métodos eficientes para testar protocolos submetidos às entidades.

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- Grupos de Padronização se deparam com os mesmos problemas, para tanto existem métodos para projetar e descrever protocolos;
 - ... ainda assim, fazem-se necessários métodos eficientes para testar protocolos submetidos às entidades.
- ESTELLE - ... técnica de descrição desenvolvida dentro do subgrupo de ISO TC97 / SC21 / GT1 - 03 subgrupos de GT1 estudando técnicas de descrição formal ter sido ativa desde 1981.
- ... linguagem Estelle é baseada em um conceito de máquina de estado finito estendido - ISO IS9074 (Julho/1989).

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- Specification and Description Language (SDL) - linguagem de especificação orientada para a especificação inequívoca e descrição do comportamento de sistemas reativos e distribuídos.
 - ... criado para a especificação e concepção de sistemas de telecomunicações, tais como centrais telefônicas (SG-XI e SG-X do CCITT).
- SDL - ... dispõe de representação gráfica (SDL/GR), bem como uma representação textual (SDL/PR), que são as duas representações equivalentes de uma mesma semântica.
 - ... modelos geralmente são mostrados na forma SDL/GR gráfica e SDL/PR e usado principalmente para a troca de modelos entre ferramentas.
 - Um sistema é especificado como um conjunto de máquinas abstratas interligados que são extensões de máquinas de estados finitos (FSM).

... 1.4 – Padronização de Protocolos

- Redes de Petri - ... uma das várias linguagens de modelagem matemática para a descrição de sistemas distribuídos.
- ... grafo bipartido dirigido, em que os nós representam transições (isto é, eventos que podem ocorrer, representados por barras) e locais (isto é, condições representadas por círculos).
- ... arcos direcionados descrevem quais são os lugares pré e / ou pós-condições para que as transições (representado por setas).
- Redes de Petri foram inventadas em 1939 por Carl Adam Petri com o objetivo de descrever os processos químicos.