www.projetoderedes.com.br

Aula 5 – Parâmetros de Desempenho

Desempenho da Rede

- **Estudo das terminologias associadas a "Como avaliar o desempenho de uma rede?"**
  - **Seja a rede existente (atual) ou a proposta em um projeto.**
- **O desempenho sempre está diretamente ligado à análise matemática!**
- **Para muitos a meta de desempenho é: "Ter que funcionar sem a reclamação dos usuários..."**
  - **Nesse caso faz-se "suposições" dos parâmetros de desempenho**
- **Para outros, no entanto, podem existir metas definidas de desempenho...**
  - **Aí é necessário a análise dos "parâmetros de desempenho"**

Parâmetros de Desempenho

1. **Disponibilidade:** Percentual de tempo que uma rede está pronta para o uso.
2. **MTBF e MTTR**: Intervalos de tempo relativos a falhas e a recuperação de uma rede.
3. **Capacidade (largura de banda):** A capacidade de transporte de dados de um circuito ou uma rede, medida em [bps].
4. **Utilização:** Percentual da capacidade total disponível em uso.
5. **Utilização ótima:** Máxima utilização média antes da rede ser considerada saturada.
6. **Vazão:** Quantidade de dados isentos de erros (dados úteis) transferidos com sucesso entre dois nós por unidade de tempo.
7. **Carga oferecida:** Soma de todos os dados que todos os nós de rede estão prontos para enviar em um determinado momento.

Parâmetros de Desempenho

8. **Precisão:** Proporção do tráfego útil transmitido corretamente, em relação ao tráfego total.
9. **Eficiência:** Medida do esforço necessário para produzir uma certa quantidade de vazão de dados.
10. **Retardo (latência / *delay*):** Intervalo de tempo entre o momento em que uma estrutura está pronta para ser transmitida a partir de um nó e o momento da entrega da estrutura em outro lugar da rede. (Obs.: Retardo ou latência **da rede**)
11. **Variação do retardo *(jitter):*** Variação da quantidade de tempo médio de retardo.
12. **Tempo de resposta:** O intervalo de tempo entre a solicitação de algum serviço de rede e uma resposta ao pedido.

Disponibilidade

- **Disponibilidade (definição):**
  - **Percentual de tempo durante o qual uma rede está disponível para os usuários. É expressa em % de tempo de atividade por ano / mês / semana / dia / hora ...**
- **Termos relacionados (não confundir disponibilidade com...):**
  - **Redundância:** Adição de dispositivos/caminhos duplicados para evitar o tempo de inatividade.
  - **Confiabilidade:** Termo amplo, ligado à precisão, taxas de erros, estabilidade e período de tempo entre falhas.
  - **Capacidade de recuperação:** Facilidade e intervalo de tempo no qual uma rede se recupera de problemas.
- **O projetista deve procurar "extrair" do cliente qual a meta de disponibilidade da rede pretendida.**

Especificação da Disponibilidade

- **Exemplo: Uma rede está disponível 99,70 % da semana. (?)**
  - **Isso significa um tempo de inatividade de aproximadamente 30 minutos por semana.**

    Mas... Requer maiores especificações ...
  - **Os 30 minutos ocorrem no meio de um dia de expediente ou nas noites de sábado?** (Manutenção programada ou *backups*)
  - **Os 30 minutos ocorrem de forma ininterrupta ou são diluídos ao longo das horas da semana. O mesmo percentual é equivalente a uma inatividade de 10,8 segundos a cada hora: Para muitos aplicativos isso até é tolerado!**
- **Aplicativos de missão crítica normalmente requerem pouco ou nenhum tempo de inatividade.**
- **É possível quantificar (e documentar) quanto de prejuízo a empresa teria por inatividade de um certo aplicativo.**

MTBF & MTTR

- **Fornecem períodos explícitos de tempo (ao invés de um percentual).**
- **MTBF** *(Mean Time Between Failures):* Tempo **médio** entre duas falhas consecutivas. Às vezes referenciado como **MTBSO** *(Mean Time Between Service Outage)*.
- **MTTR** *(Mean Time To Repair):* Tempo **médio** para reparação do defeito. De forma semelhante conhecido como **MTTSR** *(Mean Time to Service Repair)*.
- **Regra geral:**

$$\text{Disponibilidade}\ (\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

MTBF & MTTR

- **Exemplo:**

  Para uma rede altamente confiável, alguns valores típicos de MTBF e MTTR são 4000 horas e 1 hora, respectivamente.

  - **A rede não deve falhar com uma freqüência maior que uma vez a cada 4000 horas (ou 166,67 dias)**
  - **Uma vez ocorrida a falha, a mesma deverá ser corrigida em 1 hora.**
  - **Isso leva a uma disponibilidade (%) de:**

    4000/(4000+1) = 0,9998 (ou 99,98%)

Utilização da Rede

- **Procurar medir os segmentos "interessantes": Backbones, acesso aos servidores, linhas de acesso remoto.**
- **Observar a "granularidade" da medição: Intervalo de tempo para a realização de cada medida.**
  - **Para solução de problemas (tempestades de difusão, estações retransmitindo com muita freqüência) o ideal é um intervalo pequeno: minutos ou segundos.**
  - **Para analisar desempenho e determinar a "linha de base" é interessante um intervalo de 1 a 5 minutos.**
  - **Análise de carga a longo prazo: Monitorar a cada 10 minutos.**

Utilização da Largura de Banda por Protocolo

- **Documentar as utilizações relativa e absoluta de cada protocolo importante que circule na inter-rede.**
  - **Utilização relativa: Banda usada pelo protocolo em comparação com o total em uso, no instante atual.**
  - **Utilização absoluta: Banda usada pelo protocolo em comparação com a capacidade total do segmento.**

Protocolo	Utilização relativa	Utilização absoluta	Taxa de difusão/multicast
IP IPX AppleTalk DECnet NetBIOS SNA Outros...			

Utilização Ótima da Rede

- **A utilização reflete o percentual da capacidade da rede utilizada em um dado instante de tempo** (ex. durante 5 minutos)**.**
  - **Ex.: O tráfego em um segmento Ethernet 10 Mbps é 30%: Isso representa uma carga de 3 Mbps.**
- **A utilização ótima estabelece um "limiar" (meta de projeto) a partir do qual a rede é considerada saturada.**
- **Estudos conduzidos pelo IEEE comparando as tecnologias CSMA/CD com a de passagem de símbolo (*token*), ambas a uma taxa de 10 Mbps, trazem os resultados para o percentual de utilização ótima:**
  - **Para um segmento CSMA/CD compartilhado (como a Ethernet não comutada): 37%**
  - **Para uma tecnologia de passagem de símbolo *(Token Ring* ou FDDI): 70%**

Utilização Ótima da Rede

- **No caso dos meios compartilhados, acima de 37% as colisões passam a ser significativas.**
  - **Isso não se aplica no caso de um segmento compartilhado por apenas duas estações. (Utilização ótima próxima de 100%.)**
- **No caso da passagem de símbolo, os 70% estariam associados a uma "folga" da rede para os momentos de pico de tráfego.**
  - **É obvio que, se necessário, uma análise mais detalhada dos picos de tráfego poderá ser conduzida.**

Vazão

- **Definida como a quantidade de dados isentos de erros transmitidos por unidade de tempo.**
- **Teoricamente: A vazão deve aumentar à medida que a carga oferecida à rede cresce, até o máximo da capacidade de rede.**
- **Na prática: A vazão da rede depende do método de acesso ao meio, da carga atual da rede e da taxa de erros.**
- **Para um dispositivo de interligação de redes (roteador, por exemplo) a vazão é a taxa máxima na qual o dispositivo encaminha pacotes sem perder nenhum deles.**
- **A vazão é dada em "pacotes por segundo" (PPS) ou "células por segundo" (CPS).**

Teste de Vazão

Considerando-se um fluxo Ethernet:

- **Gerador envia pacotes variando o tamanho de 64 até 1518 octetos.**
- **No início, enviam-se pacotes a uma taxa igual metade daquela teoricamente possível em condições de teste.**
  - **Ocorrem perdas ➢ diminui-se a taxa;**
  - **Não ocorrem perdas ➢ aumenta-se a taxa.**
  - **Processo repetido até encontrar o valor (PPS) no qual não ocorram perdas.**
- **Cuidado ao ler resultados: Valores para estruturas pequenas são bem maiores que estruturas grandes!**

Valores teóricos (máximos) para Vazão

- **Obtidos dividindo-se a largura de banda pelo tamanho do pacote, incluindo cabeçalhos, preâmbulos e intervalo entre estruturas ➢ "velocidade de fio".**

Tamanho da estrutura (octetos)	PPS Máximo – Ethernet @ 10Mbps
64	14880
128	8445
256	4528
512	2349
768	1586
1024	1197
1280	961
1518	812

Goodput:
Vazão da Camada de Aplicativo

- **Mede a qualidade (quanto à ausência de erros) dos dados transmitidos da camada de aplicativo por unidade de tempo.**
- **Um aumento na vazão da rede não é (necessariamente) acompanhado de um aumento na *goodput*.**
  - **Exemplo: Eliminando-se funções de compactação, mais dados são transmitidos por unidade de tempo, porém o usuário notará um desempenho pior (exemplo: alguns modems trabalham com compactação).**
- **Vários fatores limitam a vazão da camada de aplicativo, além das próprias taxas PPS (ou CPS) dos dispositivos da rede:**
  - **Taxas de erros, funções de protocolos (*handshaking*, janelas, reconhecimentos...)**
  - **Desempenho das estações de trabalho (disco, S.O., *software,* ...)**

Precisão

- **Mede a ausência de erros em um meio qualquer.**
- **Princípio básico: Dados no destino devem ser iguais à dados na origem.**
- **As causas de erros estão associadas a:**
  - **Ruído em cabeamento, dispositivos defeituosos, conectores de má qualidade, descasamento de impedâncias, etc.**
- **Normalmente é dada pela taxa de erros de bit (*bit error rate,* BER), para o caso de links de WANs.**
- **Valores típicos:**
  - **Links analógicos (cobre): 10^{-5} (1 bit errado a cada 100.000 bits)**
  - **Links digitais (cobre): 10^{-6}**
  - **Links digitais (fibra óptica): 10^{-11} (1 bit a cada 10 bilhões...)**

Precisão

- **Em LANs, os analisadores de protocolos concentram-se em "estruturas defeituosas" (ou colisões) ao invés da BER.**
  - **Limiar típico: Não haver mais que 1 estrutura defeituosa a cada 10^6 bytes.**

Em Ethernet:

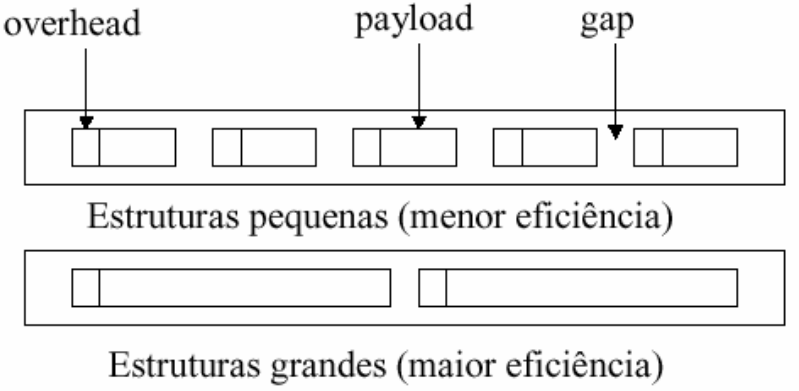
- **Estruturas defeituosas resultam de colisões (3 tipos):**
  - **Colisões no preâmbulo de 8 octetos: São a maioria e não são registradas por ferramentas de diagnósticos.**
  - **Colisões após o preâmbulo e em algum local dos primeiros 64 octetos: É uma colisão "válida" *(runt frame).* Meta típica: Menos de 0,1 % das estruturas deve ser afetada por esse tipo de colisão.**
  - **Colisão além dos 64 octetos: Colisão dita "tardia", nunca deve ser registrada. Significa que o segmento Ethernet está muito grande.**

Eficiência

- **Mede o quanto uma operação é efetiva em comparação com o custo em esforço, energia, tempo, dinheiro, etc.**
  (Ex.: Eficiência do motor de um automóvel)
- **"Ethernet compartilhado é ineficiente pois as taxas de colisões são altas": A quantidade de esforço para enviar a estrutura torna-se considerável.**
- **Cabeçalhos grandes são causas óbvias de ineficiência. Então uma meta típica é maximizar o tamanho das estruturas, pois a quantidade de dados (úteis) será maior.**
- **Porém estruturas grandes estão mais sujeitas a erros (BER) e também "monopolizam" o meio de transmissão.**

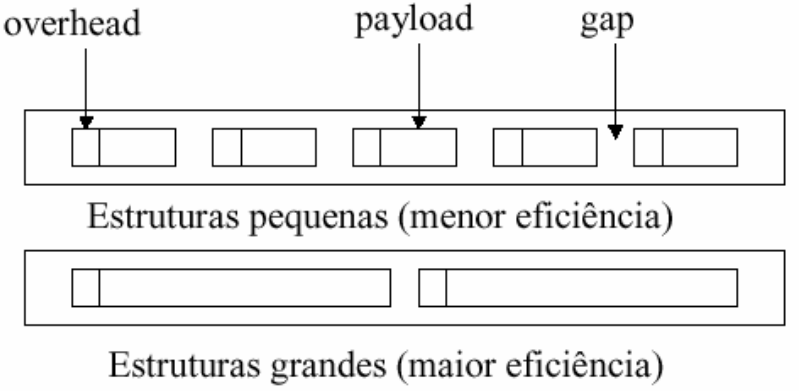
Eficiência

- **Mede o quanto uma operação é efetiva em comparação com o custo em esforço, energia, tempo, dinheiro, etc.**
  (Ex.: Eficiência do motor de um automóvel)
- **"Ethernet compartilhado é ineficiente pois as taxas de colisões são altas": A quantidade de esforço para enviar a estrutura torna-se considerável.**
- **Cabeçalhos grandes são causas óbvias de ineficiência. Então uma meta típica é maximizar o tamanho das estruturas, pois a quantidade de dados (úteis) será maior.**
- **Porém estruturas grandes estão mais sujeitas a erros (BER) e também "monopolizam" o meio de transmissão.**



Eficiência

- **Mede o quanto uma operação é efetiva em comparação com o custo em esforço, energia, tempo, dinheiro, etc.**
  (Ex.: Eficiência do motor de um automóvel)
- **"Ethernet compartilhado é ineficiente pois as taxas de colisões são altas": A quantidade de esforço para enviar a estrutura torna-se considerável.**
- **Cabeçalhos grandes são causas óbvias de ineficiência. Então uma meta típica é maximizar o tamanho das estruturas, pois a quantidade de dados (úteis) será maior.**
- **Porém estruturas grandes estão mais sujeitas a erros (BER) e também "monopolizam" o meio de transmissão.**



Retardo e Variação de Retardo

- **Retardo *(delay):* Atraso sofrido por uma estrutura para entregá-la de um ponto a outro da rede.**
- **Variação do retardo *(jitter):* Quando o retardo não é constante.**
- **Aplicativos interativos demandam um retardo mínimo e constante. (Voz, vídeo e Telnet).**
- **Causas mais comuns do retardo:**
  - **Velocidade finita dos meios de transmissão: Satélites (270 ms), cabos terrestres (1 ms a cada 200 km)...**
  - **Tempo para colocar os dados no meio (ligado à velocidade da linha e ao volume dos dados).**
  - **Tempo na comutação de pacotes: Latência em pontes, *switches* e roteadores.**
  - **Tempo perdido em filas (roteadores): Cresce exponencialmente em função da utilização.**

Retardo e Variação de Retardo

- **Maneira mais comum (e prática) de se medir o *delay* e o *jitter*:**
  - **Documentar o tempo de viagem de ida e volta (RTT - *Round Trip Time*) obtidos pelo envio de solicitações eco ICMP ("ping").**
- **Procurar documentar os valores entre os principais "nós" da rede (roteadores, servidores, *mainframes*, ...)**

Variação de Retardo

- São minimizados com *buffers* de isolamento.
- Valores aceitáveis para o *jitter* estão compreendidos na faixa de 1 a 2%do retardo (*delay*).
  - Por exemplo se o retardo admissível é de 40 ms, a variação não deve ser maior que 400 ou 800 μs.
- Tecnologias como o ATM (células de 53 octetos) possuem parâmetros para especificar o *delay* e o *jitter* desejados.
  - MCTD: *Maximum cell transfer delay*
  - MCDV: *Maximum cell delay variation*

Tempo de Resposta

- **Usuários finais não estão preocupados em *delay*, *jitter*, vazão, BER ou capacidade da rede... Eles reconhecem "apenas" a quantidade de tempo para receber a resposta de um sistema de rede e... Frustram-se quando esse tempo é longo!**
- **Os tempos de resposta devem ser mantidos dentro de 100 ms.**
- **No caso de aplicativos de massa (transferência de longos arquivos ou páginas da WEB gráficas) admite-se um tempo próximo a 10 ou 20 segundos.**
- **Realizar testes do ponto de vista do usuário:**
  - **Tempo de inicialização de estações, *download* de arquivos, páginas da WEB, etc.**
  - **Tempo de resposta à serviços básicos de rede (DHCP, DNS,...).**

Segurança

- **Um analisador de protocolos pode ser uma "arma" na mão de pessoas mal intencionadas!**
- **Com recursos de armazenamento e filtragem de pacotes obtidos de uma interface de rede colocada em modo promíscuo é possível obter *logins*, senhas, ...**

Segurança Física

- **Refere-se à limitação do acesso a recursos de rede importantes, mantendo-os atrás de "portas trancadas"**
- **Também se refere à proteção quanto a desastres naturais (inundações, terremotos, incêndios, ...)**
- **Aqui entra também a questão de equipar a sala dos equipamentos de rede com UPS (*Uninterruptible Power Supplies*) os "vulgos" no-breaks, alarmes de incêndio, racks seguros, etc.**

Requisitos de Segurança

- **Proteger recursos, impedindo que sejam roubados, alterados, incapacitados ou danificados.**
- **Entenda-se recursos por: *hosts*, servidores, sistemas de usuários, dispositivos de interligação de redes, dados do sistema, dados de aplicativos e a própria imagem da empresa.**
- **Alguns requisitos adicionais (específicos a cada caso) podem ser listados em:**
  - **Permitir que usuários externos tenham acesso aos dados em servidores públicos (Web/FTP), mas não tenham acesso a dados internos.**
  - **Autorizar e autenticar usuários de filiais, usuários móveis e pessoas que trabalham em casa.**
  - **Detectar intrusos e isolar a proporção de danos que eles venham a causar.**

Requisitos de Segurança

- **Requisitos adicionais (continuação):**
  - **Autenticar atualizações de tabelas de roteamento recebidas de roteadores internos ou externos.**
  - **Proteger dados transmitidos para sites remotos através de uma VPN.**
  - **Proteger fisicamente hosts e dispositivos de interligação de redes, mantendo-os em uma "sala trancada".**
  - **Proteger logicamente hosts e dispositivos de interligação de redes com contas de usuários e direitos de acesso a diretórios e arquivos.**
  - **Proteger aplicativos e dados contra vírus de *software*.**
  - **Treinamento de usuários e gerentes de rede sobre segurança.**
  - **Implementação de direitos autorais ou outros métodos legais de proteção de produtos e da propriedade intelectual.**

Projeto de uma Rede Segura

O projeto de uma rede segura envolve as seguintes etapas:

1. **Identificar os ativos (tudo o que pode ser atacado) e riscos (formas potenciais de ataque) da rede;**
2. **Analisar os requisitos e compromissos de segurança;**
   - **O custo de se proteger contra uma ameaça deve ser menor que o custo de se recuperar se a ameaça o atingir.**
3. **Desenvolvimento de um plano de segurança;**
   - **Documento de alto nível que propõe o que uma organização deve fazer para satisfazer a requisitos de segurança.**
4. **Desenvolvimento de uma norma de segurança;**
   - **É uma declaração formal das regras às quais as pessoas que têm um determinado acesso à tecnologia e aos ativos de informações de uma organização devem obedecer.**

Projeto de uma Rede Segura

5. **Desenvolver procedimentos para aplicar as normas e estratégias para a implementação técnica;**
6. **Conseguir comprometimento dos usuários, gerentes e pessoal técnico;**
   - **Normalmente obtido com treinamentos.**
7. **Testar a segurança, atualizando-a, no caso de problemas;**
8. **Manter a segurança, programando auditorias, lendo logs, respondendo a incidentes, informando-se sobre atualizações e alertas de entidades (CAIS e CERT).**