**1. Exemplos de Enlace:**

* **Alta BW e Alta Latência:** Link Satelital GEO (100 Mbps a 1 Gbps, latência média de 600 ms).
* **Baixa BW e Baixa Latência:** Rede Bluetooth (até 3 Mbps, latência < 10 ms).

**2. Ethernet vs Wi-Fi:**

* **Acesso ao Meio:** Ethernet usa CSMA/CD (comutado atualmente, sem colisões). Wi-Fi utiliza CSMA/CA com RTS/CTS para evitar colisões.
* **Segurança:** Ethernet não possui criptografia nativa. Wi-Fi implementa WPA2/WPA3.
* **Confiabilidade:** Ethernet é determinístico e livre de interferências. Wi-Fi é suscetível a ruído, interferências e perdas.
* **Desempenho:** Ethernet oferece maior throughput, menor latência e estabilidade. Wi-Fi apresenta variações devido à propagação e interferências.

**3. Colisões na Camada de Enlace:**

* **Com Fio:** CSMA/CD detecta colisões e retransmite (obsoleto em redes comutadas).
* **Sem Fio:** CSMA/CA previne colisões utilizando backoff aleatório e, opcionalmente, RTS/CTS para reservar o meio.

**4. Protocolo ARP:**

* **Definição:** Resolve endereços IP em endereços MAC na mesma sub-rede.
* **Funcionamento:** Host envia ARP Request (broadcast). O host de destino responde com ARP Reply (unicast).
* **Exemplos:**
  + **Mesma Rede:** PC1 (IP 192.168.1.10) pergunta quem tem IP 192.168.1.20.
  + **Redes Distintas:** Encaminhado via Gateway. Host resolve o MAC do roteador local.

**5. Evolução da Ethernet:**

* De 10 Mbps (10BASE-T) até 10 Gbps (10GBASE-T).
* **Meios:** Par trançado (Cat5e, Cat6, Cat6a), fibra óptica (OM1, OM2, OM3, OM4).
* **Distâncias:** 100 m (cobre) a até 40 km (fibra).
* **Padrões:** 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, 10GBASE-T, entre outros.

**6. Processamento de Quadros na LAN:**

* Se A envia para MAC de B, C descarta na camada de enlace (não sobe para IP).
* Se A usa broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF), todos os hosts processam na camada de enlace e encaminham para camada de rede.

**7. ARP – Broadcast e Unicast:**

* **Request:** Broadcast, pois o remetente não conhece o MAC de destino.
* **Reply:** Unicast, pois já conhece o MAC de quem solicitou.

**8. Cálculo CRC:**

* **G = 1011011 (7 bits)**
* **D = 10010001110101111**
* Resultado: Necessário efetuar divisão binária módulo 2 (operação XOR). Caso queira, posso calcular manualmente.

**9. Enlace com Correção de Erros:**

* **Wi-Fi (IEEE 802.11):** Utiliza FEC (Forward Error Correction) com códigos convolucionais e CRC.

**10. Interferência no Wi-Fi (Canal 11):**

* Não falha totalmente, mas ocorre contenção.
* Se dois clientes transmitem juntos, ocorre backoff, aumentando latência e reduzindo throughput.
* **Soluções:** Seleção de canais não sobrepostos (1, 6, 11), uso de 5 GHz, Wi-Fi 6 (OFDMA).

**11. MTU Máxima:**

* **Ethernet:** 1518 bytes (frame padrão). Jumbo Frame até 9000 bytes em redes específicas.
* **Wi-Fi:** Aproximadamente 2346 bytes (limite teórico).

**12. Padrão com Correção de Erros:**

* **Wi-Fi (IEEE 802.11):** FEC + ARQ.

**13. Ethernet e a Confiabilidade:**

* A Ethernet atua na camada de enlace (Layer 2), que prioriza simplicidade e performance. Confiabilidade, controle de sessão e segurança são tratados nas camadas superiores (TCP, TLS, IPsec).

**14. Segurança no IEEE 802.11:**

* **Criptografia:** WPA2, WPA3.
* **Autenticação:** PSK, 802.1X (EAP).
* **Integridade:** CCMP (AES).

**15. Fatores de Desempenho Wi-Fi:**

* Interferência (equipamentos, paredes).
* Densidade de usuários.
* Distância até o AP.
* Canal utilizado.
* Overhead dos protocolos.

**16. Faixa ISM:**

* **Definição:** Faixa livre para uso industrial, científico e médico.
* **Vantagens:** Sem necessidade de licenciamento, custo reduzido.
* **Desvantagens:** Alta interferência, congestionamento de espectro.

**17. GEO vs LEO:**

* **GEO:** ~35.786 km, latência ~600 ms. Aplicações: TV, telefonia satelital.
* **LEO:** ~500-2.000 km, latência ~20-50 ms. Aplicações: Internet Starlink, IoT.
* **Velocidade Média:** GEO até 100 Mbps. LEO até 500 Mbps ou mais.

**18. Satélite e Bandas:**

* Bandas usadas: Ku, Ka, C.
* Chuva forte provoca **Rain Fade**, especialmente na banda Ka, reduzindo BW e aumentando perda de pacotes.

**19. Comunicação Via Satélite:**

* **Desejável:** Alta disponibilidade, cobertura global.
* **Desvantagens:** Alta latência (GEO), sensível a clima (Rain Fade), custo elevado.
* **Velocidade Média:** GEO até 100 Mbps, LEO (Starlink) até 500 Mbps com latência de 20-50 ms.

**18. Bandas utilizadas e impacto da chuva forte na qualidade do serviço**

**Bandas comuns em comunicação via satélite:**

* **Banda C (4–8 GHz):** Menos suscetível a condições climáticas adversas, mas oferece menor largura de banda.
* **Banda Ku (12–18 GHz):** Mais utilizada em serviços de internet via satélite, proporcionando maior largura de banda e velocidades mais altas.
* **Banda Ka (26,5–40 GHz):** Oferece ainda mais largura de banda, mas é mais sensível a condições climáticas, como chuvas fortes.

**Efeito da chuva forte:**

Chuvas intensas podem causar atenuação do sinal, especialmente em bandas como a Ka, resultando em degradação da qualidade do serviço. Isso ocorre porque as gotas de água dispersam e absorvem as ondas de rádio, enfraquecendo o sinal recebido.

**19. Características desejáveis e desvantagens da comunicação via satélite**

**Características desejáveis:**

* **Cobertura ampla:** Disponível em áreas remotas e rurais, onde outras formas de internet não chegam.
* **Instalação simples:** Requer apenas a instalação de uma antena parabólica e um modem.
* **Baixa latência:** Especialmente em sistemas com satélites em órbita baixa, como a Starlink.

**Desvantagens:**

* **Sensibilidade a condições climáticas:** Chuvas fortes e tempestades podem afetar a qualidade do sinal.
* **Custo elevado:** Equipamentos e planos de dados podem ser mais caros em comparação com outras tecnologias.
* **Latência maior:** Sistemas com satélites em órbita geoestacionária apresentam maior latência devido à distância percorrida pelo sinal.

**Valor médio e velocidade de um link via satélite no Brasil**

No Brasil, o serviço de internet via satélite da Starlink tem mostrado desempenho superior em comparação com outras operadoras. A velocidade média de download é de aproximadamente 77,09 Mbps, com latência entre 25 e 50 milissegundos. O custo mensal é de cerca de R$ 184,00, com um custo inicial de instalação que varia entre R$ 1.000,00 e R$ 2.000,00, dependendo de promoções e equipamentos escolhidos