A camada física

Capítulo 2

Neste capítulo, analisaremos a camada mais baixa da hierarquia em nosso modelo de protocolo. Ela define as interfaces elétrica, de sincronização e outras, pelas quais os bits são enviados como sinais pelos canais. A camada física é o alicerce sobre o qual a rede é construída. Como as propriedades dos diferentes tipos de canais físicos determinam o desempenho (por exemplo, troughput, latência e taxa de erros), este é um bom lugar para começar nossa jornada até a 'terra das redes'.

Inicialmente, faremos uma análise teórica da transmissão de dados, apenas para descobrir que a Mãe Natureza impõe limites sobre o que pode ser enviado por um canal. Em seguida, discutiremos três meios de transmissão: guiado (fio de cobre e fibra óptica), sem fio (rádio terrestre) e satélite. Cada uma dessas tecnologias tem diferentes propriedades que afetam o projeto e o desempenho das redes que as utilizam. Esse material fornecerá informações fundamentais sobre as principais tecnologias de transmissão usadas em redes modernas.

Em seguida, abordaremos a modulação digital, que trata de como os sinais analógicos são convertidos em bits digitais e a sinais novamente. A seguir, examinaremos os esquemas de multiplexação, explorando como várias conversas podem ser feitas no mesmo meio de transmissão ao mesmo tempo, sem interferir umas com as outras.

Por fim, veremos três exemplos de sistemas de comunicação usados na prática nas redes de computadores a longas distâncias: o sistema de telefonia (fixa), o sistema de telefonia móvel (ou celular) e o sistema de televisão a cabo. Como os três são muito importantes na prática, dedicaremos uma boa quantidade de espaço a cada um.

2.1 A base teórica da comunicação de dados

As informações podem ser transmitidas por fios, fazendo-se variar alguma propriedade física, como tensão ou corrente. Representando o valor dessa tensão ou corrente como uma função de tempo com um valor único, $f(t)$, podemos criar um modelo para o comportamento do sinal e analisá-lo matematicamente. Essa análise será o assunto das próximas seções.

2.1.1 Análise de Fourier

No início do século XIX, o matemático francês Jean-Baptiste Fourier provou que qualquer função periódica razoavelmente estável, $g(t)$, com período T, pode ser construída como a soma de um número (possivelmente infinito) de senos e cossenos:

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n sen(\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft) \qquad (2.1)$$

onde $f = 1/T$ é a frequência fundamental, a_n e b_n são as amplitudes do seno e do cosseno dos n-ésimos **harmônicos** (termos) e c é uma constante. Essa decomposição é chamada **série de Fourier**. A partir da série de Fourier, a função pode ser reconstruída, ou seja, se o período T for conhecido e as amplitudes forem dadas, a função original no tempo poderá ser encontrada efetuando-se as somas da Equação 2.1.

Um sinal de dados com uma duração finita (como acontece com todos eles) pode ser tratado apenas com base na premissa de que ele repete o mesmo padrão (ou seja, o intervalo de T a $2T$ é igual ao de 0 a T etc.).

As a_n amplitudes podem ser calculadas para qualquer $g(t)$ dada, multiplicando-se ambos os lados da Equação 2.1 por sen$(2\pi kft)$ e, em seguida, integrando-se de 0 a T. Como

$$\int_0^T sen(2\pi kft) sen(2\pi nft)\, dt = \begin{cases} 0 \text{ para } k \neq n \\ T/2 \text{ para } k = n \end{cases}$$

apenas um termo do somatório permanece: a_n. O somatório b_n desaparece completamente. Da mesma forma, multiplicando a Equação 2.1 por $\cos(2\pi kft)$ e integrando entre 0 e T, podemos derivar b_n. Integrando ambos os lados da equação tal como ela se encontra, podemos achar c. Os resultados dessas operações são:

$$a_n = \frac{2}{T}\int_0^T g(t) sen(2\pi nft)\, dt$$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_0^T g(t) \cos(2\pi nft)\, dt$$

$$c = \frac{2}{T}\int_0^T g(t)\, dt$$