



REDES SEM FIO

INTRODUÇÃO ÀS REDES SEM FIO

Autor: Me. Ubiratan Roberte Cardoso Passos

Revisor: Rogério de Campos

INICIAR



introdução

Introdução

As redes de computadores são importantes recursos que permitem a comunicação e transmissão de dados entre computadores e demais equipamentos eletrônicos. As redes sem fio, apesar de aparentemente recente, têm seu primeiro registro datado de 1901. Redes sem fio representam um importante avanço, permitindo ultrapassar diversos limites físicos impostos aos mecanismos convencionais de transmissão de dados.

Ao longo do material serão estudados os principais conceitos envolvidos na transmissão de dados através de meios de transmissão não guiados; os tipos de redes sem fio: PAN, WLAN, WMAN e WWAN; modo de operação infraestruturado e *ad hoc*. Serão apresentados também conceitos sobre a potência de sinal na transmissão em um enlace sem fio e os problemas que podem ocorrer; a forma como o sinal pode propagar por múltiplos caminhos; e o problema do terminal oculto. Por fim, serão apresentados os padrões para WLAN: IEEE 802.11, a arquitetura proposta pelo padrão, formato do quadro, conceitos de varredura ativa e passiva e os protocolos CSMA/CA e CSMA/CD.

Meios de Transmissão não Guiados

Pode-se dizer que uma das (senão a principal) características de uma rede sem fio é o meio de comunicação utilizado. Esses tipos de redes são conhecidos como sem fio ou *wireless* ou *wi-fi* justamente por não dependerem de um meio físico para realizar a transmissão dos dados. O meio de comunicação utilizado pelos dispositivos sem fio é o ar e, por isso, todas as tecnologias que transmitem dados pelo ar são chamadas de meios de transmissão não guiados, ou seja, estes dispositivos não dependem da existência de um meio físico para guiar suas transmissões.

De acordo com Tanenbaum e Wetherall (2011), a comunicação em sistemas sem fio ocorre através da utilização do espectro eletromagnético, que nada mais é do que o intervalo completo da radiação eletromagnética. Esta, por sua vez, é composta de ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, raios X, radiação gama, raios violeta e a luz visível ao olho humano. As ondas de um espectro eletromagnético são causadas pela movimentação de elétrons e podem se propagar pelo espaço, inclusive, no vácuo. Toda onda de um espectro eletromagnético possui frequência, que é dada pelo número de oscilações que ocorrem em cada segundo da onda e sua medida é dada em

Hertz (Hz) é um comprimento, medido pela distância (designada pela letra grega lambda - λ) entre dois pontos (máximos ou mínimos) consecutivos da onda (RAPPAPORT, 2009).

Assim como em qualquer outro meio de transmissão, neste também existem limites para o volume de informações capazes de serem transportadas pelas ondas eletromagnéticas, e esse volume está diretamente relacionado com a largura da banda. Atualmente, é possível para cada Hertz em baixa frequência, codificar um conjunto pequeno de *bits*, que pode aumentar quando são utilizadas frequências mais altas, logo, quanto mais larga a banda, mais alta a taxa de dados. Existem também, de acordo com Tanenbaum e Wetherall (2011), casos em que são utilizadas bandas largas com duas variações. Essa técnica é conhecida como espectro de dispersão de salto de frequência, nela o transmissor realiza centenas de saltos de frequência por segundo. Uma característica muito importante dessa técnica é que a obstrução do sinal torna-se praticamente impossível, outra importante característica desta técnica, é sua resistência ao esmaecimento de vários caminhos, isso porque o sinal direto sempre chegará primeiro ao receptor. Essa técnica é inclusive aplicada nas redes 802.11 e *bluetooth*.

saiba mais

Saiba mais

Em tempos de T.I Verde, ser capaz de economizar energia e manter os serviços que dependem de dispositivos elétricos funcionando pode ser um desafio. Leia no artigo indicado a proposta de uma ferramenta que auxilia no mapeamento do consumo de energia em redes sem fio.

[ACESSAR](#)

Outra forma de aplicar a técnica de espectro de dispersão Tanenbaum e

Wetherall (2011) é o espectro de dispersão de sequência direta. Nessa forma, o sinal é dispersado por uma ampla banda de frequências. Essa técnica tem se tornado cada vez mais popular comercialmente.

Transmissão a Rádio

Uma das formas mais antigas e comuns de transmissão de dados não guiados são as ondas de rádio. Algumas das melhores características da tecnologia de transmissão a rádio são:

- suas ondas são muito fáceis de serem geradas;
- podem percorrer longas distâncias;
- podem facilmente penetrar objetos sólidos utilizados na maioria das construções civis.

Por suas características, este tipo de transmissão vem sendo amplamente aplicado em diversos dispositivos de comunicação sem fio. Outra característica de uma onda de rádio é que elas são omnidirecionais, o que significa dizer que elas viajam para todas as direções a partir de sua origem, dessa forma, não é necessário que o transmissor e o receptor estejam fisicamente alinhados.

Um dos grandes benefícios das ondas de rádio é também o causador de um de seus grandes problemas. Justamente pela capacidade das ondas de rádio de percorrer longas distâncias e de poder ultrapassar objetos, as interferências entre seus usuários torna-se um problema. Por esse motivo, o governo de todos os países, nos quais esse tipo de tecnologia é aplicado, exerce um rígido controle sobre as licenças para o uso de transmissores via rádio, existindo, no entanto, algumas exceções que são as bandas VLF (Very Low Frequency), LF (Low Frequency) e MF (Modular Frequency), que são bandas de rádio que se propagam próximas ao solo. Todas essas faixas de onda podem ser detectadas dentro de um raio de até 1.000 km em suas frequências mais baixas, contudo, esse raio diminui à medida que se aumenta a frequência.

Essas bandas obedecem em sua trajetória à curvatura da terra, além de atravessar paredes com facilidade e, por esse motivo, os rádios portáteis funcionam tão bem em ambientes fechados, contudo, a baixa largura da banda torna-se um problema para a transmissão de dados. Nas bandas HF (High Frequency) e VHF (Very High Frequency), as ondas tendem a se propagar paralelas ao solo, sendo, muitas vezes, absorvidas pela terra, entretanto, se chegarem à ionosfera são refratadas e enviadas de volta à Terra.

Transmissão por Micro-Ondas

Ondas com frequência superior a 100 MHz trafegam quase sem oscilação, ou seja, praticamente em linha reta, o que permite que sejam concentradas em uma faixa muito estreita. Quando toda a energia é concentrada em um pequeno feixe, o que geralmente é feito através de uma antena parabólica, a relação sinal/ruído torna-se elevada. Contudo, é necessário que as antenas de transmissão e recepção estejam alinhadas com o máximo de precisão possível (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

O fato de ser possível direcionar o sinal permite também que diversos transmissores sejam alocados em uma única fileira, fazendo-os comunicar-se com vários receptores que também deverão estar alinhados. Esse modelo de utilização não causará interferência entre os equipamentos desde que algumas regras de espaçamento mínimo sejam respeitadas. Como as micro-ondas viajam em linha reta, caso as torres que transmitem e/ou recebem o sinal estejam muito distantes, então, a Terra ficará entre elas, sendo assim, a cada intervalo de espaço será necessária a instalação de um repetidor de sinal. Quanto mais altas forem as torres, maiores serão as distâncias percorridas pelo sinal, conseqüentemente, maior a distância entre os repetidores.

Diferente das ondas de rádio de frequências mais baixas, as micro-ondas têm dificuldade em ultrapassar paredes, além disso, pode ocorrer refração das micro-ondas nas camadas mais baixas da atmosfera, o que pode atrasar ou, até mesmo, cancelar o recebimento do sinal. Esse fenômeno, conhecido como esmaecimento de vários caminhos ou *multipath fading*, causa vários problemas. Felizmente, para que ele ocorra, certas condições atmosféricas e

características de sinal devem estar presentes, todavia, como solução para o problema, é comum a criação de canais ociosos que são ativados sempre que um esmaecimento de vários caminhos elimina temporariamente alguma banda de frequência (RAPPAPORT, 2009).

Transmissão por Infravermelho e Ondas Milimétricas

Infravermelho e ondas milimétricas sem guias são muito utilizadas na comunicação a curtas distâncias, todos os aparelhos de controle remoto, utilizados principalmente em televisores, empregam a comunicação via infravermelho. Transmissões que utilizam infravermelho e/ou milimétricas são relativamente direcionais, econômicas e fáceis de montar, entretanto, elas apresentam uma desvantagem que deve ser considerada, elas não são capazes de atravessar objetos sólidos. Essa limitação do infravermelho de não ser capaz de atravessar paredes pode também ser vista como uma qualidade. É justamente esta limitação que permite que um sistema de infravermelho seja instalado em um ambiente fechado, sem que venha a interferir em outros sistemas semelhantes instalados em outros ambientes próximos ou adjacentes.

Outra qualidade que se pode tirar da incapacidade do infravermelho de atravessar objetos sólidos é a segurança fornecida pelo sistema, devido a tal limitação esses sistemas são menos susceptíveis à espionagem, se comparados aos sistemas de rádio. Em sistemas de infravermelho não é necessária nenhuma licença governamental para sua aplicação, ao contrário do que ocorre com sistemas de rádio, contudo, é preciso ter em mente que a comunicação por infravermelho tem o uso bastante limitado.

Transmissão por Ondas de Luz

O envio de sinais ópticos não guiados tem sido utilizado há séculos. Atualmente, suas aplicações mais comuns consistem na conexão de redes locais em pontos distintos por meio de lasers. Toda sinalização óptica que utilize laser é unidirecional, é de sua natureza, dessa forma, para que se possa trocar informações na direção de um ponto A para um ponto B e vice-versa, é

preciso que cada um dos pontos tenha seu próprio raio laser e seu próprio fotodetector.

Nesse tipo de transmissão, é possível obter larguras de bandas bem altas a custos bem baixos, além de ser bem fácil de ser instalado e não precisar de licenças governamentais. Segundo Rappaport (2009), a principal vantagem desse tipo de transmissão é também sua maior fraqueza. Afinal, apontar um feixe de *laser* com, aproximadamente, 1 mm de largura para um alvo que pode estar a 500 metros de distância e que tem o tamanho de uma cabeça de alfinete, pode exigir uma pontaria quase impossível. Porém, para esse problema, utilizam-se lentes para desfocar levemente o feixe. Outro fator crítico que afeta este tipo de transmissão é o fato de o feixe de laser não ser capaz de ultrapassar chuvas ou neblinas espessas. Em dias ensolarados, esse meio de transmissão funciona bem, em outros casos, suas funcionalidades podem ser comprometidas. Aliás, em dias muito ensolarados, é possível que sistemas baseados em transmissão via luz apresentem problemas.

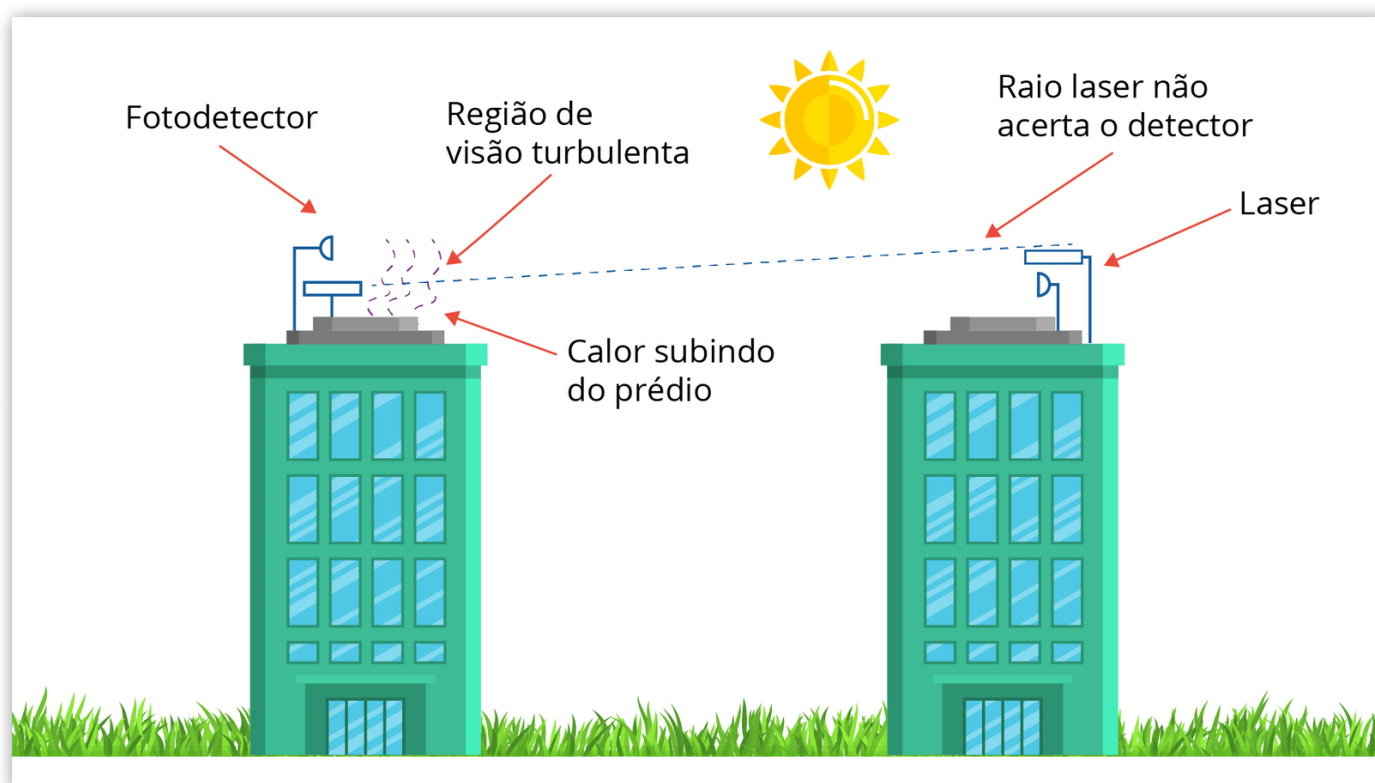


Figura 1.1 - Correntes de convecção

Fonte: Tanenbaum e Wetherall (2011, p. 96).

O calor do sol fez com que emanem correntes de convecção, como mostra a Figura 1.1.

praticar

Vamos Praticar

Uma das formas de transmissão não guiada mais utilizada atualmente é baseada em ondas de rádio. De acordo com Tanenbaum e Wetherall (2011), essa é uma das mais antigas tecnologias de comunicação a distância não guiada, e uma de suas principais qualidades é também um de seus piores problemas. Assinale a alternativa correta em relação ao tipo de vantagem / problema a que os autores se referem.

- ☐ **a)** Capacidade de percorrer longas distâncias, fáceis de serem geradas, mas não serem capazes de ultrapassar objetos sólidos.
- ☐ **b)** Percorrem longas distâncias, não ultrapassam objetos sólidos, são complexas de serem geradas, mas são capazes de transferir grandes quantidades de dados.
- ☐ **c)** São fáceis de serem geradas, percorrem longas distâncias e têm facilidade para penetrar objetos.
- ☐ **d)** Apesar de serem capazes de percorrer grandes distâncias e de penetrar objetos sólidos, não são fáceis de serem produzidas.
- ☐ **e)** Percorrem longas distâncias e têm grande facilidade de ultrapassar objetos sólidos, mas essas características somente podem ser observadas em ondas de alta frequência.

Tipos de Redes Sem Fio

Ao se referir aos tipos, os autores Rappaport (2009), Tanenbaum e Wetherall (2011), classificam as redes sem fio nos termos de sua abrangência de atuação e arquitetura de conectividade. Em relação a sua arquitetura de conectividade, elas podem ser classificadas como infraestruturadas e *ad hoc*.

Abrangência

A abrangência de uma rede sem fio refere-se a quão grande pode ser sua área de atuação, podendo essa área ser de alguns poucos metros a até milhares de quilômetros. Quanto à abrangência, as redes sem fio são classificadas da seguinte forma: WPAN (Wireless Personal Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network), WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) e WWAN (Wireless Wide Area Network).

Wireless Personal Area Network (WPAN)

As Redes Pessoais sem Fio (em português) são destinadas ao uso pessoal, ou seja, sua área de abrangência é extremamente restrita, resumindo-se à

ligação entre dois ou três dispositivos para troca de um pequeno conjunto de dados.

Esse tipo de rede é muito utilizado, principalmente, nas conexões *Bluetooth* , mas também podem ser utilizadas por outros dispositivos, como é o caso do *zigBee* . Apesar de ser uma tecnologia relativamente recente, ela tem se aprimorado de forma acelerada.

Para esse tipo de rede, a frequência mais recomendada, inclusive, pelo padrão IEEE que a rege, o padrão IEEE 802.15 é de 2,4 GHZ para modos digitais. Inicialmente, esse tipo de rede permitia somente conexões em curtas distâncias, algo em torno de até 50 metros, entretanto, atualmente, é possível utilizar essa tecnologia para conexões distantes a milhares de quilômetros. Deve-se saber, entretanto que, para que isso seja possível, outras tecnologias devem estar envolvidas.

Wireless Local Area Network (WLAN)

As Redes Locais sem Fio (em português) possuem características semelhantes às redes locais cabeadas, entretanto, diferenciam-se por utilizarem tecnologias de comunicação não guiadas (sem fio) e também pela arquitetura, principalmente, em nível de topologia. Esse tipo de rede possui abrangência relativamente limitada, não somente pelo seu propósito de aplicação, mas também pelas características dos dispositivos utilizados em sua implantação. As WLAN se tornaram muito populares depois do crescimento das vendas de notebooks, *tablets* e smartphones.

As redes WLAN modernas são, em sua grande maioria, baseadas no padrão IEEE 802.11, quer seja no modelo de comunicação infraestruturado ou no modelo *ad hoc* . Uma característica fundamental das WLAN é sua capacidade de adotar vários padrões de segurança, sendo os mais comuns o WPA (Wi-Fi Protected Access) e WEP (Wired Equivalent Privacy).

Quanto ao seu alcance e à sua velocidade de transmissão de dados, as WLAN, sabe-se que, quanto maior a frequência, maior também será a velocidade de troca de informações, mas menor será o alcance do sinal.

Wireless Metropolitan Area Network (WMAN)

As Redes Metropolitanas sem Fio (em português) são redes de características semelhantes a uma WLAN, mas com capacidade de enviar e receber sinais em um raio de aproximadamente 50 quilômetros, ou seja, são redes capazes de atender a uma área metropolitana. As WMAN são utilizadas, principalmente, para interligar escritórios, campus universitários, órgãos públicos e outras entidades que necessitam de equipamentos com extensão territorial específica.

Em termos mais práticos, as WMANs são redes ligadas ponto a ponto ou multipontos, com links individuais capazes não só de cobrir longas distâncias, mas também de fornecer ótima conectividade.

Wireless Wide Area Network (WWAN)

As Redes de Longa Distância sem Fio têm como principal característica a capacidade de fornecer cobertura para grandes áreas geográficas, permitindo que dispositivos em diferentes regiões conectem-se sem a necessidade de fios. As WWANs são conhecidas como redes 2G, 3G, 4G ou 5G. Geralmente, essas redes fornecem serviços de dados e são utilizadas, principalmente, em smartphones e outros dispositivos móveis portáteis.

No ambiente corporativo, as WWANs podem ser aplicadas para os mais variados fins, um deles é a conexão de *backup*, quando ocorre alguma interrupção na WAN. As redes WWAN servem também como alternativas mais confiáveis do que os circuitos ISDN ou DSL.

reflita

Reflita

Com tantos dispositivos conectando-se uns aos outros através de ondas de rádio, como então garantir que essas ondas não irão se chocar ou os dados não serão embaralhados entre os dispositivos? A popularidade dos dispositivos conectados por ondas de rádio não somente gerou uma solução, mas também um problema. Mesmo com diversas frequências diferentes para atuarem, as interferências e colisões nos pacotes são inevitáveis e frequentes, então, como os dispositivos sem fio podem ser apropriados e como esse problema pode ser tratado?

Modo de Operação

Em redes sem fio (ou não), a presença de enlaces é fundamental. Esses são os dispositivos que permitem e gerenciam a conexão entre os diversos outros dispositivos que estão conectados a uma rede.

Visto de um ponto superficial, o enlace pode ser entendido simplesmente como dispositivo físico que fornece a interconexão entre os diversos dispositivos, mas em uma visão mais aprimorada, entendemos que suas responsabilidades vão além disso.

Redes Sem Fio Infraestruturadas

A definição de redes de computadores inevitavelmente traz o entendimento de que se trata de um grupo de equipamentos interligados entre si, trocando dados sob algum esquema que garanta a conectividade. As redes de computadores **infraestruturadas** caracterizam-se por possuírem um dispositivo central responsável por centralizar as informações, ou seja, um

dispositivo no qual todos ou um grupo de outros dispositivos se conectam para ter acesso à rede local cabeada.

Em redes infraestruturadas, para que um dispositivo possa se conectar a outro, por mais distantes que estejam, a conexão obrigatoriamente deverá passar pelo dispositivo central, conhecido também como **ponto de acesso** ou **access point – AP**, sendo esta uma das desvantagens desse tipo de rede.

Redes Sem Fio *ad hoc*

Outro tipo de rede são as redes sem fio *ad hoc*. Nas redes do tipo *ad hoc*, não existem pontos de acesso, nelas cada uma das estações existentes pode possuir funções de edição das rotas que os dados podem seguir. Esse tipo de rede é também conhecido como **independent BSS** ou somente **IBSS**.

Como não dependem de um **AP**, as redes **IBSS** possuem limites muito maiores, ou seja, se uma estação A está fora do alcance de uma estação B, mas está no alcance de uma estação C, que também está no alcance da estação B, então, A pode se comunicar com B. Isso pode ser uma vantagem, mas também uma desvantagem, pois esse tipo de arquitetura é muito mais complexo do que o das redes infraestruturadas.

praticar

Vamos Praticar

Sabe-se que seja qual for a finalidade de uma rede sem fio, WPAN, WLAN, WMAN ou WWAN, obrigatoriamente, elas deverão conectar-se via enlaces de conexão, ou seja, sempre haverá um ou mais dispositivos responsáveis por inserir novos dispositivos na rede. A inserção de novos dispositivos pode ocorrer de duas formas, ou seja,

uma rede sem fio pode operar de duas formas distintas.

Assinale a alternativa correta, que representa corretamente essas formas e suas descrições:

- **a) Infraestruturadas:** todo dispositivo conectado à rede pode assumir papel de enlace, fornecendo acesso para novos dispositivos que queiram ingressar na rede. **Ad hoc** atua como um ponto de acesso para que todo novo dispositivo que queira ingressar na rede o faça a partir dele.
- **b) Infraestruturadas:** usadas somente em redes do tipo WWAN, devido principalmente à segurança que é capaz de oferecer, por serem mais fáceis de se implementar e permitir que novos dispositivos sejam inseridos na rede por intermédio de qualquer outro dispositivo. **Ad hoc** é utilizado somente em redes sem fio pessoais, devido às suas grandes limitações, principalmente, pela necessidade da existência de um ponto de acesso.
- **c) Infraestruturadas:** novos dispositivos, para ingressarem na rede, devem acessar via pontos de acesso. Esse modelo de operação é pouco utilizado, devido a sua dificuldade de implementação e gerenciamento. **Ad hoc** diz respeito a dispositivos já conectados à rede que podem servir como enlaces para outros dispositivos. Vem sendo largamente utilizado, devido, principalmente, à facilidade observada na sua implementação.
- **d) Infraestruturadas:** têm como principal vantagem o fato de fornecer um ponto de acesso para que todos os novos dispositivos, que desejam ingressar na rede, possam utilizá-lo como porta de entrada. **Ad hoc** tem como principal desvantagem o fato de cada dispositivo, que deseja ingressar na rede, poder fazê-lo a partir de qualquer outro dispositivo que estiver na rede, uma vez que cada um dos dispositivos na rede pode atuar como enlaces.
- **e) Infraestruturadas:** qualquer novo dispositivo que desejar entrar na rede deverá comunicar-se com um enlace central, responsável por coordenar a comunicação entre os dispositivos. **Ad hoc** diz respeito a qualquer dispositivo que esteja conectado à rede ser capaz de assumir o papel de enlace e incorporar um novo dispositivo que deseje ingressar na rede.

Enlaces em Redes sem Fio

Retornando aos enlaces, ao sairmos da visão de enlaces, como dispositivos físicos, através dos quais as redes se conectam, chegamos à camada de Enlace. É a partir dessa camada que são estabelecidos os meios de acesso à rede. Certamente, que as operações realizadas por essa camada são muito complexas, mas pode-se dizer que tal complexidade é proporcional à importância da camada para o sistema como um todo.

Potência do Sinal em um Enlace Sem Fio

Para que seja possível determinar qual o alcance máximo de um enlace sem fio, é preciso determinar qual a potência do sinal que chega ao receptor. Geralmente, essa potência é medida em decibel *milliwatt* – **dBm** e pode ser calculada conforme demonstrado a seguir.

- $\text{dBm} = (10 \log_{10}(\text{milliWatts}))$
- $1 \text{ mW} = 0 \text{ dBm}$

Para converter um dBm em Watts:

- Watts = $10((\text{dBm} - 30)/10)$
- milliWatts = $10(\text{dBm}/10)$

Com isso, para calcular a potência do receptor, usa-se a seguinte fórmula:

- $P_R = P_T + G_{AT} + G_{AR} + P_L$

Para:

- P_R - Potência recebida;
- P_T - Potência do transmissor;
- G_{AT} - Ganho da antena do transmissor;
- G_{AR} - Ganho da antena do receptor;
- P_L - Perdas de percurso sem obstáculos.

Em um percurso sem obstáculos, a perda da potência em relação à distância pode ser calculada da seguinte forma:

$$P_L (dB) = 10 \cdot \log_{10} \left[\left(\frac{4 \cdot r \cdot \pi}{\lambda} \right)^2 \right] \text{ ou } d = \frac{\lambda \cdot 10^{PL(dB)/20}}{4 \cdot \pi}$$

Sendo d a distância entre o transmissor e o receptor (em metros) e λ o comprimento de onda do sinal (em metros), dada pela relação $\lambda = c / f$, no qual c é a velocidade da luz (3×10^8 metros por segundo) e f a frequência de transmissão (2.4×10^9 Hz ou 5.8×10^9 Hz), a perda de potência pode ser calculada da seguinte forma: $PL (dB) = 40 (dB) + 10\alpha \log_{10} x (d)$. Para $\alpha = 3,2$.

Problemas Comuns nos Enlaces

Uma importante característica das redes sem fio é justamente o meio pelo qual os dispositivos se conectam, isso quer dizer que diversos dispositivos estão se conectando a uma rede através de um mesmo meio. A subcamada de controle de acesso ao meio (MAC) é responsável por fornecer os protocolos que determinam como os diversos nós dessa rede poderão compartilhar esse meio de transmissão, seja ele físico ou não. Dado o elevado número de nós

que podem estar em uma mesma rede, não é incomum que algumas das falhas a seguir ocorram.

Terminal Oculto

Em determinadas situações, é possível que uma rede com várias estações se conecte de forma indireta, como foi descrito no modo de operação *ad hoc*. Uma vez que a conexão entre dois pontos acaba sendo intermediada por um terceiro ponto, pode ocorrer de tanto uma estação A quanto uma estação C (que conversa por intermédio de uma estação B) tentar transmitir seus pacotes simultaneamente, isso pode gerar uma colisão e, conseqüentemente, a perda de pacotes, situação ilustrada na Figura 1.2:

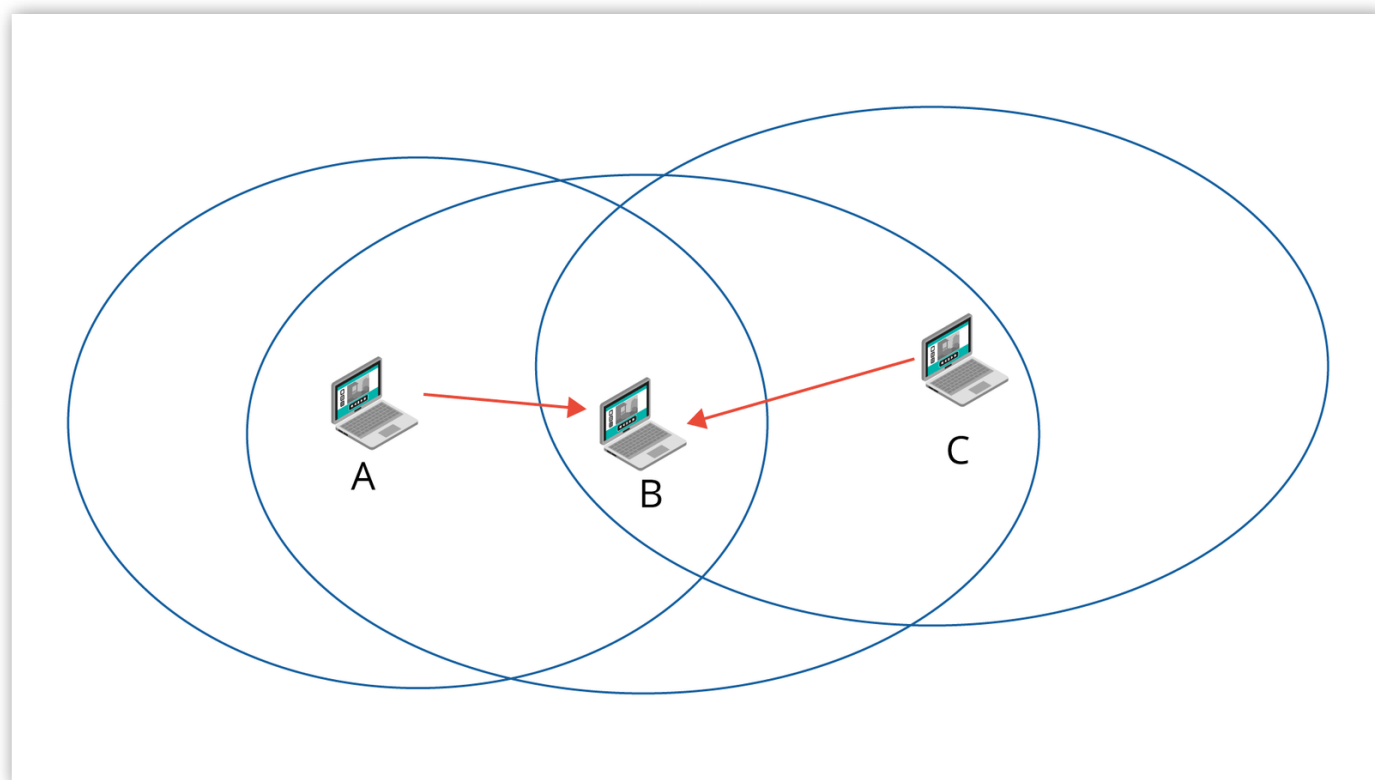


Figura 1.2 - Terminal oculto

Fonte: Adaptada de Cabianca e Bulhman (2006).

Essa situação refere-se ao problema do terminal oculto, pois para as camadas responsáveis pelo controle de transmissão de dados, dos pontos A e C, a conexão ocorre de forma transparente, ou seja, o terminal B está “oculto”, apesar de a conexão, de fato, estar sendo realizada por ele.

Terminal Exposto

O problema do terminal exposto ocorre quando um terminal deixa desnecessariamente de transmitir seus dados, por não ser capaz de identificar quando outro terminal está ou não pronto para recebê-los.

Considere a seguinte situação hipotética: uma estação A está transmitindo para uma estação B, existe também uma estação C, que está fora do alcance da estação A, sendo assim, C não é capaz de “escutar” as transmissões de A para B. Supondo que exista uma estação D nesse conjunto e que a estação C deseje transmitir dados para essa estação, que está fora do alcance das estações A e B. Ainda assim, C inibiria sua transmissão para E, até que as transmissões entre A e B fossem encerradas para evitar, assim, qualquer tipo de colisão.

praticar

Vamos Praticar

Sabe-se que apesar de atingir longas distâncias, o sinal baseado em ondas de rádio possui limitações e que a distância percorrida por um sinal até que perca potência está diretamente relacionada à frequência da onda. Assim, assinale a alternativa correta sobre qual será a distância máxima de um sinal com a taxa de transmissão de 11Mbps, frequência de 2.488 GHz e ganho das antenas do transmissor e receptor de 1.5 dB?

Considere que, para obter uma taxa de 11Mbps, o equipamento opere a - 55 dB e que a potência do transmissor seja de 20 dBm.

- ☐ a) Aproximadamente, 697 metros.
- ☐ b) Aproximadamente, 760 metros.
- ☐ c) Aproximadamente, 890 metros.

- ☐ **d)** Aproximadamente, 590 metros.
 - ☐ **e)** Aproximadamente, 802 metros.
-

Padrão IEEE 802.11

Proposto no ano de 1990, mas deixado em estado de suspensão, devido, principalmente, as suas limitações relacionadas às taxas de transferência de dados, o **Padrão IEEE 802.11** ressurgiu no ano de 1997, quando as taxas de transferência das redes sem fio chegaram ao patamar dos Mbps, mostrando-se, assim, como uma tecnologia promissora. Basicamente, o padrão IEEE 802.11 define a arquitetura (nível físico e de enlace) para as WLANs.

Arquitetura de Rede Sem Fio IEEE 802.11

A forma como o padrão IEEE 802.11 define a arquitetura das redes sem fio é baseada na divisão da área que a rede cobre em células. Estas, por sua vez, são denominadas Basic Service Area (BSA).

Cada uma das BSA possui um tamanho que pode variar de acordo com as características do ambiente e da potência dos transmissores e receptores utilizados nas estações. Além dessa, Engst e Fleishman (2005) destacam outros elementos da arquitetura do padrão IEEE 802.11 para redes sem fio, são eles:

- **BSS (Basic Service Set)**

Significa Conjunto Básico de Serviço, em português. Esse elemento representa um grupo de estações que se comunica por radiodifusão ou infravermelho em uma BSA.

- **AP (Access Point)**

Pontos de Acesso são as estações responsáveis por capturar as transmissões realizadas pelas estações BSA, que são destinadas às estações que estão localizadas em outras BSAs, retransmitindo a informação através de um sistema de distribuição.

- **Sistema de distribuição**

Representa a uma infraestrutura de comunicação responsável por interligar múltiplas BSAs para permitir a construção de redes cobrindo áreas maiores que uma célula.

- **ESA (Extended Service Area)**

Significa Área de Serviço Estendida, em português, referindo-se às ligações existentes entre os vários BSAs que realizam sistema de distribuição através dos APs.

- **ESS (Extended Service Set)**

O Conjunto de Serviço Estendido trata-se de um conjunto de estações formado pela união de vários BSSs, que são conectados por um sistema de distribuição.

Principais Padrões do IEEE 802.11

O padrão IEEE 802.11 (KUROSE, 2005) é, na verdade, um conjunto de padrões que rege as características relacionadas aos sinais e à arquitetura de dispositivos sem fio. Esse conjunto possui mais de 19 padrões. Os padrões mais populares do IEEE 802.11 são:

- **802.11a:** pode alcançar velocidades de até 54 Mbps dentro dos padrões da IEEE e de 72 a 108 Mbps por fabricantes não padronizados. Opera na frequência de 5,8GHz, suporta 64 utilizadores por Ponto de Acesso (PA). **Vantagens** : velocidade, gratuidade da frequência e ausência de interferências. **Desvantagens** : incompatibilidade com os padrões 802.11 b e g, para PAs ;
- **802.11b:** taxa de transmissão de até 11 Mbps, padronizada pelo IEEE, e até 22 por alguns fabricantes. Frequência 2.4GHz. Suporta 32 utilizadores por ponto de acesso. **Vantagem** : baixo custo dos dispositivos, boa largura de banda e gratuidade. **Desvantagem** : alta interferência tanto na transmissão como na recepção de sinais;
- **802.11g:** baseado na compatibilidade com os dispositivos 802.11b e oferece uma velocidade de até 54 Mbps. Funciona dentro da frequência de 2,4GHz. **Vantagens** : velocidade na transmissão dos dados. **Desvantagem** : possui mesmos inconvenientes do padrão 802.11b;
- **802.11h:** versão do 802.11a adaptada para utilizar a banda de 5GHz na Europa. Conta com os mecanismos que otimizam a transmissão via rádio. Ajusta a potência do sinal de acordo com a distância entre o transmissor e o receptor, além de permitir a escolha automática do canal que utilizado;
- **802.11n:** oferece taxas de transferência entre 65Mbps e 450 Mbps e atua nas faixas de frequência de 2,4GHz e/ou 5,0GHz. A principal desvantagem é que diversos produtos foram lançados com base nesse padrão, antes mesmo de ele ter sido oficializado, com isso, existe a possibilidade de incompatibilidade entre os que o implementam;
- **802.11ac:** opera na faixa de 5GHz por haver menos interferências. Pode alcançar taxas de transferência que ficam entre 1 Gbps e 1.3 Gbps. É capaz de trocar dados com qualquer aparelho conectado ao roteador simultaneamente sem interrupção.

Canais 802.11

Algumas outras características importantes de serem observadas nas redes 802.11 dizem respeito à formação de seus canais, ou seja, frequência nas quais operam. Nesse tipo de dispositivo, para que dois ou mais equipamentos se comuniquem é indispensável que estejam na mesma frequência, ou seja, no mesmo canal.

A tecnologia 802.11b divide essa banda de 2,4 GHz a 2,4835 GHz em 13 canais, cada um espaçado dos outros de 5 MHz, sendo que o primeiro canal está centrado nos 2,412 GHz e o canal 13 nos 2,472 GHz. A posição central dos canais 1 e 13 foi escolhida para que a frequência de sinal de 22 MHz de cada canal coubesse dentro dos limites (11 MHz para cada lado do centro do canal). Com essa disposição, somente três desses canais conseguem não ter faixas de sobreposição, os canais 1, 6 e 11.

Varredura Ativa e Passiva

Para que possa se conectar a uma rede sem fio, o dispositivo precisa antes encontrar um ponto de acesso ou um enlace que lhe permita autenticar-se como novo dispositivo na rede. Essa procura pode ocorrer de duas formas, **ativa** e **passiva**.

Em uma varredura **ativa**, o equipamento que deseja se conectar à rede envia sinais ao(s) ponto(s) de acesso, indicando sua intenção de ingressar na rede, caso o ponto de acesso esteja ativo e envie um retorno, então, o dispositivo pode realizar a autenticação e iniciar a troca de informações na rede.

Nas varreduras do tipo **passivas**, os próprios pontos de acesso enviam sinais para a rede. Não é necessário que um novo dispositivo envie requisições para o ponto de acesso e aguarde uma resposta. Nesse tipo de varredura, durante o processo de emissão dos sinais, o ponto de acesso envia também pacotes com informações para que novos dispositivos possam solicitar a autenticação na rede ou simplesmente autenticar-se com os dados já enviados pelos sinais emitidos pelo ponto de acesso.

Formato do de um Pacote IEEE 802.11

A transmissão de dados em uma rede sem fio é feita via “pacotes de dados”, o padrão IEEE 802.11 não somente fornece um modelo para a arquitetura das redes sem fio, como também um formato para os pacotes de dados que irão trafegar pela rede. Cada pacote é dividido em seis partes, iniciando pelo **SYNC**, responsável pela sincronização dos envios e recebimentos; o **SFD (Start Frame Delimiter)** é símbolo responsável por indicar qual é a posição de início do quadro; **PLW (PSDU Length Word)** é o quadro responsável por informar o tamanho do pacote PSDU, o tamanho é informado em *bytes*; **PSF (PLCP Signaling Field)** é o campo responsável por indicar qual é a taxa de transmissão que será aplicada no PSDU. Também são encontrados, em um pacote, um cabeçalho, denominado **HER (Header Error Check)**, que é um cabeçalho de verificação de erros, ele sempre será transmitido a 1 Mbps. Esse cabeçalho contém informações relativas ao código corretor de erro (CRC-16); **PSDU (PLCP Service Data Unit)** é um campo que contém os dados da subcamada MAC.

Uma ilustração de um pacote de dados proposto pelo padrão 802.11 é apresentada na Figura 1.3.

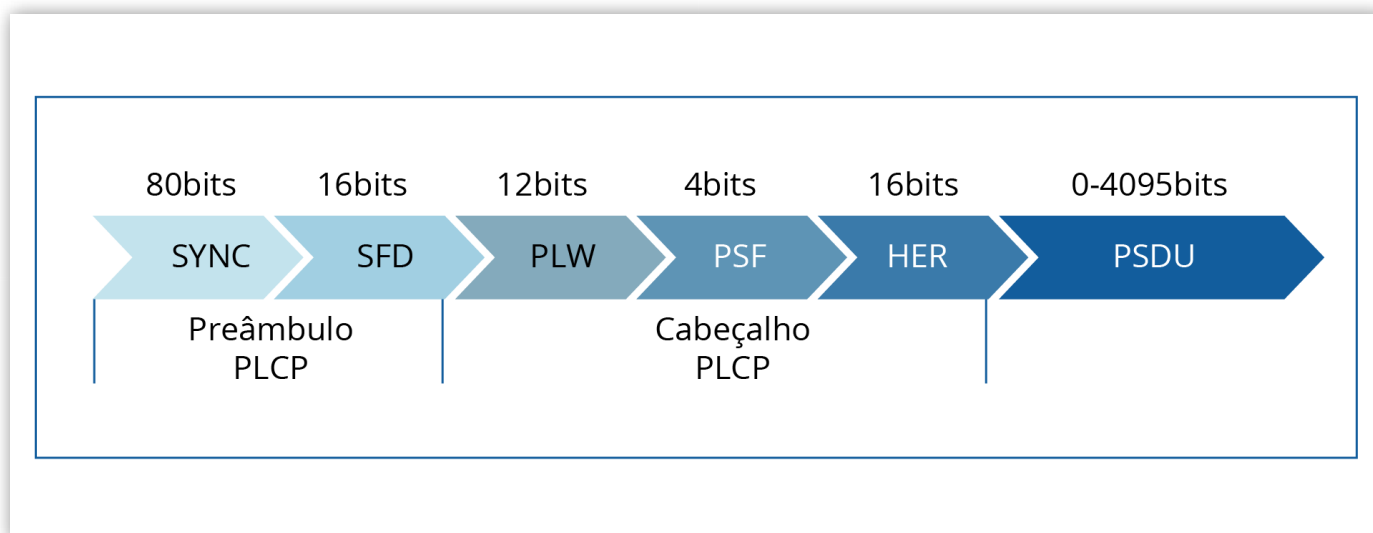


Figura 1.3 - Pacote de dados - IEEE 802.11

Fonte: Elaborada pelo autor.

Protocolos CSMA/CA e CSMA/CD

Para controlar a forma como os diversos equipamentos trocam pacotes nas redes sem fio, o IEEE 802.11 define o protocolo CSMA (Carrier Sense Multiple Access) ou Portadora de Acesso Múltiplo com Detecção. Trata-se da capacidade de o transmissor ficar “escutando” o meio com o objetivo de verificar a ocorrência de colisões.

O IEEE 802.11 apresenta duas versões para o protocolo CSMA, são elas: **CSMA Persistente** : quando uma estação deseja transmitir dados e, antes de fazê-lo, a estação estuda o canal para certificar-se de que ele está livre. Caso o canal esteja livre, então, os dados são transmitidos. Nesse tipo de transmissão, caso ocorra alguma colisão, a estação aguarda um período de tempo aleatório e reenvia o quadro. **CSMA Não-Persistente** : quando uma estação deseja transmitir dados e, antes de fazê-lo, a estação escuta o canal para verificar se este encontra-se livre, caso alguma outra estação esteja transmitindo, então, a estação não persiste na escuta, mas sim aguarda um tempo aleatório para escutar novamente. Esse tipo de protocolo utiliza melhor o canal, entretanto, apresenta atrasos, se comparado ao algoritmo anterior.

Em relação ao tratamento de colisões, os protocolos CSMA podem ser divididos em CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance) e CSMA/CD (CSMA with Collision Detection).

Protocolo CSMA/CA

O protocolo CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance) trabalha com a prevenção de colisões, para isso, ele possui quadros especiais, que são o RTS (*request to send*) ou solicitação de envio e CTS (*clear to send*) ou liberação para envio. Assim, caso o canal esteja livre, a estação transmissora envia o RTS para a estação receptora que, ao receber, envia um CTS para a estação emissora. Assim que o CTS chega à estação transmissora, ela inicia o envio dos dados.

Ao terminar a transmissão dos dados, a estação receptora envia para a transmissora o ACK (*acknowledgement*) ou confirmação / conhecimento. Isso

indica que os dados chegaram corretamente. Essa é uma boa solução para o problema das colisões, porém, transmitir a intenção de trafegar pacotes aumenta o fluxo do meio e pode impactar no desempenho da rede.

Protocolo CSMA/CD

O protocolo (CSMA with Collision Detection), diferentemente do CSMA/CA, detecta as colisões e imediatamente interrompe a transmissão. Nesse protocolo, a estação escuta o canal enquanto transmite o sinal, se o sinal que a estação escuta for igual ao sinal que ela transmite, então, a transmissão estará correta, caso contrário, ela saberá que estará havendo uma colisão. O protocolo CSMA/CD não se preocupa com colisões que podem ocorrer no emissor, mas sim aquelas que podem ocorrer no receptor dos pacotes. Em redes cabeadas, essa verificação não é problema algum, uma vez que o sinal atinge toda a extensão do cabo em redes sem fio, no entanto, existem situações em que o protocolo pode falhar. Devido ao fato de o sinal decrescer com o dobro da distância e a existência de terminais ocultos, a utilização do protocolo CSMA/CD torna-se impraticável.

praticar

Vamos Praticar

O padrão IEEE 802.11 descreve diversas características que os dispositivos de conexão sem fio devem possuir para que possam trocar informações entre si, tais características são descritas em diversos padrões que contemplam o IEEE 802.11. Dentre as características desses padrões, pode-se citar: frequência, taxa de transferência, protocolos etc. Essas características visam garantir a compatibilidade entre os diversos dispositivos que podem ser fornecidos por vários fornecedores diferentes.

A respeito do padrão 802.11, que contempla um conjunto de mais de 19 padrões, analise as afirmativas abaixo e assinale V para as verdadeiras e F para as falsas.

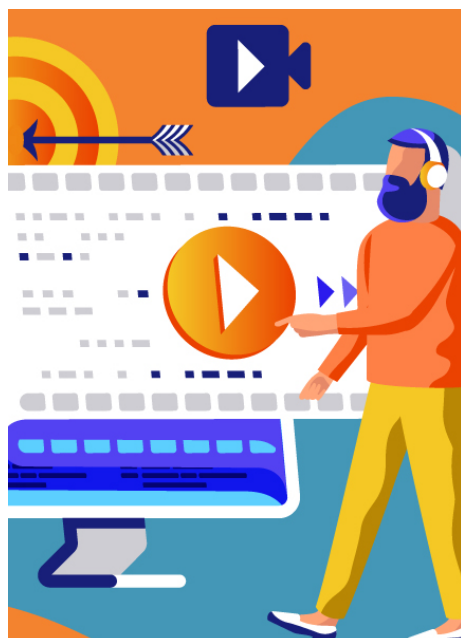
- () O padrão 802.11n é capaz de oferecer taxas de transferência entre 65 e 450 Mbps e pode atuar nas frequências de 2.4 e/ou 5.0 GHz. Antes de ser homologado, já haviam produtos desenvolvidos com base no padrão.
- () O padrão 802.11b pode transmitir a taxas de até 22 Mbps e utiliza a frequência de 2.4 GHz. A principal desvantagem desse padrão é a alta interferência que sofre de outros dispositivos.
- () O padrão 802.11a pode alcançar até 54 Mbps e, fora do padrão, fabricantes oferecem entre 72 e 108 Mbps. Opera na frequência de 5.8 GHz. Não sofre interferências de outros sinais.
- () O padrão 802.11ac pode alcançar até 1.3 Gbps e opera na faixa de 5 GHz, pode trocar dados simultaneamente com qualquer aparelho ligado ao roteador.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta:

- ☐ a) V - F - V - V.
- ☐ b) F - F - V - V.
- ☐ c) F - V - F - F.
- ☐ d) V - V - F - F.
- ☐ e) F - F - F - V.

indicações

Material Complementar



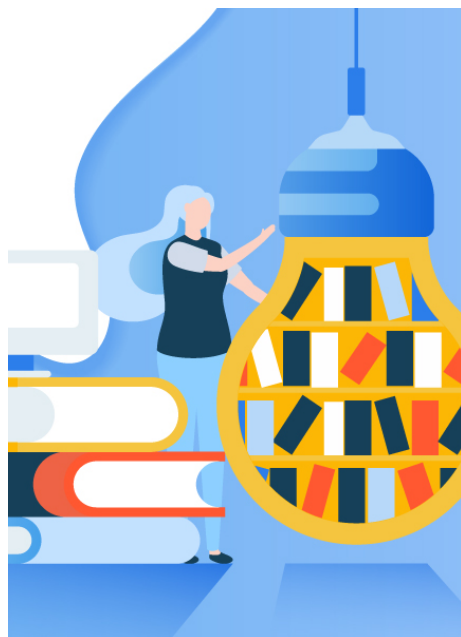
FILME

Avi Rubin: todos seus dispositivos podem ser hackeados

Ano: 2015.

Comentário: neste *talk* são apresentados os motivos pelos quais qualquer um de seus aparelhos pode ser *hackeado* , e as comunicações por meios não guiados são a porta de entrada dos invasores.

ASSISTA



LIVRO

Desvendando as redes sem fio

Flávia Jobstraibizer

Editora: Universo dos Livros

ISBN: 9788578731021

Comentário: esse material é de leitura muito leve e didática. Seu conteúdo é de nível introdutório e muito bom para iniciar os entendimentos relacionados às redes sem fio. A capacidade da autora de compilar uma grande quantidade de conhecimento em um livro de apenas 98 páginas faz dele um item indispensável.

conclusão

Conclusão

A evolução e popularização dos dispositivos de comunicação sem fio traz novos desafios, a necessidade de padronização para garantir a compatibilidade entre os equipamentos e estudos que permitam melhorar cada vez mais a forma como os dados são transmitidos pela rede.

Apesar de não ser uma entidade regulamentadora, o IEEE encarrega-se de observar, estudar e definir/propor padrões, algoritmos, regras e métodos que garantam os requisitos necessários para manter a qualidade das operações realizadas em redes sem fio, sendo tais definições mundialmente aceitas.

referências

Referências Bibliográficas

CABIANCA, L. A.; BULHMAN, J. H. Redes LAN / MAN Wireless II: funcionamento do Padrão 802.11. **Teleco** : Inteligência em Telecomunicações. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrwlanman2/default.asp>_. Acesso em: 22 dez. 2019.

ENGST, A.; FLEISHMAN, G. **Kit do iniciante em redes sem fio** : o guia prático

sobre redes Wi-Fi para Windows e Macintosh. São Paulo: Pearson Makron Books, 2005.

KUROSE, J. F. **Computer networking** : a top-down approach featuring the internet, 3/E. Pearson Education India, 2005.

RAPPAPORT, T. S. **Comunicação Sem Fio** : princípios e práticas. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. **Redes de Computadores** . São Paulo: Pearson, 2011.