

Fundamentos de Redes sem fio

Tecnologia em Redes de Computadores

Aula 06

Prof. Me. Henrique Martins

Aula 06

- Técnicas de Transmissão
 - FHSS (Frequency Hope Spread Spectrum)
 - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
 - Banda de 5 GHz

Técnicas de Transmissão

- WLANs utilizam uma técnica de transmissão conhecida como **difusão de espectro (Spread Spectrum)**.
- Essa técnica se caracteriza por **larga largura de banda e baixa potência de sinal**.
- São menos susceptíveis a interferência do que os sinais de banda estreita (Narrow Band).
- Existem dois tipos de tecnologias de Spread Spectrum regulamentadas pelo FCC:
 - Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) e
 - Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS).

Técnicas de Transmissão

- Mas antes de falarmos da difusão de espectro (Spread Spectrum), vamos falar um pouco sobre transmissão em banda estreita, conhecida como Narrow Band.

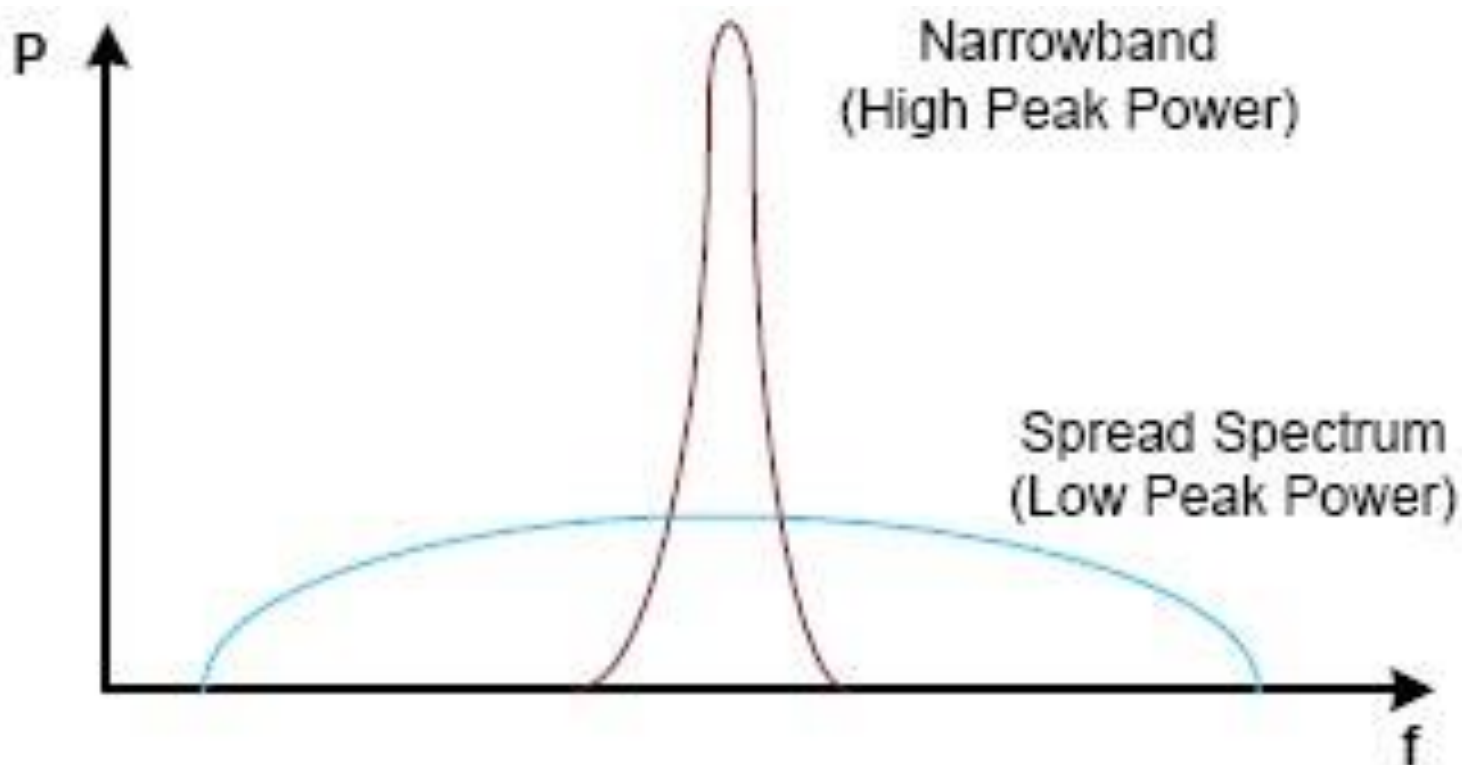
Banda Estreita (Narrow Band)

- Transmissão em banda estreita é uma tecnologia que se caracteriza pela **alta potência** do sinal e pelo uso do espectro de frequência suficiente para carregar o sinal de dados e nada mais.
- Quanto **menor for a faixa de frequência** utilizada **maior deverá ser a potência** para transmitir o sinal.
- Para que esses sinais sejam recebidos, eles devem estar acima (de forma significativa) de um nível de ruído conhecido como **noise floor**.
- Devido ao fato de sua banda ser muito estreita, um alto pico de potência garante uma recepção livre de erros.

Difusão de Espectro (Spread Spectrum)

- Diferentemente da transmissão em banda estreita, a difusão de espectro, **utiliza uma faixa de frequência muito maior** do que a necessária para carregar a informação.
- São menos sujeitos a interferência e **usam menos potência** para transmitir um sinal do que a que seria necessária para transmitir o mesmo sinal na banda estreita.

Difusão de Espectro (Spread Spectrum)



Comparação entre transmissão em Narrow Band e Spread Spectrum

Difusão de Espectro (Spread Spectrum)

- As principais características de um sinal Spread Spectrum (Grande largura de banda e baixa potência), faz com que ele se assemelhe a um sinal de ruído. Como receptores não irão interceptar nem decodificar um sinal de ruído, isso cria uma espécie de canal de comunicação seguro.
- Essa segurança foi o que encorajou o meio militar nos anos 50 e 60 a usar a tecnologia. Obviamente que essa segurança deixava de ser válida se mais alguém usasse a tecnologia.

Difusão de Espectro (Spread Spectrum)

- Nos anos 80, o FCC criou uma série de regras que tornava disponível a tecnologia para o público, encorajando sua pesquisa e comercialização. Essa atitude não influenciou o meio militar porque as bandas e as técnicas de modulação usadas pelo público eram diferentes.
- Desde então a tecnologia tem sido usada em telefones sem fio, GPS, telefones celulares e mais recentemente em WLANs.
- Embora haja muitas implementações da tecnologia, somente dois tipos são regulamentados pelo FCC:
 - FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) e
 - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).

FHSS (Frequency Hope Spread Spectrum)

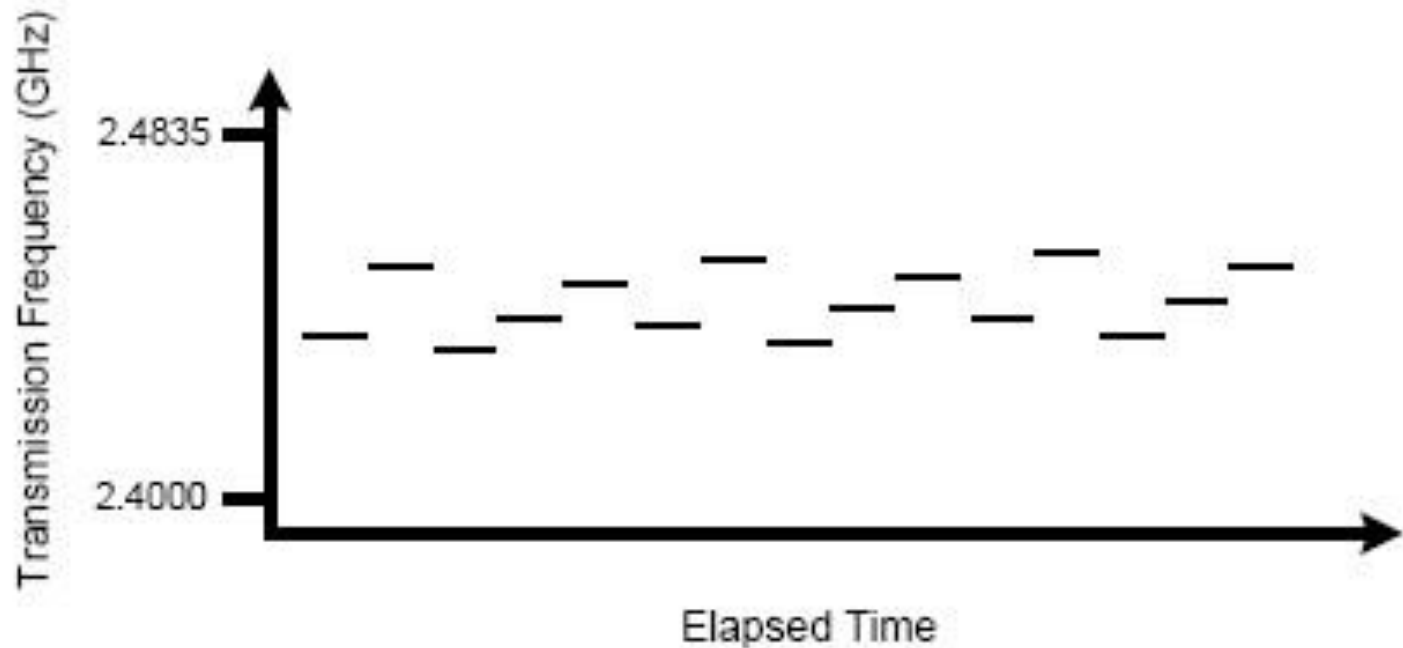
- FHSS é uma técnica que usa a agilidade de frequência para espalhar os dados.
- Essa “agilidade” pode ser entendida como a mudança repentina da frequência de transmissão dentro da faixa de RF utilizável.
- No caso das WLANs, a banda utilizável dentro da 2.4Ghz ISM é a de 83.5Mhz, segundo regulamentado pelo FCC e o IEEE 802.11.

FHSS (Frequency Hope Spread Spectrum)

- A portadora muda a frequência de acordo com uma sequência pseudo-aleatória. Essa sequência nada mais é que uma lista de frequências que a portadora irá pular em intervalos de tempo especificados.
- O transmissor usa essa sequência para selecionar suas frequências de transmissão.
- A portadora permanecerá em uma frequência por um determinado período de tempo e depois pulará para a próxima.
- Quando a lista de frequências chegar ao final, o transmissor repetirá a sequência.

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

- A figura ilustra um sistema de FHSS usando uma sequência de 5 frequências: 2.449 GHz, 2.452 GHz, 2.448 GHz, 2.450 GHz, 2.451 GHz.



Sistema FHSS

FHSS (Frequency Hope Spread Spectrum)

- Uma vez que a informação tenha sido transmitida na portadora 2.451 GHz, a sequência é repetida iniciando em 2.449 GHz. O processo de repetição continuará até que a informação tenha sido recebida completamente.
- O radio receptor por sua vez é sincronizado na sequência do transmissor para receber a frequência correta no tempo certo e por fim o sinal é finalmente demodulado.

Efeitos da Interferência

- Similarmente a todas as tecnologias de spread spectrum, sistemas FHSS **são resistentes, mas não imunes a interferência.**
- Se um sinal viesse a interferir com o nosso sinal ilustrado na figura do slide 13, na frequência de 2.451 GHz, aquela porção do sinal estaria perdida e teria que ser retransmitida, o resto do sinal permaneceria intacto.
- Na realidade um sinal interferente de banda estreita ocuparia vários megahertz da largura de banda. Como a banda do FHSS tem largura maior que 83 MHz, um sinal interferente em banda estreita seria incapaz de causar uma degradação muito significativa do sinal.

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

- DSSS é o método de envio de dados em que os sistemas de transmissão e recepção são ambos um set de frequências de 22MHz de largura, sendo a mais conhecida e mais utilizada das tecnologias de espalhamento.
- Combina um sinal de dados na transmissão com uma alta taxa de sequência de bit rate, conhecida como *chipping code* ou ganho de processamento. **Quanto maior for o ganho de processamento maior será a resistência do sinal a interferências.**

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

- O processo de Direct Sequence, que são as duas primeiras iniciais do DSSS, começa com uma portadora sendo modulada com uma sequência de código. O número de “chips” no código irá determinar como ocorrerá o espalhamento e o número de chips por bit e velocidade da codificação em chips por segundo, irá determinar qual será a taxa de dados.
- Sua popularidade, principalmente em relação ao FHSS, está baseado na facilidade de implementação e altas taxas de transmissão devido a largura do canal. A maioria dos equipamentos WLAN hoje em dia usa essa técnica de transmissão.

Sistemas DSSS

- Na banda não licenciada de 2.4 GHz, o IEEE especifica o uso do DSSS na taxa de dados de 1 Mbps e 2 Mbps no padrão 802.11.
- No padrão 802.11b, taxa de dados de 5 Mbps e 11 Mbps.
- Dispositivos 802.11b são capazes de operar com dispositivos 802.11, devido a compatibilidade.
- Logo, não seria necessário fazer upgrade de uma rede 802.11 inteira para 802.11b para usufruir dos benefícios, preservando assim o investimento anterior.

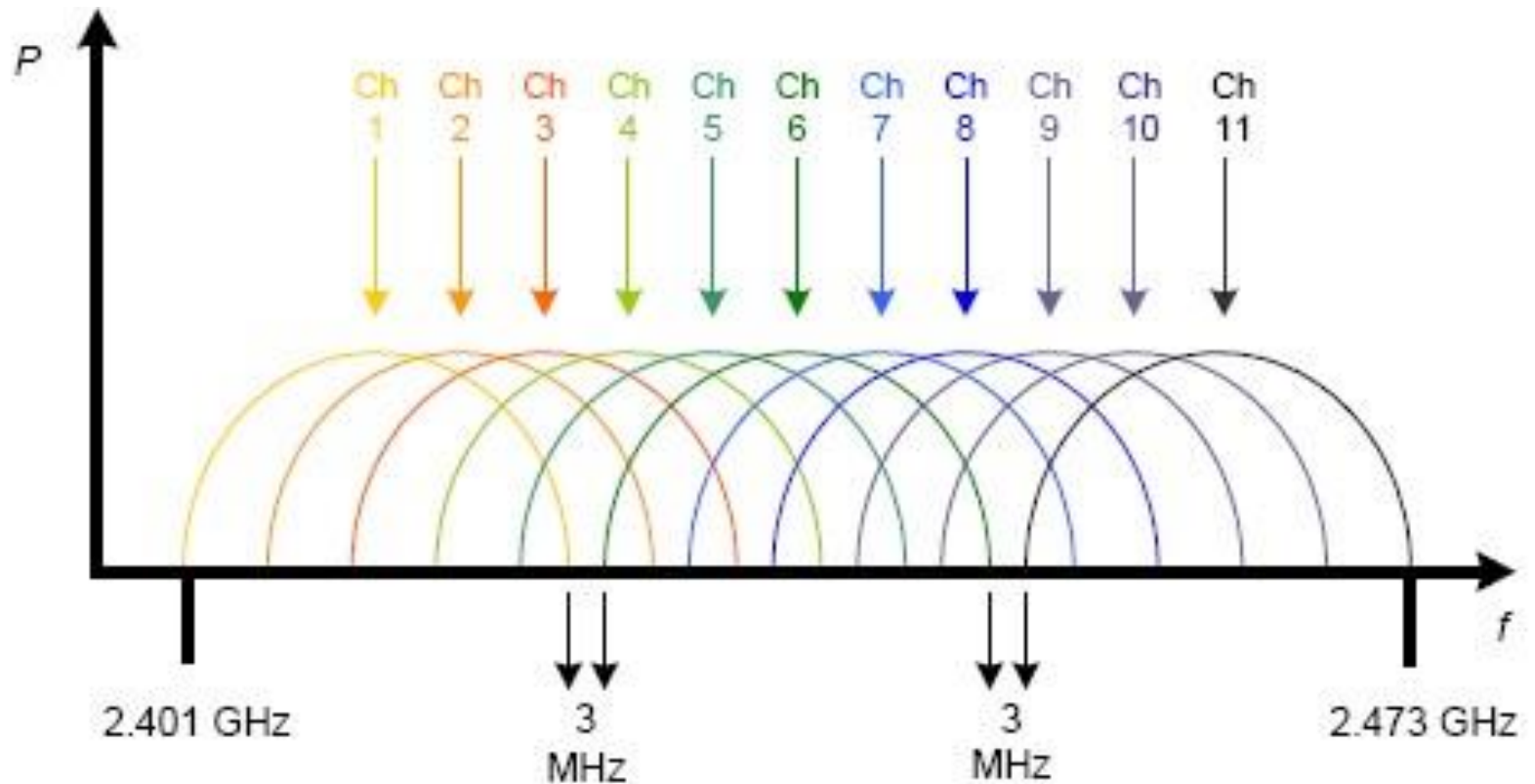
Sistemas DSSS

- Já o 802.11a com taxas atrativas de 54 Mbps não possui essa compatibilidade com os padrões anteriores, pelo fato de usar a banda de 5GHz, fazendo com isso que usuários do 802.11 e 802.11b investissem em upgrade de toda a sua rede para usufruir dessas altas taxas de dados.
- O 802.11g é uma alternativa ao 802.11a com os mesmos benefícios da taxa de dados de 54MHz do 802.11a e compatibilidade com os padrões 802.11 e 802.11b, por operar na faixa de 2.4 GHz. Com a popularização do padrão 802.11g, o 802.11a tende a ter seu uso cada vez mais restrito. Existem fabricantes, como a Dlink que fabricam equipamentos para operar a uma taxa de 128 Mbps.

Canais

- Diferentemente do FHSS que usa sequências de pulso para definir os canais, DSSS usa uma definição de canais mais convencional.
- Cada canal é uma banda contígua de frequências com largura de 22 MHz e portadoras de 1 MHz, como no FHSS.
- Por exemplo, o canal 1 opera de 2.401 GHz a 2.423 GHz (2.412 GHz +/- 11 MHz).

Canais



Canais DSSS e relacionamento espectral.

Canais

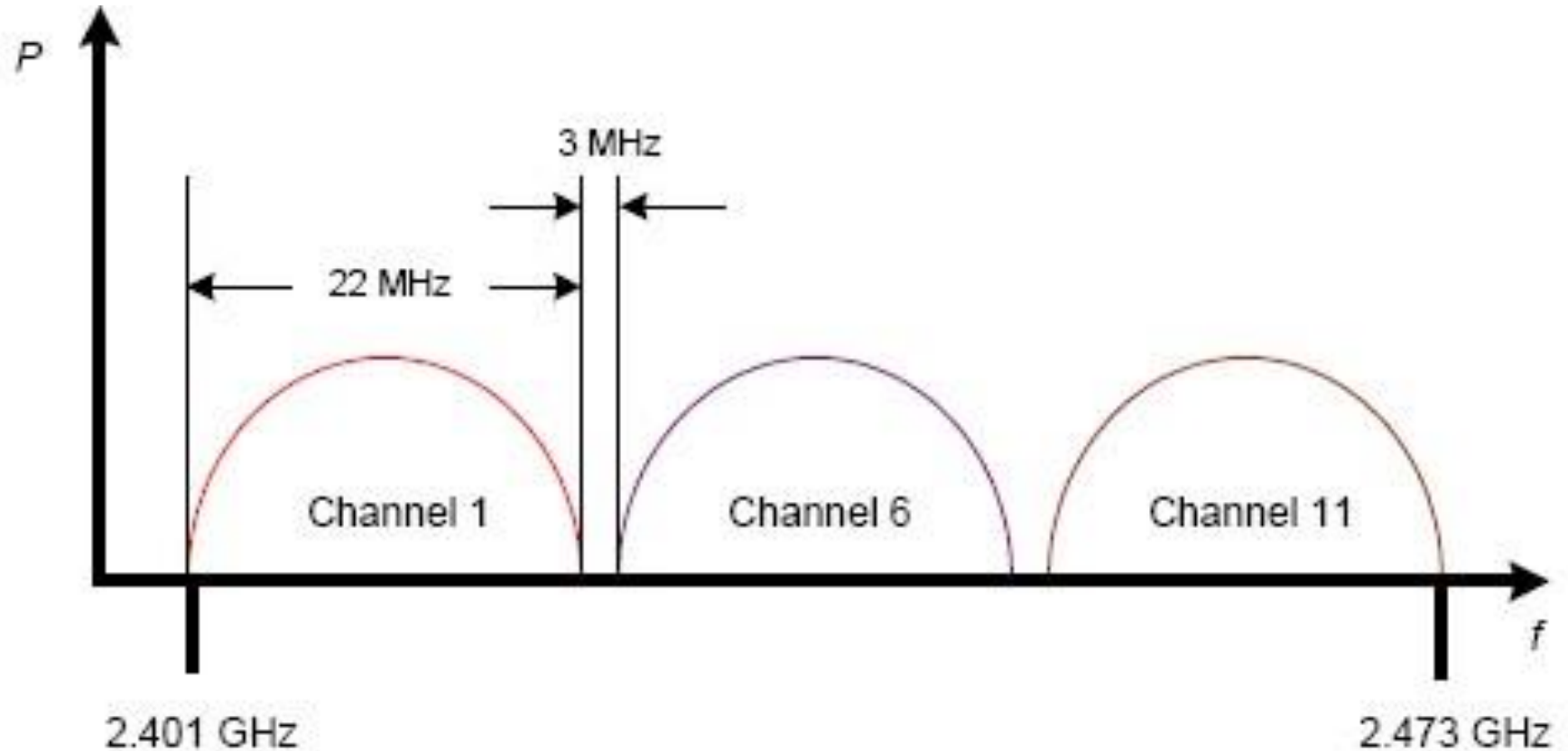
- Observe que os canais 1 e 2 se entrelaçam de maneira significativa.
- Cada uma das frequências mostradas são consideradas frequências centrais.
- A partir dela somamos e subtraímos 11 MHz para obter o canal utilizável de 22 MHz.

Canal	Freq. Estipulada pelo FCC (GHz)
1	2.412
2	2.417
3	2.422
4	2.427
5	2.432
6	2.437
7	2.442
8	2.447
9	2.452
10	2.457
11	2.462

Canais

- O uso de rádios DSSS com canais entrelaçados (1 e 2 por exemplo), no mesmo espaço físico, poderia causar interferência entre eles, reduzindo drasticamente o *throughput* de toda a rede.
- Para usar rádios DSSS no mesmo espaço físico, eles deveriam usar canais que não se entrelaçam (canais 1 e 6 por exemplo).
- Como as frequências centrais estão distantes de 5 MHz e os canais tem 22 MHz de largura, só é possível colocar no máximo 3 sistemas DSSS no mesmo espaço físico, na teoria os canais 1, 6 e 11 não se entrelaçam.

Canais



3 Canais que não se entrelaçam.

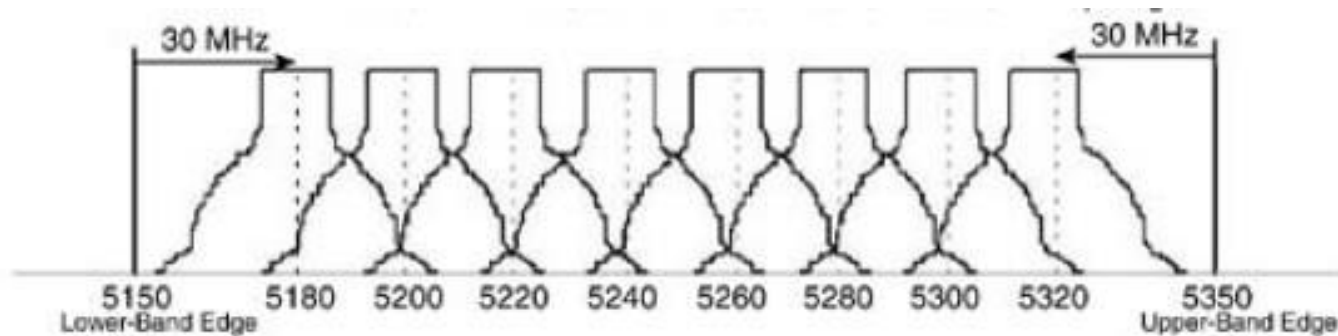
Banda de 5 GHz

Banda de 5 GHz

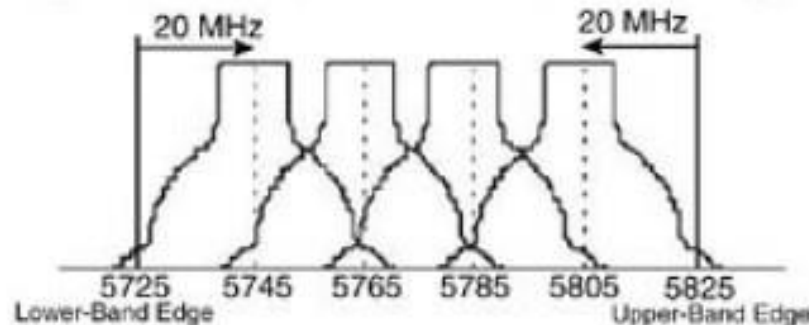
- Na realidade a banda de 5 GHz, se divide em três:
 - U-NII 1 que se estende de 5.15 a 5.25 GHz
 - U-NII 2 que se estende de 5.25 a 5.35 GHz
 - U-NII 3 que se estende de 5.725 a 5.825 GHz
- A numeração de canal inicia em 5 GHz com incrementos de 5 MHz.

Banda de 5 GHz

- Nas bandas U-NII 1 e 2 a frequência central está distante 30 MHz das bordas enquanto que na U-NII 3 esta distância é de 20 MHz.



Canais na U-NII 1 e 2



Canais na U-NII 3

Banda de 5 GHz

- As três bandas tem diferentes limites no que se refere a potência de transmissão. A banda **U-NII 1** é **voltada para uso indoor** somente, em níveis baixos de potência, a banda U-NII 3 é **voltada para uso outdoor** e aplicações de longa distância em níveis mais altos de potência.
 - **Na banda U-NII 1**, pode-se usar um transmissor de até 40mw (16 dBm), com uma antena de ganho de 6 dBi, produzindo uma EIRP máxima de 22 dBm. Para cada ganho adicional acima dos 6dBi, deve-se reduzir a potência no transmissor de 1dB.

Banda de 5 GHz

- **Na banda U-NII 2**, pode-se usar um transmissor de até 200mw (23dBm), com uma antena de ganho de 6dBi, produzindo uma EIRP máxima de 29dBm. Para cada ganho adicional acima dos 6dBi, deve-se reduzir a potência no transmissor de 1dB.
- **Na banda U-NII 3**, pode-se usar um transmissor de até 800mw (29dBm), com uma antena de ganho de 6dBi, produzindo uma EIRP máxima de 35dBm. Para cada ganho adicional acima dos 6dBi, deve-se reduzir a potência no transmissor de 1dB.
- Operações na banda U-NII 3 permitem o uso de antenas de 23dBi sem uma redução na potência de transmissão em links ponto a ponto. Esta configuração resulta em uma EIRP máxima de 52dBm.

Comparações entre DSSS e FHSS

- Ambas as tecnologias tem suas vantagens e desvantagens, e cabe ao administrador de uma WLAN escolher qual usar e em que situação usar, ao implementar uma WLAN.
- Veremos a seguir alguns dos fatores que deveriam ser levados em conta quando da escolha de qual tecnologia é a mais apropriada para determinada situação.

Interferência de banda estreita

- Uma das grandes vantagens do FHSS é a grande resistência a interferência.
- DSSS é muito mais susceptível a interferência de banda estreita devido as suas bandas contíguas de pequena largura (22MHz).
- Esse fato deve ter um peso grande na decisão, em ambientes em que esta interferência está presente.

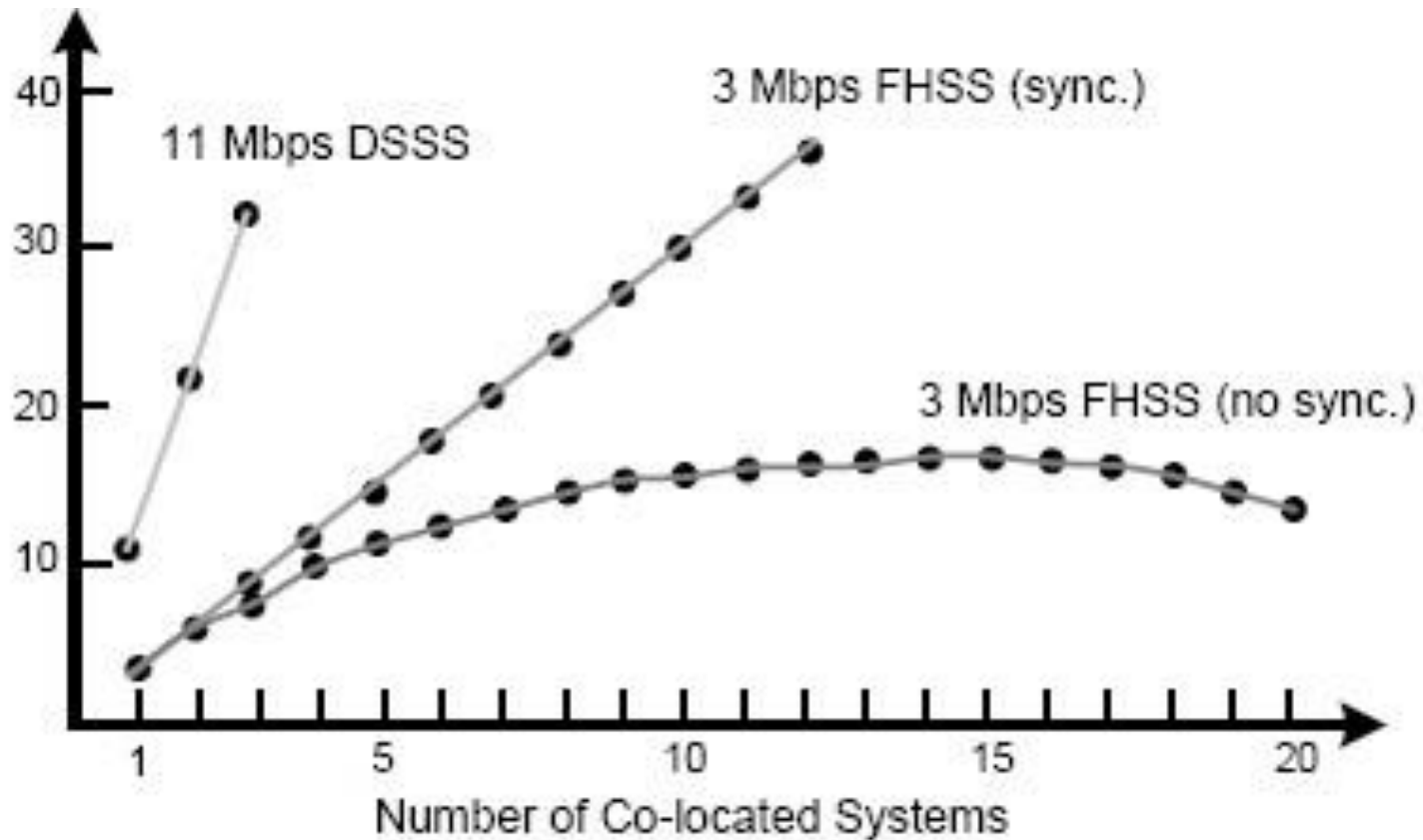
Custo

- O custo de implementação de um sistema DSSS é muito menor se comparado a implementação de um sistema FHSS.
- Isso se deve muito ao fato de que equipamentos DSSS são facilmente encontrados no mercado e sua rápida adoção tem ajudado a baixar os custos.
- Se comparado os preços, o FHSS compatível com 802.11 pode chegar a custar o dobro do preço do DSSS 802.11b.

Coexistência no mesmo ambiente físico

- Uma vantagem do FHSS sobre DSSS é poder ter em um mesmo ambiente físico um número maior de rádios. Como vimos anteriormente, como FHSS usa 79 canais discretos, poderemos ter até 79 rádios contra apenas 3 do DSSS.
- Porém, quando levamos em consideração o custo de hardware de um sistema FHSS para obter o mesmo *throughput* de um DSSS, a vantagem desaparece rapidamente.

Coexistência no mesmo ambiente físico



Comparação de coexistência

Compatibilidade e Disponibilidade

- A Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA), criou um padrão de compatibilidade que garante que um dispositivo DSSS 802.11b de um fabricante, irá operar e interagir com outro dispositivo 802.11b de outro fabricante sem maiores problemas. Esse padrão foi chamado de Wireless Fidelity ou simplesmente wi-fi.
- Dispositivos que passam nos testes de interoperabilidade levam um selo wi-fi, significando que o mesmo tem capacidades de interagir com dispositivos outros dispositivos wi-fi.

Compatibilidade e Disponibilidade

- Não acontece o mesmo para equipamentos FHSS. Existem padrões como o 802.11 e Openair, mas não há nenhum órgão que faça o mesmo teste de compatibilidade que o WECA faz para o DSSS.
- Devido a sua imensa popularidade, é muito mais fácil encontrar dispositivos DSSS. Como se isso não bastasse, a demanda para dispositivos DSSS tem crescido continuamente, enquanto que a demanda para dispositivos FHSS tem permanecido estacionada nos últimos anos.

Segurança

- Pela forma de implementação dos padrões, poderíamos ser levados a acreditar que o FHSS é mais seguro que o DSSS, afinal, somente a descoberta da sequência do pulso da frequência, poderia comprometer um sistema FHSS. Mas, há dois fatores que provam que isso não é tão difícil assim.
- O primeiro deles é que rádios FHSS são produzidos por um número pequeno de fabricantes e todos eles aderem aos padrões 802.11 ou Openair para vender seus produtos. Segundo, cada um dos fabricantes, usa um set padrão de sequências para o pulso da frequência, o qual geralmente vem de encontro com a lista pré-determinada produzida pelos padrões (IEEE ou WLIF). Esses dois fatores tornam a quebra da sequência do pulso da frequência, relativamente simples.

Segurança

- Outra razão é que o número do canal é transmitido em texto puro em cada *beacon*. Além disso, o endereço MAC do rádio que está transmitindo pode ser visto em cada *beacon* (o que indica o fabricante do rádio).
- Alguns fabricantes permitem ao administrador definir a sequência, porém essa funcionalidade não adiciona nenhum nível de segurança, porque dispositivos tais como um analisador de espectro, juntamente com um laptop podem ser usados para rastrear a sequência de pulos da frequência em questão de segundos.

Referência

- Fonte:
<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/paulocfarias/redeswireless007.asp>