



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

CONTROLE DE CARGAS VIA WI-FI

Alunos: André Leite

Lucas Henrique

Artur César

João Bernardino

Curso Técnico de Eletrônica

Turma: 3ª série C

Professores: Enderson Neves

Anthony Chiaratti

Belo Horizonte

Novembro/2016

Índice

1.	INTRODUÇÃO DO PROJETO	3
2.	COMUNICAÇÃO WIRELESS (WI-FI)	4
3.	MÓDULO WI-FI (ESP8266 12-E NODEMCU).....	6
4.	DIMERIZAÇÃO	7
5.	CRUZADOR DE ZERO E SINAL PWM.....	8
6.	DIAGRAMA ELÉTRICO E LAYOUT DO CIRCUITO	9
7.	CONCLUSÕES	11
8.	APÊNDICE	12
8.1	PROTOCOLO WI-FI E PADRÕES DE TRANSMISSÃO.....	12
8.2	CÁLCULOS DA POTÊNCIA DE SAÍDA NO DIMMER.....	15

1. INTRODUÇÃO DO PROJETO

O projeto “Controle de Cargas via Wi-Fi” é um projeto que visa fazer um protótipo de automação residencial, controlado através de um computador ou smartphone conectado à internet ou diretamente à carga, dependendo da distância.

A interação online é feita à partir de um webserver, criado em linguagem HTML, linguagem universal para websites. Este servidor interage com o usuário com a sua escolha, enviando comandos de resposta para um módulo Wi-Fi ESP8266, que fará a interpretação e atuará no circuito.

O projeto pode ser aplicado em circuitos elétricos caseiros, como lâmpadas, ventiladores, persianas, janelas motorizadas, entre outros, de acordo com a adaptação da programação. Como os alunos visam apresentar apenas a ideia, a carga de acionamento utilizada será uma lâmpada, ajustando a sua intensidade luminosa de acordo com o comando do usuário.

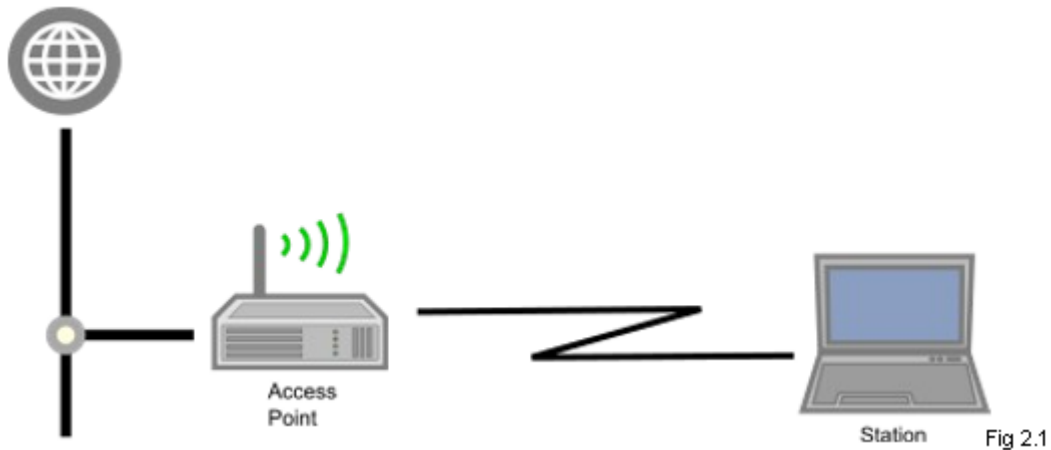
Para entender o projeto mais à fundo, será necessário cobrir alguns conceitos de eletrônica, como dimerização e cruzadores de zero. Também é importante entender como funciona a comunicação wireless para estabelecer a comunicação entre o módulo Wi-Fi e o servidor online.



Fig 1.1

2. COMUNICAÇÃO WIRELESS (WI-FI)

As comunicações wireless são um tipo de processo que se baseia em uma conexão sem fio (em inglês: wireless) através de um ponto de acesso. O ponto de acesso tem o objetivo de gerar uma rede sem fio, normalmente conhecido como “modem” ou roteador. Uma estação é qualquer objeto eletrônico capaz de acessar uma rede sem fio. Essas relações podem ser compreendidas na figura 2.1.



Um dispositivo habilitado para Wi-Fi pode se conectar à Internet quando dentro do alcance de uma rede sem fio conectada à Internet. A cobertura de um ou mais pontos de acesso interligados - chamados hotspots - podem se estender a partir de uma área tão pequena como um quarto a uma área tão grande como muitos quilômetros quadrados. Cobertura para uma área maior pode exigir um grupo de pontos de acesso com sobreposição de cobertura, utilizando função de repetidora.

*Devido à impossibilidade da conexão à internet no local de apresentação, o ponto de acesso será gerado através de um notebook, que fará a comunicação direta do web-server com o módulo Wi-Fi ESP8266.

*Apresentação no expominas nos dias 09/11 e 10/11

3. MÓDULO WI-FI (ESP8266 12-E NODEMCU)

O módulo ESP8266 é um módulo wireless desenvolvido pela Expressif, com a função de fazer um papel semelhante ao Arduino. Este micro-controlador é especial por conter um módulo Wi-Fi, e diversos periféricos de entrada e saída semelhantes a outros micro-controladores (especialmente à partir do seu modelo 12-E), ser compatível com diversos softwares de desenvolvimento, baixo custo e ainda ser extremamente pequeno. Este controlador está extremamente emergente no mercado, devido ao seu baixo custo e poder de uso, e devido ao sua antena Wi-Fi, o grupo escolheu adota-lo.

O módulo pode fazer ter duas funções na comunicação wireless, o modo “Estação” e o modo “Ponto de Acesso” (como descrito na pagina anterior). No protótipo do Controle de Cargas via Wi-Fi, o módulo fará função apenas de estação, recebendo dados do website enviados via wireless. Caso houvesse o uso de algum tipo de sensor via web ou algo semelhante, o controlador teria de trabalhar também de Ponto de acesso, enviando dados para o servidor.

Os pinos de E/S do controlador escolhidos para o projeto foram D0 e D1, (D0 para geração de sinal PWM e D1 para detector de Cruzador de zero). Porém para entender a função destes pinos, são necessários novos conceitos.

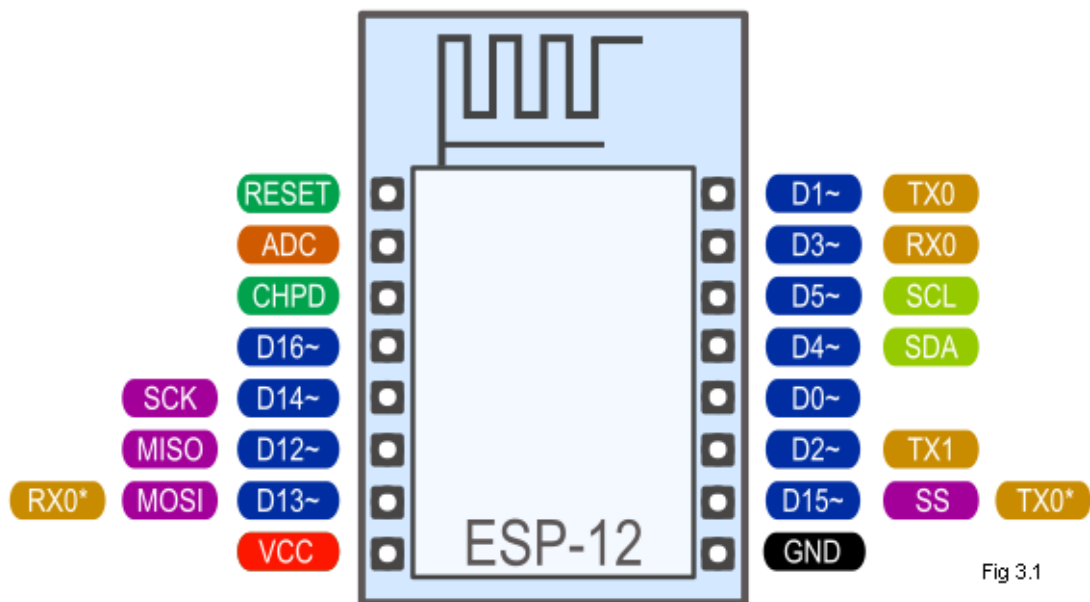
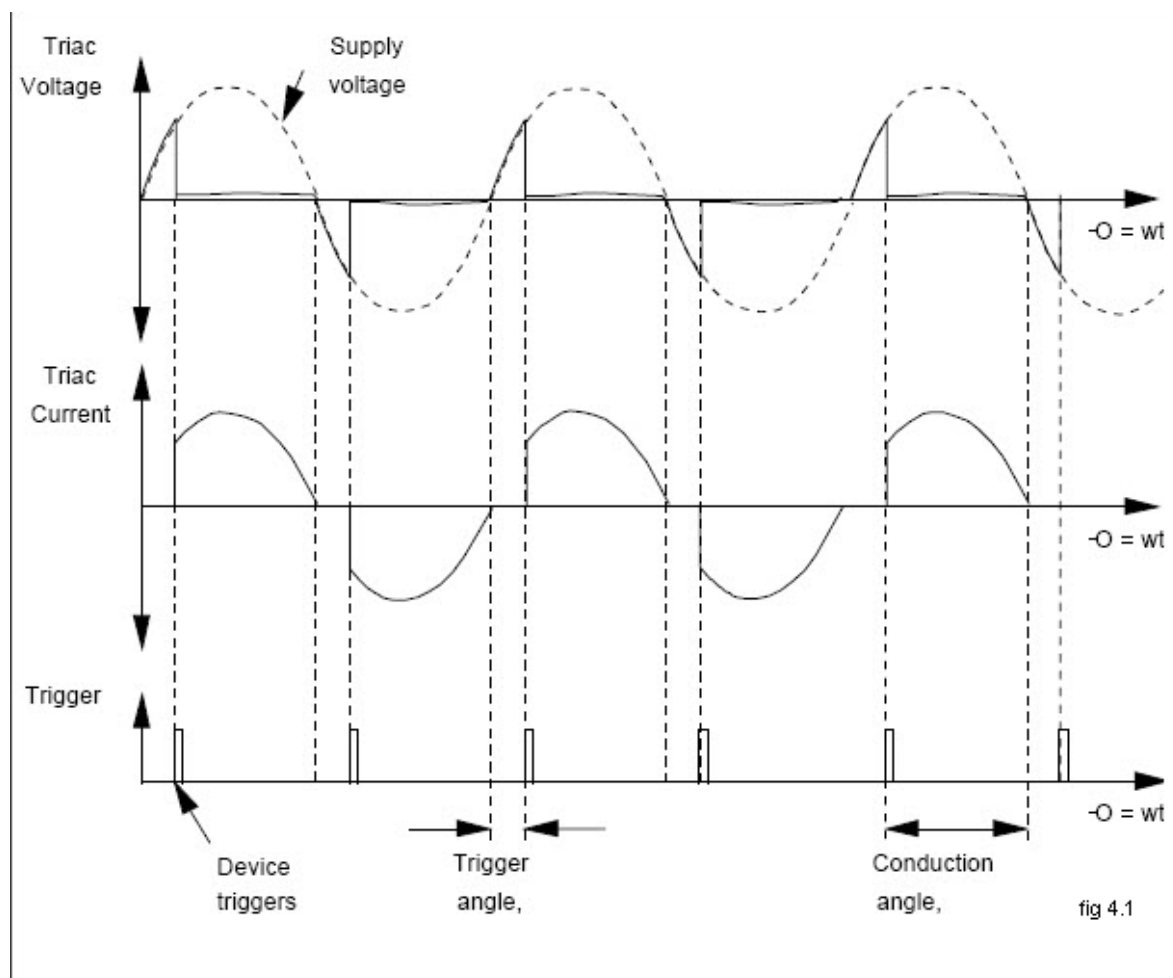


Fig 3.1

4. DIMERIZAÇÃO

Para fazer o controle da potência média da lâmpada, escolheu-se o método de dimerização, que consiste em um método de controle de disparo da onda, através de um fotoacoplador e um TRIAC. Este método fará a utilização de uma variável fornecida pelo webserver, controlada pelo usuário, para fazer o controle do ângulo de disparo, variando por consequência a potência média fornecida à lâmpada.

O fotoacoplador utilizado será o MOC3023 com um circuito snubber, para suportar o uso de cargas com parcela indutiva (como ventiladores). Na figura 4.1, há um exemplo de um processo de dimerização, que representa o método utilizado pelos alunos. O pulso de disparo (representado como “trigger” na imagem) será fornecido pelo micro-controlador, comandando o triac no ângulo de disparo desejado.



5. CRUZADOR DE ZERO E SINAL PWM

O cruzador de zero é um circuito que tem o objetivo de fazer o sincronismo do micro-controlador com a rede de alimentação, garantindo que o circuito dispare após a sua passagem por zero (caso ocorra o disparo antecipado, o a intensidade do brilho não será a desejada, gerando um dimer assíncrono, que é sinônimo de um dimmer descontrolado).

Este circuito cruzador se compõe de um opto-acoplador ligado à rede senoidal, gerando um pulso de saída quando atinge uma faixa próxima a 0v. Sua forma de onda pode ser vista na figura 5.1 (a).

O sinal PWM será gerado apenas pelo micro-controlador, através de um contador interno. Este contador irá começar sua contagem com o disparo do pulso cruzador de zero, e irá gerar um pulso de saída (para o fotoacoplador do circuito dimmer) ao se atingir o valor de contagem baseado na variável fornecida pelo webserver, definindo o ângulo de disparo. Um exemplo do seu funcionamento pode ser visto na figura 5.1 (b).

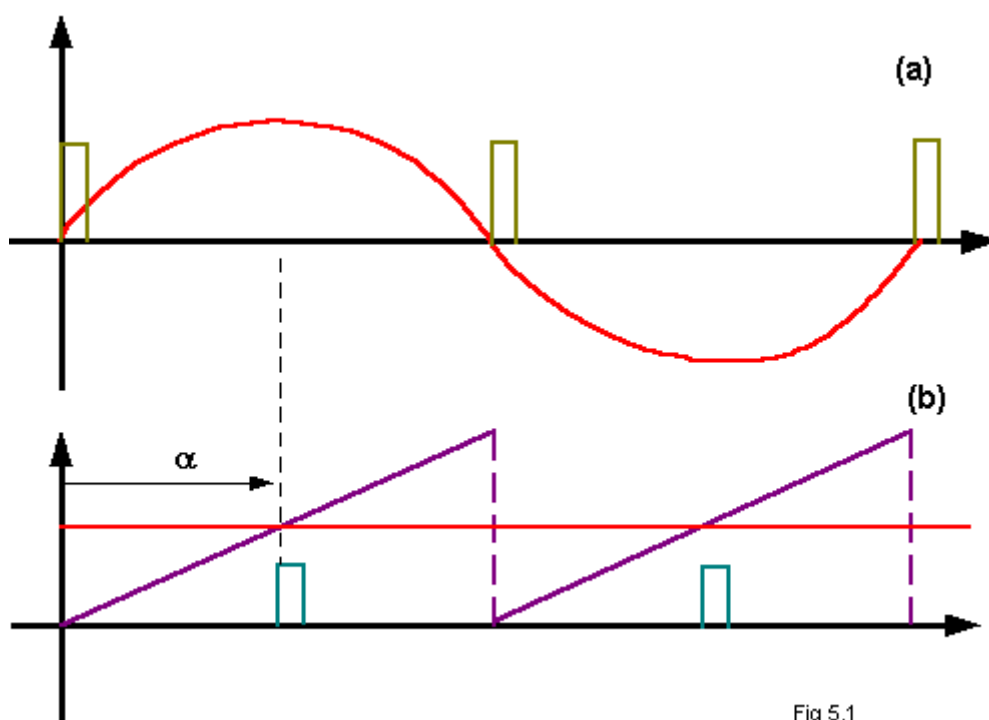
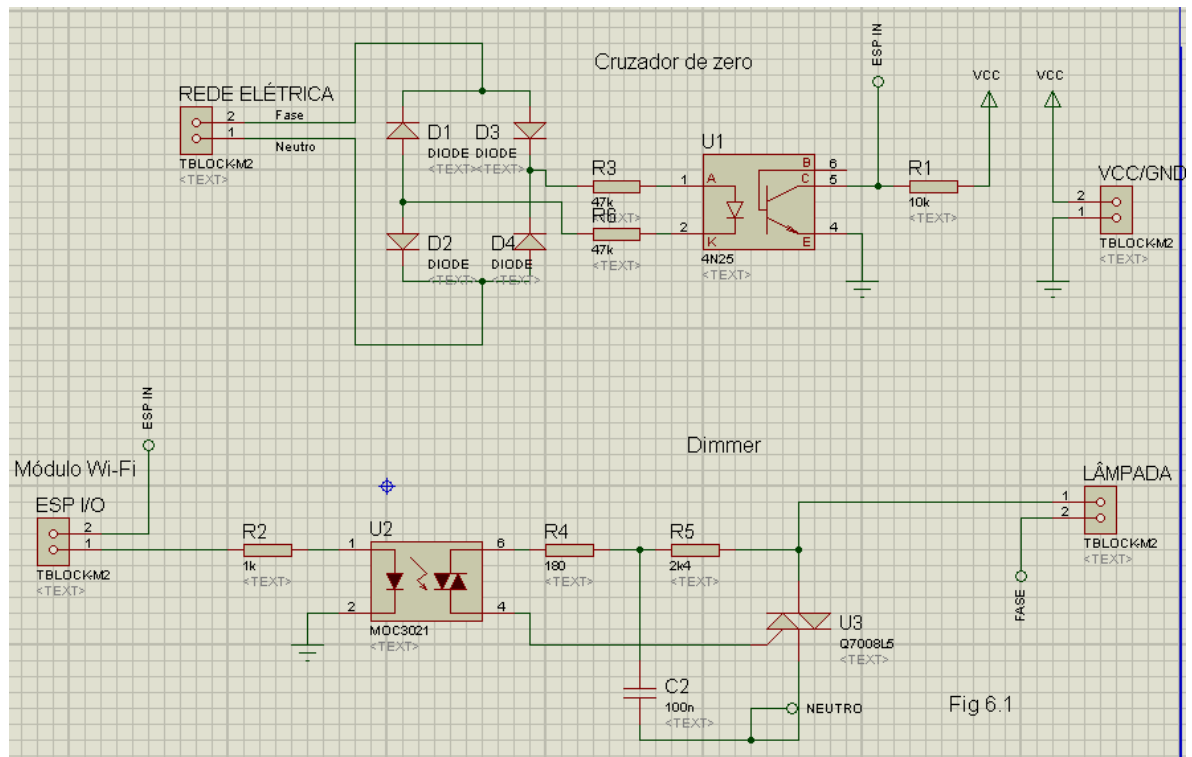


Fig 5.1

6. DIAGRAMA ELÉTRICO E LAYOUT DO CIRCUITO

O diagrama elétrico da placa que agrupa o cruzador de zero, a dimerização e as conexões com o módulo Wi-Fi pode ser visto na figura 6.1.



Na figura 6.2, pode-se observar o layout utilizado pelos alunos para fazer o PCB.

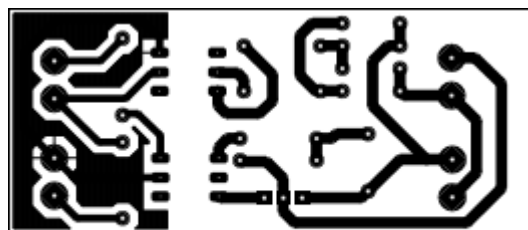
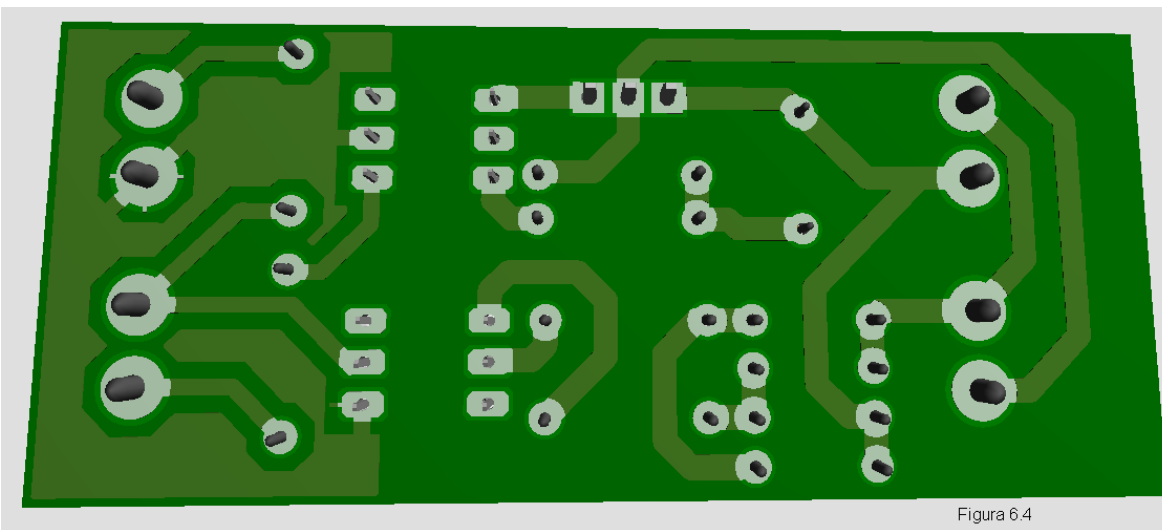
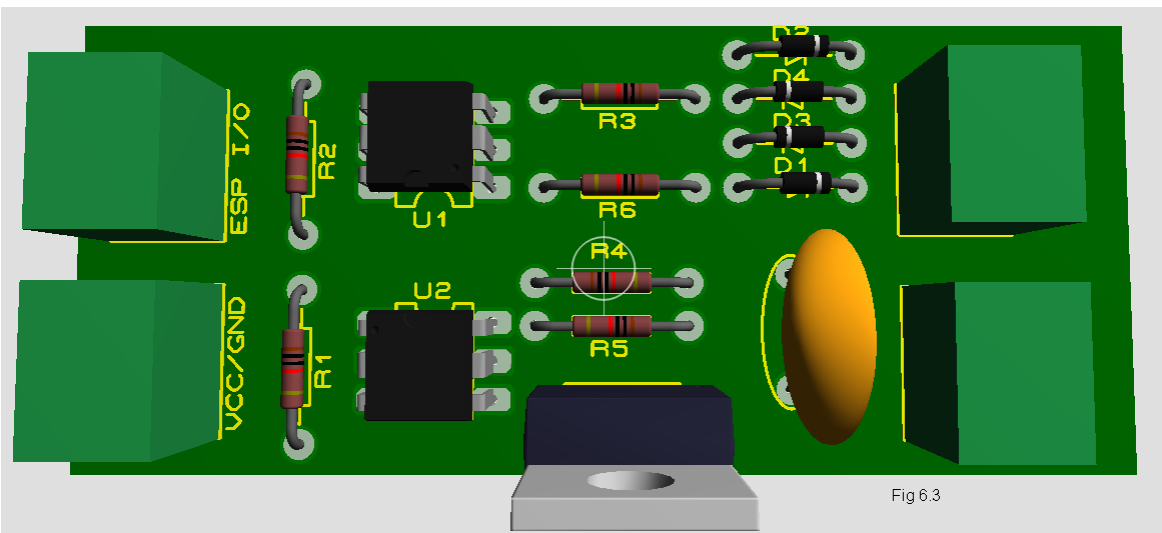


Fig 6.2

A figura 6.3 e 6.4 representam a visualização tridimensional do Protheus, que é uma espécie de amostragem da montagem final da placa.



7. CONCLUSÕES

O projeto Controle de cargas via Wi-Fi conseguiu almejar seu objetivo em partes, sendo possível ainda alguns tipos de aprimoramentos. Um exemplo de aprimoramento que poderia ser feito é o uso de componentes SMD no PCB, permitindo assim uma grande economia de espaço. Outro fator colaborativo para diminuição da placa é o uso da placa dupla face, porém pela inexperiência dos alunos e a falta de materiais para tais procedimentos, tornou-se algo quase inviável, devido ao consumo de tempo necessário.

Outro fator possível de aprimorar no projeto seria o webserver, permitindo uma melhor interface para o usuário. Funções adicionais de comando também poderiam ser implementados, além de procedimentos de segurança, como bancos de dados com senhas para os usuários.

8. APÊNDICE

8.1 PROTOCOLO WI-FI E PADRÕES DE TRANSMISSÃO

1- A rede sem fio IEEE 802.11, que também são conhecidas como redes Wi-Fi ou wireless, foram uma das grandes novidades tecnológicas dos últimos anos. Atuando na camada física, o 802.11 define uma série de padrões de transmissão e codificação para comunicações sem fio, sendo os mais comuns: FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) e OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Atualmente, é o padrão de fato em conectividade sem fio para redes locais. Como prova desse sucesso pode-se citar o crescente número de Hot Spots e o fato de a maioria dos computadores portáteis novos já saírem de fábrica equipados com interfaces IEEE 802.11. A Rede IEEE possui como principal característica transmitir sinal sem fio através de ondas (Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11)

2- FHSS: “O FHSS utiliza 79 canais, cada um com 1 MHz de largura, começando na extremidade baixa da banda ISM de 2,4 GHz (...)” (TANENBAUM, 2003 p. 313). O padrão IEEE 802.11 dividi a banda ISM em uma série canais com largura de banda de 1 MHz sendo que o canal 0 tem uma frequência de 2.400 GHz o canal 1 2.401 GHz e assim sucessivamente. O FCC regulamentou a faixa do uso dos canais em FHSS de 2 a 79 (2.402 a 2.479 GHz), norma essa aplicada também no Brasil.

Com o espalhamento espectral por salto de frequência, as frequências mudam de maneira extremamente rápida. Com um dos padrões, as frequências mudam 1600 vezes por segundo. Em outros, a taxa de mudança é mais lenta. Mas para todos os padrões de salto de frequência têm muitos modelos de salto; portanto, diferentes redes ou grupos que utilizam o mesmo padrão no mesmo local tem uma baixa probabilidade de utilizar as mesmas frequências ao mesmo tempo (ENGST; FLEISHMAN, 2005 p. 6).

O sinal de dados é modulado em um sinal portador de banda estreita que salta de frequência em frequência em função do tempo. Ele pode saltar os canais em diferente instantes de tempo de forma aleatória com a mesma potencia de sinal.

Foi muito usado nos primeiros equipamentos 802.11, porém essa tecnologia foi deixada de lado nas WLAN's dando lugar para as tecnologias DSSS e OFDM devido sua velocidade que comparada a essas tecnologia de acesso era mais lenta.

(Fonte: http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwifimaneaus2/pagina_3.asp)

3- DSSS: "A tecnologia DSSS, que também é definida pelo padrão IEEE 802.11, funciona de maneira similar a tecnologia FHSS, só que, em vez de a troca dos canais ser feita de uma forma aleatória, ela é feita de uma forma sequencial." (TORRES, 2001, p. 264).

Em 1999 o padrão 802.11b trouxe em sua camada física uma melhoria de processamento à essa tecnologia, chamada de High Rate Direct Sequence Spread Spectrum (HR-DSSS – Espectro de Dispersão de Sequência Direta de Alta Velocidade), as taxas de dados admitidas por esse padrão são de 1, 2, 5,5 e 11 Mbit/s de 2,4 GHz.

Esse sistema determina a divisão de 14 canais em 2,4 GHz de 22 MHz. Cada canal se inicia 5 MHz depois do outro, como podemos ver na Figura 1, 2.412 GHz, 2.417 GHz assim sucessivamente. Designa-se a frequência de um canal pela sua frequência central, o canal 1, por exemplo, ele tem início em 2.401 GHz, como sua largura de banda é de 22 MHz sua frequência central fica em 2.412 GHz, pois assim fica a 11 MHz do início e do final desse canal.

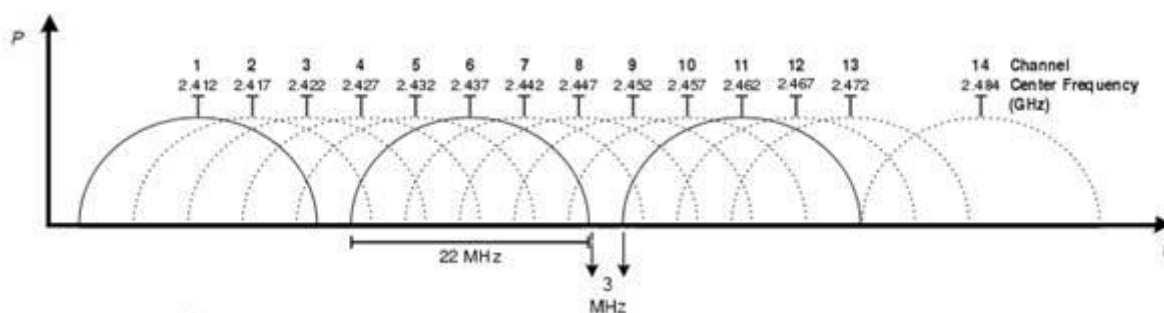


Figura 1: Canais e frequências centrais para a faixa de 2,4 GHz

Fonte: Adaptado de <http://wndw.net/>

Uma observação que se pode fazer é que os canais de 1 a 5 se sobrepõem, pois cada canal possui uma largura de banda de 22 MHz, o mesmo acontece com os canais de 6 até o 10.

É bom lembrar que cada canal tem uma largura de 22 MHz e, portanto, se sobrepõe a diversos outros canais que estejam acima ou abaixo dele. A banda de 2.4 GHz inteira tem espaço para apenas três canais completamente separados. O uso de canais adjacentes gera interferência. Para minimizar este tipo de interferência, deve-se tentar coordenar o uso do canal com os gerentes da rede mais próxima (...) (ROSS, 2003, p.8).

Fonte (http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwifimanaus2/pagina_3.asp)

4- OFDM: Esse tipo de transmissão consiste na divisão do canal em várias subportadoras, Como pode-se visualizar na Figura 2 essas subportadoras são transmitidas paralelas umas com as outras, sendo que cada uma é independente da outra e, leva consigo uma parcela da informação transmitida.

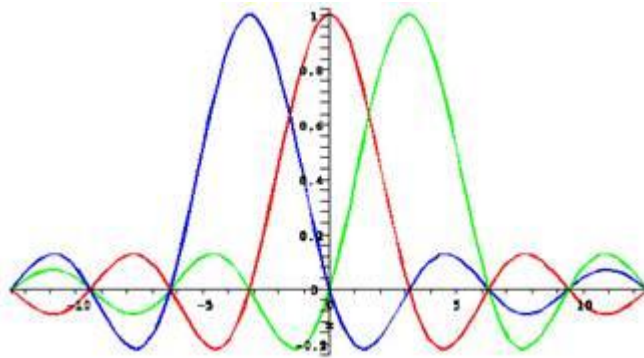


Figura 2: Exemplo de distribuição de 3 subportadoras utilizando OFDM

Fonte: PINHEIRO, 2005

“A técnica de transmissão OFDM surgiu como uma evolução da técnica convencional de Multiplexação por Divisão de Frequência, FDM (Frequency Division Multiplexing) onde, no lugar de utilizar-se bandas de guarda para a separação das subportadoras na recepção do sinal, trabalha-se com uma particular sobreposição espectral de subportadoras.”(PINTO; ALBUQUERQUE, 2002, p.1).

A principal diferença entre OFDM e FDMA é que o espaçamento entre as portadoras na OFDM é menor, devido ao fato das portadoras serem ortogonais entre si. Geralmente os sinais OFDM têm largura de banda de cada portadora na faixa de 1KHz, enquanto que no FDMA eles atingem 3kHz. Assim, a grande vantagem do sistema OFDM é o fato das portadoras serem ortogonais entre si, podendo então ser transmitido uma quantidade maior de informação em uma mesma largura de banda (PINHEIRO, 2005).

Em WLAN pode operar nas duas faixas de frequências disponíveis, em 2.4 GHz e em 5 GHz, sendo que essa ultima faixa é dividida em 3 subfaixas de frequência: 5.15 a 5.25 GHz (banda baixa, Unlicensed National Information Structure (U-NII - Estrutura de Informação Nacional Sem Licença)), 5.25 a 5.35 GHz (banda média U-NII) e 5.725 a 5.825 GHz (banda alta U-NII).

Ao todo são 12 canais disponíveis na faixa de 5 GHz. Nas bandas baixa e média há uma disponibilidade de 8 portadoras distribuídas em 200 MHz de largura de banda, e todos com espaçamento de 20 MHz de distância para cada canal. O mesmo acontece na banda alta, que dispõe de 4 canais, onde se tem uma largura de banda de 100 MHz e cada canal tem a sua frequência central espaçada de 20 MHz dos outros canais. E em todos esses canais não há sobreposição de canais adjacentes.

8.2 CALCULOS DA POTÊNCIA DE SAÍDA NO DIMMER

$$P = V_{rms} \times I_{rms}$$

$$P = V_{rms} \times \frac{V_{rms}}{R}$$

$$P = \frac{V_{rms}^2}{R}$$

$$P(\%) = \frac{P}{P_{max}} \times 100\%$$

$$P_{max} p/ V_{rms} = 127V_{rms}$$

$$P(\%) = \frac{\frac{\sqrt{\int_{\alpha}^{\pi} V_{max} \sin^2(x) dx}}{\frac{\pi R}{127V}}}{\frac{R}{R}} \times 100\%$$

$$P(\%) = \frac{\sqrt{\int_{\alpha}^{\pi} \text{sen}^2(x)}{\frac{\pi}{127V}} \times 100\%$$

Identidade trigonométrica:

$$\text{sen}^2(x) = \frac{1 - \cos 2x}{2}$$

Resolvendo a integral:

$$\begin{aligned} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{1 - \cos 2x}{2} dx &= \int_{\alpha}^{\pi} \frac{1}{2} dx - \int_{\alpha}^{\pi} \frac{\cos 2x}{2} dx \\ &= \frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\pi} \text{sen} 2x dx \end{aligned}$$

$$u = 2x$$

$$2 = \frac{du}{dx}$$

$$dx = \frac{du}{2}$$

$$= \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{\cos(u)}{2} du$$

$$= \frac{1}{4} \int_{\alpha}^{\pi} \cos(u) du$$

$$= \frac{\text{sen}(u)}{4} = \frac{\text{sen}(2x)}{4}$$

$$= \frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{\text{sen}(2\pi - 2\alpha)}{4}$$

$$V_{rms} = \frac{\frac{\pi - \alpha}{2} - \frac{\text{sen}(2\pi - 2\alpha)}{4}}{\pi}$$

$$\frac{\pi - \alpha}{\pi} - \frac{\text{sen}(2\pi - 2\alpha)}{2\pi}$$

$$P(\%) = \frac{127V_{rms} \times \sqrt{[1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\text{sen}(2\alpha)}{2\pi}]}}{127V_{rms}} \times 100\%$$